

2017 A

077378197

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL



**CALIDAD DEL AIRE Y SU EFECTO EN LA FUNCIÓN RESPIRATORIA DE LA
POBLACIÓN INFANTIL DE EL SALTO, JALISCO**

TESIS PROFESIONAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS

PRESENTA

GRACIELA GONZÁLEZ TORRES

ZAPOPAN, JALISCO. MAYO 2017

2017 A

077378197

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL



**CALIDAD DEL AIRE Y SU EFECTO EN LA FUNCIÓN RESPIRATORIA DE LA
POBLACIÓN INFANTIL DE EL SALTO, JALISCO**

TESIS PROFESIONAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS

PRESENTA

GRACIELA GONZÁLEZ TORRES

ZAPOPAN, JALISCO. MAYO 2017

Tesis realizada en la Universidad de Guadalajara en Zapopan, Jalisco, México.

Bajo la dirección de:

Director: Dr. Javier García Velasco

Co. Dirección: Dr. Felipe de Jesús Lozano Kasten

Co. Dirección: Dr. Alejandro Aarón Peregrina Lucano

Asesorada por:

Dra. Josefina Casas Solís

M. en C. Ana Karina García Suárez

AGRADECIMIENTOS

En tan larga andanza en que de pronto se ha convertido este proceso, me hace mirar atrás y a mis alrededores para tratar de entender cómo he podido superar un muro tras otro y tener este trabajo en mis manos. Es inevitable darme cuenta que todos los resultados no son sólo producto de mis esfuerzos, sino el de muchas personas que han hecho posible este trabajo y que nombrar a cada una me llevaría no sólo sinfín de páginas, sino también de lágrimas y sonrisas por tener tan vivos y presentes los momentos en que cada cual, con interés genuino, contribuyeron no sólo a una tesis, sino a una lucha permanente por recuperar la tranquilidad y salud de mi gente, la belleza de nuestro río y la dignidad en nuestras vidas.

Agradezco a la Universidad de Guadalajara y al CONACYT por los recursos materiales que hicieron posible realizar la investigación. A mis profesores y directores que me guiaron por un mundo que me costó reencontrar y por las exigencias que nos obligaron a cumplir con rigurosidad nuestros objetivos. Gratitud inmensa por facilitar el proceso, compartir su experiencia y confiar. Agradezco a mis compañeros y compañeras de la maestría por hacer un grupo solidario y atento a nuestras necesidades individuales y colectivas. A las maestras y maestros de la primaria “María Guadalupe Ortiz Uribe”, a los padres y madres de familia y a los niños y niñas que participaron en la investigación, en quienes encontré motor para hacer una investigación que espero sea socialmente relevante.

Y sobre todo, agradezco a mi familia entera, a mi esposo, a mis hijos e hijas, y especialmente a mis nietos, que por ellos siempre ha sido esta lucha, esta búsqueda permanente de otros modos de vivir y de habitar, para que puedan nadar, pescar y disfrutar de este río Santiago, para que nuestros recuerdos y los sueños de mis hijos se vuelvan caudales de realidad y abundancia para su futuro, porque a través de sus ojos veré que todos nuestros esfuerzos no han sido en vano.

Agradezco al río. A este río tan violentado. A este río milenario. A este río infernal y a sus nueve corrientes bajo las que se cobijaron nuestros pueblos. A este río dormido que sufre pero que renacerá después de este tortuoso pestaño. Agradezco que por él somos quienes somos y estamos donde estamos. A nuestro río....



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
 CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD
 MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL
 En el padrón Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT

FORMATO E
 Tesis Concluida



COMITÉ DE TESIS
 PRESENTE

Por medio de la presente nos permitimos informar a usted (es) que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realizó el (la) pasante:

GRACIELA GONZALEZ TORRES

Con el título: "CALIDAD DEL AIRE Y SU EFECTO EN LA FUNCIÓN RESPIRATORIA DE LA POBLACIÓN INFANTIL DE EL SALTO, JALISCO"

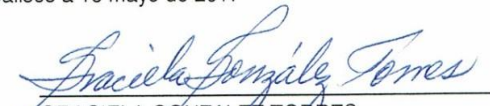
Manifiestamos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para la autorización de impresión y en su caso programación de fecha de presentación y defensa del mismo.

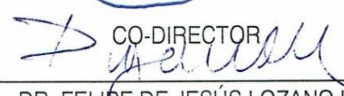
Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

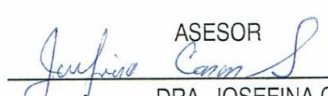
ATENTAMENTE

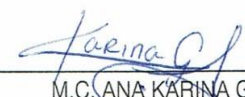
Las Agujas, Zapopan, Jalisco a 16 mayo de 2017

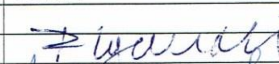
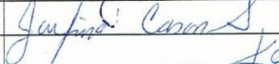



 DR. JAVIER GARCÍA VELASCO
 Director del Trabajo de Tesis


 GRACIELA GONZALEZ TORRES
 Alumna


 CO-DIRECTOR
 DR. FELIPE DE JESÚS LOZANO KASTEN
 Nombre y Firma


 ASESOR
 DRA. JOSEFINA CASAS SOLÍS
 Nombre y Firma


 ASESOR
 M.C. ANA KARINA GARCÍA SUAREZ.
 Nombre y Firma

SINODALES	FIRMA
DR. JAVIER GARCÍA VELASCO	
DR. FELIPE DE JESÚS LOZANO KASTEN	
DRA. JOSEFINA CASAS SOLÍS	
M.C. ANA KARINA GARCÍA SUAREZ	

Indice de contenidos

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	JUSTIFICACIÓN.....	4
III.	OBJETIVOS.....	11
3.1.	Objetivo General.....	11
3.2.	Objetivos Específicos.....	11
IV.	MARCO TEÓRICO.....	12
4.1	Antecedentes.....	12
4.1.1	Calidad del aire.....	12
4.1.2	Bacterias patógenas para sistema respiratorio.....	13
4.1.3	Polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano.....	17
4.1.4	Partículas PM menor a 10µm suspendidas en aire.....	17
4.1.5	Plaguicidas en orina de la población infantil.....	18
4.1.6	Función respiratoria Infantil.....	19
4.1.7	Interdisciplina y Salud Ambiental.....	21
4.2	Marco conceptual.....	23
4.2.1	Aspectos generales de la calidad del aire.....	23
4.2.2	Procesos de contaminación del aire.....	26
4.2.3	Procesos de análisis del aire.....	27
4.2.4	Normatividad de la calidad del aire.....	28
4.2.5	Cuenca atmosférica.....	31
4.2.6	Tipos de contaminantes analizados en aire.....	32
4.2.7	Afectaciones a la salud infantil por contaminación atmosférica.....	51
4.2.8	Función respiratoria infantil.....	53
4.3	Marco de referencia.....	57
4.3.1	Salud Ambiental.....	57
V.	METODOLOGÍA.....	59
5.1	Protocolo de muestreo de aire, de orina humana y de la función respiratoria en la población infantil.....	59

5.1.1	Diseño metodológico del muestreo ambiental	59
5.1.2	Diseño metodológico del muestreo de la función respiratoria.....	70
5.2	Analítica de aire, de orina humana y de la función respiratoria en la población infantil.....	78
5.2.1	Microbiológica de bacterias patógenas para sistema respiratorio por bioquímica	78
5.2.2	Metales de polvo atmosférico por deposición en suelo urbano por Microscopia Electrónica de Barrido (MEB)	87
5.2.3	Medición de Partículas PM menor a 10µm suspendidas en aire por Video Contador de partículas (VPC).....	89
5.2.4	Plaguicidas en orina de la población infantil por Cromatografía de Líquidos acoplado a Espectrometría de Masas (HPLC)	90
5.2.5	Función respiratoria en población infantil por medio de Historia Clínica Ambiental (HCA) y Espirometría.....	92
5.3	Procedimientos para el análisis de resultados.....	96
5.3.1	Procedimientos para el análisis de resultados en aire	96
5.3.2	Procedimientos para el análisis de resultados de la función respiratoria en población infantil.	97
5.3.3	Mapas de distribución de contaminantes en el aire y de domicilios de niños con anormalidad restrictiva	100
VI.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	102
6.1	Datos geográficos del municipio de El Salto	102
6.2	Datos sociodemográficos	104
6.3	Instalaciones industriales en El Salto	108
6.4	Cuenca Atmosférica: contaminación del aire	111
6.5	Contaminación del agua: río Santiago	113
6.6	Contaminación del suelo: vertedero Los Laureles.....	124
6.7	Afectaciones socioambientales y daños a la salud	125
VII.	RESULTADOS.....	140
	Análisis del aire, de orina humana y de la función respiratoria de la población infantil.....	140
	7.1.1 Análisis microbiológico de bacterias patógenas para sistema respiratorio.....	140

7.1.2	Análisis de metales en polvo atmosférico depositado suelo urbano	155
7.1.3	Análisis de Medición de Partículas PM menor a 10µm suspendidas en aire.....	161
7.1.4	Análisis de plaguicidas en orina de la población infantil.	168
7.1.5	Análisis de la Función Respiratoria en la población infantil	172
VIII.	DISCUSION DE RESULTADOS	196
	Presencia de bacterias patógenas para sistema respiratorio en aire: Staphylococcus aureus, Streptococcus pneumoniae, Klebsiella pneumoniae y Pseudomona aeruginosa.....	197
	Composición elemental de metales en polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano: Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo, Níquel y Zinc.....	213
	Medición de Partículas menor a 10µm suspendidas en aire, 0,3µm - 0,5µm - 1µm - 2,5µm - 5,0µm - 10,0µm	224
	Plaguicidas en orina de la población infantil, 2,4-D, Picloram, Dimetoato, Molinate, Tiabendazol y Metoxuron.....	235
	Función Respiratoria de la Población infantil, Historia Clínica Ambiental y Espirometría.....	239
IX.	CONCLUSIONES	248
X.	RECOMENDACIONES.....	252
XI.	BIBLIOGRAFÍA	255
XII.	ANEXOS	267

Índice de gráficos

Gráfico 1. Tasas de mortalidad calculada en periodos 2005, 2010 y 2015 en El Salto.	128
Gráfico 2. Concentración de Unidades Formadoras de Colonia (UFC/m3)	131
Gráfico 3. Clúster jerárquico de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC/m3) en los 25 puntos de muestreo	133
Gráfico 4. Resultados de la prueba de morfología tintorial en 279 inoculaciones bacterias encontradas en los 25 puntos de muestreo.	137
Gráfico 5. Porcentajes de presencia por especie encontrada de bacterias patógenas para el sistema respiratorio en los 25 puntos de muestreo.	141
Gráfico 6. Porcentajes y frecuencia de la diversidad de cepas de bacterias patógenas para el sistema respiratorio encontradas en la zona de estudio.	142
Gráfico 7. Distribución de porcentajes de metales presentes en la zona de estudio	143
Gráfico 8. Distribución porcentual (Wt%) de la presencia de metales en polvos urbanos en 25 puntos de muestreo en la zona de estudio	144
Gráfico 9. Clúster jerárquico de la proporción metales en los 25 puntos de muestreo.	146
Gráfico 10. Clúster jerárquico de la proporción éntrelos 6 tipos de metales encontrados en la zona de estudio.	147
Gráfico 11. Porcentaje de la medición del número de tamaño de partícula encontrado en aire en los 25 puntos de muestreo de la zona de estudio.	153
Gráfico 12. Clúster jerárquico de partículas encontrados en los 25 puntos de muestreo	156
Gráfico 13. Verificación de la prueba de hipótesis para número de partículas PM 10.0 μm , valor de $\alpha = 0.05$	157
Gráfico 14. Clúster jerárquico de plaguicidas encontrados en el mes de marzo.	160
Gráfico 15. Clúster jerárquico de plaguicidas encontrados en el mes de septiembre	162
Gráfico 16. Concentraciones promedio en ppm de los plaguicidas encontrados en orina de los 66 niños que componen la muestra.	163
Gráfico 17. Datos de identificación de los 66 niños que componen la muestra.	165
Gráfico 18. Años de residencia en la zona de estudio de los niños de la muestra en general y de los niños con AR en particular.	166
Gráfico 19 Frecuencias domicilios de niños distribuidos por colonias	167
Gráfico 20. Distribución porcentual domicilios de los escolares por colonia	167
Gráfico 21. Antecedentes familiares del total de la muestra: porcentajes promedio de escolaridad y tabaquismo de ambos padres, el resto porcentajes de respuesta positiva.	169
Gráfico 22. Antecedentes familiares de los 14 niños con anormalidad restrictiva escolaridad, adicciones de los padres y hermanos enfermos del escolar	170

Índice de figuras

Figura 1 Analizador de Aire (Millipore Mair T®) utilizado para muestreo de bacterias.	66
Figura 2. Resumen del procedimiento en laboratorio para la identificación de bacterias.	70
Figura 3 Imagen que presenta el resultado del análisis, se utilizó Software Aztec	80
Figura 4. Espirometría aceptable.	85
Figura 5. Patrones espirométricos; normal y restrictivo en curva de volumen- tiempo.	86
Figura 6. Patrones espirométricos; normal y restrictivo en curva de flujo-volumen.	86
Figura 7. Vista panorámica sur- oriente de la Cabecera municipal de El Salto.	93
Figura 8. Cascada de el Salto de Juanacatlan.	93
Figura 9. Fotografía de la industria textil “Río Grande”, instalada a finales del s. XIX.	95
Figura 10. Presa El Ahogado al fondo, industrias y zonas habitacionales.	96
Figura 11. Viviendas de alta densidad en zonas de riesgo, inundación en La Azucena.	96
Figura 12. Empresas ubicadas en El Salto, Jalisco.	99
Figura 13. Inundación del corredor industrial El Salto, en El Castillo, julio 2016.	101
Figura 14. El Salto reporta pre contingencia ambiental febrero 2017.	102
Figura 15. Incendio en fábrica de pinturas sobre la carretera San Martín de las Flores.	103
Figura 16. Vista panorámica del río Santiago en Zapopan, Jalisco.	104
Figura 17. Vista panorámica del río Santiago entre El Salto y Juanacatlan, Jalisco.	104
Figura 18. Descarga industrial en El Salto, Jalisco	106
Figura 19. Tubería instalada en el 2009 por el Gobierno del Estado de Jalisco.	107
Figura 20. Cascada del río Santiago, entre El Salto y Juanacatlan.	108
Figura 21. Descarga de aguas residuales industriales, El Salto.	110
Figura 22. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) El Ahogado.	111
Figura 23. Vertedero Los Laureles	113
Figura 24. Protesta de los pobladores, exigencia por un medio ambiente sano en 2008.	116
Figura 25. Campaña “Ríos tóxicos”, desarrollada en el río Santiago.	118
Figura 26. Expedición en el río Santiago a través de su cauce desde Ocotlán Jalisco 2015.	119
Figura 27. Denuncian ante PROFEPA, a una Fundidora en El Salto.	119
Figura 28. Representación gráfica de Tasa de mortalidad específica (TME 98-10)	122
Figura 29. Mapa zona de riesgo de exposición habitantes en las margenes del río.	123
Figura 30. Resultados de encuesta aplicada a pobladores de El Salto y Juanacatlan.	125
Figura 31. Crecimiento microbiológico obtenidos de las muestras en los medios selectivos primarios TSA, MAS y MAC respectivamente	135
Figura 32. Observación macroscópica de la morfología colonial en medios de cultivo	136
Figura 33. Resultado crecimiento colonial positivo de las bacterias a identificar provenientes de medio TSA resembrado en medio diferencial MAS.	138
Figura 34. Crecimiento colonial de bacterias provenientes de los medios primarios MAC y TSA en medio diferencial PSE respectivamente.	138
Figura 35. Crecimiento colonial de bacterias provenientes de los medios primarios TSA, MAS y MAC resembrado en medio diferencial STAPH respectivamente	139
Figura 36. Crecimiento colonial de bacterias provenientes de los medios primarios	139
Figura 37. Identificación de la diversidad bacteriana, confirmación de especies patógenas para sistema respiratorio por medio de pruebas de reacción metabólica	140
Figura 38. Imagen del área de análisis del MEB, clasificación de colores por metal encontrado en la muestra del punto No. 1.	147
Figura 39. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS del área de la muestra No. 1	148
Figura 40. Imágenes de fotones emitidos por cada metal analizado por MEB, en punto No. 1	149
Figura 41. Resultados de Hipótesis alternativa para partículas PM 10.0µ,	154

Índice de tablas

Tabla 1. Valores normados para los contaminantes del aire en México	29
Tabla 2. Bacterias patógenas para sistema respiratorio y enfermedades que producen.	31
Tabla 3. Características de los metales de acuerdo a su origen y efecto en la salud.	33
Tabla 4 . Tipos de partículas según su tamaño, diámetro aerodinámico menor a 10 µm.	39
Tabla 5. Características de las partículas PM menor a 10µm medidas en estudio.	40
Tabla 6. Características de plaguicidas, encontrados en orina de la población infantil.	42
Tabla 7. Problemas respiratorios por tipo de contaminación del aire	46
Tabla 8. Valores de geo referencia puntos de muestreo en unidades UTM	54
Tabla 9. Calendario de muestreo de la variable ambiental.	55
Tabla 10. Descripción de parámetros y unidades de medida hidrometeorológicos.	56
Tabla 11. Resumen de especificaciones técnicas y materiales para el muestreo ambiental	57
Tabla 12. Especificaciones técnicas de preservación de la muestra ambiental	57
Tabla 13. Calendario de actividades muestreo función respiratoria	64
Tabla 14. Especificaciones técnicas y materiales para muestreo de la función respiratoria	64
Tabla 15. Especificaciones técnicas de preservación de la muestra función respiratoria	65
Tabla 16. Segmentos que componen el instrumento de la Historia Clínica Ambiental	66
Tabla 17. Valores de referencia, estratificación por niveles de concentración.	72
Tabla 18. Características utilizadas para la identificación de las colonias bacterianas	73
Tabla 19. Características de las colonias formadas por bacterias patógenas analizadas.	73
Tabla 20. Medios diferenciales, características morfológicas, metabolismo bacteriano.	76
Tabla 21. Pruebas de metabolismo para bacterias	77
Tabla 22. Valores de Referencia para el Número de Tamaño de Partícula en m ³	82
Tabla 23. Variables dependientes para el análisis de la Espirometría	85
Tabla 24 Valores de referencia, estratificación de resultados, niveles de contaminación.	128
Tabla 25 Estadísticos descriptivos del total de Unidades Formadoras de colonias	129
Tabla 26 Resultados de cuantificación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC/m3).	132
Tabla 28 Estadística descriptiva de los porcentajes de masa atómica (Wt%) para los 6 metales	143
Tabla 29 Valores de referencia para número de partículas acorde a su tamaño.	150
Tabla 30 Estadísticos descriptivos del número de tamaño de partícula	150
Tabla 31 Resumen de resultados del número por tamaño de partícula en los puntos de muestra	152
Tabla 32. Estadísticos descriptivos resultados de 39 muestras plaguicidas encontrados en orina	159
Tabla 33. Estadísticos descriptivos resultados de 27 muestras plaguicidas encontrados en orina.	161
Tabla 34. Comparación de la concentración promedio de los plaguicidas encontrados en orina	162
Tabla 35. Resultados de las capacidades y volúmenes respiratorios	164

Índice de mapas

Mapa 1. Delimitación de la zona de estudio El Salto y de Juanacatlán Jalisco. ¡Error! Marcador no definido.	
Mapa 2. Localización del municipio El Salto. Marcador no definido.	¡Error!
Mapa 3. se muestra las zonas industriales de El Salto, (señaladas en rojo). Marcador no definido.	¡Error!
Mapa 4. Área Urbano-industrial de la Cuenca Alta del Río Santiago.	

Mapa 5. Ubicación de instalaciones industriales en Cuenca Alta del río Santiago.	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 6. Distribución espacial de la presencia de UFC/m ³ , en la zona de estudio.	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 7. Distribución espacial de los metales encontrados en la zona de estudio.	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 8. Distribución de tamaño de partículas PM menores a 10,0µm en zona de estudio	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 9. Ubicación de domicilios de 14 niños con anormalidad restrictiva zona de estudio	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 10. Distribución de cocos Gram positivos de acuerdo a isovalores zona de estudio	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 11. Distribución de cocos Gram negativos en la zona de estudio	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 12. Distribución de bacilos Gram positivos en la zona de estudio	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 13. Distribución de bacilos negativos en la zona de estudio	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 14. Distribución del Arsénico en la zona de estudio	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 15. Distribución del Cadmio en la zona de estudio	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 16. Distribución del Mercurio en la zona de estudio	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 17. Distribución del Plomo en la zona de estudio	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 18. Distribución del Níquel en la zona de estudio	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 19. Distribución del Zinc en la zona de estudio	¡Error!
Marcador no definido.	
Mapa 20. Distribución de Partículas de 0.3 µm	¡Error! Marcador no definido.
Mapa 22. Distribución de Partículas de 1.0 µm	¡Error! Marcador no definido.
Mapa 23. Distribución de Partículas de 2.5 µm	¡Error! Marcador no definido.
Mapa 24. Distribución de Partículas de 5.0 µm	¡Error! Marcador no definido.
Mapa 25. Distribución de Partículas de 10.0 µm	¡Error! Marcador no definido.

Índice de Anexos

RESUMEN

La presente investigación se efectuó en la cabecera municipal de El Salto, Jalisco durante el periodo comprendido entre el año 2015 y 2016, en la que participaron alumnos y padres de familia de una escuela primaria. El propósito del estudio consistió en el análisis de la calidad del aire y su efecto en la función respiratoria de la población infantil. Para ello, fue necesaria la definición de las variables ambientales y de salud: 1) Presencia de bacterias patógenas causantes de infecciones de vías respiratoria; 2) Composición química elemental de metales en polvo atmosférico depositado en el suelo urbano; 3) Medición del número de partículas PM menor a 10µm en aire; 4) Presencia de plaguicidas en orina de los niños y finalmente; 5) Función respiratoria en el grupo de la población infantil. El presente estudio observacional y exploratorio se justificó, principalmente, por el valor teórico, utilidad práctica, relevancia social, pertinencia por el contexto socioambiental y la provisión de información de línea base. La investigación se sustenta en el marco de la salud ambiental. El trabajo se aborda desde una metodología descriptiva y transversal, con la aplicación de un diseño de investigación de campo, recolección de muestras ambientales y de salud humana, donde la población estuvo formada por sesenta y seis (66) niños escolares entre 9 y 11 años de edad. La determinación de bacterias en aire se llevó a cabo por un análisis bioquímico. Para metales en suelo urbano se utilizó microscopia electrónica de barrido. El número de partículas se midió con video contador. La presencia de plaguicidas en orina fue por cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas. La medición de la función respiratoria a través de la historia clínica ambiental y la aplicación de una espirometría de manera individualizada, que fueron validadas por juicio de experto. El procesamiento de datos permitió determinar que el 21.2% de los niños estudiados presenta anormalidad restrictiva en su función respiratoria. La *Pseudomona aeruginosa* es la bacteria patógena presente en el 100% los sitios de muestreo; el Arsénico con valor promedio de 41.2 Wt% es el metal con los valores más altos y presente en toda la zona de estudio; las partículas PM_{2.5} y PM₁₀ se encuentran en rango de peligro en el

28% de los puntos muestreados; el Dimetoato plaguicida encontrado con los valores más altos en el 99% de las muestras, tuvo un valor promedio de 1796.30 ppm, lo que permitió llegar a las siguientes conclusiones: A) están presentes bacterias patógenas para sistema respiratorio; los metales tóxicos presentan una distribución homogénea en el suelo urbano; la distribución del número de las partículas PM es similar a la de los metales y la concentración de plaguicidas es muy uniforme. B) Lo anterior supone que la fuente de emisión puede ser la misma para todos los parámetros. C) La ubicación de los domicilios de los niños con diagnóstico de anormalidad restrictiva y el centro escolar a donde asisten, coinciden con los sitios de valores máximos de contaminantes encontrados, lo que pone en riesgo la salud de la población infantil.

I. INTRODUCCION

Este es un estudio de salud ambiental que explora variables relacionadas con el medio ambiente físico en sus bienes naturales, considerados servicios de los ecosistemas, en particular el aire, así como las características de salud de una población infantil específica, en una edad escolar entre 9 y 11 años, alumnos de un centro educativo ubicado en uno de los sectores urbanos con exposición temporal y permanente a contaminantes atmosféricos, en un territorio en condiciones especiales por su localización y su contexto socioambiental, enclavado en una cuenca hidrológica, en los márgenes de un río contaminado por descargas domésticas, agropecuarias e industriales, entre cauces de agua residual a cielo abierto y tiraderos de residuos industriales y domésticos, con una evidente devastación, producto de una dinámica poblacional de acelerada urbanización habitacional sobrepuesta en la zona industrial más importante en Jalisco y la segunda a nivel nacional.

El presente documento consta de doce capítulos, en este segmento, se presenta el contenido a partir del capítulo dos, donde se expresa la justificación tanto respecto a la pertinencia del estudio en la zona, como de la importancia del abordaje metodológico en materia de salud ambiental.

En el apartado tres se precisan los objetivos. Evaluar la calidad del aire y la función respiratoria de la población infantil que reside en la cabecera municipal de El Salto Jalisco, durante el período de 2015-2016, constituye el objetivo general.

En el capítulo cuatro se establece el marco teórico, el cual se compone de antecedentes, donde se refiere el estado del arte de cada uno de los objetivos particulares, de marco conceptual, en donde se puntualizan las nociones de cada variable ambiental y de salud humana que se analizaron, para finalizar con el marco referencial donde se convoca el concepto y evolución de la salud ambiental.

La metodología abarca el quinto título, en él se describe los diseños del material y método para ambas variables; la ambiental y la de salud humana, el protocolo de muestreo y preservación de las muestras, así como la analítica de las mismas, por último los procedimientos para el análisis de los resultados.

En el sexto apartado se describe el área de estudio, desde la perspectiva física de territorio, sus datos sociodemográficos, la devastación ecosistémica del lugar como fuentes de emisión de contaminantes y la problemática socioambiental y de daños a la salud.

Los resultados del análisis tanto de la variable ambiental como de la salud humana conforman el capítulo siete, se evalúan los hallazgos de la calidad del aire, del proceso de identificación y medición de contaminantes, los cuales parten de un análisis cuantitativo, de la importancia que representa en materia de salud ambiental, la presencia de bacterias patógenas causantes de infecciones de vías respiratorias, así como la composición elemental de metales de polvos depositados en el suelo urbano, la medición de partículas PM de fracción respirable suspendidas en el aire y la identificación de plaguicidas en orina de la población infantil. En cuanto a la variable de salud humana se midió la función respiratoria, a través de realizar una historia clínica ambiental y la aplicación de una espirometría al grupo de niños, en este estudio descriptivo, exploratorio y transversal.

El capítulo ocho da cuenta de la discusión de resultados, el análisis del aire adquiere especial interés en el área estudiada, ya que los procesos de contaminación, determinados por diversos factores geomorfológicos, biológicos y antrópicos, en este caso de los recursos hídricos como es el río Santiago, arroyos naturales y presas, son contaminadas de forma permanente, en la zona de estudio en particular, por la producción de aerosoles en la cascada del río, aunado a las características de la cuenca atmosférica tienen su receptáculo en el aire y suelo de las poblaciones asentadas en sus márgenes, estar frente a

ellos y a su posible influencia nociva, se vuelve pertinente en cuanto a la conservación de la salud humana, identificarlos, medirlos y analizarlos.

El capítulo nueve, se integra con las conclusiones del estudio realizado, y se presentan en el apartado diez, las recomendaciones.

Finalmente los capítulos once y doce corresponden a las referencias bibliográficas y al conjunto de documentos anexos.

II. JUSTIFICACIÓN

Es necesario plantear que el modelo económico, político y social que prevalece en el mundo, ha ahondado la desigualdad social y ha despojado a las poblaciones más vulnerables de condiciones adecuadas para la reproducción de la vida y de sus medios de subsistencia, principalmente por la contaminación ambiental. Las industrias más contaminantes de los países ricos, han sido desplazadas a otros países donde su tasa de ganancia se amplíe, y no tengan que asumir sus costos asociados; posición asumida en el fondo de la política del Banco Mundial para la promoción económica y la apertura comercial en los años 90.

En México y el resto de América Latina, las políticas macroeconómicas y las actividades productivas de gran escala, han impactado en la calidad de vida y el medio ambiente, principalmente en la atmósfera y los cuerpos de agua. Dentro de un contexto de apertura comercial fue que se comenzó a legislar de manera más específica en algunas cuestiones ambientales. Sin embargo, hasta la fecha no han tenido impacto tangible ni se ha podido revertir el deterioro por el cual fue creada dicha legislación y donde, incluso, han contribuido al despojo de los territorios de manera sistemática. Estos fenómenos, hoy en día, apenas pueden distinguirse con mediana claridad entre los distintos sectores sociales, tanto por sus consecuencias en la salud como en otros ámbitos de la vida cotidiana.

La persistencia de la contaminación industrial, agropecuaria y urbana es evidente desde hace décadas, considerando la presencia de problemas asociados a los factores de riesgo que pueden desencadenar toda clase de afecciones a la salud ambiental y humana.

En la zona de estudio existen corredores industriales con una superposición de diferentes giros productivos, cauces de agua, tiraderos de residuos y centros de población. Es importante destacar que las distancias entre los cauces contaminados y los lugares residenciales en su mayoría son entre 0 y 1 Km

como es el caso del Río Santiago con la localidad de la cabecera municipal de El Salto, Jalisco.

Este cauce se encuentra un esquema de deterioro, las aguas residuales presentes en el tramo que corre por las poblaciones de El Salto y Juanacatlán, llegan por el sur desde el río Zula, actualmente su mayor afluente y de aguas provenientes del oeste por el canal El Ahogado después de la salida de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas del mismo nombre, inaugurada en 2012, a la cual no llegan las descargas de agua residual de las poblaciones de El Muelle, La Azucena, así como del rastro y dos tercios de la Cabecera municipal, ubicadas aguas abajo de la ubicación de dicha planta. El impacto de 675 industrias establecidas desde La Barca hasta El Salto, (C. McCulligh, 2017) todas ellas confluyen en la zona de estudio y constituyen no sólo un vector para numerosos microorganismos, sino también un riesgo a la salud poblacional y de los ecosistemas por la gran cantidad de contaminantes convencionales y emergentes.

Existe un aumento significativo en el incremento de carga orgánica en los cuerpos de agua debido a las descargas agropecuarias de granjas porcinas y avícolas, de agrotóxicos y residuos de empresas tequileras donde algunas de ellas implican por sí solas una demanda bioquímica de oxígeno (DQO) equivalente a los residuos de 200 mil habitantes, de igual forma se reporta la presencia de 1090 contaminantes en estudio realizado en el Río Santiago (CEA & IMTA, 2011).

La dinámica del territorio se torna altamente riesgosa por la cantidad de materias primas que se utilizan, producen, almacenan y transportan, como compuestos químicos y orgánicos, al igual de residuos de todos los sectores productivos instalados en la región, bajo un sin fin de irregularidades administrativas, de infraestructura y de cumplimiento de la normatividad ambiental. Se añaden a la ecuación de riesgo las descargas de aguas residuales, emisiones a la atmósfera, así como los tiraderos clandestinos de residuos de toda clase, el uso de tecnologías obsoletas y altamente

contaminantes. Según el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (ibid.), se llegan a verter al río Santiago, 507.5 toneladas de contaminantes convencionales diariamente.

Se cuenta con el monitoreo de la calidad del aire por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco, en la Estación de monitoreo de Las Pintas, una de las siete delegaciones del municipio de El Salto y que se ubica a una distancia de aproximadamente 25 Kms de la cabecera municipal que es la zona de estudio.

La principal fuente de exposición suele ser el aire exterior, debido a que, en el territorio municipal, las bacterias patógenas, sustancias químicas diversas que pueden entrar en las aguas de superficie, a través de las descargas de las plantas industriales, agropecuarias y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, al mismo tiempo pueden ser liberados a los suelos de los sitios de desechos peligrosos o si se escapan de los contenedores de almacenamiento. En la zona de estudio el agua con la carga contaminante del río Santiago corre cercana a la población y por características orográficas, el agua cae en cascada, movimiento importante que produce aerosoles y estos, se esparcen en la atmósfera que respiran cotidianamente.

Se considera alta la probabilidad de que los contaminantes vertidos se relacionen con el deterioro a la salud de los pobladores de El Salto y Juanacatlán. Con ello se generan altos costos en salud para las familias, debidos a las diversificadas fuentes de exposición, temporal y permanente, en que están inmersos los pobladores, el río como fuente de contaminación, ocasiona una zona de influencia importante por la cantidad de población asentada en sus márgenes

En estudios epidemiológicos llevados a cabo en otras partes del mundo durante los últimos cuarenta años, se ha observado la contaminación como un problema creciente, resultado de las actividades antropogénicas, las cuáles se han asociado a incrementos significativos en la morbilidad y mortalidad. El interés

para desarrollar la presente investigación se fundamentó en la evidencia que procede de datos relacionados con las enfermedades de las vías respiratorias y el lugar de importancia que ocupan en la salud en general y la de los niños en particular. Algunos trabajos de investigación en la zona, sobre la calidad del agua por parte de centros universitarios locales y del gobierno, sugieren que los pobladores están expuestos a adquirir enfermedades.

Las enfermedades reportadas en la zona de estudio son: CIE J02 Faringitis aguda, J15 Neumonía, J20 bronquitis aguda, J21 Bronquiolitis aguda, en niños de 0 a 10 años¹. La tasa de mortalidad en general por cada 100,000 habitantes en el municipio de El Salto, causada por enfermedades del sistema respiratorio (J00-J99) según, datos revisados en tres periodos: en el 2005 es de (70.2%), en el 2010 es del (89.8%) y en el 2015 (135.7%). Específicamente la tasa de mortalidad infantil (0 a 4 años) por cada 100,000 habitantes causada enfermedades respiratorias agudas por bacterias, durante el 2005 es de (6.7%), en el 2010 es de (6.9%) y en el 2015 es de (20.2%) puede notarse un incremento sustancial en el último período. De igual forma la tasa de mortalidad infantil, por enfermedades respiratorias crónicas obstructivas, durante los mismos periodos: en el 2005 es de (12.2%), en el 2010 es de (23.5%) y en el 2015 es de (27.5%).

Además de la enfermedad entre los pobladores, se encuentran otras condiciones de vida que dificultan y, en alguna medida, agravan esta situación, algunas de ellas son: el riesgo percibido, la pobreza, el estatuto migratorio, y el bajo nivel de escolaridad. El 67% tienen una escolaridad básica o menor (CONEVAL, 2010). También han quedado al margen de los satisfactores necesarios para acceder a servicios de salud y lo que implica el ser cuidado y comprender la experiencia subjetiva del proceso de salud, enfermedad y atención como parte de una trayectoria (Rangel Esquivel, 2011).

Al adentrarse a estas áreas se percibe el hacinamiento en que viven sus moradores, así como la falta de saneamientos, para controlar morbilidad y

¹ Según la Base de Datos de la Dirección General de Información en Salud (DGIS) del 2015.

mortalidad causada por estas enfermedades, es necesario mejorar la calidad de vida de la población. Actualmente la población refiere enfermedades gastrointestinales en primer lugar, seguida de enfermedades de las vías respiratorias, y enfermedades largas e incapacitantes en muchos casos, así como muertes prematuras. Desde hace varios años existe la demanda sentida de los pobladores para que se realice una valoración en materia de salud

Desde el año 2000, se inició por parte de los pobladores de El Salto y Juanacatlán, una serie de denuncias y peticiones en diferentes instancias nacionales e internacionales, con relación a los diferentes tipos de contaminación de aire, suelo y agua y sobre los problemas de salud que empezaron a manifestarse entre los residentes de esas poblaciones. Entre los más mencionados están los de procesos infecciosos, gastrointestinales y de vías respiratorias de enfermedades en la piel, dolor e irritación de garganta, dolor de cabeza, náuseas y conjuntivitis y las enfermedades crónico degenerativas no transmisibles, cáncer, infartos e insuficiencia renal.

La petición principal radica en la Declaración de zona de emergencia ambiental y de Atención extraordinaria en materia de salud, así como la aplicación del principio precautorio, incluido en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo:

Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente (CNUMAD, 1992, p. 9).

La vigilancia en salud ambiental, en cuanto a los riesgos y peligros, no forma parte de la práctica de la política pública, no se cuenta socialmente, con información sobre las sustancias tóxicas químicas o microbiológicas en el ambiente. No existe la vigilancia de la exposición, del contacto de la población con dichos riesgos, y la vigilancia de los efectos en salud (Ballester, 2005). En

consecuencia, no se ha implementado un sistema de vigilancia epidemiológica ambiental en la zona de estudio. El no contar con mediciones científicas permanentes de la calidad del aire, suelo y agua en la zona de estudio, genera huecos importantes que contribuyen a invisibilizar de alguna forma el problema o, desde algunas instancias, negar su importancia.

En el caso de El Salto, es evidente la dificultad que han tenido los involucrados para abordar una problemática tan compleja y extensa por la cantidad de factores que intervienen en el proceso de insostenibilidad que se ha generado. La cantidad inmensa de intereses políticos y económicos, nacionales y trasnacionales, que arropan al segundo corredor más importante del país, y la falta de acceso a información útil y fidedigna para comprender la problemática, alejan a las personas de la posibilidad de dimensionar las consecuencias de vivir en un ambiente con altos niveles de deterioro ambiental. Las afectaciones a los pobladores son extensas, principalmente por no contar con los medios de subsistencia que proveía el entorno. Al despojarse de estos medios, la gente se vio obligada a trabajar en la industria manufacturera perdiendo su derecho natural al agua y a un ambiente sano.

A pesar de que son décadas de afectaciones ambientales y de salud pública, y por lo menos 10 años de diversos estudios, con distintos enfoques, no se han efectuado seguimientos puntuales en la calidad del aire, no se ha analizado el posible impacto que pudiera producirse a la salud respiratoria de la población infantil. Existe un problema de entendimiento entre lo técnico y lo político que se manifiesta más claramente en esta época en la zona de estudio, que se ha propiciado en gran medida, por la falta de devolución del conocimiento científico, a través del uso de un lenguaje sencillo a la sociedad, de parte de los centros de investigación.

Hasta la fecha, no se han realizado investigaciones longitudinales que confirmen que la contaminación del río es causa determinante en los padecimientos, que por lo general tienen un origen multifactorial. Se requiere elaborar e implementar un estudio con un amplio alcance y un programa de

monitoreo ambiental para generar insumos y evaluar los efectos adversos a la salud y bienestar de los habitantes del municipio, derivado de la exposición a contaminantes atmosféricos.

El propósito del proyecto de investigación radica en proveer una información básica, considerando la ubicuidad de la exposición, una vez que los contaminantes han sido vertidos al aire, al suelo o al agua o se han formado en el medio ambiente, la exposición no se puede evitar. La importancia que representa este trabajo residió en el abordaje de la complejidad ambiental para generar una investigación de línea base, la exploración y aplicación de metodologías innovadoras en las diferentes variables.

Se pretende que la información adquiera valor para subsiguientes estudios y se establezca un monitoreo permanente de la contaminación atmosférica y microbiológica, de material particulado y de gases en general y que la información basal que se produzca, permita valorar la necesidad de desarrollar paulatinamente un estudio epidemiológico. También se espera que la información pueda abonar en el diagnóstico y coadyuve a la mejora en la gestión de la calidad del aire, que sea un sustrato de información puntual del ambiente, útil para evaluar de mejor manera las políticas públicas, tanto de saneamiento como de atención a la salud en los municipios de El Salto y Juanacatlán, Jalisco.

Por último, se considera que es necesario mencionar la identificación e involucramiento en la problemática socio ambiental por dos razones; El Salto es el lugar de residencia desde hace aproximadamente 35 años, pueblo de nacimiento de mis antecesores y predecesores, y por la participación en un colectivo local que realiza actividades encaminadas a mejorar las condiciones de la calidad de vida, frente al despojo de los bienes comunes inconmensurables, la destrucción del territorio y la contaminación de nuestras vidas, lo que motivó a la realización de esta investigación, con la consecuente búsqueda de sinergias y la expectativa de que, en un mediano plazo, puedan evitarse las enfermedades prevenibles y la muerte prematura por vivir en un

ambiente natural degradado.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Evaluar la calidad del aire y la función respiratoria de la población infantil que reside en la cabecera municipal de El Salto Jalisco, durante el período de 2015-2016.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar presencia de bacterias patógenas para sistema respiratorio en aire: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa* en la cabecera municipal de El Salto, Jalisco.
- Identificar composición elemental de iones metales en polvos atmosféricos depositados en el suelo urbano en la cabecera municipal de El Salto, Jalisco.
- Medir el número por tamaño de partículas PM menor a 10µm suspendidas en aire en la cabecera municipal de El Salto, Jalisco.
- Identificar presencia de plaguicidas en orina de población infantil, en la cabecera municipal de El Salto, Jalisco.
- Medir la función respiratoria en la población infantil, en la cabecera municipal de El Salto, Jalisco.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes

En primer término, se aborda la variable ambiental, la condición puntual de la calidad del aire, del medio físico en el cual se desarrollan los niños que componen la muestra de este estudio exploratorio. De acuerdo con el concepto de salud ambiental, que integra a la salud humana y que ha venido considerando desde ya hace varios años, a la calidad de vida y al hecho de que ésta, puede estar determinada por factores físicos, químicos, biológicos y sociales del medio ambiente, se hace necesario identificar la presencia de contaminantes del aire, de igual manera en segundo término se describe a la función respiratoria infantil, que pudiera verse afectada por dichos factores en un entorno contaminado, como lo es particularmente la zona de estudio.

4.1.1 Calidad del aire

La exposición a la contaminación del aire es un importante riesgo ambiental para muchas enfermedades, infecciones respiratorias, cáncer de pulmón, y enfermedades respiratorias crónicas y cardiovasculares. Por ello la presencia del material de origen biológico, incluyendo la variedad de elementos químicos y el efecto intrínseco del propio elemento, puede causar daños a la población en escenarios de exposición crónica, siendo necesario que se realicen estudios más detallados sobre los tipos y clasificación de bioaerosoles y sus efectos en la salud de la población, que sean complementarios a los que se han realizado, por ejemplo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, por la exposición a contaminantes atmosféricos (J. Gutiérrez, Romero, Reyes, Pérez, & Aguirre, 2005).

Los niveles en ácido sulfhídrico (H₂S) en El Salto y Juanacatlán, durante un periodo de monitoreo se detectaron niveles de concentración de 0 a 7 ppm de H₂S; en la mayor parte del periodo los niveles se mantienen en 2 ppm (42 de los muestreos) y existe un gradiente a ser mayor la concentración entre los 7 y 11°C y menor entre los 25 y 29°C. La población expuesta de manera permanente son los niños asistentes a las escuelas próximas al cauce del Río Santiago, quienes manifiestan como principales síntomas el dolor de cabeza (83%) de los niños, náuseas (7.69%) irritación de garganta (1.53%) y dermatitis (1.53%). Los resultados del monitoreo determinaron que las concentraciones no rebasan los niveles considerados como seguros (10ppm), sin embargo la presencia de malos olores es recurrente, deteriorando la calidad de vida, produciendo síntomas en la población que a largo plazo pueden desencadenar efectos neurológicos o padecimientos crónicos (Gallardo Valdez, 2007).

4.1.2 Bacterias patógenas para sistema respiratorio

Los esfuerzos en control de contaminación de aire, prevención e investigación se han limitado a partículas y gases. Además, otros factores importantes responsables de las enfermedades e infecciones atribuidas a la contaminación atmosférica, son los químicos y los biológicos, que suelen estar presentes en los aerosoles atmosféricos. En Colombia, se han realizado estudios en zonas con altos índices de contaminación como zonas urbano-industriales. Rey y Fula (2005), en su estudio “Evaluación de la contaminación del aire por microorganismos patógenos en los bioaerosoles, en una zona de alta actividad industrial y flujo vehicular de la localidad de Puente Aranda en Bogotá D.C”, se evaluó la presencia y determinó la concentración de microorganismos patógenos que se consideran importantes en bioaerosoles; “considerando factores que influyen su existencia y dispersión como son los parámetros meteorológicos y la concentración de material particulado” (ibid, p.15).

De acuerdo con Lighthart (2006) en La ecología de las bacterias en la atmósfera al aire libre. Realizó una revisión de algunos estudios sobre bacterias en el aire libre, se ocupa de las fuentes, el flujo y la distribución espacial y temporal de las bacterias cultivables en el aire; cómo las condiciones meteorológicas modulan estas distribuciones; y cómo la muerte, los medios de cultivo y los dispositivos experimentales se relacionan con la medición de las bacterias en el aire. Se cree que la radiación solar es el motor planetario de los ciclos de la población bacteriana atmosférica natural anual (estacional, donde ocurre) y diurna natural. Los fenómenos meteorológicos climatológicos a largo plazo y de corto plazo, como las tormentas, también modulan aleatoriamente a las poblaciones. Y dichos estudios estimó que el número promedio de bacterias totales en el aire es de 19,105 células / m³, de las cuales alrededor del 1% eran cultivables (1,900 células / m³).

En el estudio realizado por Flores, *et al.* (2007), en el relleno sanitario San Nicolás, y alrededores en Aguascalientes, en el análisis bacteriano, se obtuvo un intervalo comprendido entre 400 y 7,900 UFC/m³.

Hurtado, *et al* (2014), en su estudio longitudinal, realizado en Tijuana las concentraciones más altas se encontraron en el Sitio 4 (Río Tijuana), que tenía un promedio de 40,100 UFC / m³, en este sitio se han extendido asentamientos irregulares en la orilla del río junto con una amplia variedad de plantas, pájaros y mascotas (principalmente perros), además de la esorrentía de uso doméstico e industrial. Las segundas concentraciones bacterianas más altas fueron detectadas por la mañana en los sitios 7, 8 y 9, con 9,400, 2,000 y 19,000 UFC / m³, respectivamente, coincidiendo con zonas urbanas de condiciones sanitarias bajas, tratamiento de aguas residuales, vertederos y zonas suburbanas con operaciones ganaderas. En la discusión de sus resultados apunta que la carga microbiana estacional debida a las bacterias fue la más alta durante los meses de junio a septiembre en Tijuana, que también Lighthart (2000, citado en Hurtado et al., 2014) ha reportado en París, Moscú y Montreal,. La abundancia relativa de células bacterianas Gram positivas con aspecto de cocos versus forma de varilla podría explicarse en base a su composición estructural de

pared celular, que es más resistente a ambientes hostiles como la desecación y los niveles de radiación solar encontrados en la atmósfera (ibid). Esto puede permitir que las bacterias Gram-positivas permanezcan viables en el tiempo en el aire y permanezcan patógenas (capaces de causar enfermedades infecciosas en seres humanos cuando se inhalan o ingieren alimentos y agua). Según Amman et al (1995, citado en ibid) los seres humanos inhalan más de 10 m³ de aire por día y se han reportado en promedio para inhalar 532 organismos por m³. Con base en estos cálculos, los datos obtenidos en este estudio revelan que los residentes de las poblaciones vecinas al sitio 4 (el sitio más contaminado) podrían inhalar aproximadamente 377.000 microorganismos por día. Chen et al. (2012, citado en ibid) afirma, que la mayoría de las bacterias aerotransportadas recogidas en el aire en China eran de tamaño transpirable (PM₁₀), indicando que podían entrar en el pulmón. La mayor densidad microbiana total correspondía a una zona urbana, poblada de ríos con actividades humanas y animales relativamente intensas, mientras que se encontró una menor contaminación microbiana cerca de la zona industrial. De especial preocupación fue la identificación de organismos patógenos en el aire de Tijuana como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*.

En cuanto a estudios realizados en el municipio de El Salto, en la investigación denominada "Riesgos de salud de la población de la Cuenca del Ahogado por presencia de bacterias patógenas en el aire", de los resultados obtenidos por Rosas Casas (2013), los puntos que presentan la menor concentración de Unidades formadoras de Colonias UFC/ m³ considerados en la categoría de bajo (100 a 1200 UFC/ m³) en Colonia la Azucena, los puntos considerados en la categoría de medio (1300 a 5000 UFC/ m³) relleno sanitario "Los Laureles", los considerados en la categoría de alto (superior a 5000 UFC/ m³) Cascada el Salto-Juanacatlán. La diversidad microbiológica encontrada en función de la frecuencia observada es como sigue: *Escherichia coli* 50%, *Staphylococcus aureus* 10% y *Salmonella* 6%, todas ellas consideradas bacterias patógenas, en

todos los sitios estudiados, representa un riesgo a la salud para la población, el cual dependerá del estado de salud del huésped, de las condiciones ambientales predominantes y del tiempo de exposición, entre otros factores.

Guzmán *et al.* (2003) refiere la relación de enfermedad con las bacterias encontradas en aire, en los resultados de su estudio realizado en niños, la mayor causa de consulta médica fue la faringitis con 43,0%. El microorganismo aislado con mayor frecuencia en el tracto respiratorio superior fue “*Streptococcus* β -hemolítico del grupo A (24,49%) y “*Staphylococcus aureus*” (16,32%) y en el tracto respiratorio inferior “*Klebsiella pneumoniae*” (10,20%).

En el ámbito local, se llevó a cabo el estudio de la composición bacteriana del centro histórico de Guadalajara donde se encontraron organismos patógenos para la salud de las personas, clasificados dentro de los géneros: *Corynebacterium*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*. En su mayoría tiene relación con padecimientos de las vías respiratorias; como faringitis aguda, neumonía aguda, sinusitis, meningitis; además de infecciones cutáneas y de mucosas (García Velasco, González Becerra, Rosas Ramirez, Casas Solís, & Orozco Medina, 2006).

Se tiene referencia que el río Santiago, como fuente de emisión, los contaminantes orgánicos e inorgánicos presentes, son muy variados y abundantes, debido a la cantidad de actividades antropogénicas los cuales también son vertidos al suelo y emitidos a la atmósfera. Además de los contaminantes microbiológicos en el agua del río (IMTA & CEA, 2011).

4.1.3 Polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano

Aguilar *et al*, (2011) refiere como parte de su investigación en donde se estudiaron muestras de suelo y polvo urbano en las ciudades de Guadalajara y Morelia, que las zonas urbanas representan fuentes de emisión continua de partículas contaminantes debido a diferentes actividades humanas, entre las que destacan el tráfico vehicular y la actividad industrial. Por lo anterior, la concentración de minerales magnéticos refleja de manera indirecta el nivel de metales tóxicos en muestras ambientales como suelos y polvo urbano. Otra forma de evaluar la contaminación ambiental se está realizando por métodos de análisis de minerales magnéticos. Los polvos urbanos se colectaron en un área de 1 m² sobre el asfalto. Todas las muestras se secaron a la sombra, fueron tamizadas a malla de 2-mm. Fueron analizadas por microscopía electrónica de barrido (MEB), las observaciones se realizaron en un equipo SEM/FRG ZEISS Ultra 55 y permitieron identificar agregados magnéticos de forma esférica así como de forma irregular por ejemplo, en una muestra de polvo urbano de Morelia, en donde se identificó magnetita asociada a S, Zn, Cr, Cu y Pb.

4.1.4 Partículas PM menor a 10µm suspendidas en aire

Moore (2012), hace varias referencias y menciona que, según sus observaciones, existe una importante asociación epidemiológica entre la exposición a las PM₁₀ y los resultados adversos para la salud. Las PM presentan propiedades similares al gas y la inhalación trae a las partículas niveles profundos en los pulmones, como el hollín, negro de carbono o humo negro. Debido al pequeño tamaño de las partículas PM, las defensas naturales del cuerpo, como la filtración por el cabello nasal y los cilios en los pulmones, no las pueden retener. En su revisión bibliográfica, Moore, encuentra que las PM se han relacionado con el agravamiento del asma, la bronquitis crónica y la disminución de la función pulmonar.

El efecto de las partículas en la salud depende de su composición química, pueden producir irritación de las vías respiratorias, agravar el asma y favorecer las enfermedades cardiovasculares. En un corto plazo la contaminación por PM₁₀ puede causar el deterioro de la función respiratoria, en el largo plazo se asocia con el desarrollo de enfermedades crónicas, como el cáncer o muerte prematura (Alen 2009 citado en CASAS SOLIS & LOZA LLAMAS, 2013).

4.1.5 Plaguicidas en orina de la población infantil

En un estudio realizado por Coscolla et al (2015) sobre plaguicidas en la fracción inhalable de material particulado PM₁₀, se concluye que deben ser bien rastreados con el fin de aportar información a la evaluación de la exposición futura en individuos del público en general. Se realizaron muestras de aire ambiental recogidas entre enero y diciembre de 2010. Las muestras tomadas de un zona urbana y tres rurales de la Comunidad Valenciana (España) y analizadas mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (LC-MS / MS). En la fracción PM₁₀, se detectaron 17 plaguicidas y metabolitos, dos de ellos actualmente prohibidos (carbofurano y ometoato, aunque este último es un metabolito del dimetoato de plaguicida permitido).

En investigación reciente realizada en México, por Ramírez et al (2014) con niños y adolescentes expuestos a plaguicidas, presenta los siguientes resultados: Las características de la población de estudio en los periodos de alta exposición (AE) y baja exposición (BE) a plaguicidas son: La edad promedio de los participantes fue de 9.7 ± 1.9 años de edad, el 50.9% fueron varones y el 80.9% ha vivido siempre en la comunidad de estudio. El 20% de los niños presentaron obesidad con base a los puntos de corte de la International Obesity Task Force (IOTF por sus siglas en inglés). Por otro lado, el 40.9% de los niños estuvieron expuestos a plaguicidas en el hogar durante el mes previo al estudio; y solo el 14.5% no vive en proximidad a campos agrícolas

4.1.6 Función respiratoria Infantil

En los niños de 0 a 14 años, el porcentaje de muertes que podían atribuirse al medio ambiente era de hasta un 36%, aunque el 25% de todas las muertes registradas en las regiones en desarrollo eran atribuibles a causas ambientales, en las regiones desarrolladas sólo el 17% de las muertes se atribuían a estas causas. Entre las enfermedades con la mayor carga absoluta atribuible a factores ambientales modificables figuraban la diarrea y las infecciones de las vías respiratorias como afirman Prüss-Üstün y Corvalán (2006, citado en García Suárez, 2012).

Para Laborde *et al* (2015), de acuerdo con un estudio comparativo de estrategias para el control de riesgos, considera que el desarrollo industrial y la urbanización están avanzando rápidamente en América Latina y, por consecuencia, la contaminación ambiental se ha generalizado. Las amenazas ambientales para la salud infantil incluyen los riesgos tradicionales, tales como la contaminación del aire interior y la contaminación del agua potable, así como los nuevos peligros de la contaminación del aire, como son los compuestos químicos tóxicos. Para el control de las amenazas ambientales para la salud de los niños en América Latina, la Organización Mundial de la Salud (OMS), incluyendo la Organización Panamericana para la Salud (OPS), se centrará en los más altamente prevalentes y graves peligros de la contaminación del aire exterior, la contaminación del agua y los productos químicos tóxicos.

Se considera que el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humano. Más de la mitad de esta carga de enfermedad recae en las poblaciones de los países en desarrollo, (OMS-GCA 2005).

Escribano Montaner y Díez Monge (2007), han realizado un estudio transversal en niños y adolescentes de 6 a 18 años de Galicia. En relación a establecer valores de referencia para medir la función pulmonar en esta población, Son bien conocidas las diferencias de la función pulmonar (FP) entre diversas poblaciones. Por este motivo es importante establecer los valores

espirométricos de referencia de cada comunidad. En estas diferencias pueden influir varios aspectos (climáticos, de contaminación ambiental, socioeconómicos o raciales) que pueden afectar a la FP directa o indirectamente, por medio de su influencia en parámetros antropométricos, estado nutricional, fuerza muscular, etc.

En cuanto al diagnóstico de las enfermedades respiratorias, aunque el uso de la espirometría está muy extendido, diferentes estudios han puesto de manifiesto la insuficiente utilización de la espirometría en la evaluación de las enfermedades respiratorias y los problemas de calidad asociados al empleo de esta técnica (Burgos F, 2006). En un estudio publicado en España se ha evidenciado que sólo al 63% de los pacientes se les diagnosticó de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) mediante espirometría (De Miguel J, 2003).

En el ámbito regional Arellano, et al., (2012) realizó estudio en el Río Santiago, y reporta “En este análisis, encontramos que los municipios de la región centro (El Salto-Juanacatlán-Ixtlahuacán de los Membrillos) y la región sureste del Río Grande de Santiago (Ocotlán) presentaron las tasas de mortalidad específica (TME) más altas en enfermedades como las infecciosas intestinales, hipertensivas y crónicas de las vías respiratorias superiores en el período 1998-2010. “En Juanacatlán, El Salto y Ocotlán, más del 90 por ciento de sus habitantes se encuentran asentados a menos de 5 km del Río Grande de Santiago, Arroyo El Ahogado o el Río Zula. De acuerdo con la información respecto a los contaminantes presentes en el río y la presencia de industria en la zona de estudio, consideramos factible proponer una zona de riesgo alto dentro del primer kilómetro de distancia al río y una de riesgo moderado entre 1 y 5 km”.

4.1.7 Interdisciplina y Salud Ambiental

La crisis ambiental en que se vive ha obligado a que se modifiquen las metodologías y que se amplifiquen las investigaciones en todos los campos del saber abocados a los estudios de la sociedad y del medio ambiente. En palabras de Enrique Leff (2004), “la cuestión ambiental ha venido a revolucionar nuestro saber del mundo y a plantear nuevas perspectivas para las prácticas científicas y profesionales en diversos campos del conocimiento”. Desde lo que Leff (Ibíd.) llama, la ética ambiental, “se está cuestionando la racionalidad científica y económica que ha fraccionado nuestra percepción del mundo, al objetivarlo para su manipulación”.

En el terreno de las ciencias médicas, que ha sido asaltada también por dicha racionalidad, se ha orientado el tratamiento de la salud hacia la curación de las enfermedades, en mayor medida, y la prevención pasa a un segundo o tercer plano. El poner como centro la salud de los ecosistemas para prevenir las enfermedades y propiciar la salud de las personas es preocupación de la salud ambiental. Es así que la cuestión ambiental viene a cuestionar las prácticas médicas, así como nuestra relación con el cuerpo y con la vida, a través de la apertura de un campo de relaciones interdisciplinarias con diversos campos del saber (Leff, 2004).

Reconocer estas afectaciones implica la protección de la salud humana y el bienestar, ocupa un lugar destacado en los objetivos y reglamentos de la mayoría de las naciones del mundo. En la práctica, sin embargo, la consideración de la salud dentro de la evaluación de los impactos ambientales no es tan común y éstas se han centrado en las exposiciones tóxicas. El enfoque integral y sistemático de los impactos en la salud humana en la práctica no ha evolucionado. La falta de atención a la salud en la práctica se encuentra en contraste con la interdependencia entre los cambios ambientales, las condiciones sociales y la salud ambiental (Bhatia & Wernham, 2008).

Riojas et al (2013), en el análisis de “La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras”, explica en cuanto a la salud ambiental infantil que,

“existe consenso internacional de la necesidad de producir mayor conocimiento y más aún utilizarlo como insumo de la políticas públicas para asegurar que el nacimiento, crecimiento y desarrollo infantil ocurra en ambientes saludables. La investigación en salud infantil en Latinoamérica es escasa, se concentra en unos cuantos países y en general tiene un rezago tecnológico. Al juzgar por la cantidad de estudios epidemiológicos en salud ambiental infantil publicados en revistas con arbitraje en el periodo 2000-2010, se produjeron un total de 125, de ellos, casi 13 artículos por año en la región de Latinoamérica. No obstante, cabe destacar, que México concentra casi 60% de dicha producción seguido de Brasil con 15%” (ibid, p.644).

4.2 Marco conceptual

4.2.1 Aspectos generales de la calidad del aire

El aire es el fluido que forma la atmósfera de la Tierra, éste es una mezcla gaseosa, está compuesto natural y originalmente por diversos gases entre los cuales el nitrógeno (78%) es el predominante, siguiéndole el oxígeno (21%) y completándose con cantidades sumamente reducidas de otros gases tales como argón (0.9%), dióxido de carbono (0.03%), vapor de agua y otros. Además de estos gases, de manera natural, el aire también contiene diversas partículas características propias del sitio en que se encuentre un ambiente determinado y de la época anual. El equilibrio de esta concentración permite que los seres humanos puedan respirar sin tener afectaciones a la salud. Sin embargo, el aire que respiramos puede ser alterado debido a la presencia de otros compuestos (INE, 2000).

Definiendo el concepto, la contaminación del aire es la presencia en la atmósfera de uno o más elementos, en cantidad suficiente, con ciertas características y una permanencia determinadas, que pueda causar efectos indeseables tanto en el ser humano, la vegetación, los animales, las construcciones. Estos elementos pueden ser partículas, gases, olores, humos o vapor (Orozco Medina, 2007).

Se considera que el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humanos. Más de la mitad de esta carga de enfermedad recae en las poblaciones de los países en desarrollo, (Organización Mundial de la Salud, 2005).

Efectivamente, en el aire que respiramos no solo están presentes los gases vitales, sino también sustancias tóxicas y agentes patógenos, material particulado y compuestos orgánicos volátiles que facilitan, predisponen y potencian enfermedades e infecciones respiratorias, cutáneas y otras infecto-

contagiosas de origen viral o bacteriana, puesto que los agentes etiológicos que las originan logran adherirse a las partículas presentes en el aire que respiramos (Rojas, 2007).

Una mala calidad del aire pone en riesgo la salud respiratoria, en la actualidad esta es una realidad en muchas localidades de nuestro país y se requiere, estar informados para la toma de decisiones en torno al cuidado de la salud. La contaminación del aire, por sus efectos es considerada como uno de los factores ambientales más importantes que condicionan la reproducción de la vida y en últimos años de manera aguda y crónica determinan la salud humana. En este sentido definimos como contaminante del aire al compuesto o compuestos que alteran nocivamente la concentración normal del aire ambiente y calidad del aire como el estado de la concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos en un periodo de tiempo y lugar determinados. Los contaminantes pueden ser emitidos de manera natural, mediante los procesos de erosión del suelo, descomposición de materia orgánica, incendios forestales, y procesos volcánicos, entre otros. Los contaminantes emitidos por causa de las actividades del hombre son conocidos como contaminantes antropogénicos, y en su mayoría son resultado de la quema de combustibles fósiles (INE, 2000).

La contaminación del aire representa uno de los principales problemas ambientales y de salud pública en todo el mundo. Los índices de contaminación, se encuentran íntimamente ligados al desarrollo económico, al crecimiento poblacional y a los avances tecnológicos en cada país. Los lugares donde se intensifica esta situación, son en las grandes urbes y en los enclaves industriales, por lo general extendiendo sus peores consecuencias a las zonas periurbanas. No obstante, la gran cantidad de fuentes de emisión de contaminantes, así como la diversidad de éstos y sus formas de afectar la salud humana y ecosistémica, convierten la tarea de medir y evaluar dichos impactos en una tarea compleja. (Espinosa Rubio, 2007).

Las cantidades de emisiones que se arrojan al aire limitan severamente su capacidad de autodepuración, con la evidente sobrecarga de contaminación,

que es el denominador común en las grandes ciudades e incluso afecta hasta localidades que no necesariamente son las causantes de la generación de dichos contaminantes (Orozco Medina, 2007).

Como lo refiere el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático “Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones” (2005), las emisiones que principalmente generan una alteración adversa en la calidad del aire son de origen antropogénico, en este grupo de contaminantes, están los que son producidos por:

Fuentes fijas: Estas fuentes, también conocidas como fuentes industriales estacionarias o puntuales, en su mayoría se asocian a los procesos tecnológicos-industriales de distintos ramos, donde la diversidad de contaminantes se incrementa conforme la complejidad de procesos técnicos asociados a la producción en grandes escalas.

Fuentes móviles: Las fuentes móviles se asocian a las diversas formas de transporte, ya sea privado, comercial de personas, como de materias primas y mercancías, vehículos automotores, que también incluyen aquellos que no circulan por carretera.

Fuentes de área: Varias fuentes dispersas en el entorno y de diferentes tamaños y estas fuentes conforman el conjunto de pequeños establecimientos industriales o comerciales,

Fuentes naturales: son parte de los ciclos biogeoquímicos que equilibran los ecosistemas y la atmósfera.

Los contaminantes primarios son aquellos que se emiten de modo directo a la atmósfera y los secundarios los resultantes de reacciones físicas o químicas en la atmósfera y son óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), aerosoles, hidrocarburos, halógenos y sus derivados (Cl₂, HF, HCl, haluros), arsénico y sus derivados, ciertos componentes orgánicos, metales pesados (Pb, Hg, Cu, Zn,...) y partículas

minerales (asbesto y amianto) (Aguayo Balsas, Amela Jeras, & et al, 2013).

La disminución de la calidad del aire que se mide como el incremento en índice de calidad del aire de EPA AQI (Air Quality Index), fue asociada con el aumento de estrés oxidativo en las células epiteliales del tracto respiratorio y macrófagos alveolares con una cascada de efectos inflamatorios en cuatro niveles: Nivel 0 de contaminación atmosférica leve (AQI de 0 a 50): Prevención de producción de radicales libres, Nivel 1 moderada (AQI 50 a 100): Protección antioxidante, Nivel 2 con riesgo de la salud para personas sensibles (AQI 100 a 150): Inflamación Nivel 3 alta (AQI 150 a 200): Daños a las mitocondrias y notable apoptosis celular (Zaitzeva, 2014).

4.2.2 Procesos de contaminación del aire

De acuerdo con la vocación natural de los territorios, el análisis de la degradación y contaminación debe considerar las transformaciones del uso del suelo, la utilización de los cauces de agua, etc. En este sentido, la evaporación del agua, y emisión de gases, son algunas de las condiciones indispensables para tal fin, no obstante, existen pocos estudios que consideren las emisiones al aire de cuerpos de agua contaminados por tóxicos domésticos, agropecuarios e industriales, en relación con la dinámica atmosférica.

Se han estudiado a fondo los efectos de la calidad atmosférica y su impacto en la calidad del agua, como la lluvia ácida, sin embargo, no se conoce a profundidad el efecto inverso. Los ríos, en especial, son impactados por residuos industriales y urbanos. La evaporación y las caídas de agua, elevan contaminantes a la atmósfera que repercuten en la salud poblacional (Escobar, 2002).

Se entiende como contaminación de ríos el vertimiento de elementos ajenos al ecosistema de origen antropogénico. La contaminación de los ríos se asocia inminentemente a la producción industrial que, por sus flujos dinámicos, es

idóneo utilizarlo como drenaje. Además de la producción industrial manufacturera, otras fuentes son los asentamientos urbanos y la producción agropecuaria, que también se puede considerar industrial. Como principales consecuencias de la contaminación del agua, se pueden considerar: 1) la pérdida de biodiversidad; 2) la salud humana; 3) la autosuficiencia alimentaria (que está asociada a la pérdida de biodiversidad); 4) el impacto en salud de los ecosistemas marinos, pues se ha demostrado que el 90% de los contaminantes en el mar provienen de fuentes terrestres por medio de los ríos. *Ibíd.*

Según el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC 2005), la calidad del agua es una medida crítica de las propiedades químicas y biológicas de los sistemas acuáticos que dependen del mantenimiento de una calidad del agua específica para poder sostener procesos bioquímicos necesarios para la vida de plantas y animales. Para las Naciones Unidas, el principal problema relacionado con la calidad del agua es la eutrofización, es decir, la contaminación orgánica compuesta, principalmente, por nitrógeno y fósforo. Sin embargo, la atención que genera ese tipo de contaminación, relega la contaminación industrial, con una gran cantidad de compuestos que se vierten a los cauces que pasan por el ciclo de evaporación.

4.2.3 Procesos de análisis del aire

Para la determinación del impacto en la salud pública de la contaminación atmosférica, es necesario, en primera instancia, determinar la calidad del aire. Para llevar esto a cabo, previo al análisis, se requiere una medición precisa y constante de los contaminantes presentes en un lugar determinado. La medición de los contaminantes nos provee de un criterio cuantitativo del comportamiento de las fuentes de contaminación y en qué medida se cumplen los estándares de calidad del aire. Para la medición y el análisis, se requieren procesos específicos para los diversos contaminantes. (INECC 2005).

Para elegir un método de muestreo y análisis, se debe tener identificado el contaminante que se está buscando. Por las características específicas de cada

contaminante, se requiere elegir un tipo de medida adecuada. Las principales que contempla Strauss (1995) son:

Partes por millón en volumen (ppm)= número de moléculas en un millón de moléculas de aire. Es principalmente utilizado para contaminantes gaseosos.

Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Esta unidad está basada en el peso por unidad de volumen de aire y es utilizada para medir partículas y algunos gases.

Miligramos por metro cúbico (mg/m^3). Esta unidad representa la conversión entre ppm y $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que depende del peso molecular y volumen ocupado por un mol de la sustancia.

4.2.4 Normatividad de la calidad del aire

Los estándares de calidad del aire establecen los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire, durante un periodo definido, que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo en la salud humana. Los estándares que son utilizados por la mayoría de los Estados, provienen de las guías elaboradas por la Organización Mundial de Salud (OMS), aunque algunos países eligen elaborar sus propias normas.

La calidad del aire viene determinada por la presencia en la atmósfera de contaminantes atmosféricos, que pueden ser material particulado o contaminantes gaseosos. La normativa vigente en materia de calidad del aire establece unos niveles de contaminantes en la atmósfera que no deben sobrepasarse en aras de la protección de la salud y de los ecosistemas, según lo establece el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente de España (MAPAMA 2016)

Es importante mencionar referentes existentes en la legislación ambiental mexicana para algunos de los contaminantes del aire, que por sus efectos en la salud de la población, se han establecido límites máximos de concentración en el aire ambiente. Estos contaminantes son conocidos como criterio e incluyen:

el ozono (O₃), el monóxido de carbono (CO), el bióxido de azufre (SO₂), el bióxido de nitrógeno (NO₂), el plomo (Pb), las partículas suspendidas totales (PST), y las partículas suspendidas menores a 10 y a 2.5 micrómetros (PM₁₀ y PM_{2.5}).

Los contaminantes criterio tienen asignado un límite máximo normado en el aire ambiente para determinar si éste es respirable sin afectar la salud humana. Para poder determinar la concentración de cada contaminante se han desarrollado numerosas técnicas para medir estas concentraciones. Al detectar la concentración de contaminantes del aire ambiental, éstos establecen su calidad. Así entonces, la calidad del aire puede ser definida por indicadores o índices preestablecidos que determinan la concentración de contaminantes en el aire ambiente ligada a escalas que califican esa calidad de forma cualitativa, cromáticas o numérica, un ejemplo es el Índice Metropolitano de Calidad del Aire, IMECA, que se utiliza en la Zona Metropolitana del Valle de México, ZMVM (INE, 2000).

Las normas oficiales que regulan la calidad del aire en México, fueron establecidas en 1994 por la Secretaría de Salud. En la siguiente tabla 1, se representan resumidos los valores normados.

Tabla 1. Valores normados para contaminantes del aire en México.

Contaminante	Valores límite			Normas Oficiales Mexicanas
	Exposición aguda		Exposición crónica	
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Para protección de la salud de la población susceptible	
Ozono (O ₃)	0.11 ppm (1 Hora)	1 vez cada 3 años	-	NOM-020-SSA1-1993
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm (8 Horas)	1 vez al año	-	NOM-021-SSA1-1993
Bióxido de azufre (SO ₂)	0.13 ppm (24 Horas)	1 vez al año	0.03 ppm (media aritmética anual)	NOM-022-SSA1-1993
Bióxido de	0.21 ppm	1 vez al año	-	NOM-023-

nitrógeno (NO ₂)	(1 Hora)			SSA1-1993
Partículas suspendidas totales (PST)	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 Horas)	1 vez al año	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media aritmética anual)	NOM-024-SSA1-1993
Partículas menores a 10 μm (PM ₁₀)	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 Horas)	1 vez cada 3 años	-	NOM-020-SSA1-1993
Plomo (Pb)	0.11 ppm (1 Hora)	1 vez al año	-	NOM-021-SSA1-1993

Fuente: Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994 (en INECC, 1999)

En cuanto a la Normatividad para partículas menor a 10 micras: se modificó la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Esta NOM establece que para efectos de protección de la salud de la población más vulnerable se establecen solo dos valores límite, tanto para las concentraciones ambientales de las PM₁₀ como de las PM_{2.5}.

Partículas menores a 10 micrómetros PM₁₀: Límite promedio de 24 horas: es de 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y el límite promedio anual es de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Partículas menores a 2.5 micrómetros PM_{2.5}: Límite promedio de 24 horas: 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y límite promedio anual: 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En cuanto a la normatividad de bacterias en aire, Hernández, (2014) puntualiza que, en cuanto a la evaluación de bacterias, rara vez se podrá efectuar una valoración ambiental cuantitativa semejante a las que se realizan en la evaluación de la exposición a agentes químicos, la razón es que por el momento no están establecidos criterios de valoración numéricos para este tipo de contaminantes que permitan emitir un juicio rápido sobre la peligrosidad de la situación, aunado a ello la dispersión de éstos agentes biológicos por efecto de la dinámica de los vientos, lo que ocasiona que los determinantes no sean constantes.

Para los metales en polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano, no existe normatividad, se cuenta en México con la NOM-147 SEMARNAT/SSA1-

2004, “Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio”, en dichos parámetros se mide la concentración.

Para el presente estudio se observa que la normatividad mexicana no incluye diversos tipos de contaminantes en aire ambiental, por ejemplo, para evaluar las Unidades Formadoras de Colonias (UFC/m³), para los valores de porcentaje del peso atómico de los metales, el número de partículas PM y plaguicidas en orina humana. Por lo cual, en la presente investigación se han utilizado únicamente valores de referencia internacionales, que se detallan en la metodología y en el análisis de resultados.

4.2.5 Cuenca atmosférica

La creciente contaminación del aire en las principales ciudades del mundo, orilló a científicos a construir nuevos conceptos espaciales para una gestión más eficiente de la calidad del aire en base a consideraciones físicas. Para dicha gestión, “se comienza a definir dominios de acción en donde los factores geofísicos como la orografía y la dinámica de la atmósfera sean tomadas en cuenta, más allá de delimitaciones puramente políticas”. Así como las condiciones geográficas definen la dinámica hídrica, de la misma forma lo hacen con la dinámica de los flujos de aire. Por ello, la propuesta de delimitar estos flujos de aire por medio de cuencas atmosféricas, permite tener un diagnóstico completo de su comportamiento. Entendemos por cuenca atmosférica, “una parte de la atmósfera que se comporta de manera coherente con respecto a la dispersión de emisiones” y conforma “una unidad de gestión o de análisis de la calidad del aire”, como sugieren Magaña y Caetano (2007).

Según Davydova, V. (2011), la cuenca atmosférica es “una región geográfica, delimitada por los obstáculos topográficos de origen natural (líneas costeras,

formaciones montañosas etc.), de tal manera que dentro de esta se modifica la circulación general de la atmósfera sobre la superficie (capa límite de la atmósfera), dando lugar a la formación de los vientos locales, diferentes del flujo de la atmósfera libre”. En esa identificación de vientos locales diferenciados, se puede identificar de mejor manera el panorama específico de una región determinada.

En similar concepción, la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA) de México, añade que la calidad del aire a nivel estacional en las cuencas atmosféricas “está influenciada por las fuentes de emisión antropogénicas y naturales en el interior de la misma, y en cierto casos, por el transporte de contaminantes provenientes de otras cuencas atmosféricas”, “el monitoreo de la calidad del aire requiere con frecuencia de la definición de una cuenca atmosférica en donde ubicar las estaciones de medición de contaminantes y gestionar los niveles de emisión de contaminantes”

4.2.6 Tipos de contaminantes analizados en aire

Bacterias patógenas para sistema respiratorio.

A la atmósfera se pueden introducir una gran cantidad y variedad de partículas de origen biológico, como granos de polen, esporas fúngicas, bacterias, algas, protozoarios, insectos, y, ocasionalmente, virus. El diámetro aerodinámico de una partícula biológica, debe ser de entre 0.5- 100 μm , se les llama bioaerosoles, los cuales pueden afectar la vida de los organismos a través de su infectividad, alergicidad, toxicidad u otras propiedades o características, las principales vías de exposición son por inhalación, ingestión y contacto con la piel, la primera de estas es considerada como la que causa mayores problemas a la salud, los bioaerosoles considerados como más importantes son los que tienen un diámetro menor a 5 μm debido a que por su tamaño alcanzan los alveolos pulmonares fácilmente y causar infecciones agresivas para el ser

humano (Sánchez-Monedero et al, 2006; Camargo Caicedo y Vélez Pereira, 2008 citados en Rosas Ramirez & Casa Solís, 2014).

Las principales fuentes de bacterias en el aire son originadas por el hombre, siendo las más importantes las aguas negras y los desechos de origen animal. La degradación y digestión de los desechos produce aerosoles que contienen bacterias, algunas de las cuales pueden ser patógenas como es el caso de los estreptococos y las coliformes fecales. El viento y las corrientes turbulentas de aire tienen enorme influencia sobre la distancia que recorren las partículas después de ser liberadas. El tiempo que permanecen los microorganismos en el aire depende de la forma, tamaño y peso del microorganismo y de la existencia y potencia de las corrientes aéreas que los sostengan y los eleven (Stark, 1999, Olaya, *et al.*, 2005 citados en *ibid*).

En relación a las partículas en el aire, su calidad no solo se determina por la presencia y concentraciones de contaminantes gaseosos y particulados inertes, ya que, en su mayoría son los bioaerosoles, principalmente bacterias, hongos y virus. Su potencial capacidad para producir enfermedades se mide por las Unidades Formadoras de Colonias de bacterias por metro cúbico (UFC/m³) la cantidad de ellas son un valor que indica el grado de contaminación microbiológica de un ambiente. La mayor parte de las infecciones se adquiere por inhalación, el individuo constantemente está inhalando partículas de polvo o aerosoles que pueden estar contaminados por bacterias que chocan contra la membrana respiratoria que cubren el tránsito nasal, tráquea y bronquiolos y son rápidamente eliminadas por mecanismos de depuración pulmonar, otras alcanzan los alvéolos y son destruidas por macrófagos alveolares pulmonares, si estos fallan se puede producir la bronconeumonía (Rosas, *et al.*, 2004).

La distribución espacial de las aerobacterias es dependiente de los flujos y la modulación meteorológica. El flujo es definido como el número de bacterias que pasan a través de una unidad de área por una unidad de tiempo (UFC m³ /s) y esto a su vez, está determinado por la dinámica atmosférica. Sin embargo, se tienen pocos datos al respecto, éstas decrecen con la altura (la capa de

inversión representa una barrera para la dispersión de las bacterias). La concentración cambia dependiendo de las características de la superficie por la que atraviesa la masa de aire. Los sistemas climáticos frontales con vientos en ráfaga pueden incrementar la concentración, mientras que disminuyen con la lluvia. Las actividades en zonas urbanas y rurales pueden aumentar la entrada de bacterias a la atmósfera. El efecto de la contaminación atmosférica puede afectar su viabilidad y por lo tanto su distribución espacial. Algunas bacterias pueden viajar grandes distancias y otras pueden afectar solamente a nivel local y su supervivencia es por corto tiempo. Las aerobacterias son más numerosas en las ciudades (4000 UFC/m³, promedio 850) que en áreas rurales (3400 UFC/m³, promedio 99) (Rosas, Salinas, Martínez, Esclava, & Cravioto, 2004).

En la Nota técnica (A. Hernández Calleja, 1998) se refiere que el aire presenta características físicas y químicas muy diversas, las bacterias por lo general, en ambientes en los que no se ha detectado ninguna amplificación específica, las bacterias dominantes deberían ser las correspondientes a la flora bacteriana normal humana, es decir, bacterias Gram positivo pertenecientes a los géneros *Micrococcus* y *Staphylococcus*. Si las bacterias dominantes son Gram negativo, eso indicaría la existencia de focos de contaminación inusuales; por ejemplo, niveles elevados de bacterias Gram negativo, oxidasa negativa y fermentadoras de la glucosa sugieren un foco de contaminación de origen gastrointestinal (extracciones de los lavabos); si las bacterias encontradas son Gram negativo, oxidasa positiva y sus colonias son de color amarillo, el foco de contaminación más probable son aguas estancadas y contaminadas.

En general puede mencionarse que la concentración de bioaerosoles en extramuros es mayor que la existente en intramuros; a pesar de ello la posibilidad de infección para la población general en los ambientes externos es menor. Sin embargo, la entrada de bioaerosoles a los ambientes intramuros, representa un peligro importante principalmente en los hospitales, en los que los pacientes con problemas inmunes pueden ser afectados tanto por los microorganismos patógenos como por los oportunistas presentes en estos

(Rosas *et al.*, 2004).

Las actividades antropogénicas, como el tráfico vehicular, las plantas de tratamiento de aguas residuales, los centros de manejo de residuos sólidos, el movimiento de los animales en suelos expuestos, las prácticas agrícolas y la manipulación de la composta entre otros, liberan una gran cantidad de bacterias a la atmósfera, produciendo la contaminación de las áreas circundantes (Sánchez- Monedero *et al.*, 2006)

Rosas *et al.*, (2004) citan en *Microbiología Ambiental*, (tabla 2) que existen fuentes naturales y antropogénicas que contribuyen a incrementar la concentración de bacterias en la atmosfera (UFC/m³).

Tabla 2. Fuentes que contribuyen a incrementar la concentración de bacterias

CUADRO 1. FUENTES NATURALES Y ANTROPOGÉNICAS QUE CONTRIBUYEN A INCREMENTAR LA CONCENTRACIÓN DE BACTERIAS A LA ATMÓSFERA	
FUENTE	CONCENTRACIÓN (UFC M ⁻³)
<i>Naturales</i>	
<i>Costa</i>	ND - 560
<i>Bosques</i>	385 - 1.2x10 ³
<i>Pastizales</i>	127 - 587
<i>Matorral desértico</i>	2 - 283
<i>Antropogénicas</i>	
<i>Zona urbana</i>	539 - 7.2x10 ³
<i>Calles transitadas</i>	100 - 13x10 ³
<i>Parques</i>	100 - 2.5x10 ³
<i>Estación de transferencia de basura</i>	350 - 14x10 ³
<i>Planta recicladora de basura</i>	1.1x10 ³ - 2.8x10 ⁷
<i>Planta de composteo</i>	1x10 ³ - 11x10 ⁶
<i>Planta de tratamiento de aguas residuales</i>	1x10 ² - 2x10 ⁵
<i>Zona rural</i>	202 - 3.4x10 ³
<i>Campo agrícola</i>	46 - 6.5x10 ³
<i>Empacadora de algodón</i>	3.3x10 ⁶ - 19x10 ⁶

UFC: Unidades formadoras de colonias. ND: No detectable.

Fuente Rosas *et al.*, 2004, p. 19

En la tabla 3 se especifican cuatro especies de bacterias patógenas causantes de enfermedades del sistema respiratorio.

Tabla 3. Tipos de bacterias y enfermedades que causan.

Tipos de Bacterias, características metabólicas	Efectos en salud humana Clasificación de Enfermedades CIE 10
<p><i>Staphylococcus aureus</i> Coco Gram positivo Son bacterias no móviles, no espoliadas, son anaerobias facultativas. Producen catalasa, característica que se utiliza para diferenciar el género <i>Staphylococcus</i> de los géneros <i>Streptococcus</i>, que son catalasa negativos, desarrollan fermentación de glucosa.</p>	<p>Bajo condiciones normales, <i>S. aureus</i> no produce infecciones, esto sólo ocurre en pacientes, inmunocomprometidos, Las infecciones por <i>S. aureus</i> son supurativas y tienden a producir abscesos Debido a su amplia versatilidad, esta bacteria es capaz de causar enfermedades de amplio espectro como infecciones menores de la piel e infecciones invasoras serias como: bacteriemia, infecciones del sistema nervioso central, gastrointestinales, osteomielitis, del tracto respiratorio, del tracto urinario y el síndrome de choque tóxico. Clasificación CIE: J00 Rinitis, J04 Traqueítis, H66 Otitis, J20 Bronquitis, J40 Traqueo- bronquitis</p> <p>Afecta a vías respiratorias superiores (mucosa nasal, tráquea y bronquios) así como a inferiores (pulmones, pleura)</p>
<p><i>Streptococcus pneumoniae</i> Coco Gram positivo Se trata de una bacteria de 1,2-1,8µm longitud, es alfa hemolítico. El neumococo, patógeno capaz de causar en humanos diversas infecciones y procesos invasivos severos.</p>	<p>Es un patógeno casi exclusivamente humano causante de un gran número de infecciones (neumonía, sinusitis y peritonitis) y de procesos invasivos severos (meningitis y sepsis), particularmente en ancianos, niños y personas inmunodeprimidas. Es el principal microorganismo causante de Neumonía adquirida en la comunidad. El hábitat natural de la nasofaringe humana y la colonización puede tener lugar durante los primeros días de vida. Clasificación CIE: J13 Neumonía</p> <p>Afecta vías respiratorias inferiores (pulmones, pleura)</p>
<p><i>Klebsiella pneumoniae</i> Bacilo Gram negativo Bacterias inmóviles que pertenecen a la familia <i>Enterobacteriaceae</i>. Aproximadamente del 60 al 80% del género <i>Klebsiella</i> aislados de muestras de heces y clínicas son <i>K. pneumoniae</i>.</p>	<p>Se han detectado en pacientes de hospitales, estando la transmisión asociada con la manipulación frecuente de los pacientes Quienes se exponen a un riesgo mayor son las personas con sistemas inmunitarios poco activos, como las personas ancianas o muy jóvenes, los pacientes con quemaduras o heridas extensas. Está presente de forma natural en muchos ambientes acuáticos y pueden multiplicarse y alcanzar concentraciones elevadas en aguas ricas en nutrientes, como residuos de fábricas de papel, plantas de acabado textiles y operaciones de procesado de caña de azúcar. Clasificación CIE: J15.0 Neumonía</p> <p>Afecta vías respiratorias inferiores (pulmones, pleura)</p>
<p><i>Pseudomona aeruginosa</i> Bacilo Gram negativo Esta bacteria es considerada un patógeno oportunista humano emergente en la relevancia clínica por excelencia, aunque hace poco se han descrito formas más agresivas que son capaces de infectar individuos virtualmente sanos. Varios estudios epidemiológicos indican que la resistencia a antibióticos ha venido incrementando</p>	<p>Más comúnmente afecta a los inmunosuprimidos, El tratamiento de dichas infecciones puede ser difícil debido a la frecuente y repetitiva resistencia antibiótica. En las últimas décadas, se ha erigido como una de las bacterias gramnegativas más problemáticas en el ambiente hospitalario, que afecta a pacientes en estado crítico, y causa infecciones serias y fatales que van desde una enfermedad sistémica aguda en quemados y pacientes neutropénicos, hasta infecciones crónicas del tracto respiratorio en es la responsable de 50 % de las neumonías bacterianas, 25-50 % de las bacteriemias fatales y se presenta con una alta tasa de morbilidad y mortalidad (más de 75 %) en las infecciones nosocomiales. Afecciones de la córnea, en especial en personas que usan lentes de contacto (Salasar, et al. 2014) Clasificación CIE : J01 Sinusitis, J15.1 Neumonía, J20 Bronquitis</p> <p>Afecta a vías respiratorias superiores (mucosa nasal, tráquea y bronquios) así como a inferiores (pulmones, pleura)</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE10),

Metales en polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano

Polvo: Conjunto de partículas sólidas dispersas en un medio gaseoso, procedentes de la desintegración mecánica de materiales. Término general para las partículas sólidas de dimensiones y orígenes variables con un diámetro menor a los 500 micrómetros, que se encuentran en la atmósfera en la que, generalmente, pueden permanecer en suspensión por algún tiempo. El polvo disperso en el aire es considerado un aerosol y puede tener efectos sobre las propiedades y comportamiento de la atmósfera frente a la radiación solar y efectos significativos en el clima (INECC 2007)

Entre los contaminantes del suelo, los metales pesados, generan gran preocupación. Con una densidad mayor a 5 g/cm³ comprenden elementos metálicos o metaloides. Algunos de ellos, en pequeñas cantidades, son esenciales para los organismos (Fe, Mn, Zn, B, Co, As, V, Cu, Ni y Mo) convirtiéndose en nocivos cuando se presentan en concentraciones elevadas, mientras que otros no desempeñan ninguna función biológica y resultan altamente tóxicos, como el Cd, Hg o el Pb. Cuando están presentes, además del incremento del índice de toxicidad generado por sus altos niveles de biodisponibilidad, otros factores como la lixiviación, absorción por las plantas y el paso a la cadena trófica constituyen potenciales riesgos. Algunas de las causas que propician la acumulación de contaminantes en el suelo son asociadas a prácticas agrícolas inadecuadas, actividades industriales y mineras que contaminan directamente los suelos o indirectamente a partir de deposiciones atmosféricas o de las aguas superficiales (véase Ortiz *et al.*, 2007 citado en Alcalá *et al.*, 2009).

En tabla 4 se presentan algunas características de seis elementos analizados en suelo urbano en el presente estudio:

Tabla 4. Características de los metales de acuerdo a su origen y efecto en la salud.

Metal	Fuente de emisión y aplicaciones	Efectos sobre la salud humana
<p>Arsénico (As)</p> <p>Es un elemento químico pertenece al grupo de los semimetales, ya que muestra propiedades metálicas y no metálicas.</p> <p>Es uno de los elementos más tóxicos que se encuentran en la naturaleza.</p> <p>Reacciona violentamente con el cloro, forma arseniuros</p>	<p>Puede ser encontrado de forma natural en los suelos y minerales en pequeñas concentraciones, pudiendo introducirse en el aire, agua y tierra a través de las tormentas de polvo y las aguas de escorrentía.</p> <p>Las industrias productoras de cobre, los procesos de producción de plomo y zinc también generan gran cantidad, que generalmente es vertida a las aguas superficiales. Los drenajes y lixiviados procedentes de la minería.</p>	<p>Los seres humanos pueden ser expuestos al arsénico a través de la comida, agua y aire. La ingestión de grandes cantidades, intensifica la posibilidad de desarrollar cáncer de piel, pulmón, hígado y linfa.</p> <p>La exposición al Arsénico inorgánico puede causar varios efectos sobre la salud como es:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● irritación del estómago e intestino, ● disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos ● cambios en la piel e irritación de los pulmones. <p>A exposiciones muy altas de arsénico inorgánico puede causar :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Infertilidad, abortos en mujeres, ● pérdida de la resistencia a infecciones, ● problemas de corazón, ● daño del cerebro ● provocar daños en el ADN. <p>El arsénico orgánico causa lesiones en nervios y dolores de estómago</p>
<p>Cadmio (Cd)</p> <p>Elemento químico poco abundante, que tiene una estrecha relación con el zinc, con el que se encuentra asociado en la naturaleza.</p> <p>Es un metal dúctil, de color blanco con un ligero matiz azulado.</p> <p>Se trata de una sustancia bastante tóxica.</p>	<p>De forma natural, es liberado en los ríos a través de la descomposición de rocas, otra parte es liberada a la atmósfera a través de incendios forestales, volcanes y en la quema de combustibles fósiles y residuos urbanos.</p> <p>Fuente industrial, los procesos de producción de zinc, minerales de fosfatos son los focos de emisión de cadmio más significativos.</p> <p>Otra fuente es la producción de fertilizantes fosfatados artificiales, en los que parte del Cadmio se acumulará en el suelo, otra parte se verterá las aguas superficiales, provocando contaminación de la vida acuática.</p>	<p>Durante una exposición de corta duración, la sustancia es:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● irritante para los ojos y el tracto respiratorio, ● y su inhalación puede originar edema pulmonar y fiebre de los humos metálicos, estos efectos pueden aparecer en unas horas y se incrementarán con el esfuerzo físico. <p>Durante una exposición prolongada o constante a las partículas de polvo que contengan cadmio:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición llegando incluso a producir la muerte. ● En la sangre, el cadmio es transportado hacia el hígado, dónde se une a las proteínas

		<p>para formar complejos que son transportados hacia los riñones. Cuando éste se acumula en los riñones, causa un daño en el mecanismo de filtración, que provoca la excreción de proteínas esenciales y azúcares.</p>
<p>Mercurio (Hg)</p> <p>Metal plateado que a temperatura ambiente es soluble en soluciones oxidantes.</p> <p>Se caracteriza por su baja solubilidad en agua y su miscibilidad con ácido nítrico, y al aumentar su temperatura, puede generar vapores tóxicos y corrosivos más pesados que el aire, sus compuestos son muy solubles en agua.</p>	<p>El mercurio se encuentra de forma natural en minerales de rocas y suelos, siendo la mena más importante el cinabrio, que se utiliza como instrumental científico y en aparatos eléctricos.</p> <p>A nivel industrial, se utiliza mayoritariamente en la industria eléctrica, como material líquido de contacto en interruptores eléctricos, como fluido de trabajo en bombas de difusión y en la fabricación de rectificadores de vapor de mercurio, termómetros, barómetros, tacómetros y termostatos.</p>	<p>La inhalación de esta sustancia, durante un corto período de tiempo puede causar efectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • en el riñón y en el sistema nervioso central, cuyos síntomas pueden aparecer de forma no inmediata, y se agudizarán con el esfuerzo físico. <p>Una exposición repetida ó prolongada a este elemento, puede afectar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • al sistema nervioso central, dando lugar a inestabilidad emocional y psíquica, alteraciones cognitivas y del habla. • La experimentación animal ha demostrado que el mercurio posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana, daño en el esperma, defectos de nacimientos y abortos.
<p>Plomo (Pb)</p> <p>De color azulado. Es flexible e inelástico. Es relativamente resistente al ataque de ácido sulfúrico y ácido clorhídrico.</p> <p>Forma aleaciones con muchos metales como el estaño, cobre, arsénico, antimonio, bismuto, cadmio y sodio con gran importancia industrial.</p>	<p>Se encuentra de forma natural en el medio ambiente, aunque rara vez se encuentra en su estado elemental, sino formando parte de algunos minerales.</p> <p>A nivel industrial, la aplicación más corriente es la fabricación de acumuladores eléctricos.</p> <p>Como catalizador en la fabricación de espuma de poliuretano.</p> <p>Es un agente biocida contra las bacterias Gram positivas.</p> <p>Son agentes reductores del desgaste en los lubricantes e inhibidores de la corrosión para el acero.</p> <p>Excelente resistencia a la corrosión uso en la construcción y en la industria química, su ductilidad, le permite su utilización como forro para cables de teléfono y de televisión.</p> <p>Las pequeñas partículas quedan</p>	<p>El plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano, este puede principalmente hacer daño después de ser tomado en la comida, aire o agua, sin importar el horario, efectos no deseados causados por el plomo, son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la presión sanguínea ó taquicardia • Daño a los riñones y en el sistema urinario, • Abortos • Perturbación del sistema nervioso, Daño al cerebro • Disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma y en la capacidad de mantener una erección • Disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños • Perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad como también euforia e hiperactividad.

	<p>suspendidas en la atmósfera, pudiendo llegar al suelo y al agua a través de la lluvia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En niños de corta edad se pueden producir daños en la coordinación y en la comprensión de información, hasta llegar a un retardo mental muy serio. • En fetos puede producir mutaciones leves y severas
<p>Níquel (Ni)</p> <p>Es un metal de transición de color blanco plateado, buen conductor de la electricidad y del calor, elevada ductilidad y maleabilidad.</p> <p>Puede laminarse, pulirse y forjarse, presenta cierto ferromagnetismo.</p> <p>Es una sustancia resistente a la corrosión alcalina, y se disuelve lentamente en ácidos diluidos liberando hidrógeno</p>	<p>Aproximadamente el 65% del níquel consumido, se emplea en la fabricación de acero inoxidable y el 12% en súper aleaciones de níquel. El restante 23% se reparte entre otras aleaciones como por ejemplo en la fabricación de baterías recargables, en procesos de acuñación de monedas y para recubrimientos metálicos.</p> <p>De todas las aleaciones y compuestos de níquel caben destacar:</p> <p>Las aleaciones níquel-cobre (monel) que son muy resistentes a la corrosión, y se utilizan en motores marinos e industria química.</p> <p>La aleación níquel-titanio (nitinol-55) que se utiliza en la industria electrónica, concretamente en robótica.</p> <p>En la naturaleza, el níquel se encuentra formando parte de las enzimas hidrogenasas, que son las encargadas de la oxidación del hidrógeno en el cuerpo humano.</p>	<p>La inhalación de esta sustancia puede provocar inflamaciones y ulceraciones de la cavidad nasal, y en contacto con la piel de forma reiterativa, puede provocar dermatitis y sensibilización de la misma. En pequeñas cantidades el níquel es un elemento esencial para el ser humano, pero cuando es ingerido en altas dosis, puede ser peligroso para la salud humana, generando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elevadas probabilidades de desarrollar cáncer de pulmón, nariz, laringe y próstata. • Enfermedades y mareos después de la exposición al gas de níquel. • Embolia de pulmón. • Fallos respiratorios. • Defectos de nacimiento. • Asma y bronquitis crónica. • Reacciones alérgicas como son erupciones cutáneas, mayormente de las joyas. • Desordenes del corazón.
<p>Zinc</p> <p>Es un metal clasificado como de transición, metal de color blanco azulado, lustroso, moderadamente duro, buen conductor de calor y de electricidad.</p> <p>Químicamente es activo, y reacciona con ácidos no oxidantes</p>	<p>Se encuentra en la mayor parte de los alimentos, especialmente en los que son ricos en proteínas. Actualmente, las concentraciones están aumentando por causas no naturales, debido a la adición de Zinc a través de las actividades humanas. De hecho es adicionado durante actividades industriales mineras, en la combustión de carbón y residuos, y el procesado del acero.</p> <p>Una de las principales aplicaciones del zinc, tienen lugar en el proceso de recubrimiento de otros metales, por ejemplo durante el galvanizado, el hierro ó el acero se introduce en zinc.</p>	<p>Es un elemento traza que es esencial para la salud humana, ya que un defecto en él, puede experimentar una pérdida del apetito, disminución de la sensibilidad, el sabor y el olor, pequeñas llagas y erupciones cutáneas.</p> <p>Por contacto es una sustancia que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio, la fiebre del metal. • pudiendo causar efectos en la sangre (metahemoglobinemia), si se produce una ingestión de elevadas cantidades; puede dañar el riñón, provocar vómitos, náuseas, y anemias.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INECC, (Manahan, 2007), EPA, (ATSDR, 2004).

Partículas PM menor a 10 μm suspendidas en aire

El material particulado es el contaminante más complejo por sus características de tamaño (desde 0.007 hasta 60 μm , aproximadamente), composición química (carbón, compuestos orgánicos, hidrocarburos aromáticos policíclicos – varios de ellos cancerígenos –, metales, ácidos sulfúrico y nítrico, sales de amonio, minerales, entre otros), transformaciones en la atmósfera e interacción con los demás contaminantes. Comúnmente es medido como PM10, que incluye todas las partículas de tamaño inferior a 10 μm , que son aquellas que permanecen suspendidas durante varias horas o días en el aire. En Estados Unidos y otros países alrededor del mundo, existen normas y mediciones para las partículas consideradas como finas, es decir, aquellas que tienen un tamaño inferior a 2,5 μm , las cuales tienen están compuestas principalmente por partículas producidas en procesos de combustión y aquellas a partir de vapores que se condensan en la atmósfera. Las partículas finas no sólo son inhalables, sino que además se depositan eficientemente en las vías respiratorias inferiores y en los alvéolos pulmonares, produciendo irritación e inflamación en las células alveolares. Aquellas partículas con tamaño inferior a 0.1 micras tienen la capacidad de entrar en el torrente sanguíneo, y han sido asociadas a enfermedades cardiovasculares (Rojas, 2007).

El Instituto Nacional de Ecología y la Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales (INE-SEMARNAT 2011). Define los siguientes conceptos relacionados a las partículas o material particulado (fracción respirable). Puede llegar a ser un elemento importante como factor contaminante en la atmósfera de una ciudad, una zona o sitio, pueden estar depositadas sobre el suelo aunque generalmente flotan en el aire. Este hecho se favorece principalmente debido a su tamaño ya que son muy pequeñas tanto que para hablar de su medida se utiliza el término micrómetro o micra, unidad de longitud equivalente a la millonésima parte de un metro. El tamaño de partículas: Es el diámetro de una esfera que produce una respuesta en un instrumento que evalúa el tamaño dado de una partícula. Para efectos del análisis y medición de las partículas en

el aire atmosférico se conocen como partículas finas o, más frecuentemente, como material particulado (particulate matter PM en inglés), de ahí que refiriéndose a las partículas menores a 10 micrómetros se usa la nomenclatura PM₁₀, y para hacer alusión a las que son menores a 2.5 micrómetros se usa PM_{2,5}.

Recientemente, la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹ ha establecido unos nuevos valores guía para las concentraciones de partículas materiales en el aire en función de las concentraciones de partículas, es preferible la utilización de los valores de PM_{2,5} frente a los de PM₁₀, En una atmósfera urbana, el principal aporte a las PM_{2,5}, entre un 70 y un 80%, se debe al tráfico rodado, y tienen un componente natural menos importante que las PM₁₀, por lo que parece, a priori, un indicador más fiable para medir la actividad antropogénica. Además, estas partículas finas penetran más profundamente en los alvéolos pulmonares y por tanto, es plausible que induzcan efectos más adversos para la salud que las partículas de diámetro mayor, como las PM₁₀ las partículas totales en suspensión (PST) (Linares & Díaz, 2009).

Las PM₁₀ se originan de procesos mecánicos de trituración, por la combustión deficiente de combustibles de origen fósil o por agregación de partículas más pequeñas en la atmósfera. A las PM₁₀ se les asocia con diversos problemas de salud humana como el cáncer de pulmón, agravamiento del asma e irritación de la garganta, esto debido a que su tamaño pequeño les permite ingresar al sistema respiratorio. Incluso existen estudios que establecen incrementos relativos de mortalidad humana por un aumento de 10 µg/m³ de las PM₁₀ en el aire ambiente. (Hernández Mena, Gallardo Valdez, de Jesús Díaz Torres, & Villegas García, 2017, p. 1).

Las aeropartículas varían en forma, tamaño, composición química y origen biológico o antropogénico que determinan su presencia en la atmósfera y sobre la calidad del aire. El aspecto del tamaño de las partículas es de sumo interés para entender su movilidad y sus perjuicios a la salud. La clasificación en base al tamaño (tabla 5) se ha dividido en tres grupos principales: las grandes, o

fracción gruesa, señaladas como PM₁₀ cuyo tamaño está entre los 5 -10 micrómetros; y las pequeñas de fracción fina, PM₅ , PM_{2,5} de 5 a 2.5µm, y las de fracción ultra fina, menores a los 2.5 micrómetros.

Tabla 5. Tipos de partículas según su tamaño, diámetro aerodinámico menor a 10 µm.

Nombre	Tamaño	En el cuerpo humano
PM ₁₀ µm (fracción gruesa)	<=10 µm	Vías respiratorias altas, torácicas
PM ₅ ,PM _{2,5} µm (partículas respirables)	<=5.0 µm, 2.5 µm,	Llegan a los alveolos pulmonares
PM _{1.0} , PM _{0.5} -, PM _{0.3} µm (fracción ultra fina)	<= 1.0µm,0.5 µm, 0.3 µm	Pasan al torrente sanguíneo

Fuente: Nota de aplicación del contador de partículas FLUKE 985®

Estas dimensiones las hacen ser sumamente ligeras, aspecto que se combina con su forma y con diversos factores de tipo climático entre los cuales, está la temperatura del ambiente y los vientos. La influencia del hombre en este material en la atmósfera propiciada principalmente por la interacción de las actividades productivas en un medio determinado.

La mayoría de las partículas altamente perjudiciales a la salud, son de origen antropogénico y se pueden clasificar como a continuación se presentan (tabla 6): Polvos: Son partículas sólidas pequeñas (de 1 a 1,000µm), se forman por fragmentación en procesos de molienda, cribado, explosiones y erosión del suelo. Se mantienen en suspensión y se desplazan mediante corrientes de aire.

Humos: Son partículas sólidas finas que resultan de la combustión incompleta de materiales orgánicos como carbón, madera y tabaco. Su diámetro oscila en el intervalo de 0.5 a 1µm.

Fumos: Son partículas sólidas finas. Se forman por la condensación de los vapores originados en procesos de sublimación, destilación, calcinación y fundición. Miden entre 0.03 y 0.3 μ m.

Cenizas volantes: Son partículas finas no combustibles que provienen de la combustión del carbón. Entre sus componentes se encuentran sustancias inorgánicas de metales, óxidos de silicio, aluminio, fierro y calcio. Al depositarse en superficies actúan como abrasivos.

Niebla: Son gotas pequeñas que se forman por condensación de un vapor, dispersión de un líquido o como producto de una reacción química. Miden entre 0.0002 y 10 μ m.

Aerosoles: Un aerosol ambiental es una suspensión en el aire de partículas finas líquidas o sólidas. Se dividen en aerosoles primarios y secundarios. Los primarios son partículas relativamente estables que se emite directamente a la atmósfera, mientras que los secundarios son partículas que se forman en procesos de conversión de gas a partícula. Miden entre 0.01 y 100 μ m de diámetro. Los aerosoles de diámetro de 0.01 a 0.1 μ m se conocen como "partículas ultra finas". Estos son productos de la nucleación homogénea de vapores saturados (Espinosa Rubio, 2007). En la tabla 6 se presentan características de partículas PM menor a 10 μ m de acuerdo a su tamaño, origen y efecto en la salud.

Tabla 6. Tipos de partículas según su tamaño, diámetro aerodinámico menor a 10 μm .

Tamaño de partículas y Normatividad	Origen	Afectación en la salud humana
PM₁₀ NOM-025-SSA1-2014 Límite promedio de 24 horas: es de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Límite promedio anual: es de 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,	Contienen principalmente materiales de la corteza terrestre y se originan en su mayoría por procesos de desintegración de partículas más grandes. También pueden contener material biológico como polen, esporas, virus o bacterias o provenir de la combustión incompleta de combustibles fósiles.	Se depositan en la región extra torácica del tracto respiratorio (nariz, boca, naso, oro y laringofarínge). Los elevados niveles tanto de PM ₁₀ como de PM _{2.5} se han asociado con reducciones agudas en el volumen respiratorio forzado del primer segundo (FEV1) y en la capacidad vital forzada (FVC), estas reducciones se observan tanto de forma inmediata como tardía. Durante los meses de verano se asocia con mayores síntomas de apnea obstructiva y menor saturación durante el sueño.
PM_{2.5} NOM-025-SSA1-2014 Límite promedio de 24 horas: es de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Límite promedio anual: es de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	Están formadas primordialmente por gases y por material proveniente de la combustión, una gran proporción de esta fracción, son secundarias	Se depositan fundamentalmente en la región traqueobronquial (tráquea hasta bronquiolo terminal), aunque pueden ingresar a los alvéolos. Son causantes de bronquitis, asma y alergias en la población infantil. Se asocia significativamente a hospitalizaciones por neumonía adquirida.
PM₁, PM_{0.3}, PM_{0.5} No existe normatividad	Son generadas directamente por combustión y actividad fotoquímica.	Se depositan mayoritariamente en la región alveolar, incrementando la posibilidad de atravesar la membrana alvéolo capilar hacia el torrente sanguíneo y migrar hacia otros órganos. Relacionada con enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de NOM-025-SSA1-2014, (Espinosa Rubio, 2007; Manahan, 2007)

Plaguicidas en orina humana

Se entiende por "plaguicida" cualquier sustancia destinada a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, incluidas las especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales, o que pueda administrarse a los animales para combatir ectoparásitos. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladores del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o inhibidores de la germinación, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra la deterioración durante el almacenamiento y transporte. El término no incluye normalmente los fertilizantes, nutrientes de origen vegetal o

animal, aditivos alimentarios ni medicamentos para animales (FAO & WHO, 2010).

En 2008, los pesticidas eran la novena sustancia más común reportado a los centros de control de envenenamiento y aproximadamente el 45% de todos los informes de envenenamiento por pesticidas eran para niños. La comida, el agua y el tratamiento en el hogar, jardín y la escuela son todas las fuentes potenciales de exposición de los niños. Ésta exposición puede ser temporal o permanente, y los efectos van desde aguda a toxicidad crónica. Organofosforados y el envenenamiento por carbamato son, quizás, los síndromes de intoxicación aguda más conocidos. Sin embargo, muchos otros pesticidas que pueden causar toxicidad aguda, tales como piretroides y neonicotinoides insecticidas, herbicidas, fungicidas y rodenticidas, también tienen efectos tóxicos específicos; el reconocimiento de estos efectos puede ayudar a identificar las exposiciones agudas. La evidencia está emergiendo cada vez más sobre las implicaciones de salud crónicas producidos por la exposición aguda y crónica. Un creciente cuerpo de evidencia epidemiológica demuestra asociaciones entre el uso de los plaguicidas, especialmente insecticidas, con tumores agudos de leucemia linfocítica y cerebrales (JR, Karr CJ 2010).

En la siguiente tabla 7 se presentan las características de los plaguicidas encontradas en la orina de la población infantil de la muestra estudiada

Tabla 7. Características de plaguicidas, encontrados en orina de la población infantil.

Características generales	Nombre comercial	Toxicidad humana	Comportamiento Ambiental
<p>Diclorofenoxi acetico 2,4-D) No. CAS 94-75-7 Organofosforado</p> <p>Herbicida sistémico defoliante, usado para el control de malas hierbas de hoja ancha, incluidas las acuáticas. Una de las razones que 2, 4-D se utiliza extensamente por ser barato. Conocido como agente naranja. Hay más de 1.500 productos herbicidas que contienen 2. 4-D, y a menudo se mezcla con otros ingredientes activos.</p>	<p>Banvel Fernesta Weed B Gone, PAR III, Trillion Tri-Kil Killex Weedaway.</p>	<p>Toxicidad aguda: DL₅₀/CL₅₀ Oral: ratas: es de 639 mg/kg. US EPA 2,4-D, 2006 La dosis oral única de 5 y de 30 mg/kg de peso corporal no causaría ningún efecto agudo tóxico en voluntarios humanos. Clasificación: II Es un producto moderadamente tóxico. EPA</p> <p>Estudios epidemiológicos: Existe de una asociación entre la exposición a herbicidas clorofenoxiácidos, incluido el 2,4-D, y dos tipos de cáncer en seres humanos: sarcomas de partes blandas y linfomas no hodgkiniano el riesgo se refiere a un grupo al que pertenece el ácido 2, 4,5-triclorofenoxiacético (2, 4,5-T), que podía estar contaminado con dioxinas. IARC clasificación posiblemente carcinógeno</p>	<p>Solubilidad agua: este herbicida ha sido detectado en fuentes de suministro de agua. Se biodegrada rápidamente en el medio ambiente.</p> <p>Persistencia en suelo: La vida media de este herbicida es de 7 (a 15-25 °C con 65 % de humedad) a 10 diez días. Los microorganismos del suelo son los principales responsables de su desaparición en el suelo. Ha sido incluido en la lista de EPA con probabilidades de lixivarse del horizonte superficial del suelo</p>
<p>Picloram Nº CAS: 1918-02-1 Piridina, clorado</p> <p>Herbicida Control selectivo de malezas de hoja ancha anual y perennes en pastos o áreas no cultivadas Conocido por contener hexaclorobenceno como contaminante</p>	<p>Crosser, Piclorazel, Tordon</p>	<p>Toxicidad aguda. DL₅₀/CL₅₀ oral (ratas): >5000mg/kg(M); inhalación(ratas):>0,035mg/L; dérmico (ratas): 2000 mg/kg; (Conejos): >2000 mg/kg. Clasificación: No peligro agudo (OMS); nd (EPA). Acción tóxica síntomas: síndrome tóxico por ácido picolínico Toxicidad tóxica: Capacidad irritativa: ocular positiva(moderada); Dérmica positiva(leve); Capacidad alérgica negativa. Efectos crónicos: hepatóxico y nefrotóxico, miopatías, anemias e hiperplasia de la médula ósea en altas dosis de exposición. disrupción endocrina: categoría II</p>	<p>Solubilidad en agua: moderada Persistencia en suelo: Extrema a ligera. Movilidad en el suelo: Extrema a alta. Persistencia en sedimento: alta Volatilidad: no volátil. Bioacumulación: ligera Toxicidad aguda: peces: Alta. CL₅₀ (96h) trucha arco iris 5,5 mg/L. Tóxico para organismos acuáticos. Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático. Incluido en la lista del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) de plaguicidas reportados como</p>

			disruptores endocrinos y/o con efectos reproductivos.
<p>Dimetoato</p> <p>Nº CAS: 60-51-5</p> <p>Organofosforado Insecticida, acaricida Sistémico, de contacto y estomacal.</p> <p>Inhibidor de la colinesterasa, control de ácaros en forestales, frutales, ornamentales y hortaliza</p> <p>Frases de riesgo</p> <p>UE: R21/22: Nocivo en contacto con la piel y por ingestión</p>	<p>Agrex Acamor Afimor Bioquim Insector, Dantox, Difox, Drexel Dimetoato, Galgofos-D, Helm Dimetoato, Maktion, Perfectox, Perfekthion, Sistemin, Transmerquim. Perfekthion, Agrixon SL, Cygon, Defend. Zeltion</p>	<p>Toxicidad aguda. DL₅₀/CL₅₀ oral (ratas): 245 mg/L, 387 mg/kg; inhalación (ratas): >1,6 mg/L; dérmico (ratas): >2000 mg/kg; Clasificación: II. Moderadamente peligroso (OMS); II. Moderadamente tóxico (EPA). Acción tóxica y síntomas: Síndrome tóxico por inhibidores de la colinesterasa. Toxicidad tóxica: capacidad irritativa: ocular positiva; dérmica negativa; Capacidad alergénica: negativa. Toxicidad crónica y a largo plazo: neurotoxicidad: nivel 2 (colinérgica); teratogenicidad: positiva (polidactilia, malformaciones esqueléticas y urogenitales); mutagenicidad: positiva; carcinogenicidad: nd (IARC); Posible carcinógeno humano (EPA); disrupción endocrina: otros efectos reproductivos: fetotóxico; genotoxicidad: positiva (aberraciones cromosómicas), no clara (cometa); Parkinson: positivo; Otros efectos crónicos: pérdida de memoria, concentración, desorientación, depresiones, irritabilidad y confusión.</p>	<p>Solubilidad en agua: alta.</p> <p>Persistencia en suelo: Ligera a no persistente.</p> <p>Movilidad en suelo: Extrema a alta. Persistencia en agua sedimento: Menos persistente.</p> <p>Volatilidad: no volátil</p> <p>Bioacumulación: ligera.</p> <p>Toxicidad aguda: peces: Mediana, CL₅₀ (96h) trucha arco iris 24,5 mg/L</p>
<p>Molinato</p> <p>Nº CAS: 2212-67-1. Tiocarbámato Herbicida Sistémico.</p> <p>Rápidamente absorbido por las raíces y hojas</p> <p>Evita la germinación al</p>	<p>Alcatane Ordram Zeltidram</p>	<p>Toxicidad aguda. DL₅₀/CL₅₀ oral (ratas): 369 mg/kg(M), 450 mg/kg(H); inhalación (ratas): 1,36 mg/L; Dérmico (ratas): 4350 mg/kg; (conejos): >4640 mg/kg. Clasificación: II. Moderadamente peligroso (OMS); III. Ligeramente tóxico (EPA). Acción tóxica y síntomas: síndrome tóxico por tiocarbamato Toxicidad tóxica: capacidad</p>	<p>Solubilidad en agua: alta.</p> <p>Persistencia en el suelo: ligera.</p> <p>Movilidad en el suelo: alta a mediana. Persistencia en agua sedimento: menos persistente.</p> <p>Volatilidad: moderada.</p> <p>Bioacumulación: ligera.</p>

inhibir la síntesis de lípidos.		<p>irritativa: ocular positiva(moderada); dérmica positiva (moderada); Disrupción endocrina: categoría 2; Otros efectos reproductivos: Toxicidad sobre los espermatozoides; inhibe la función tiroidea. Inhibe la colinesterasa nocivo por inhalación</p>	
<p>Tiabendazol Nº CAS: 148-79-8. Grupo químico Benzimidazol. Quelante de metales para medicinas Fungicida Sistémico protector y curativo. Inhibe la mitosis, afectando el crecimiento y desarrollo, control de enfermedades fungosas, en arroz, algodón, banano, cebolla, cítricos, frijol, ornamentales, papa y tomate.</p>	Mertect, Tb-Laq, Tecto, Tia-bendazol	<p>Toxicidad aguda. DL50/CL50 oral (ratas): 3100 mg/kg; inhalación (ratas): >0,5 mg/L; dérmico (ratas): nd Dérmico (conejos): >2000 mg/kg. Clasificación: No peligro agudo (OMS); III. Ligeramente tóxico (EPA). Acción tóxica y síntomas: síndrome tóxico por Benzimidazol. Toxicidad tóxica: capacidad irritativa: ocular positiva (leve); dérmica negativa; capacidad alergénica: negativa genotoxicidad: positiva (aberraciones cromosómicas); Otros efectos crónicos: la ingestión de altas dosis por largos períodos produce anemia persistente y daño hepático ocasionales, ataque de vómito, depresión.</p>	<p>Solubilidad en agua: baja a mediana. Persistencia en el suelo: extrema. Movilidad en el suelo: inmóvil. Persistencia en agua sedimento: menos persistente. Volatilidad: no volátil. Bioacumulación: ligera. Toxicidad aguda: peces: extrema, CL₅₀ (96h) trucha arco iris 0,55 mg/L</p>
<p>Metoxuron Nº CAS: 19937-598. Grupo químico: Urea clorado Herbicida se absorbe por hojas y raíces. Control pre y postemergente selectivo de malezas anuales de hoja ancha.</p>	Dosanex	<p>Toxicidad aguda. DL50/CL50 oral (ratas): 3200 mg/kg; inhalación (ratas): >5 mg/L; dérmico (ratas): >2000 mg/kg; Clasificación: No peligro agudo (OMS); nd (EPA). Acción tóxica y síntomas: síndrome tóxico por derivados de la urea.</p>	<p>Solubilidad en agua: alta. Persistencia en el suelo: ligera a no persistente. Movilidad en el suelo: alta. Persistencia en agua sedimento: más persistente. Volatilidad: no volátil. Bioacumulación: ligera</p>

Fuente: Elaboración propia, a partir de información obtenida de OPS, FAO.

4.2.7 Afectaciones a la salud infantil por contaminación atmosférica

Los efectos directos en la salud respiratoria por los contaminantes atmosféricos según Prieto, et al., (2007) se dividen en efectos agudos: como irritación de ojos y nariz, aumento de las infecciones respiratorias agudas (IRA) altas y bajas, exacerbaciones del asma bronquial, de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), de cardiopatías y aumento de las tasas de mortalidad. Y en efectos crónicos, como el cáncer pulmonar, que es el más representativo.

Si bien las condiciones ambientales tienen efecto en la salud humana en general, el impacto en los niños tiene consecuencias que requieren de mayor atención. Debido a que diversos órganos se desarrollan entrando a la adolescencia. La atención especial que requieren los niños, sucede por poseer “vías de exposición únicas que incluyen la transplacentaria (in útero), la dérmica y la ingestión no nutricional que aumentan su exposición por efecto de contaminantes del aire que sedimentan” además de la inhalatoria. “Los niños presentan además un estado anabólico activo lo que significa que respiran más aire, beben más agua e ingieren más comida por unidad corporal que los adultos, lo que significa una mayor dosis ante una exposición ambiental dada (Gavidia, Pronczuk, & Sly, 2009):

Al inhalar se introduce aire a los pulmones, donde hay partículas éstas entrarán directamente al sistema respiratorio a pesar de que el cuerpo humano cuenta con diversos mecanismos de protección natural a lo largo del sistema respiratorio. Un ambiente contaminado va minando paulatinamente estas defensas, sobretodo es de considerar que en promedio un adulto inhala entre 10,000 y 12,000 L de aire. Ya en el interior del cuerpo, las partículas se adhieren a las paredes de las vías respiratorias y algunas llegan a alojarse en el interior de las paredes de los pulmones. Mientras mayor sea la penetración de las partículas en el aparato respiratorio, tanto en el aspecto cuantitativo como cualitativo, los perjuicios serán mayores debido a que el organismo carece de

suficientes mecanismos de eliminación de estos contaminantes, sobre todo cuando la permanencia en ambientes contaminados es constante. En base a lo anterior, las enfermedades de tipo respiratorio se incrementan notablemente en la población expuesta de manera persistente a la presencia de este factor contaminante (Silva, Oyarzún, & Olloquequi, 2015).

Los problemas más frecuentes relacionados con la contaminación del aire incluyen tos, irritación de nariz, faringe y disnea (tabla 8). Esos síntomas respiratorios están frecuentemente asociados a irritación ocular y sensación de fatiga. La exacerbación de síntomas, como asma y alergias (Orozco Medina, 2007)

Tabla 8. Problemas respiratorios por tipo de contaminación del aire

Enfermedad o afección a la salud	Cómo puede afectar la contaminación del aire	Factores asociados y comentarios
Dolor de cabeza	Monóxido de carbono en niveles capaces de producir una concentración de carboxihemoglobina mayor del 10 por ciento.	El hábito de fumar también puede incrementar la concentración de carboxihemoglobina, pero no lo suficiente para ocasionar cefalea.
Irritación ocular	Efecto específico de los oxidantes fotoquímicos, posiblemente aldehídos o nitratos de peroxiacetilo; las partículas en suspensión (polvo de ceniza) actúan como cuerpos extraños.	La susceptibilidad individual difiere.
Dermatitis.	Irritación de la piel, enrojecimiento, aumento de la sensibilidad.	La susceptibilidad individual difiere.
Infecciones respiratorias agudas.	Incremento del riesgo en niños en edad temprana.	Pobreza, malnutrición, exposición a agentes infecciosos.
Bronquitis aguda.	Efecto irritativo directo de SO ₂ , hollín y la contaminación de origen petroquímico.	El hábito de fumar puede tener una interacción mayor que aditiva.
Bronquitis crónica.	Agravación (incremento en la frecuencia o gravedad) de la tos o expectoración asociada a cualquier tipo de contaminación.	Hábito de fumar, exposición ocupacional a contaminación del aire.
Asma.	Agravación por irritación del aparato respiratorio, posiblemente basado por	Comúnmente preexiste alergia respiratoria o hiperactividad de

	acción refleja	las vías aéreas.
Riesgo de cáncer.	Alteraciones del sistema inmunológico, endocrino, nervioso, alteraciones sobre sistemas específicos; cáncer de pulmón, de cérvix, de mama, de vejiga, linfomas, leucemia.	Por acción directa del elevado número de contaminantes y la exposición.
Enfermedades cardiovasculares.	Las partículas finas incrementan la mortalidad.	Enfermedad cardíaca o pulmonar preexistente.

Fuente: Elaborada por Orozco Medina, 2007 a partir de datos de Carabias Lillo, Tudela Abad, Provencio, & Samaniego Leyva, 2002.

4.2.8 Función respiratoria infantil

La respiración es un complejo mecanismo que requiere de tres procesos fundamentales: ventilación pulmonar, difusión de los gases, transporte de los mismos desde y hasta la célula. Además para un correcto funcionamiento precisa de una regulación neurológica.

La exploración de la función pulmonar trata de detectar o confirmar alteraciones fisiopatológicas que apoyen el diagnóstico y permitan valorar la gravedad, la respuesta a la terapia y la evolución de las enfermedades respiratorias en la infancia y la adolescencia. Existe, un creciente interés en la utilización de técnicas de exploración de la función pulmonar que faciliten la valoración objetiva de las enfermedades respiratorias prevalentes, en especial del asma bronquial (Carvajal Urueña & Blanco González, 2005).

La evidencia científica, deja en claro que el sistema respiratorio infantil es en especial vulnerable a las exposiciones ambientales críticas, en razón del prolongado período posnatal de crecimiento y desarrollo que presenta el pulmón se desarrolla en el período pre como postnatal siguiendo estas generalidades: “el patrón de ramificación de las vía aéreas está completo alrededor de las 16 a 18 semanas de gestación, pero la alveolarización sólo empieza en el tercer trimestre.

Al nacimiento el pulmón tiene alrededor del 30 a 50% de la dotación final de alvéolos del adulto, desarrollándose el resto postnatalmente. La velocidad del crecimiento alveolar es más rápida en los primeros 18 a 24 meses y la microvasculatura pulmonar se desarrolla durante este período de alveolarización. No se sabe cuándo termina el desarrollo alveolar postnatal y las estimaciones, basadas en datos muy limitados, van de 2 a 8 años” (*Gavidia et al.*, 2009, p. 100)

- **Historia Clínica Ambiental de la Patología Respiratoria (HCA)**

Herramienta que sirve para la construcción de conocimiento en Salud Ambiental Infantil: diagnósticos, tratamiento, docencia, investigación.

Es parte de la historia clínica habitual de cada niño. En el encuentro con el paciente y su familia: Recolecta datos para obtener evidencia, permite intervenir con acciones que mejoren la calidad de vida. Instrumento flexible a las modificaciones que surjan de su aplicación en el nivel local. Entre las áreas claves a las que se orientan las preguntas en la Historia Clínica Ambiental se cuentan: Los potenciales peligros ambientales, el lugar y momento donde se exponen los niños (nivel de exposición) y los principales efectos sobre la salud.

Algunos de sus objetivos particulares se enuncian a continuación:

1. Construir un instrumento de pesquisa del riesgo ambiental y sus efectos sobre la salud infantil. Identificar y registrar los riesgos ambientales a los que se exponen los niños en el hogar, en el entorno y en la escuela.
2. Asociar factores de riesgo ambientales con enfermedades prevalentes y/o enfermedades trazadoras.
3. Aportar datos locales y regionales para realizar un diagnóstico de situación de salud ambiental.

4. Georreferenciar fuentes de contaminación ambiental que provoquen impacto sobre la salud para contribuir a la vigilancia epidemiológica ambiental.

5. Sensibilizar e informar a las familias y al equipo de salud acerca de la problemática ambiental y su relación con la salud de los niños (J. A. Ortega, Sánchez-Solís, López-Andreu, & Ferrís i Tortajada, 2012).

- **La Espirometría**

La espirometría es una prueba fundamental en la evaluación funcional respiratoria. Este test es utilizado frecuentemente en la práctica clínica y en estudios de poblaciones. Entre los diversos índices derivados de una espiración forzada, el Volumen Espiración Forzada (FEV1) y la Capacidad Vital Forzada (FVC) son los más usados debido a su buena reproducibilidad, facilidad de su medición, y su grado de correlación con la etapa de la enfermedad, condición funcional, morbilidad y mortalidad, es la técnica usada en la clínica para detectar alteraciones funcionales ventilatorias obstructivas, restrictivas o mixtas del aparato respiratorio, particularmente del pulmón. Esta prueba está indicada para: la valoración inicial de los pacientes con disnea, valoración inicial de los pacientes con cualquier enfermedad respiratoria, seguimiento de los pacientes con procesos respiratorios crónicos, valoración preoperatoria de enfermos con riesgo de complicaciones respiratorias, despistaje de afectación respiratoria en sujetos asintomático. La espirometría es una prueba diagnóstica que nos ayuda al conocimiento de la ventilación pulmonar. Se engloba dentro de las llamadas pruebas de función pulmonar. En ella se miden los flujos y volúmenes respiratorios útiles para el diagnóstico y seguimiento de algunas patologías respiratorias como la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) o el asma. Dicha prueba puede ser simple o forzada (M. Gutiérrez et al., 2007).

La espirometría forzada, prueba utilizada en el presente estudio, es aquella en que, tras una inspiración máxima, se le pide al paciente que realice una espiración de todo el aire, en el menor tiempo posible. Es más útil que la

anterior, ya que nos permite establecer diagnósticos de la patología respiratoria. Los valores de flujos y volúmenes que más nos interesan son:

1. Capacidad vital forzada (se expresa en mililitros): Volumen total que expulsa el paciente desde la inspiración máxima hasta la espiración máxima. Su valor normal es mayor del 80% del valor teórico.
2. Volumen máximo espirado en el primer segundo de una espiración forzada (se expresa en mililitros): Es el volumen que se expulsa en el primer segundo de una espiración forzada. Su valor normal es mayor del 80% del valor teórico.
3. Relación FEV1/FVC: Indica el porcentaje del volumen total espirado que lo hace en el primer segundo. Su valor normal es mayor del 70-75%. Técnicas en AP: Espirometría forzada 2/2
4. Flujo espiratorio máximo entre el 25 y el 75% (FEF25-75%): Expresa la relación entre el volumen espirado entre el 25 y el 75% de la FVC y el tiempo que se tarda en hacerlo. Su alteración suele expresar patología de las pequeñas vías aéreas (Núñez, Penín, & Moga, 2004).

4.3 Marco de referencia

4.3.1 Salud Ambiental

Según la Organización Mundial de la Salud, la salud ambiental es "aquella disciplina que comprende aquellos aspectos de la salud humana, incluida la calidad de vida y el bienestar social, que son determinados por factores ambientales físicos; químicos, biológicos, sociales y psico-sociales, externos de una persona." (OMS en Ordóñez, 2000). Es decir, que engloba factores ambientales que podrían incidir en la salud y se basa en la prevención de las enfermedades y en la creación de ambientes propicios para la salud.

El Grupo Interdisciplinario de Salud Ambiental de la Universidad de Guadalajara define la salud ambiental como:

...el campo del conocimiento que estudia la salud de las comunidades humanas y silvestres que interactúan en un territorio, entendidas éstas como sistemas complejos y dinámicos en donde coinciden aspectos económicos, políticos, científicos, tecnológicos, jurídicos, cultural, de salud pública y de desarrollo humano. Analiza las interacciones de las comunidades y reconoce factores de estrés y degradación como mecanismos desequilibrantes de los ecosistemas y paisajes, la calidad de vida y el desarrollo sustentable. Genera propuestas para desacelerar la tendencia de la degradación, prevenir y controlar las amenazas a la salud humana y restaurar las condiciones que mantienen el equilibrio y dan certidumbre a las comunidades y los territorios, para hacerlos habitables y sostenibles (GISA, 2001)

Howard Frumkin (2005) describe la evolución del concepto de salud ambiental, él encuentra que se origina a partir del libro de Rachel Carson, *La primavera silenciosa*, donde advirtió de los efectos de los plaguicidas sobre la ecología de la fauna, la invocación de una mortandad de aves por los efectos de la contaminación ambiental. Sin embargo, también advirtió de los efectos humanos de salud, agudos y crónicos, de daños en el hígado a la neurotoxicidad a cáncer. En las décadas siguientes, "la salud ambiental en

esencia se convirtió en sinónimo de reconocimiento y control de las exposiciones químicas” (p.1, traducción propia). Para este autor, al menos dos cambios de paradigma han revolucionado el campo desde el primer día de Rachel Carson. Uno ocurrió cuando la salud del medio ambiente se encontró con los derechos civiles, que forman el movimiento de justicia ambiental. Así mismo menciona, estamos en medio de la segunda, ya que la salud ambiental se reúne con la arquitectura y el urbanismo.

El movimiento por la justicia ambiental ha tenido un profundo efecto en el ecologismo y la salud ambiental. Afirmó un papel central para las perspectivas de la comunidad y se coloca de base de liderazgo en el centro de defensa de la salud ambiental. Un segundo cambio de paradigma en la salud ambiental se ha producido en los últimos años: una ampliación del enfoque del ambiente químico con el entorno construido (Frumkin, 2005).

Salud ambiental infantil: Los niños están más expuestos a los riesgos ambientales que los adultos, pueden estar expuestos a las amenazas ambientales más fácilmente. Por otra parte, sus cuerpos en desarrollo pueden exponerlos más a los peligros en su salud. Los distintos comportamientos y los estadios evolutivos encuentran a niños colocándose objetos en sus manos y bocas, rodando y gateando en el suelo y el piso, trepando a lugares peligrosos, descubriendo sus alrededores y probando nuevas aptitudes. Mientras tanto, estas características muchas veces colocan a los niños en situaciones de riesgo si viven, juegan, aprenden o trabajan en un ambiente degradado, contaminado o inseguro. Los niños pobres son los que más sufren. Tienden a vivir en ambientes peligrosos, más contaminados y degradados, mientras están mal nutridos y agobiados por sistemas que no son capaces de luchar contra las enfermedades e infecciones. Los niños pobres a menudo entran a formar parte de la fuerza laboral a una edad temprana para mantenerse ellos mismos o a sus familias (OPS- BVSDE, 2017).

V. METODOLOGÍA

El presente estudio es de tipo descriptivo, exploratorio y transversal, y el desarrollo metodológico se llevó a cabo en tres fases; la primera es un protocolo de muestreo, la segunda se realiza el análisis y en la tercera la evaluación de resultados de nuestras variables: aire, orina humana y función respiratoria en la población infantil.

5.1 Protocolo de muestreo de aire, de orina humana y de la función respiratoria en la población infantil

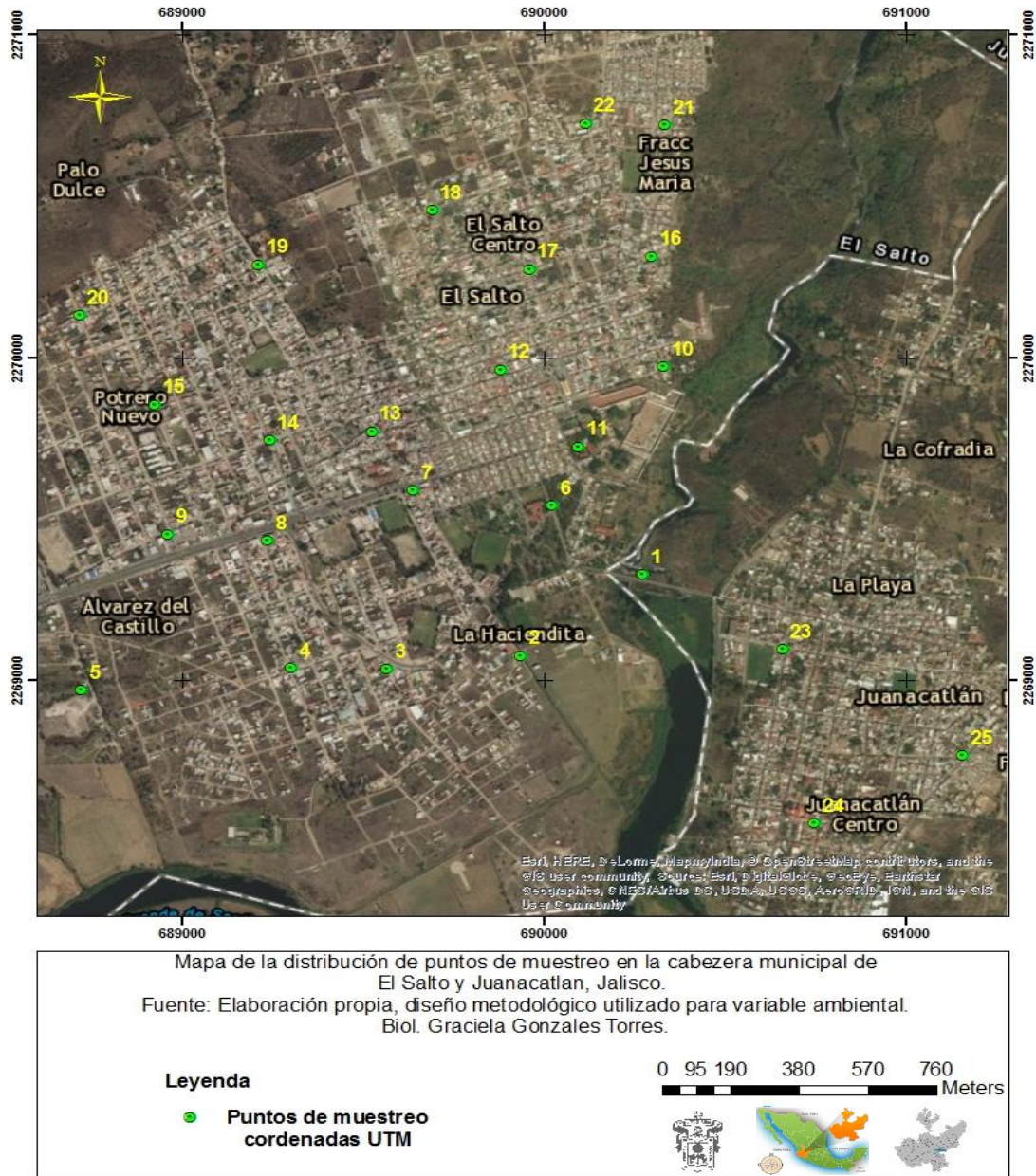
5.1.1 Diseño metodológico del muestreo ambiental

Se establecieron 25 puntos de muestreo, ubicados en zona de influencia que incluyen la mayoría de la cabecera municipal de El Salto y una parte de la cabecera municipal de Juanacatlán, 22 y 3 puntos (respectivamente), (mapa 1), cuya distribución espacial se considera representativa de cada zona, las distancias que se establecieron entre los sitios de muestreo (aproximadamente 500 metros), atendieron a factores externos que pueden influenciar la calidad del aire a determinar como son: cercanía con el río Santiago, con aguas residuales tanto urbanas como industriales, agropecuarias y de escorrentías temporales, con el vertedero Los Laureles que recibe los residuos domésticos de la zona metropolitana de Guadalajara y de las actividades propias de la población.

Mediante el uso del sistema de información geográfica Quantum Gis®, se ubicaron los puntos de muestreo, se geo referenciaron, (tabla 9) para lo cual, se utilizó el sistema de coordenadas denominado Universal Transversal de Mercator (en inglés Universal Transverse Mercator, UTM), dentro de la zona habitacional, en un radio de 2 kilómetros a la redonda de la fuente de emisión, la cascada en el río Santiago, bajo los siguientes criterios: recorrido visual para caracterización de la zona, su accesibilidad, distancia a partir de la fuente, alta emisión de olores, exposición de la población a contaminantes en aire

(principalmente gases), áreas de descarga evidente de aguas residuales, que fueran representativos y permitiera cubrir los límites de la zona de estudio y la ampliación de la zona geográfica por la limitación del tiempo para realizar un estudio transversal más extenso.

Mapa 1. Delimitación de la zona de estudio, puntos de muestreo en El Salto y Juanacatlán Jalisco



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Valores de georeferencia puntos de muestreo en unidades UTM

Punto de muestreo	Ubicación de la calle	Coordenadas X	Coordenadas Y
1	Río Santiago Puente de El Salto-Juanacatlán	690276	2269327
2	Prolongación Jalisco y Escuadrón 201	689936	2269076
3	Mártires de Cananea y Ctra. Juanacatlán	689568	2269034
4	Álvarez del Castillo y Ejército Constitución	689302	2269037
5	Camino a las Bombas y Fracc. Las Lilas	688724	2268969
6	Independencia y Hacienda	690024	2269541
7	Jalisco y Heliodoro Hernández Loza	689641	2269589
8	Batalla de Torreón y Heliodoro Hernández	689237	2269433
9	Juan Escutia y Gómez Farías	688962	2269452
10	Zaragoza y Cuauhtémoc	690333	2269972
11	Narciso Mendoza (Calle 50) y Heliodoro Hernández Loza(Real)	690071	2270313
12	Independencia y Constitución	689882	2269964
13	Jalisco y Gómez Farías	689527	2269771
14	Plan de Guadalupe y Constitución	689244	2269744
15	Revolución Norte y Reforma	688927	2269855
16	Agustín de Iturbide y Benito Juárez	690301	2270315
17	Hidalgo y Juventino Rosas	689961	2270276
18	Independencia y Ávila Camacho	689694	2270459
19	Jalisco y Ávila Camacho	689213	2270290
20	Juan Escutia y Lázaro Cárdenas	688718	2270133
21	Ahuehuate y Cedro	690337	2270723
22	San Pedro y San Miguel	690118	2270728
23	Reforma y Progreso Juanacatlán	690662	2269095
24	Herrera y Cairo y Allende Juanacatlán	690750	2268556
25	Prof. Hernández Loza y Zaragoza Juanacatlán	691160	2268766

El muestreo ambiental de aire para recolección de cada una de las variables, de acuerdo con programa, se realizó el mismo día para los 25 puntos considerando las distancias a recorrer entre los sitios de muestreo, con la finalidad de lograr los muestreos correctos de calidad y seguridad por las condiciones meteorológicas necesarias para realizarlos.

Las fechas de muestreo se establecieron considerando el objetivo de un estudio puntual, siendo determinante para muestreo ambiental las condiciones atmosféricas convenientes para la recolección del muestreo bacteriológico, de polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano y la medición de partículas menores a 10µm en aire. (Sin lluvia 4 días antes).

Asimismo, como parte del muestreo de la variable ambiental, se llevó a cabo la recolección de orina humana de los 66 niños que componen la muestra. Se estableció un calendario de muestreo, (tabla 10) considerando el objetivo a evaluar, el cual estuvo sujeto a modificaciones por cambios climáticos.

Tabla 10. Calendario de muestreo de la variable ambiental

Muestreo	Variable	Factores considerados para su realización
Oct 2015	Pruebas piloto Factores ambientales y de salud humana.	Recolección de tres muestras de aire para bacterias, en dos puntos de la zona de estudio. Se realizaron dos entrevistas con padres de familia para ajustar el instrumento de la Historia Clínica Ambiental
Oct.2015	Ambiental: Bacterias patógenas para sistema respiratorio y Polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano	Atmosfera sin lavado por lluvia previa de 4 días.
Feb.2016	Ambiental: Partículas atmosféricas en suspensión	Atmosfera sin lavado por lluvia previa de 6 días.
Marzo y Sept 2016	Ambiental: Plaguicidas en orina humana	1ª. Orina de la mañana en frasco estéril, de cada alumno participante en la muestra

Se determinó en cada punto de muestreo y para cada una de las variables ambientales; la fecha, la hora, la nubosidad, viento (velocidad), temperatura del aire, presión atmosférica, humedad relativa y altitud se utilizó una Estación meteorológica portátil, marca Kestrel K 4500® especialmente diseñado para el monitoreo medioambiental, dicho instrumento funciona como: anemómetro, termómetro, higrómetro, altímetro y barómetro, se describen (tabla 11) los parámetros utilizados en campo.

Tabla 11. Descripción de parámetros y unidades de medida hidrometeorológicos.

Parámetro	Unidad
Fecha	Día/ mes/año
Hora	Horario militar
Nubosidad	Cobertura y tipo
Velocidad de vientos	Km/hora
Temperatura	°C
Presión atmosférica	mmHg
Humedad relativa	%
Altitud	msnm

El protocolo de muestreo del proyecto de investigación de la variable ambiental incluye dos apartados. Especificaciones de las técnicas de muestreo y de preservación de la muestra, que se esquematizan en las tablas 12 y 13.

Tabla 12. Resumen de especificaciones técnicas y materiales para el muestreo ambiental

Variable	Método	Equipo utilizado	Materiales
Bacterias en aire	Mecánico	Analizador de Aire Millipore M Air T®	25 placas con cada uno de los tres medios de cultivo específicos: <ul style="list-style-type: none"> • Agar Salado Manitol (MAS) para <i>Staphylococcus</i> • Agar MacConkey (MAC) para Bacterias Gram negativas para <i>Klebsiella</i> • Agar Soya Triptícaseina (TSA), para búsqueda general de mesófilos aerobios, entre ellas <i>Pseudomonas</i>. Hojas de registro de datos, cámara fotográfica, hielera, con hielo gel, bata, guantes y cubre boca.
Polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano	Manual, barrido superficial en un metro ² por sitio de muestreo	No aplica	Hojas de registro de datos, Bastidor de madera de un metro cuadrado. brochas de 2" de diámetro, trozos de papel de estraza, Etiquetas. bolsas resellables tipo Ziploc®
Medición de Partículas PM menor a 10µm	Mecánico	Video Contador Partículas EXTECH Instruments VPC 300 ®	Hojas de registro de datos Cámara fotográfica.
Orina Humana	Recolección 1ª.orina de la mañana de cada niño	No aplica	Envase estéril, con etiqueta individualizada, hojas de registro de datos, cámara fotográfica.
Registro datos hidrometeoro lógicos	Electrónico	Estación meteorológica portátil, marca Kestrel K 4500®	Hojas de registro para cada una de las variables ambientales

Fuente: elaboración propia

Tabla 13. Especificaciones técnicas de preservación de la muestra ambiental

Muestra de aire	Material	Cantidad de muestra	Preservación de la muestra	Tiempo máximo de almacén
Bacterias	Placas de agar con enriquecimiento (CST), diferenciales y selectivos (MAC y MAS).	Volumen de aire 100 L/min	Refrigerar 4 a 10°C y en la oscuridad	12 horas
Polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano	Bolsas de plástico selladas	Peso Mínimo 20 gramos	Lugar fresco y seco y en la oscuridad Para la Preparación, se utilizó:	Tiempo indefinido
Partículas (PM) menores a 10 micras	No se almacenan	Volumen de aire Un pie cúbico durante un minuto	No aplica	No aplica
Muestreo de Orina humana	Envase plástico estéril	Volumen de orina 100 ml	Refrigerar 4 °C	120 días

Fuente: elaboración propia

5.1.1.1 Muestreo y preservación de bacterias en aire

El muestreo de aire para determinar la calidad bacteriológica consideró las recomendaciones metodológicas descritas en la Nota técnica; agentes biológicos: planificación para la medición, elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene de España (Hernández Calleja, 2001).

El muestreo de bacterias en aire se realizó por el método mecánico, de impacto sobre superficies sólidas, referido por De la Rosa et al (2002) (en García et al, 2006) este método es frecuentemente usado para el aislamiento de hongos y bacterias que se encuentran en el ambiente, se basa en la cuantificación de los microorganismos contenidos en 1000 L ó 1 m³ de aire.

Se utilizó un equipo muestreador de Aire (Millipore Mair T® (figura 2) con 75 placas de medio de cultivos de 73 mm de diámetro x 6 mm de alto (equivalente a un área de 44 cm²).

Para el muestreo de aire ambiental, se realizó uno de prueba, se ajustó la extracción de aire a 100 litros por minuto en el analizador, la revisión del conteo de Unidades formadoras de Colonias (UFC), permitió observar la saturación del medio, con crecimiento bacteriano en condiciones de laboratorio, lo cual fue adecuado, y se estableció la validación de 100 L/min de extracción de aire para el resto del muestreo. La altura del muestreo fue de 1.5 metros.

En estas placas con 20 ml de medio, siguiendo el manual del equipo; una vez en el punto de muestreo, el responsable se colocó los guantes estériles y las piezas del equipo de monitoreo microbiológico ambiental fueron desinfectadas con toallas sanitizantes Millipore, para cada cambio, se colocó el casete o caja de Petri con medio de cultivo específico en el cabezal del analizador de aire, procediendo a destapar la caja y asegurar la rejilla micro perforada; se encendió la bomba para que se absorba la cantidad de aire previamente seleccionada, de 100 L/min de extracción de aire.

Se utilizaron tres medios de cultivo, que se seleccionaron de acuerdo con los géneros de bacterias que se relacionan con las patologías de vías respiratorias que se reportan en la población de la zona de estudio (DGIS 2015). Medio de Agar Salado Manitol (MAS) para Bacterias Gram positivas; Estafilococos y Estreptococos, Agar MacConkey (MAC) para Bacterias Gram negativas; *Klebsiellas* y *Pseudomonas*, Agar Soya Tripticaseina (TSA); para búsqueda general de mesófilos aerobios.

Dichos medios se caracterizan por estimular el desarrollo de ciertas especies bacterianas y a la vez inhibir el desarrollo de otras especies, lo que permite el aislamiento y diagnóstico de las bacterias con facilidad y rapidez. Estas características se obtienen por la adición de sustancias tales como colorantes, concentraciones de sales. (Koneman 2012).



Figura 1 Analizador de Aire (Millipore Mair T®) utilizado para muestreo de bacterias.

Se realizó el muestreo de aire en 25 puntos en total, 22 en El Salto y 3 en Juanacatlán el día 27 de octubre 2015, de 8:00 a 17:00 horas. Se llenaron las hojas de muestreo y se registró los datos de las variables hidrometeorológicas de acompañamiento.

Una vez terminado el tiempo de muestreo para cada medio de cultivo, los casetes fueron rotulados y sellados con papel parafilm y almacenados a 4 °C.

Posteriormente que se tomaron las muestras de aire, en cada uno de los casetes con medio de cultivo, se transportó el conjunto de 75 muestras con condiciones de temperatura hasta su procesamiento en el Laboratorio de Microbiología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara y se incubaron a 37° C por 48 horas, para para la determinación de mesófilos aerobios e identificación de las principales bacterias que afectan vías respiratorias que fueron previamente seleccionadas; *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *S. pneumoniae* y *P. aeruginosa*.

5.1.1.2 Muestreo y preservación de polvos atmosféricos en suelo urbano

Para la recolección de polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano, se utilizó una adaptación del método de muestreo referido (Peña, Maciel, Rosas, & Tapia, 2016), los materiales utilizados para delimitar el área de recolección: bastidor de madera de 1 m², 2 brochas de 2" de diámetro, trapo desechable para limpieza de brochas, 25 trozos de papel de estraza, 25 bolsas pequeñas y 25 bolsas medianas, tipo Ziploc® con etiqueta del punto de muestreo.

La recolección de la muestra se realizó el 27 de octubre del 2015, para identificar la composición de iones elementales metales, mediante microscopía electrónica de barrido. En cada punto de muestreo se colocó el bastidor de madera, en el suelo, se dividió a su vez el área interior en 4 partes iguales y se procedió al barrido con brocha iniciando de los extremos al centro de cada parte, la recolección de polvo barrido de las cuatro partes dentro del m² se hizo con papel de estraza, el requerimiento mínimo de recolección de polvo fue de 5.0 gramos, y se depositó en bolsa plástica y etiquetada.

Se transportó el conjunto de muestras con condiciones de temperatura ambiente al Laboratorio de Salud Ambiental del Departamento de Ciencias Ambientales del CUCBA, y se conservaron en lugar fresco, seco y en obscuridad para el siguiente proceso de preparación para el análisis

5.1.1.3 Muestreo de medición de partículas PM menor a 10µm

Se utilizó el Contador de Partículas en Aire con cámara de video incorporada Modelo VPC300 de la marca EXTECH Instruments®, el cual permite medir y analizar seis tamaños de partículas simultáneamente. Esta técnica de muestreo ambiental y de análisis inmediato permite ser eficientes, los tiempos de análisis son cortos respecto a las técnicas convencionales.

La medición del número de tamaño de partículas, en 25 puntos de muestreo en la zona de estudio, se realizó el día 23 de febrero del 2016 en día entre semana, en el transcurso de la mañana con mismas condiciones meteorológicas y en diferentes zonas con variabilidad de tráfico la medición se realizó durante el lapso de un minuto por punto. La altura del muestreo fue de 1.5 mts.

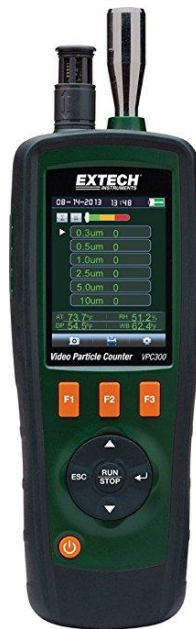


Figura 2. Video contador de partículas Extech VPC300.

5.1.1.4 Muestreo de plaguicidas en orina de la población infantil

Se entregó un frasco estéril de plástico para la muestra de orina a cada uno de los niños del centro escolar, residentes en la zona, participantes en el proyecto de investigación, el día anterior a la recolección de la muestra, posterior se recolectó la primera orina de la mañana, conteniendo un mínimo de 100 ml., se realizó un registro de nombres y archivo fotográfico de cada muestra y su donante. Se transportó el conjunto de muestras con condiciones de temperatura de 4°C al Laboratorio de Farmacocinética Aplicada del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad de Guadalajara, se conservó la muestra congelada para su posterior análisis. La recolección se realizó a 39 niños en el mes de marzo y a 27 en el mes de septiembre del mismo año.

5.1.2 Diseño metodológico del muestreo de la función respiratoria

Para la obtención de información documental, búsqueda en fuentes primarias, se procedió a utilizar, seleccionar, integrar y gestionar la información cartográfica, estadística y bases de datos de población del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información (INEGI), Dirección General de Información en Salud (DGIS), Secretaría de Salud Jalisco (SSJ), Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco (SEMADET), Ayuntamiento de El Salto, y en las Instituciones públicas y privadas de salud, para identificar el comportamiento de enfermedades respiratorias en población infantil, reporte de casos de forma retrospectiva de 10 años.

La selección y tamaño de la muestra: se realizó con 66 niños (a) alumnos de dos grupos de 5º Grado de primaria. Población infantil, Niños y niñas entre 9 y 11 años, alumnos de la Escuela Primaria Urbana No. 457, “María Guadalupe Ortiz Uribe”, (Centro escolar ubicado a una distancia aproximada de 300 metros del Río Santiago por el lado poniente del cauce), cuyos padres de familia, fueron residentes en la cabecera municipal de El Salto Jalisco, aceptaron contestar preguntas como parte de la elaboración de la historia clínica ambiental en relación al estado de salud de sus hijos, permitieron la aplicación de una prueba sensible diagnóstica, denominada espirometría, y que otorgaron una muestra única de orina.

Para la determinación de la participación de los grupos de niños, se presentó a la dirección escolar y maestros de grupo de la primaria seleccionada el proyecto de investigación enfatizando en los objetivos de la variable de salud, en donde intervendrían los padres de familia y los niños, se plantearon las siguientes consideraciones: en primer término se evaluó la edad adecuada para tener la posibilidad de que la enfermedad respiratoria en caso de existir ya estuviera presente y pudiera evidenciarse más claramente, además de que los niños tuvieran la capacidad de responder a algunas preguntas de la historia clínica, que los escolares pudieran entender y colaborar en el proceso de aplicación de la prueba espirométrica, de manera individualizada, para valorar su capacidad y función pulmonar.

Se les pidió de acuerdo a su experiencia, emitieran su opinión sobre la disposición a participar entre los alumnos de 4º, 5º, y 6º Grado, en el muestreo de la función respiratoria. La respuesta fue que los de 5º grado, los cuales están en la mejor condición para el cumplimiento de los objetivos y también tener la posibilidad de contar con ellos el siguiente ciclo escolar en caso de proseguir con estudios subsecuentes.

Normas de bioética: el estudio se realizó con respeto a los principios de autonomía, confidencialidad y beneficencia de acuerdo con las normas internacionales vigentes para investigación en seres humanos. Este estudio no

comprometió bajo ningún aspecto la salud o vida de los niños(as) que participaron en el mismo. Se solicitó el permiso de los padres a través de la firma de consentimiento informado, para que los datos pudieran ser utilizados con fines estadísticos. Dicho documento quedó registrado en el Comité de Ética del Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara. En capítulo de Anexos se muestra el instrumento utilizado.

Criterios de inclusión: se incluyen niños cuyos Padres de familia, deseen participar en un estudio descriptivo, que residan dentro de la zona de estudio del municipio de El Salto, y que sean alumnos del 5º. Grado del centro escolar seleccionado, que firmen la carta de consentimiento informado, accedan a contestar las preguntas para la elaboración de la historia clínica ambiental, que permitan la aplicación de la espirometría a su hijo(a) y entreguen una muestra de orina.

Criterios de exclusión: Se excluyen niños cuyos padres de familia, no deseen participaren el estudio descriptivo, no residan en la zona de estudio del municipio de El Salto, que no sean alumnos del 5º. Grado del centro escolar seleccionado, que no firmen la carta de consentimiento informado, que no accedan a contestar las preguntas para la elaboración de historia clínica ambiental, que no permitan la aplicación de la espirometría a su hijo(a) o que no entreguen la muestra de orina.

Se programó una calendarización de actividades (tabla 14), para el desarrollo del muestreo de la función respiratoria.

Tabla 14. Calendario de actividades muestreo función respiratoria

Muestreo	Variable	Factores considerados para su realización
Enero a Junio 2016.	Salud Humana: Función respiratoria. Historia clínica de patología respiratoria (HCA).	Entrevistas para llenado de cuestionario de (HCA) con padres de familia de manera individualizada, con apoyo de médicos generales.
Febrero y Mayo 2016	Salud Humana: Prueba Diagnóstica fisiología respiratoria (Espirometría forzada) 1ª prueba basal y 2ª de confirmación niños con Anormalidad Restrictiva (AR)	Niños desayunados y sensibilizados sobre el tipo de prueba. La realización de la Espirometría con apoyo de médico especialista.

El protocolo de muestreo del proyecto de investigación de la variable de salud incluye dos apartados: Técnicas, materiales de muestreo y de preservación de la muestra que se esquematizan en las tablas 15 y 16:

Tabla 15. Especificaciones técnicas y materiales para muestreo de la función respiratoria

Variable	Actividad	Equipo utilizado	Materiales
Función Respiratoria	Llenar un cuestionario de cada padre de familia de los escolares participantes en la muestra		Instrumento impreso adaptado de la Historia Clínica Ambiental de la Patología Respiratoria Consentimiento Informado, firmado por los padres de familia participantes. Cámara fotográfica
Función Respiratoria	Aplicación de Espirometría individualizada a cada uno de los escolares	Espirómetro Modelo Spiro 420	Citatorios para los Padres de familia Hojas de registro de datos individuales y colectivos de los escolares, Cámara fotográfica, Báscula electrónica, Estadímetro.

Tabla 16. Especificaciones técnicas de preservación de la muestra función respiratoria

Muestra de la función respiratoria	Material	Cantidad de muestra	Preservación de la muestra	Tiempo máximo de almacén
Elaboración de la Historia Clínica Ambiental	Instrumento adaptado de la Historia Clínica Ambiental	Un cuestionario a cada padre de familia de los escolares participantes en la muestra	Archivo físico: expediente del escolar consentimiento informado, copia simple del certificado de nacimiento y de la cartilla de vacunación	Permanente
Aplicación de la Prueba diagnóstica sensible "Espirometría forzada "	Resultados impresos de la Espirometría	Aplicación Espirometría forzada, de manera individualizada a los escolares	Impresión de los resultados emitido por el Equipo Espirómetro. Elaborar copia de seguridad y para entrega de resultado a los padres de familia.	Permanente

5.1.2.1 Muestreo de la función respiratoria

La recolección de información del estado de la función respiratoria de 66 niños(as) participantes en el estudio, se llevó a cabo en las instalaciones del plantel educativo seleccionado, ubicado dentro del área de estudio. Se aplicó un cuestionario a los padres de familia de los escolares utilizando el instrumento de la Historia Clínica Ambiental y se efectuó de manera individualizada a los niños la prueba sensible diagnóstica denominada "Espirometría forzada".

Aplicación del cuestionario de la Historia Clínica Ambiental

La elaboración de la Historia Clínica Ambiental (HCA) se realizó mediante cuestionario estructurado, se utilizó una adaptación del instrumento original denominado "Historia clínica medioambiental en el niño con patología respiratoria", desarrollado por Ortega *et al.* (2012) de la Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica en Murcia, España, que consiste en un conjunto de preguntas básicas y concisas, estructuradas en varios segmentos para una evaluación de riesgos medioambientales rápida y fiable en pediatría, que se describen en la tabla 17.

Tabla 17. Segmentos que componen el instrumento de la Historia Clínica Ambiental

Datos Sociodemográficos	Datos de identificación del Padre o Tutor, Datos personales sobre el Escolar
Antecedentes de salud familiar	Antecedentes familiares patológicos, Antecedentes no patológicos
Antecedentes de desarrollo del escolar	Antecedentes prenatales, de Desarrollo y Alimentación
Salud respiratoria del escolar	Síntomas respiratorios, Clasificación de Asma, Antecedentes patológicos del escolar
Condiciones de la casa habitación	Condiciones en casa, Ambiente construido, Dormitorio del niño, Cocina, Calentador de agua, Limpieza, Condiciones exterior de la casa, Baño y Aseo, Mascotas
Historial laboral de la Madre y del Padre	Situación actual, Relación trabajo actual o anteriores relacionados al embarazo, Exposiciones

Fuente: Elaboración propia a partir de HCA desarrollada por Ortega et al. (2012).

La Historia Clínica Ambiental puede ser realizada por pediatras, enfermeros/as o estudiantes en prácticas. Estos conjuntos de preguntas están diseñadas para una evaluación en profundidad de los factores de riesgo medioambiental relacionados con la patología respiratoria más frecuente en pediatría (crisis de asma, bronquitis, tos crónica, infecciones respiratorias de vías altas o bajas). Se realizó la operacionalización de variables de la historia clínica, el contenido y orden de las distintas secciones del formato utilizado, el cual puede apreciarse en Anexos.

Una vez identificados los participantes, en reunión previa con los padres de familia, en las aulas de clases del plantel escolar, posterior se procedió a enviar una carta de invitación y/o citatorio con fecha y hora de la entrevista, para el llenado del cuestionario de la (HCA) y la solicitud de autorización para participar en el proyecto de investigación, para lo cual se utilizó el formato de consentimiento informado, en el que se les explicaron los pormenores del estudio, poniendo especial énfasis, de nuevo, en que la seguridad de sus hijos

no estaría en riesgo y que sus datos solo tendrían uso estadístico. Los formatos utilizados se muestran en (Anexos figuras 2, 3, 4, 5, 6,7)

Asimismo, en todo momento se puso a su disposición los datos de contacto (vía telefónica), de los responsables del proyecto de investigación para las preguntas o dudas que pudiesen tener. Por otra parte, la participación de los padres y de los niños fue absolutamente voluntaria y siempre se les ofreció una explicación del estudio y se respondió a las preguntas.

Los participantes fueron entrevistados de manera individual por los estudiantes de medicina en la Universidad de Guadalajara, quienes recibieron capacitación sobre el llenado de la HCA, a cargo la Dra. Karina García y la Dra. Paola García, en el aula de cómputo en horario de clases y en las oficinas de una asociación civil local durante las tardes o en fin de semana. La iluminación y la ventilación eran adecuadas, además de que la atmósfera por lo regular estaba exenta de ruido. Cada entrevista para el llenado del cuestionario, tuvo una duración promedio de 40 minutos y fue registrada en fotografía. En ocasiones se hizo necesario adaptar o reformular las preguntas según las características individuales de los entrevistados y sus respuestas.

Aplicación de la Espirometría a la población infantil

La aplicación de la prueba diagnóstica sensible e realizó utilizando un equipo disponible Espirómetro Spiro 420®, que estuvo a cargo del Dr. Jorge Rosas Cacho, de la Unidad de Fisiología Pulmonar del Antiguo Hospital Civil de Guadalajara. La prueba basal se aplicó a 66 niños de los grupos de 5º Grado, distribuidos en dos fechas el día 4 y 12 de Febrero del 2016, de 10:30 a 13:00 horas, en las Instalaciones del centro escolar.

Se contactó previamente a su profesor o profesora del grupo de niños, a quien ponía en antecedentes del estudio y se acordaba el procedimiento de envío de notificación dirigido a los padres, así como el día y hora para realizar la prueba a sus alumnos.

Se llamó telefónicamente en algunas ocasiones al padre de familia (en caso de que no les hubiese llegado la notificación como eventualmente ocurrió con algunos niños). Previamente a la aplicación de la prueba, se realizó un taller de información y sensibilización con los niños, se les presentó un video sobre la prueba de Espirometría, como se efectúa NIOSH- INER (2007), las razones para hacerla, poniendo en contexto del lugar donde viven y se desarrollan, se hizo ensayo sobre la intensidad del soplido que requiere dicha prueba y se dieron algunas instrucciones para el día de la prueba, como la de estar desayunados y si lo deseaban estar acompañados por sus padres.

El día de la prueba los alumnos salían en pequeños grupos de sus respectivas clases al espacio designado para tal efecto, se procuraba crear una atmósfera relajada explicándoles a los niños el propósito de la espirometría y que iba a ser audio grabada, a través de una conversación informal se respondía a las preguntas que pudiesen tener respecto al médico aplicador de la prueba, ya sea relacionadas al estudio o incluso de tipo personal, lo que daba la pauta, a su vez, para obtener información general acerca de los participantes (por ejemplo lugar de origen, enfermedades respiratorias padecidas en ese momento).

Se aseguraba a los niños que su participación era totalmente voluntaria, que no representábamos a su Institución escolar, que la información que ellos nos proporcionasen era completamente confidencial y que podían regresar a su clase en el momento en que así lo decidieran.

Se llevó a cabo un registro de datos de las variables independientes de cada niño(a): la edad (fecha de nacimiento), sexo, peso, talla y raza, para lo cual se utilizó un estadímetro y báscula electrónica, los datos se introdujeron en el equipo, ya que son factores necesarios para que se realice el análisis de los volúmenes y flujos respiratorios de cada niño, además se registraron las condiciones hidrometeorológicas del día de la aplicación de la prueba.

El médico especialista formó grupos de cinco niños para que al estar aplicando la primera prueba del grupo, los demás pudieran ver el procedimiento y

apoyarse mutuamente. Se aplicó la prueba a cada uno, en posición de sentado recto, sin calzado, se utilizaron boquillas desechables y presilla para la nariz. La técnica de la Espirometría consiste en hacer tres tiempos de la prueba, se pidió a los participantes de la muestra que inspiren, se coloquen la boquilla acoplada al espirómetro y expiren inmediatamente, durante 6 segundos continuos. Las pruebas fueron desarrolladas de manera ordenada, pero flexible según las pautas del método clínico.

5.2 Analítica de aire, de orina humana y de la función respiratoria en la población infantil

5.2.1 Microbiológica de bacterias patógenas para sistema respiratorio por bioquímica

El diseño metodológico de este análisis para la identificación de bacterias tiene como referencia la Norma Oficial Mexicana NOM-115-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la determinación *Staphylococcus aureus* en alimentos, las especificaciones técnicas establecidas las fases descritas por Casas et al (2013), en la figura 12 se muestra el diagrama de flujo.

El análisis de aire para determinar la calidad microbiológica consideró las recomendaciones metodológicas para los contaminantes biológicos y los criterios de valoración, desarrolladas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene de España, detalladas en la guía de buenas prácticas NTP 608v (Ana Hernández Calleja, 2001): Agentes biológicos: planificación de la medición.

Las etapas de trabajo que se siguieron para el análisis se detallan a continuación:

- Cuantificación
- Aislamiento
- Resiembra de cepas
- Análisis de Morfología colonial
- Prueba de Morfología Tintorial de Gram
- Obtención de cultivo axénico, cultivo puro
- Pruebas bioquímicas

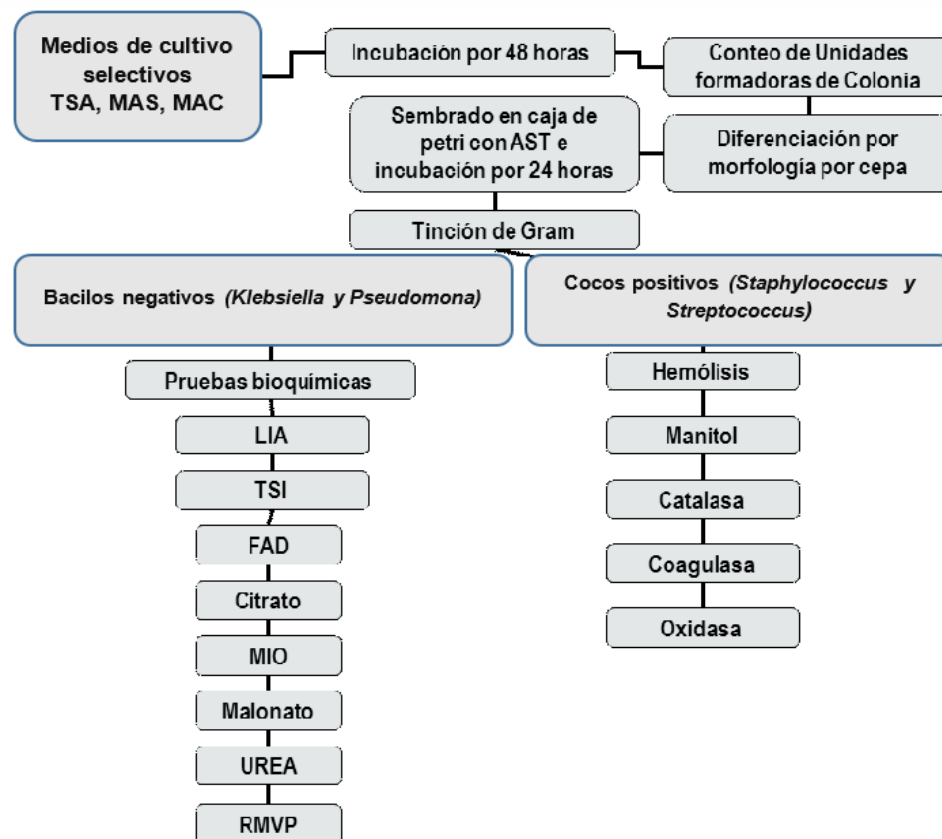


Figura 2. Resumen del procedimiento en laboratorio para la identificación de bacterias.

Fuente: Adaptado de Arellano, et al (2015)

- Cuantificación

Se realizó el conteo de Unidades Formadoras de Colonias, (UFC/cm³) en las 75 muestras obtenidas de los 25 puntos de muestreo), se utilizó el contador de colonias “Quebec®”. Para realizar el conteo se consideró a la NOM-092-SSA1-1994, *Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa*.

Se realizó el conteo utilizando una constante calculada de acuerdo con el tamaño de las placas de medio de cultivos, en el cual se impactaron las partículas contenidas en el volumen de aire muestreado y se propagaron los organismos viables, se basa en la cuantificación de los microorganismos contenidos en 100 L/min de aire.

La fórmula utilizada fue $UFC/100L/min = \bar{x} \pi * (r)^2$.

Donde UFC (Unidades formadoras de colonias por placa de un muestreo de 100 Litro por minuto) corresponde \bar{x} (promedio por centímetro cuadrado) por π (pi constante de 3.1416) multiplicado por r^2 (radio de la placa al cuadrado).

Los microorganismos resultantes se registraron en tablas de Excel ®.

No se cuenta con Norma Oficial Mexicana (NOM) o normativa legal internacional sobre los valores límite para agentes biológicos, que permita la evaluación de los resultados, sin embargo para las Unidades Formadoras de Colonias, (UFC/m³) se determinaron categorías de concentración de bacterias en el aire de acuerdo con el documento editado en 1993 por la Comisión de las Comunidades Europeas, (tabla 18) las cuales se representan en una estratificación de cinco grupos o niveles de contaminación definidos de la siguiente manera: muy baja < 50 UFC/m³, baja de 50 a 100 UFC/m³, intermedia de 100 a 500 UFC/m³, alta de 500 a 2,000 UFC/m³ y muy alta >2,000 UFC/m³ (CEC, 1993).

Tabla 18. Valores de referencia, estratificación por niveles de concentración

Muy baja	Baja	Intermedia	Alta	Muy alta
< 50 UFC/m ³	50-100 UFC/m ³	100-500 UFC/m ³	500-2,000 UFC/m ³	>2,000 UFC/m ³

Fuente: CEC 1993, Reporte No. 12

- Aislamiento

Se tomaron muestras de cada una de las placas y se seleccionaron aquellas colonias que presentaban diversidad de morfología colonial de los diferentes medios de cultivo, enumerados por punto de muestreo. Una vez llevada a cabo la siembra, se incuban a 37° C por 48 horas.

- Resiembra de cepas

Se realizó la resiembra de diversos medios de cultivo para caracterizar las colonias y poder obtener colonias axénicas: Agar Salado Manitol (MAS) para los géneros *Staphylococcus* y *Streptococcus*, Agar MacConkey (MAC) para Bacterias Gram negativas como *Klebsiella* y Agar Soya Triptícaseina (TSA), para búsqueda general de mesófilos aerobios, entre ellas *Pseudomonas*. Las cepas de interés se resembraron en tubos de agar AST de los 25 puntos de muestreo.

- Análisis de morfología colonial

Después de la incubación de las muestras se hizo la observación macroscópica de la morfología colonial del crecimiento en los diferentes medios de cultivo utilizados para los 25 puntos de muestreo, y se analizó cada una de las características visibles de las colonias formadas en los diferentes medios de cultivo utilizados, como fueron: tamaño, forma, margen, propiedades ópticas, elevación, textura y pigmento, (tabla 19) así como, cambios en el medio de cultivo que presento donde hubo crecimiento bacteriano, que se manifestaron las reacciones metabólicas de cada una de las bacterias en estudio

Tabla 19. Características utilizadas para la identificación de las colonias bacterianas

Tamaño:	diámetro en milímetros
Forma:	puntiforme, circular, filamentososa, irregular, rizoide, ahusada
Margen	(borde de la colonia): liso o continuo, ondulado, lobulado, corroído, filamentososo, encrespado
Elevación	plana, elevada, convexa, pulviniforme (en forma de almohada), en forma de botón, umbilicada
Color	blanca, amarilla, negra, beige, naranja, otros
Superficie	brillante, mate, otras
Consistencia	untuosa o mantecosa, viscosa, membranosa, quebradiza
Densidad:	opaca, translúcida, transparente

Fuente: (Koneman, 2012)

Dichas colonias se clasificaron de acuerdo con las características de crecimiento en los diferentes medios de cultivo de las colonias formadas por bacterias patógenas para sistema respiratorio, (tabla 20) se realizó identificación preliminar.

Tabla 20. Características de las colonias formadas por bacterias patógenas analizadas.

Tipo de colonia	Grupo Bacteriano	Pruebas bioquímicas
Convexa, bordes lisos, 2–3 mm, cremosa, amarillenta, zona de β -hemólisis, olor a calzado sucio	<i>Staphylococcus</i>	Catalasa Coagulasa DNasa Utilización de manitol
Convexa, pulviniforme, translúcida, de tamaño puntiforme, mantecosa, zona ancha de β -hemólisis, olor a manteca.	<i>Streptococcus</i>	Catalasa Tolerancia al NaCl 6,5%
Plana, opaca, gris a verdosa, márgenes corroídos o dispersos, pigmento verdeazul, olor similar a uvas	<i>Pseudomonas</i>	Citocromo Oxidasa Flourescencia por asimilación de hidratos de carbono DNasa Crecimiento a 42 °C
Colonias grandes planoconvexa, mucoides, brillantes, forma irregular, también se observan redondeadas, bordes ondulados.	<i>Klebsiella</i>	Lactosa positivo (consume el carbohidrato lactosa lo cual acidifica el medio y el indicador rojo de fenol cambia rojo-rosado, por ello las colonias se ven de ese color).

Elaboración propia Fuente: Koneman, 2012

- **Análisis Pruebas Tintoriales de Gram**

Una vez realizado el estudio macroscópico, se realizó la tinción del microorganismo con el método de Gram (Pelczar, Reid 1982), el cual permite

establecer una rápida evaluación de morfología y complejidad bacteriana, se utilizó para buscar la presencia de bacterias patógenas y se caracterizaron como Gram positivas o Gram negativas en base a las propiedades químicas y físicas de sus paredes celulares. La secuencia de la tinción es la siguiente: el Frotis fijado con calor se tiñe 1 minuto con Violeta Cristal, se lava con agua, se cubre con solución Yodada durante 1 min y se lava de nuevo con agua, decolorar con mezcla alcohol etílico/acetona. Escurrir y cubrir con Safranina (color de contraste) durante 20 segundos, lavar y secar.

Las bacterias Gram-positivas y Gram-negativas tiñen de forma distinta debido a las diferencias constitutivas en la estructura de sus paredes celulares, además de observar formas bacterianas, con ayuda del microscopio, los teñidos de color azul-violeta son microorganismos Gram-positivos y cuando se visualizan de color rojo-rosado son microorganismos Gram negativos.

- Obtención del cultivo axénico

Para la obtención del cultivo puro, se procedió al aislamiento de cada una de las formaciones coloniales de los medios de cultivo primarios. Para la resiembra se prepararon 5 medios de cultivo diferenciales que son medios comunes o mejorados, con adicción de ciertas sustancias que ponen de manifiesto determinadas propiedades bioquímicas, inherentes a algunas especies bacterianas, como por ejemplo: producción de gas H₂S, de ácidos, de sustancias alcalinas, acción proteolítica, acción lipolítica, etc., se describen características de los medios de cultivo en la tabla 21. Estas sustancias o indicadores permiten diferenciar rápidamente una especie microbiana de otra semejante (Cárdenas Ortega et al., 2010).

Se utilizó Eosina azul de metileno (EMB) para el crecimiento de *Klebsiella*, Agar Salado Manitol (MAS), para *Streptococos* y *Estafilococos*, MacConkey (MAC), para bacterias no fermentadoras de lactosa, (STAPH) para *Staphylococcus* y (PSE) para *Pseudomonas*.

Tabla 21. Tipod de medios diferenciales, características morfológicas y metabolismo bacteriano.

Tipo de Medio selectivos y diferenciales	Contenido y motivo de uso	Tipo de bacteria que crece en el medio	Caract. morfológicas y/o metabólicas de la colonia
Eosina azul de metileno (EMB)	Contiene una mezcla de peptonas y dos carbohidratos lactosa y sacarosa, para obtener un mejor rendimiento en el aislamiento selectivo de entero bacterias y otras especies de bacilos Gram negativos de rápido desarrollo y escasas exigencias nutricionales. Diferenciación muy clara entre las colonias de organismos fermentadores de lactosa y aquellos que no la fermentan; el contenido de eosina y azul de metileno inhiben en cierto grado organismos Gram positivos.	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Mucosas, rosa pálido o transparentes confluentes
Agar Salado Manitol (MAS),	El extracto de carne y la pluripeptona, constituyen la fuente de carbono, nitrógeno, vitaminas y minerales, el manitol es el hidrato de carbono fermentable, el cloruro de sodio utilizado para el aislamiento y diferenciación de estafilococos. Los estafilococos crecen en altas concentraciones de sal, y pueden o no fermentar el manitol. Los estafilococos coagulasa positiva fermentan el manitol.	<i>Staphylococcus aureus</i>	Amarillas rodeadas de una zona del mismo color.
Mac Conkey (MAC),	Contiene Sales biliares (medio inhóspito para el crecimiento de bacterias Gram positivas, excepto <i>Enterococcus</i> y algunas especies de <i>Staphylococcus</i>), colorante cristal violeta (inhóspito para cierto tipo de bacterias Gram-positivo), colorante rojo neutro (el cual marca microorganismos que fermenten la lactosa) sirve como un indicador visual de pH, distinguiendo así las bacterias Gram negativas que pueden fermentar la lactosa (Lac+) y las que no (Lac-).	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Rosadas redondas opacas
Staphylococcus (STAPH)	Agar Sangre, permite el aislamiento y diferenciación presuntiva de estafilococos	<i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Streptococcus</i>	Cambio de color del medio a Rojo
Pseudomona (PSE),	La peptona de gelatina aporta los nutrientes necesarios para el desarrollo bacteriano, la glicerina favorece la producción de pigmentos, las sales de magnesio y potasio estimulan la producción de piocianina utilizado para el aislamiento, la detección y la diferenciación de especies de <i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Observación de los pigmentos piocianina, azul o azul verdoso rodea la colonia

Fuente: Koneman (2012)

Se sembró en los medios de cultivo secundarios diferenciales, la cepa que tuvo crecimiento en cada uno de los medios de cultivo primarios, se incubaron a 37° C por 48 horas, pasado el termino de incubación, se registró la presencia del crecimiento de o no de cada inoculación de acuerdo a las características morfológicas y al metabolismo de las bacterias en las colonias observadas, prestablecida en la bibliografía para los géneros de bacterias patógenas; *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomona aeruginosa*, los resultados obtenidos se vaciaron a la base de datos y se hizo archivo fotográfico de cada uno de los cultivos.

- Pruebas bioquímicas

Procedimiento utilizado para la identificación de la diversidad bacteriana, consisten en distintos test químicos aplicados a medios biológicos, los cuales, conocida su reacción, nos permiten identificar distintos microorganismos presentes, (tabla 22). Su sistema de funcionamiento consiste en determinar la actividad de una vía metabólica a partir de un medio de cultivo y que la bacteria al desarrollarse en este medio puede o no incorporar el sustrato.

Tabla 22. Pruebas de metabolismo para bacterias

Cocos positivo	Manitol, Hemolisis, Coagulasa, Tolerancia al NaCl, Oxidasa, Catalasa, DNAasa
Bacilos Negativos	Agar de hierro y triple azúcar(TSI) (Glucosa, Lactosa, Sacarosa, H ₂ S, CO ₂), Agar de hierro y lisina (LIA) (Lisina Descarboxilasa, Lisina Desaminasa), Citrato de Simmons (Citrato, Malonato), Medio MIO (Indol, Ornitina, Movilidad), Fenilalanina , Rojo Metilo y Voges Proskauer

Fuente: (Cárdenas Ortega *et al.*, 2010)

Se realizaron pruebas bioquímicas respectivas de cada grupo resultante, para identificar las especies patógenas para sistema respiratorio. Previamente, se hicieron las preparaciones de diferentes medios de cultivo, resiembras de aseguramiento de cepa y de obtención de cultivos frescos para realizar las pruebas.

La identificación bioquímica se realizó siguiendo los protocolos propuestos por Koneman *et al.* (2012). Por ejemplo *S. aureus* se identificó mediante la prueba

de coagulasa e hidrólisis de ADN (ADNasa), para *Streptococcus β-hemolítico*. Los bacilos Gram negativos fermentadores se identificaron mediante la fermentación de lactosa, utilización de citrato, hidrólisis de la urea, producción de indol y motilidad. Los bacilos no fermentadores se identificaron mediante la prueba de oxidasa, oxido-fermentación. Para *Pseudomona* se utilizaron algunas pruebas metabólica, lo fundamental fue la siembra en medio cetrimida y el fundamento que tiene este medio para *P. aeruginosa*.

Al final se realizaron pruebas de confirmación de especie, mediante el uso del sistema API20E Biomériux®, es un sistema de pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de la familia Enterobacteriaceae y otros bacilos Gram-negativos, mediante 23 pruebas bioquímicas estandarizadas y miniaturizadas y una base de datos. Este sistema puede identificar 108 géneros y 104 especies de estas bacterias. La galería API 20E, consta de 20 micro tubos que contienen los sustratos deshidratados de las pruebas bioquímicas tradicionales. Se inoculan con una suspensión bacteriana que rehidrata los medios y después de la incubación se observan los cambios de color con o sin adición de reactivos. La lectura de las reacciones se hace de acuerdo con la tabla de lectura y la identificación mediante la tabla de identificación "Analytical Profile Index API 20E, para estafilococos se utilizó API Stap y para esteptococos API Strep

Los análisis bacteriológicos se hicieron en el Laboratorio de Microbiología a cargo de la Dra. Josefina Casas Solís, del Departamento de Biología Celular y Molecular del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.

5.2.2 Metales de polvo atmosférico por deposición en suelo urbano por Microscopia Electrónica de Barrido (MEB)

Para el análisis en microscopia electrónica de barrido, se realizó la preparación de la muestra de polvos la cual consta de varios pasos en el siguiente orden: secado, pesado inicial, tamizaje, trituración y pesaje final (figura 19). La cantidad total de muestra fue muy variable, dependiendo del sitio de muestreo, con predominio de arenas, donde el peso fue mayor, mientras que en aquellas donde predominan las arcillas y limos los pesos fueron menores.

Se utilizó, balanza analítica, tamices de diferentes tamaños, cajas de Petri, espátulas de laboratorio, cepillos, mortero de cerámica, se depositó parte de cada muestra en tubos de micro centrífuga denominados Eppendorf, para entrega en Laboratorio de Microscopia Electrónica de Barrido (MEB).

Este proceso se llevó a cabo en el Laboratorio de Enseñanza en Salud Ambiental a cargo del Dr. Javier García Velasco del Departamento de Ciencias Ambientales, en Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara.

Posteriormente se realizaron los análisis de 25 muestras, bajo las mismas condiciones, en cámara de alto vacío, en tres sesiones. El equipo utilizado fue un microscopio electrónico de barrido, con espectroscopia selectiva de energía dispersiva. Oxford MOD. EX MAX D 20 mm²®, con detector de discriminación de fotones.

Las muestras se analizaron bajo parámetros ideales, se utilizó 1 mg de la muestra de polvo, se evaluó en rango de 2,000 a 5,000 cuentas por segundo (CPS) de todos los elementos, se aplicó 20 kilovatios por 120/180 segundos. Para el análisis elemental, los resultados obtenidos son la fracción de masa (o "composición en porcentaje de masa") también puede referirse a la relación de la masa de un elemento, representada como Wt%.

La muestra se extendió en la porta muestras y el área de análisis fue de 20 mm², la cual fue protegida con cinta de carbono para evitar la dispersión del polvo.

Se realizó la medición por duplicado, en dos áreas de una misma muestra, se hizo un promedio de valores del porcentaje del peso atómico del ion analizado. Para el análisis de resultados, (figura 20) se usó el Programa Aztec/Oxford Instruments® y la referencia fue la energía especificada para cada elemento en la tabla periódica de elementos para medición por energía dispersiva (EDS). Los resultados se presentan de forma descriptiva, no se cuenta con parámetros de comparación normativa.

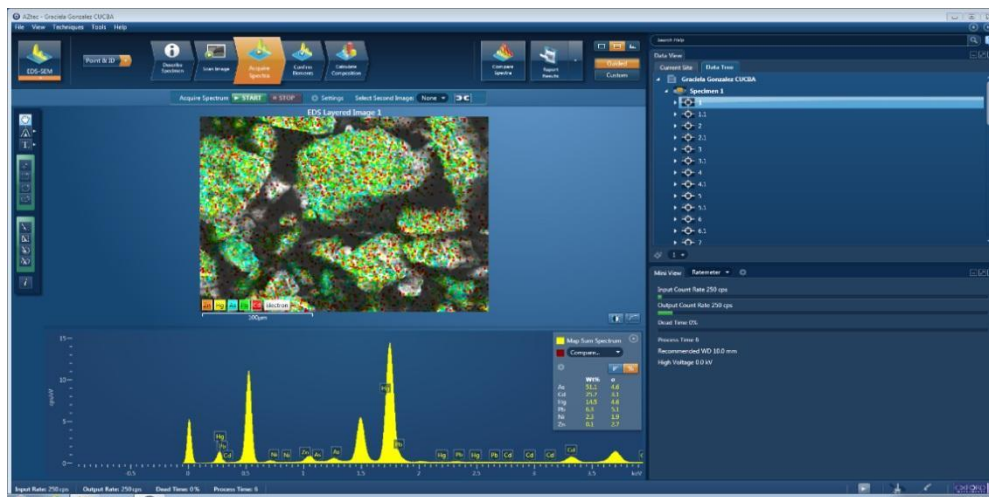


Figura 4. Imagen del resultado del análisis, se utilizó Software Aztec

Se aplicó el análisis cuantitativo para 6 iones metálicos: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Níquel (Ni) y Zinc (Zn), la selección se realizó considerando que dichos metales se reportan en niveles por encima de los permitidos por la NOM 001-SEMARNAT 1996, en la “Actualización del Estudio de la Calidad del Agua del Río Santiago desde Ocotlán hasta la Presa Sta. Rosa, elaborado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua” (IMTA & CEA, 2011).

Los estudios fueron realizados en el Laboratorio de Microscopia Electrónica de Barrido (EMB) (figura 21), a cargo del Dr. Alfredo Feria y Velasco, ubicado en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), perteneciente al Centro de Instrumentación Transdisciplinaria y de Servicios (CITRANS) de la Universidad de Guadalajara.

5.2.3 Medición de Partículas PM menor a 10µm suspendidas en aire por Video Contador de partículas (VPC)

Se utilizó el contador de partículas en aire con cámara de video incorporada modelo VPC300 de la marca EXTECH Instruments®, el cual permite medir y analizar seis tamaños de partículas simultáneamente. El intervalo de medición es de 0,3 µm a 10,0 µm en seis canales o tamaños (0,3µ - 0,5µ - 1µ - 2,5µ - 5,0µ - 10,0µ) por pie cúbico, el equipo también realiza medición de temperatura, humedad y punto de rocío (calculado) con sonda externa. El rango de medición fue de 0 a 2.000.000 de partículas. El rango de temperatura estuvo en -25°C a +60°C y el rango de humedad de 0%HR a 100%HR. Cuenta con memoria Interna de hasta 5.000 mediciones y un caudal de 2,83 L/min.

El método de medición utilizado no determina concentración de partículas, por lo que los resultados no son analizados conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014 Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente.

Dado que la medición del número de tamaño de partículas no tiene referencia normada oficialmente, se utilizó para el análisis de los resultados la Tabla de valores de referencia que proporciona el equipo de medición del número por tamaño de partícula, ver tabla 22, (los valores resultantes de la medición en pies cúbicos, se convirtieron a metros cúbicos) por lo tanto los valores son número de partícula / m³.

Los valores de referencia para el conteo de partículas, se muestran para cada canal de medición lecturas agrupadas por color, verde (bueno), amarillo (precaución) y rojo (peligro), es una clasificación nominativa en función del número de partículas por tamaño que se presenta a continuación:

Tabla 23. Valores de Referencia para el Número de Tamaño de Partícula en m³

Tamaño	Verde (buena)	Amarillo (precaución)	Rojo (peligro)
0.3 µm	0 a 3,531,467	3,531,468 a 8,828,667	8,828,668 a 17,657,335
0.5 µm	0 a 1,243,076	1,243,077 a 3,090,034	3,090,035 a 6,180,067
1.0 µm	0 a 293,818	293,819 a 734,545	734,546 a 1,469,090
2.5 µm	0 a 19,246	19,247 a 48,099	48,100 a 96,197
5.0 µm	0 a 6,815	6,816 a 17,057	17,058 a 34,114
10 µm	0 a 2,401	2,402 a 6,003	6,004 a 12,007

Fuente: Equipo Modelo VPC300 de la marca EXTECH Instruments®

El equipo de medición a cargo de la Dra. Martha Georgina Orozco Medina, del Instituto de Medio Ambiente y Sociedades Humanas en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.

5.2.4 Plaguicidas en orina de la población infantil por Cromatografía de Líquidos acoplado a Espectrometría de Masas (HPLC)

Se realizó el análisis de 39 muestras de orina recolectadas en el mes de marzo de 2016, así mismo, se analizaron 27 muestras de orina recolectadas en el mes de Septiembre 2016. Los resultados se presentan de forma descriptiva, no se cuenta con parámetros de comparación normativa.

El análisis de las muestras de orina se desarrolló mediante la utilización de Cromatografía de Líquidos acoplado a Espectrometría de Masas (HPLC), Modelo: The Agilent 6410 Triple Quadrupole Mass Spectro.

En la cromatografía líquida, la fase móvil es un líquido que fluye a través de una columna que contiene a la fase fija. La cromatografía de líquidos de alto rendimiento (HPLC, de High-Performance Liquid Chromatography) no está limitada por la volatilidad o la estabilidad térmica de la muestra. La separación cromatográfica en HPLC es el resultado de las interacciones específicas entre las moléculas de la muestra en ambas fases, móvil y estacionaria. Los análisis se realizaron con las siguientes condiciones:

Columna Cromatográfica de C₁₈ (250 x 4.60 mm) a 40°C ambiente. Volumen de inyección, 20 µL. Detector espectrómetro de masas por cuadrupolo con trampa de iones. Acetonitrilo/agua 60/40 programado a 100% Acetonitrilo/agua grado cromatográfico en 14 min y manteniendo 4 min. Flujo 1 mL/min. Tiempo de retención de 0.3 A 1.7 min.

La técnica cromatografía establecida permite analizar 15 plaguicidas: Diclorofenoxiacético (2,4-D), Picloram, Ametrim, Paration, Glifosato, Tiabendazol, Imazalil, Dimetoato, Metoxuron, Carbofuran, Atrazina, Malation, Molinato, Piraclostrobin y Diazinon.

El equipo (HPLC) utilizado para el análisis plaguicidas en las muestras de orina, a cargo del Dr. Aarón A. Peregrina Lucano, se encuentra en las instalaciones del Laboratorio de Farmacocinética Aplicada del Centro Universitario de

Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad de Guadalajara.

5.2.5 Función respiratoria en población infantil por medio de Historia Clínica Ambiental (HCA) y Espirometría

La base de datos se realizó de acuerdo con las etiquetas que cada una de las preguntas que establece el cuestionario, resultando un total de 355 ítems. El análisis se somete a los criterios clínicos de los médicos colaboradores en el proyecto, se observan los resultados en 7 segmentos de todos los datos obtenidos de la Historia Clínica Ambiental para una evaluación en profundidad de los factores de riesgo medioambiental relacionados con la patología respiratoria más frecuente en pediatría (crisis de asma, bronquitis, tos crónica, infecciones respiratorias de vías altas o bajas).

En la Espirometría forzada, los parámetros de las pruebas de función pulmonar presentan una gran variabilidad interindividual y dependen de las características antropométricas de los pacientes, denominadas variables independientes: sexo (masculino-femenino), edad (años), talla (cm), peso (kg), Índice de masa corporal (IMC) y conformación étnica de cada uno de los niños estudiados, las cuales se capturaron en el equipo durante el muestreo.

Al realizar la prueba el equipo registra variables dependientes, que se esquematizan en la tabla 24. La interpretación de la espirometría se basa en la comparación de los valores producidos por el paciente con los que teóricamente le corresponderían a un individuo sano de sus mismas características antropométricas. Este valor teórico o valor de referencia se obtiene a partir de unas ecuaciones de predicción (García Río *et al.*, 2013).

Las ecuaciones de predicción para los diferentes parámetros espirométricos basados en el sexo, edad, talla y peso de individuos sanos, construidas a partir de estudios epidemiológicos, proporcionan los valores de referencia o valores teóricos respecto a los que se tienen que expresar en porcentaje los valores medidos u observados. De modo convencional se consideran “normales” para los parámetros de FVC y FEV1 los valores del 80% de sus teóricos, mientras que el límite inferior para el FEF25-75% se establece en el 60%, y el de la

relación FEV1/ FVC es el 70%, en sujetos de menores de 65 años y tallas no extremas.(Núñez *et al.*, 2004).

Para el análisis se considera como definitoria la variable de Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo observado, ya que esta variable de función respiratoria representa la máxima velocidad de salida de aire en los primeros 75 milisegundos de expulsión rápida, fuerte y breve del aire por la boca, previa inspiración completa. Su valor está relacionado con el calibre de las vías aéreas grandes y medianas. De gran valor en el asma donde por lo general está disminuido.

Tabla 24. Variables dependientes para el análisis de la Espirometría

Variables dependientes	Definición
(CVF)	Capacidad Vital Forzada (observada en litros)
(%CVF),	Porcentaje de la Capacidad vital forzada predicha
(FEV1)	Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo observado
(%FEV1),	Porcentaje del Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo predicho
(FEV1/CVF),	Relación entre la CVF y el FEV1 observado en porcentaje
(PEF).	Medición del Pico de Flujo Espiratorio
Restrictivo	%CVF < 80% del predicho
Obstructivo	FEV1/CVF < 70%

Fuente: (M. Gutiérrez *et al.*, 2007)

Una vez realizada la prueba el equipo espirómetro, emite la impresión de los resultados, con el esquema numérico y la imagen del resultado de la prueba, de volumen- tiempo y de flujo- volumen de aire espirado de manera forzada por cada niño estudiado, la figura 5 muestra el patrón de una espirometría aceptable. La curva de la derecha muestra una maniobra de espiración forzada en función del tiempo. La curva de la izquierda es la curva flujo-volumen de la misma maniobra. Se observan las curvas espirométricas reproducibles.

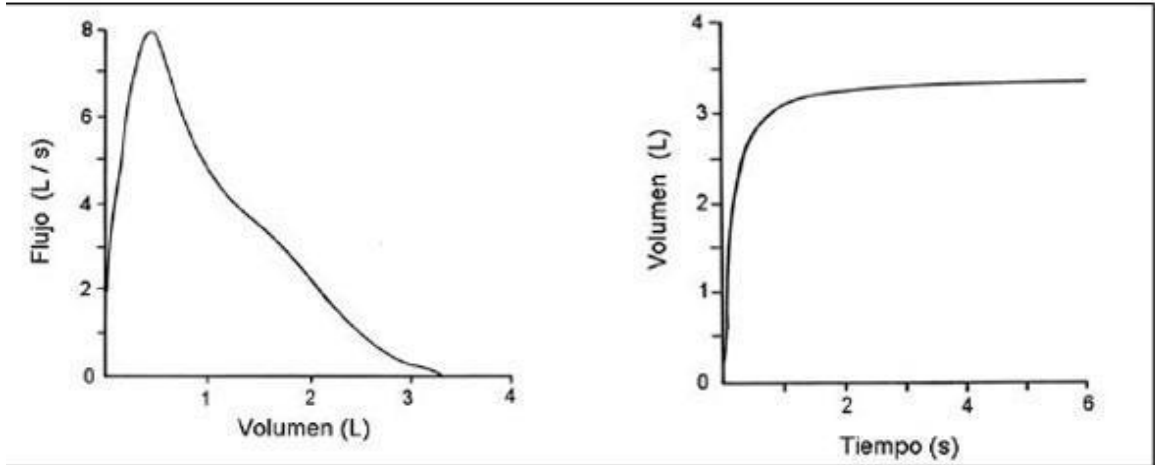


Figura 5. Espirometría aceptable.

Fuente: Guía de NIOSH Entrenamiento de Espirometría (2007)

En la figura 6, se muestra la imagen de una maniobra espirométrica normal y una con restricción, se observan curvas volumen-tiempo. Aporta los valores del FEV1 y FVC. Permite controlar si fue correcta la prolongación del esfuerzo para el cálculo de la capacidad vital. Estos modelos son la referencia adicional para el análisis de los resultados de la prueba aplicada a los 66 niños que componen la muestra.

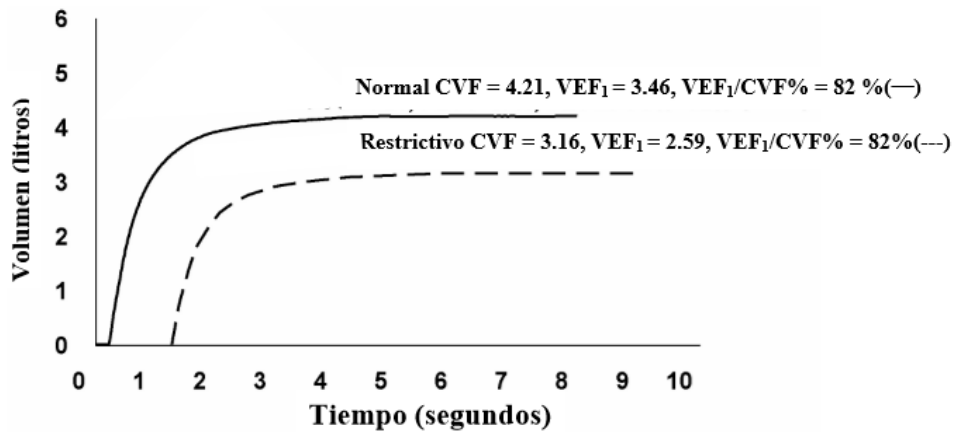


Figura 6. Patrones espirométricos; normal y restrictivo en curva de volumen- tiempo.

Fuente: Guía de NIOSH Entrenamiento de Espirometría (2007)

En la figura 7 se observa Curvas flujo-volumen: Aporta los valores de FVC y de flujo espiratorio máximo (FEM).

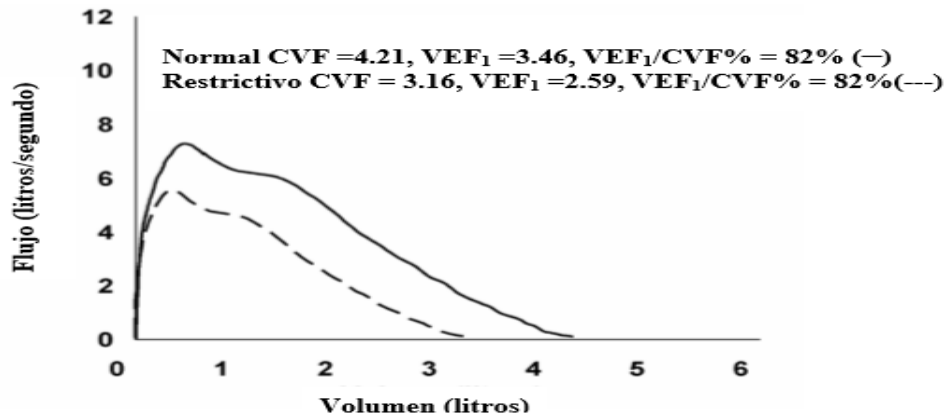


Figura 7. Patrones espirométricos; normal y restrictivo en curva de flujo-volumen.
 Fuente: Guía de NIOSH Entrenamiento de Espirometría (2007)

Con base en las guías para interpretación de las pruebas de función pulmonar, que considera el límite de normalidad, en el que debe tomar en cuenta los factores habituales que modifican la función pulmonar y las variables independientes según la Sociedad Torácica Americana (ATS), y de la Sociedad Respiratoria Europea (ERS). Para evaluar las variables dependientes, Pellegrino (2005) menciona tomar en consideración las siguientes definiciones:

Anormalidad obstructiva: Un defecto ventilatorio obstructivo es una disminución desproporcionada del flujo máximo de aire que sale del pulmón en relación con el volumen máximo que puede ser desplazado del mismo. Se define como una relación FEV₁/FVC por debajo del percentil 5 del predicho o una relación por debajo del 70%.

Anormalidad restrictiva: Un defecto ventilatorio restrictivo se caracteriza por una reducción en la capacidad pulmonar total por debajo del percentil 5 del predicho, y una relación FEV₁/FVC normal. La presencia de un defecto restrictivo puede ser sospechoso cuando se encuentra una CVF disminuida (menor al 80% del predicho). El parámetro más importante para identificar una alteración obstructiva es la relación FEV₁/FVC, aun cuando se tenga un FEV normal.

5.3 Procedimientos para el análisis de resultados

5.3.1 Procedimientos para el análisis de resultados en aire

Se realizaron todas las bases de datos de cada uno de los objetivos para el cumplimiento de las metas de información requerida para su análisis estadístico. Para el procesamiento preliminar u organización de archivos de todos los objetivos, datos totales y promedios de la única medición, se utilizó la herramienta “Excel 2010®”.

Para cada objetivo se realizó estadística descriptiva, que incluye mínimo, máximo, media, desviación estándar, frecuencias, porcentajes. Para bacterias, metales y partículas, se hizo Análisis de Clúster jerárquico por proximidad, técnica que sirve para clasificar un conjunto de variables en una serie de grupos. Este análisis de variables, permite cuantificar su grado de similitud- semejanza en el caso de las proximidades. Se obtuvo el dendograma correspondiente a un análisis de proximidad de clúster para datos binarios por el método de distancia euclidiana entre casos.

Para metales y plaguicidas se utilizó gráficas de caja y bigote. Los cálculos estadísticos, se realizaron aplicando el programa Statistical Package for the Social Sciences SPSS versión 22 para Windows.

Posteriormente, con fines de explorar la información de número de partículas es organizada en la matriz de [25 X 6] se aplicó la herramienta computacional Statdisk 12.0.2. Se realizó Prueba de Normalidad y Prueba de Hipótesis para el análisis de los siguientes Números de tamaño de partícula 0.3 μ - 0.5 μ - 1.0 μ - 2.5 μ - 5.0 μ - 10.0 μ , en 25 puntos de muestreo de la zona de estudio.

Prueba de Normalidad: Para esta prueba se utiliza Explore Data. La misma herramienta fue utilizada para realizar la prueba de hipótesis para verificar si el promedio estimado para cada uno de los diferentes tamaños de partículas medidos el 23 de febrero del 2016, es mayor al valor de referencia de cada uno de los tamaños de partícula (Ec. 1).

$\{H_0: \mu \leq (\text{valor de referencia para el Número de tamaño de partícula}) @ H_a: \mu \geq (\text{valor de referencia para el Número de tamaño de partícula})\}$

Prueba de Hipótesis: Para la Prueba de Hipótesis, se utilizó la prueba de una media One-way sample, con Hipótesis Alternativa de Pop. Mean > Claimed Mean para cada uno de los tamaños de partículas medidos por metro cúbico de aire, comparado con la tabla de valores de referencia.

5.3.2 Procedimientos para el análisis de resultados de la función respiratoria en población infantil.

Para la Historia Clínica Ambiental (HCA) se desarrolló la operacionalización de variables, tablas de contingencia y análisis factorial por extracción de componentes. Los resultados se presentan en el orden de los diferentes segmentos de la HCA. De entrada, se describen las tendencias generales (tablas de contingencia) del conjunto de la muestra según la tarea en cada sección, se realizaron aplicando el programa SPSS versión 22 para Windows.

Dado que se pretende describir qué factores o componentes principales son los determinantes en la función respiratoria se realizó el análisis factorial por extracción de componentes, la técnica matemático-estadística pertenece a los métodos estadísticos multivariados, se utiliza para determinar la estructura de las relaciones que se dan entre grupos de variables (interdependencia).

La finalidad del análisis factorial es la de llegar a interpretar una matriz de correlaciones a partir del menor número posible de factores, un número reducido de combinaciones lineales, se muestra en porcentaje, con el fin de explicar la variabilidad observada en los datos. Una vez extraídos los componentes la técnica muestra por medio del valor del coeficiente más alto,

mayor a 1, valores denominados “eigen”, se consideran aquellas variables como las que tienen un mayor peso en la definición de cada uno de los componentes. Para conocer dichas variables se toma el coeficiente más alto y a partir de ello, se van sumando las variables hasta que la última, presente un coeficiente de por lo menos la mitad del valor de la primer componente que tuvo el valor más alto, el peso estadístico de cada variable. Los datos se presentarán en tablas de frecuencias y porcentajes y se agregarán gráficas para que se puedan apreciar de forma visual, los hallazgos de mayor relevancia.

Los procesos matemáticos a seguir son:

1. Análisis de la matriz de correlaciones de todas las variables, con el fin de identificar las variables que no estén correlacionadas con las otras, en esta fase del procedimiento, se debe recordar que las variables que tienen pequeñas correlaciones entre sí, son aquellas que no comparten factores en común. Por medio de la prueba de esfericidad de Bartlett se prueba la hipótesis que la matriz de correlación es una matriz de identidad, es decir, que todos los valores en la diagonal son 1 y todos fuera de la diagonal son 0. Se supone que si las variables no están correlacionadas entre sí, no es posible encontrar entre ellas un factor común. Con esta prueba se muestra la probabilidad estadística de que la matriz de correlación tiene correlaciones significativas al menos entre algunas variables.
2. Extracción de factores o componentes, el propósito central del procedimiento es determinar los factores que subyacen en las variables medidas (observadas), existen varios métodos de extracción pero el más utilizado es el análisis de componentes principales, el cual consiste básicamente en llevar a cabo una combinación lineal de todas las variables de modo que el primer componente principal o sea una

combinación que explique la mayor proporción de varianza de la muestra, el segundo la segunda mayor y que a su vez este correlacionado con el primero. Así sucesivamente hasta tantos componentes como variables. En esencia, por tanto: reducir un número de variables intercorrelacionadas a un número inferior de factores no correlacionados. La aplicación es directa sobre cualquier conjunto de variables, a las que se considera en bloque, sin que se haya previamente establecido jerarquías entre ellas, ni se necesite comprobar la normalidad de su distribución. El modelo matemático que subyace a esta técnica es similar al de la regresión simple y al del análisis discriminante y en el cada variable aparece como combinación lineal de una serie de factores que no son observables de primera instancia. El número de factores necesarios para representar los datos se forma partiendo del porcentaje total de varianza que es explicada por cada uno de ellos. La varianza total es la suma de las varianzas de cada variable, esto se expresa de manera estandarizada con una media de 0 y una desviación estándar de 1, por lo que el total de la varianza estará determinada por el total de las variables incluidas en el estudio. El total de la varianza explicada por cada factor se identifica como “autovalores”, y se sugiere que solo se consideren los factores cuyo “autovalor” sea superior a 1 (criterio de la raíz latente). Un análisis de factores que explique más del 50 % de la varianza se considera aceptable.

3. Carga factorial, es un coeficiente usado para expresar una variable estandarizada en términos de los factores, e indican el peso que es atribuido a la variable en cada factor. Los factores o coeficientes grandes (en valores absolutos) para una variable son factores relacionados estrechamente con dicha variable. Por lo tanto, se identifica en que factor dicha variable presenta un coeficiente mayor, llamado carga factorial.

El análisis se realizó aplicando el programa SPSS® versión 22 para Windows®.

Para la Espirometría en población infantil el Espirómetro proporciona de forma definitiva el resultado, apreciado visualmente en la impresión de las variables calculadas, se considera como referente el Pico de Flujo Espiratorio (PFE), representado en porcentaje, y Capacidad Vital Forzada (CVF) de cada uno de los niños a los que se les aplicó la prueba diagnóstica.

5.3.3 Mapas de distribución de contaminantes en el aire y de domicilios de niños con anormalidad restrictiva

Todos los resultados, tanto de la variable ambiental, se tradujeron a lenguaje territorial, para bacterias, metales y partículas, se elaboraron mapas de distribución, utilizando el programa ArcGIS series de 6 imágenes por variable, obteniendo para 10 intervalos las áreas de isovalores de forma seriada en las cabeceras municipales de El Salto y Juanacatlán, que representa la zona de estudio.

Realizados por el método de Interpolación Inversa a la Distancia, IDW, el cual estima los puntos del modelo realizando una asignación de pesos a los datos del entorno en función inversa a la distancia que los separa del punto en cuestión. De esta forma, se acepta que los puntos más próximos al centroide "z" intervienen de manera más relevante en la construcción del valor definitivo de altura para ese punto. De aquí, se deduce que la elección del exponente de ponderación es determinante en la contribución de los puntos circundantes al punto problema: cuanto mayor es el exponente, más contribuyen los puntos próximos.

Se utilizan los valores por defecto para la interpolación, es decir, no existe un radio máximo para la interpolación y el número de puntos que se utiliza para tal fin son todos, los 25 puntos de muestreo.

Para la variable de salud humana, se elaboró mapa utilizando el Google Earth®

VI. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

6.1 Datos geográficos del municipio de El Salto

Se ubica en el estado de Jalisco en el occidente de México, coordenadas UTM $x= 681408$ $y= 2275045$, con una extensión territorial de 41 kilómetros², el 88.7% del municipio tiene terrenos planos, con pendientes menores a 5°, la agricultura (49.7%) es el uso de suelo dominante, 19.7%, es el uso del asentamiento humano, con una altitud promedio de 1508 msnm, tiene clima semicálido-semihúmedo, la temperatura media anual es de 20°C, máximas y mínimas promedio entre 31°C y 9°C respectivamente, la precipitación media anual es de 1000mm. El Salto forma parte de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) (mapa 2), al norte colinda con Tlaquepaque y Tonalá, al sur con Tlajomulco e Ixtlahuacán de los Membrillos, al este con de Tonalá y Juanacatlán y al oeste con Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque, asentado en las márgenes de la Presa Las Pintas, de la Cuenca del Ahogado y del río Santiago.

Mapa 2. Ubicación del municipio El Salto



Fuente: (Google & INEGI, 2017; A. Ortega & Corona, 2010)

El área de estudio específica implica la cabecera municipal de El Salto, (figura 28) está enclavada en una cuenca baja, que recibe por cauce natural del río Santiago, aguas residuales de origen doméstico, industrial y agropecuario, las cuales llegan a través de una gran cantidad de arroyos y cuerpos de agua, que desembocan en él, provenientes de gran parte la ZMG, al igual recibe la contaminación de los residuos sólidos no peligrosos depositados en el vertedero Los Laureles, y el escurrimiento en suelos de residuos especiales, industriales y biológico infecciosos dispuestos en el municipio, por el enorme incumplimiento de las normas ambientales, de igual forma las emisiones al aire del corredor industrial.



Figura 8. Vista panorámica sur-oriente de la cabecera municipal de El Salto

Fuente: (Aryam, n.d.)

Previo al desencadenamiento del uso del cauce para la descarga de contaminantes, la referencia sociocultural y natural del municipio tiene como fundamento de su existencia el río, que en los años cuarenta del siglo pasado por su cascada de 167 m de ancho por 27 metros de altura, se le llegó a nombrar como el “Niagara Mexicano” (figura 29), en el escudo municipal también aparece este símbolo.



Figura 9. Cascada de El Salto de Juanacatlán

Fuente: (N/A, 2012)

6.2 Datos sociodemográficos

En el municipio se ubica uno de los corredores industriales más importantes en la región Centro, cuyo origen radica con la industria textil “Río Grande”, instalada a finales del s. XIX en El Salto, sobre el río Santiago (figura 30), actualmente con gran número de empresas con producción diversa, que va desde la metal mecánica, electrónica, química básica, textil, farmacéutica, automotriz, hasta la de alimentos y bebidas.

Debido a la oferta de trabajo, en los últimos cuarenta años, el desarrollo del municipio se ha expandido de manera acelerada, incentivado por la industria y las demandas que esta requiere, fue decretado de vocación industrial en los años sesenta. La primera industria textil instalada en El Salto fue la compañía Industrial Manufacturera (figura 9). Rodríguez y Cota (2006) definen que:

“La participación de este municipio en la Zona Metropolitana de Guadalajara ha sido significativa en el desarrollo industrial. Desde el siglo XIX este territorio tuvo recursos hidrológicos que fueron aprovechados por empresas manufactureras que sobresalieron en la región. Actualmente esos recursos sufren contaminación” (ibid, p.64)



Figura 10. Fotografía de la industria textil “Rio Grande”, instalada a finales del s. XIX.
Fuente: Rodríguez y Cota (2006)

En 2015, según la Encuesta intercensal de 2015, su población es de 183 mil 437 personas; 49.7% hombres y 50.3% mujeres, los habitantes del municipio representaban el 3.7% del total regional. En el 2010 la cabecera municipal es la localidad más poblada con 19 mil 060 personas y representaba el 19.2% de la población.

Comparando este monto poblacional con el del año 2010, se obtiene que la población municipal aumentó un 32.7% en cinco años, asentada principalmente en nuevos desarrollos habitacionales de alta densidad (H4), muchos de ellos edificados en zonas de riesgo (figuras 31-32), los procesos de urbanización industrial y habitacional, han traído consigo los efectos nocivos de su desarrollo en estos espacios.



Figura11. Presa El Ahogado al fondo, industrias y zonas habitacionales.

Fuente: Un Salto de Vida y Agencia Subversiones (2015)



Figura11. Viviendas de alta densidad en zonas de riesgo, inundación en la Azucena.

Fuente: Hernández (2016)

En El Salto el 43.8% de la población se encuentra en situación de pobreza, es decir 53 mil 760 personas comparten esta situación en el municipio, así mismo, el 27.4% (33,640 personas) de la población es vulnerable por carencias sociales; el 9.9% es vulnerable por ingresos y 18.9 es no pobre y no vulnerable. Es importante agregar que sólo el 7.5% presentó pobreza extrema, es decir 9,218 personas, y un 36.3% en pobreza multidimensional moderada (44,542 personas), esta cifra es la más alta entre los municipios de la zona

metropolitana de Guadalajara. De los indicadores de carencias sociales, destaca que el acceso a la seguridad social es la más alta con un 71.3%, que en términos relativos se trata de 87 mil 401 habitantes. Paralelamente, hubo un crecimiento en el número de trabajadores registrados, se presenta como el segundo municipio con mayor número de trabajadores asegurados, para diciembre de 2015, el IMSS reportó un total de 44,114 trabajadores (IIEG, 2016).

Conforme a la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de INEGI, el municipio cuenta con 6,521 unidades económicas al 2015 y su distribución por sectores revela un predominio de unidades económicas: 48.4%, dedicadas al comercio, 14.9%, a la industria y 36.7 % están dedicadas a dar servicios. La producción ganadera ha mantenido una tendencia creciente durante el periodo 2010-2014, siendo el ejercicio de 2014, el año en el que se ha registrado el mayor crecimiento en el valor de la producción ganadera en el municipio. Los tres subsectores más importantes en la generación de valor agregado censal bruto fueron la fabricación de equipo de transporte; la fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos; y la industria alimentaria, que generaron en conjunto el 67.2% del total del valor agregado censal bruto registrado en 2014 en el municipio. Considerando el índice de medio ambiente, que contempla aspectos como generación de residuos sólidos, deforestación, explotación de acuíferos, cobertura forestal, áreas naturales protegidas, entre otros. El Salto se ubica en el lugar 104 a nivel estatal, lo cual indica un desarrollo “Muy Bajo” del medio ambiente en comparación al resto de los municipios de la entidad. En términos de residuos sólidos urbanos, el municipio participa con el 1.77% del total estatal, equivalente a 133.388 toneladas generadas por día (IIEG, 2016).

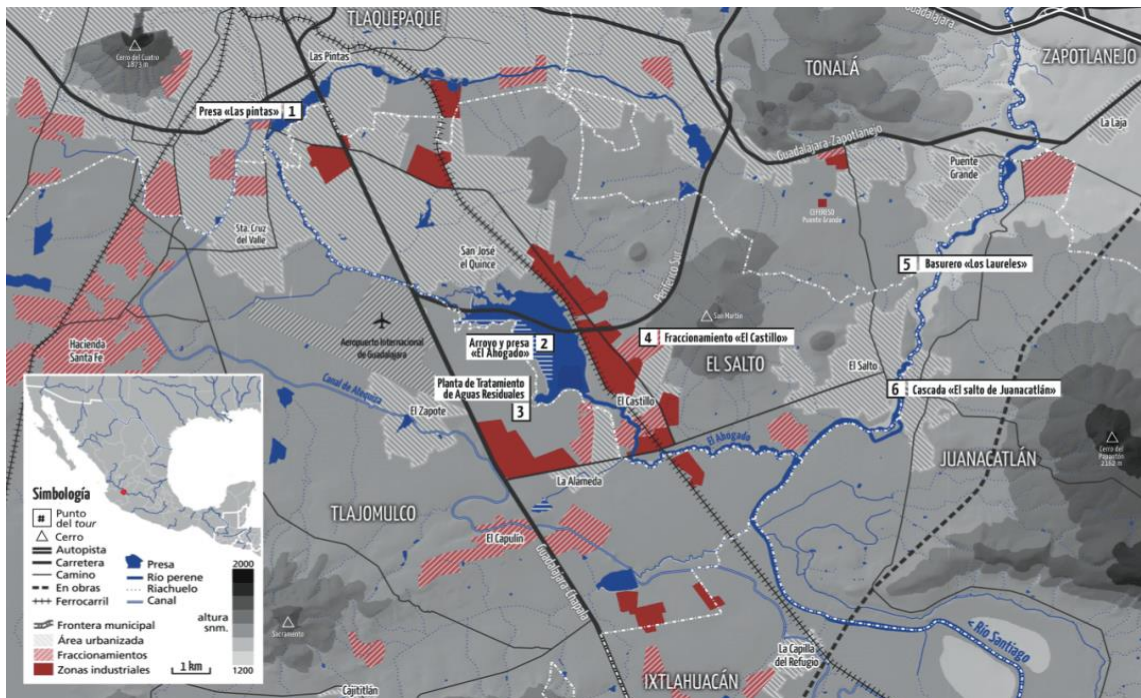
El municipio de El Salto de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, se encuentra en el acuífero Toluquilla, el cual se encuentra localizado al Centro del Estado de Jalisco, pertenece a la Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-

Santiago-Pacífico. En cuanto a la disponibilidad media anual de agua, existe un déficit de aguas subterráneas de -72.318105 Mm^3 por año, por lo que actualmente no existe volumen disponible para nuevas concesiones, en lo que se refiere a la cobertura de saneamiento de aguas residuales; la población del municipio de tiene un total del 3.3 % de sus aguas tratadas, existe en operación 1 planta de tratamiento de aguas residuales, la cual sana 10.3 litros de aguas negras por segundo, y existe 1 planta de tratamiento dada de baja con capacidad para sanear 5 litros de aguas negras por segundo (Comision Estatal del Agua Jalisco, 2015).

6.3 Instalaciones industriales en El Salto

En el mapa 3 se puede observar la instalación industrial, alrededor de los cuerpos de agua y entre las zonas habitacionales.

Mapa 3. Se muestran las zonas industriales de El Salto (señaladas en rojo)



Fuente: Un Salto de Vida y Agencia Subversiones (2015).

Para el 2016 los industriales, de tenían la expectativa de colocar ventas por 13 mil millones de dólares, generar 1,500 empleos, así mismo le pedían a los Gobiernos del Estado y del municipio de El Salto, infraestructura para el reúso del agua tratada por la PTAR El Ahogado, de igual forma certeza jurídica para evitar la construcción de casas de interés social en zonas no adecuadas, y donde los recursos son limitados, porque además se pone en riesgo a la población. En figura 33 se muestran algunas instalaciones trasnacionales.

Para el 2012 según la Asociación de Industriales de El Salto A.C. (AISAC), declaro que de las 150 empresas en el corredor industrial el 40% habían obtenido una certificación ambiental, de igual manera:

“aglutina las empresas trasnacionales más importantes de la industria automotriz, electrónica y química instaladas en Jalisco, y que captó inversiones productivas por 220 millones de dólares” (Romo, 2012, p. 1).



Figura 12. Algunas empresas trasnacionales ubicadas en El Salto

Fuente: Google

En contraposición también la industria enfrenta la grave problemática del cambio de uso de suelo, que se hace sin reglamentación ambiental por no existir el plan de ordenamiento ecológico territorial, con las consecuencias en riesgo de contingencias industriales hasta el abastecimiento de agua.

Actualmente, la instalación industrial consta de cinco corredores en el municipio, tres de ellos se encuentran ubicados en cercanía de menos de 500 metros de las zonas habitacionales, muchas de estas empresas se encuentran inmersas en las colonias, algunas incluso sin razón social. La AISAC refiere que:

“en 2008, los grandes corporativos entre ellos Honda de México, amenazaron con detener sus inversiones como resultado de la autorización del gobierno municipal para construir fraccionamientos habitacionales en terrenos aledaños a plantas que manejan sustancias peligrosas”(Romo, 2012, p. 1)

El cambio de uso de suelo debido a la expansión urbana, sin restricciones y el temporal de lluvias hace que tanto las zonas habitacionales, como las industrias se vean amenazadas por falta de infraestructura adecuada (figura 34), tal es el caso ocurrido en julio del 2016 se dio a conocer que empresas como; Honda de México, Empaques Modernos, Papel San Francisco, Benntag México, Semmaterial, Regal Beliot, Urrea Herramientas:

“El presidente de la Asociación de Industriales de El Salto (AISAC), Raúl Guitrón, señaló que estos daños se deben a la omisión de autoridades, que argumentan falta de recursos económicos. (...) Esta situación provocada por eventos meteorológicos nos colocan en posición vulnerable por la omisión de las autoridades por no crear la infraestructura para canalizar el agua pluvial, que nos genera graves daños materiales y la posibilidad de que se cancelen nuevas inversiones y planes de expansión", aseguró Guitrón" (N/A, 2016)



Figura 13. Inundación del corredor industrial El Salto, en El Castillo, julio 2016.

Fuente. (N/A, 2016)

6.4 Cuenca Atmosférica: contaminación del aire

En el municipio se tiene reporte de los contaminantes criterio, el ozono y partículas suspendidas a partir del 2010, a través de una estación de monitoreo de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco (SEMADET) instalada en la población de Las Pintas con una distancia aproximada de 25 kms de la cabecera municipal que es la zona de estudio. No existe monitoreo de dirección y velocidad de vientos o de condiciones climáticas en el municipio por parte de la comisión Nacional del Agua. Existe un sinnúmero de accidentes e incidentes de contingencia industrial de forma continua, en las figuras 35 y 36 se muestran ejemplo de ello.

Considerando que El Salto forma parte de la ZMG y de acuerdo con los resultados obtenidos en un informe de 2013, que realizó el Clean Air Institute (Green & Sánchez, 2013), donde dio a conocer que en Guadalajara mueren por año alrededor de tres mil personas debido a la exposición a contaminantes del aire, ya sea de forma crónica o aguda, refiere que esta ciudad fue en 2011 la ciudad latinoamericana de más de un millón de personas que se enlistó como

líder con concentraciones de ozono (69.3 microgramos por metro cúbico), en segundo lugar con concentraciones de PM10 (partículas suspendidas menores a 10 micras) con 70.1 mg/m³, segundo lugar para dióxido de nitrógeno (57.2 mg/m³) y cuarto lugar para dióxido de azufre (13.1 mg/m³). Para Ruíz Mejía, titular de la Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET), frente a los datos emitidos menciona que:

“No es casualidad así que se tengan urbanizaciones en las áreas frágiles ambientalmente; y si no se tomaban en cuenta factores como el agua, el suelo o la sismicidad, mucho menos el funcionamiento de la cuenca atmosférica. Guadalajara ocupa un territorio con vientos de baja fuerza que propician hasta 200 días al año de inversiones térmicas (sólo la luz solar tiene la energía para disipar la nata de contaminantes que amanece en la biosfera local), lo cual es especialmente problemático en las zonas donde ahora hay más crecimiento: Tlajomulco y El Salto”(Del Castillo, 2016b, p. 1)



Figura 14. El Salto reporta pre contingencia ambiental febrero 2017.

Fuente (UNIÓN JALISCO, 2014)



Figura 15. Incendio en fábrica de pinturas sobre la carretera San Martín de las Flores

Fuente:(GDL Noticias, 2015)

6.5 Contaminación del agua: Río Santiago

El río Santiago es uno de los afluentes más importantes del occidente de México, pertenece a la Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico; Región Hidrológica 12 Lerma–Santiago, Zona-Cuenca Hidrológica Río Santiago (figuras 37-38)

“Nace a la altura del lago de Chapala, en Jalisco, alimentado principalmente del río Zula, recorre 564 kilómetros hasta desembocar en el Océano Pacífico por el estado de Nayarit. En su flujo a través de Jalisco atraviesa los municipios de Ocotlán, Poncitlán, Atequiza, Atotonilquillo, Juanacatlán, El Salto, Tonalá, entre otros, en donde existen al menos diez parques y zonas industriales, el tramo que atraviesa las poblaciones de El Salto y Juanacatlán, el río cae en forma de cascada. La Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente de Jalisco confirmó, que ninguna de las 1,266 granjas porcícolas que tiene registradas cumple a cabalidad con las normas ambientales y denunció que el 85% de esas granjas vierte el excremento y orina de los animales en el Río Santiago” (Martínez González & Hernández González, 2009, p. 2).



Figura 16. Vista panorámica del río Santiago en Zapopan, Jalisco.

Fuente: Campaña Tóxicos en el río (Colectivo Ecologista Jalisco A.C., Biodiverso A.C., & Biofilms, 2017)



Figura 17. Vista panorámica del río Santiago entre El Salto y Juanacatlán, Jalisco.

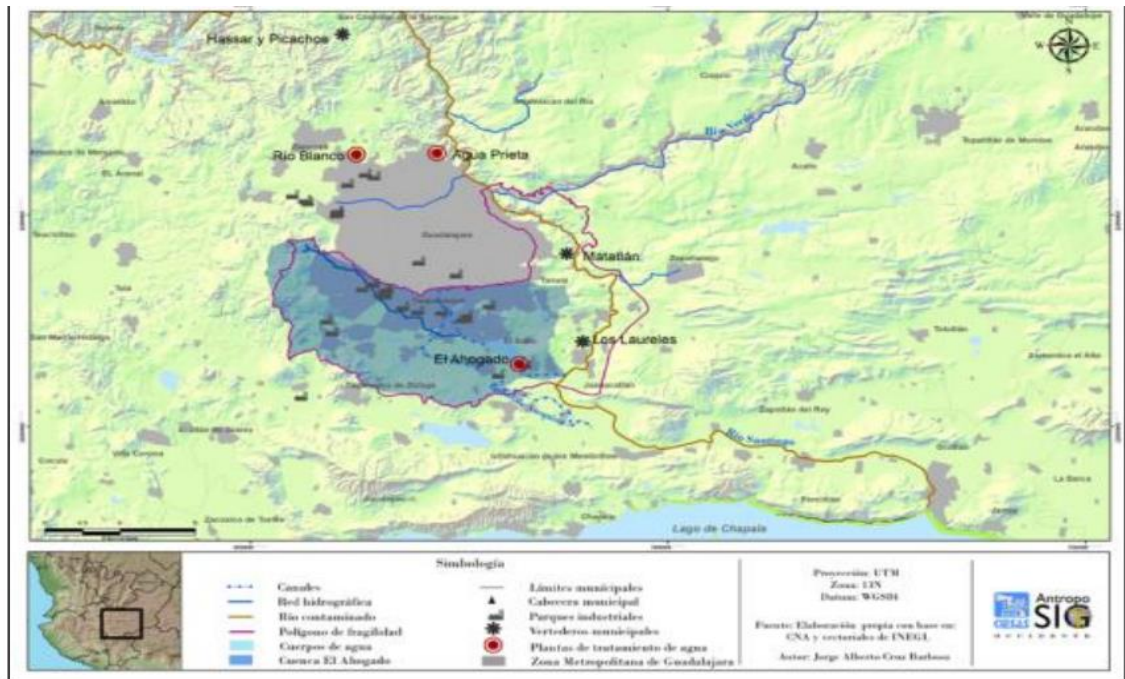
Fuente: (N/A, 2011)

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA & CEA, 2011) refiere que:

“La contaminación microbiológica se presenta a lo largo de todo el río y, en la mayoría de las zonas, niveles muy altos de estos indicadores. El río recibe, 4.22 ton/día de DQO, 1.87 ton/día de DBO5 y 4.44 ton/día de SST, presencia y concentración de compuestos orgánicos e inorgánicos, existe evidencias de que las aguas y lodos del río contienen sustancias en niveles superiores a los límites permitidos por los índices de calidad de agua, además de plomo, mercurio, cromo, cobalto, arsénico, coliformes fecales, así como algunos tipos de sustancias cancerígenas como el benceno, furano, entre otros. En general, en el estudio se considera que los riesgos que deben ser abordados a corto plazo, son aquellos considerados altos o medios, para evitar consecuencias adversas que ya se están gestando o revertir o disminuir las consecuencias que ya son evidentes.”

En el mapa4, se ubica parte de la cuenca del Río Santiago, donde se registran los cuerpos de agua, la instalación industrial y (en color rojo) las tres plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Mapa 4. Área Urbano-industrial de la Cuenca Alta del Río Santiago.



Fuente: McCulligh, Santana, & Lezama (2016)

De acuerdo a McCulligh, *et al.* (2007a) la contaminación en el cauce del río, el 36.5% lo aporta la industria químico-farmacéutica; 15% industria de alimentos y bebidas; 13% industria textil, el resto las industrias de celulosa y tequileras, en la figura 18 puede observarse las prácticas de descarga residual a cuerpos de agua a cielo abierto.



Figura 18. Descarga industrial en El Salto, Jalisco Fuente: McCulligh (2017).

Se señala que la cantidad de materia orgánica que se descarga en el río Santiago, rebasa su capacidad de depuración, asimismo, los residuos industriales generan la salinización de los suelos y la degradación de los nutrientes necesarios para el uso agrícola. Se ha constatado que los efluentes no reciben el tratamiento óptimo, por lo cual es uno de los ríos con más impactos de la contaminación y el consecuente deterioro en el bienestar de los habitantes de El Salto. (Durán y Torres 2006) citados en (Martínez González & Hernández González, 2009).

En el 2009, como respuesta a las solicitudes de saneamiento hechas por las comunidades adyacentes al Río Santiago ante el Gobernador del Estado de Jalisco, se instaló una tubería de 1.20 m de diámetro, (figura 19) para captar las aguas residuales provenientes del Canal del Ahogado, el cual tiene aproximadamente 28 mts de ancho, esta tubería inicia en la zona de entronque con el río Santiago a la altura del Fraccionamiento La Azucena, con una longitud de 3 km hasta la cabecera municipal de El Salto, donde desembocaría debajo del puente en el río, se instala con el fin de mitigar las emisiones de aerosoles a la atmósfera del agua industrial contaminada que cae a la cascada. (limpiemoselsalto.blogspot.com 2009)

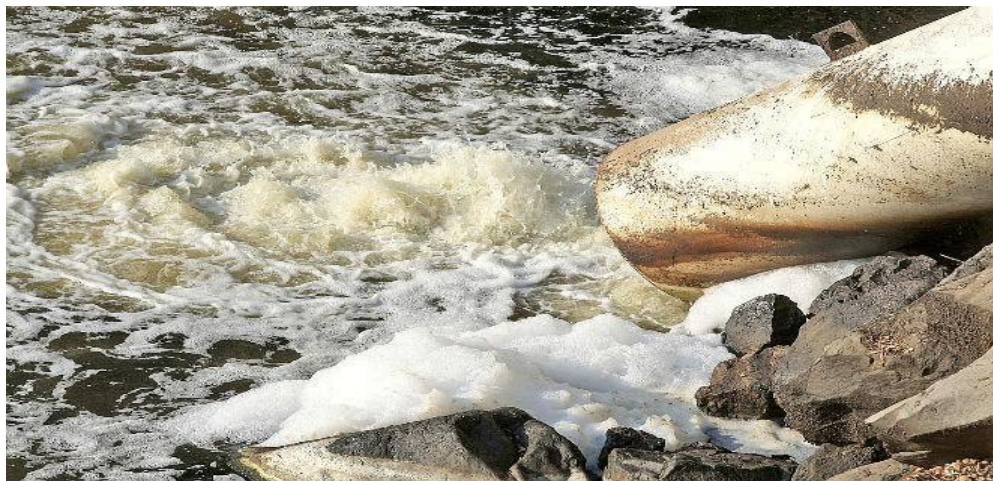


Figura 19. Tubería instalada en el 2009 por el Gobierno del Estado de Jalisco. Fuente: Roberto Larios en (Redacción, 2012)

Existen en la zona de estudio tres principales fuentes de emisión de contaminantes bacteriológicos, descargas de aguas residuales; el río Santiago, el antiguo arroyo de la calle Jalisco y el tajo seco en calle Cuauhtémoc. Los aerosoles generados en la sección de la cascada del río (figura 41), arrastran una carga microbiológica importante que puede incidir en problemas respiratorios agudos en donde también:

“se produce ácido sulfhídrico en forma de gas y éste es respirado cotidianamente por los pobladores, las investigaciones apuntan que inhalar el ácido provoca diversas afecciones en las vías respiratorias, en el aparato digestivo y en el sistema nervioso central y que puede generar ansiedad, depresión y estrés crónicos” (Cindy McCulligh, Páez, & Moya, 2007b)



Figura 20. Cascada del río Santiago, entre El Salto y Juanacatlán.

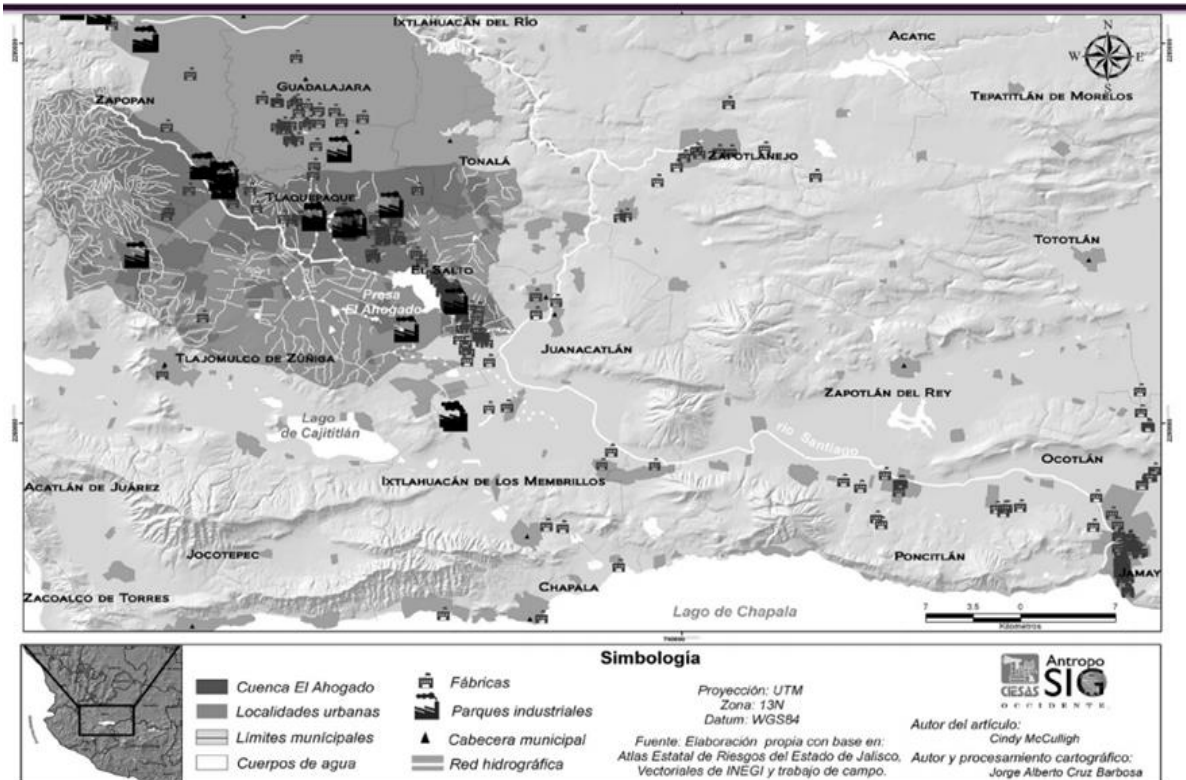
Fuente: Agrupación Un Salto de Vida A.C.

En el mapa 5 se muestran los parques e instalaciones industriales a lo largo del río Santiago desde Chapala hasta El Salto. La cuales tienen infraestructura para descargar a cuerpos de agua nacionales, como puede observarse en la figura 20, empresas que descargan directamente a la presa del Ahogado.

En el “*Estudio de la Contaminación en la Cuenca del Río Santiago y la Salud Pública en la Región*”, realizada por Arellano-Aguilar, Ortega, & Gesundheit (2012) describen la presencia de diferentes tipos de contaminantes:

“Respecto a las fuentes fijas de contaminación en el área, obtenidas a partir del Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC), encontramos que del total de 34 sustancias emitidas en el estado de Jalisco reportadas en 2005, sólo ocho corresponden a descargas al agua. Durante el periodo 2004-2009 se reportaron en la zona de estudio descargas al agua de níquel, cromo, plomo, arsénico, cadmio, mercurio y cianuro de forma sostenida, y de manera muy esporádica tricloroetileno, dibutilftalato, formaldehído, cloruro de metileno, fenol, piridina y cloroformo. El número de industrias en la zona que reportaron como mínimo una sustancia en al menos uno de los años fue de entre 208 y 233 en el periodo. De acuerdo con la información contenida en el RETC, las 10 industrias con reportes más elevados de descarga de metales pesados y cianuro son CIBA Especialidades Químicas (hoy Huntsman Internacional de México), Grupo Celanese, Cervecería Modelo de Guadalajara, Nestlé México, Hilasal Mexicana, Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, Casa Cuervo, IBM de México, y Servicios Estrella Azul de Occidente. Identificamos también las descargas de aguas municipales en la zona de estudio, reportadas en una base de datos de la CONAGUA. La información anterior da cuenta de la intensa actividad industrial en la zona, particularmente en los municipios de Ocotlán, El Salto y la ciudad de Guadalajara”.

Mapa 5. Ubicación de instalaciones industriales en la Cuenca Alta del río Santiago



Fuente: Mc McCulligh (2014)



Figura 21. Descarga de aguas residuales industriales, El Salto.

Fuente: Bernache Pérez (2017)

Desde mayo de 2012 opera la primera de las dos macro–plantas de tratamiento de la (ZMG), la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) El Ahogado (figura 43), para tratar 20% de las descargas domésticas de la (PTAR) sin dar tratamiento a las descargas de origen industrial (Cindy McCulligh, 2013).

Dicha instalación está diseñada para tratar 2,250 l/s, a continuación se presentan algunas de sus características de parte los funcionarios quienes participaron en la inauguración:

“Esta Planta es un referente en el saneamiento del Río Santiago, está diseñada para tratar aguas residuales con materia orgánica, nutrientes, sólidos, y metales pesados, mismos que por sus bajas concentraciones se encuentran dentro de la norma y no afectan el proceso de tratamiento”, mencionó el Titular de la Comisión Nacional del Agua, José Luis Luege Tamargo”. La planta de El Ahogado será la tercera más grande de México y tendrá la capacidad de sanear 2,250 L/s, con la captación de las aguas residuales de la zona sur oriente de Guadalajara. La planta se encuentra en un área de 50 hectáreas de las cuales se tienen 10 hectáreas de reserva para en un futuro ampliarla en caso de que su capacidad sea rebasada, por el ritmo tan acelerado de crecimiento de la población. De acuerdo al contrato establecido, esta planta beneficiará al Río Santiago con el vertido de aguas limpias calidad tipo “C”, la clasificación más exigente de acuerdo a nuestra norma, y que permite la vida acuática. Por su parte Emilio González Márquez, Gobernador del Estado de Jalisco, señaló que a más de 470 años de fundación de la Ciudad de Guadalajara, el día de hoy se da un gran paso en materia de saneamiento, “ya que anteriormente nunca en la historia de la ciudad se habían realizado obras en pro del agua” (CEA Jalisco, 2012b).



Figura 22. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) El Ahogado.

Fuente: (CEA Jalisco, 2012a)

Cabe señalar que pese a la inversión de saneamiento con la macroplanta, los resultados son parciales, ya que no existe un plan integral para el tratamiento de ecosistema de las cuencas en la zona, McCulligh (2014) aborda la situación del cauce, desde la regulación ambiental y los esquemas en México para aplicarla a la actividad industrial, habla de la crisis del agua, resaltando el deterioro de los cuerpos de agua, en especial del Santiago por su contaminación industrial y la falta de actuación del estado y sus escasos resultados para vigilar, sancionar, mitigar y remediar el daño causado por sus usuarios, así como la permanente política de respuesta con infraestructura de “fin de tubería”, por último reseña el movimiento socio ambiental que ha surgido en torno a esta problemática,

“propone que este caso demuestra la necesidad de ir más allá de la construcción de plantas de tratamiento y de controles de un número reducido de parámetros contaminantes para poder pensar en restaurar los ecosistemas acuáticos. Además de los ajustes de la política pública, se sugiere la necesidad de tener otro abordaje de la contaminación tóxica del agua, a partir del principio precautorio”. [...]Sobre el Río Santiago, a la altura de los municipios de El Salto y Juanacatlán, se ha presentado la mayor incidencia de contaminación por los efluentes de más de 250 industrias nacionales y transnacionales y de la misma ciudad de Guadalajara, mismas que arrojan aguas sin tratamiento, estudios han registrado la presencia de metales pesados como plomo, cromo, cobalto, mercurio y arsénico en sedimentos del Santiago” (ibid)

6.6 Contaminación del suelo: vertedero Los Laureles

Ubicado en el municipio de Tonalá en el límite territorial con El Salto al Nor-oriental con la cabecera municipal de El Salto, zona de estudio (figura 44), con una extensión aproximada de 70 hectáreas, recibe alrededor de 4,000 toneladas de basura diariamente, dicha población se sitúa a menos de 1 km. de distancia, no se tiene información de la contaminación del aire que produce el sitio, tipo de bacterias y partículas del aire, de los polvos y olores de la basura durante su putrefacción.

En un estudio de caracterización puntual de las descargas al Río Santiago en 2006 la Comisión Estatal del Agua (CEA), documentó que la empresa CAABSA concesionaria en el vertedero de basura, no da cumplimiento total de la Norma oficial mexicana NOM- 083-SEMARNAT 2003, aporta al cauce del río, a través del arroyo “de tomar agua” (Los Laureles) y el de Los Juncos, 24 litros de lixiviados por segundo, depredación similar a la que producen 100,000 personas (CEA, 2006).



Figura 23. Vertedero Los Laureles

Fuente: (Campos Cedillo, 2008)

6.7 Afectaciones socioambientales y daños a la salud

La población por su composición social y su distribución territorial, en particular, ha padecido un cambio radical en su conformación, se generó un desarrollo centrando su promoción en los beneficios económicos, la población está expuestas cotidianamente y se ve:

“sometida a contaminación, congestionamientos y desastres ambientales, como resultado de inversiones inmobiliarias e industrialización crecientes, en ausencia de un proceso de planeación de sus impactos sociales y ambientales, y de inversiones adicionales que corrijan los efectos adversos, indeseados del crecimiento” (Carabias Lillo *et al.*, 2002)

La otra parte concreta de la descripción del lugar están sus pobladores, en relación a la realidad humana frente a la cotidianidad que les ofrece el ecosistema de dicho bien natural, frente a su destrucción y a la devastación territorial en todas las dimensiones, la enfermedad y la muerte de sus pobladores, Carmona (2016) explicita para el caso de El Salto:

“Con devastación en todas las dimensiones de lo territorial nos referimos a que no sólo se ha degradado la ambiental-hídrica, sino también la histórica, biológica, psíquica, política, económica, social, etcétera, de cada sujeto individual y colectivo perteneciente a esta geografía; lo que ocurre cuando de una generación a otra se cortan de tajo los medios de subsistencia y se lucha por incorporarse a un medio dominado por la producción industrial y la urbanización” (ibid, p. 95).

En el artículo, “Conflicto y contaminación: El Movimiento Socio ecológico en torno al Río Santiago”, del libro titulado “Gobernanza y Gestión del Agua en el Occidente de México” (Ochoa García & Bürkner, 2012), en donde sus autores hacen un análisis sobre la comunidad, a raíz de las manifiestas protestas (figura 24) de los pobladores de El Salto, Juanacatlán y Puente Grande en la ciudad de Guadalajara en abril del 2008, en donde refieren:

“A pesar de que los habitantes de El Salto y Juanacatlán han tenido conciencia de la contaminación del Río Santiago desde los años setenta, los esfuerzos organizados para abordar el problema no aparecieron sino hasta principios de la década del 2000. Como hemos visto, para ese tiempo los niveles de contaminación habían aumentado de manera palpable el movimiento del Río Santiago puede ser visto como una manifestación de lo que Joan Martínez Alier (1994) llama el “ecologismo de los pobres”. En esta interpretación, el conflicto ecológico se define en términos de clase, entre los afectados ambientales pobres y los ricos cuyos intereses se definen por el *statu quo*. (...) Obreros y residentes pobres de El Salto y Juanacatlán, en verdad, son los más afectados de la contaminación del río. Desde este ángulo, no es tanto un cambio de valores hacia el posmaterialismo lo que ha movilizó a la población local sino una reivindicación de su derecho a un medio ambiente sano, esto es, su demanda colectiva de la restauración del Río Santiago” (ibid).

Es importante señalar que es este proceso de defensa del territorio versa la defensa de la industria, en el análisis que hace Carmona (2016) en “La política hídrica de saneamiento en El Salto, Jalisco, ¿solución o contrainsurgencia?”, publicado por Cuadernos del agua, WATERLAT-COBACIT, hace referencia al proceder del Estado en relación a las demandas de los pobladores afectados:

“El primer punto en el pliego petitorio que entregaron los pueblos al Gobierno de Jalisco era que se declarara El Salto y Juanacatlán en emergencia ambiental y se diera atención extraordinaria en materia de salud en lugar de decretar simplemente un polígono de fragilidad ambiental. La *emergencia ambiental*, sustentada en el principio precautorio, implica, como su nombre lo dice, la atención emergente de la situación y el involucramiento, según el Reglamento de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), de los tres niveles de gobierno. Se requiere la utilización de fondos especiales para atención a éstas emergencias y se demanda el saneamiento, la difusión de medidas precautorias, atención inmediata a las personas que se considera pudieran padecer daños por la exposición, así como la implementación de monitoreo permanente de las condiciones ambientales. Desde el Senado de la República se hizo un llamado a que ésta declaratoria de emergencia ambiental se llevara a cabo y que se fincaran responsabilidades administrativas y penales a quienes resultaran responsables de las muertes derivadas por la contaminación (...) aunque en realidad esto no se concretó” (ibid, p. 100).

En cambio, lo que ofreció el Estado de Jalisco fue el Decreto del Polígono de Fragilidad Ambiental (POFA), el cual, alude Carmona (2016):

“ha traído una larga, lenta e infructífera implementación de su agenda de trabajo (...) Un año después, sin tener avances en dicho sentido, fue cuando abiertamente el Estado se posicionó a favor de los industriales con afirmaciones que se podría pensar provenían de un funcionario de la Secretaría de Economía: “la declaración de una emergencia ambiental conlleva la parálisis de una cantidad de inversiones importantísima en esta región” y si bien hay interés en el saneamiento de la cuenca “interesan, de manera fundamental, las inversiones” (Martín, 2014, 29 de agosto); fueron las declaraciones del Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Rafael Elvira Quesada y, aunque hubo detracción desde otros organismos como la Comisión Estatal de Derechos Humanos de Jalisco (CEDHJ) y un senador (...), se impuso la negación a ésta petición” (*Ibíd.*).

Por otra parte, en estudio realizado en esta área por Hernández *et al* (2017), se describe al lugar:

“Dentro de la ciudad de Guadalajara (CG) se ubica un área geográfica a la que el gobierno local del estado de Jalisco designó como Polígono de Fragilidad Ambiental (POFA). En esta zona son recurrentes los problemas de contaminación tanto en suelo, agua y aire, porque ha sufrido cambios de uso de suelo, deterioro ambiental, pérdida de su fauna y flora originales. Esto debido al crecimiento de la población y de áreas con actividades industriales y agrícolas. Dicha situación probablemente tiene repercusiones en la salud de aproximadamente 1.4 millones de personas, por la exposición a distintas sustancias contaminantes presentes en el ambiente. Entre los problemas ambientales más severos en el POFA está la baja calidad del aire por partículas, ozono y la presencia de olores molestos. Se destacan episodios frecuentes de niveles altos de partículas menores o iguales a 10 micras (PM₁₀)”



Figura 24. Protesta de los pobladores, exigencia de un ambiente sano 2008.

Fuente: Agrupación Un Salto de Vida

Se han desarrollado con el transcurso de los años un sinnúmero de acciones jurídicas, tecnológicas, de investigación, de difusión, de vinculación, culturales, educativas, a nivel local, nacional e internacional, con la finalidad de resolver el complejo problema de saneamiento del ecosistema, no se ha logrado establecer una política pública, entre otras cosas, debido a que en el discurso de los gobernantes involucrados en la toma de decisiones, está presente la negación de que el río ocasione riesgos a la población, como se ha mencionado en múltiples medios de comunicación. Algunos ejemplos de estas acciones, la campaña “Ríos tóxicos”, desarrollada en el río Santiago por Greenpeace y Un Salto de Vida, o la expedición a través de su cauce desde Ocotlán Jalisco hasta San Blas Nayarit 2015 dirigido por Sam Morrison, así también las denuncias ante instancias de gobierno de los tres niveles de actuación como PROFEPA, CONAGUA, CNDH, SSJ, SEMADET, CEA etc. (figuras 46-47-48). En fecha reciente después de una visita a El Salto por expertos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se dio a conocer en los medios que:

“el Estado mexicano debe cumplir las recomendaciones del Grupo de Trabajo de la ONU sobre empresas y derechos humanos [entregadas al Ejecutivo el 7 de septiembre] (...) [Para el caso del occidente] los expertos visitaron el río Santiago, donde les sorprendió el nivel de contaminación y los daños a la salud

del corredor industrial en el que se vierten desechos de diferentes actividades empresariales, algunas de grandes empresas transnacionales. Los expertos determinaron que había una catástrofe ecológica. Río Santiago, uno de los expedientes más visibles en la observación de Grupo de Trabajo de la ONU” (Del Castillo, 2016b).

La degradación del ambiente y el daño a la salud van de la mano, como lo describe una colaboradora de Population References Bureau (PRB):

“El medio ambiente urbano es un factor importante para determinar la calidad de vida en zonas urbanas y el impacto ecológico de dichas zonas. Entre los problemas ambientales urbanos se encuentran la insuficiencia de agua y saneamiento, la acumulación de basura y la contaminación industrial. Desafortunadamente, es caro reducir dichos problemas y aliviar sus efectos sobre la población urbana” (Boyle Torrey, 2004).



Figura 25. Campaña “Ríos Tóxicos”, desarrollada en el Río Santiago en El Salto, Jalisco

Fuente: Greenpeace (2012)

En 2009, en torno a las denuncias de los pobladores de la cuenca del río Santiago, ante la Comisión Estatal de Derechos Humanos de Jalisco, emitió la Recomendación 01/2009 (CNDH/09) cuyo asunto: “de la violación de los derechos humanos a gozar de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, a la salud, al agua, a la alimentación, al patrimonio, a la legalidad, a la seguridad social, al desarrollo sustentable, a la democracia, al trabajo, a tener una vivienda en un entorno digno, los derechos de niñas y niños a un nivel de vida adecuado para su desarrollo físico, espiritual, moral y social” (Bernache Pérez, 2017), la cual ha sido incumplida en la mayoría de los puntos por las instituciones gubernamentales involucradas. En su análisis de la situación “Derechos humanos y degradación ambiental en Jalisco” define:

“La falta de una regulación eficiente por parte de las autoridades ambientales de los diferentes niveles de gobierno ha permitido el crecimiento de la degradación ambiental que ahora pone en riesgo no solo el equilibrio ecológico regional, sino también amenaza la salud y bienestar de las comunidades locales (CEDHJ, 2012). La violación a los derechos de las personas las realiza la autoridad responsable (municipal, estatal y federal) que por comisión u omisión en el cumplimiento de sus funciones y obligaciones se extralimitan en su poder al imponer proyectos regionales o bien son omisos e incapaces de controlar a las industrias, los ayuntamientos y las personas físicas que generan, con sus actividades, contaminación” (citado en *ibid*).



Figura 26. Expedición en Río Santiago a través del cauce desde Ocotlán, Jalisco.

Fuente: Agrupación Un Salto de Vida (2015).



Figura 27. Denuncian a una Fundidora en El Salto, ante PROFEPA

Fuente: (Santana Belmont, 2017)

La tasas de mortalidad por cada 100 mil habitantes por enfermedades del sistema respiratorio de los periodos 2005, 2010 y 2015 en El Salto; (gráfico1) en lo que corresponde al cálculo general de todas las enfermedades de acuerdo

con la Clasificación Internacional de Enfermedades del sistema respiratorio (CIE, J 00-J99), se incrementó duplicando su valor en el último periodo, en cuanto a la tasa de mortalidad por enfermedades respiratorias crónicas-obstructivas se muestra de igual manera y la tasa de mortalidad por enfermedades respiratorias agudas, triplico su valor en el último periodo.

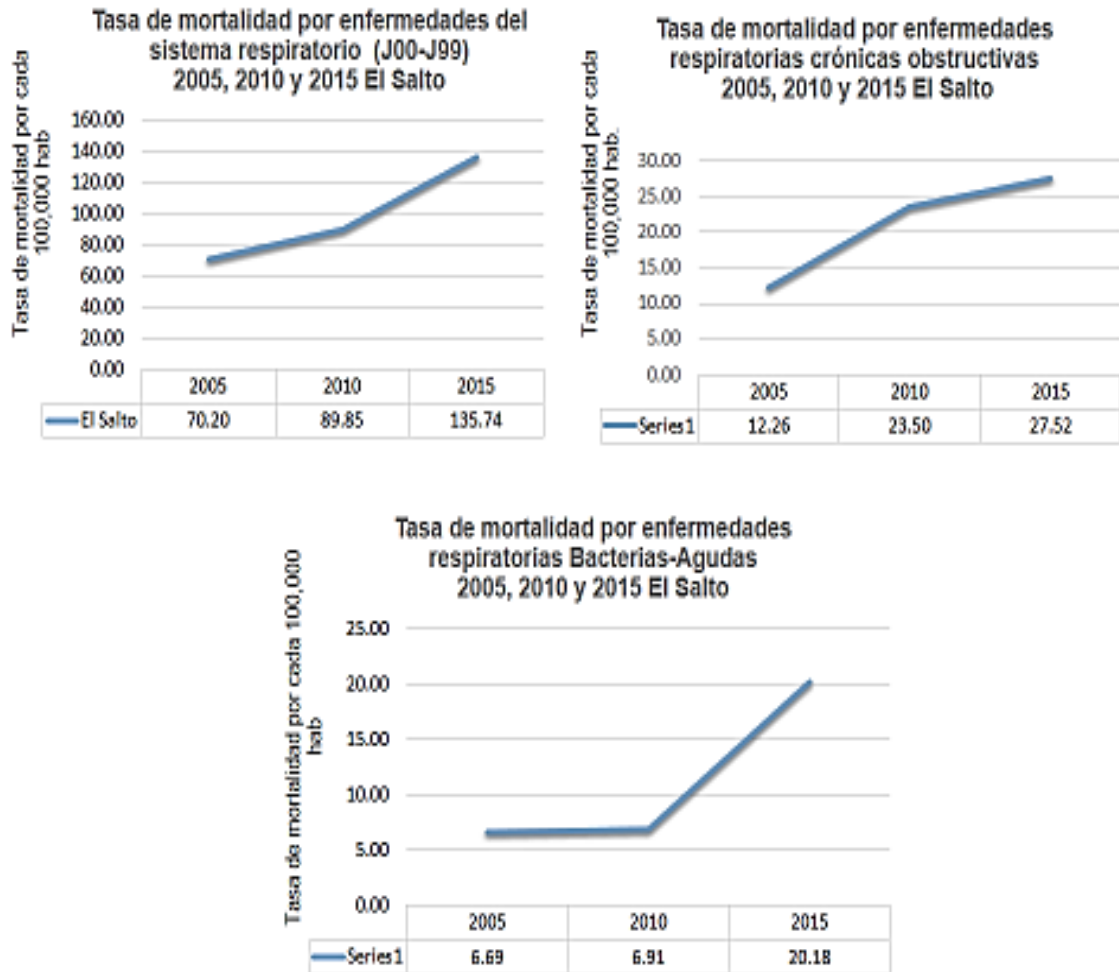


Grafico 1. Tasas de Mortalidad calculada en periodos 2005, 2010 y 2015 en El Salto

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de DGIS, INEGI

En estudio de Omar Arellano, et al (2012), se realizó análisis químico del agua del río y sobre la salud humana, los resultados se detallan en la figura 49, la representación gráfica de Tasa de mortalidad específica (TME 98-10) por grandes grupos de enfermedades (A) infecciosas intestinales, (B) hipertensivas, (C) crónicas de las vías respiratorias superiores, (D) insuficiencia renal. La línea azul representa el río Santiago:

“La información obtenida se limitó a los datos de mortandad puesto que el SINAIS no cuenta con los datos de morbilidad a nivel municipal. En este sentido, nuestro análisis podría estar subestimando la problemática de salud en la zona. Encontramos que en el cuatrienio de 2007 a 2010, se presentó una mayor tasa de mortalidad debido a diarreas y gastroenteritis de presunto origen infeccioso, enfermedad renal hipertensiva, estado asmático e insuficiencia renal no especificada en el municipio de Juanacatlán, mientras que en el municipio de El Salto se observa un incremento en las tasas de mortalidad a causa de enfermedad renal hipertensiva, insuficiencia renal crónica e insuficiencia renal no especificada. Debido a que las poblaciones en la zona son menores a 100,000 habitantes, para evitar un efecto por el tamaño poblacional, en otro nivel de análisis, ajustamos los datos para incrementar la población de riesgo considerada, agregando unidades espaciales vecinas.

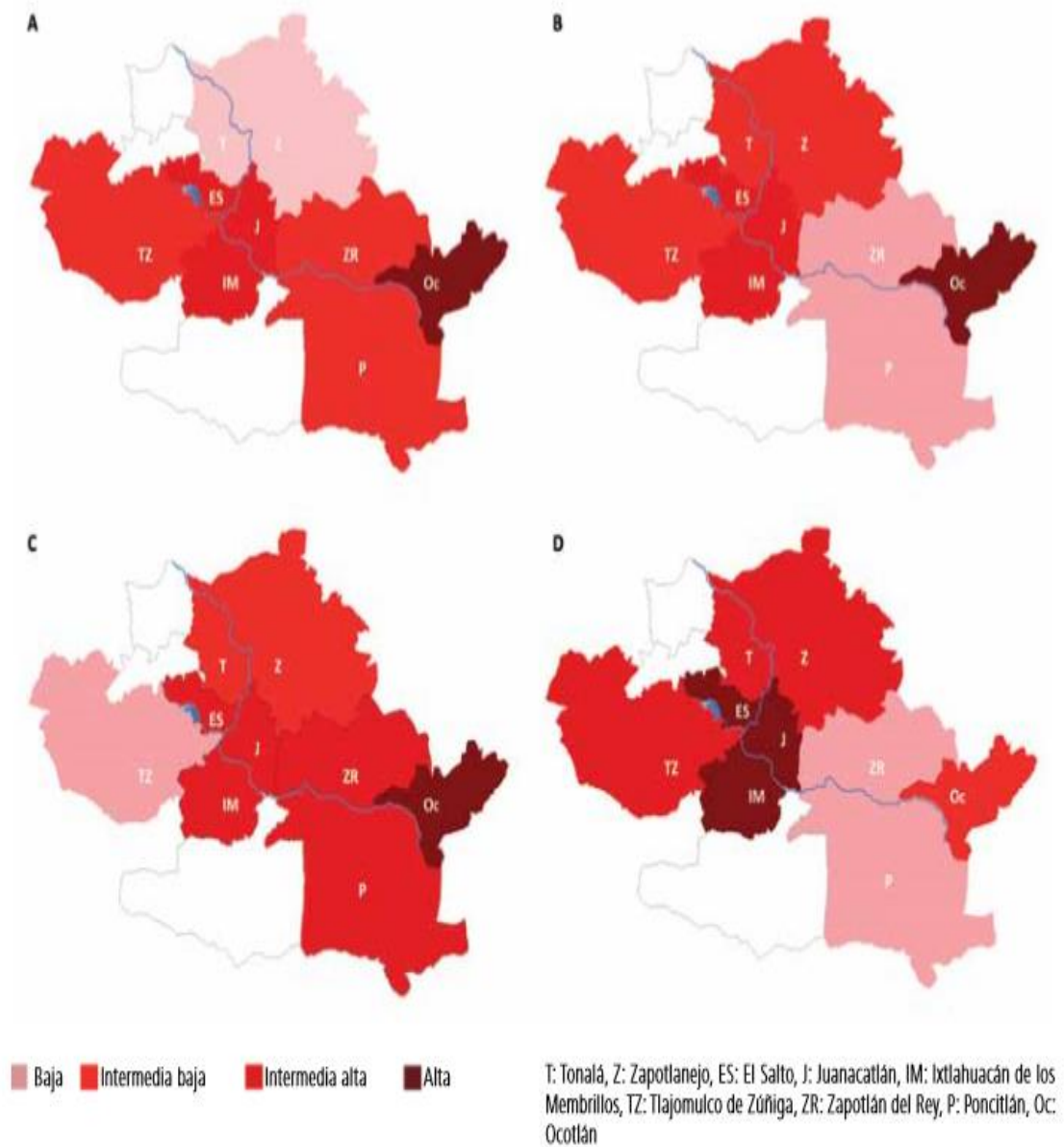


Figura 28. Representación gráfica de Tasa de mortalidad específica (TME98-10)

Fuente: (Arellano, et al 2012)

En cuanto a establecer la distribución espacial de los grupos vulnerables alrededor del río Santiago (figura 29), Arellano et al (2012) refiere que:

“Es importante señalar que esta zonificación es gruesa porque no considera la variación en las magnitudes y tipos de descargas, factores geográficos o ambientales que podrían afectar la dispersión de los contaminantes, u otros. Tampoco hace consideración de la distribución espacial particular de grupos vulnerables en la zona. Sin embargo, puede ser vista como la base para

estudios futuros que permitan delimitar con más detalle las zonas de riesgo. Con base en la propuesta, encontramos que la población total de los nueve municipios que constituyen la zona de estudio ascendió a un total de 1 310,415 habitantes en 2010. Dentro de la franja de riesgo alto habitaban en esta misma fecha 211,331 personas, y 469,840 dentro de la franja de riesgo moderado. Estas constituyen poblaciones que deberían ser objeto de atención especial por las instancias de salud pública. La proporción de habitantes en riesgo, bajo el criterio de zonificación propuesto, es particularmente alta en los municipios de El Salto y Juanacatlán: 51 y 81 por ciento de su población, respectivamente, habitan a menos de 1 km de distancia del río; y prácticamente el 100 por ciento de sus habitantes viven a menos de 5 km.” (Arellano, *et al* 2012)

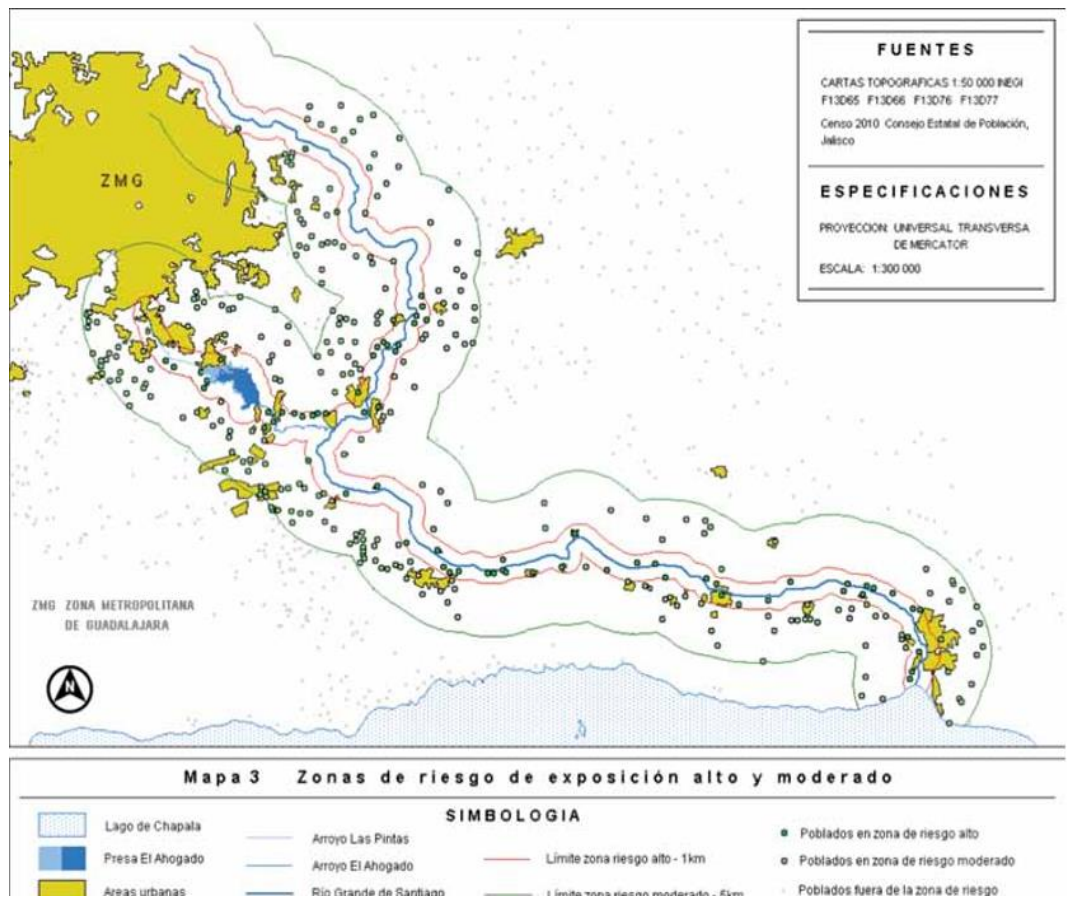


Figura 29. Mapa zona de riesgo de exposición de los habitantes en las márgenes del Río Santiago.

Fuente: (Arellano, *et al* 2012):

Santana (2017) aborda la problemática desde la percepción de los pobladores de las dos localidades asentadas a márgenes del río Santiago, (figura 30) presenta los resultados de su investigación en el documento publicado recientemente denominado “Factores ligados al problema de salud ambiental en El Salto y Juanacatlán”:

“La recopilación de dicha información documental, junto con una mini encuesta de percepción sobre salud ambiental (226 encuestados) aplicada en los centros de salud de la Cabecera municipal de El Salto y Juanacatlán, durante junio de 2016, muestra que el cáncer de algún tipo es la enfermedad con mayor frecuencia para los encuestados (18%), seguido por las enfermedades infecciosas o parasitarias (13%), gastrointestinales (10%) y del sistema respiratorio (9%). Las enfermedades renales fueron mencionadas en menor, pero considerable medida (8%) así como las cefaleas, náuseas y/o vómitos (7%). Cabe mencionar que las enfermedades relacionadas con los órganos reproductores femenino y masculino, sin considerar las endocrinas (1%), suman un 5% por lo que resultan considerables. En este sentido, la siguiente gráfica de red (figura 51) nos permite observar que la mayoría de los encuestados atribuye una gran importancia especialmente a los factores ligados al río y a la basura: la línea azul (se extiende hacia el perímetro final de la red) muestra los picos de mayor frecuencia respecto a la importancia atribuida por las personas, de manera que los olores provenientes de un río y la presencia de virus o bacterias en el ambiente, seguida por la contaminación del aire y los olores provenientes de un basurero son los más altos (6%). No obstante, la contaminación del agua del río (5%), la emisión de humos y gases (4%), las instalaciones industriales cercanas (4%) y la generación de basura son también muy relevantes (4%). Para diferenciar los factores de riesgo atribuidos a los servicios de salud, se observa también que los riesgos mayormente asociados son la falta de hospitales o centros de salud (6%), la falta de recursos para medicamentos (6%) y la mala calidad de los servicios de salud pública (5%)”

**IMPORTANCIA ASOCIADA A FACTORES DE RIESGO
PARA LA SALUD AMBIENTAL EN POBLADORES DE EL SALTO Y JUANACATLÁN
(2016)**

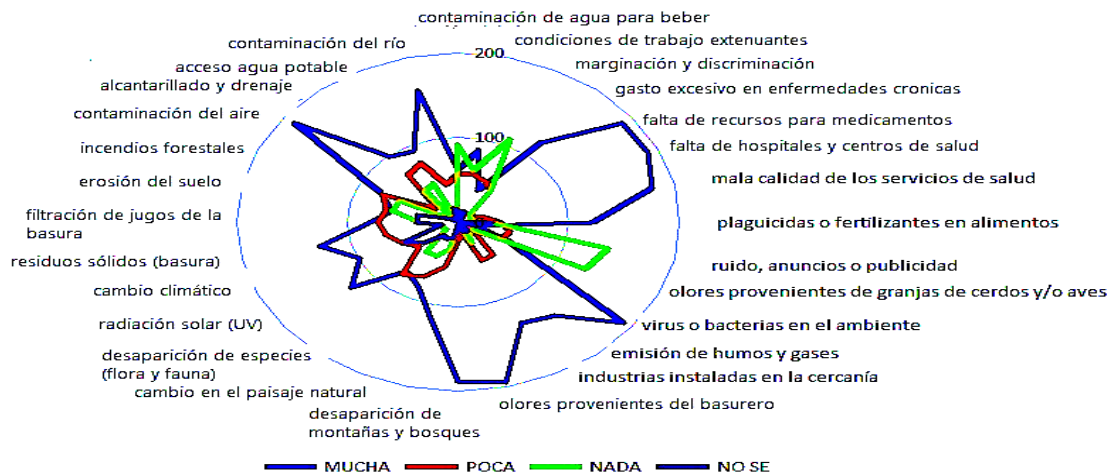


Figura 30. Resultados de encuesta aplicada a pobladores de El Salto y Juanacatlán.
Fuente: Santana (2017)

Estudio pionero en la zona de estudio es el que realizaron los investigadores Armendáriz Borunda y Sánchez Parada de la Universidad de Guadalajara, denominado “Evaluación del daño genotóxico y citotóxico en población de los márgenes del río Santiago”, se publican algunos de los resultados en MILENIO JALISCO en septiembre 2016:

“se trata de un estudio citotóxico/genotóxico (células y ADN) en cuatro sitios distintos de la corriente pluvial que apenas hace unos días una misión de ONU calificó como “la más contaminada del país”, y con una muestra “de control” con personas que no viven en el área. El trabajo demuestra que los sitios donde el mayor número de anomalías nucleares son encontradas y con mayores efectos adversos en la salud de los pobladores son El Salto-Juanacatlán (cuenca baja del arroyo El Ahogado) y Paso de Guadalupe (justo donde el río Santiago ya ha recibido la carga completa de contaminantes de toda la ciudad). También destaca que no es necesario estar en contacto directo con el agua para estar expuesto a la absorción de metales. Un tercer aspecto es que la operación de dos enormes plantas de tratamiento no ha significado un cambio en la toxicidad del agua porque éstas solamente remueven carga orgánica.

Entonces, “los resultados son contundentes: comparamos los 30 sujetos de control contra la población expuesta de cada uno de los cuatro puntos”; se analizan siete anormalidades nucleares, denominadas: micronúcleo, nbud, binucleada, núcleo picnótico, cariorrexis, cariolisis y cromatina condensada. Los parámetros obtenidos son mayores en tres de siete casos en El Salto de Juanacatlán y en Paso de Guadalupe, y en uno de siete en La Barca y Ocotlán. “Por ejemplo, mientras en la población no expuesta encuentra 0 a 2.5, acá encuentras de 0 a 7 células micronucleadas por cada mil células, y ya en síntesis, concluimos que en Juanacatlán hay tres anormalidades genéticas: células en yema, por decir así, cariolisis y cromatina condensada, lo cual es muy peligroso; por ejemplo, la cromatina condensada se eleva hasta 18.5, comparada con 5 de la muestra de control; en La Barca encuentra cariolisis, incrementado, que va de 0 a 2 células en la muestra de control, y que aquí va de 0 a 11.5, o sea que se incrementa casi 11 veces el riesgo de daño citotóxico; en Paso de Guadalupe, poblado que ya recibe la totalidad de las aguas contaminadas de la ciudad, tenemos tres diferentes anormalidades, en micronúcleos, en células en yema y en cromatina condensada” (Del Castillo, 2016a)

VII. RESULTADOS

Análisis del aire, de orina humana y de la función respiratoria de la población infantil.

7.1.1 Análisis microbiológico de bacterias patógenas para sistema respiratorio

Una vez efectuado todas las fases del procedimiento para el análisis en laboratorio, las muestras procesadas proporcionaron información del número de organismos viables, géneros y especies, los resultados obtenidos en el estudio se presentan en tablas y gráficos.

- **Cuantificación**

Las concentraciones microbianas en las muestras de aire tomadas en la zona de estudio se midieron como Unidades Formadoras de Colonia por metro cúbico (UFC/ m³), cuantificadas en diversos medios de cultivo.

En lo que se refiere a la evaluación de la cantidad de las (UFC/ m³), se consideraron los valores de referencia de acuerdo a la categorización internacional de niveles de contaminación (CEC 1993). Los colores utilizados por segmento de valores, fueron seleccionados con carácter didáctico, (tabla 25)

Tabla 25. Valores de referencia, estratificación de resultados, niveles de contaminación.

Muy baja	Baja	Intermedia	Alta	Muy alta
< 50 UFC/m ³	50-100 UFC/m ³	100-500 UFC/m ³	500-2,000 UFC/m ³ 6 puntos (1,2,5,8,15,25)	>2,000 UFC/m ³ 19 puntos (3,4,6,7,9,10,11,12,13,14, 16,17,18,19,20,1,22,23,24)

Fuente: Categorización internacional de niveles de contaminación CEC 1993, Reporte No. 12

Todas las muestras presentaron crecimiento bacteriano, en la tabla 26 se muestra el análisis de estadística descriptiva de las UFC/m³. En los resultados obtenidos de la cuantificación se observa una importante variación en la concentración de UFC, el punto de muestro número 25 ubicado en Prof. Hernández Loza y Zaragoza en Juanacatlán resulto con el valor más bajo 830 UFC/m³, este sitio es el más alejado del río Santiago, se considera como un buen sitio de referencia. La concentración más alta con una cantidad de 15,800 UFC/m³, se encontró en el sitio 12, ubicado en Independencia y Constitución en El Salto, las calles que confluyen en este punto son principales vías de la zona centro, aproximadamente a 700 m de distancia al río, zona completamente habitada, sin arbolado.

Tabla 26. Estadísticos descriptivos del total de Unidades Formadoras de colonias por metro cúbico (UFC/ m³) en los 25 puntos de muestreo.

		Puntos de Muestreo	UFC/ m ³
N	Válido	25	25
	Perdidos		0
Media			5155
Mediana			4700
Moda			880
Desviación estándar			3442
Mínimo			880
Máximo			15800
Suma			128890

El resumen de los resultados de la cuantificación de las UFC, se muestra en la tabla 27, los cuales se agrupan en dos de las cinco categorías, concentraciones de alta y muy alta.

Los puntos que presentan la menor concentración de UFC/ m³ considerados en la categoría de alta (500- 2,000 UFC/m³) son 6, lo que equivale al 24% de los puntos muestreados y son: 1, 2, 5, 8, 15, 25 los cuales se encuentran ubicados en la cabecera municipal de El Salto.

El número 1 corresponde a la Cascada del río Santiago con brisa proveniente del río, zona con tráfico vehicular abundante en la parte alta en el puente, el resto se ubican en cruces de calles; el punto 2, ubicado sobre el canal de aguas residuales domesticas del poniente de la población y del rastro municipal, el 5 es zona de reciente urbanización habitacional, anteriormente era tiradero de toda clase de residuos de la construcción, domésticos e industriales, zona arbolada y con canal de agua residual, el 8 es calle principal de acceso a la población con abundante tráfico vehicular y peatonal, sin arbolado, el 15 es calle principal de acceso a tres centros escolares, calle empedrada con abundante tráfico vehicular y peatonal, con escaso arbolado, y por último el 25 en la cabecera municipal de Juanacatlán, zona más alejada del río y con escaso tráfico vehicular, calle pavimentada, se observa que tres de ellos comparten la característica de abundante tráfico, dos son cercanos a canales de agua residual.

Los otros puntos que presentan una concentración muy alta (>2,000 UFC/m³) son 19 y representan el 76% de los sitios muestreados, de los cuales la mayoría se encuentran ubicados en la cabecera municipal de El Salto y son los siguientes: 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, los puntos 23 y 24 se ubican en la cabecera municipal de Juanacatlán

Las características generales de cada uno de los puntos de muestreo se describen a continuación: el punto 3 es carretera pavimentada, con abundante tráfico vehicular pesado, sin arbolado y muchos terrenos baldíos, el 4 es zona habitacional, empedrado, regular tráfico vehicular pesado y sin arbolado, el

punto 6, zona habitacional, calle principal pavimentada con abundante tráfico vehicular y peatonal, es zona arbolada, el 7 es zona de ingreso a la población, es vialidad principal, pavimentada con confluencia vehicular y peatonal permanente, escaso arbolado, el punto 9 es zona mixta, es cruce de calle principal, empedrado y pavimentado, sin arbolado, el 10 es zona residencial, calle pavimentada, sin tránsito, arbolado regular, junto al canal de aguas residuales a 200 m de distancia aproximadamente, el punto 11 es zona habitacional y escolar, calle empedrada, escaso tráfico vehicular, zona arbolada, el punto 12 es zona centro, mixta, calles principales, pavimentadas, alto flujo vehicular y peatonal, sin arbolado, el 13 es zona habitacional, calles pavimentadas con regular tráfico vehicular pesado y constante autos y tránsito peatonal, sin arbolado, el 14 es zona habitacional, arbolado regular, calles empedradas con escaso tráfico, el 16 es zona habitacional, en parte alta de la población, calle empedrada con escaso tráfico, el 17 zona habitacional, calle pavimentada, con regular flujo vehicular, sin arbolado, el 18 es calle principal, pavimentada, confluencia alta de vehículos pesados, de transporte y carros, paso de vehículos de la basura de forma permanente, zona habitacional sin arbolado, el 19, zona escolar, habitacional calle pavimentada sin arbolado, el 20 calle empedrada, zona habitacional escasa, parte alta junto al cerro, con arbolado regular, el punto 21 es calle pavimentada en parte alta de la población, sin tránsito, arbolado regular, el 22 zona escolar y habitacional, calles empedradas sin tránsito, sin arbolado y los dos últimos en la cabecera municipal de Juanacatlán el 23 zona habitacional ,se ubica aproximadamente a 100 m del río, calle pavimentada, muy transitada sin arbolado y el punto 24, se ubica en la zona centro de la población, habitacional, calle pavimentada sin tráfico vehicular, zona, alta confluencia peatonal, sin arbolado.

Tabla 27. Resultados de cuantificación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC/m³).

Puntos de Muestreo	Medio TSA	Medio MAS Gram Positivos	Medio MAC Gram Negativos	Total UFC/m ³
1	660	220	500	1380
2	560	130	230	920
3	3370	60	7700	11130
4	560	1240	1770	3570
5	750	170	250	1170
6	5200	220	2320	7820
7	120	600	2890	3610
8	1330	50	510	1890
9	1910	1050	480	3440
10	270	190	4240	4700
11	380	130	3450	3960
12	1690	60	14050	15800
13	4420	300	100	4820
14	720	1140	2030	3890
15	1000	230	630	1860
16	3440	1670	720	5830
17	580	120	5960	6660
18	320	20	3750	4090
19	1600	310	4040	5950
20	100	130	5000	5230
21	320	40	7500	7860
22	4810	90	1710	6610
23	2320	110	5770	8200
24	1360	120	6140	7620
25	550	0	280	830
Totales	38420	8400	82020	128840

El gráfico 2 muestra las concentraciones de UFC, se observa que no son homogéneas, la tendencia al incremento en los valores encontrados, se sitúa en los puntos de muestreo que corresponden a los ubicados en la zona centro de la cabecera municipal.

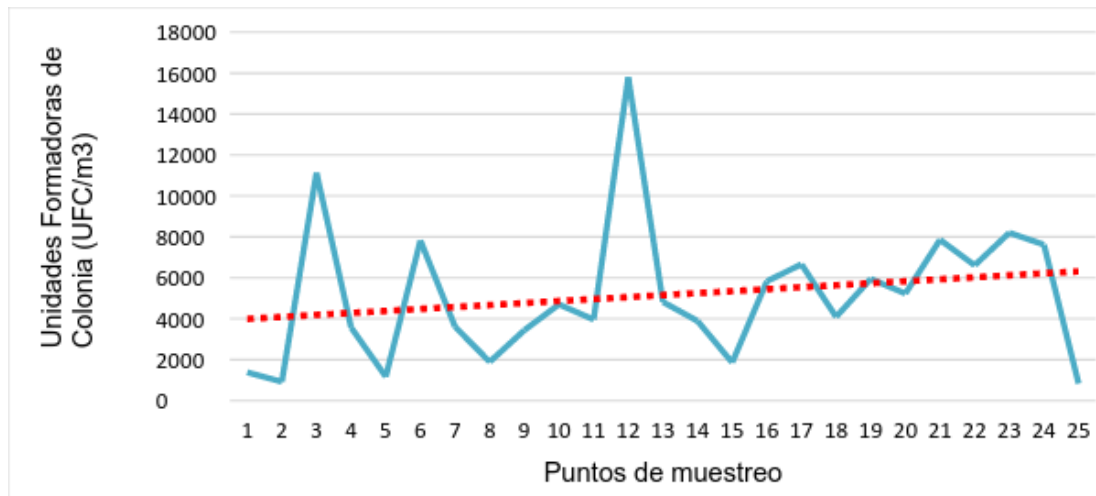


Gráfico 2. Concentración de Unidades Formadoras de Colonia (UFC/m³) en 25 puntos.

El dendograma obtenido del análisis de clúster por proximidad (gráfico 3) permite identificar semejanzas entre los puntos de muestreo. Se lee de izquierda a derecha y las líneas verticales representan la unión de clúster. La escala superior muestra la distancia entre los clúster (coeficientes) que esta reconvertida a unos valores de 0.25. La posición de la línea vertical indica a que distancia los clúster se han unido. Se distinguen dos grupos, el primero incluye el punto 12, que corresponde al cruce de las calles Independencia y Constitución, el cual presenta tráfico vehicular abundante y es zona centro. El segundo grupo incluye dos puntos 3 y 23, son calles con tráfico vehicular constante, el punto 3 es la carretera a Juanacatlán vialidad principal pavimentada y el 23 es la zona contigua al río Santiago en el municipio de Juanacatlán.

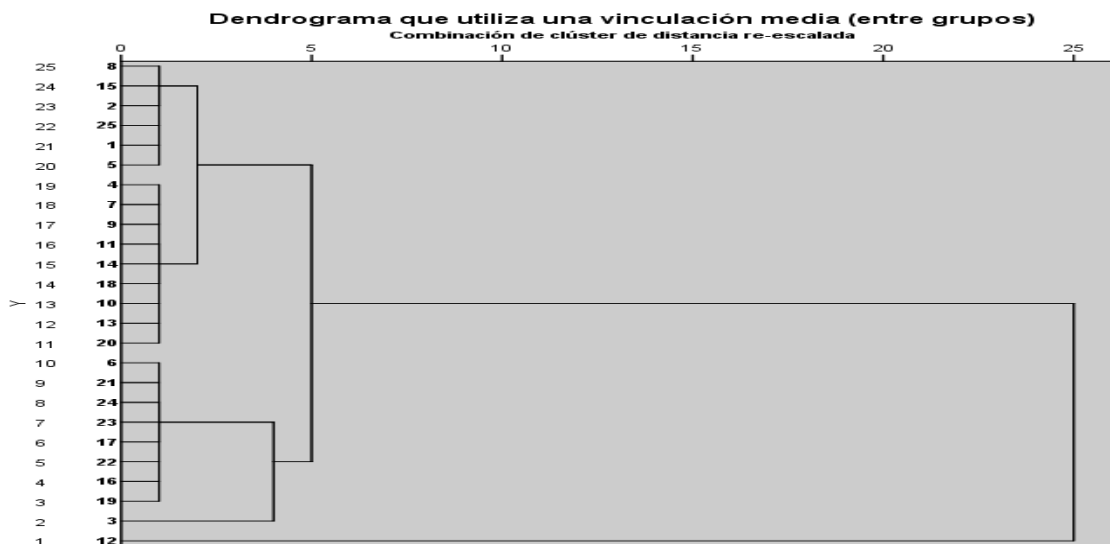


Gráfico 3, Clúster jerárquico de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC/m³) en los 25 puntos de muestreo

El siguiente mapa 7, elaborado por el método de Interpolación inversa a la distancia (IDW), muestra la distribución de las Unidades Formadoras de Colonia (UFC/ m³) en los 25 puntos de muestreo en la zona de estudio, se consideran solamente las dos categorías resultantes de 0 a 2,000, y mayor a 2,000 UFC/ m³, de acuerdo con la categorización internacional por niveles de concentración (CEC1993).



Mapa 7. Distribución espacial de la presencia de UFC/m3 en la zona de estudio



Leyenda		Mapa de la distribución de los totales UFC en el municipio del salto, Jalisco. Fuente elaboración propia a partir de muestreos en campo. Elaborado por: Biol. Graciela Gonzales Torres.
♦ Puntos de muestreo	830 - 1890	
— Isolinia	3440 - 15800	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del presente estudio.

- **Aislamiento**

Se realizó posterior a la incubación de las 75 muestras obtenidas de los 25 puntos, (figura 31) de las formaciones coloniales observadas en los tres medios de cultivo primarios, se obtuvieron 279 inoculaciones en tubos de ensayo

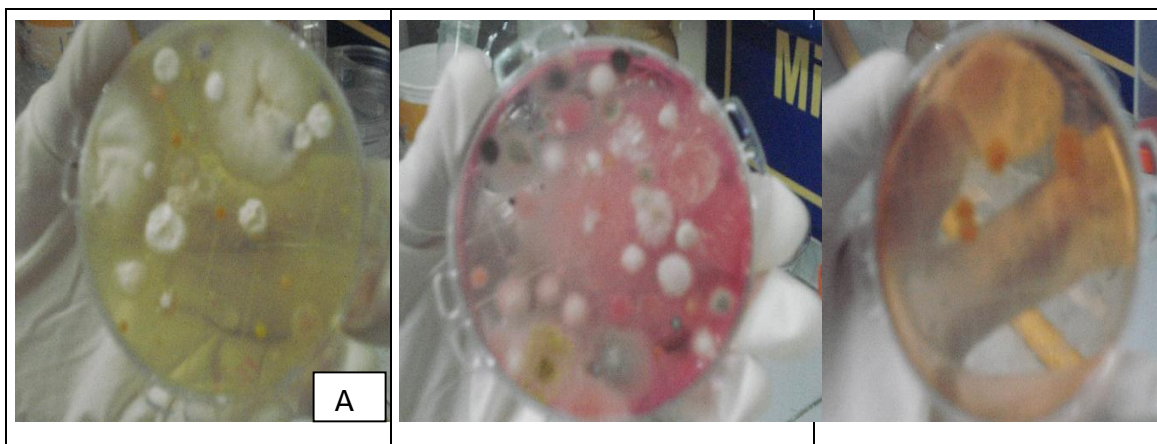


Figura 31. Crecimiento microbiológico muestras en medios TSA, MAS y MAC respectivamente de izquierda a derecha.

- **Resiembra de cepa**

Se realizó la resiembra de las 279 cepas obtenidas de los 25 puntos de muestreo, en tres medios de cultivo selectivos primarios. Tripticaseína (TSA), Agar Salado Manitol (MAS), Mac Conkey (MAC) para la posterior observación de crecimiento bacteriano.

- **Análisis de morfología colonial**

Se llevó a cabo la observación macroscópica después de la incubación de 48 horas a 37°C, resultaron con presencia de crecimiento (figura 32); con una cantidad de 942 en el medio TSA, 498 en el medio MAS y 216 en el medio MAC, con un total 1,656 registrándose como positivo o negativo de acuerdo con las características de crecimiento y/o reacciones metabólicas de los cuatro géneros patológicos para sistema respiratorio. Los tipos más frecuentes de morfologías de colonias fueron investigados adicionalmente en cada placa muestreada para identificación microbiana.

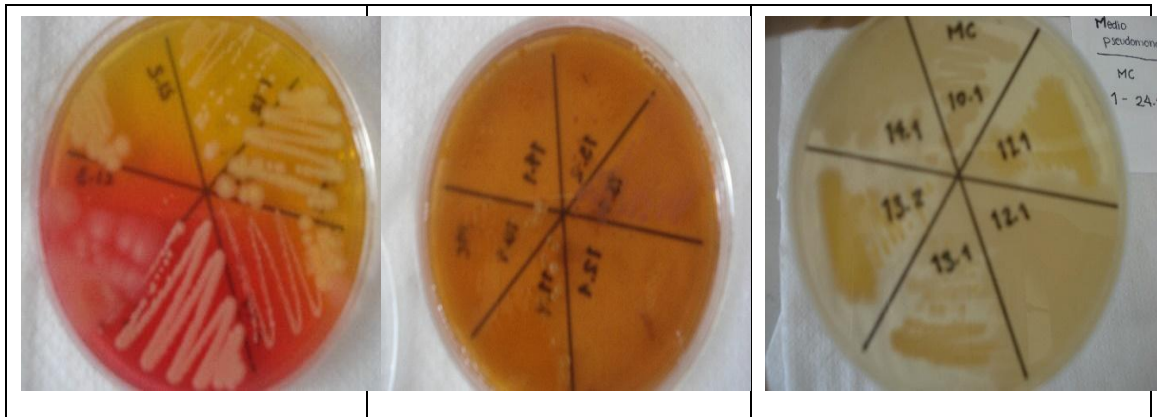


Figura 32. Observación macroscópica de la morfología colonial en medios de cultivo, TSA, MAS y MAC respectivamente.

- **Análisis de morfología tintorial**

De las muestras de aire obtenidas en los 25 puntos de la zona de estudio, de los 279 frotis que fueron procesadas con la tinción de Gram, los resultados de la observación microscópica y los porcentajes de los géneros de bacterias patógenas encontrados se muestran en la tabla 27, fueron 674, con la siguiente distribución: 214 (31.8%) corresponde a cocos positivos, 62 (9.2%) son cocos negativos, 143 (21.2%) son los bacilos positivos a 255 (37.8%) corresponde a bacilos negativos.

Tabla 28. Resultados de la observación morfológica tintorial de 279 frotis

Cocos positivos	Cocos negativos	Bacilos positivos	Bacilos negativos
214 (31.8%)	62 (9.2%)	143 (21.2%)	255 (37.8%)
<i>Streptococcus</i> 1.4%			<i>Klebsiellas</i> 5.8%
<i>Staphylococcus</i> 6.54%			<i>Pseudomonas</i> 52.6%
Otros 92.06%.			Otros 41.6%.

Se observa que el porcentaje de bacilos negativos es el más alto (gráfico 4) se muestran las cantidades de frecuencia y porcentaje de acuerdo a las formas de agrupación celular.

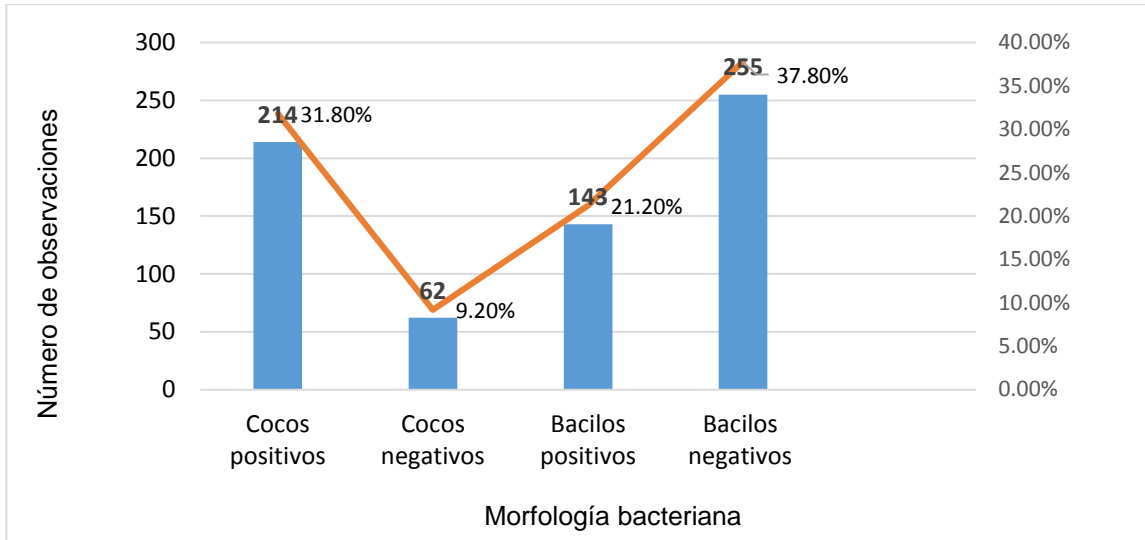


Gráfico 4. Resultados de la prueba de morfología tintorial en 279 inoculaciones

- **Obtención de cultivo axénico**

El procedimiento se realizó con la resiembra en TSA, de cada una de las formaciones coloniales procedentes de los medios de cultivo primarios, se generó a su vez un segundo cultivo de aseguramiento de las cepas.

Para el proceso de diferenciación se resembraron las 279 resultantes de formaciones coloniales primarias en cada uno de los cinco medios de cultivo selectivos y diferenciales; (figuras 33, 34,35 y 36) Eosina azul de metileno (EMB) para el crecimiento de *Klebsiella*, Agar Salado Manitol (MAS), para Estreptococos y Estafilococos, Mac Conkey (MAC), para bacterias no fermentadoras de lactosa, (STAPH) para *Staphylococcus* y (PSE) para *Pseudomonas*, con un total de 1395 resiembras.

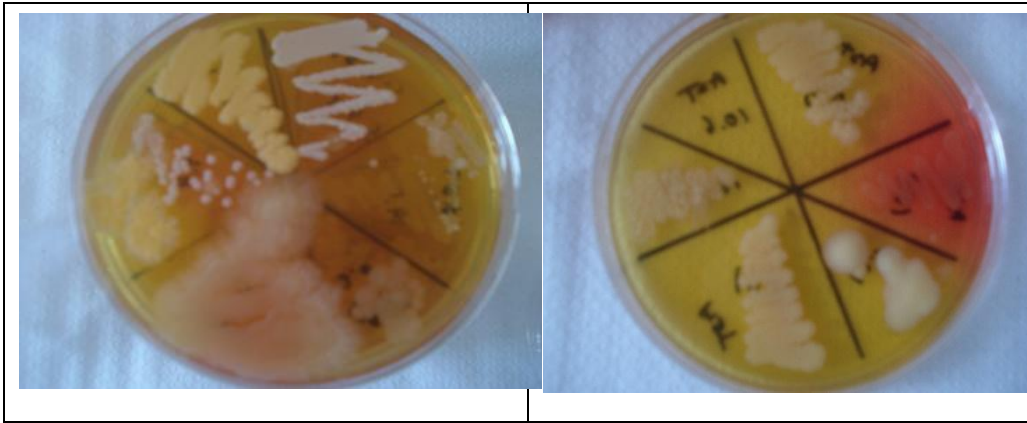


Figura 33. Crecimiento colonial en medio TSA resembrado en medio diferencial MAS.

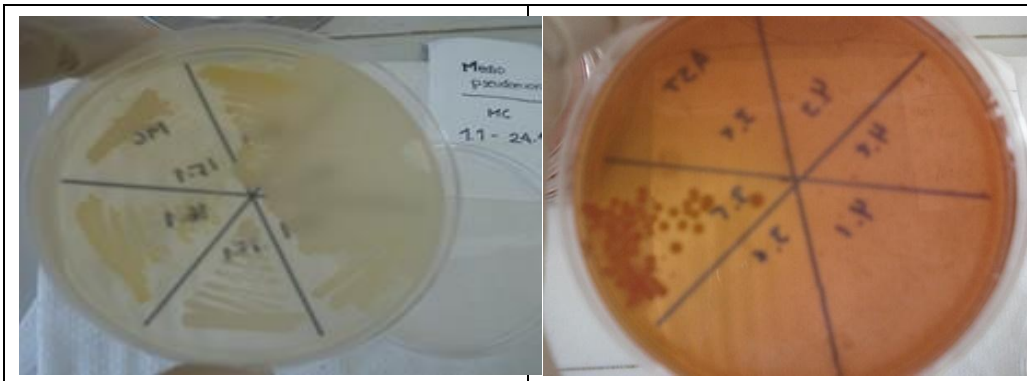


Figura 34. Crecimiento colonial de bacterias en medios MAC y TSA resembrado en PSE.

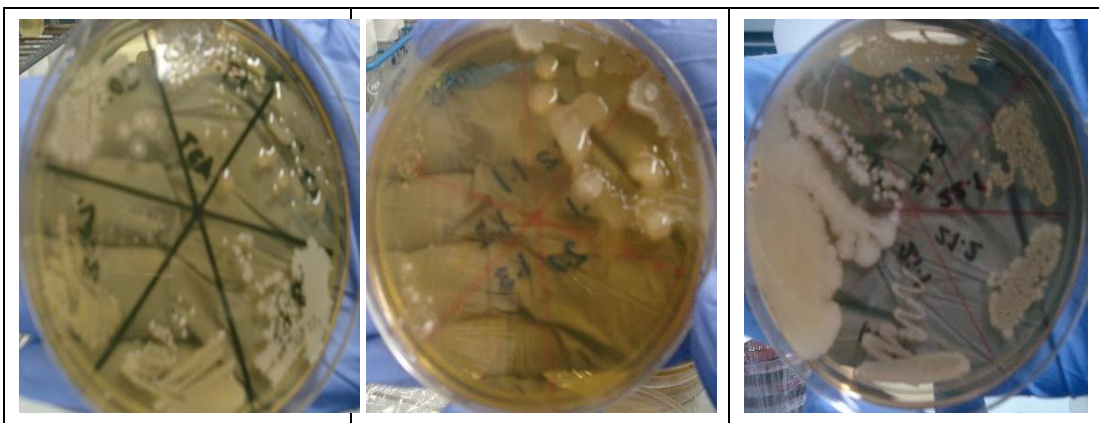


Figura 35. Crecimiento colonial en medios TSA, MAS y MAC resembrado en STAPH

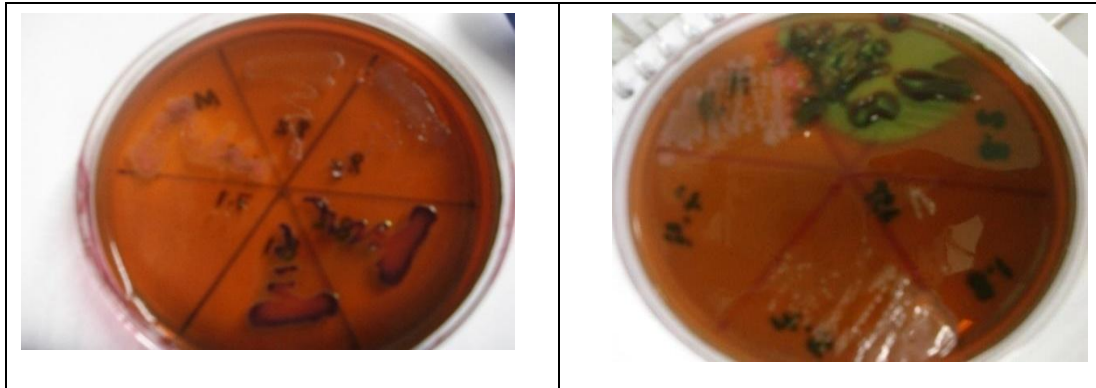


Figura 36. Crecimiento colonial de medio MAC resembrado en EMB

- **Pruebas bioquímicas**

El proceso de identificación de especie se realizó a través la observación de las reacciones metabólicas o bioquímicas de las bacterias aisladas (figura 37).

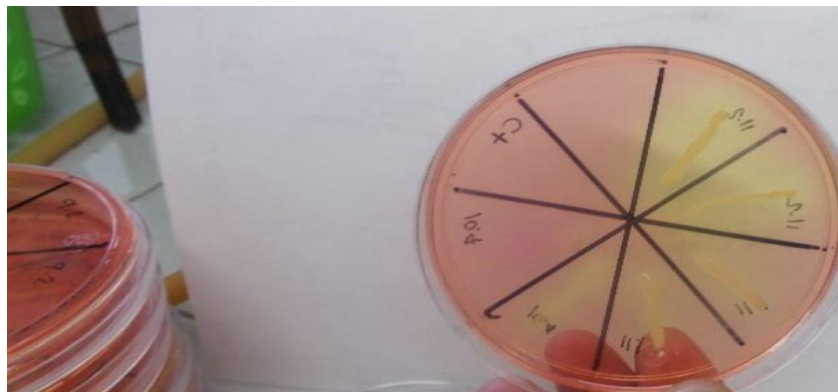


Figura 37. Identificación de la diversidad bacteriana, confirmación de especies patógenas.

Se encontraron presentes las cuatro especies consideradas patógenas para sistema respiratorio: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*.

La diversidad microbiológica encontrada en función de la frecuencia observada en los 25 puntos de muestreo, es como sigue, (gráfico 5) la bacteria *Pseudomonas aeruginosa*, representa la frecuencia más alta de la población bacteriana en el aire en 25 (100%) sitios de la muestra seguidos de

Staphylococcus aureus, en 20 (80%) puntos de muestreo, *Klebsiella pneumoniae* en 10 (40%) de los sitios y *Streptococcus pneumoniae* en 3 (12%) puntos de muestreo.

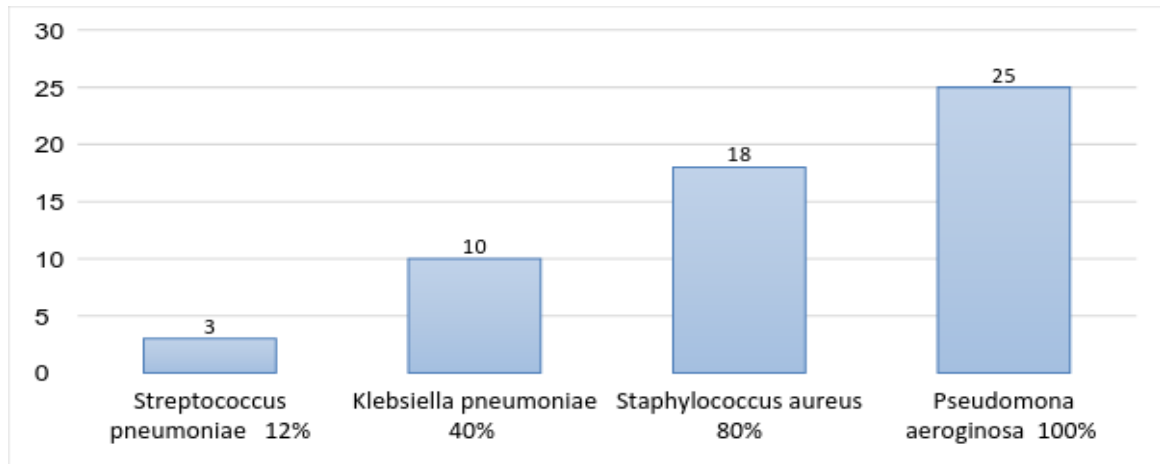


Gráfico 5. Porcentajes de presencia de bacterias patógenas por especie en los 25 puntos de muestreo.

En el gráfico 6 la frecuencia de la diversidad de tipos de bacterias patógenas para el sistema respiratorio, se presenta en el siguiente orden: en los puntos de muestreo 22 y 25, lo que corresponde al (8%) de los sitios, se encontró solo un tipo de bacteria *Pseudomona aeruginosa*, en lo que corresponde a los puntos 2,3,4,7,8,9,13,14,16,17,18,21,23,24 equivalente al (56%), se encontraron dos tipos de bacterias, *Pseudomona aeruginosa* en todos los puntos y *Staphylococcus aureus* predominantemente, alternando esta última en dos sitios con *Streptococcus pneumoniae*, en los puntos 1,6,10,11,12,15,19,20 en el (32%) de los sitios se encontraron tres tipos de bacterias, *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella pneumoniae*, excepto en el punto 12 que se encontró *Streptococcus pneumoniae* en lugar de *Klebsiella pneumoniae* por último solo en el punto 5 (4%), se registraron los cuatro especies de bacterias antes mencionadas.

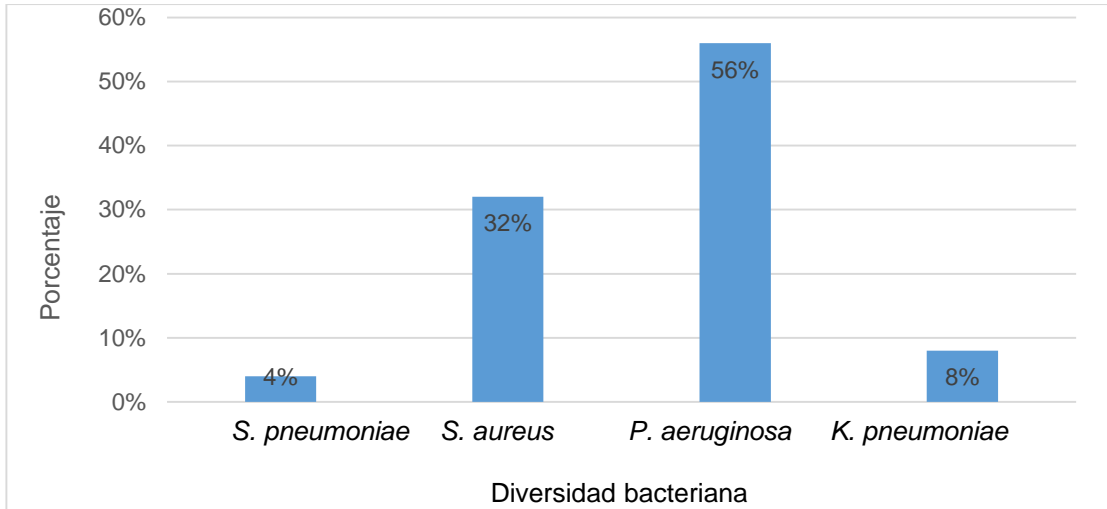
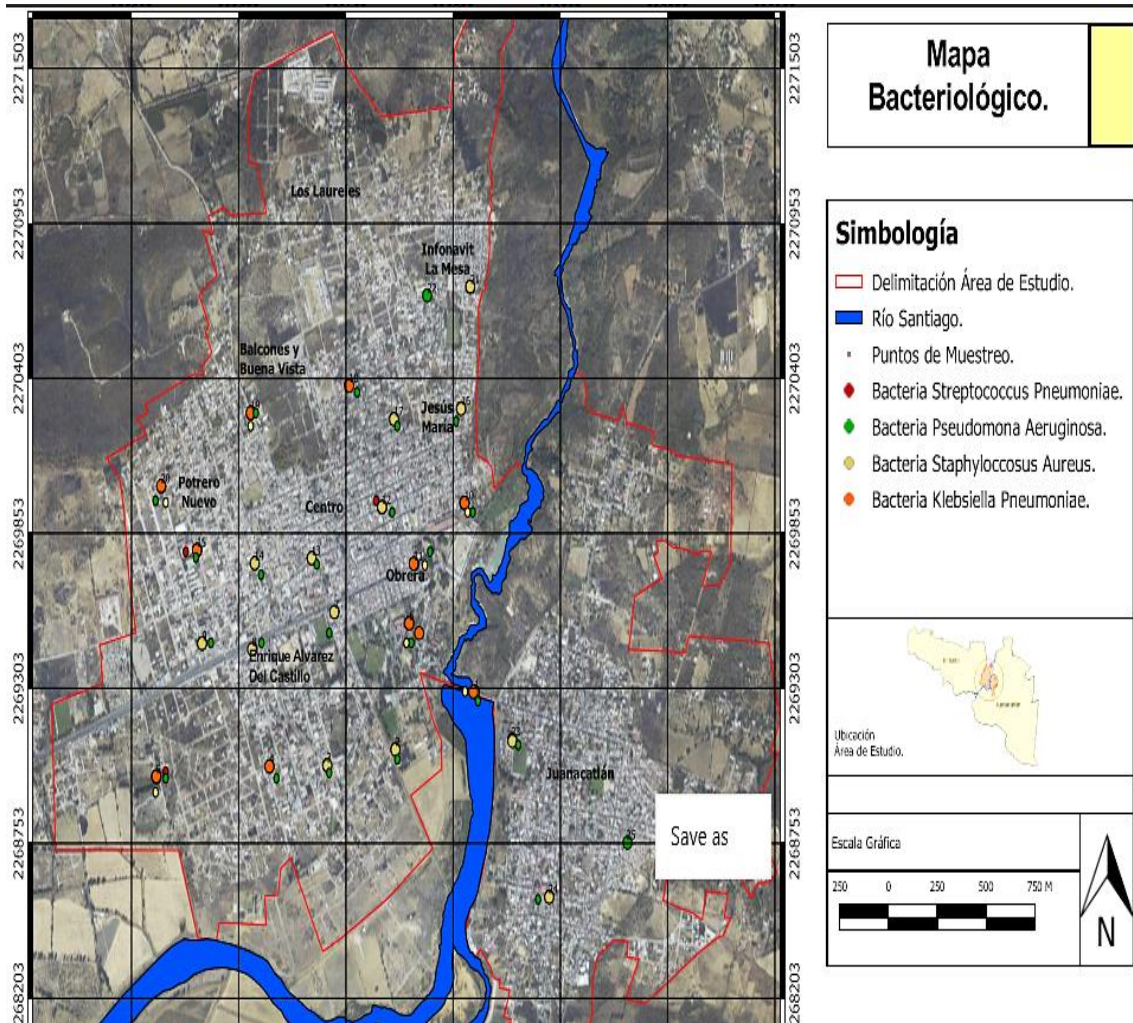


Gráfico 6. Porcentajes de la diversidad de cepas de bacterias patógenas encontradas en zona de estudio.

Mapa 8. Distribución de bacterias patógenas para sistema respiratorio en la zona de estudio.



Fuente: elaboración propia

7.1.2 Análisis de metales en polvo atmosférico depositado suelo urbano

La cantidad de polvo urbano recogido como valor máximo en el punto de muestreo número 9, fue de 59.3 gr/m² y como valor mínimo en el punto de muestreo número 2, fue de 7.2 gr/m².

Para el análisis elemental una vez cuantificada la fracción de masa o "composición en porcentaje de masa", denominado también como el porcentaje del peso atómico (Wt%), de cada uno de los metales se encontró la presencia de: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Níquel (Ni) y Zinc (Zn) en los 25 puntos de muestreo, en siguiente tabla se encuentran los valores de los resultados en extenso (figura 29).

El primer análisis de polvos realizado en el EMB fue exploratorio, encontrándose en abundancia de sílice y la presencia de una gran cantidad de elementos de la tabla periódica, razón por la cual se decidió la búsqueda de metales encontrados fuera de norma en el Río Santiago.

En cuanto a la distribución de metales en los polvos urbanos, se encontró al Arsénico entre los seis elementos analizados, con los porcentajes de presencia más altos en todos los sitios de muestreo con un valor promedio de 41.18%, le sigue el Cadmio con valor promedio de 28.7%, el Mercurio con 13.76%, el Plomo con 13.34%, presentes en todos los puntos de muestreo, el Níquel con 1.7% y el Zinc con 2.4% presentes estos últimos, en la mayoría de los sitios.

Tabla 29. Estadística descriptiva de los porcentajes de masa atómica (Wt%) para los 6 metales analizados

	As	Cd	Hg	Pb	Ni	Zn
Válido	25	25	25	25	25	25
Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media	41.15	28.70	13.76	13.34	1.65	1.50
Mediana	40.35	28.40	14.60	10.80	1.80	.900
Moda	42.30	27.90	12.60	3.20	1.90	.00
Desviación estándar	5.59	4.10	3.37	7.53	.98	1.33
Mínimo	26.70	20.40	5.10	3.20	.00	.00
Máximo	51.60	35.90	18.20	33.40	3.50	4.00

En el gráfico 7 de caja y bigote, muestra la distribución en porcentajes de los metales, el valor promedio encontrado más la variabilidad expresada como desviación estándar del conjunto de datos, donde el Plomo (Pb) muestra mayor variabilidad y el Níquel (Ni) menor.

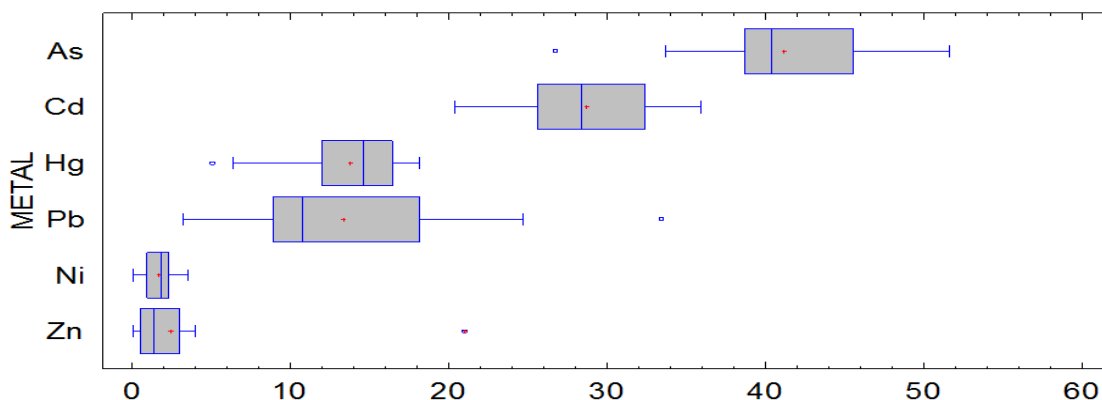


Gráfico 7. Distribución de porcentajes de metales presentes en la zona de estudio.

Los valores máximos de peso atómico (Wt%) de cada uno de los metales son: 51.60 Wt% arsénico en el punto 6, 35.90 Wt% el cadmio en el sitio 22, 33.40 Wt% el plomo en el punto 21, 18.20 Wt% el mercurio con en el punto 22, 4.0 Wt% el zinc en el punto 7 y 3.50 Wt% el níquel con en punto 1. En el grafico 8 se pueden observar la distribución del 100% de los seis metales encontrados.

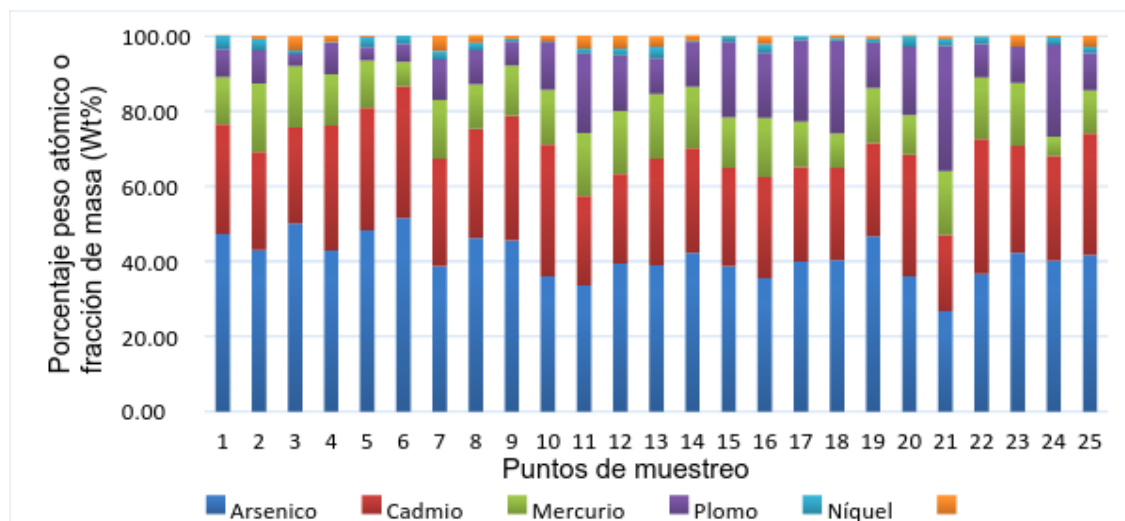
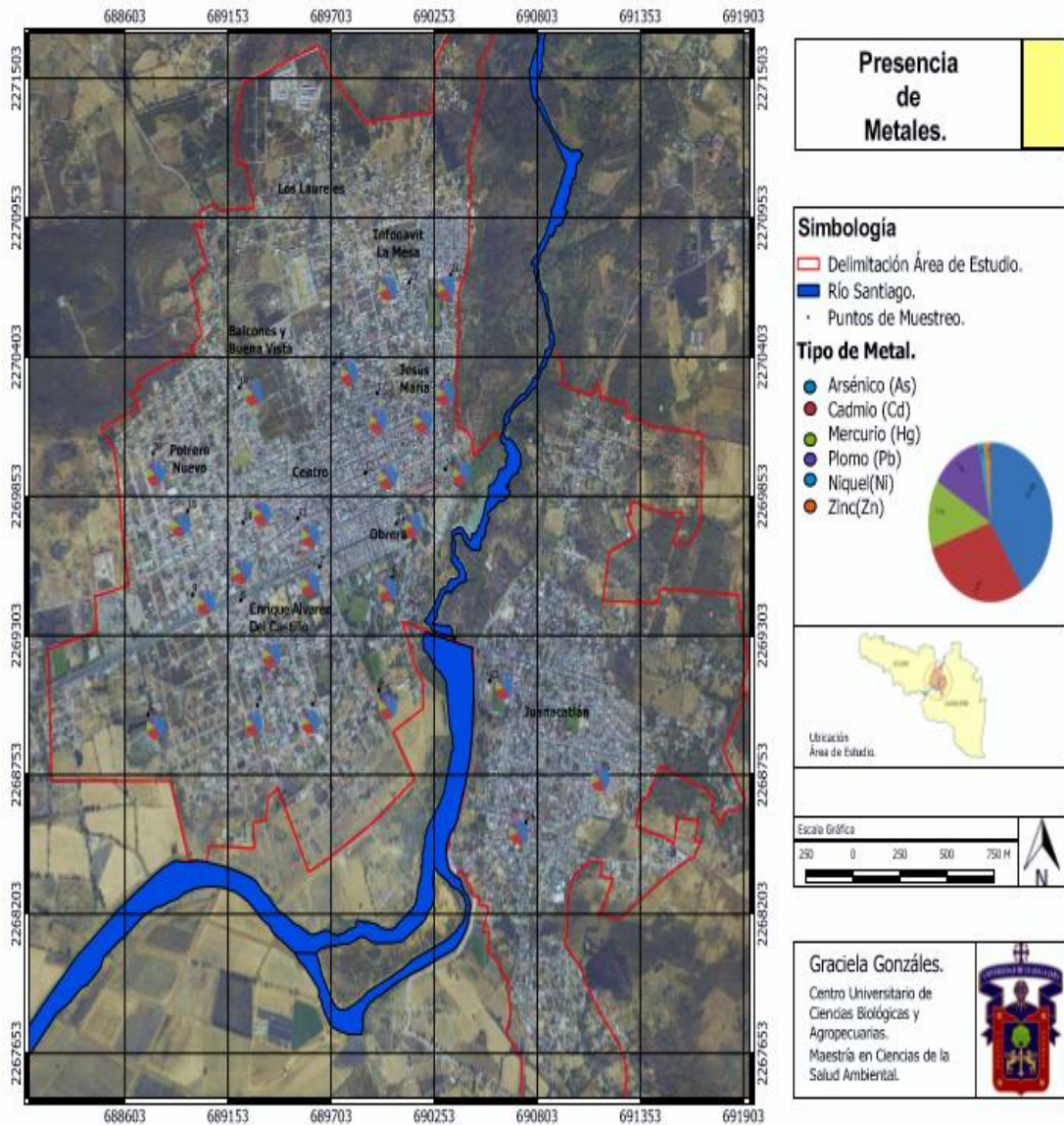


Gráfico 8. Distribución porcentual (Wt%) presencia de metales en polvos urbanos en 25 puntos.

Mapa 9. Distribución espacial de los metales encontrados en la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia

El dendograma obtenido del análisis de clúster por proximidad (gráfico 9) permite identificar semejanzas entre los puntos de muestreo, se distinguen tres grupos: el primero con el punto 21, que corresponde a las calles Ahuehuate y Cedro, zona sin tráfico vehicular, calle pavimentada, en la parte alta de la población y a 500 metros del río. El segundo grupo se encuentran los puntos 15 y 22, el primero en Revolución Norte y Reforma, confluye tránsito vehicular y peatonal se encuentran establecidas 3 escuelas, el 22 ubicado en las Calles

San Pedro y San Miguel, sin tránsito vehicular, se encuentra ubicada una escuela primaria y el punto 6, calle Independencia y Hacienda, abundante tráfico vehicular y peatonal, a 400 metros aproximadamente del río Santiago.

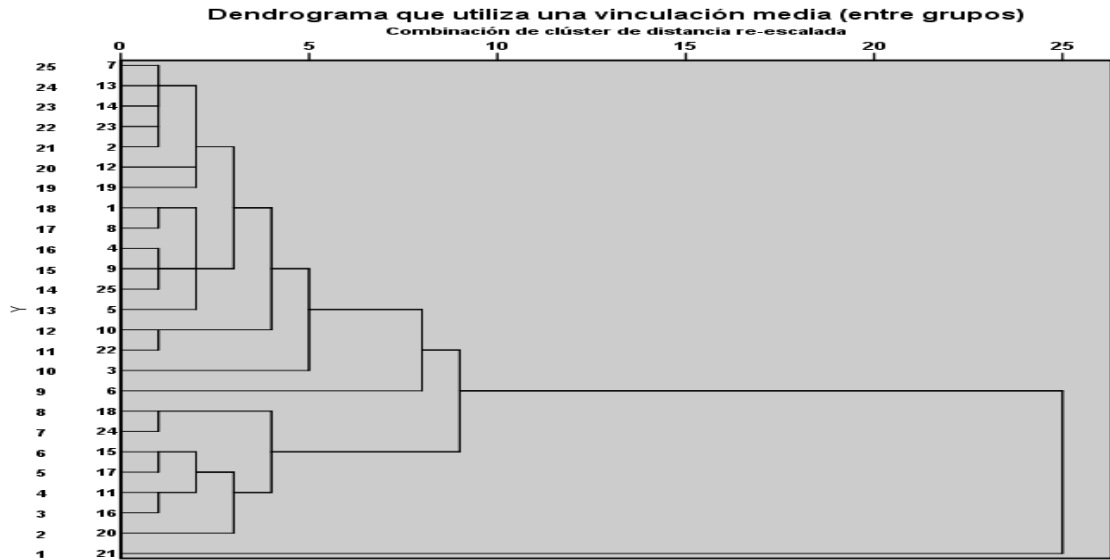


Gráfico 9. Clúster jerárquico de la proporción metales en los 25 puntos.

El dendrograma obtenido del análisis de clúster por proximidad (gráfico 10) permite identificar semejanzas entre los tipos de metal, encontrado en la zona de estudio, se distinguen tres grupos el Arsénico como el más abundante, seguido por el Cadmio y el Mercurio.

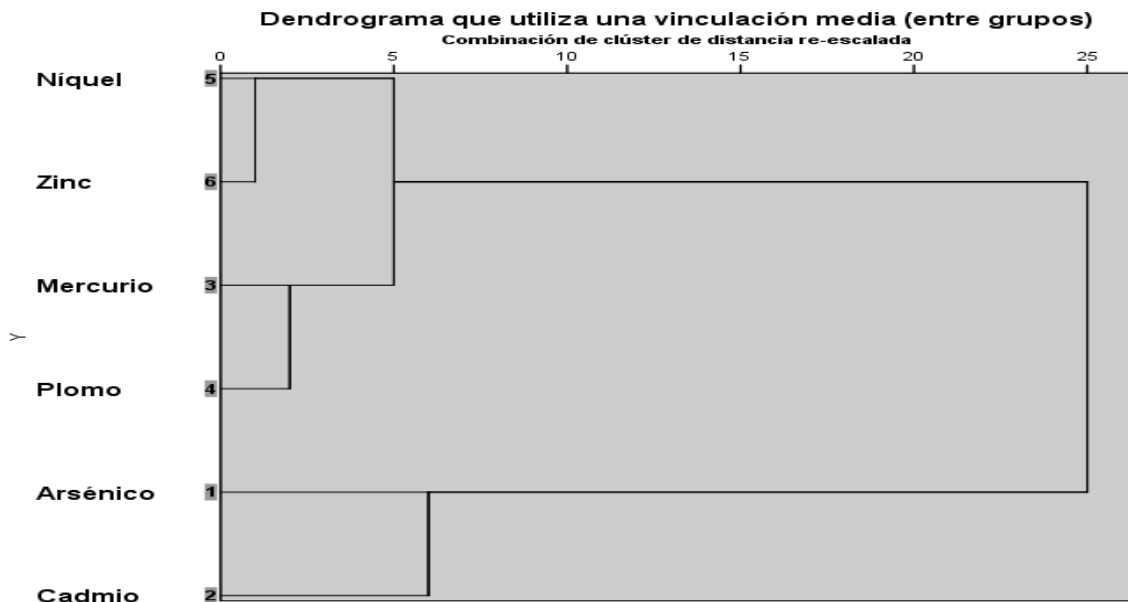


Gráfico 10. Clúster jerárquico de la proporción 6 tipos de metales encontrados.

A continuación se presentan imágenes de la muestra de polvo del punto número 1 de la zona de estudio; en la figura 38 la imagen corresponde a la emitida por el microscopio electrónico.

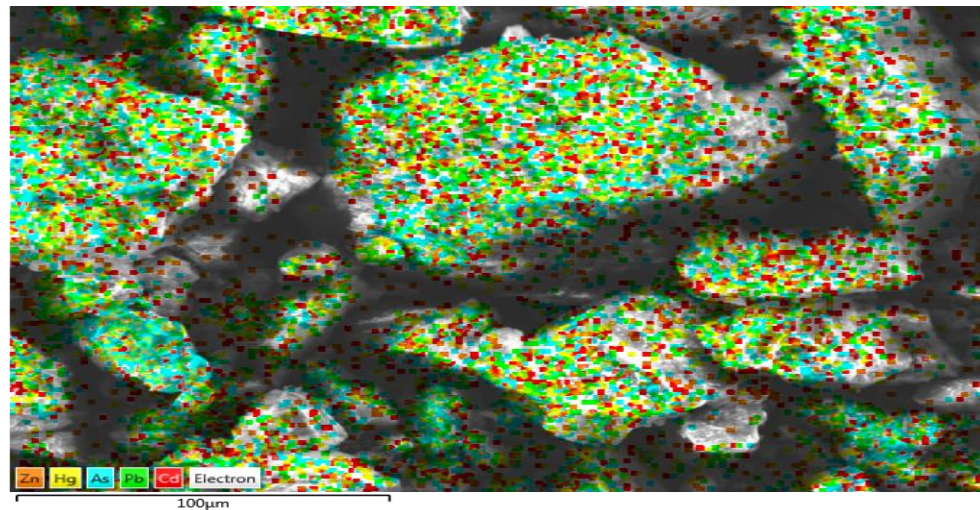


Figura 38. Imagen del área de análisis por MEB, muestra del punto No. 1.

La figura 39 corresponde a la imagen del punto de muestreo No. 1, la cual es emitida por el software utilizado para el análisis el cual aparece con cuadro de lectura del porcentaje de peso atómico (Wt%) encontrado de cada metal.

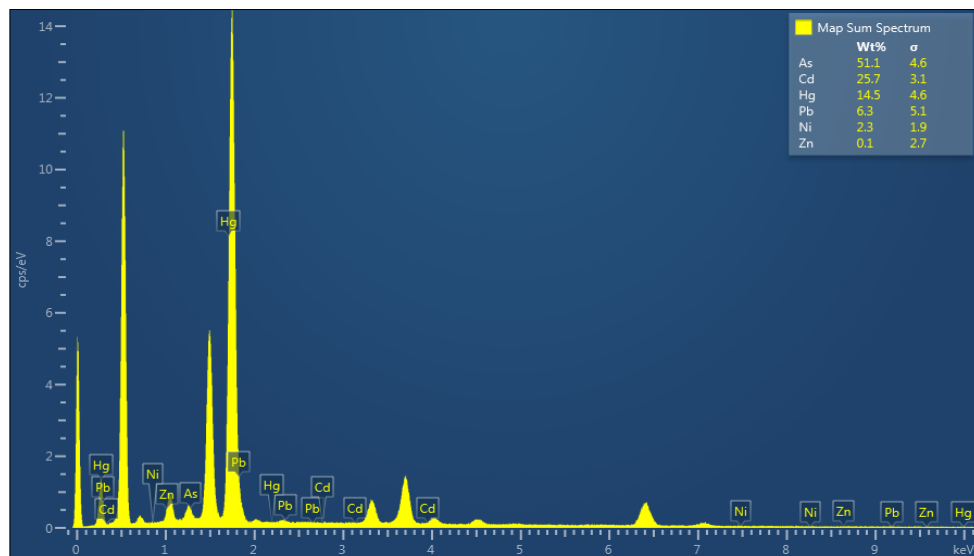


Figura 39. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestra 1.

Por último en la figura 40, se muestran las fotografías de las emisiones de fotones de cada uno de los seis metales encontrados en la muestra número 1.

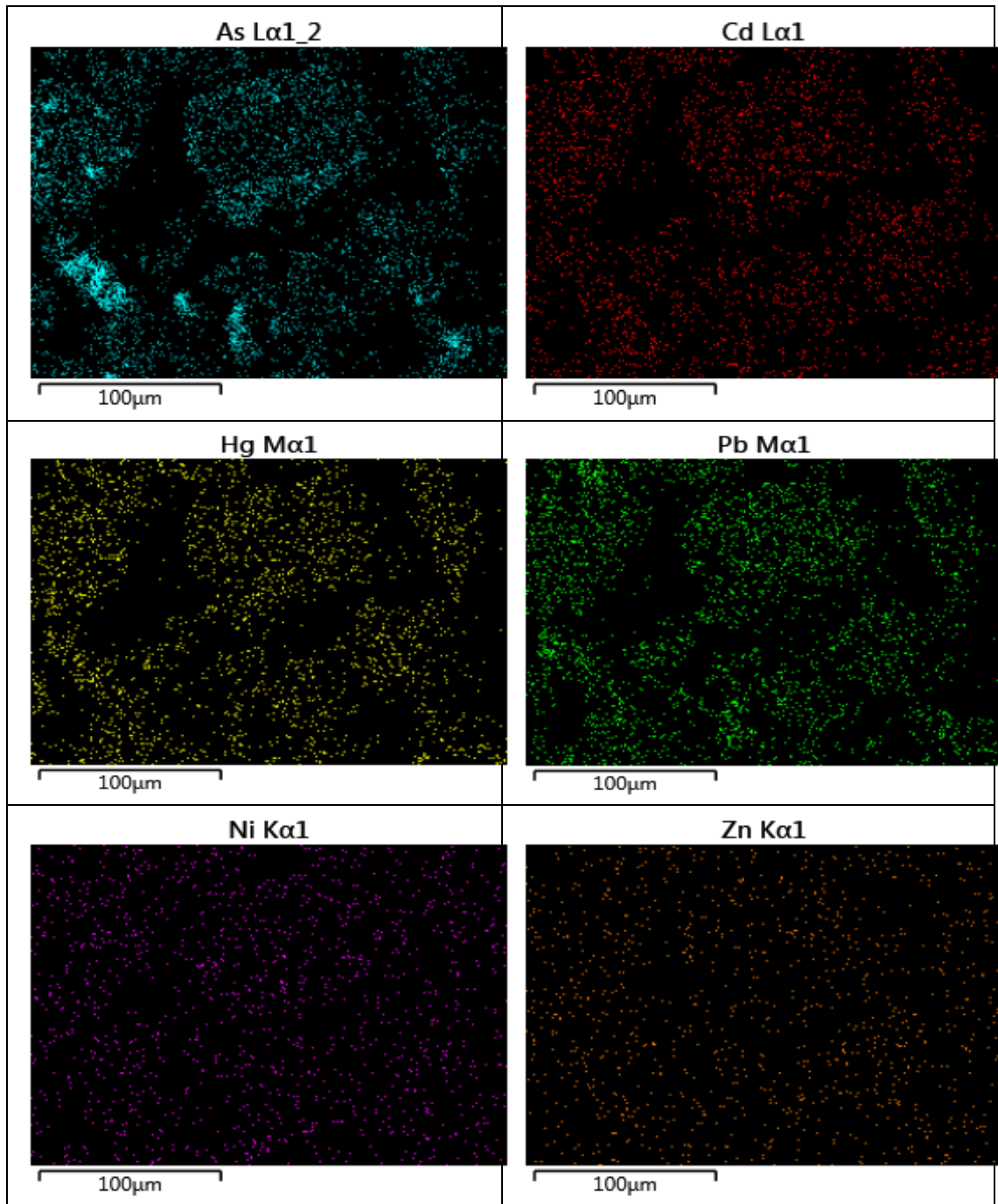


Figura 40. Imágenes de fotones emitidos por cada metal analizado por MEB, en un área de la muestra del punto No. 1

Las imágenes de los 24 puntos de muestreo restantes en Anexos (Figuras 8-21)

7.1.3 Análisis de Medición de Partículas PM menor a 10µm suspendidas en aire

Para el análisis de los resultados de la medición del número por tamaño de partícula, se utilizó la Tabla de valores de referencia (tabla 30), que proporciona el equipo de medición. En la tabla, los valores son número de partícula por metro cúbico (m³), estratificados para definir la calidad del aire utilizando los colores: el verde= buena, el amarillo= precaución y el rojo= peligro.

Tabla 30. Valores de referencia para número de partículas acorde a su tamaño.

<i>Tamaño</i>	<i>Verde (buena)</i>	<i>Amarillo (precaución)</i>	<i>Rojo (peligro)</i>
0.3 µm	0 a 3, 531,467	3, 531,468 a 8, 828,667	8, 828,668 a 17, 657,335
0.5 µm	0 a 1, 243,076	1, 243,077 a 3, 090,034	3, 090,035 a 6, 180,067
1.0 µm	0 a 293,818	293,819 a 734,545	734,546 a 1, 469,090
2.5 µm	0 a 19,246	19,247 a 48,099	48,100 a 96,197
5.0 µm	0 a 6,815	6,816 a 17,057	17,058 a 34,114
10 µm	0 a 2,401	2,402 a 6,003	6,004 a 12,007

Fuente: Equipo contador de partículas EXTECH® VCP 300

En la estadística descriptiva, que incluye mínimo, máximo, media, mediana desviación estándar (tabla 31) se muestra con colores utilizados, según los valores de referencia para cada tamaño de partícula.

Tabla 31. Estadísticos descriptivos del número de tamaño de partícula

Tamaño	No. Punto muestreo	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
0.3 µm	25	1,558,179	6,287,393	3,793,877	1,072,659
0.5 µm	25	291,205	1,523,193	647,208	282,755
1.0 µm	25	48,593	374,406	121,057	65,636
2.5 µm	25	5,462	89,275	21,900	16,363
5.0 µm	25	1,836	35,067	7,846	6,786
10.0 µm	25	913	21,789	4,781	4,303

Los resultados se presentan por tamaño de partícula conforme a los de valores de referencia, (tabla 32) de acuerdo a esta estratificación los puntos de muestreo en el rango de precaución (color amarillo) son: para el tamaño de partícula 0.3 μm los puntos: 4,8,14 y 18, para 0.5 μm , los puntos: 4 y 18, para 1.0 μm es el punto 18, para 2.5 μm los puntos: 4,8,11,14,15,16,17 y 20, para 5.0 μm los puntos: 4,8,9,11,14,15,16,17,20 por ultimo para 10.0 μm , los puntos: 6,9,10,11,12,13,16,17,19,21,22,23,24,25.

Los resultados por tamaño de partícula para los puntos de muestreo en el rango de peligro (color rojo) son: para el tamaño 2.5 μm el punto 18, para 5.0 μm , el 18 y para 10.0 μm , los puntos: 8,14, 15,18 y 20.

Tabla 32. Resumen de resultados del número por tamaño de partícula.

Punto de muestreo	0.3 μm	0.5 μm	1.0 μm	2.5 μm	5.0 μm	10 μm
1	Green	Green	Green	Green	Green	Green
2	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
3	Green	Green	Green	Green	Green	Green
4	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Green
5	Green	Green	Green	Green	Green	Green
6	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
7	Green	Green	Green	Green	Green	Green
8	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
9	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green
10	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
11	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Green
12	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
13	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
14	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
15	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Green
16	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Green
17	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Green
18	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
19	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
20	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
21	Green	Green	Green	Green	Green	Green
22	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
23	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
24	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
25	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow

En el gráfico 11 se aprecia la distribución del 100% del número de cada uno de los seis tamaños de partícula medido, el mayor número corresponde en un 90% a las partículas de fracción respirable, de diámetro aerodinámico 0.3µm y 0.5µm denominadas ultra finas, que pasan al torrente sanguíneo, respondiendo a un mismo patrón de distribución en todos los puntos de muestreo.

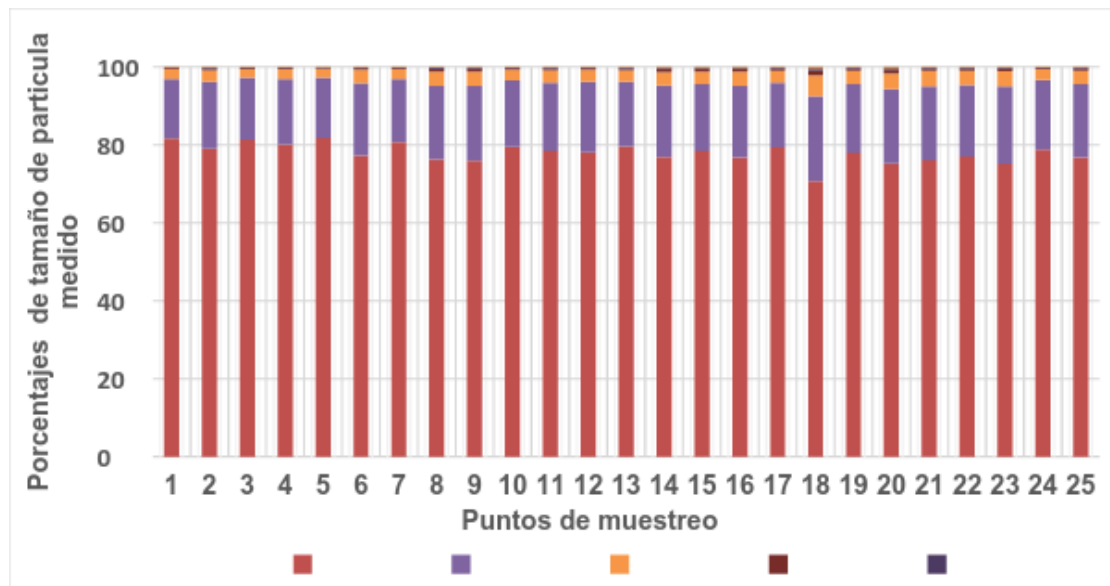


Gráfico 11. Porcentaje de la medición del número de tamaño de partícula en 25 puntos

Se realizó análisis estadístico a todos los tamaños de partícula encontrados, se utilizó la técnica Prueba de Hipótesis en cuatro etapas; Postulación, Solución, Verificación e Interpretación, se trabaja con los valores de la media de número de tamaño de partícula PM10µm.

Etapa I Postulación

Hipótesis nula H_0 : la media es menor o igual al valor del número límite máximo para partículas PM 10.0µ, de la Tabla de valores de referencia buena calidad del aire (color verde). $H_0: \mu \leq 2,401$

Hipótesis alternativa H_1 : la media es mayor al valor del número límite máximo para partículas PM 10.0 μ de la Tabla de valores de referencia de buena calidad del aire (color verde) $H_1: \mu > 2,401$

Valor de significancia $\alpha = 0.05$

Valor de media de referencia para buena calidad del aire, considerando el valor límite máximo= 2,401

n= 25 puntos de muestreo

Valor de media= 4,781

Valor de desviación estándar= 4,303

Etaapa II Solución

Hipótesis Alternativa x: Pop. Media >media reclamada $\mu > \mu$ (hipótesis)

Prueba estadística, t: 2.7655

Crítica t: 1.7109 P-Valor: 0.0054

Alternative Hypothesis:
2) Pop. Mean > Claimed Mean

Significance: 0.05
Claimed Mean: 2401
Population St. Dev.:
(if known)
Sample Size, n: 25
Sample Mean: 4781
Sample St. Dev., s: 4303

Evaluate
Plot

Alternative Hypothesis:
 $\mu > \mu$ (hyp)

t Test
Test Statistic, t: 2.7655
Critical t: 1.7109
P-Value: 0.0054

90% Confidence interval:
3308.616 < μ < 6253.384

Print Copy

Figura 41. Resultados de Hipótesis alternativa para partículas PM 10.0 μ , donde el valor de P es menor a 0.05

Etapa III Verificación: se muestra la gráfica del comportamiento de los datos (gráfico 12)

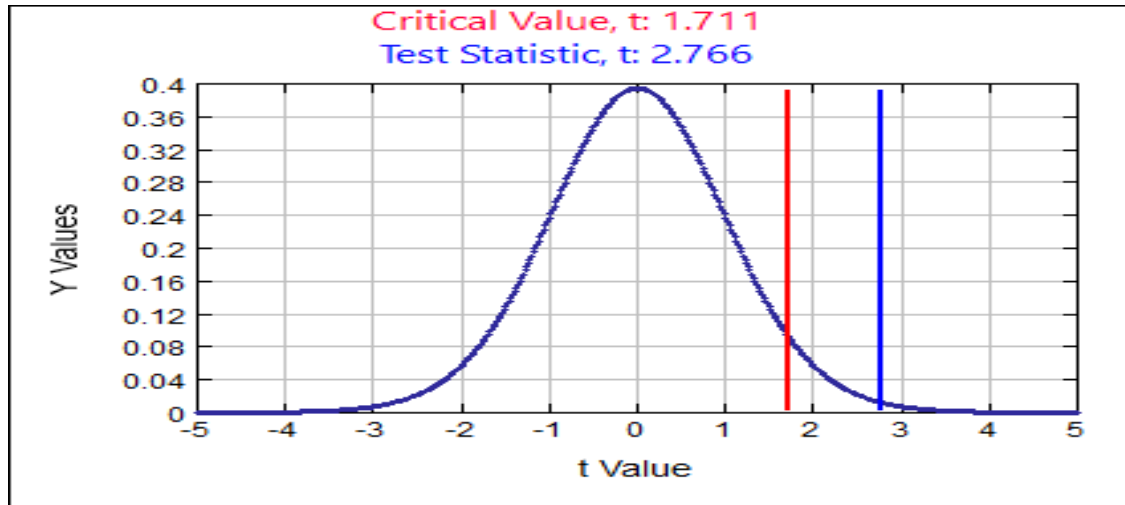


Gráfico 12. Verificación de la prueba de hipótesis para número de partículas PM 10.0 μm , valor de $\alpha = 0.05$

Etapa IV Interpretación: No se acepta la Hipótesis Nula: Donde la media es igual o menor al valor del número límite máximo para el número de Partículas PM 10 μm de la tabla de valores de referencia de buena calidad del aire (color verde). El valor de significancia $\alpha = 0.05$, y el valor de P es menor que $\alpha = 0.05$, por lo tanto la Hipótesis nula, pertenece a la Región de Rechazo $H_0 \in \{RR\}$

La media del número de partículas PM 10 μm , encontradas en esta medición no están dentro del rango descrito como bueno de acuerdo con la tabla de valores de referencia de buena calidad del aire (color verde), la cantidad medida de este tamaño de partículas, representa precaución (color amarillo) de provocar efectos nocivos en las vías respiratorias humana

Cabe señalar que, para la medición de PM₁₀, los resultados en los puntos: 8,14, 15,18 y 20, de acuerdo con los valores de referencia, están en el rango de peligro fuera del promedio, considerando que con la prueba de hipótesis, este tamaño de partícula resulto en clasificación de precaución debido a que su valor calculado es la media.

El resto de los resultados estadísticos con aplicación de la técnica a los datos

obtenidos de la medición para cada uno de los tamaños de partícula.

El dendrograma obtenido del análisis de clúster por proximidad (gráfico 13) permite identificar semejanzas entre los puntos de muestreo. Se distinguen dos grupos, el primero incluye el punto 4, que corresponde al cruce de las calles Álvarez del Castillo y Ejército Constituyente, el cual presenta tráfico vehicular pesado y es zona empedrada. El segundo grupo incluye dos subgrupos, uno son los puntos 8, 14 y 18, los tres son calles con tráfico vehicular constante, el punto 14 es empedrado y los otros dos son vialidades principales pavimentadas, el otro subgrupo incluye los puntos 1, 10, 11, 15, 16 y 24, de los cuales el 1, 10, 11 y 16 se encuentran situados cercanos al río Santiago en El Salto, el 15 en calle Revolución, con constante tráfico y la instalación de 3 escuelas y por último el 24, que está en la zona centro de Juanacatlán.

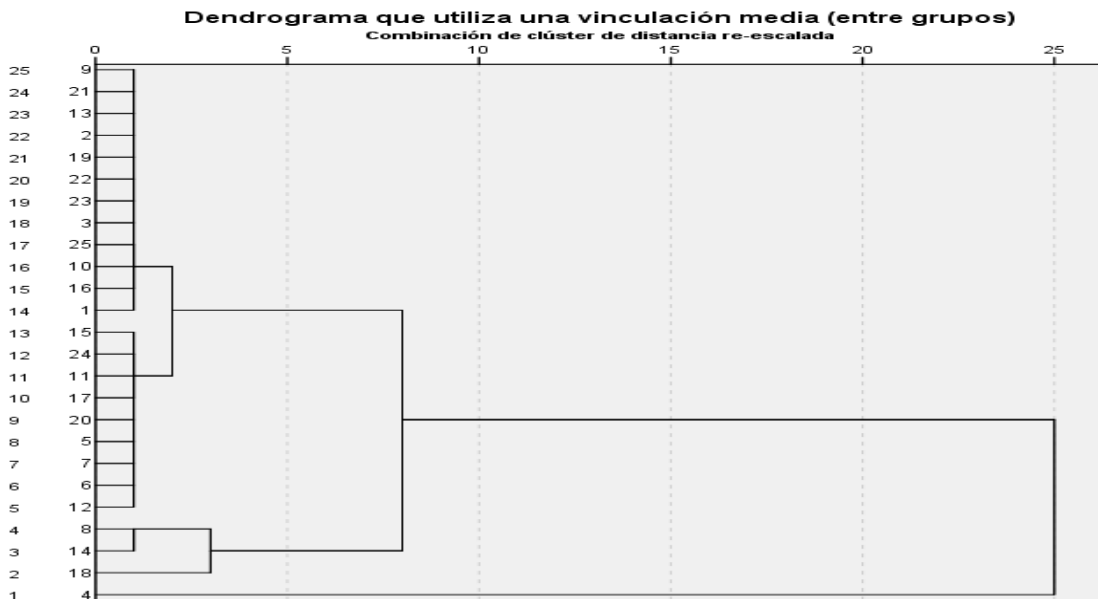
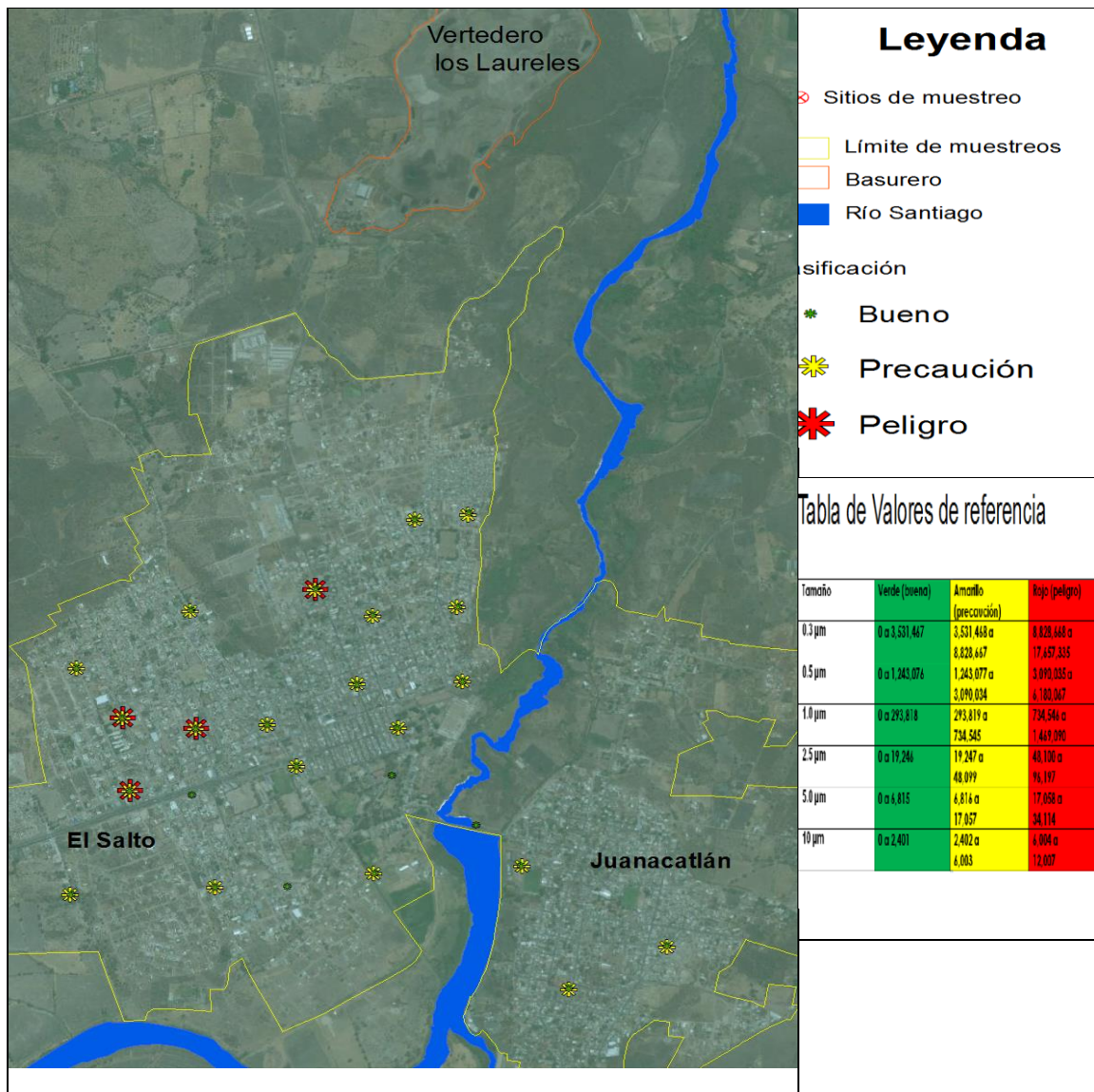


Gráfico 13. Clúster jerárquico de partículas encontrados en los 25 puntos de muestreo

En el siguiente mapa 10 se muestra la distribución de las partículas PM, en los 25 puntos de la zona de estudio, categorizadas de acuerdo a los valores de referencia.

Cabe señalar que las partículas 2.5µm se encuentran en categoría de precaución en la mayoría de los puntos ubicados en la zona centro y los PM 10µm en 20 puntos de muestreo la mayoría con categoría de precaución, en ambos casos estos tamaños de partícula están presentes en el punto 11 ubicado en la escuela primaria donde estudian los niños y en la mayoría de los domicilios de los niños que presentaron anomalía restrictiva.

Mapa 10. Distribución de partículas PM menor a 10µm en zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia

7.1.4 Análisis de plaguicidas en orina de la población infantil.

Se obtuvieron los resultados del análisis de las 66 muestras de orina, divididos en dos grupos de recolección uno en marzo y otro en septiembre del mismo año. De los 15 plaguicidas analizados encontraron 6 plaguicidas en total en el 99% de las 66 muestras, en su mayoría herbicidas, se refieren a continuación su nombre, el grupo químico al que pertenece y su aplicación: Diclorofenoxiacético 2,4-D (organofosforado-herbicida), Picloram (piridina-herbicida), Dimetoato (organofosforado-insecticida, acaricida), Molinato (tiocarbamato-herbicida), Tiabendazol (benzimidazol- fungicida y quelante de metales en medicina) y Metoxuron (urea clorada-herbicida)

En particular los resultados de las 39 muestras de orina recolectadas en el mes de marzo de los 15 plaguicidas analizados, (tabla 33) se refiere la presencia de 5 plaguicidas en el 99% de todas las muestras, los cuales son: Diclorofenoxiacético (2,4-D) con valor de media de 0.18 partes por millón (ppm), Picloram de 0.14 ppm, Dimetoato de 54.91 ppm, Molinato de 1796.30 ppm, y Tiabendazol de 167.64 ppm, y de manera aislada se encontró Carbofuram en un caso.

Tabla 33. Estadísticos descriptivos resultados de 39 muestras plaguicidas encontrados en orina humana en el mes de marzo.

		2,4-D	Picloram	Dimetoato	Molinato	Tiabendazol
N	Válido	39	39	39	39	39
	Perdidos	0	0	0	0	0
	Media	0.18	0.14	54.91	1796.30	167.64
	Mediana	0.18	0.13	49.77	1765.93	162.92
	Desviación estándar	0.00	0.00	24.26	974.63	95.62
	Mínimo	0.18	0.12	8.29	28.86	25.33
	Máximo	0.18	0.16	105.50	4447.91	528.35

El dendograma obtenido del análisis de clúster por proximidad (gráfico 14) permite identificar semejanzas entre las concentraciones de plaguicidas, encontrados en la orina de los niños en el mes de marzo, se distinguen dos grupos, el primero con Molinato, como el más abundante, el segundo grupo incluye a los plaguicidas restantes.

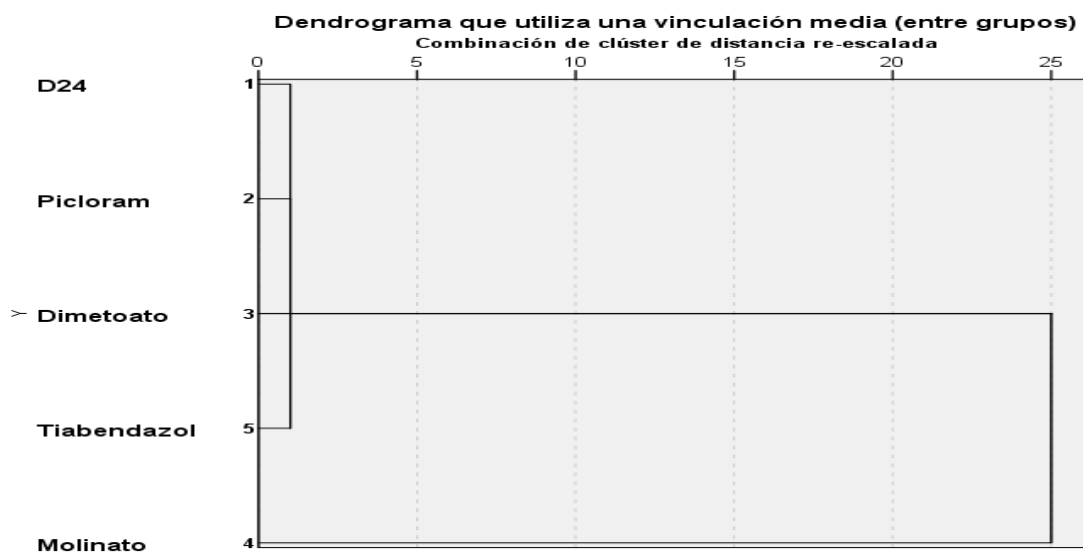


Gráfico 14. Clúster jerárquico de plaguicidas encontrados en el mes de marzo.

De igual manera los resultados del análisis de 27 muestras de orina recolectadas en el mes de septiembre, de los 15 plaguicidas analizados, se refiere la presencia de 5 plaguicidas en el 99% de todas las muestras, los cuales son: Diclorofenoxiácetico (2,4-D) con valor promedio (ver tabla 34) de 0.18 ppm, Picloram de 0.13 ppm, Dimetoato de 155.55 ppm, Molinato de 1776.39 ppm, y Metoxuron de 60.92 ppm y de manera aislada un caso por plaguicida: Ametrim, Glifosato, Tiabendazol, Carbofuram y Atrazina.

Tabla 34. Estadísticos descriptivos resultados de 27 muestras, concentración en (ppm) de los plaguicidas encontrados en orina humana en el mes de septiembre.

		2,4-D	Picloram	Dimetoato	Molinato	Metoxuro n
N	Válido	27	27	27	27	27
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		0.18	0.13	155.55	1776.39	60.92
Mediana		0.18	0.13	87.86	1781.44	57.75
Desviación estándar		0.00	0.00	197.19	1220.50	24.22
Mínimo		0.18	0.12	8.29	.00000	10.86
Máximo		0.18	0.16	1044.34	4447.91	108.46

El dendrograma obtenido del análisis de clúster por proximidad (gráfico 15) permite identificar semejanzas entre las concentraciones de plaguicidas, encontrados en la orina de los niños en el mes de septiembre, se distinguen dos grupos, en el primero el Molinato, como el más abundante, en el segundo grupo incluye a los plaguicidas restantes.

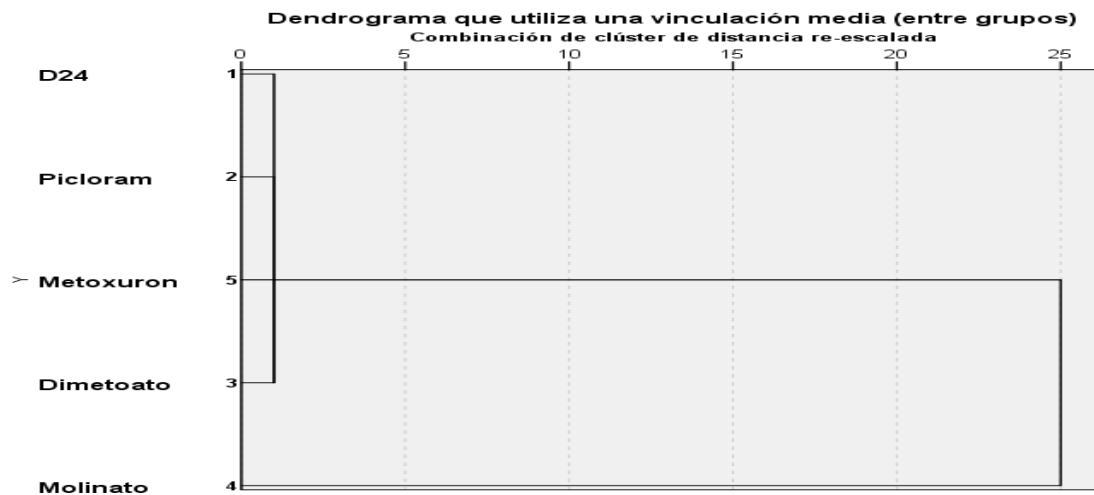


Gráfico 15. Clúster jerárquico de plaguicidas encontrados en el mes de septiembre

En la siguiente tabla 35, se muestran las medias de plaguicidas encontrados en ambos grupos, 4 de ellos son los mismos: Diclorofenoxiacético (2,4-D), Picloram, Dimetoato, Molinato, los promedios de concentración se mantienen para los cuatro plaguicidas en los dos periodos de recolección, excepto el Dimetoato, que se triplica su valor, el Tiabendazol solo aparece en marzo y el Metoxuron solo aparece en septiembre.

Tabla 35. Comparación de la concentración promedio (ppm) de los plaguicidas encontrados en orina humana entre en el mes de marzo y septiembre.

	2,4-D	Picloram	Dimetoato	Molinato
Media 39 muestras marzo	0.18	0.14	54.91	1796.30
Media 27 muestras septiembre	0.18	0.13	155.55	1776.39

En el gráfico 16 se muestran los resultados de la concentración en partes por millón (ppm) de los plaguicidas encontrados orina humana entre en el mes de marzo y septiembre.

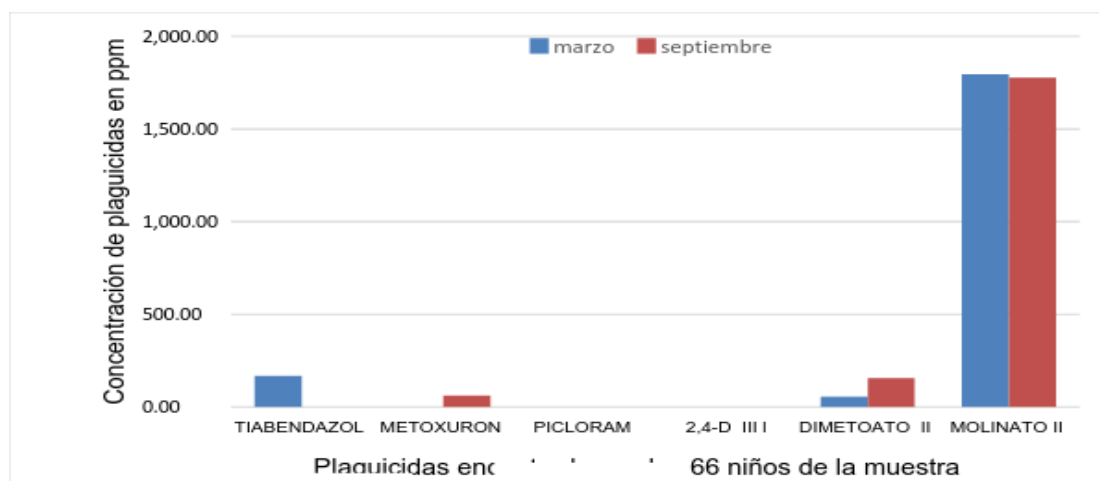


Gráfico 16. Concentraciones promedio en ppm de los plaguicidas encontrados en orina de los 66 niños que componen la muestra.

Se presentan en los Anexos, los resultados de cada muestreo recolectado, 39 muestras de un grupo de niños en el mes de marzo y 27 muestras de otro grupo tomadas en el mes de septiembre del mismo año.

7.1.5 Análisis de la Función Respiratoria en la población infantil

La tabla 36 muestra los resultados de la evaluación de las capacidades pulmonares, los volúmenes y flujos aéreos de los 66 escolares estudiados.

Tabla 36. Resultados de las capacidades y volúmenes respiratorios

Clasificación de la función pulmonar	No. niños	%
Normal	52	78.8
Anormalidad restrictiva (AR)	14	21.2

Fuente: Resultado de aplicación espirometría de manera individualizada a la población infantil estudiada.

De los escolares evaluados el 21.2 % tuvo función anormal es decir menos del 80% de su Capacidad Vital Forzada (FVC) que se interpreta como Anormalidad Restrictiva (AR). Se repitió la aplicación de la prueba de espirometría para la confirmación del diagnóstico a los 14 niños que presentaron AR, se realizó en condiciones controladas de esfuerzo a las 12 semanas, 13 (93%) niños continuaron con enfermedad restrictiva. El 7% con tratamiento médico especialista en neumología mejoró.

En el capítulo de Anexos (figura22), se muestran las gráficas correspondientes a la aplicación de la prueba diagnóstica sensible denominada Espirometría, de los 14 (21.2%) niños que resultaron con el diagnóstico de anormalidad restrictiva.

Una vez terminado el proceso de llenado del cuestionario de la Historia Clínica Ambiental (HCA), con el apoyo de los padres de familia, el instrumento utilizado se analiza por segmentos (7): Datos sociodemográficos, antecedentes de salud familiar, de desarrollo, salud respiratoria, condiciones de la casa, de historia laboral de los padres y tabaquismo. La base de datos consta de 335 ítems, los resultados se presentan en frecuencia y su porcentaje correspondiente.

- **Datos sociodemográficos**

En este segmento, se presentan los datos personales sobre el escolar y de información general de los padres (gráfico 17) del grupo de 66 niños que componen la muestra, 38 (58%) son niñas, 28 (42%) son niños, 58 (88%) tiene 10 años y 8 (12%) tiene 11 años de edad, la mayoría de los niños 25 (37%) tienen un peso entre 31-40 kgs, en cuanto a su estatura, 33 (50%) niños miden entre 141-150 cms, datos tomados el día de aplicación de la espirometría. En cuanto a los años de residencia en la zona de estudio, 61 (92.5%) de los niños tiene 6 o más años viviendo en la localidad, 5 (7.5%) de 4 a 6 años, 2(3%) de 1 a 3 años.

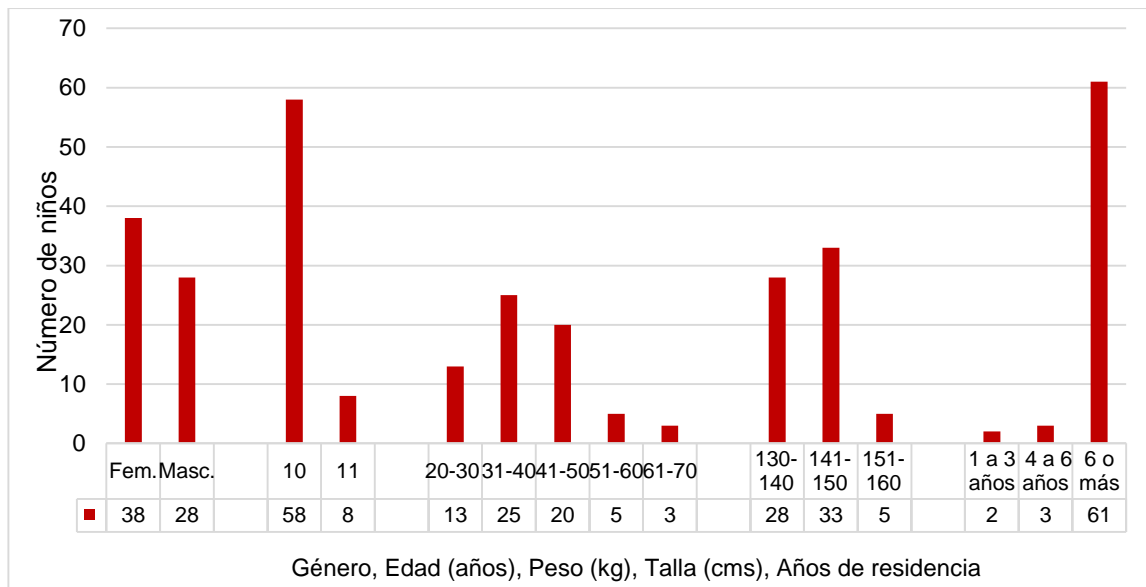


Gráfico 17. Datos de identificación de los 66 niños que componen la muestra.

Respecto de los 14 escolares con AR, observamos que 6 (43%) son niñas, 8(57%) son niños, 12 niños tienen 10 años de edad y 2 tienen 11 años de edad, 13 niños tienen un peso entre 31 y 40 kg, solo una niña está por arriba de 60 kg. Finalmente 13 (93%) tienen 6 o más años de residencia en el municipio, 1 (7%) con residencia de 4 a 6 años, ninguno de 1 a 3 años de residencia en el

municipio (gráfico 18).

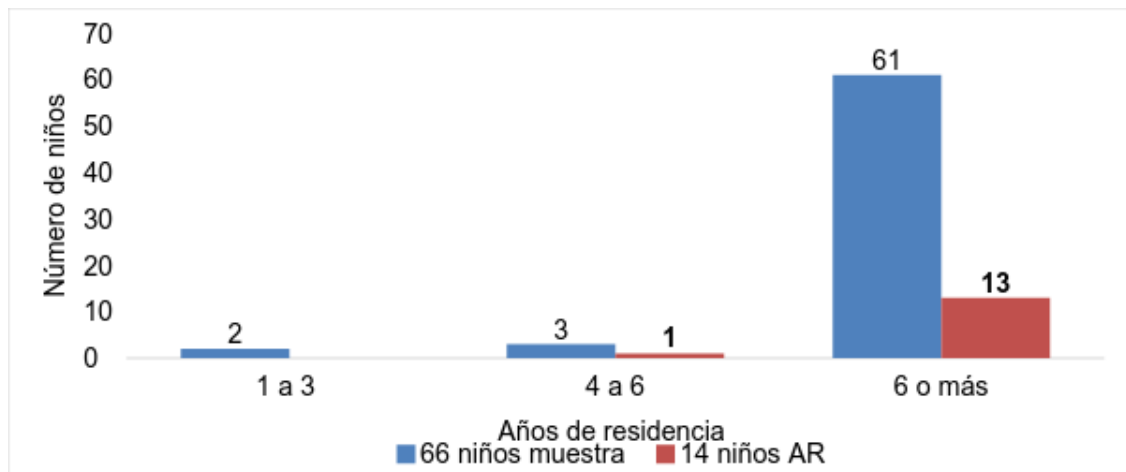


Gráfico 18. Años de residencia en la zona de estudio de los niños de la muestra en general y de los niños con AR en particular.

En el gráfico 19 se observan las frecuencias de los domicilios en las colonias. Los 66 escolares viven en 10 sitios diferentes, distribuidos por colonias, se observó que 24 (36.4%) viven en la colonia Centro de la cabecera municipal, 9 (13.6%) de ellos presentan anormalidad restrictiva (AR), los que viven fuera de esta zona 42 (63.6%), de ellos 5 (7.5%) presentaron anormalidad restrictiva, el resto de los niños 9 (13.6%) vive en Potrero Nuevo, 8 (12.1%) en Álvarez del Castillo, 2 (3%) en el Fracc. Buena Vista, 2 (3%) en Jesús María y 3 (4.5%) en cada una de las otras 5 colonias (gráfico 20)

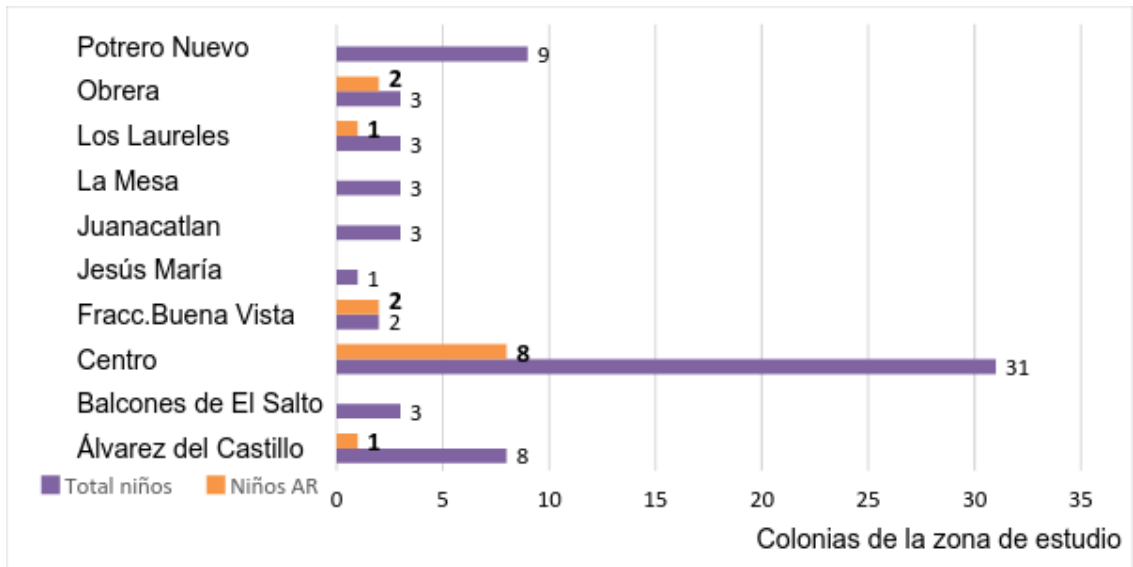


Gráfico 19 Frecuencias domicilios de niños distribuidos por colonias

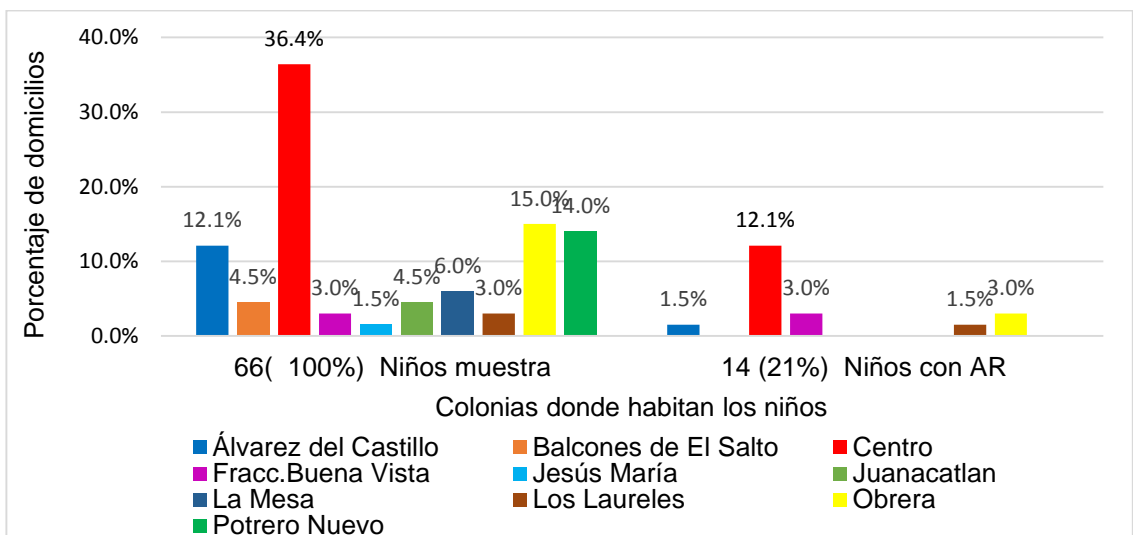
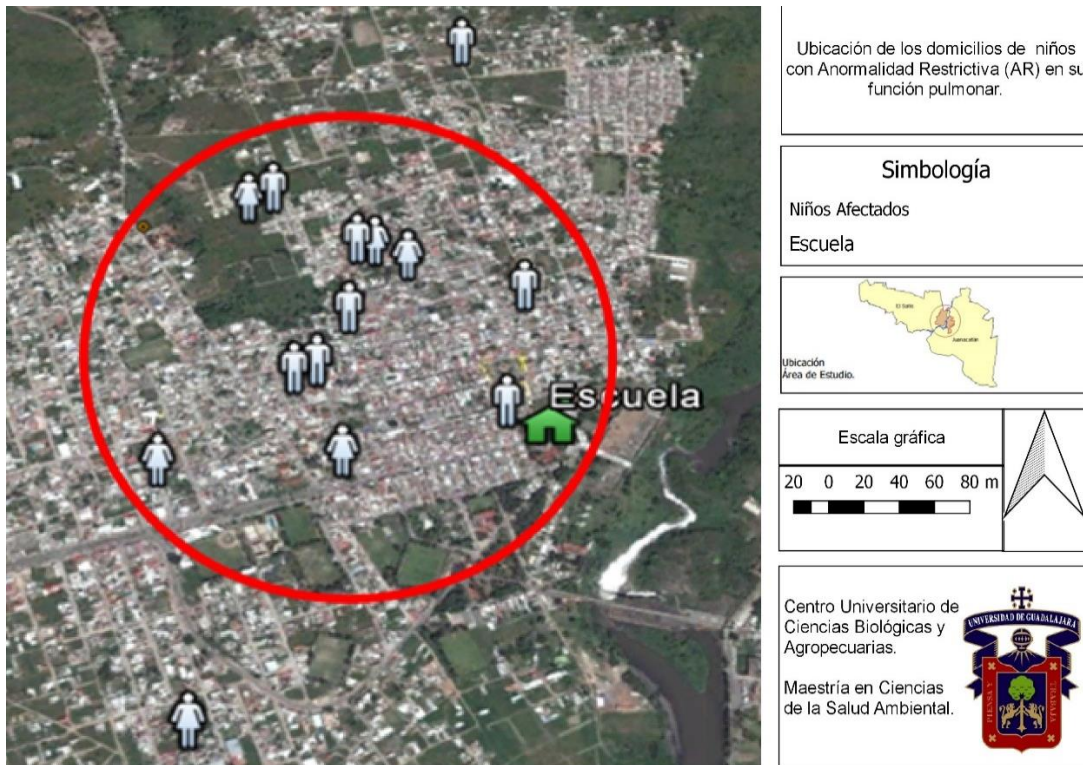


Gráfico 20. Distribución porcentual domicilios de los escolares por colonia.

En el mapa 9 de la zona de estudio, se muestra la distribución de los domicilios de los 14 niños con AR, el 64% de ellos viven en las colonias del centro (Centro y Obrera) del área de estudio.

Mapa10. Ubicación de domicilios de los 14 niños con anomalía restrictiva.



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de Espirometrías individualizadas.

De los 66 niños que componen la muestra, (gráfico 21) el grado más alto de escolaridad del padre es licenciatura con 8 (12%), la mayoría 29 (43%) con preparatoria o técnica 19 (28%) con secundaria 6 (9%) con primaria. Mientras que para la madre el grado más alto de escolaridad es el posgrado 1(1.5%), con licenciatura 16 (24%), la mayoría tiene preparatoria o técnica 27 (40%), secundaria 20 (30%) y primaria 2 (3%).

En cuanto a las adicciones del padre, 40 (60%) no presenta ninguna, 6 (9%) tabaquismo, 6 (9%) alcoholismo, 11 (16%) ambas anteriores, 3 (4.5%) otras drogas, 3 (4.5%) las tres anteriores. Los resultados en cuanto a las adicciones de la madre, la mayoría 58 (87%) no presenta ninguna adicción, 7(10%), tabaquismo, la mayoría no reporta alcoholismo y otras drogas como dato único, 1 (1.5%) las tres adicciones anteriores.

- **Antecedentes de salud familiar**

Se presentan resultados de antecedentes familiares patológicos de los 66 niños estudiados, (gráfico 21) se muestran 10 (15%) hermanos del escolar con enfermedades y 14 (21%) con alergias, en cuanto a la pregunta; Algún miembro de la familia (padre, madre, hermanos, primos, abuelos, tíos) tiene antecedentes de alergias, asma, bronquitis, bronquiolitis, ronchas o enrojecimientos con resequedad de la piel (dermatitis atópica), rinitis alérgica o alguna otra enfermedad, 32 (48%) contesto Si, de ellos 8 (12%) corresponde a niños con AR y 34 (52%) contesto “NO”.

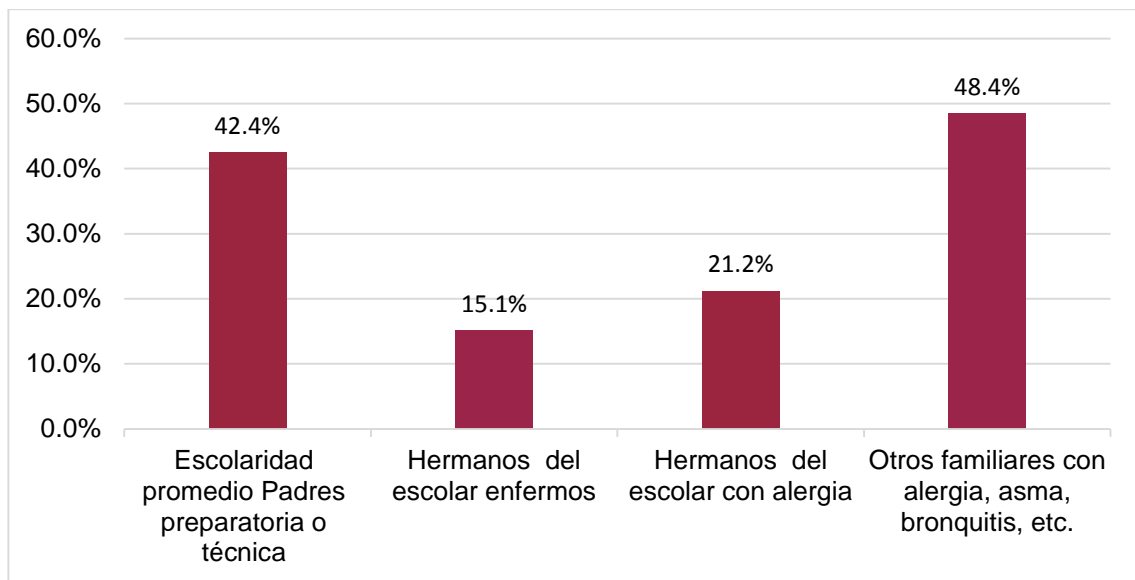


Gráfico 21. Antecedentes familiares del total de los 66 niños estudiados.

De los antecedentes familiares de los 14 niños con AR, en el gráfico 22 se muestra que la escolaridad de los padres el nivel mayoritario en ambos es la preparatoria o técnica, en lo relacionado con las adicciones, la mayoría no tiene ninguna, 2 (14%) de las madres fuma y 4 (28%) de los padres fuma, de los niños tiene 1 (7%) hermano enfermo y 5 (35%) tiene hermanos con alergia.

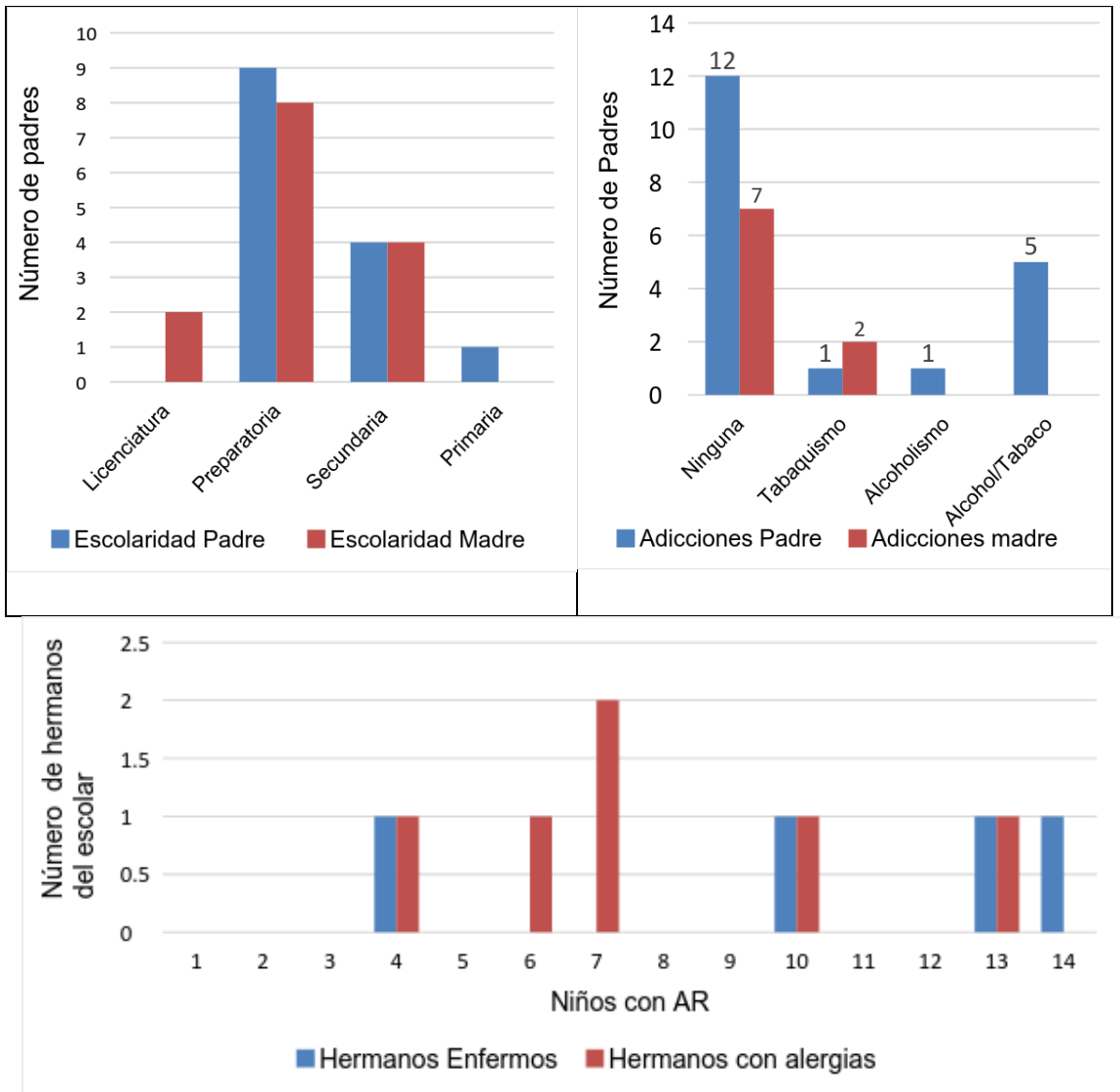


Gráfico 22. Antecedentes familiares de los 14 niños con anomalía restrictiva

- **Antecedentes de desarrollo**

En este segmento se integran los antecedentes prenatales, neonatales de alimentación y desarrollo: (gráfico 23). De los 66 niños que componen la muestra, se presentan los siguientes resultados: Complicaciones en el embarazo 21 (31.8%), de los cuales 5 (7%) son niños con anomalía restrictiva (AR), 45 (68.2%) no presentaron complicaciones.

Del total de la muestra 13 (19.6%) tuvieron sufrimiento fetal, 4 (6%) con AR, 53

(81.4%) no presento sufrimiento fetal. 35 (53%) nacieron por parto vaginal, 31(47%)por cesárea. 60 (91%) presento llanto al nacer, 6 (9%) no lloro al nacer, 2 (3%) pertenecen al grupo con AR. Tuvo complicaciones neonatales, 8 (12%) 2 (3%) son niños que presentan AR, 58 (87.8%) no tuvo complicaciones. Ameritó maniobras de reanimación especiales tales como oxígeno, ventilación asistida con ambú, incubación 7(10%) de los cuales 2 (3%) presentan AR.

En cuanto a su alimentación; 58 (88%) fueron alimentados con leche materna, 8 (12%) no fueron amamantados, de los cuales 1(1.5%) es niño con AR, 13 (20%) han presentado algún tipo de reacción con algún alimento, (no digerir lactosa, estreñimiento, reflujo gastroesofágico, alergia, urticaria, vómitos)

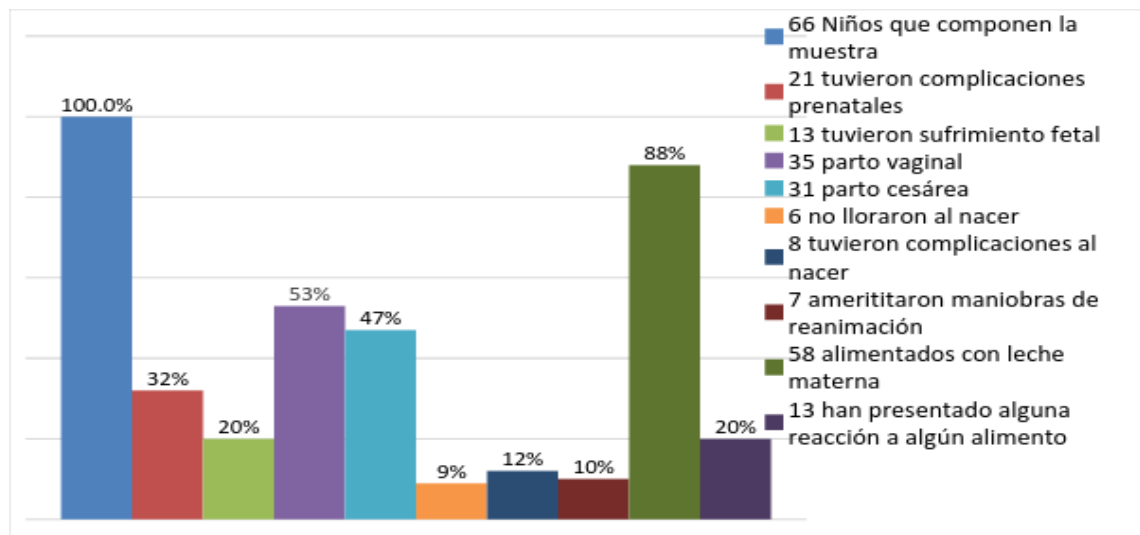


Gráfico 23. Antecedentes de desarrollo del escolar, porcentajes de respuesta positiva

En el gráfico 24 se presentan las frecuencias de los antecedentes de desarrollo y alimentación de los 14 niños con anomalía restrictiva.

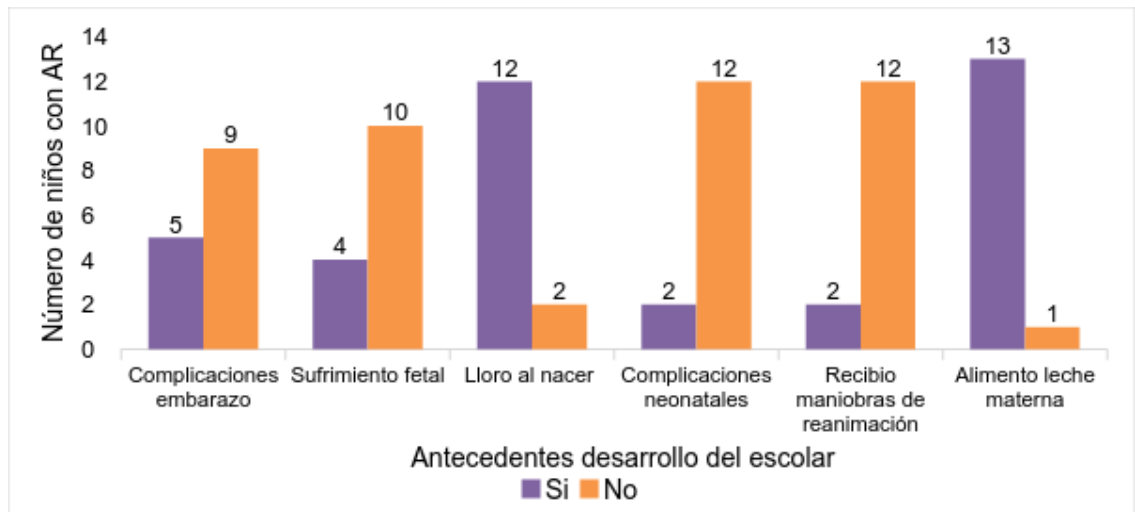


Gráfico 24. Antecedentes del desarrollo y alimentación de los 14 niños con AR, frecuencias de respuesta

- **Salud respiratoria**

En este segmento de la Historia Clínica Ambiental (HCA), se presentan antecedentes patológicos de los 66 niños estudiados en general y de los 14 niños con AR, como son enfermedades padecidas por el escolar y los síntomas respiratorios; tos, congestión y expectoración, sibilancias y disnea, (gráfico25).

De los 66 niños que componen el total de la muestra; el padre contestó que “SI”, a las siguientes preguntas: Enfermedades padecidas (intervención quirúrgica, hemotransfusiones, convulsiones), 6 (9%) de los cuales 2 (3%) pertenecen al grupo de niños con anomalía restrictiva (AR). Antecedentes de haber presentado dermatitis Atópica (enrojecimiento de la piel) u otro tipo de alergia en la piel, en 21 niños (32%) de los cuales 3 (4%) son niños con AR.

Alguna vez recibió inyecciones, gotas nasales, tomas y o parches (vacunas) para la alergia, 14 (20%), de los cuales 3 (4%) son niños con AR.

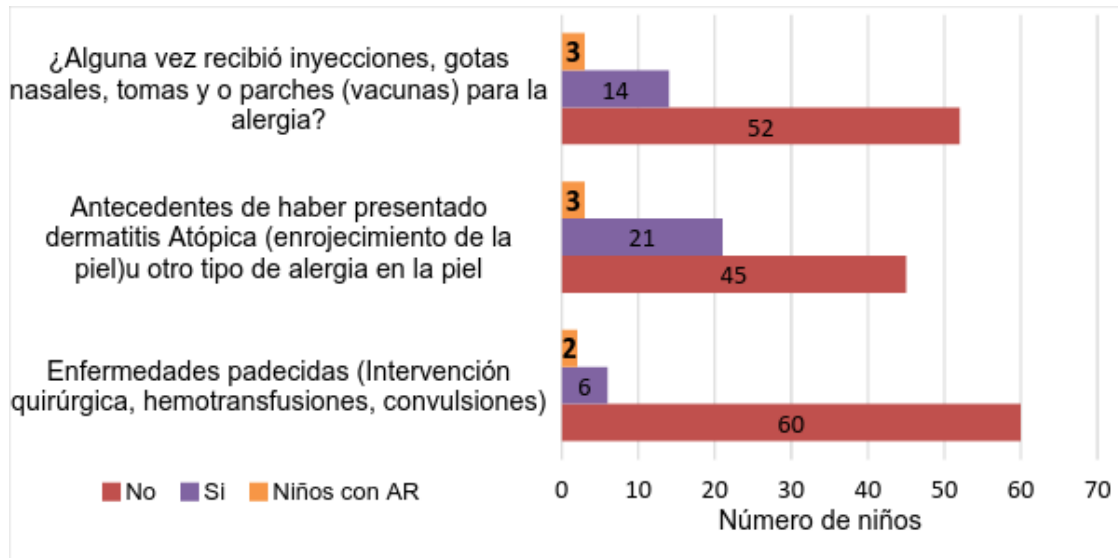


Gráfico 25. Frecuencia de Enfermedades padecidas por el escolar.

- **Los síntomas respiratorios de tos**

Se presentan distribuidos en frecuencias y porcentajes (gráfico 26), de los 66 niños estudiados, respondió "SI" a las siguientes preguntas: Tose al despertar cuando hace frío 24 (36.4%), 3 (4.5%) corresponden al grupo de AR. Tiene tos tres veces por año 26 (39.4%), 5 (7.5%) presentan AR. % Despierta por tos 16 (24.2%), 6 (9%) se integran en el grupo con AR. Presenta tos sin estar resfriado 13 (19.8%), 5 (7.5%) son niños con AR.

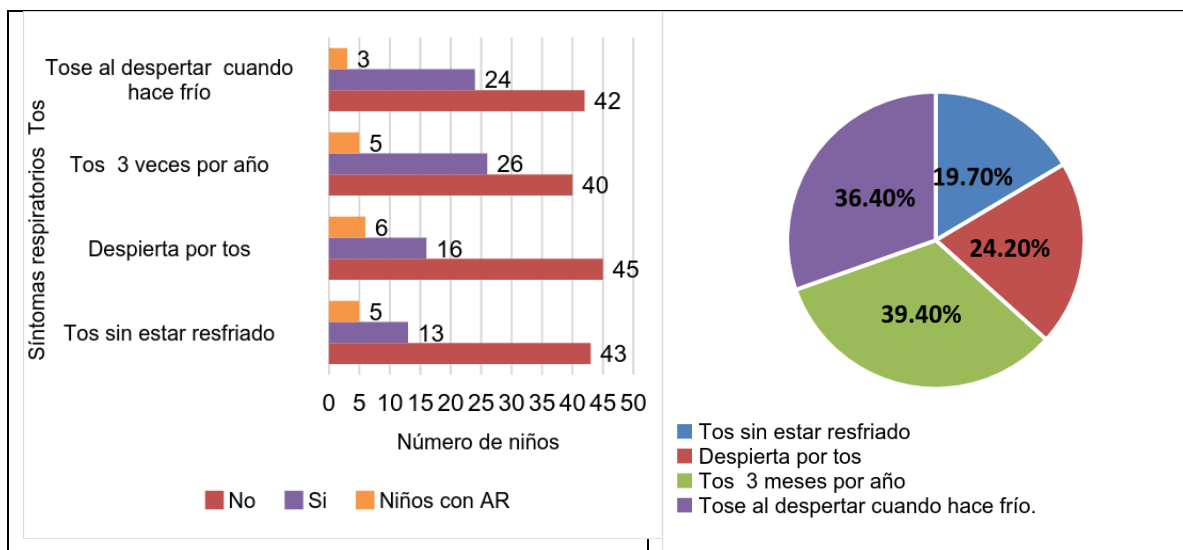


Gráfico 26. Síntomas respiratorios de tos en los 66 niños estudiados.

- **Los síntomas respiratorios de congestión y expectoración**

En el gráfico 27, se muestran los resultados de los 66 niños estudiados cuyos padres, contestaron afirmativamente a las siguientes preguntas: Se escucha congestionado o saca flemas del pecho o del pulmón cuando esta resfriado 42 (63.6%) y 8 (12%) son parte del grupo de niños con AR. Se escucha congestionado del pecho o saca flemas del pecho sin que esté resfriado, 16 (24%) y 4 (6%-28.5%) son niños con AR. Hay meses en los que el niño presenta flemas la mayoría de los días, 24 (36.3%) y 5 (7.5%) son niños con AR. Se escucha congestionado o saca flemas, desde su pecho o pulmón casi todos los días (4 o más días por semana) hasta por 3 meses en un año, 18 (27.2%) y 5 (7.5%) son niños con AR. Tiene congestión de pecho, o saca flemas que duran una semana o más cada año, 23 (35.2%) y 7 (10.6%) con AR. Saca flemas al levantarse en la mañana de invierno 21 (31.8%) y 6 (9%) son niños con AR.

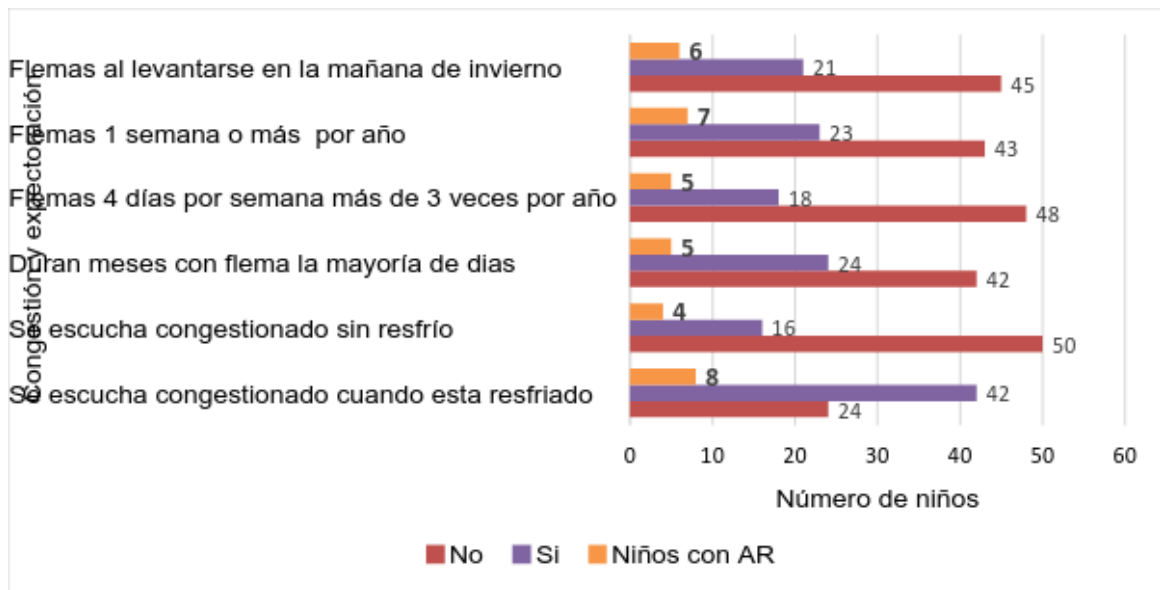


Gráfico 27. Síntomas respiratorios de congestión y expectoración de los 66 niños estudiados y con respuesta positiva de los niños con AR.

- **Los síntomas respiratorios de sibilancia**

De los 66 niños estudiados cuyos padres contestaron afirmativamente a las siguientes preguntas: Sibilancias cuando está resfriado, 18 (27.2%) y 3 (4.5%) del grupo de niños con AR. Le silba el pecho aun sin estar resfriado, 5 (7.5%) y 2 (3%) son del grupo con AR. Silba la mayoría de días o noches, 8 (12%) y 1 (1.5%) del grupo con AR. Actualmente le silba el pecho 10 (15%) y 5 (7.5%) pertenecen al grupo con AR. Ha tenido ataques de silbidos de pecho que le causen dificultad al hablar, 8(12%) y 3 (4.5%) del grupo de niños con AR. Ha tenido ataques de silbidos de pecho después de hacer ejercicio, 4 (6%) y 2 (3%) son del grupo con AR. Ha tenido ataques de silbidos de pecho después de haberse reído, 3 (4.5%) y 2 (3%) son del grupo con AR. Se observa su frecuencia en el gráfico 28.

En cuanto a la pregunta a que edad que iniciaron con el silbido de pecho, 15 (22.7%) niños del total de la muestra reportan positivo con diferentes edades; comenzaron antes de los 5 años de edad 9 (13.6%) 3 (4.5%) son niños con AR, comenzaron después de los 5 años de edad, 6 (9%) solo uno de ellos inicio

antes de los 5 años. Son 14 (21.2%) niños los que reportan tener silbido de pecho hasta la fecha y 4 (6%) de los niños son del grupo con AR.

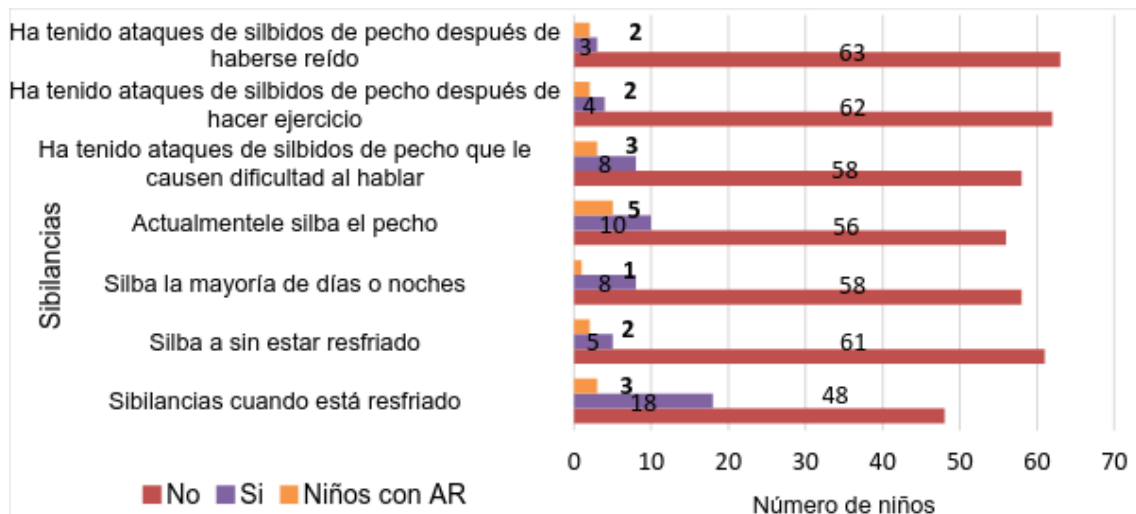


Gráfico 28. Síntoma respiratorio de sibilancias en los 66 niños en general y los 14 con AR.

- **Síntomas respiratorios de disnea o falta de aire**

Fuerte al caminar, jugar, hacer ejercicio o comer, se obtuvo positivo en dos casos del total de la muestra y no pertenecen al grupo de niños con AR.

En general las madres respondieron en su mayoría no saber la causa de la enfermedad respiratoria y algunas refirieron alergias, anginas, cambios de clima, descuido, el río, la basurera, la contaminación. Los padres por su parte la mayoría contestó no saber la causa de la enfermedad, solo 3 respondieron que la causa es; emocional, debido a la marmolería cerca de su casa y por contagio.

Sobre la causa de la enfermedad, las madres de los 14 niños con AR, respondieron 8 no saber, de los 6 restantes; dos mencionaron por baja de las defensas, una por tabaquismo, una por cambios estacionales, una menciona que es emocional y una por estrés.

En cuanto a la frecuencia en el gráfico 29 se muestra el número de veces al año que presentan fiebre y tos, de los 66 niños estudiados, cuyos padres contestaron afirmativamente resultó: una vez al año 23 (34.8%), de los cuales 5 (7.5%) son

niños con AR. De 2 a 4 veces por año 33 (50%), 8 (12%) forman parte del grupo de niños con AR. Más de 4 veces por año, 5 (7.5%), ningún niño con AR y por último dijeron ninguna vez, 5 (7.5%) de los cuales 1 (1.5%) presenta AR.

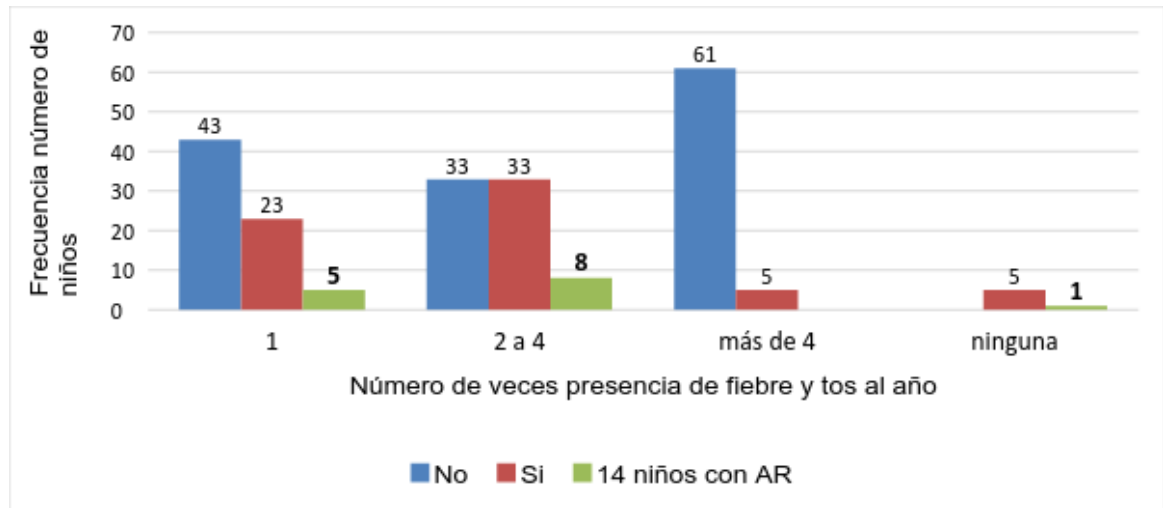


Gráfico 29. Frecuencia del número de veces al año con presencia de fiebre y tos.

En el gráfico 30, se muestra la distribución de número de veces al año que los niños presentan gripe, del total de los 66 niños estudiados; 2 (3%) contestó que ninguna. La sumatoria con respuesta afirmativa, 64 (96.9%) de los cuales 14 (21.2%) pertenecen al grupo de niños con AR. Los que padecieron gripe, una vez por año 24 (36.3%), 3 (4.5%) niños con AR. Dos veces por año 13 (20%), 5 (7.5%) niños con AR. Tres veces por año 13 (20%), 4 (6%) con AR. Cuatro veces por año 4(6%) y 1(1.5%) presenta AR. Cinco veces por año. 3(4.5%) y 1(1.5%) niño con AR.

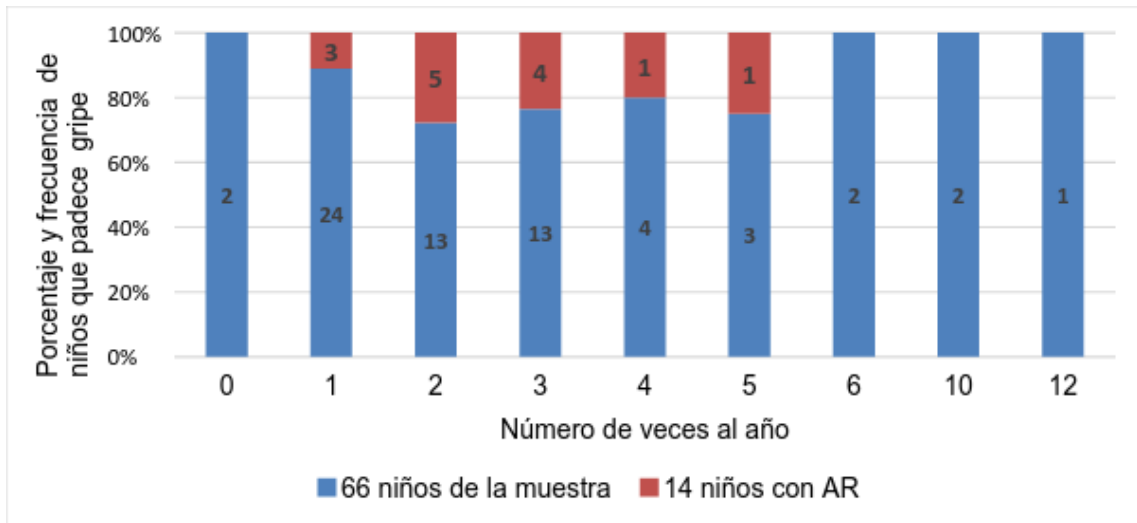


Gráfico 30. Frecuencia del número de veces al año que el escolar padece gripe.

Ambiente construído

Este segmento abarca aspectos relacionados con el ambiente construido, dormitorio del niño, cocina, calentador de agua, limpieza, condiciones del exterior de la casa, aseo del escolar y mascotas.

Respecto del tráfico vehicular: Coches que pasan por su casa; con bastante frecuencia 9 (13.6%) de los cuales 3 (4.5%) son niños con AR, continuamente 25 (37.8%) 5 (%) presentan AR, poco 30 (45%) 5 (7.5%) son niños con AR, nunca 2 (3%) y 1 (1.5%) con AR. Las respuestas sobre vehículos pesados que pasan por su casa, con bastante frecuencia 5 (7.5%) 1 (1.5%) con AR, continuamente 18 (27%) 5 (7.5%) con AR, poco 16 (24.2%) 4 (6%) con AR, nunca 27(41%) y 4 (6%) con AR. (gráfico 31).

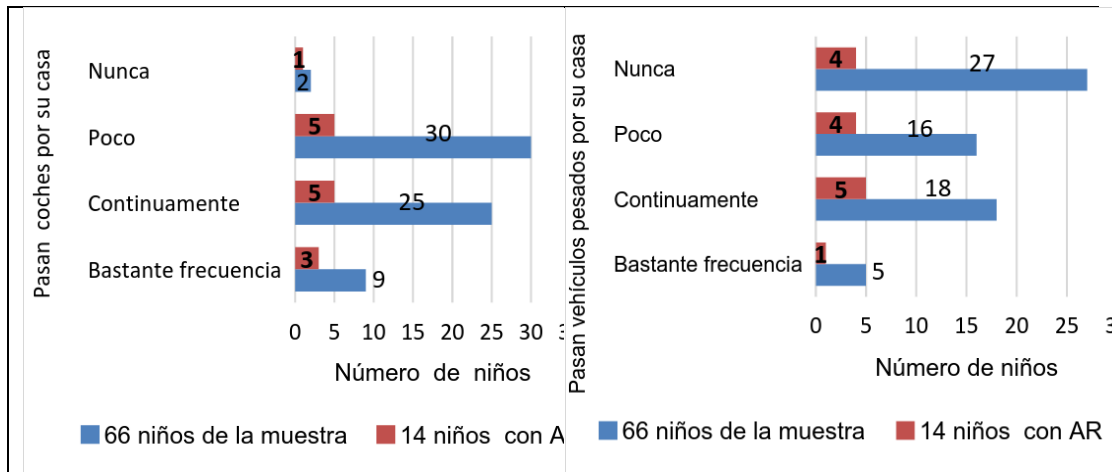


Gráfico 31. Frecuencia de vehículos que pasan por el domicilio de los escolares

En el gráfico 32 se observa del total de la muestra y en particular de los 14 niños con AR, la frecuencia de domicilios en donde se está realizando o se realizó en el último año, una remodelación de obra civil, de pintura o ambas es 22 (33%) de las cuales 7 (10.5%) corresponde a niños con A y la frecuencia de los que tienen por lo menos una ventana que da a la calle, resultado 40 (60%) y 9 (13.5%) con AR.

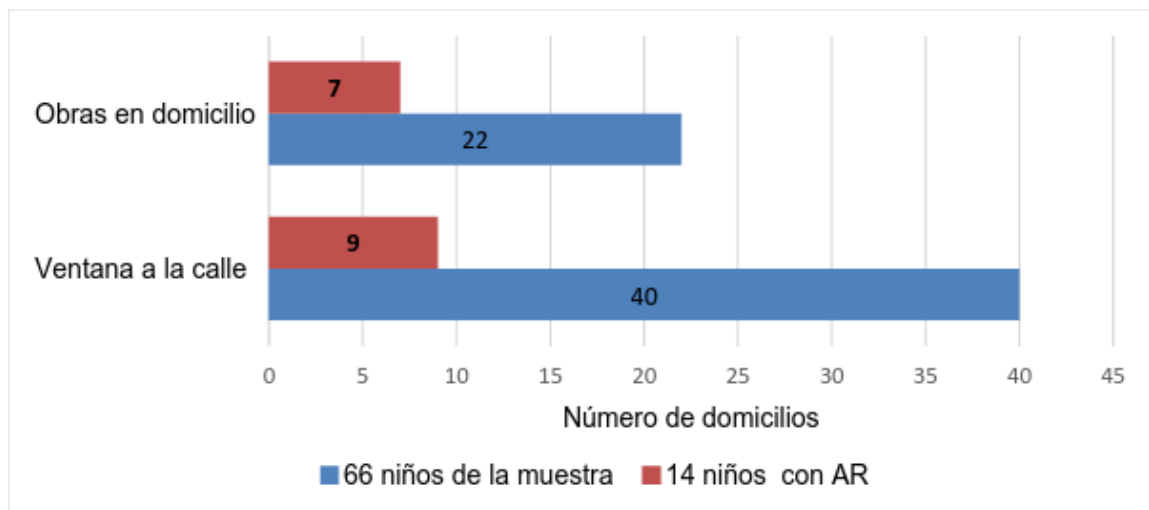


Gráfico 32. Frecuencia de domicilios con ventana a la calle y con obra de albañilería.

Los resultados del dormitorio del niño:(gráfico 33) duermen solos 16 (27%), duermen con otras personas 40 (61%), duermen con personas entre 12 y 64

años 23 (35%), en cuanto al exterior de la casa: tiene jardín con plantas de los cuales 33(50%) de las cuales 12(18%) lo fumigan, los 66 niños viven a más de 200 metros de distancia de una zona con actividad agrícola, los 66 (100%) tienen perro.

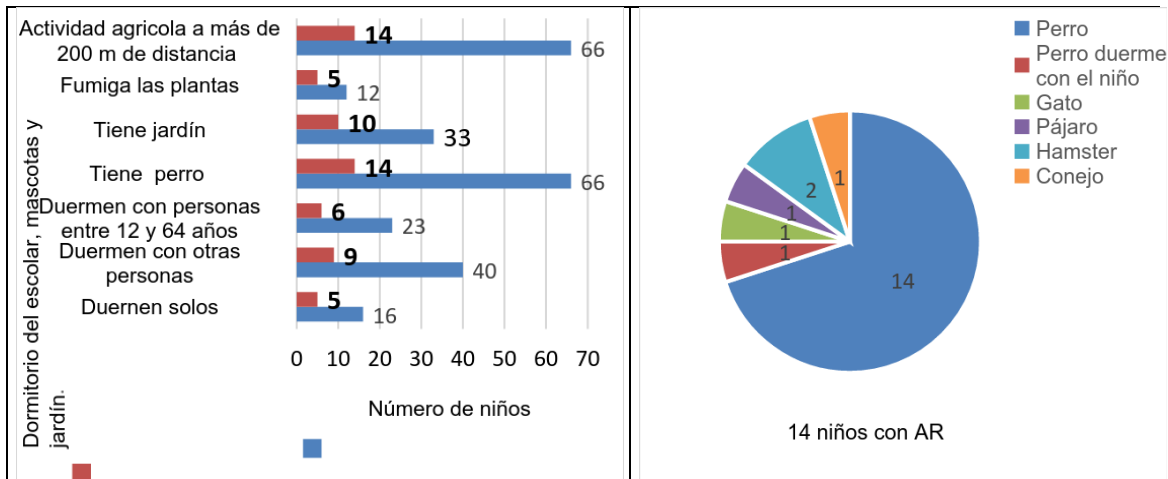


Gráfico 33. Datos sobre el dormitorio del escolar, exterior de la casa y mascotas

De las condiciones de cocina (gráfico 34), tiene extractor en su estufa, 23 (34.8%) lo utiliza siempre, 10 (15%) usa gas como combustible 65 (99%), del calentador de agua, utiliza gas como combustible 45 (68.2%) y tiene calentador solar 20 (30.2%), utiliza energía eléctrica 1 (1.5%).

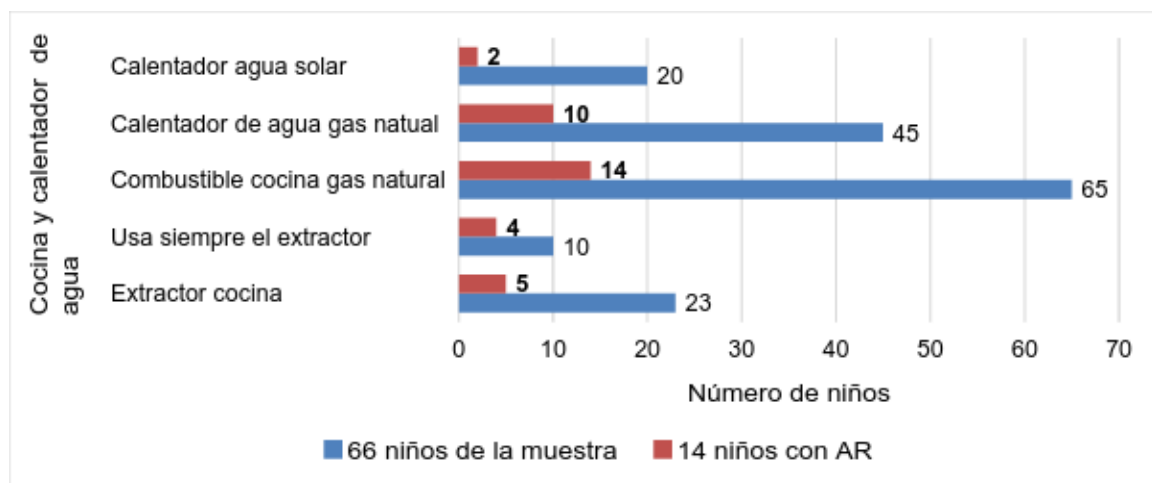


Gráfico 34. Frecuencia de las condiciones de cocina y calentador de agua en los domicilios.

En el gráfico 35, se expresan los resultados de limpieza de la casa: frecuencia de uso de los productos e insecticidas 66 (100%), utiliza productos de limpieza, son niños que presentan AR, utilizan cloro 59 (88.4%) 13 (19.7%) con AR, usa disolvente quitamanchas 19 (28.8%) 8 (12.1%) niños con AR, utiliza productos de limpieza perfumados 45 (68.2%) 12 (18.1%) con AR, utiliza líquidos multiusos 35 (53%) 7(10.6%) con AR, utilizan spray insecticida esporádicamente en la habitación del niño 6 (9%) 6 (9%) con AR, utilizan dispositivo químico insecticida en la habitación del niños esporádicamente 11 (16.7%) 3 (4.5%) son niños con AR. Los 66 niños utilizan para su aseo personal por lo menos dos veces por semana shampoo para el cabello, cremas humectantes más de 3 veces por semana, desodorantes más de tres veces por semana y perfume más de dos veces por semana, todos los productos utilizados son de variadas marcas.

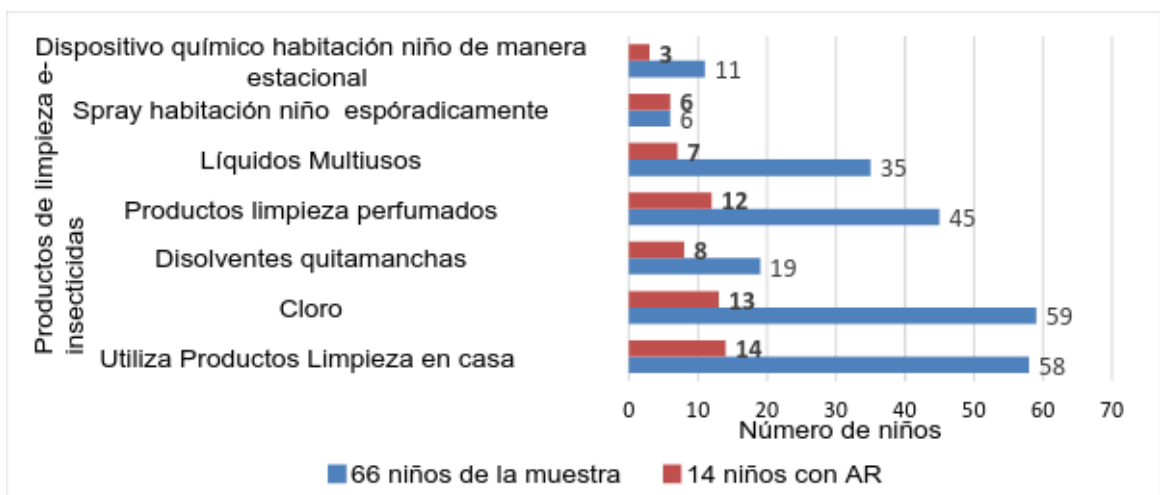


Gráfico 35. Frecuencia de uso de productos de limpieza e insecticidas en los domicilios.

De la percepción de molestias de contaminación los padres de familia contestaron: (gráfico 36) insoportable 22 (33.3%), mucho 12 (18.2%), molesto 6 (9%), regular 5 (7.5%), poco 1 (1.5%), nada 13 (19.7%) y no contestaron 7 (10.6%)

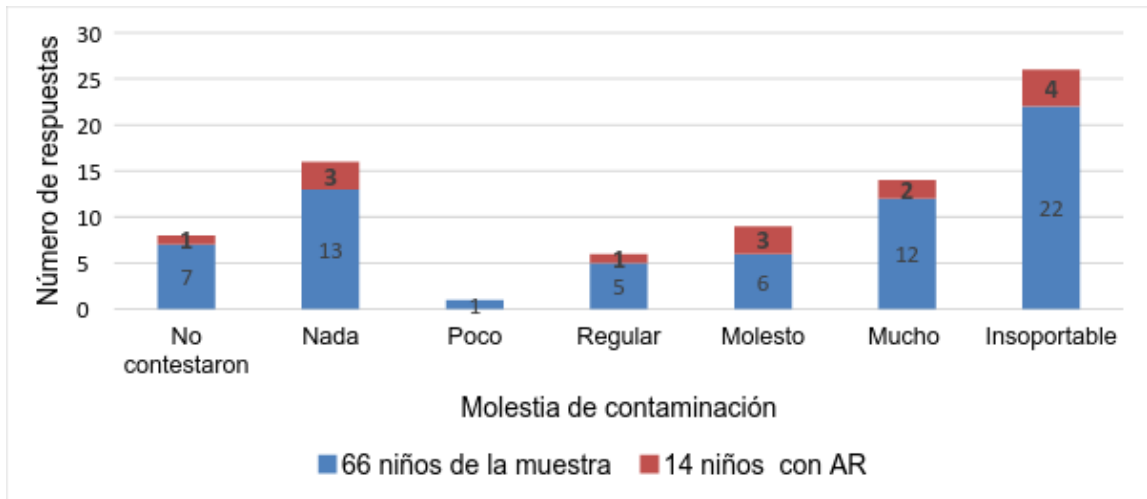


Gráfico 36. Frecuencia de molestias de contaminación ambiental en la zona de estudio.

En el gráfico 37 se muestra que la distancia promedio entre los domicilios de los niños con anormalidad restrictiva de la función respiratoria y el punto 1 del muestreo la cascada del río Santiago, es de 1 km.

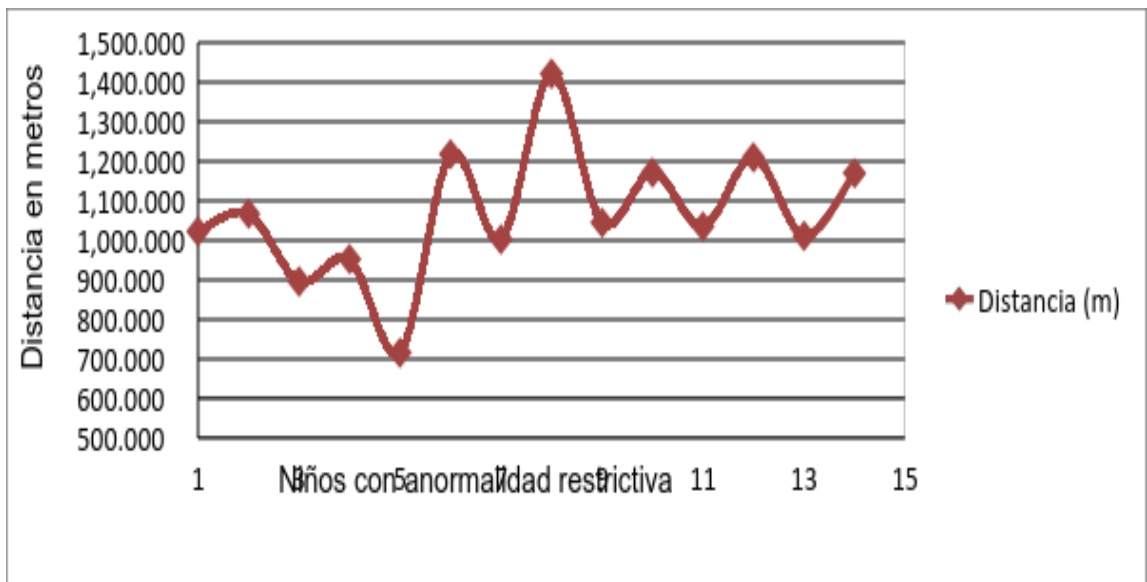


Gráfico 37. Distancia entre los domicilios de los niños con anormalidad restrictiva y la cascada

Historial laboral de los padres

En este segmento en el gráfico 38, se observa la situación actual de la relación trabajo y de las exposiciones laborables; tienen hijos con AR son madres dedicadas al hogar 35 (53%) 7 (10.6%) hijos con AR, son empleadas del servicio público y comerciantes 22 (33%) 5 (7.5%) hijos con AR, son madres obreras 9 (13.6%) 1 (1.5%) tiene hijo con AR, tienen exposición laboral 8 (12.1%) 1 (1.5%) hijo con AR.

En cuanto a la situación laboral actual del padre, la mayoría 28 (42.4%) 11 (17%) hijos con AR se desempeñan en la industria local de diferentes giros; metal mecánica, química, electrónica, producción de llantas, plásticos y de alimentos, 14 (21.2%) 1 (1.5%) hijos con AR se desempeñan en el servicio público, como comerciantes y en talleres propios, 24 (36.4%) 4 (6%) se encuentran en baja laboral o se desconoce su situación, quienes refirieron los datos fueron las madres de los escolares.

Los padres de familia en sus puestos de trabajos se encuentran expuestos a disolventes, metales, radiación, bacterias y virus 27 (41%) y 10 (15.1%) tienen hijos con AR. Los padres refieren en su mayoría la posibilidad de arrastrar trazas de sustancias químicas y bacterias en su ropa y zapatos.

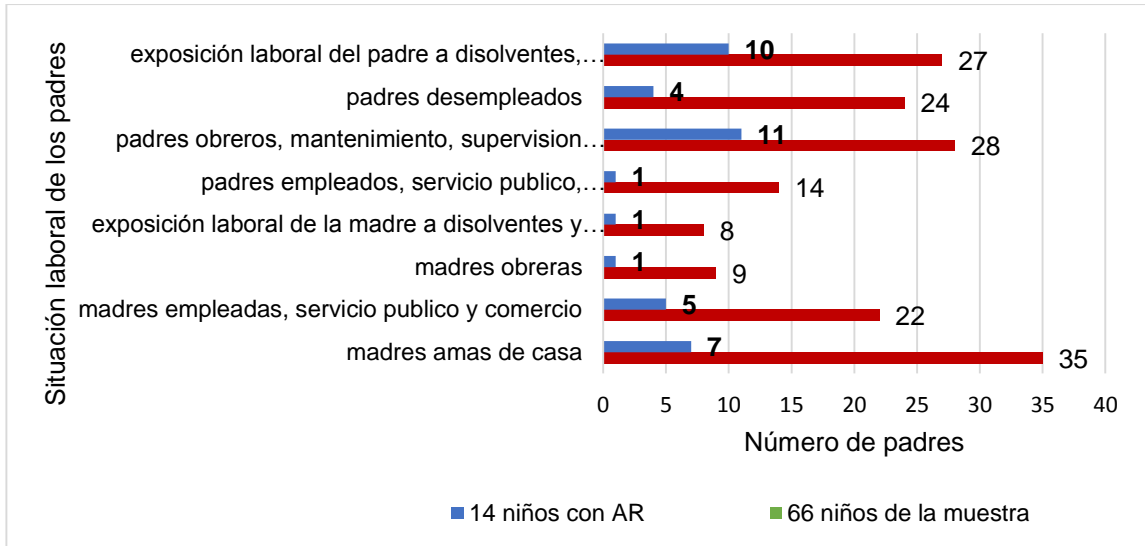


Gráfico 38. Situación laboral de los padres de familia

- **Datos sobre tabaquismo**

Sobre el tipo de consumo de tabaco de los padres y exposición de los hijos al humo del tabaco (gráfico39); Fuma diario; madre 5 (7.5%) 1 (1.5-7%) tiene hijo con Anormalidad Restrictiva (AR), padre 11 (16.6%) 5 (7.5-36%) tienen hijos con AR. Fuma pero no diario; padre 5 (7.5%) 2 (3-14%) hijos con AR. Fuma en casa; madre 3(4.5%) 2 (3-14%) hijos con AR, padre 4 (6.%) 2 (3-14%) hijos con AR

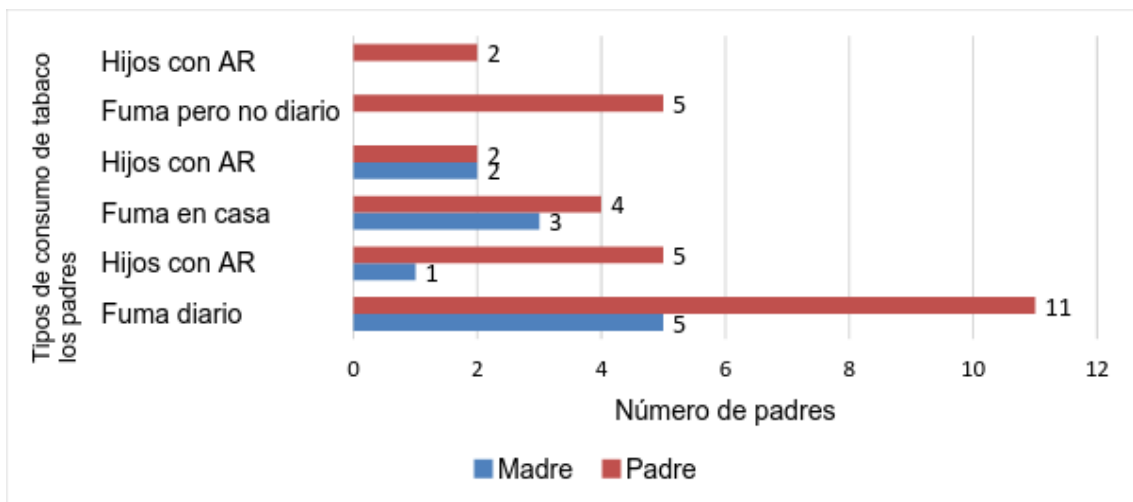


Gráfico 39. Tipo de consumo de tabaco de los padres.

Es importante señalar que los resultados de la variable ambiental muestran la presencia de cuatro especies de bacterias patógenas para sistema respiratorio, en aire, de seis metales de los denominados “pesados” en polvo atmosférico por deposición en suelo urbano, de seis diferentes tamaños de partículas PM menor a 10µm en suspensión en aire y presencia de seis tipos de plaguicidas en la orina de los niños que componen la muestra.

La siguiente tabla, se elaboró tomando como referencia cada uno de los domicilios de los 14 escolares que presentaron anormalidad restrictiva en su función respiratoria y de la escuela primaria a la que asisten, en correspondencia con el punto de muestreo más cercano, se resumen los resultados de la variable ambiental encontrados de cada uno de los contaminantes en el área de estudio, (tabla 37 dos partes en vertical).

Tabla 37. Hallazgos relacionados en la variable ambiental y la morbilidad respiratoria

Datos de niños con Anormalidad Restrictiva			Unidades Formadora de Colonias	Frecuencia Bacterias patógenas para sistema respiratorio en aire				Metales en polvo atmosférico por deposición en suelo urbano					
No. de Niño	Colonia en donde vive	Punto de muestreo	UFC/m3	1 P. aeruginosa	2 S. aureus	3 K. pneumoniae	4 S. pneumoniae	1 As	2 Cd	3 Hg	4 Pb	5 Ni	6 Zn
1	Centro	13	4820	✓	✓								
2	Centro	15	1860	✓		✓	✓						
3	Centro	18	4090	✓		✓							
4	Álvarez del Casullo	4	3570	✓		✓							
5	Obrera	18	4090	✓		✓							
6	Los Laureles	22	6610	✓									
7	Centro	7	3610	✓	✓								
8	Centro	12	15800	✓	✓		✓						
9	Centro	13	4820	✓	✓								
10	Centro	12	15800	✓	✓		✓						
11	Buena Vista	18	4090	✓		✓							
12	Centro	17	6660	✓	✓								
13	Obrera	18	4090	✓		✓	✓						
14	Buena Vista	19	5950	✓	✓		✓						
	Esc. Primaria	11	3960	✓	✓								

Fuente: elaboración propia a partir de la bases de datos de la presente investigación

Partículas suspendidas en aire PM menor a 10 μ						Plaguicidas en orina humana					
1 03 μ	2 05 μ	3 1.0 μ	4 2.5 μ	5 5.0 μ	6 10.0 μ	1 2-4D	2 Picloram	3 Dimetoato	4 Molinato	5 Tabendazol	6 Metoxuron
Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	✓	✓	✓	✓		✓
Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	✓	✓	✓	✓		✓
Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	✓	✓	✓	✓	✓	
Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	✓	✓	✓	✓	✓	
Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	✓	✓	✓	✓		✓
Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	✓	✓	✓	✓	✓	
Green	Green	Green	Green	Green	Green	✓	✓	✓	✓		✓
Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	✓	✓	✓	✓		✓
Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	✓	✓	✓	✓	✓	
Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	✓	✓	✓	✓	✓	
Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	✓	✓	✓	✓		✓
Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	✓	✓	✓	✓		✓
Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	✓	✓	✓	✓	✓	
Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	✓	✓	✓	✓	✓	
Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Referencia de valores utilizados en la tabla 37

Concentraciones de referencia de las Unidades Formadoras de Colonias

Muy baja	Baja	Intermedia	Alta	Muy alta
< 50 UFC/m ³	50-100 UFC/m ³	100-500 UFC/m ³	500-2,000 UFC/m ³	>2,000 UFC/m ³

Fuente: Comisión de Comunidades Europeas (1993)

Valores de referencia para el número de partículas por tamaño

Tamaño	Verde (buena)	Amarillo (precaución)	Rojo (peligro)
0.3 µm	0 a 3, 531,467	3, 531,468 a 8, 828,667	8, 828,668 a 17, 657,335
0.5 µm	0 a 1, 243,076	1, 243,077 a 3, 090,034	3, 090,035 a 6, 180,067
1.0 µm	0 a 293,818	293,819 a 734,545	734,546 a 1, 469,090
2.5 µm	0 a 19,246	19,247 a 48,099	48,100 a 96,197
5.0 µm	0 a 6,815	6,816 a 17,057	17,058 a 34,114
10 µm	0 a 2,401	2,402 a 6,003	6,004 a 12,007

Fuente: Equipo Contador de partículas EXTECH VCP300

Tabla 38. Especificaciones claves para bacterias, metales, partículas y plaguicidas encontradas en zona de estudio.

4 Tipos de bacterias	6 Tipos de metales	6 Tipos de partículas PM	6 Tipos de plaguicidas
1 <i>Pseudomona aeruginosa</i>	1 Arsénico	1 .03 µm	1 Diclorofenoxiácetico 2-4D
2 <i>Staphylococcus aureus</i>	2 Mercurio	2 .05 µm	2 Picloram
3 <i>Kebsiella pneumoniae</i>	3 Cadmio	3 1.0 µm	3 Dimetoato
4 <i>Streptococcus pneumoniae</i>	4 Plomo	4 2.5 µm	4 Molinato
	5 Níquel	5 5.0 µm	5 Tiabendazol
	6 Zinc	6 10.0 µm	6 Metoxuron

VIII. DISCUSION DE RESULTADOS

8.1 Presencia de bacterias patógenas para sistema respiratorio en aire: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomona aeruginosa*.

El presente trabajo parte de la iniciativa de generar un estudio de línea base, enmarcado en la salud ambiental, este proceso exploratorio, responde por una parte, a la presencia e identificación contaminantes ambientales en aire, de bacterias patógenas que afectan las vías respiratorias, de metales en polvo atmosférico por deposición en suelo urbano, de partículas PM menor a 10 µm. suspendidas, de plaguicidas en orina humana, y por otra, la descripción de la función respiratoria de la población infantil a partir del análisis de la Historia clínica ambiental y de la aplicación de la Espirometría a los niños. De este modo, hemos realizado un análisis paralelo, el ambiental y el relacionado con la función respiratoria en cuanto a la salud humana, buscando elucidar o inferir como las variables ambientales influyen en la forma en que los niños pueden tener una afección respiratoria. Así, las discusiones apuntarán hacia cada uno de los componentes ambientales, para, en un segundo momento enfocarnos en la función respiratoria de la población infantil en general y de los niños que presentaron anomalía restrictiva en lo particular.

En El Salto, no se han estudiado de forma integral los aerosoles en general ni los bioaerosoles en particular, realizando un análisis elemental de su constitución, por lo que es importante resaltar la pertinencia de este estudio como sustrato o de línea base para investigaciones subsiguientes en lo referente a bacterias, es evidente la importancia del control de este tipo de contaminación ambiental, de acuerdo con García, et al. (2006) refiere que en México no existen Normas Oficiales que establezcan los límites máximos permisibles de bacterias respirables en espacios abiertos.

Según Amman et al (1995; en Hurtado et al, 2014), los seres humanos inhalan

más de 10 m³ de aire por día y se han reportado en promedio para inhalar 532 microorganismos por m³, de los cuales el 99.8% quedan retenidos en las vías respiratorias.

Rey y Fula (2005) evaluaron la presencia y determinó la concentración de microorganismos patógenos que se consideran importantes en bioaerosoles, establecen que los datos de los parámetros meteorológicos, son factores que influyen su existencia y dispersión. En el presente estudio la presencia de bacterias en los sitios de muestreo, no ha sido posible determinar esta influencia, ya que se carece de datos del monitoreo de dichos parámetros meteorológicos. Sin embargo en lo que discurre a la concentración de material particulado que influye en su distribución, puede hacerse una comparación entre la presencia de PM10µm en categoría de peligro y de precaución, para los mismos sitios de muestreo, donde en el (56%) de ellos, se encontraron dos tipos de bacterias patógenas que afectan las vías respiratorias, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*, y en el (32%) de los sitios se encontraron tres tipos de bacterias, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella pneumoniae*.

De acuerdo con Lighthart (1997), quien estimó que el número promedio de bacterias totales en el aire es de 19,105 células / m³, de las cuales alrededor del 1% eran cultivables (1,900 células / m³). Es importante señalar que la toma de las 25 muestras de aire, se realizaron a finales del mes de octubre, después de varios días de lluvia, (fue necesario posponer en 3 ocasiones la fecha de muestreo por lluvias), por lo que se supone que la atmosfera estaba relativamente limpia, por lo cual deberán considerarse los resultados sobre la cantidad de bacterias patógenas para el sistema respiratorio, que podrían ser más abundantes en otras condiciones atmosféricas, como se menciona en Rosas, et al (2004), las bacterias suspendidas en la atmósfera generalmente se encuentran asociadas a partículas, por lo que su concentración aumenta durante la época de secas, debido al transporte convectivo de las partículas provenientes de las superficies secas. La presencia de lluvias y lavado de la atmosfera, disminuye su número significativamente.

En el estudio realizado por Flores, et al. (2007), en el relleno sanitario San Nicolás, y alrededores en Aguascalientes, en el análisis bacteriano, se obtuvo un intervalo comprendido entre (400 y 7,900 UFC/m³). En la zona de estudio el 24% de los puntos de muestreo se encuentran en el intervalo comprendido entre (830 y 2,000 UFC/m³), el otro 76% el intervalo obtenido estuvo por encima de las 2,000 hasta 15,800 UFC/m³, en este último rango los valores encontrados en zona urbana, son notoriamente similares a los encontrados en zona de contaminación a cielo abierto del relleno sanitario.

Rosas et al, (2016), en la investigación denominada “Riesgos de salud de la población de la Cuenca del Ahogado por presencia de bacterias patógenas en el aire”, de los resultados obtenidos, se muestran dos puntos que se encuentran ubicados en la presente zona de estudio, el primero es el relleno sanitario "Los Laureles”,

ubicado en el límite norte de cabecera municipal de El Salto, el que presenta una concentración de Unidades Formadoras de colonias (UFC/ m³), en la categoría de medio (1,300 a 5,000 UFC/ m³) y el otro punto es la “Cascada el Salto- Juanacatlán”, considerados en la categoría de alto, superior a (5,000 UFC/ m³, con 6,900 UFC/ m³). En los resultados obtenidos del presente estudio, en el punto 1 en la cascada del río, se encontraron 1,380 UFC/m³, una cantidad muy inferior con relación a este análisis, sin embargo, en el 50% de los sitios muestreados, se presenta una concentración más alta que la que se reporta en el relleno sanitario.

De acuerdo con Hurtado, et al. (2014), en su estudio longitudinal, realizado en Tijuana, en sitios de muestreo con condiciones de fuentes de emisión como vertederos, asentamientos irregulares con escorrentías de uso doméstico e industrial, tratamientos de aguas residuales o zonas con operaciones ganaderas. Los resultados en diversos sitios con las concentraciones más altas, refieren, que van desde 2,000 hasta 19,000 UFC/m³ durante la mañana. Lo que coincide con los resultados en El Salto, son cantidades similares a las encontradas en los puntos medidos en Tijuana, la diferencia es, que las muestras provienen de una zona urbana de condiciones sanitarias regulares. Por lo que las concentraciones microbianas, indican un nivel significativo de contaminación en el aire urbano, las concentraciones más altas que se encontraron, se ubican en los puntos 12, 3, 23, 21, y 24 con concentraciones de 15,800, 11,130, 8,200, 7,860 y 7,620 UFC/m³, respectivamente.

Es importante señalar que la concentración más alta de microorganismos, es de 15,800 UFC / m³ que se encontró en el sitio 12 en la zona centro, cuyo valor es casi 20 veces más alto, en comparación con el conteo más bajo de 830 UFC/m³, encontrado con el en el sitio 25 ubicado en Juanacatlán, que es el más alejado del Río Santiago.

De los resultados obtenidos por Rosas-Casas (2013), se mencionan a continuación los que corresponden a la zona de estudio: los puntos considerados en la categoría de medio (1300 a 5000 UFC/ m³) relleno sanitario "Los Laureles", los considerados en la categoría de alto (superior a 5000 UFC/ m³) Cascada El Salto-Juanacatlán. Para el presente estudio se encontró que en el 50% de los sitios de muestreo las cantidades, rebasan la categoría en la que se ubica el relleno sanitario, por el contrario en la cascada El Salto, se encontraron (1,380 UFC/ m³) cantidad muy inferior.

De igual manera, se considera también la concentración de UFC en exteriores por actividades biológicas y antropogénicas (Rosas, *et al.* 2014) ver tabla 2, en marco conceptual: en el apartado de zona urbana, los valores de concentración están de 539-7,200 UFC/ m³, la mayoría de los puntos están dentro del rango, sin embargo los puntos 24, 6, 21, 23, y 3 rebasan el límite superior de esta clasificación con 7,620, 7,820, 7,860, 8,200, y 11,130 UFC/ m³ respectivamente. En la categoría de calles transitadas con un intervalo de 100-13,000 UFC / m³. El punto 12, registro el nivel más alto con 15,800 UFC/ m³ y en la planta de transferencia de basura con una concentración de 14,000 UFC/ m³, por lo que se considera que las concentraciones del aire exterior, pueden impactar de manera importante en el interior de los hogares ubicados cercanos a estos puntos, causando un posible riesgo a la salud.

De acuerdo con Rosas, *et al.* (2004) la entrada de bioaerosoles a los ambientes intramuros, representa un peligro importante. La concentración de bacterias encontradas (poblaciones mixtas UFC/ m³), en la mayoría de los puntos muestreados, están por arriba de la media, para ambientes interiores de acuerdo con el reporte europeo (CEC, 1993) <2 000 (UFC/ m³), de ahí la importancia de considerar la posible contaminación en los ambientes habitacionales y del plantel educativo al que asisten los niños en el área estudiada.

Los resultados obtenidos por Hurtado et al, (2014) la mayor cantidad de bacterias mostraron morfología tintorial Gram positivas, en relación a la abundancia relativa de células bacterianas de este tipo con aspecto de cocos versus forma de varilla, discute que podría explicarse, en base a su composición estructural de la pared celular, que es más resistente a ambientes hostiles, esto puede permitir que los cocos Gram positivos permanezcan en el tiempo en el aire y permanezcan patógenas. Asimismo se menciona que, los seres humanos inhalan más de 10 m³ de aire por día y se han reportado en promedio para inhalar 532 organismos por m³ (Amman et al., 1995), en sus resultados reporta; de especial preocupación fue la identificación de organismos patógenos en el aire de Tijuana como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomona aeruginosa* y *Escherichia coli*, estos han sido previamente reportados en el aire (Coccia et al., 2010, Pérez et al, 2006, Soto et al., 2009, Kaushik y Balasubramanian, 2013), varias bacterias patógenas tales como *Staphylococcus spp.*, y *Streptococcus spp.*, pueden causar enfermedades de la piel, tracto respiratorio superior y cavidad oral (Cardona, 2003).

En la zona de estudio, a diferencia de lo encontrado por Hurtado et al, (2014) el resultado de la prueba tintorial, de las 279 inoculaciones observadas, el número de bacilos Gram negativo, corresponde al mayor porcentaje 255 (37.8%), seguido de los cocos positivos con 214 (31.8%). las bacterias encontradas de este tipo son *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pneumoniae*, con una frecuencia del 80% y 12% respectivamente del total de los sitios de muestreo las cuales están presentes en los puntos 2, 3, 4, 6, 7,11, 12 y 24, dichos sitios están ubicados en las zonas centro y sur-poniente de la cabecera de El Salto y centro de Juanacatlán, todos los sitios son cercanos al río Santiago, entre ellos se encuentra el plantel educativo donde asisten los niños que componen la muestra, y estarían en riesgo de inhalar cantidades de microorganismos que pueden causar enfermedades, de dichos resultados se desprende el interés de visualizar la dispersión del tipo de bacterias.

De acuerdo con IMTA, (2011), donde se hace referencia al río Santiago, como fuente de emisión, puede relacionarse la presencia de estos contaminantes microbiológicos, con los resultados de los puntos de muestreo cercanos a dicho origen. De acuerdo a la dirección del viento que prevaleció durante el tiempo de muestreo que en el mayor número de sitios se registró de oriente a poniente, se puede aludir que los contaminantes provenían del río al no encontrarse otras fuentes de emisión intermediarias. Otro factor que contribuye a la dinámica atmosférica es el Cerro de la Cruz, que se encuentra hacia el lado Nor-poniente de la cabecera del El Salto y sirve como barrera natural para el desplazamiento del aire. Con esos elementos se puede inferir que los contaminantes con los valores máximos se distribuyan en mayor número de veces en la zona centro. Este comportamiento ajusta con lo que se muestra de la dispersión de los microorganismos en la zona de estudio.

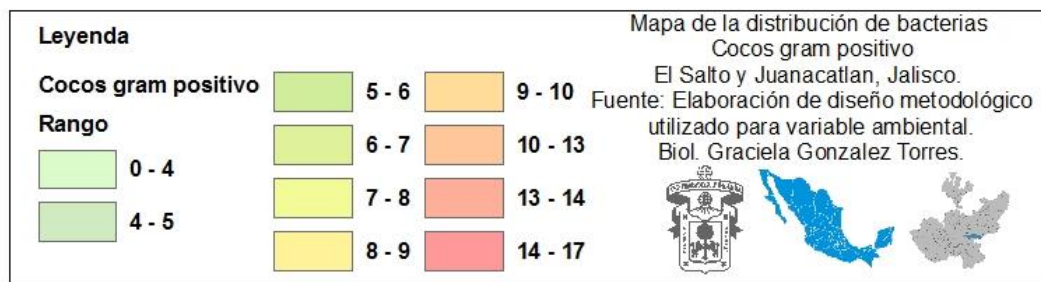
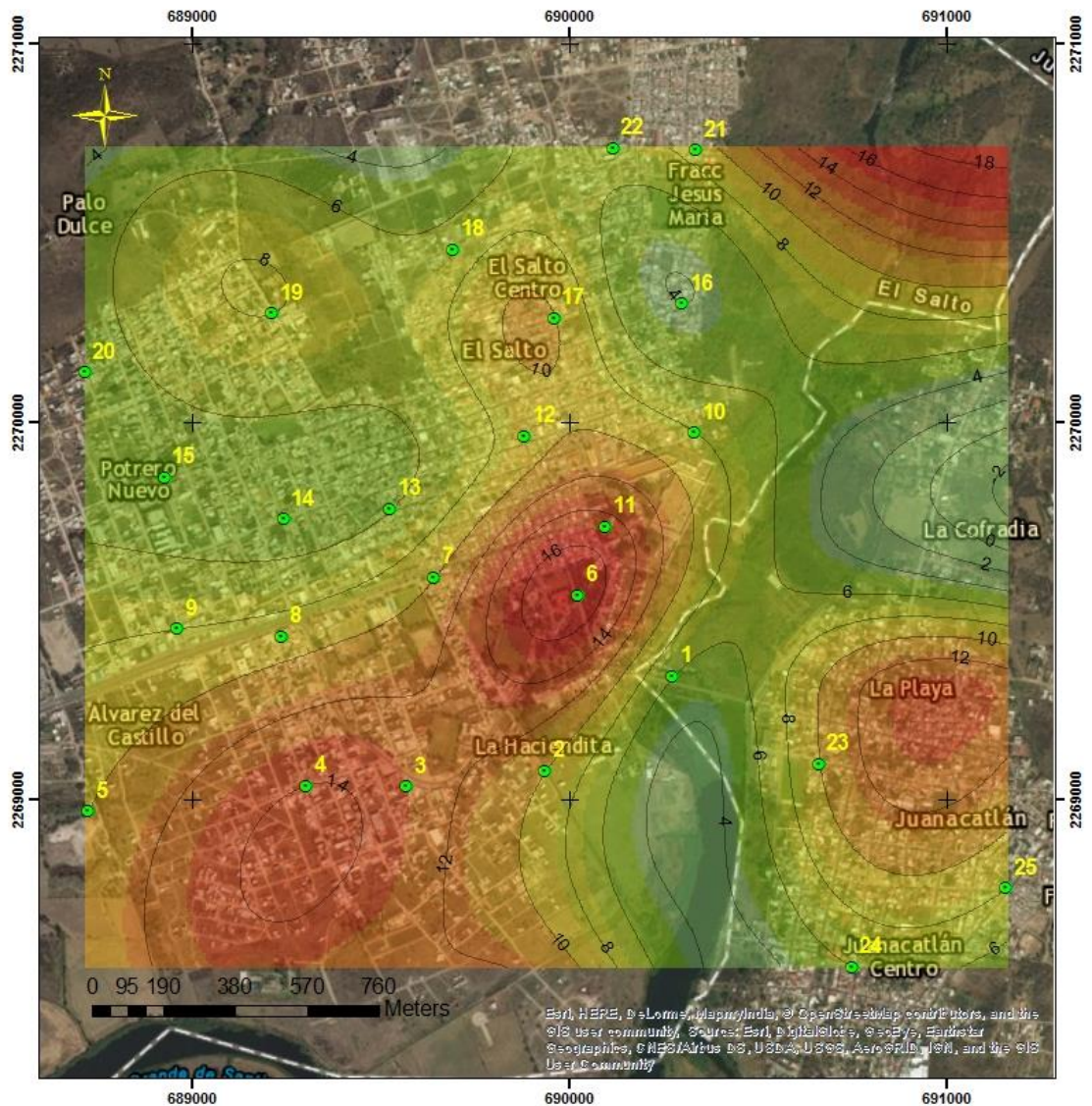
En el resultado de la prueba tintorial, de las 279 inoculaciones observadas, el número de bacilos Gram negativo, corresponde al mayor porcentaje encontrado 255 (37.8%), seguido de los cocos positivos con 214 (31.8%), de dichos resultados se desprende el interés de visualizar la dispersión del tipo de bacterias en la zona de estudio, se muestra en mapas la distribución de la presencia de cada tipo de morfología tintorial, elaborados por el método de Interpolación Inversa a la Distancia (IDW).

En el mapa10, aparece la presencia de cocos Gram positivos, de acuerdo con la morfología tintorial, a los cuales corresponden las bacterias encontradas *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pneumoniae*, con una frecuencia del 80% y 12% respectivamente del total de los sitios de muestreo, se visualiza en el mapa tres islas o áreas de isovalores con un intervalo máximo comprendido entre 10-18 bacterias, en los puntos 2, 3, 4, 6, 7,11, 12 y 24, ubicados en las zonas, centro y sur-poniente de la cabecera de El Salto y zona centro de Juanacatlán, las tres cercanas al río Santiago.

En el estudio de Guzmán et al (2005) refiere la relación de enfermedad con las bacterias encontradas en aire, en los resultados de su estudio realizado en niños, la mayor causa de consulta médica fue la faringitis con 43,0%. Los hallazgos bacterianos, nos permiten observar que probablemente la incidencia de enfermedades respiratorias que presenta la población ubicada en el área de estudio puede ser de las causas, al igual que los otros contaminantes encontrados.

Es importante señalar que la presencia de las cuatro especies de bacterias patógenas que afectan las vías respiratorias, de acuerdo a su distribución, están presentes en el sitio cercano a la escuela primaria a donde acuden los niños que forman parte de la muestra, de igual manera, los domicilios de ocho de los catorce niños, que presentaron anomalía restrictiva en su función pulmonar, todos están ubicados en la zona centro.

Mapa 10. Distribución de cocos Gram positivos encontrados en la zona de estudio.

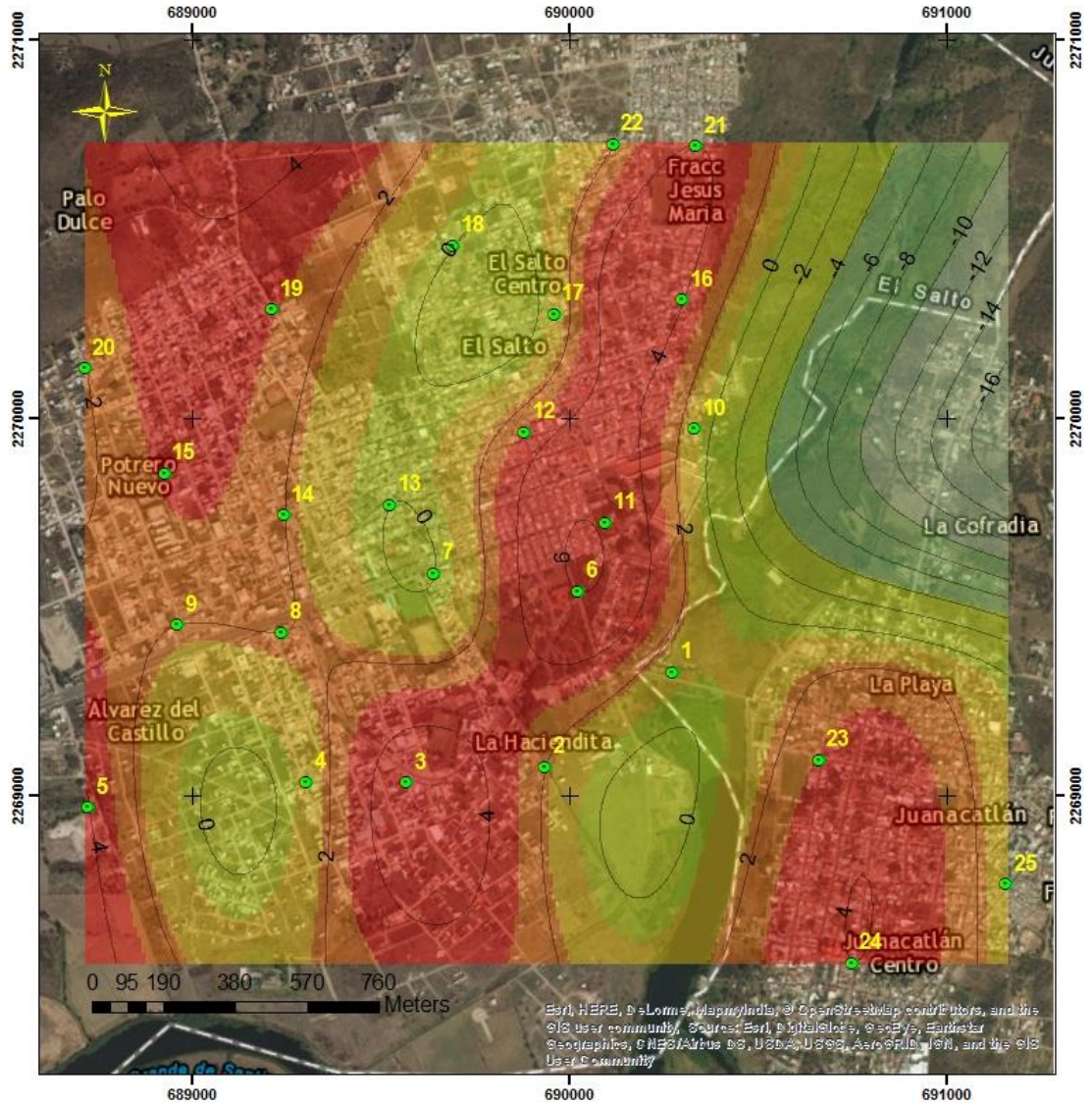


Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

García et al (2006), también refiere que en Guadalajara se encontraron los géneros *Klebsiella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, que son los mismos encontrados en la zona de estudio, son organismos patógenos que tienen relación con padecimientos de las vías respiratorias. Es importante señalar que la presencia de las cuatro especies de bacterias patógenas encontradas, de acuerdo a su distribución, están presentes sobre la escuela primaria a donde acuden los niños que forman parte de la muestra, de igual manera, los domicilios de ocho de los catorce niños, que presentaron anormalidad restrictiva en su función pulmonar, todos están ubicados en la zona centro.

En el mapa 11, se muestra de acuerdo con la morfología tintorial, la presencia de cocos Gram negativos, cabe señalar que especies distintas de las patógenas para sistema respiratorio se encuentran en este grupo, que tuvo un menor porcentaje de abundancia 62 (9.2%), en relación a cocos Gram positivos, sin embargo con una amplia presencia, los resultados se modelan en áreas de isovalores con un intervalo máximo comprendido entre 5-6 bacterias, se observa la distribución dos grandes zonas en forma de corredor, la primera atravesando toda la zona de estudio de sur a norte sobre los puntos de muestreo 2, 3, 6, 10, 11, 12, 16, 1, 18, 21, 22, más cercana al margen del río Santiago, la segunda franja sobre los puntos 15 y 19, en la cabecera de El Salto y sobre los puntos 23 y 24, se cubre la totalidad de la zona centro de Juanacatlán.

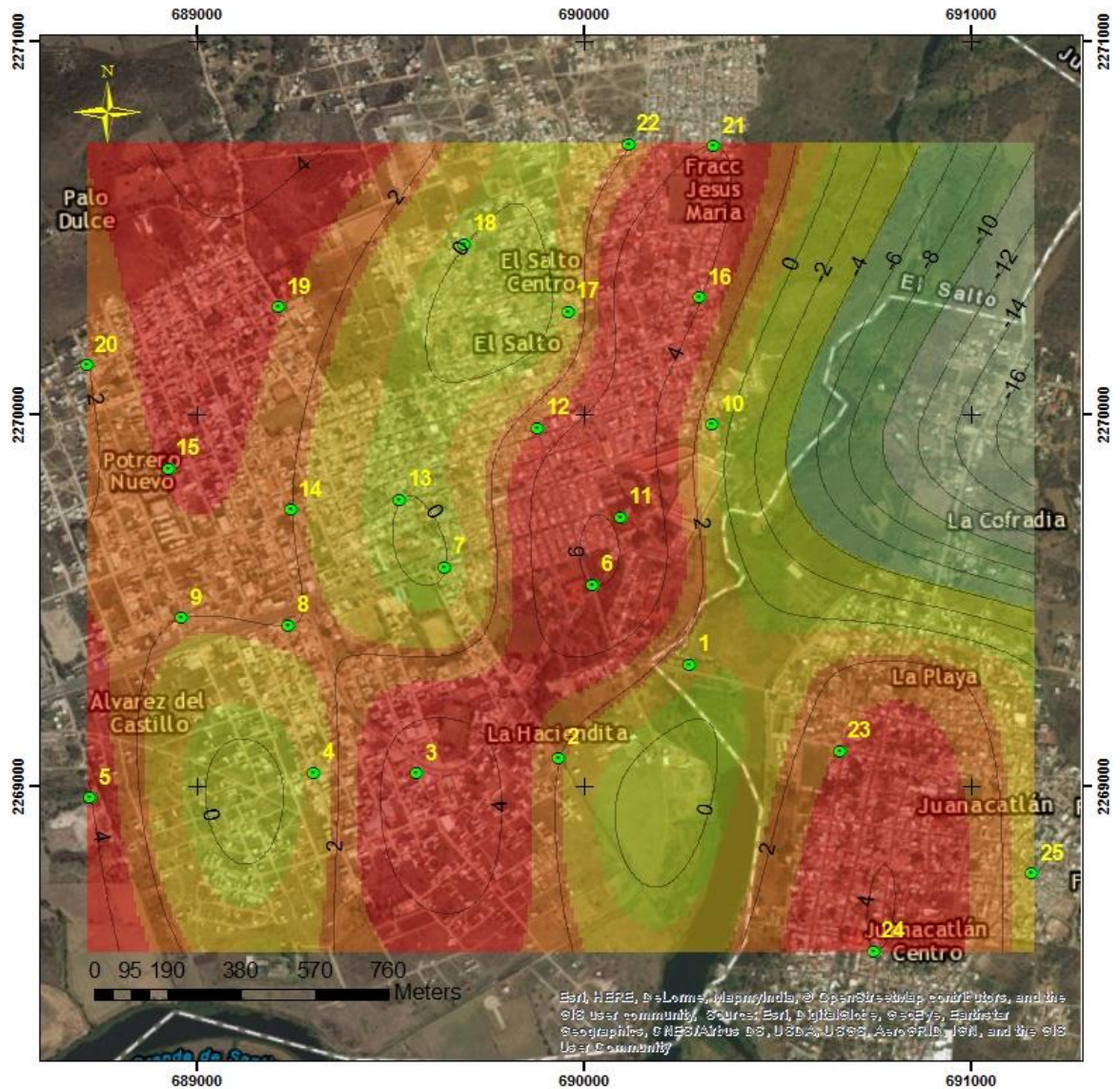
Mapa 11. Distribución de cocos Gram negativos encontrados en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos en campo

De acuerdo con la morfología tintorial, la presencia de bacilos Gram positivos, es de 143 (21.2%) del total de los resultados, de igual forma que los cocos negativos, en este grupo de bacterias que fueron analizadas, no encuentran bacterias patógenas para sistema respiratorio. Se modelan en áreas de isovalores (mapa 12), en el intervalo máximo comprendido entre 12-16 bacterias la dispersión en el mapa, permite observar que se encuentran presentes principalmente en la zona centro del área de estudio, sobre los puntos 1, 6, 10, 11, y 12. La distribución de los mismos se torna importante ya que están presentes en puntos ubicados con valores altos para cocos positivos y bacilos negativos, lo que los hace sitios con mayor potencial para provocar enfermedades.

Mapa 11. Distribución de cocos Gram negativos encontrados en la zona de muestreo

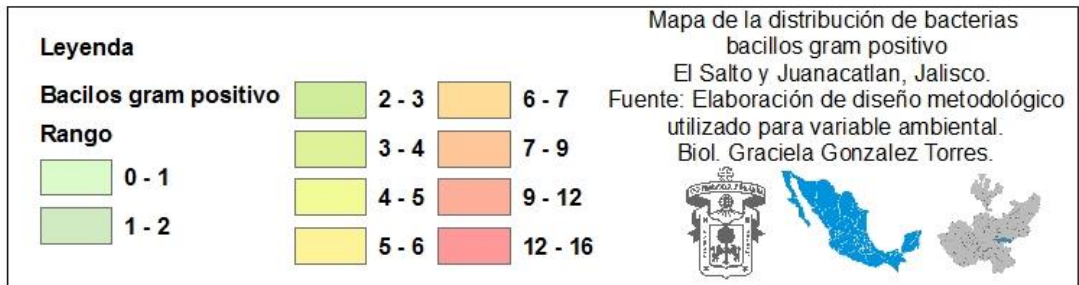
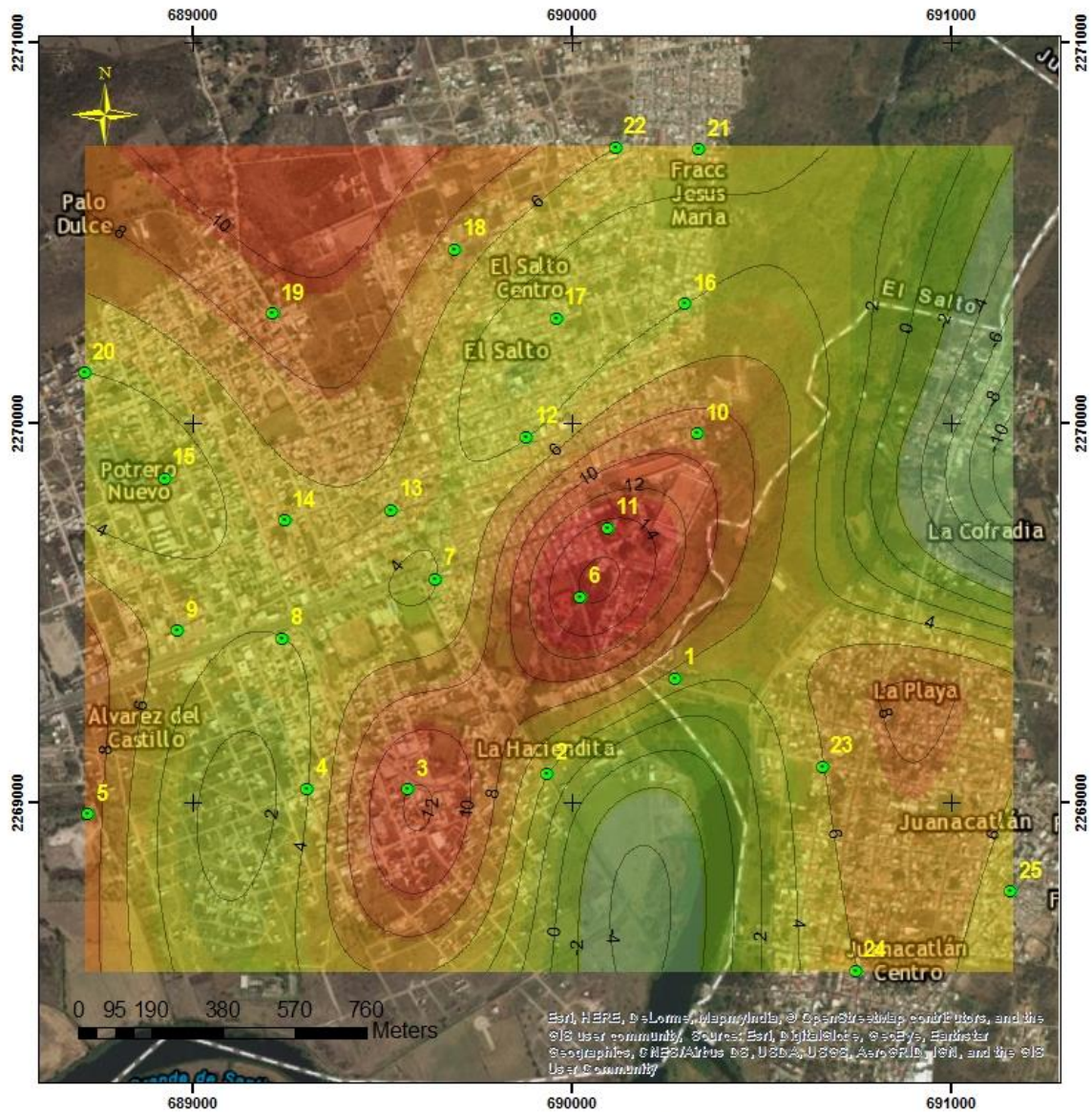


Mapa de la distribución de bacterias Cocos gram negativo El Salto y Juanacatlan, Jalisco.
 Fuente: Elaboración de diseño metodológico utilizado para variable ambiental.
 Biol. Graciela Gonzalez Torres.

Leyenda	
Cocos gram negativo	
Rango	
	0 - 1
	1 - 2
	2 - 3
	3 - 4
	4 - 5
	5 - 6



Mapa 12. Distribución de bacilos Gram positivos encontrados en la zona de estudio.



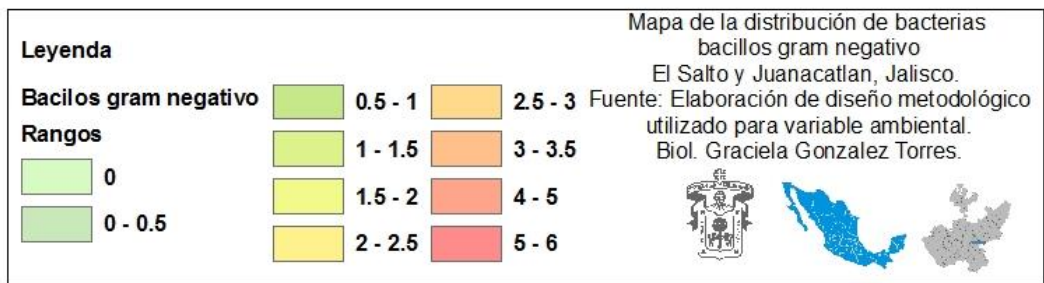
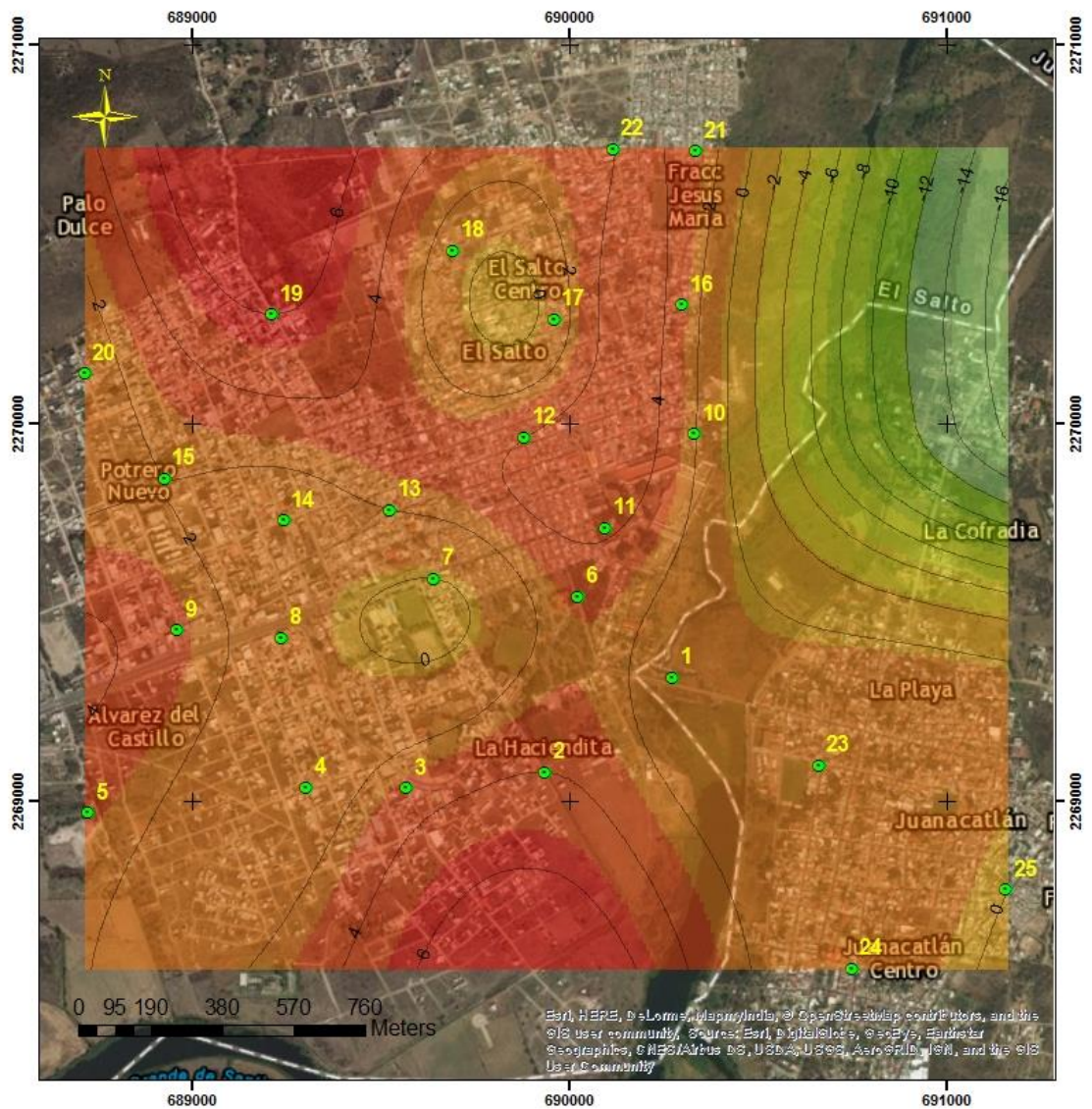
Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos en campo

En cuanto a los bacilos Gram negativos se encontraron 255 (37.8%) con la frecuencia y distribución más alta, la dispersión en el mapa xx, permite observar que se encuentran presentes con un intervalo comprendido entre 4-5 en la totalidad de los sitios, se acentúa la presencia del intervalo máximo de 5-6 en la zona sur- oriente y Nor-poniente del área de estudio. Las bacterias encontradas son *Pseudomona aeruginosa* y *Klebsiella pneumoniae*.

De acuerdo con la Nota técnica, ([NTP 409, 1990](#)) en ambientes en los que las bacterias dominantes son bacilos Gram negativo, eso indicaría la existencia de focos de contaminación inusuales. De las especies de bacterias encontradas, las oxidasas negativas y fermentadoras de glucosa como la bacteria *Klebsiella pneumoniae*, patógena oportunista, agente causal de la neumonía y de infecciones del tracto urinario, se encuentra presente en el 40% de los puntos de muestreo. De las especies Gram negativo, oxidasa positiva como la bacteria *Pseudomona aeruginosa*, se encuentra presente en el 100% de los sitios de muestreo, la cual es un patógeno oportunista humano, las infecciones pueden afectar a muchas partes del cuerpo, pero típicamente afectan las vías respiratorias, causando 50%de las neumonías bacterianas nosocomiales.

En cuanto a la distribución de los bacilos Gram negativos se encontraron 255 (37.8%) con la frecuencia y distribución más alta, la dispersión en el mapa xx, permite observar que se encuentran presentes con un intervalo comprendido entre 4-5 en la totalidad de los sitios, se acentúa la presencia del intervalo máximo de 5-6 en la zona sur- oriente y Nor-poniente del área de estudio. Las bacterias encontradas son: *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomona aeruginosa*, responsables de enfermedades del tracto respiratorio inferior (pulmones y pleura) y superior (mucosa nasal, tráquea y bronquios) tales como: J15.0 Neumonía y J01 Sinusitis, J15.1 Neumonía, J20 Bronquitis, respectivamente de acuerdo a la clasificación Internacional de Enfermedades (CIE10).

Mapa 13. Distribución de bacilos Gram negativos en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos en campo

8.2 Composición elemental de metales en polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano: Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo, Níquel y Zinc.

Los resultados obtenidos por microscopia electrónica de barrido (EMB) permite establecer la presencia de seis metales denominados comúnmente “metales pesados” encontrados en la zona de estudio, presentes en todos los puntos de muestreo, elementos trazas cuya importancia toxicológica es ampliamente referida en estudios científicos.

El análisis elemental de los polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano en El Salto, adquiere especial importancia, considerando el ciclo del agua y los procesos de contaminación de los recursos hídricos que tienen como receptáculo final el aire y el suelo.

El primer análisis de polvos realizado en el EMB fue exploratorio, encontrándose en abundancia de sílice y la presencia de una gran cantidad de elementos de la tabla periódica, por lo que se determinó la búsqueda de los seis metales analizados, tomando como base que estos mismos elementos, se encuentran fuera de norma para calidad del agua el río Santiago (IMTA. 2011), considerando a éste como la principal fuente de emisión que lleva las descargas domésticas, industriales y agropecuarias y que los contaminantes pueden llegar al suelo por el movimiento de la cascada del río en donde se producen los aerosoles que se transportan hacia las poblaciones colindantes.

La literatura relativa a la presencia de metales en suelos urbanos, en lo local es aun limitada, Aguilar et al., (2011) señala en el trabajo realizado en Guadalajara y Morelia que en particular, las emisiones provenientes de la combustión vehicular invariablemente contienen partículas magnéticas. Se ha demostrado además que las partículas magnéticas alojan en su estructura metales pesados como Pb, Zn, Ba, Cd y Cr. Por lo anterior, la concentración de minerales magnéticos refleja de manera indirecta el nivel de metales tóxicos en muestras ambientales como suelos y polvo urbano.

Los resultados de los metales referidos en el estudio (Pb, ZN, Cd) reportan cantidades de cada metal, similares en los 25 sitios, los cuales, tienen diferentes características de tránsito de automotores, mientras que, en algunos lugares es de abundante tráfico, en otras, es escaso, lo que contrasta con el posible origen de los metales en el sitio.

El análisis de clúster aplicado a los 25 puntos de muestreo permite observar discretas diferencias espaciales en la composición elemental de los polvos urbanos. La mayoría de los datos no presentan gran variabilidad, la desviación estándar es baja.

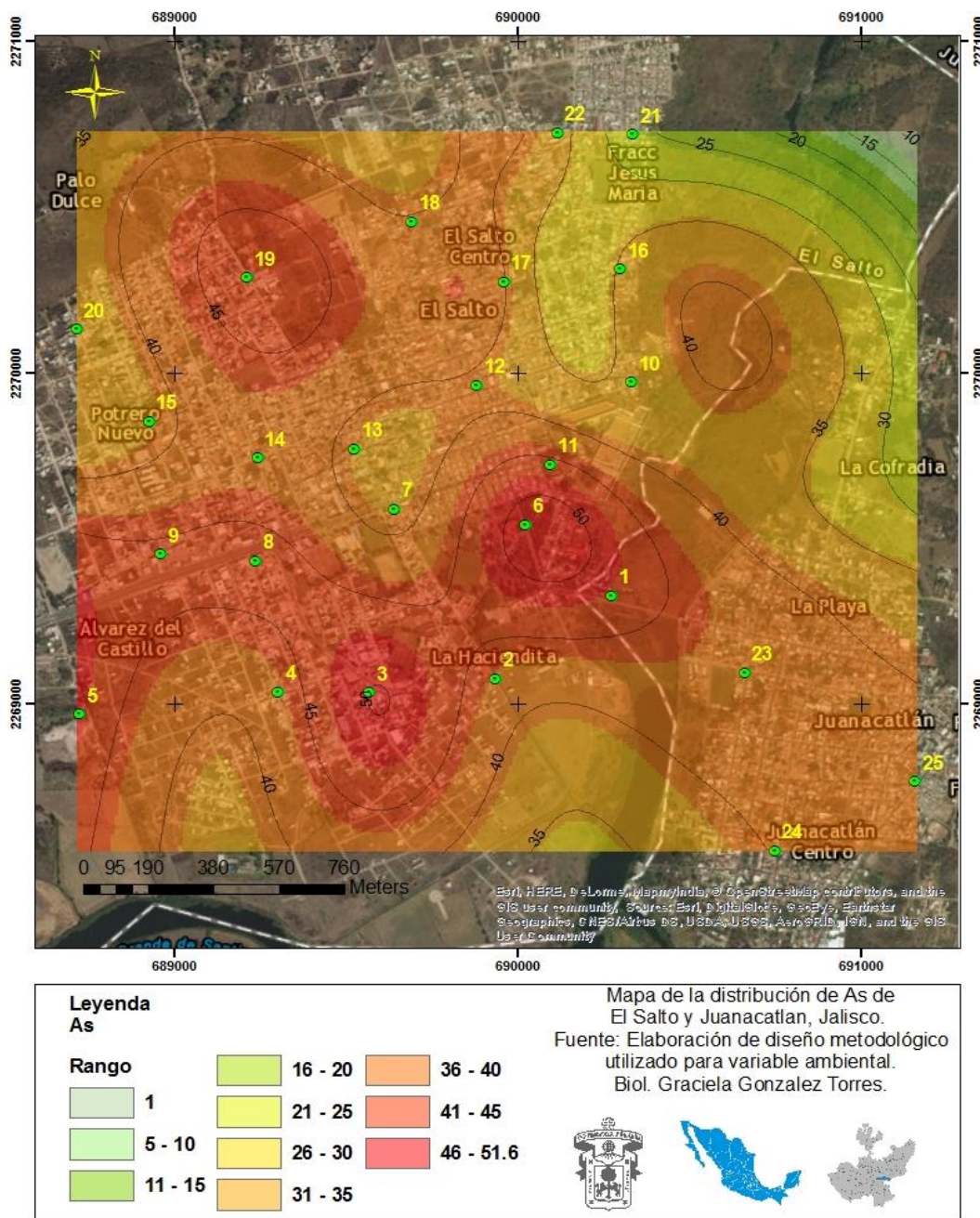
Se muestra en mapas (elaborados por el método de Interpolación inversa a la distancia IDW), la distribución de la presencia de cada metal, la cual aparece de manera homogénea en el territorio. Se presentan en orden descendente de acuerdo con el porcentaje de masa atómica (Wt%) de cada uno de los metales analizados: Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo, Níquel y Zinc, metales que no son característicos de suelos urbanos, sin embargo, es importante resaltar que la presencia de estos elementos tóxicos en toda la zona de estudio están ampliamente distribuidos.

En el mapa 14 se muestra la dispersión de Arsénico en la zona de estudio, se observa que la disposición en suelo urbano es de manera homogénea. En la cabecera de El Salto, se visualizan con mayor presencia, correspondientes al rango máximo de 46 a 51(Wt%), tres zonas ubicadas en cercanía con el río Santiago y una cuarta zona al Nor-poniente en área distal al río.

Su dispersión en el territorio puede ser a causa de la extracción de agua de pozos profundos para el abasto en la localidad, en el caso del arsénico por el origen volcánico del suelo, o bien porque algunos pozos municipales están contruidos muy cercanos al cauce del río, el cual está contaminado de forma permanente (IMTA, 2008). Otro posible origen son las industrias productoras de cobre, los procesos de producción de plomo y zinc, las que generan gran cantidad, que generalmente es vertida a las aguas superficiales.

La exposición al Arsénico inorgánico puede causar varios efectos sobre la salud como es: irritación del estómago e intestino, disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel e irritación de los pulmones (ATSDR, 2004).

Mapa 14. Distribución del Arsénico en la zona de estudio



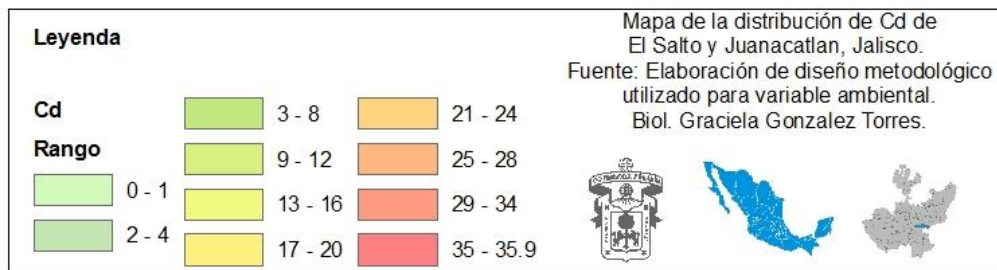
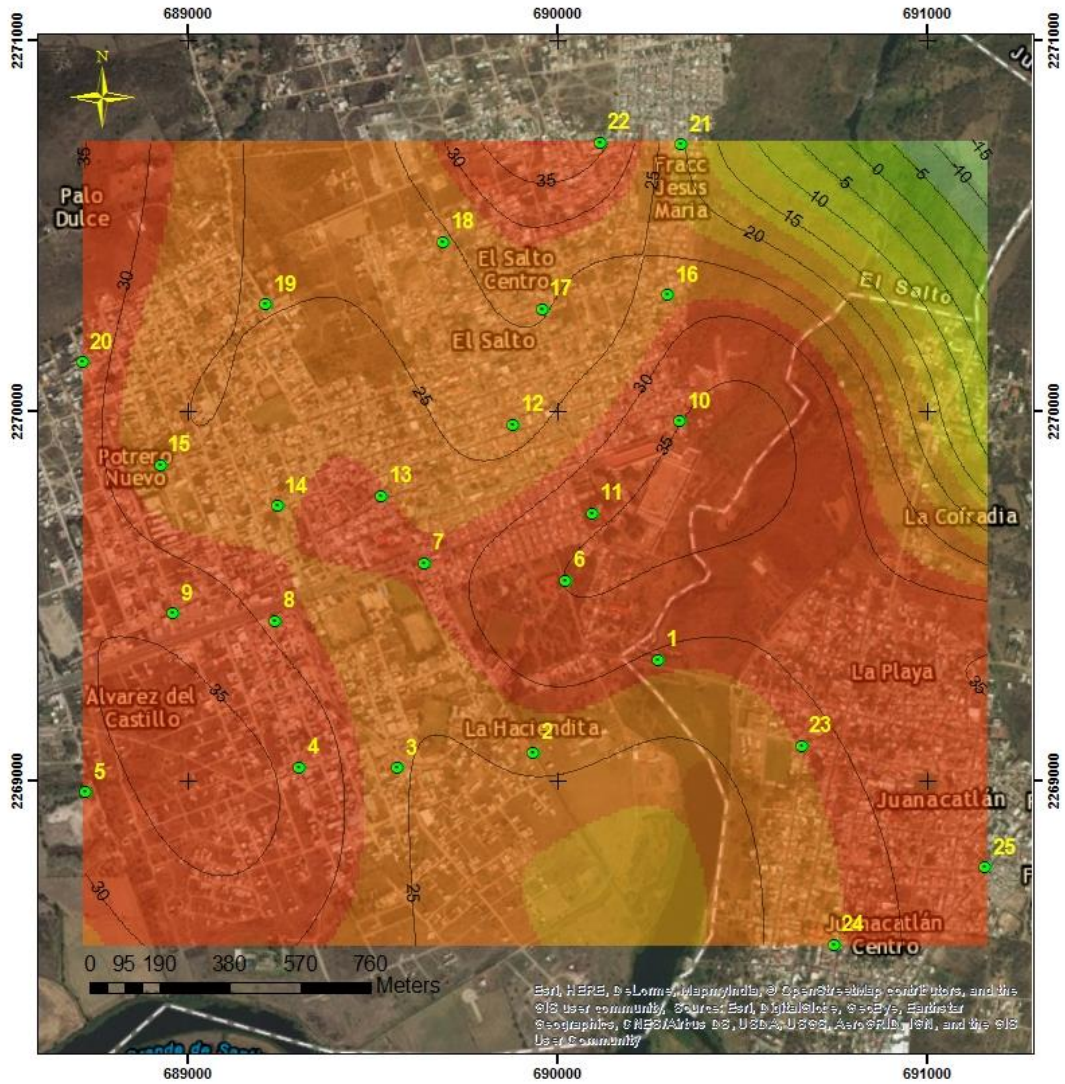
Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos de campo.

De igual forma, se muestra en el mapa 15 la distribución de Cadmio, se observan dos grandes franjas de sur a norte, en el Nor- poniente abarcando los sitios, 4. 5. 8, 9 y 20, la otra en el sur-oriente en los puntos 1, 6, 7, 10, 11, 23 y 24 entre El Salto y Juanacatlán.

Se consideran las fuentes de emisión natural es liberado en los ríos a través de la descomposición de rocas, otra parte es liberada a la atmósfera a través de incendios forestales, y antropogénica en la quema de combustibles fósiles y residuos urbanos y la fuente industrial, los procesos de producción de zinc, donde el foco de emisión de cadmio es más significativo. Otra fuente es la producción de fertilizantes fosfatados artificiales, en los que parte del Cadmio se acumulará en el suelo, y otra parte se verterá a las aguas superficiales, provocando contaminación de la vida acuática. En la zona de estudio, todas las fuentes son posibles, existen empresas dedicadas a la producción de fertilizantes, pesticidas, fármacos y materias primas para la explotación minera.

Desde el punto de vista de afectación a la salud humana, durante una exposición de corta duración, la sustancia es: irritante para los ojos y el tracto respiratorio y su inhalación puede originar edema pulmonar. Durante una exposición prolongada o repetida a las partículas de polvo que contengan cadmio, los pulmones pueden resultar afectados por la exposición llegando incluso a producir la muerte. En riñón ocasiona daño al sistema de filtración (ATSDR, 2004).

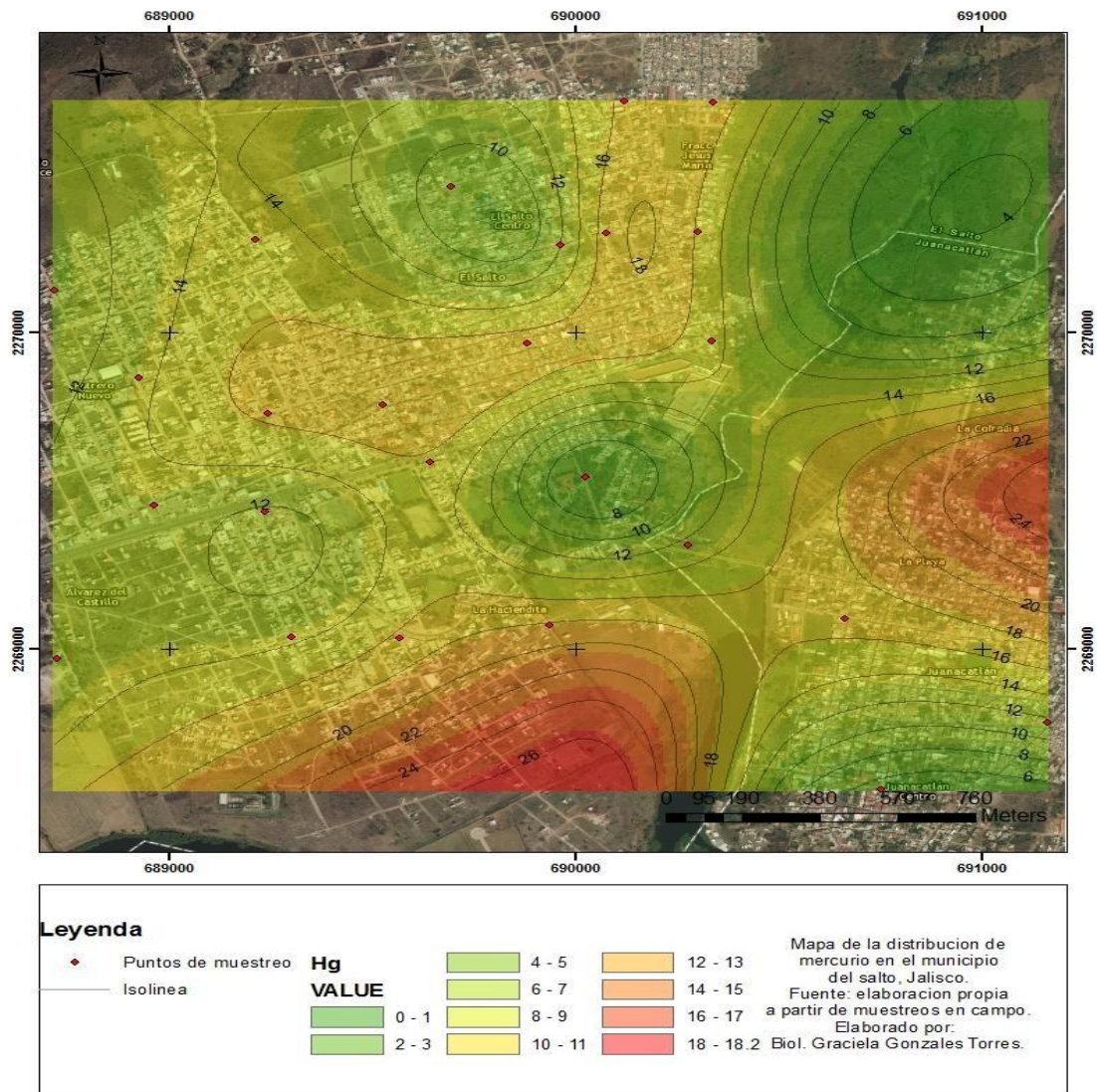
Mapa 15. Distribución del Cadmio en la zona de estudio



Fuente: elaboración propia a partir de muestreos de campo.

La distribución del Mercurio en el mapa 16 refleja en el rango de isovalores de 0 a 5 (Wt%) tres islas sobre el margen de río Santiago y dos más hacia el Norponiente y en el rango de 14 a 15 (Wt%) se distribuye sobre la zona centro en la cabecera de El Salto, en el rango de 16 a 18 (Wt%) en la zona sur de El Salto y en el centro de Juanacatlán. De acuerdo con el origen de este metal, son muy variadas las fuentes desde la fabricación de instrumental científico y mayoritariamente en la industria eléctrica. Con diversos efectos en sistema nervioso (ATSDR, 2004)

Mapa 16. Distribución del Mercurio encontrado en la zona de estudio



Fuente: elaboración propia a partir de muestreos de campo.

La presencia de plomo en el suelo puede deberse a remanentes de gasolina que han sido acumulados a través del tiempo, teniendo mayor incidencia en las de las áreas industriales (Murray et al., 2004). También a las emisiones industriales y las emisiones producidas por los vehículos (Sierra, 2006). Este metal al entrar a la atmósfera, puede viajar largas distancias si las partículas de plomo son muy pequeñas, asimismo es removido del aire por la lluvia y por partículas que caen al suelo o aguas superficiales (ATSDR, 2007).

La visualización del plomo en la zona de estudio refleja que la mayor parte de los porcentajes de masa atómica están en rango de 3.6 a.5 Wt%, con una distribución muy homogénea y solo se identifica un grupo de isovalores más altos en la zona nororiente del área de estudio, en donde se encuentra el punto 18 que reúne las características de tráfico vehicular que se apega a la descripción del origen de remanentes de gasolina, que pudieran justificar la presencia de este metal.

En la visualización en el mapa 17 se observa, una sustancial diferencia, en comparación de la distribución del plomo, sobresalen los valores máximos, formando 4 islas, cercanas al Río Santiago y una í más en área distal a él, asemejándose a la distribución del arsénico.

Mapa 17. Distribución del Plomo en la zona de estudio



Leyenda

Pb

	7.1 - 9.5		19.6 - 23.5
	9.6 - 13.5		23.6 - 27
	13.6 - 17		27.1 - 29.5
	17.1 - 19.5		29.6 - 33.4
	0 - 3.5		
	3.6 - 7		

Mapa de la distribución de Pb de El Salto y Juanacatlán, Jalisco.

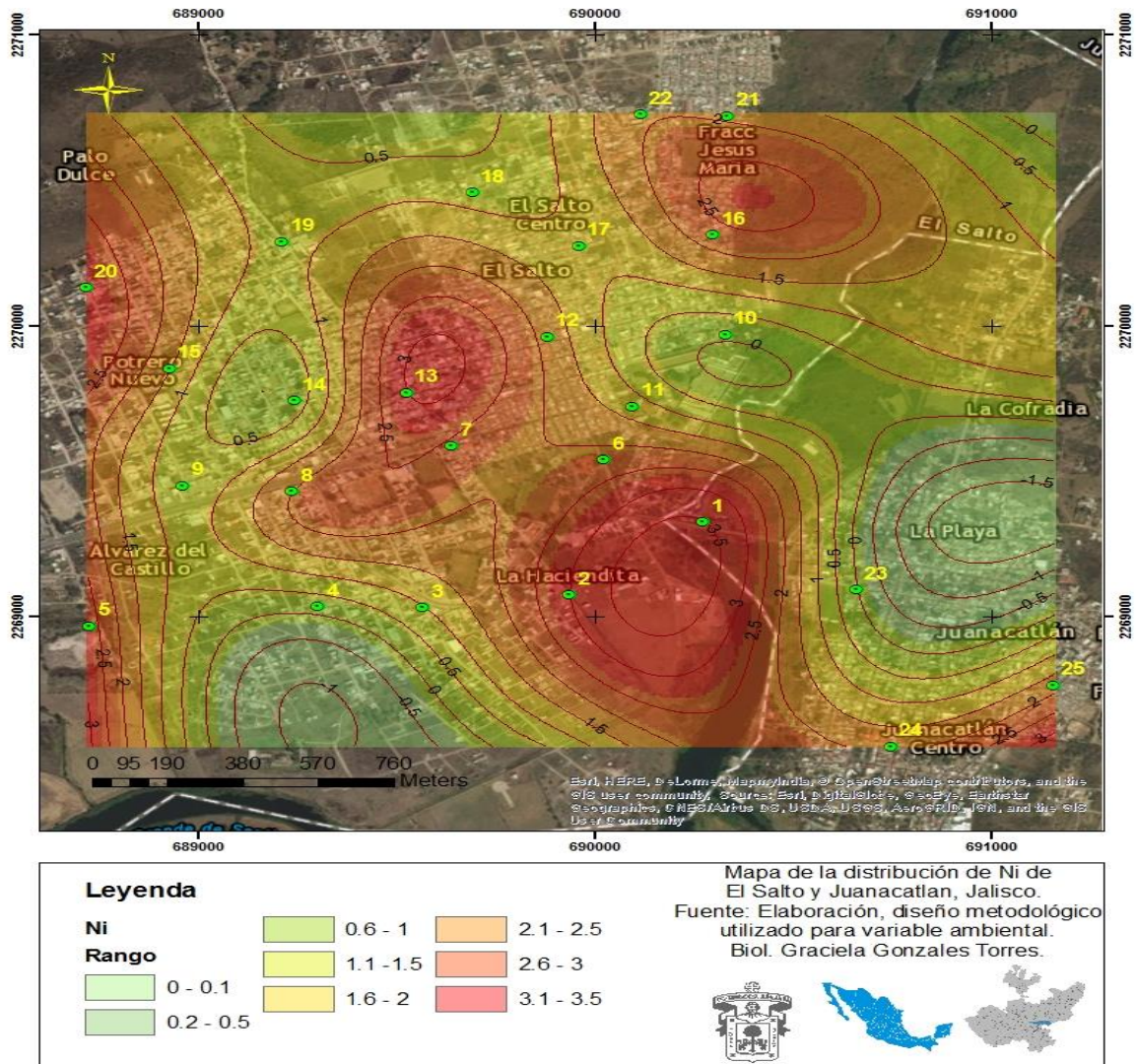
Fuente: Elaboración, diseño metodológico utilizado para variable ambiental.

Biol. Graciela Gonzales Torres.

Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos de campo.

La presencia de níquel en la zona puede estar asociada a la industria que manufactura o usa níquel, sus aleaciones o compuestos, procesos de combustión y por incineración de basura, los compuestos de níquel se emplean para colorear cerámicas, para fabricar baterías y como catalizadores, que son sustancias que aceleran las reacciones químicas (ATSDR, 2005)

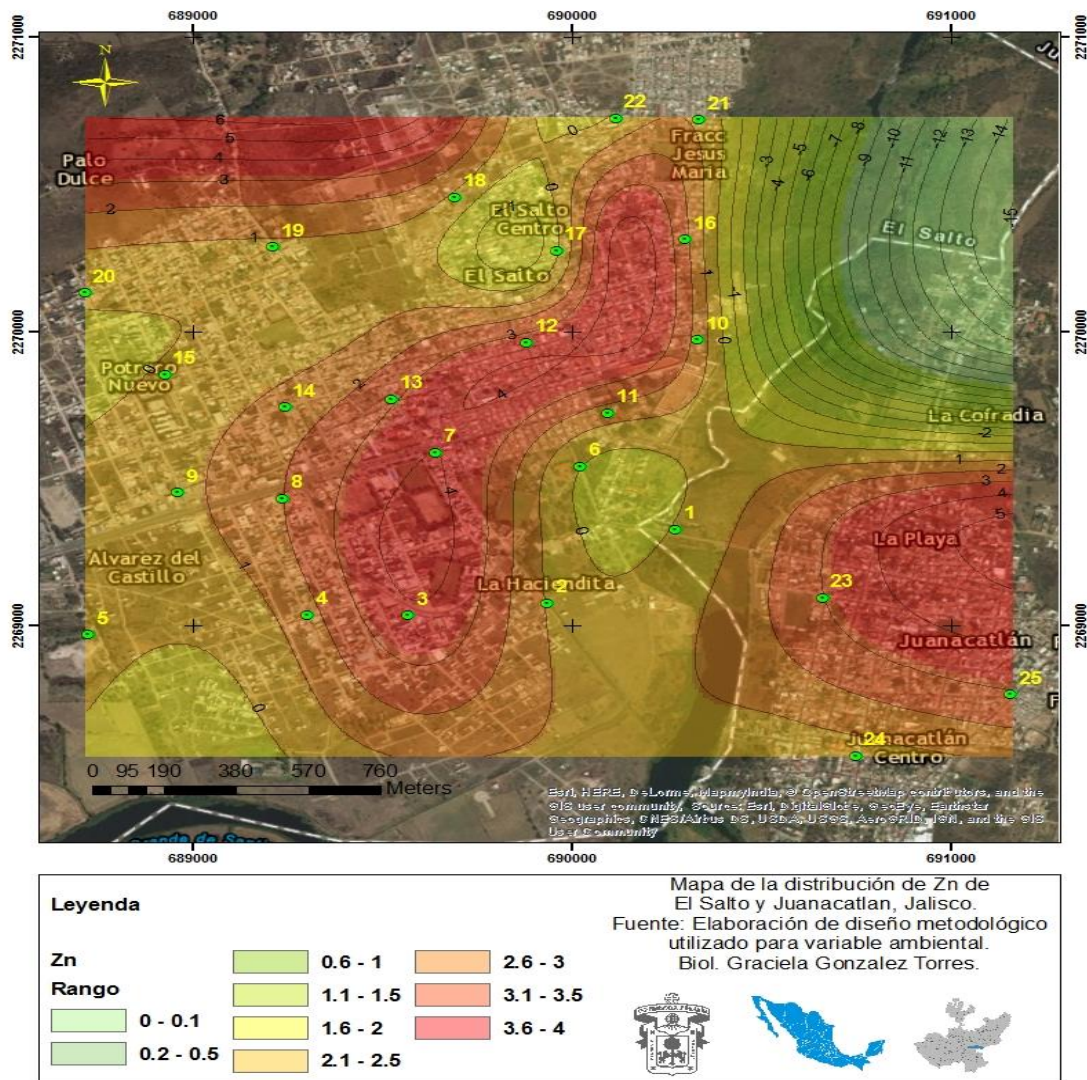
Mapa 18. Distribución del Níquel en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos de campo.

El Zinc en la industria, una de sus aplicaciones más importantes es el galvanizado del acero y la producción de piezas de fundición inyectada en la industria de automoción. Este tipo de maquila es muy común en el corredor industrial y fuera de el en las zonas habitacionales, existe un sinnúmero de fundidoras sin control de parte de las instancias de gobierno, que operan sin control. En mapa 19, se observa la distribución en dos zonas cercanas al río y que impactan los centros de ambas poblaciones.

Mapa 19. Distribución del Zinc en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos de campo.

En resumen la presencia de los seis metales y su distribución en la zona de estudio es homogénea, se evidencia que en el centro escolar donde habitan los niños alrededor de 5 horas diarias, y en general en la zona centro de ambas poblaciones, se expresan los valores máximos encontrados.

Se reflexiona que la contaminación puede también ser por el transporte de contaminantes proveniente del oeste donde se ubica la instalación industrial, y que las lluvias ácidas sean la fuente de deposición en suelo de dichos metales, muestreo se realizó en otoño, a finales de octubre y hubo presencia de lluvias fuertes previas, se tuvo que esperar al menos 4 días después del lavado de la atmosfera para recolectar las muestras.

A mismo tiempo se observa que la representación de los valores máximos resultantes en cada uno de los metales, la mayoría se ubica sobre los márgenes del Río Santiago en ambas cabeceras municipales, lo que permite suponer que la fuente de aerosoles proviene de este cauce contaminado con descargas industriales.

Es importante señalar que en este tipo de análisis, se demostró la presencia de metales en suelo urbano, y que será necesario por sus características tóxicas, realizar un estudio para conocer la concentración de los mismos en el lugar, que esos niveles se puedan contrastar con estudios toxicológicos, que demuestren que esos valores no son peligrosos y en segundo término poder estimar el riesgo de daño a la salud de los pobladores.

8.3 Medición de Partículas menor a 10µm suspendidas en aire, 0,3µm - 0,5µm - 1µm - 2,5µm - 5,0µm - 10,0µm

Estudios diversos demuestran que las partículas PM, menores a 10 µm presentan características físicas y químicas muy diversas, de acuerdo a su tamaño aerodinámico, dependiendo de su origen e interacción con elementos propios de la cuenca hidrológica y atmosférica en la formación de aerosoles. Los resultados obtenidos por conteo de número de partículas permiten establecer cuáles son los tamaños mayoritarios o constitutivos, (en orden de número de tamaño son 0,3µm - 0,5µm - 1µm - 2,5µm - 5,0µm - 10,0µm) que son característicos de aire exterior urbano. Sin embargo, es importante resaltar la posible presencia de elementos tóxicos como metales pesados y varios compuestos volátiles denominados comúnmente elementos trazas cuya importancia toxicológica es evidente. (INECC 2016)

El análisis del número de tamaño de partícula en aire, adquiere especial importancia ya que los procesos de contaminación geomorfológicos, biológicos y antrópicos, tienen repercusión en el sistema respiratorio humano, especialmente en la infancia. Además este tipo de medición podría servir como un indicador del estado para un ecosistema definido, en cuanto a la calidad del aire.

Se propone realizar monitoreo del número de partículas a lo largo del año. Un estudio de forma integral, esto es, realizando un análisis de la concentración (mg/m³) y un análisis elemental de la constitución de las partículas que ingresan al organismo y se depositan en lo más profundo de las vías respiratorias como son los sacos alveolares.

Asimismo, debido a la compleja naturaleza química del material particulado (PM), y la variación espacial y temporal de las fuentes locales de estos contaminantes, se necesitan más investigaciones para comprender los procesos físicos y los componentes químicos que contribuyen al PM ambiental. (Kam, W. 2013).

Aun cuando la medición puntual que se realizó solo refiere el número de partículas, es importante considerar que el tipo de medición empleado en el presente estudio es pertinente para generar información de línea base.

Conocer el tamaño de las partículas presentes en el aire, resulta indispensable para tener en consideración algunos elementos como los que refiere Campos et al, (2007), en el “Análisis temporal de las concentraciones, distribución de tamaño y morfología de partículas suspendidas menores a 10 micras en la ciudad de Chihuahua, México”, en el cual reporta que, las partículas ricas en carbón (> 50%) son de tamaño pequeño (0.2-1.5 μm) y su morfología es esférica. Las partículas con altos contenidos de elementos metálicos (>40%) son generalmente de tamaño fino (0.5-2 μm), pero también se observaron en la moda gruesa. La distribución del tamaño de partículas mostró pequeñas diferencias entre temporadas, encontrándose partículas de mayor diámetro durante el verano.

El análisis de clúster aplicado a cada punto de muestreo permite observar diferencias considerables del número por tamaño de partícula. Encontramos que el mayor número de partículas justamente se encuentra en el tamaño entre 0.3, 0.5 y 1.0 μm . Con Campos et al (2007), podemos suponer un alto contenido de elementos metálicos en ellos. Lo cual podría ocasionar daños a la salud, por tratarse de partículas de tamaño ultrafino, de fracción respirable, de acuerdo con Rosas (2004). En particular el riesgo en la población infantil, aumenta por la mayor cantidad de veces que inhala. Además, este tamaño de partículas representa riesgo por su capacidad de llegar al torrente sanguíneo y a los alveolos pulmonares, en donde se realiza el intercambio de gases. En caso de que las partículas estén constituidas por metales, entre otros compuestos, se produce una destrucción de los alveolos con la consecuente disminución de la función respiratoria (véase más adelante). Lo descrito anteriormente de acuerdo con Linares-Díaz (2009).

No obstante las diferentes características de los puntos de muestreo y de las posibles fuentes de emisión, la distribución de las partículas en la zona de estudios, presenta una distribución muy homogénea por cada tipo de partícula. Una posible causa de esta forma de distribución se puede encontrar en una fuente de emisión común.

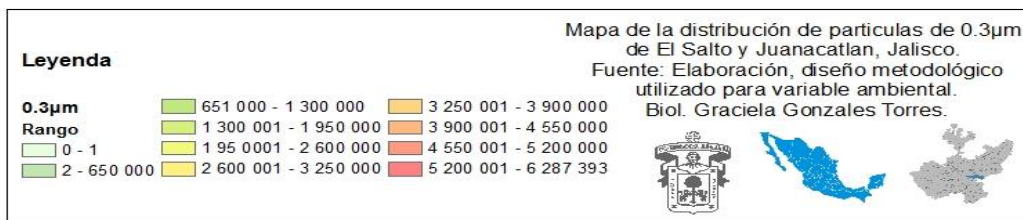
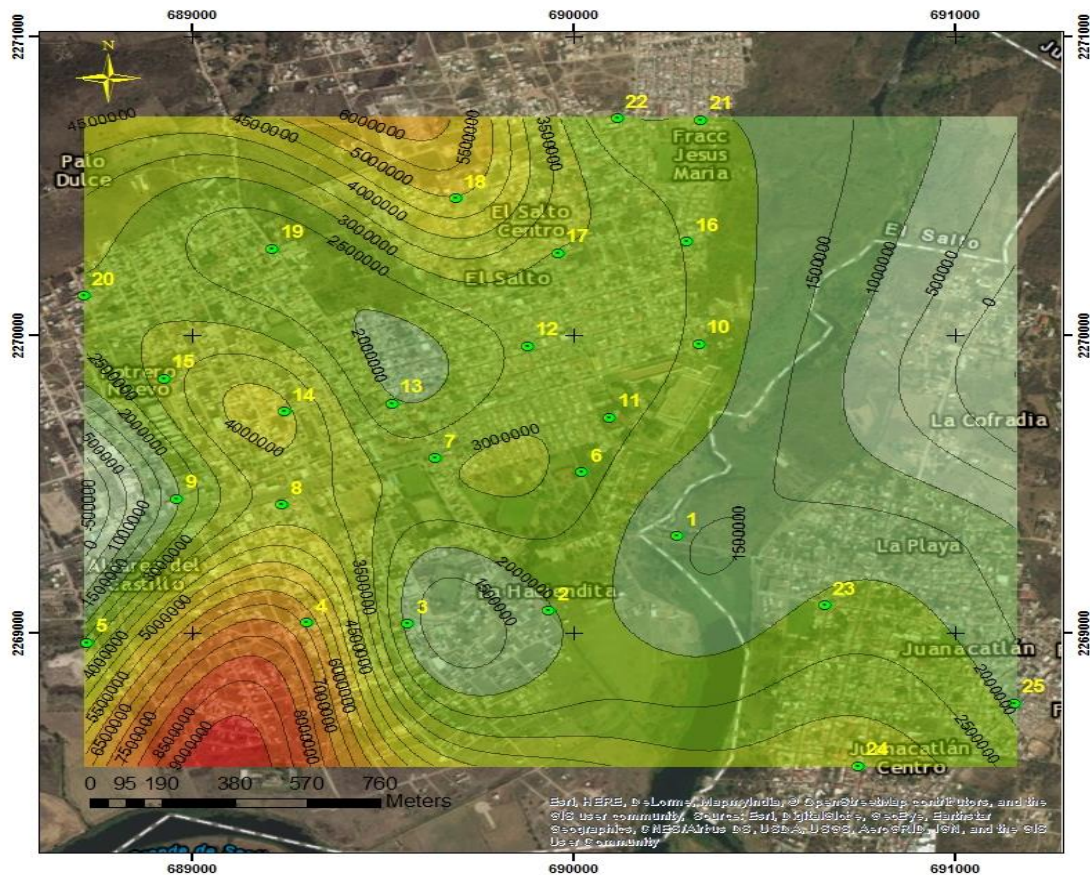
Se ha determinado la presencia de partículas de $0,3\mu\text{m}$ y $0,5\mu\text{m}$ en cantidades importantes, en todos los puntos de muestreo, de manera homogénea. Es necesario señalar que el radio del área de estudio no excede los 2 kilómetros a la redonda a partir del punto 1 que es la cascada del río Santiago.

Varios estudios demuestran que las partículas de tamaño menor a $10\mu\text{m}$, procede de actividades antropogénicas. En la zona de estudio, se observa que las posibles fuentes de emisión no son constantes, como son: quema de basura, incendios forestales, tráfico vehicular de diésel, el cual está presente solo en algunos puntos (3, 12, 18) en particular, la instalación desregulada de una fundidora en la zona Nor-poniente de la cabecera municipal de El Salto, así como las emisiones industriales provenientes de los corredores industriales instalados en el poniente del municipio. Además, considerando que la medición de partículas se realizó en el mes de febrero, época de sequía y que no se cuenta con información del movimiento de aire en la cuenca, la cascada con la emisión de aerosoles, podría ser la fuente en común de las partículas encontradas en partes diversas.

Pese a que las muestras de metales se recolectaron en Octubre, y las mediciones de partículas en Febrero; se observa una similitud de la distribución de los metales con las partículas, la similitud de poca variabilidad de los datos hace suponer que tanto los metales encontrados en suelo urbano como las partículas medidas en aire provienen de una misma fuente de emisión constante: el Río Santiago.

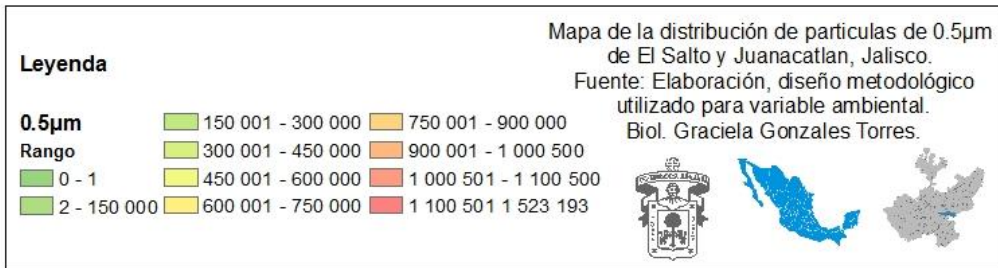
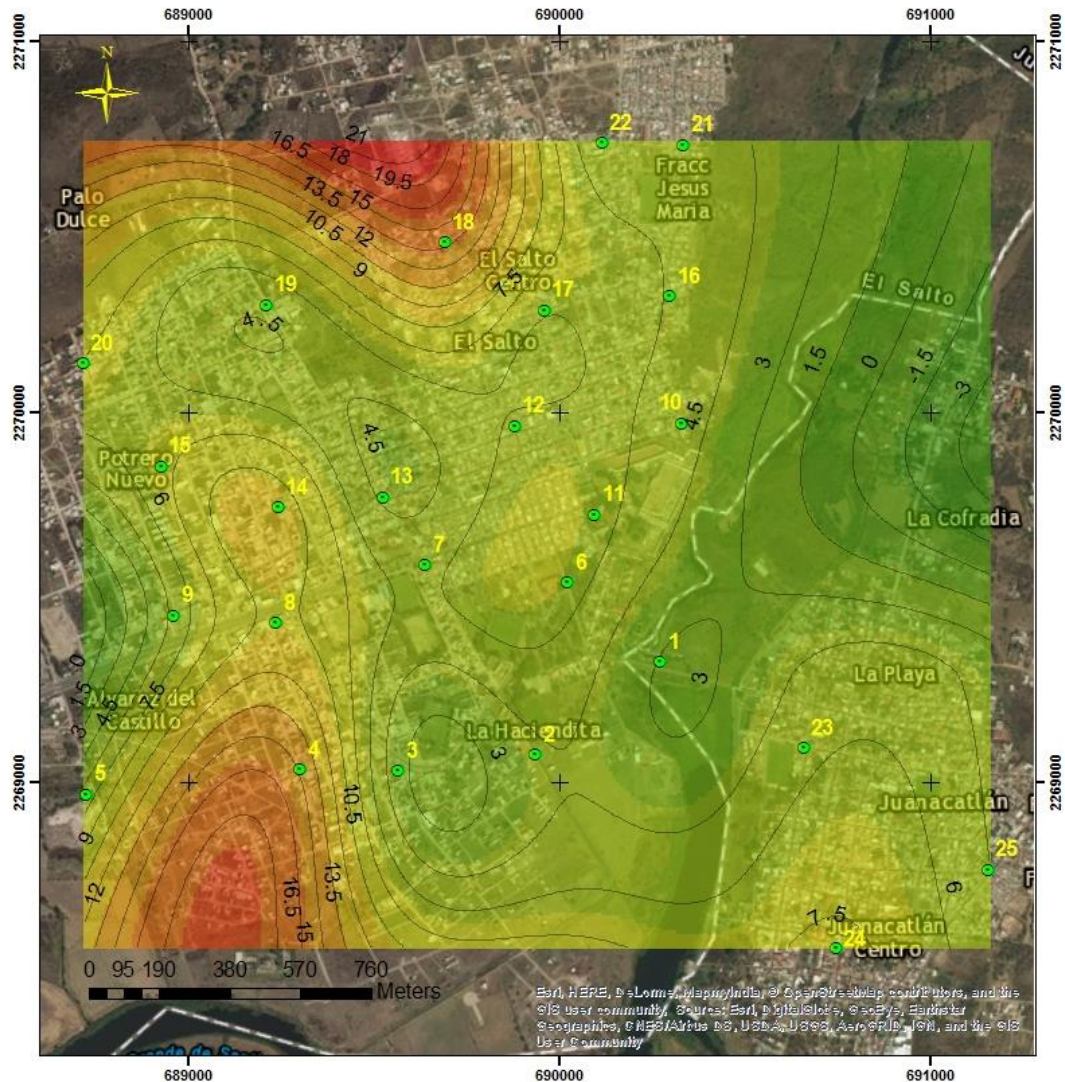
De los resultados obtenidos se desprende el interés de visualizar la dispersión del tipo de partículas en la zona de estudio, en los siguientes cuatro mapas 20, 21, 23 y 23 se observa la similitud a la que se alude, en cuanto a la distribución de las partículas en la zona de estudio, se muestran las líneas de isovalores cubriendo toda el área. En color rojo, los valores máximos centrados en la cabecera municipal de El Salto, una isla hacia el Nor-poniente, junto al Cerro de la Cruz y otra al sur poniente, zona que se encuentra cercana al río antes de llegar a la casca

Mapa 20. Distribución de Partículas de 0.3 μm



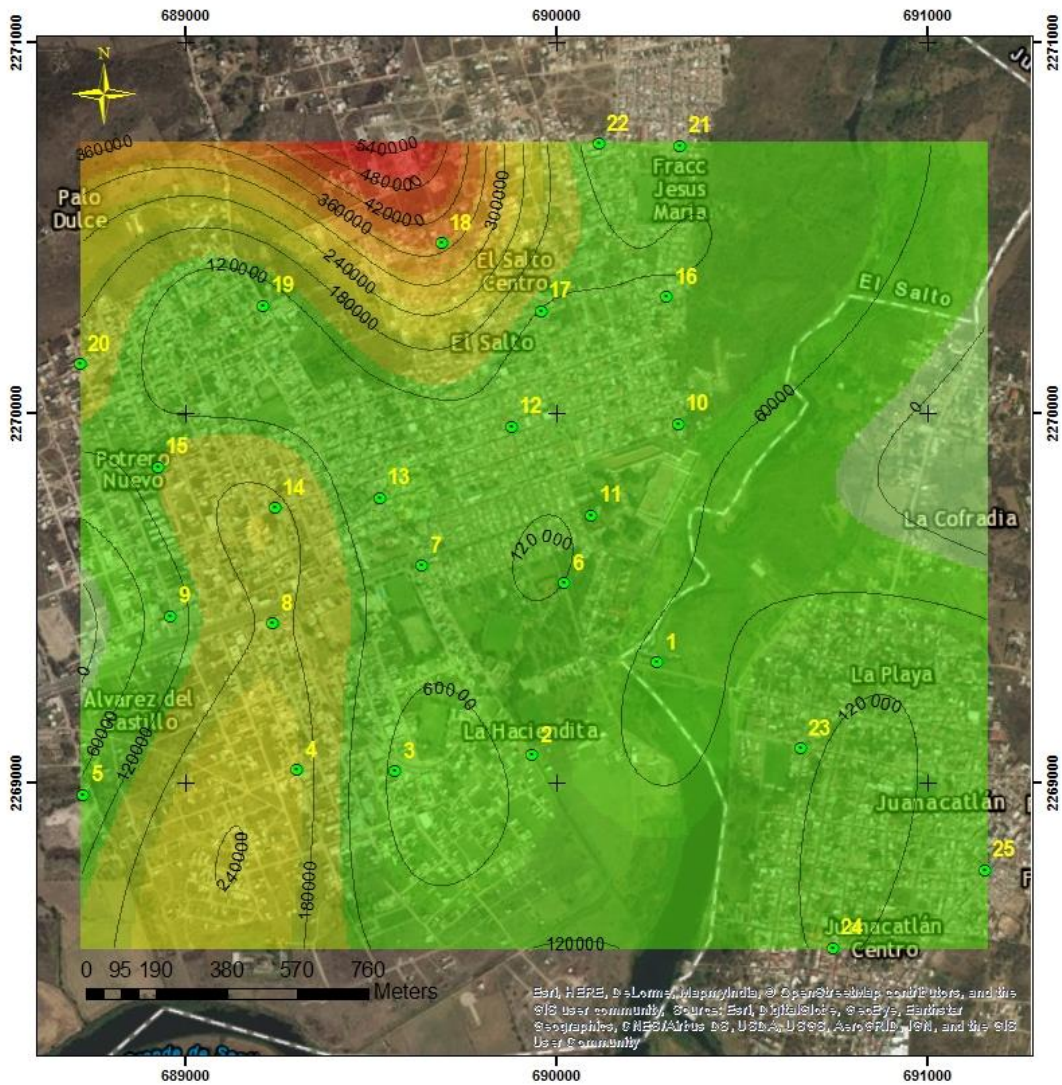
Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos de campo.

Mapa 21. Distribución de partículas PM 0.5µm en zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos de campo.

Mapa 22. Distribución de Partículas de 1.0 µm en zona de estudio.



Leyenda 1µm

Rango	80 001 - 120 000	240 001 - 280 000
	120 001 - 160 000	280 001 - 340 000
	160 001 - 200 000	340 001 - 374 406
	200 001 - 240 000	
	0 - 1	
	2 - 40 000	
	40 001 - 80 000	

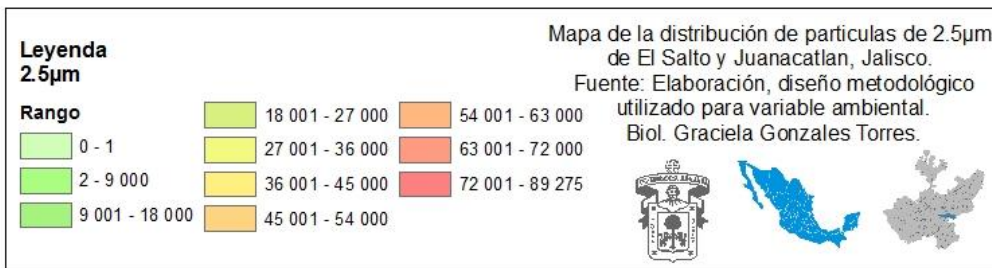
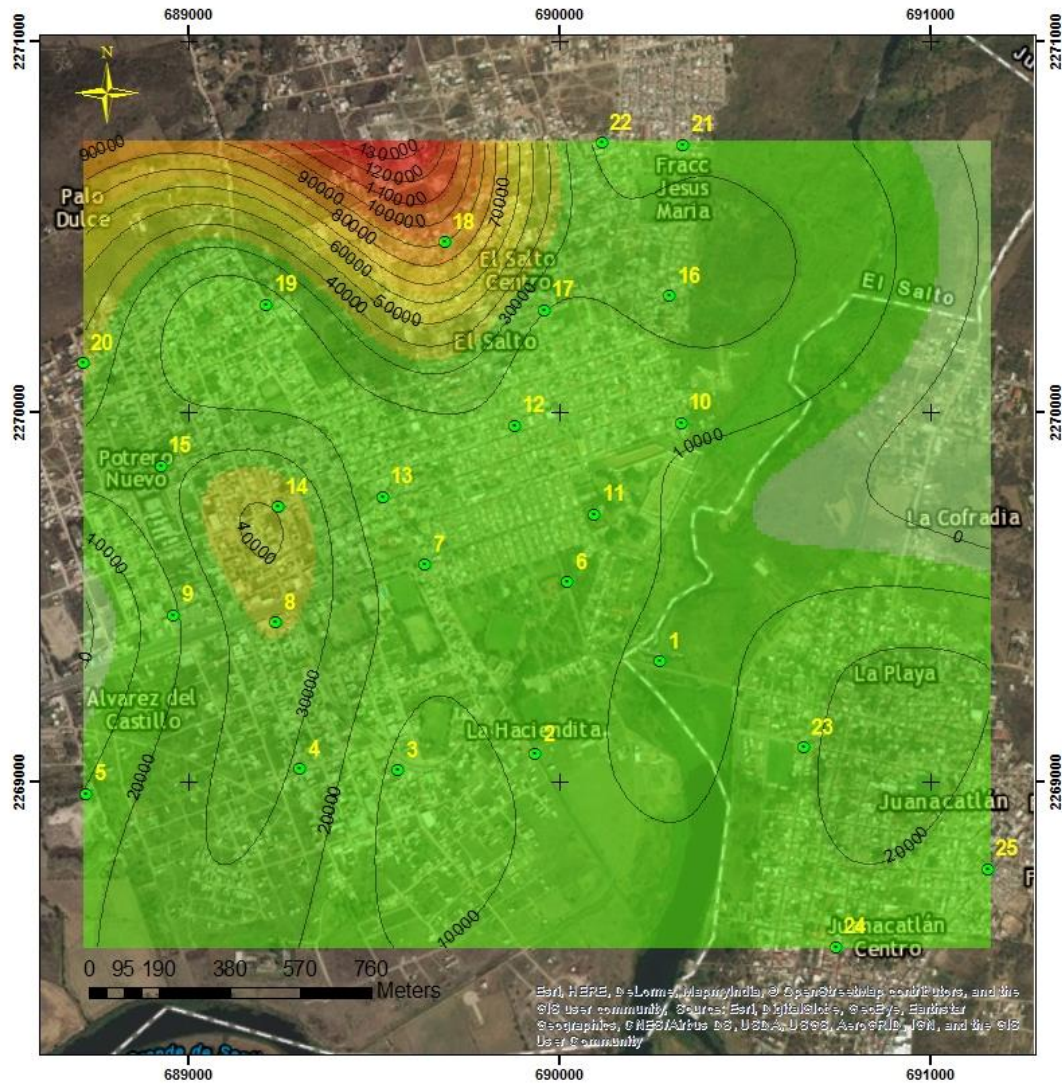
Mapa de la distribución de partículas de 1µm de El Salto y Juanacatlan, Jalisco.
Fuente: Elaboración, diseño metodológico utilizado para variable ambiental.
Biol. Graciela Gonzales Torres.

Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos de campo.

Varios tipos de compuestos son atrapados por las partículas suspendidas (algunas respirables) y por tanto también pueden causar daños respiratorios. Además varios estudios han demostrado trazas de metales tóxicos como plomo, cadmio y níquel que llegan a encontrarse en mayor concentración en la fracción PM_{2.5} en comparación con el material de mayor tamaño PM₁₀. (Quadri et al. 1994). Citado en Rosales et al (2015)

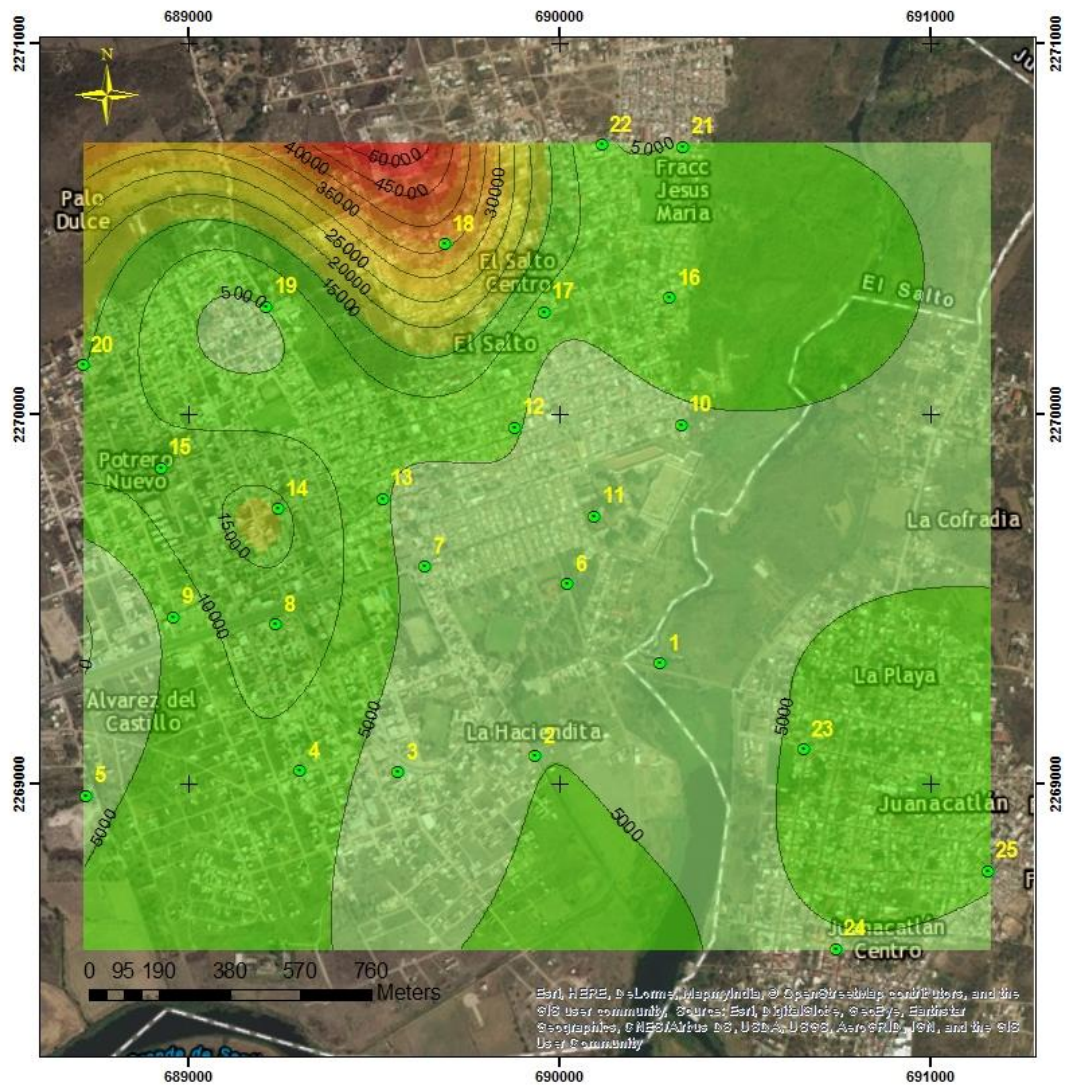
Para el tamaño 2.5 µm el sitio de muestreo 18, se encuentra en el rango de peligro de acuerdo con los valores de referencia.

Mapa 23. Distribución de Partículas de 2.5 μm



Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos de campo.

Mapa 24. Distribución de Partículas de 5.0 μm



Leyenda 5 μm		Rango	
	0 - 1		7 001 - 10 500
	2 - 3 500		10 501 - 14 000
	3 501 - 7 000		14 001 - 17 500
			17 501 - 21 000
			21 001 - 24 500
			24 501 - 28 000
			28 001 - 35 667

Mapa de la distribución de partículas de 5 μm de El Salto y Juanacatlan, Jalisco.
 Fuente: Elaboración, diseño metodológico utilizado para variable ambiental.
 Biol. Graciela Gonzales Torres.

Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos de campo.

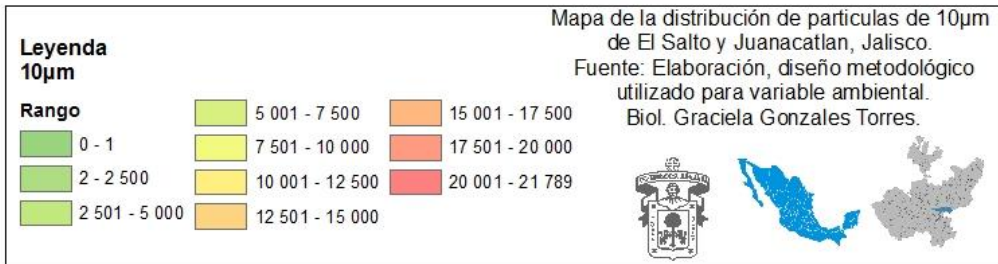
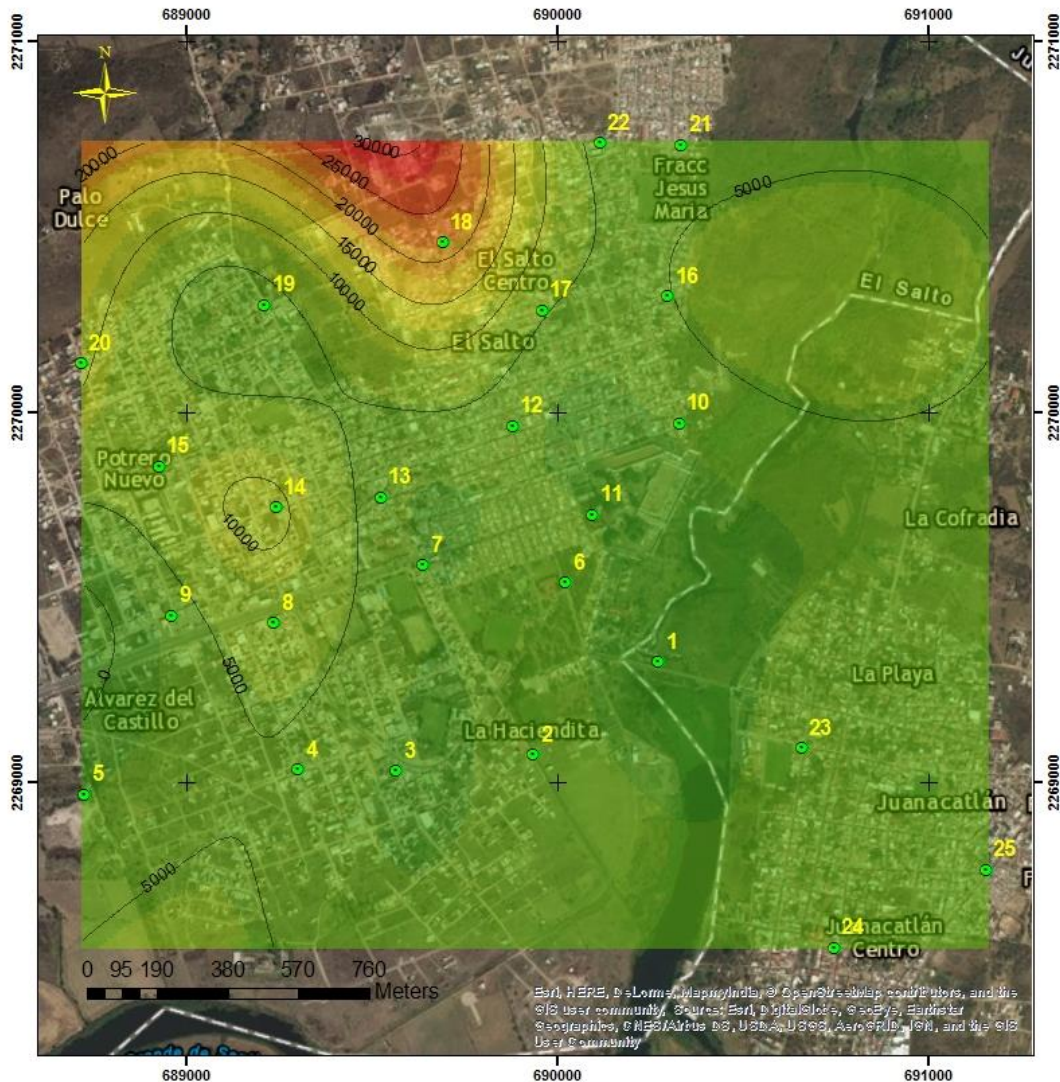
De acuerdo con Olaya-Pérez (2006) en cuanto al Material Particulado PM_{10} , la concentración de partículas es un indicador ambiental importante, ya que este se considera medio de soporte y protección para los microorganismos. Es importante señalar la comparación entre la presencia de este tamaño de partícula en la zona y la presencia de la mayor cantidad de UFC/m³. En donde se acentúa, es en la parte Nor-poniente, donde se ubica el Cerro de la Cruz, que es la barrera natural para el desplazamiento de los vientos y también se encuentran en la zona centro.

La técnica estadística Prueba de Hipótesis aplicada a todos los tamaños de partículas está basada en valores de la media. En la mayoría de los puntos de muestreo el número de por tamaño de partículas, (mapa25) no están dentro del rango descrito como bueno de acuerdo con la tabla de valores de referencia de buena calidad del aire (color verde), la cantidad medida para 2.5 μm , 5.0 μm y 10 μm , de estos tamaños de partícula, representa precaución (color amarillo) de provocar efectos nocivos en las vías respiratorias humanas. Sin embargo es importante resaltar que para estos mismos tamaños de partículas hubo 7 puntos que en lo individual se clasifican en el rango de peligro.

En lo que se refiere a PM_{10} , el análisis de Prueba de Hipótesis de acuerdo a la media, significa que toda la zona categoriza en el rango de precaución. Sin embargo existen varios sitios en la zona de estudio (8,14, 15,18 y 20) que destacan por su alto número. Aparecen en rango de peligro, de acuerdo con los valores de referencia. (Véase tabla 32).

Es importante señalar que, el punto 11 que corresponde a la ubicación del centro escolar al cual pertenecen los niños de la muestra, se encuentra en rango de precaución para los tamaños 2.5 μm , 5.0 μm y 10 μm . Es importante mencionar que alrededor del punto 15, a menos de 100 metros de distancia, se encuentran cuatro centros escolares, dos de ellos con más de mil estudiantes.

Mapa 25. Distribución de Partículas de 10.0 µm



Fuente: Elaboración propia a partir de muestreos de campo.

8.4 Plaguicidas en orina de la población infantil, 2,4-D, Picloram, Dimetoato, Molinato, Tiabendazol y Metoxuron.

Los resultados de la presencia seis plaguicidas en la orina de los 66 niños que componen la muestra estudiada, exponen cantidades muy similares en cada una de las muestras. Aún que la recolección de la orina fue en periodos distintos, para el grupo de 39 niños en marzo y para el grupo de 27 en septiembre, dos épocas distintas en cuanto al uso de plaguicidas a causa de la siembra de temporal, los resultados fueron iguales para cuatro plaguicidas, con excepción de uno de ellos, en cada periodo.

En tres de los cuatro tipos de plaguicidas presentes en los dos periodos, la concentración (ppm) no muestra variación, solo en el Dimetoato que triplica su valor en septiembre. En la tabla 39, se resume la clasificación de los plaguicidas encontrados y las cantidades promedio de cada uno.

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental (EPA), dos de ellos: 2,4-D y Dimetoato son organofosforados, inhibidores de la colinesterasa, producen irritación ocular, neurotoxicidad, pérdida de memoria, depresión, irritabilidad y Parkinson entre otros efectos, estos dependerán de la exposición, el tipo de plaguicida y su toxicidad, la dosis, la duración, la vía y el momento de la exposición.

El Picloram, el Molinato y el Tiabendazol, pertenecen a grupos químicos distintos, los tres producen irritación ocular y dérmica, son hepatóxicos y nefrotóxicos, además de provocar disrupción endocrina y con características genotóxicas. Por último el Metoxuron, produce Síndrome derivado de la urea.

En las muestras de marzo se encontró 2,4-D, Picloram, Dimetoato, Molinato y Tiabendazol. Cabe señalar que este último, no es herbicida ni insecticida como los primeros, sino un fungicida y que además tiene uso como quelante de metales para la medicina. En la zona de estudio, el agua del río recibe residuos y descargas de la industria farmacéutica instalada. Existe también la fabricación de fertilizantes y herbicidas, las cuales podrían ser posible fuentes.

En las muestras de septiembre, se encontró 2,4-D, Picloram, Dimetoato, Molinato y Metoxuron. Por lo que toca al temporal de siembra, el río Santiago recibe el escurrimiento de las tierras sembradas en la zona denominada La Ciénega, desde Ocotlán, pasando por alrededor de 8 municipios antes de llegar a la cascada de El Salto.

La muestra se considera de tipo ambiental, ya que el análisis no implica la búsqueda de metabolitos. El que los resultados sean tan uniformes, en los dos periodos, permite suponer que el origen probablemente no tendría relación con la ingesta², ni con la exposición directa a plaguicidas. En el cuestionario que se aplicó a los padres de familia, donde se utilizó el instrumento de la Historia Clínica Ambiental, no se reporta que los escolares provengan de padres campesinos, sus domicilios no se encuentran cerca de lugares de siembra y la utilización de plaguicidas en su hogar es diferente para cada uno. Por lo tanto la fuente de emisión podría ser la misma y que se encuentra de manera permanente en las diferentes épocas del año. Como se ha afirmado en el posible origen o fuente de emisión para bacteria, metales y partículas, también en el caso de los plaguicidas la fuente de emisión principal parece ser la cascada del Río Santiago.

² Este estudio no tiene datos que permitan comparar la ingesta de alimentos de los niños, que también pueden tener un impacto sobre los niveles de contaminación por plaguicidas.

Tabla 39. Clasificación de plaguicidas de acuerdo a su toxicidad

Plaguicida	Clasificación según su uso	Toxicidad aguda: Vía oral sólido (ratas) mg/kg Fuente: http://www.Plaguicidasdecentroamerica.una.ac	Toxicidad aguda: mg/kg de formulación Fuente: OMS	Clasificación según los riesgos. Etiquetado color clasificación de peligro. Fuente :OMS	39 muestras marzo Ppm	27 muestras septiembre ppm
2,4-D Organofosforado	Herbicida	639 mg/kg.	500-2000	III Poco peligroso/Cuidado Etiqueta Azul	0.18	0.18
Picloram Piridina, clorado	Herbicida	>5000 mg/kg(M);	>2000	Productos que normalmente no ofrecen peligro/ Cuidado Etiqueta verde	0.14	0.13
Dimetoato Organofosforado	Acaricida	387 mg/kg;	50-500	II Moderadamente Peligroso/ Nocivo Etiqueta Amarilla	54.91	155.55
Molinato Tio-carbámato	Herbicida	369 mg/kg	50-500	II Moderadamente Peligroso/ Nocivo Etiqueta Amarilla	1796.3	1776.32
Tiabendazol Benzi-midazol.	Fungicida, quelante de metales para medicina	3100 mg/kg;	>2000	Productos que normalmente no ofrecen peligro/ Cuidado Etiqueta verde	167.64	no se detecto
Metoxuron Urea clorado	Herbicida	3200 mg/kg;	>2000	Productos que normalmente no ofrecen peligro/ Cuidado Etiqueta verde	no se detecto	60.92

En el gráfico se muestran los resultados de la concentración en ppm y la clasificación de los plaguicidas encontrados, según el riesgo de acuerdo con la toxicidad aguda DL₅₀ oral en ratas, (OMS), para Picloram, Tiabendazol y Metoxuron como: Productos que normalmente no ofrecen peligro con etiqueta de cuidado en color verde, para el Diclorofenoxiacético (2,4-D) como poco peligroso, con etiquetado de cuidado en color azul, y para el Dimetoato y Molinato como moderadamente peligroso, etiquetado como nocivo en color amarillo.

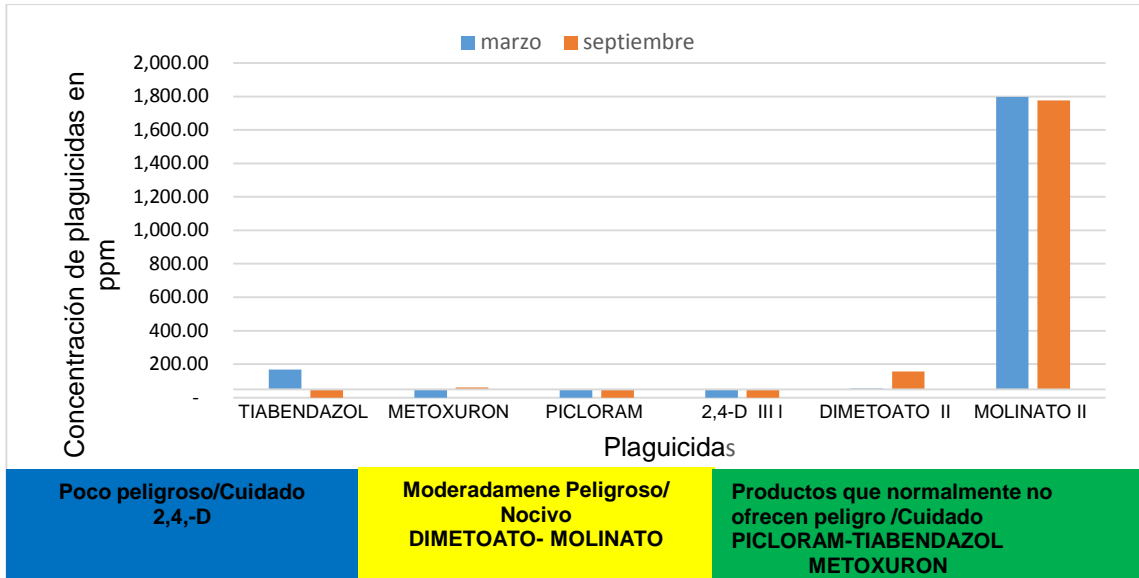


Gráfico Concentraciones promedio en ppm de los plaguicidas encontrados en orina. Clasificación según el riesgo de acuerdo con la toxicidad aguda DL₅₀ oral en ratas.

8.5 Función Respiratoria de la Población infantil, Historia Clínica Ambiental y Espirometría.

Para este objetivo, medir la función respiratoria de los niños que componen la muestra, tuvo una implicación positiva al utilizar el instrumento del cuestionario estructurado denominado, Historia Clínica Ambiental y la aplicación de una prueba sensible para el diagnóstico de la función respiratoria. La Espirometría, resulto ser una técnica, sencilla, no invasiva, eficaz y segura utilizada frecuentemente para conocer el estado médico de pacientes con casos de enfermedades obstructivas.

Los resultados obtenidos de esta prueba permitieron ubicar en parte, el procedimiento para el análisis de los datos tanto de tipo ambiental como de salud humana, a través del cuestionario aplicado a los padres de familia, el cual permitió conocer varios aspectos que concentra dicho instrumento como son: Identificar y registrar los riesgos ambientales a los que se exponen los niños en el hogar, en el entorno y en la escuela. Aportar datos locales para realizar un diagnóstico de situación de salud ambiental. Ubicar algunas fuentes de contaminación ambiental que provoquen impacto sobre la salud, y posteriormente poder sensibilizar e informar a las familias acerca de la problemática ambiental y su relación con la salud de los niños de acuerdo con (Ortega, et al 2012)

Los efectos, tanto de bacterias patógenas sobre el sistema respiratorio, como la presencia de metales con características de evidente toxicidad en el suelo urbano, la cantidad de partículas PM en el aire y de plaguicidas con la estudiada dosis letal, no pueden ser discutidos correlacionalmente como de causa-efecto. No obstante las cantidades medibles normadas en este estudio, no están presentes debido a la metodología utilizada para el análisis de las muestras, lo que no significa que no exista riesgo de daño a la salud.

Para los segmentos de la historia clínica, se aplicó la técnica de componentes principales, la cual pertenece a los métodos estadísticos multivariados. El propósito del análisis es un número reducido de combinaciones lineales, en este párrafo se describen como ejemplo, los resultados de las 23 variables analizadas en las condiciones de casa y exterior, con el fin explicar la mayor variabilidad en los datos. Los resultados del análisis proponen solo 9 componentes principales con valores propios >1 . De manera conjunta con los nueve componentes extraídos se puede explicar el 93.9% de la variabilidad observada.

Una vez extraídos los componentes, la técnica muestra por medio de valor del coeficiente más alto, que aquellas variables que tienen un mayor peso en la definición de cada uno de los componentes.

Para conocer dichas variables se toma el coeficiente más alto y a partir de ello, se van sumando las variables, hasta que la última presente un coeficiente de por lo menos la mitad del primer componente que tuvo el valor más alto.

Así en el componente 1, se observa que las variables con un mayor peso, para definir este componente, fueron: uso de quitamanchas> ventanas que dan a la calle>si pasan coches> si pasa vehículos pesados.

De forma individual la combinación lineal de estas variables explican el 21.5% de la variabilidad observada. Debido a la naturaleza de cada una de estas variables, refleja la importancia de los elementos de la calidad del aire en la función respiratoria, en particular de los diferentes contaminantes.

Para la componente 2, las variables con mayor peso fueron: animales domésticos en el domicilio> distancia del domicilio al río>usar cloro>dormir con gato. Todas ellas con efectos positivos. Por otro lado con efectos negativos importantes, están las variables: tipo de colchón>material de la almohada>uso de productos de limpieza perfumados.

Se aplicó la técnica para cada uno de los segmentos de la Historia clínica ambiental. Se muestran las tablas 40 41 y el gráfico correspondientes al análisis de las variables de Desarrollo del niño, como ejemplo.

Tabla 40. Matriz de correlaciones

Matriz de correlaciones

Correlación	Complicaciones Neonatales	Ameritó maniobras de reanimación especiales
Complicaciones durante el embarazo	.344	.173
Tuvo sufrimiento fetal	.283	-.087
Parto	-.209	-.148
Lloro al nacer	-.367	-.284
Complicaciones Neonatales	1.000	.533
Ameritó maniobras de reanimación:	.533	1.000

Tabla 41. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado	
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza
1	2.348	39.135	39.135	2.348	39.135
2	1.184	19.739	58.874	1.184	19.739
3	.926	15.438	74.312		
4	.665	11.077	85.388		
5	.539	8.983	94.371		
6	.338	5.629	100.000		

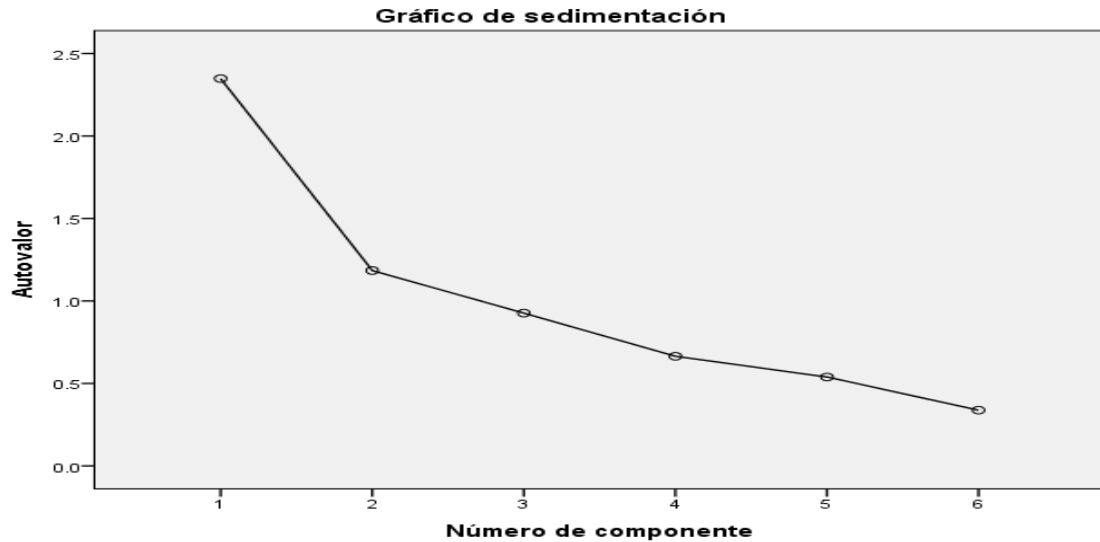


Gráfico xx Extracción de componentes principales segmento desarrollo del escolar.

De los antecedentes patológicos, se rescata que, el (%) de los niños y algunos miembros de su familia presentan dermatitis atópica.

De los síntomas respiratorios como tos, expectoración, sibilancias, se expresa (%) como positivo en el total de los niños y (%) en los niños con AR, datos que coadyuvan a explicar la afección.

Los niños con AR, también refieren haberse enfermado de gripa, tos y fiebre más número de veces en el año que el resto de los niños del grupo.

El resultado de hábitos de tabaquismo de los padres, en cuanto al porcentaje del número de padres, del consumo y particularmente dentro de la casa, no es determinante para la presencia de anormalidad restrictiva por esa causa entre los catorce niños que la presentan.

De los 14 niños que presentan anormalidad restrictiva (AR) en su función pulmonar, el consumo de tabaco de sus padres es: el 42% fuman diariamente, el 14% fuman pero no diario y el 28% fuman dentro de casa. De acuerdo con Eisner, *et al* (2010), citado en Carazo, *et al* (2012), acerca de las enfermedades como bronquitis crónica y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, refiere que el tabaco es el agente etiológico fundamental en la Enfermedad Pulmonar

Obstruictiva Crónica (EPOC), pero la fracción atribuible poblacional al tabaco es muy variable y oscila entre el 9,7 y el 97,9%, de forma que otros agentes también pueden producir esta enfermedad. Por lo que, será necesario realizar estudios detallados para determinar la fracción atribuible al consumo de tabaco de los padres, en los casos de los niños que presentaron el diagnóstico de anormalidad restrictiva (AR) en su función pulmonar, a fin de descartar esta variable como causal.

Que el 21.2 por ciento de los 66 niños estudiados, tengan una capacidad respiratoria disminuida, en base a la bibliografía revisada, supone una relación con los resultados de la presencia de partículas en rango de precaución y de peligro de los tamaños de partícula $2.5\mu\text{m}$ y $10\mu\text{m}$ principalmente por el tipo de composición que se reporta para estos tamaños, y su presencia en la zona centro donde se ubican los domicilios de los niños que presentan Anormalidad Restrictiva de su función respiratoria.

Finalmente de acuerdo con Orozco, G. (2006), las cantidades de emisiones que se arrojan al aire limitan severamente su capacidad de autodepuración, con la evidente sobrecarga de contaminación, que es el denominador común en las grandes ciudades e incluso afecta hasta localidades que no necesariamente son las causantes de la generación de dichos contaminantes. La calidad del aire en la zona de estudio, se asemeja a la descripción anterior.

El fenómeno de evaporación y la elevación de los aerosoles por la caída del agua, son factores permanentes que determinan la calidad del aire y la inhalación constante de este elemento, con sus consecuentes riesgos, conforme lo describe Escobar, (2002) Se han estudiado a fondo los efectos de la calidad atmosférica y su impacto en la calidad del agua, como la lluvia ácida, sin embargo, no se conoce a profundidad el efecto inverso. Los ríos, en especial, son impactados por residuos industriales y urbanos. La evaporación y las caídas de agua, elevan contaminantes a la atmósfera que repercuten en la salud poblacional.

Con relación al impacto sobre la función respiratoria que puedan tener los contaminantes ambientales, como los encontrados en la zona de estudio, está ampliamente analizado en diferentes investigaciones alrededor del mundo.

En el ámbito regional Arellano, et al., (2012) realizó estudio en el Río Santiago, y reporta “En este análisis, encontramos que los municipios de la región centro (El Salto-Juanacatlán-Ixtlahuacán de los Membrillos) y la región sureste del Río Grande de Santiago (Ocotlán) presentaron las tasas de mortalidad específica (TME) más altas en enfermedades como las infecciosas intestinales, hipertensivas y crónicas de las vías respiratorias superiores en el período 1998-2010. “En Juanacatlán, El Salto y Ocotlán, más del 90 por ciento de sus habitantes se encuentran asentados a menos de 5 km del Río Grande de Santiago, Arroyo El Ahogado o el Río Zula. De acuerdo con la información respecto a los contaminantes presentes en el río y la presencia de industria en la zona de estudio, consideramos factible proponer una zona de riesgo alto dentro del primer kilómetro de distancia al río y una de riesgo moderado entre 1 y 5 km”.

Se considera también, el aspecto de la calidad de vida y los factores que la determinan para la conservación de la salud, en ese sentido las condiciones ambientales en la zona de estudio mantienen a los habitantes en constante estrés, provocando un impacto en su bienestar y de alguna forma podría disminuirse la función inmunológica, que propicie vulnerabilidad ante los múltiples microorganismos patógenos oportunistas, los metales, las partículas y los plaguicidas, como se refiere en estudio de Martínez-Hernández (2009), sobre el bienestar de las personas en El Salto, se realizaron mediciones sobre la calidad de vida en personas jóvenes, en donde también se resaltan los resultados obtenidos en Guadalajara con grupo de personas de la tercera edad, los resultados en ambas muestras son similares, incluso en algunos indicadores del instrumento metodológico la puntuación sobre calidad de vida, es más alta en este último grupo.

“El bienestar humano implica gozar de un medio ambiente sano (recordemos que en la Constitución Política de México se consigna este derecho como parte de las garantías individuales en el Artículo 4), incluso si llegara a demostrarse científicamente que los contaminantes del río y del relleno sanitario no afectan la salud física, el sólo hecho de respirar olores desagradables y de estar expuesto a los residuos sucios, disminuye la calidad de vida los habitantes del pueblo”. (Martínez-Hernández 2009).

En el entorno del municipio de la zona de estudio se observan en el mismo espacio territorial los asentamientos humanos y la industria. El aire se encuentra predominantemente cargado de aromas, colores y sabores, que podrían estar relacionados con las quemas agrícolas, incendios de pastizales, de basura, con el transporte, manejo y uso de materias primas, de productos y de residuos, muchos de esos olores son conocidos e identificados por sus habitantes, otro tanto de estos elementos no pueden ser identificados a través de los sentidos.

El aire como un bien común que se está poniendo en riesgo, de manera constante y por una cantidad de elementos contaminantes que pudieran ser potencialmente dañinos a la salud humana. Se reconoce que existe una aportación de ellos de manera natural, sin embargo, habría que aclarar que la principal responsabilidad de la contaminación de la biosfera recae en las actividades humanas, desde la reproducción de la vida económica en las ciudades, las productivas y las extractivas, todas han provocado el desequilibrio de los sistemas naturales de vida y los problemas que ocasionan dichas acciones tienen especial relevancia en la cotidiana expresión de salud y enfermedad.

De ahí que, se puede señalar que el problema de contaminación va en aumento en dicho territorio, por el crecimiento habitacional e industrial desordenado al que está expuesto.

Con los estudios epidemiológicos que se han realizado en los últimos años, alrededor del mundo, se ha podido relacionar significativamente los problemas de contaminación ambiental con la morbilidad y mortalidad, principalmente con las enfermedades de las vías respiratorias en general y la de los niños en particular. Si bien, las condiciones ambientales tienen efecto en la salud humana en general, las afectaciones a la salud infantil por contaminación atmosférica tienen consecuencias que requieren de mayor atención, pues diversos órganos no encuentran su desarrollo pleno hasta entrando a la adolescencia. La atención especial que requieren los niños por los efectos en la salud por exposición ambiental, deviene por poseer “vías de exposición únicas que incluyen la transplacentaria (in útero), la dérmica y la ingestión no nutricional que aumentan su exposición por efecto de contaminantes del aire que sedimentan”, además de la inhalatoria. (Gavidia, et al 2009).

Es importante señalar que la escuela primaria a la que asisten los niños que componen la muestra, tiene en promedio más de 600 alumnos por turno, lo que exhorta a pensar en las implicaciones de los resultados obtenidos tanto de la variable ambiental como de salud humana en cuanto al número de muestra y a la cantidad de población infantil en la zona de estudio. Reconociendo la aptitud de los centros escolares y la vulnerabilidad ante problemas de contaminación ambiental de los niños que asisten, de acuerdo con Ramos de Robles, S. (2015) Aunado a estos elementos también durante la infancia existe vulnerabilidad psicosocial dado que tiene nula o poca capacidad de decisión y de actuar para defenderse, asimismo su comportamiento social está a cargo de los adultos. En este tipo de situaciones radica uno de los motivos para considerar a las escuelas como uno de los espacios fundamentales para el análisis del bienestar: cuidar y atender la salud de los niños es un paso primordial para construir una sociedad sana. Recordando que: “La salud es creada y vivida por la gente dentro de los entornos de su vida cotidiana, donde aprenden, trabajan, juegan y aman”. The Ottawa Charter (1986)

Los niños, seguirán siendo los más vulnerables por su propia condición de desarrollo, mientras que vivan bajo el cúmulo de contaminantes que se vierten en la atmósfera, sin la claridad de una política social e institucional, que abone a frenar las prácticas contaminantes de quienes usan el territorio de El Salto.

La infancia es considerada como la fase más importante en la vida; esta etapa determina en gran medida la calidad de la salud, el bienestar, el aprendizaje y el comportamiento durante el resto de la vida. Es un periodo de grandes oportunidades, pero también de gran vulnerabilidad a las influencias negativas y constituye una fase única para capitalizar las fuerzas de desarrollo para prevenir o minimizar las posibles discapacidades y enfermedades secundarias (OMS, 2015).

Frente a tales circunstancias, bien podría iniciarse el proceso de conceptualización del síndrome del niño maltratado ambientalmente principalmente, por quien es el primer responsable de vigilar y mantener un ambiente saludable donde pueda desarrollarse la población infantil.

IX. CONCLUSIONES

Para los contaminantes del aire, bacterias, metales, partículas y plaguicidas en la zona de estudio, se requiere realizar una investigación amplia para detallar de forma espacial y estacional dichos contaminantes.

Bacterias

Las concentraciones de bioaerosoles más altas fueron en la zona centro del área de estudio, con 15800 UFC/m³ en el punto 12, ubicado entre calle Independencia y Constitución en El Salto, con alto tráfico vehicular y peatonal.

La concentración más alta, (37.8%) fue de bacilos Gram negativo, presentes en todos los sitios de muestreo.

La diversidad bacteriana encontrada en la zona de estudio fue la frecuencia de *Pseudomona aeruginosa* se encuentra en el 100%, *Staphylococcus aureus* en el 80% y *Klebsiella pneumoniae* en el 40% y *Streptococcus pneumoniae* en el 12% de los puntos muestreados en la zona de estudio.

La concentración de bioaerosoles de 3,960 UFC/m³ de acuerdo con los valores de referencia se encuentra en “muy alto”, corresponde al punto 11 donde se ubica el centro escolar donde asisten los niños que componen la muestra, ubicado entre las calles Narciso Mendoza (calle 50) y Heliodoro Hernández Loza (calle Real) en El Salto.

En el punto 11 se encontró la presencia de tres tipos de bacterias; *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, y *Klebsiella pneumoniae*.

Polvos

Este estudio demuestra que el comportamiento en la distribución de los seis metales, Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo, Níquel y Zinc, encontrados en los polvos urbanos en los 25 puntos de muestreo en la zona de estudio, es homogénea para cada uno de ellos.

En la distribución de metales de polvos urbanos, se encontró entre los seis elementos analizados, al Arsénico con los valores más altos en todos los sitios de muestreo de “composición en porcentaje de masa” o porcentaje de peso atómico (Wt%), con un valor promedio de 41.18%, le siguen en orden descendiente, el Cadmio con valor promedio de 28.7%, el Mercurio con 13.76%, el Plomo con 13.34%, presentes en todos los puntos de muestreo, el Níquel con 1.7% y el Zinc con 2.4% presentes estos últimos, en la mayoría de los sitios.

El área de estudio tiene una extensión de alrededor de los 2, 000 m² y la distribución de la presencia de metales, se encuentra en la totalidad de la zona muestreada, por lo que se presume que el suelo está contaminado.

Partículas

El número de partículas presenta una distribución muy homogénea por cada uno de los seis tamaños de partícula medido.

El mayor número corresponde en un 90% a las partículas de fracción respirable, de diámetro aerodinámico 0.3µm y 0.5µm denominadas ultra finas, que pasan al torrente sanguíneo, respondiendo a un mismo patrón de distribución en todos los puntos de muestreo, la fuente de origen puede ser además de las descargas industriales de la cascada del río Santiago el tráfico vehicular en algunos puntos en particular.

Las partículas de 0,3µm y 0,5µm presentan valores de referencia en rango de precaución en el 28% de los puntos de muestreo.

Las partículas PM_{2.5}, PM_{5.0} y PM₁₀, presentan valores de referencia en rango de precaución en el 44% de los puntos de muestreo.

Las partículas PM₁₀ presentan valores de referencia en rango de peligro para en el 28% de los sitios de muestreo en la zona de estudio.

El sitio 18 ubicado en Calle Independencia y Lázaro Cárdenas en la cabecera

municipal de El Salto, presenta valores de referencia en rango de peligro para partículas PM_{2.5}, PM_{5.0} y PM₁₀.

En el punto 11, ubicado en el centro escolar donde asisten los niños de la muestra estudiada, los tamaños de partícula PM_{2.5}, PM_{5.0} y PM₁₀, presentan valores de referencia en rango de precaución.

No se puede determinar la dinámica atmosférica, que permita explicar la distribución de las partículas PM en la zona de estudio.

La utilidad de aplicar técnicas de muestreo ambiental y de análisis por contador de partículas, con equipo analítico avanzado, es valiosa. Es una técnica que permite ser exactos en la medición, y los tiempos de análisis son cortos respecto a las técnicas convencionales.

Plaguicidas

Los plaguicidas encontrados en el 99% de las 66 muestras de orina de la población infantil, fueron: Diclorofenoxiácetico (2,4-D), Picloram, Dimetoato, Molinato, Tiabendazol y Metoxuron.

En los resultados la presencia de los 6 plaguicidas, se observan valores muy uniformes para cada uno de ellos.

Cuatro de los plaguicidas estuvieron presentes en las muestras recolectadas en los dos periodos del año (marzo y septiembre); Diclorofenoxiácetico (2,4-D), Picloram, Dimetoato y Molinato.

En tres de los cuatro tipos de plaguicidas presentes en los dos periodos, la concentración (ppm) no muestra variación, solo en el Dimetoato que triplica su valor en septiembre.

De los plaguicidas encontrados el uso de aplicación es: en cuatro de ellos herbicida, uno fungicida y quelante de metales para medicinas y uno más acaricida.

En general, para definir el comportamiento de la presencia de los contaminantes del aire, (bacterias, metales y partículas) es preciso hacer un análisis de las condiciones hidrometeorológicas para conocer su influencia y no solo guiarse por las características de los sitios de muestreo.

Función respiratoria

De los escolares evaluados el 21.2 % tuvo función anormal es decir menos del 80% de su Capacidad Vital Forzada (FVC) que se interpreta como Anormalidad Restrictiva (AR).

El 92.5% de los niños que componen la muestra tiene 6 o más años viviendo en la localidad, de los cuales 64% viven en la colonia Centro.

De los 66 niños estudiados con relación a los síntomas respiratorios, el 19.8% presenta tos sin estar resfriado.

El 24% se escucha congestionado del pecho o saca flemas del pecho sin que esté resfriado.

El 50% de los niños presentan fiebre y tos dos veces al año.

El 20% padece gripa tres veces por año.

El paso de tráfico vehicular de forma continua cerca de sus domicilios representa el 37.8%.

El 31.8% de los padres consumen tabaco, el 24% diariamente, el 7.5% fuma pero no diario, el 10% lo hacen dentro de casa.

De los 14 niños que presentan anormalidad restrictiva en su función pulmonar el consumo de tabaco de sus padres es: el 42% diariamente, el 14% fuman pero no diario y el 28% fuman dentro de casa.

X. RECOMENDACIONES

Es indispensable realizar un estudio detallado de forma espacial y estacional, para los contaminantes del aire, bacterias, metales, partículas y plaguicidas, a fin de evaluar su comportamiento, considerando las condiciones de humedad, temperatura, dirección de vientos y cercanía con las fuentes de emisión de contaminantes, para calcular modelos de dispersión y estar en condiciones de identificar el posible receptor de los contaminantes del aire.

Se requiere un seguimiento metodológico, cuyos resultados pueden ser utilizados en estudios de relaciones entre estos contaminantes y la salud de la población en la localidad. Que permita establecer los efectos de un sistema ambiental degradado y dilucidar problemas de salud actuales o que puedan presentarse en escenarios futuros.

Es necesario que las comunidades locales estén enteradas de las condiciones de la salud ambiental del lugar que habitan. Deberán tener acceso a información, con un abordaje de comunicación de riesgo, el cual es básico para prevenir la exposición innecesaria y que les permita tomar decisiones informadas en beneficio de su bienestar. Ya sea disminuyendo o evitando el riesgo o bien realizando acciones de mitigación en el entorno ambiental, que coadyuve a aumentar su capacidad de resiliencia, frente a desastres ambientales crónicos, para seguir proyectando el futuro.

Es evidente la falta de actuación de las autoridades municipales, estatales y federales dadas las implicaciones que genera un ambiente degradado constantemente por décadas, provocando problemas socioambientales, lo que demanda una intervención prioritaria inmediata.

Por lo que es necesario elaborar un documento público, veraz, oportuno, claro y sencillo que permita conocer los resultados del presente estudio, a fin de cumplir con el proceso de la transdisciplina de la ciencia.

Actualmente la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco, tienen la capacidad de seguir realizando mediciones similares a las realizadas en el presente estudio, para iniciar la base de datos indispensable para desarrollar el diagnóstico de la calidad del aire en la zona. Incluir en la aplicación de todos los programas de control de emisiones en la ZMG. La instalación equipos de monitoreo de aire y de las variables meteorológicas.

Debido a que la información disponible con respecto a la exposición es muy escasa, se recomienda realizar y/o actualizar el inventario de emisiones, con la finalidad de que a mediano plazo se pueda determinar el riesgo a la población, de acuerdo con la OMS y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se deben conocer cinco componentes básicos: Las fuentes emisoras de contaminantes. La forma como se transportan y/o dispersan los contaminantes. Los patrones de exposición a los contaminantes. Las dosis recibidas por la población. Los efectos adversos derivados de esas dosis. (Fernández, B. 1995)

Se recomienda la aplicación de la NOM-147 SEMARNAT/SSA1-2004, en lo referente a las especificaciones generales, cuando el suelo se presume contaminado y tiene una extensión mayor a 1,000 m², se debe desarrollar un modelo que permita determinar, la existencia, origen, naturaleza y extensión de la contaminación por uno o más de los elementos que contempla la Norma, incluyendo también que se debe determinar si hay población humana potencialmente expuesta y si hay un acuífero vulnerable, los mecanismos de transporte, las rutas y las vías de exposición.

Construir indicadores basados en degradación en salud que permita priorizar las necesidades de investigación e intervención ambiental y con ello se logre ampliar la capacidad para utilizar metodologías internacionales que reconocen al ambiente como agente causal de fenómenos en salud, que tienen como premisa que la salud de una población es el resultado de su interacción con el ambiente; con la finalidad de prevenir los impactos en el ambiente y la salud humana, que a largo plazo permitan el control de factores ambientales y se puedan revertir los posibles efectos o bien reparar los daños ya establecidos y los impactos en las vidas de las poblaciones afectadas.(Gutiérrez et al, 2016)

Es imperativo que las instituciones ligadas al sector salud (IMSS, ISSSTE; Seguro Popular, etc.) que tienen como derechohabientes a los pobladores de El Salto y Juanacatlán implementen a la brevedad y de manera coordinada, un Sistema de Vigilancia Epidemiológica Especial y los programas o modificaciones en los procesos de atención, registro y prevención de las enfermedades sujetas a solicitud de vigilancia especial, como por ejemplo las enfermedades respiratorias asociadas a la exposición de sustancias tóxicas presentes en el ambiente, deberán ser modificados en relación al riesgo epidemiológico y tomando en cuenta el principio de precaución. (Santana 2017)

Se plantea realizar un diagnóstico ambiental, de acuerdo a la Guía propuesta por Orozco-García (2015) con la finalidad de generar algunas acciones que permitan la integración en el abordaje del problema, el cual está compuesto por:

- Información de referencia
- Evaluación ambiental del municipio por componente
- Factor humano
- Cambio Climático
- Problemática ambiental y valores de conservación del municipio
- Análisis y priorización de problemas

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo Balsas, S., Amela Jeras, C., & et al. (2013). *Impactos de Cambio Climático en la Salud*. (M. Alonso Capitán & M. Vázquez Torres, Eds.). Madrid, España: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Retrieved from <http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/CCCompleto.pdf>
- Aguilar, B., Bautista, F., Rosas-Elguera, J., Gogichaishvili, A., Cejudo, R., & Morales, J. (2011). Evaluación de la contaminación ambiental por métodos magnéticos en las ciudades de Morelia y Guadalajara, México. *Latinmag Letters*, 3(Special Issue), 1–6.
- AISAC. (2016). About Us – Asociación de Industriales de El Salto, AC | AISAC. Retrieved May 22, 2017, from [http://aisac.com.mx/en/about-us/#!Lightbox\[377429cd6797cdb7edf\]/0](http://aisac.com.mx/en/about-us/#!Lightbox[377429cd6797cdb7edf]/0)
- Alcalá, J., Sosa, M., Moreno, M., Rodríguez, J., Quintana, C., Terrazas, C., & Rivero, O. (2009). Metales Pesados en Suelo Urbano como un Indicador de la Calidad Ambiental: Ciudad de Chihuahua, México. *MULTEQUINA 18: 53-69, 2009*, (18), 53–69. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=49749246&lang=es&site=ehost-live>
- Arellano-Aguilar, O., Ortega, L., & Gesundheit, P. (2012). *Estudio de la contaminación en la cuenca del río Santiago y la salud pública en la región*. Greenpeace. Ciudad de México.
- Arellano Avelar, M. A., Casas Solís, J., & Orozco Medina, M. G. (2015). Calidad bacteriológica del aire en las inmediaciones del canal de Avenida Patria Jalisco, México. In M. G. Orozco Medina & J. García Velasco (Eds.), *Estudios ambientales en espacios urbanos: Diagnósticos y propuestas* (p. 67). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Aryam. (n.d.). El templo, la fabrica y la presidencia del Salto Jalisco. Retrieved May 22, 2017, from http://www.worldtravelserver.com/travel/en/mexico/tonala/gallery_tonala/photo_29488925-el+templo,+la+fabrica+y+la+presidencia+del+Salto+Jalisco.html
- Ballester, F. (2005). Vigilancia de riesgos ambientales en Salud Pública. El caso de la contaminación atmosférica. *Gaceta Sanitaria*, 19(3), 253–257. <https://doi.org/10.1157/13075960>
- Bernache Pérez, G. (2017). DERECHOS HUMANOS Y DEGRADACIÓN AMBIENTAL EN JALISCO. *Ichan Tecolotl CIESAS- CONACYT*, (Abril). Retrieved from <http://ichan.ciesas.edu.mx/puntos-de-encuentro/derechos-humanos-y-degradacion-ambiental-en-jalisco/>

- Bhatia, R., & Wernham, A. (2008). Integrating human health into environmental impact assessment: An unrealized opportunity for environmental health and justice. *Environmental Health Perspectives*, 116(8), 991–1000. <https://doi.org/10.1289/ehp.11132>
- Boyle Torrey, B. (2004). La urbanización una fuerza ambiental considerable. Washington D.C.: Population Reference Bureau. Retrieved from <http://www.prb.org/SpanishContent/2004/LaUrbanizacionUnaFuerzaAmbientaConsiderable.aspx>
- Campos Cedillo, A. (2008). Cierre definitivo del vertedero Los Laureles, decretan habitantes de El Salto y Juanacatlán. *Cronicadesociales*, 190. Retrieved from [https://cronicadesociales.org/category/medio-ambiente/page/190/?subject=Cierre definitivo del vertedero de Los Laureles%2C decretan habitantes de El Salto y Juanacatlán](https://cronicadesociales.org/category/medio-ambiente/page/190/?subject=Cierre%20definitivo%20del%20vertedero%20de%20Los%20Laureles%2C%20decretan%20habitantes%20de%20El%20Salto%20y%20Juanacatl%C3%A1n)
- Carabias Lillo, J., Tudela Abad, F., Provencio, E., & Samaniego Leyva, J. (2002). *La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe : desafíos y oportunidades*. (R. Sánchez Sosa, Ed.). Santiago de Chile: CEPAL, PNUMA. Retrieved from <http://www.cepal.org/rio20/tpl/docs/5.DesSost.Julio2002.pdf>
- Cárdenas Ortega, A., Barragán Reynaga, D. M., Cabrera Díaz, E., Casas Solís, J., Claudio García, L. E., Bonilla Moreno, M., ... Toledo González, S. L. (2010). *Microbiología : manual de prácticas* (1st ed.). Guadalajara: Universidad de Guadalajara. Retrieved from https://books.google.com.mx/books/about/Microbiología.html?id=jSEonQAACAAJ&redir_esc=y
- Carmona, A. (2016). La política de saneamiento en El Salto, Jalisco ¿solución o contrainsurgencia? In C. McCulligh, C., Santana, L., Lezama (Ed.), *Las políticas del deterioro: la dinámica urbano-industrial en torno al río Santiago, Jalisco* (3rd ed., p. 190). Newcastle Upon Tyne - Guadalajara: WATERLAT-COBACIT. Retrieved from <http://waterlat.org/WPapers/WPSATCUASPE36.pdf>
- Carvajal Urueña, I., & Blanco González, J. (2005). Espirometría forzada. In *AEPap ed. Curso de Actualización Pediatría* (pp. 201–216). Madrid: Exlibris Ediciones. Retrieved from www.aepap.org
- CASAS SOLIS, J., & LOZA LLAMAS, J. (2013). RIESGOS A LA SALUD DE LA POBLACIÓN DE LA CUENCA DEL AHOGADO POR PRESENCIA DE BACTERIAS PATÓGENAS EN EL AIRE. In CIATEJ (Ed.), *Diagnóstico Integral del Polígono de Fragilidad Ambiental y su entorno 2012*. Guadalajara: CIATEJ, COECYTJAL, CONACYT.
- CEA. (2006). Identificación y Caracterización fuentes de contaminación de las cuenca directa del Río Santiago, entre los municipios de Ocotlan y Tonalá y directa del río Zula ". Ayma Ingeniería y Consultoría y CEA Jalisco.

Retrieved from
nfo.ceajalisco.gob.mx/transparencia/pdf/ops/rio_santiago/presentacion_ejecutiva.pdf

CEA, & IMTA. (2011). Analisis de riesgo sanitario ambiental. In *Actualización del estudio de calidad del agua del río Santiago (desde su nacimiento en el lago de Chapala, hasta la presa Santa Rosa)* (pp. 1–26). Mexico: Greenpeace Mexico. Retrieved from
http://hazalگو.org/descargas/estudio_completo_imta.zip

CEA Jalisco. (2012a). El Ahogado mejora lo establecido en la normatividad. *Ceajalisco.gob.mx*. Retrieved from
http://www.ceajalisco.gob.mx/notas/2012/ahogado_mejora_normatividad.html

CEA Jalisco. (2012b). Felipe Calderón inaugura Planta de El Ahogado. *Ceajalisco.gob.mx*. Retrieved from
http://www.ceajalisco.gob.mx/notas/2012/nota_inaugura_ptar_ahogado.html

CNUMAD. (1992). Declaración de Río de Janeiro sobre medio ambiente y desarrollo. Rio de Janeiro: Naciones Unidas. Retrieved from
<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

Colectivo Ecologista Jalisco A.C., Biodiverso A.C., & Biofilms. (2017). ¿Conoces a Santi? Guadalajara: Youtube. Retrieved from
<https://www.youtube.com/watch?v=fUw9xrSBtMI>

Comision Estatal del Agua Jalisco. (2015). *Ficha Técnica Hidrológica El Salto*. Guadalajara. Retrieved from
www.ceajalisco.gob.mx/doc/fichas_hidrologicas/region4/el_salto.pdf

CONEVAL. (2010). *Anexo estadístico de la Medición de pobreza por municipio 2010*. Mexico D.F. Retrieved from
<http://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Anexo-estadístico-municipal-2010.aspx>

Coscollà Raga, C., & Yusà Pelecha, V. (2015). Avaluació de l'exposició i del risc de plaguicides a l'atmosfera en dues poblacions del País Valencià. *NEMUS*, 5, 17–25. Retrieved from
<http://ateneudenatura.uji.es/Nemus/Nemus5/plaguicides.pdf>

Davidova Belayevzka, V. (2011) Cuencas Atmosféricas, Sistemas de informacion geografica. Retrieved from www.siga.gob.mx

Day, R.A. 1996. Cómo escribir y publicar trabajos científicos .Capitulo 12 Cómo citar las referencias pág. 49-58 Publicación Científica y Técnica No. 598 2005 Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud.
Retrieved from

<http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/como-escribir-escritos-cientificos.pdf>

- Del Castillo, A. (2016a). Descargas industriales no se regulan en río Santiago. *Grupo Milenio*.
- Del Castillo, A. (2016b). Exigen a gobierno acatar recomendación de ONU. *Crónica de Sociales*. Retrieved from Agustín del Castillo / Guadalajara. MILENIO JALISCO. <http://www.agustindelcastillo.com/>
- Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. Santiago de Chile. Retrieved from http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/64111/1/S0210820_es.pdf
- Escribano Montaner, A., & Díez Monge, N. (2007). La espirometría forzada. In E. González Pérez-Yarza, A. Aldasoro Ruiz, J. Korta Murua, J. Aranburu Mintegui, & O. Sardón Prado (Eds.), *La función pulmonar en el niño. Principios y Aplicaciones*. (1st ed., pp. 53–62). Madrid, España: Ergon. <https://doi.org/10.1590/S0104-40602009000100005>
- Espinosa Rubio, M. E. (2007). *Manual 1. Monitoreo de Calidad del Aire*. Mexico D.F.
- FAO, & WHO. (2010). *Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas*. Roma. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-a0220s.pdf>
- Flores, F. et al 2007. (2007). Estudio Aerobiológico de la Zona Aledaña al Relleno Sanitario “ San Nicolás ”, Municipio de Aguascalientes. *Investigación Y Ceincia UAA*, 37(Enero-Abril 2007), 13–18.
- Frumkin, H. (2005). Health, equity, and the built environment. *Environmental Health Perspectives*, 113(5), 2001–2002.
- Gallardo Valdez, J. (2007). Ácido sulfhídrico como contaminante del aire en las comunidades de Juanacatlan y El Salto Jalisco. In G. Garibay, A. Ballesteros, M. Orozco, & G. Hernandez (Eds.), *Diez Años De Investigación En La Salud Ambiental Desde La Universidad De Gaudalajara* (1st ed., pp. 63–97). Guadalajara: Universidad de Guadalajara. Retrieved from <http://www.saludambiental.udg.mx/maestria/libros/DIEZ AÑOS-INVESTIG-SALUD-AMB.pdf>
- García Río, F., Calleb, M., Burgos, F., Casan, P., Galdiz, J. B., Giner, J., ... Puente, L. (2013). Espirometría. *Archivo de Bronconeumología*, 49(9), 388–

401. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.arbres.2013.04.001>

- García Suárez, A. K. (2012). *Indicadores de Salud Ambiental Infantil en Agua en la Localidad de San Pedro Tesistán, Jocotepec. 2010-2012*. Universidad de Guadalajara. Retrieved from http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5375/Garcia_Suarez_Ana_Karina.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García Velasco, J., González Becerra, A., Rosas Ramirez, A., Casas Solís, J., & Orozco Medina, M. (2006). Estudio Anual de la Contaminación Bacteriológica en el Aire de la Ciudad de Guadalajara, Jalisco, México. In *Avances en la Investigación Científica en el CUCBA* (pp. 315–322). Guadalajara: Universidad de Guadalajara. Retrieved from http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/publicaciones1/avances/avances_2006/Biologia/GarciaVelascoJavier/Garcia_Velasco_Javier_1.pdf
- Garibay Chávez M.G (2007) Los riesgos en espacios laborales. In M. G. Garibay Chávez, A. Curiel Ballesteros, M. G. Orozco Medina, & G. Hernández Pérez (Eds.), *10 Años de Investigación en Salud Ambiental desde la Universidad de Guadalajara* (pp. 117). Guadalajara: Universidad de Guadalajara. Retrieved from <http://www.saludambiental.udg.mx/maestria/libros/DIEZ%20A%C3%91OS%20DE%20INVESTIG-SALUD-AMB.pdf>
- Gavidia, T., Pronczuk, J., & Sly, P. D. (2009). Impactos ambientales sobre la salud respiratoria de los niños: carga global de las enfermedades respiratorias pediátricas ligada al ambiente. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 25(2), 99–108. <https://doi.org/10.4067/S0717-73482009000200006>
- GDL Noticias. (2015). Controlan incendio en fábrica de pinturas en El Salto - Televisa Guadalajara. *Televisa Guadalajara*. Retrieved from <http://www.televisaguadalajara.tv/noticias/4340-controlan-incendio-en-fabrica-de-pinturas-en-el-salto>
- Google, & INEGI. (2017). Mapa de EL SALTO (El Salto, Jalisco). Retrieved May 22, 2017, from <http://mexico.pueblosamerica.com/mapas/el-salto-67>
- Green, J., & Sánchez, S. (2013). *La Calidad del Aire en América Latina: Una Visión Panorámica*. Washington D.C. Retrieved from <http://www.cleanairinstitute.org/calidaddelaireamericalatina/cai-report-spanish.pdf>
- Gutiérrez, J., Romero, E., Reyes, L., Pérez, A., & Aguirre, C. (2005). Bioaerosoles depositados vía húmeda-seca en la zona metropolitana del valle de Toluca. *El ININ Hoy*, 16–23.
- Gutiérrez, M., Beroíza, T., Borzone, T., Caviedes, I., Céspedes, J., Gutiérrez, M. Schonfeldt P. (2007). *Espirometría : Manual de procedimientos*. Sociedad

- Chilena de Enfermedades Respiratorias , 2006*. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 23, 31–42. Retrieved from <http://www.scielo.cl/pdf/rcher/v23n1/art05.pdf>
- Guzmán, R., Barceló, C., & Otero, C. (2003). Metodología para evaluar indicadores de sostenibilidad para la vivienda saludable en El Salvador. *Revista Cubana de Higiene, Epidemiología Y Microbiología*, 41(2), 1–5.
- Hernández Calleja, A. (1998). *NTP 409: Contaminantes biológicos: criterios de valoración*. Madrid. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_409.pdf
- Hernández Calleja, A. (2001). *NTP 608: Agentes biológicos: planificación de la medición*. Madrid. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_608.pdf
- Hernández Guizar, R. (2016). Aguas putrefactas sumergen delegaciones de El Salto | Página 24 Jalisco. *Página 24*. Retrieved from <http://pagina24jalisco.com.mx/local/2016/07/07/aguas-putrefactas-sumergen-delegaciones-de-el-salto/>
- Hernández Mena, L., Gallardo Valdez, J., de Jesús Díaz Torres, J., & Villegas García, E. (2017). Contaminación del aire por partículas (PM10) en el Polígono de Fragilidad Ambiental, Guadalajara, Jalisco. *REAXION UAL*, 4(2), Enero-Abril 2017. Retrieved from http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_Impr_Contaminacion_del_aire_por_particulas_PM10_en_el_Poligono_de_Fragilidad_Ambiental_Guadalajara_Jalisco.html
- Hurtado, L., Rodríguez, G., López, J., Castillo, J. E., Molina, L., Zavala, M., & Quintana, P. J. E. (2014). Characterization of atmospheric bioaerosols at 9 sites in Tijuana, Mexico. *Atmospheric Environment*, 96, 430–436. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.07.018>
- IIEG. (2016). *EL SALTO. DIAGNÓSTICO MUNICIPAL*. Guadalajara. Retrieved from www.iieg.gob.mx
- IMTA, & CEA. (2011). *Actualización del estudio de calidad del agua del río Santiago (desde su nacimiento en el lago de Chapala, hasta la presa Santa Rosa)*. Mexico. Retrieved from http://hazalgo.org/descargas/estudio_completo_imta.zip
- INE-SEMARNAT. (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Western Governors' Association. Retrieved from <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/457.pdf>

- Koneman, E. W. (2012). *Diagnóstico microbiológico : texto y atlas en color* (6th ed.). Buenos Aires, Bogotá, Caracas, Madrid México, Porto: Médica Panamericana.
- Leff, E. (2004). *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. Mexico D.F.: Siglo xxi editores.
- Lighthart, B. (2006). The ecology of bacteria in the alfresco atmosphere. *FEMS Microbiology Ecology*, 23(4), 263–274. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.1997.tb00408.x>
- Linares, C., & Díaz, J. (2009). Efecto de las partículas de diámetro inferior a 2,5 micras (PM_{2.5}) sobre los ingresos hospitalarios en niños menores de 10 años en Madrid. *Gaceta Sanitaria*, 23(3), 192–197. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2008.04.006>
- Magaña, V., & Caetano, E. (2007). *Identificación de Cuencas Atmosféricas en México*. Instituto Nacional de Ecología. Mexico D.F. Retrieved from http://www.inecc.gob.mx/descargas/calair/2007_inf_cuencas.pdf
- Manahan, S. E. (2007). *Introducción a la química ambiental*. (M. Domínguez de Bazúa, Ed.) (1st ed.). México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. Retrieved from <https://books.google.com.mx/books?id=5NR8Dlk1n68C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- María Maldonado-Vega, Juan José Peña-Cabriales, Sergio De Los Santos Villalobos, Andrea P. Castellanos-Arévalo, David Camarena-Pozos, Bertha Arévalo-Rivas, Laura Valdés-Santiago, Laura J. Hernández-Valadez Y Dora Linda Guzmán De Peña* (2014) Bioaerosoles Y Evaluación De La Calidad Del Aire En Dos Centros Hospitalarios Ubicados En León, Guanajuato, México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 30 (4) 351-363, 2014
- Martínez González, P., & Hernández González, E. (2009). *La contaminación del Río Santiago Impactos en el bienestar de los habitantes del Municipio de El Salto ., XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. VIII Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires. Asociación Latinoamericana de Sociología, Buenos Aires, 2009*. Buenos Aires. Retrieved from <http://cdsa.academica.org/000-062/1080.pdf>
- Mc Culligh, C. (2014). Contaminar para competir. Contaminación industrial del río Santiago en Jalisco*. *CARTA ECONÓMICA REGIONAL*, 26(113), 114–137. Retrieved from <http://cartaeconomica.cucea.udg.mx/administracion/uploads/articulo1096.pdf>
- McCulligh, C. (2013). La no regulación ambiental: contaminación industrial del

río Santiago en Jalisco. *Observatorio Del Desarrollo*, II(7), 22–30.

- McCulligh, C. (2017). Contaminación del agua y dumping ambiental en México – ICHAN TECOLOTL. *Ichan Tecolotl*, Abril. Retrieved from <http://ichan.ciesas.edu.mx/puntos-de-encuentro/contaminacion-del-agua-y-dumping-ambiental-en-mexico/>
- McCulligh, C., Páez, C., & Moya, G. (2007a). *Martirez del Rio Santiago. Informe sobre Violaciones al Derecho a la Salud y a un Medio Ambiente Sano en Juanacatlán y el Salto, México*. Guadalajara.
- McCulligh, C., Páez, C., & Moya, G. (2007b). *Martirez del Rio Santiago. Informe sobre Violaciones al Derecho a la Salud y a un Medio Ambiente Sano en Juanacatlán y el Salto, México*. Guadalajara: IMDEC y Instituto Vida.
- McCulligh, C., Santana, L., & (Eds.), and C. L. (2016). *The Politics of Deterioration: The Urban-Industrial Dynamics of the Santiago River, Jalisco, Mexico* (Urban Water Cycle and Essential Public Services No. 3). *Urban Water Cycle and Essential Public Services* (Vol. 3). Newcastle upon Tyne and Guadalajara: Waterlat. Retrieved from <http://waterlat.org/WPapers/WPSATCUASPE36.pdf>
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. MSSSI (2013) España. Impactos del Cambio Climático en la Salud. Principales Efectos en Salud del Cambio Climático, Calidad del Aire pág.119-120
Retrieved from <http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/CCCompleto.pdf>
- Moore, A. (2012). *An Empirical Study of Particulate Matter Exposure for Transit Users at Bus Stop Shelters by Adam Moore A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Civil and Environmental Engineering Thesis Committe*. Portland State University.
- N/A. (2011). Impresionante vista de El Salto de Juanacatlán. - Juanacatlán, Jalisco (MX13173548872470). Retrieved May 22, 2017, from <http://www.mexicoenfotos.com/antiguas/jalisco/juanacatlan/impresionante-vista-de-el-salto-de-juanacatlan-MX13173548872470/3>
- N/A. (2012). Salto de Juanacatlán - Juanacatlán, Jalisco (MX12182448863377). Retrieved May 22, 2017, from <http://www.mexicoenfotos.com/antiguas/jalisco/juanacatlan/salto-de-juanacatlan-MX12182448863377/3>
- N/A. (2016). Corredor Industrial El Salto sufre daños por lluvias Jul 2016. *El Informador*. Retrieved from

<http://www.informador.com.mx/jalisco/2016/674406/6/corredor-industrial-de-el-salto-sufre-danos-por-lluvias.htm>

NIOSH-INER. (2007). *Guía de NIOSH Entrenamiento sobre Espirometría*.

Retrieved from https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2004-154c_sp/pdfs/2004-154c.pdf

NOM-092-SSA1-1994 *Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa*.

<http://www.ss.pue.gob.mx/index.php/ss-puebla/item/2014-bienes-y-servicios-metodo-para-la-cuenta-de-bacterias-aerobias-en-placa>

NOM-115-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la

determinación de *Staphylococcus aureus* en alimentos

<http://contraloria.bcs.gob.mx/normatecacontra/nom-115-ssa1-1994/>

NTP 409: Contaminantes biológicos: criterios de valoración Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales España 1990. Retrieved from

http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_409.htm (1 de 10)2005-12-04 22:37:24

NTP 608: Agentes biológicos: planificación de la medición. Ministerio del Trabajo y Asuntos sociales España 2001. Retrieved from

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_608.pdf

Núñez, M., Penín, S., & Moga, S. (2004). Técnicas en AP: Espirometría forzada.

Grupo MBE Galicia, (1), 1–9. Retrieved from

www.fisterra.com/material/tecnicas/espirometria/espirometria.pdf

Ochoa García, H., & Bürkner, H. J. (2012). *Gobernanza y gestión del agua en el Occidente de México : la metrópoli de Guadalajara*. (ITESO, Ed.),

COLECCION DE DESARROLLO ALTERNATIVO ITESO. Tlaquepaque

Jalisco: COLECCION ALTERNATIVAS AL DESARROLLO ITESO.

Retrieved from

https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/451/Gobernanza_y_gestión_del_agua_en_el_occidente_de_México.pdf?sequence=2

Ordóñez, G. (2000). Salud ambiental: conceptos y actividades. *Revista Panam*

Salud Pública, 7(3).

Organización Mundial de la Salud. (2005). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado , el ozono , el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre* . Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Retrieved from

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2006). Hojas de información microbiológica.

In *Guías para la calidad del agua potable* (pp. 191–240). Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Retrieved from http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_intro.pdf?ua=1

Orozco Medina, M. G. (2007). La contaminación ambiental, un campo disciplinar de la salud ambiental. Eventos, casos, análisis y discusión. In M. G. Garibay Chávez, A. Curiel Ballesteros, M. G. Orozco Medina, & G. Hernández Pérez (Eds.), *10 Años de Investigación en Salud Ambiental desde la Universidad de Guadalajara* (pp. 206–230). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Organización Mundial de la Salud (2017) La Carta de Ottawa para la Promoción de la Salud (1986). Retrieved from <http://www.who.int/healthpromotion/conferences/previous/ottawa/en/index4.htm>

Ortega, A., & Corona, J. (2010). Evolución espacial de la transición rural-urbana, 1971-2007, del municipio de El Salto, Jalisco. *Sincronía*, (Fall). Retrieved from <http://sincronia.cucsh.udg.mx/ortegafall2010.html>

Ortega, J. A., Sánchez-Solís, M., López-Andreu, J. A., & Ferrís i Tortajada, J. (2012). *Historia Clínica Medioambiental en el Niño con Patología Respiratoria en Pediatría* (1st ed.). Murcia, España. Retrieved from www.pehsu.org/wp

Pellegrino, R., Viegi, G., Brusasco, V., Crapo, R. O., Burgos, F., Casaburi, R., ... Wanger, J. (2005). Interpretative strategies for lung function tests. *European Respiratory Journal*, 26(5), 948–968. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00035205>

Peña, L., Maciel, R., Rosas, J., & Tapia, V. (2016). Distribución de polvo urbano en la zona metropolitana de Guadalajara, México. *Revista de Investigación Y Desarrollo*, 2(4), 16–23.

Ramírez-Jiménez, R., Mejía-Saucedo, R., Calderón-Hernández, J., Montero-Montoya, R., & Yáñez-Estrada, L. (2014). Concentraciones urinarias de metabolitos de plaguicidas organofosforados en niños y adolescentes de una zona agrícola de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(4), 87–97. Retrieved from <http://www.reibci.org/publicados/2014/septiembre/3300123.pdf>

Ramos de Robles, S.L. (2015). Escuelas saludables: de su conceptualización a su realidad en la zona metropolitana de Guadalajara. In M. G. Garibay Chávez, A. Curiel Ballesteros, V. Davydova Belitskaya, M. G. Orozco Medina, S.L. Ramos de Robles & J. Regalado Santillán (Eds.), *Salud ambiental en la zona metropolitana de Guadalajara: Imaginando futuros diferentes*. (pp. 109–110). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Rangel Esquivel, J. M. (2011). Representaciones Sociales del Proceso

Salud/Enfermedad/Atención de Participantes en Programas Sociales de Salud Pública. *Iberoforum*, (11), 28–56. Retrieved from <http://www.iberomx.com/iberoforum/11/pdf/2>. RANGEL ESQUIVEL IBEROFORUM NO 11.pdf

Redacción. (2012, October 24). Río Lerma Santiago, foco rojo de arsénico. *UNION Jalisco Redes de Información Y Educación Del Siglo XXI de EL UNIVERSAL Y UNO TV*. Retrieved from <http://archivo.unionjalisco.mx/nota/jalisco-entre-los-mas-contaminados-por-arsenico>

Rey, I., & Fula, Y. (2005). *Evaluación de la contaminación del aire por microorganismos patógenos en los bioaerosoles, en una zona de alta actividad industrial y flujo vehicular de la localidad de Puente Aranda en Bogotá D.C.* Universidad de La Salle. Retrieved from <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14331/00798146.pdf?sequence=1>

Riojas-Rodríguez, H., Schilmann, A., López-Carrillo, L., & Finkelman, J. (2013). La salud ambiental en México : situación actual y perspectivas futuras. *Salud Pública de México*, 55(6), 638–649.

Rodríguez, J., & Cota, M. del R. (2006). Desarrollo de el Parque Industrial El Salto, Jalisco. *Cuadernos PROLAM/USP*, 2, 83–104.

Rojas, N. Y. (2007). *Aire y problemas ambientales de Bogotá. Documento de Políticas Públicas 18*. Bogotá: Foro Nacional Ambiental. Retrieved from <http://www.faae.org.co/PolicyPdf/policy-18.pdf>

Romo, P. (2012). Corredor Industrial de El Salto en Jalisco proyecta inversiones. *El Economista*. Retrieved from <http://eleconomista.com.mx/estados/2012/02/01/corredor-industrial-salto-jalisco-proyecta-inversiones>

Rosas, I., Salinas, E., Martínez, L., Esclava, C., & Cravioto, A. (2004). Bacterias en la Atmósfera. In R. M. del Pont Lalli (Ed.), *Microbiología ambiental* (1st ed., pp. 15–46). Mexico D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y de Recursos Naturales, Universidad Nacional Autónoma de México. Retrieved from http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/descarga.html?cv_pub=593&tipo_file=pdf&filename=440

Rosas Ramirez, A., & Casa Solís, J. (2014). Guía para el diagnóstico de condiciones ambientales en espacios urbanos. In *Guía para el diagnóstico de condiciones ambientales en espacios urbanos* (pp. 81–96). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Santana Belmont, L. (2017). Factores ligados al problema de salud ambiental en El Salto y Juanacatlán. *Ichan Tecolotl CIESAS- CONACYT, Abril*. Retrieved from <http://ichan.ciesas.edu.mx/puntos-de-encuentro/factores->

ligados-al-problema-de-salud-ambiental-en-el-salto-y-juanacatlan/

Silva, R., Oyarzún, M., & Olloquequi, J. (2015). Mecanismos patogénicos en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica causada por exposición a humo de biomasa. *Archivos de Bronconeumología*, 51(6), 285–292.
<https://doi.org/10.1016/j.arbres.2014.10.005>

UNIÓN JALISCO. (2014). En contingencia ambiental 3 municipios de la ZMG. *UNION, Redes de Información Y Educación Del Siglo XXI de EL UNIVERSAL Y UNO TV*. Retrieved from
<http://archivo.unionjalisco.mx/articulo/2014/02/13/medio-ambiente/tlaquepaque/en-contingencia-ambiental-3-municipios-de-la-zmg>

Un Salto de Vida, & Subversiones. (2015). Folleto: De la dictadura de la normalidad a la cotidiana resistencia. Retrieved May 22, 2017, from
<https://subversiones.org/archivos/30367>

Zaitzeva, G. P. (2014). Contaminación Atmosférica: Salud e Inmunidad. In *Inmunidad y Ambiente* (2nd ed., pp. 176–178). Guadalajara: Universidad de Guadalajara

XII. ANEXOS



		Universidad de Guadalajara Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias CUCBA Centro Universitario de Ciencias de la Salud CUCS Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental	
Formato de registro de muestreo de campo / Matriz Ambiental			
Nombre del proyecto		Calidad del Aire y su Efecto en Salud Infantil en El Salto Jalisco 2015	
Sitio del muestreo		No. de Fotografía	
Coordenadas UTM		x=	y=
Fecha		Octubre -15	Hora
Nombre Muestreador/Institución			
Datos meteorológicos			
Temperatura Ambiente (°C)			
Velocidad viento (m/s)			
Dirección del viento (grados)			
Nubosidad (%)			
Altitud (m)			
Presión atmosférica (hpa)			
Humedad relativa (%)			
Muestra Bacteriológica			
Volumen de aire 100 l/m ³ durante 1 minuto, se utiliza Bomba Millipore M air T®,	Muestra tomada con tres medios de cultivo selectivos 15ml /placa de 77 cm ²	TSA	
		MAS	
		Mac Conkey	
Características del punto de muestreo.			
Muestra de polvos atmosféricos por deposición en suelo urbano		SI	NO
Observaciones			

Figura 1. Formato de registro de muestreo de campo variable ambiental

- **Instrumentos de muestreo de salud humana**
- Citatorio a los padres de familia para la aplicación del cuestionario de la Historia Clínica Ambiental, en el Centro escolar.



	<p>Universidad de Guadalajara CUCS-CUCBA Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental</p>	
<p>C. Padres de Familia Alumno(a) de 5º. Grado Grupo "A" _____ Escuela Primaria Urbana No. 457 "María Guadalupe Ortiz Uribe" Presente</p>		
<p>El que suscribe Dr. Felipe Lozano Kasten, Co-Director en el proyecto de investigación "Calidad del aire y su efecto en la función respiratoria de la población infantil de El Salto, Jalisco 2015-2016" perteneciente a la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental de la Universidad de Guadalajara, aprovecho el medio para enviarle un cordial saludo y hacerles una grata invitación para que el día martes 27 de Octubre del año en curso a las ____:____ horas, asista usted a este Plantel Educativo, para que se le realice la historia clínica ambiental a su hijo(a), relacionada con su colaboración en el proyecto antes mencionado.</p>		
<p>Favor de entregar ese día a los médicos que le atenderán, la Carta de consentimiento informado ya firmada con sus datos y una copia simple de:</p>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Certificado de Nacimiento(el documento que le entregaron en el hospital al nacer el niño(a)) 2. Cartilla de Vacunación 		
<p>Agradeciendo de antemano su puntual atención, me es grato un afectuoso saludo.</p>		
<p>Atentamente El Salto Jalisco a 24 de Octubre del 2015.</p>		
<p>_____ Dr. Felipe Lozano Kasten Co- Director del Proyecto de Investigación</p>	<p>_____ Vo. Bo. Profa. Margarita Ortiz Directora del Plantel Educativo Escuela Primaria Urbana No. 457 "María Guadalupe Ortiz Uribe"</p>	

Figura 2. Figura xx Citatorio a los padres de familia para la aplicación del cuestionario de la Historia

- Citatorio a los padres de familia para la aplicación del cuestionario de la Historia Clínica Ambiental, en ubicación externa, en día inhábil.



			
Universidad de Guadalajara CUCS-CUCBA Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental			
C. Padres de Familia Alumno(a) de 5º. Grado Grupo "A" _____ Escuela Primaria Urbana No. 457 "María Guadalupe Ortiz Uribe" Presente			
<p>El que suscribe Dr. Felipe Lozano Kasten, Co-Director en el proyecto de investigación "Calidad del aire y su efecto en la función respiratoria de la población infantil de El Salto, Jalisco 2015-2016" perteneciente a la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental de la Universidad de Guadalajara, aprovecho el medio para enviarle un cordial saludo y hacerles una grata invitación para que el día sábado 10 de Octubre del año en curso a las __:__ hrs, asista usted al domicilio ubicado en Calle Gómez Farías No.337, (El Carril) esquina con Calle Plan de Agua Prieta Colonia Potrero Nuevo, El Salto, para que se le realice la historia clínica ambiental a su hijo(a), relacionada con su colaboración en el proyecto antes mencionado.</p> <p>Favor de entregar ese día a los médicos que le atenderán, la Carta de consentimiento informado ya firmada con sus datos y una copia simple de:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Certificado de Nacimiento(el documento que le entregaron en el hospital al nacer el niño(a)2. Cartilla de Vacunación <p>Agradeciendo de antemano su puntual atención, me es grato un afectuoso saludo.</p> <p style="text-align: center;">Atentamente El Salto Jalisco a 8 de Octubre del 2015.</p> <table border="0" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 50%;"><hr/>Dr. Felipe Lozano Kasten Co- Director del Proyecto de Investigación</td><td style="width: 50%;"><hr/>Vo. Bo. Profa. Margarita Ortiz Directora del Plantel Educativo Escuela Primaria Urbana No. 457 "María Guadalupe Ortiz Uribe"</td></tr></table> <p>Atención de dudas Biol. Graciela González Torres Al cel 3317355494</p>		<hr/> Dr. Felipe Lozano Kasten Co- Director del Proyecto de Investigación	<hr/> Vo. Bo. Profa. Margarita Ortiz Directora del Plantel Educativo Escuela Primaria Urbana No. 457 "María Guadalupe Ortiz Uribe"
<hr/> Dr. Felipe Lozano Kasten Co- Director del Proyecto de Investigación	<hr/> Vo. Bo. Profa. Margarita Ortiz Directora del Plantel Educativo Escuela Primaria Urbana No. 457 "María Guadalupe Ortiz Uribe"		

Figura 3. Figura xx Citatorio a los padres de familia en ubicación externa, en día inhábil.



	
Universidad de Guadalajara CUCS-CUCBA Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental	
C. Padres de Familia Alumno(a) de 5º. Grado Grupo _____ Escuela Primaria Urbana No. 457 "María Guadalupe Ortiz Uribe" Presente	
<p>El que suscribe Dr. Felipe Lozano Kasten, Co-Director en el proyecto de investigación "Calidad del aire y su efecto en salud infantil en El Salto, Jalisco 2015-2016" perteneciente a la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental de la Universidad de Guadalajara, aprovecho el medio para enviarle un cordial saludo y hacerles una atenta invitación para que el día sábado 21 de Mayo del año en curso a las 9:00 horas, asista usted con su hijo(a) al Plantel Escolar, para que de ahí se les traslade al consultorio del Dr. Jorge Rosas del Hospital Civil y se le realice a su hijo(a), la espirometría de confirmación para diagnóstico de enfermedad respiratoria relacionada con su colaboración en el proyecto antes mencionado.</p> <p>Favor de presentarse con sus hijos desayunados, porque solo se les ofrecerá un refrigerio.</p> <p>Agradeciendo de antemano su puntual atención.</p>	
Atentamente El Salto Jalisco a 17 Mayo del 2016	
_____ Dr. Felipe Lozano Kasten Co- Director del Proyecto de Investigación	_____ Vo. Bo. Profa. Margarita Ortiz Directora del Plantel Educativo Escuela Primaria Urbana No. 457 "María Guadalupe Ortiz Uribe"
Atención de dudas Biol. Graciela González Torres Al cel 3317355494	

Figura 4. Figura xx Formato de Citatorio para la aplicación de la espirometría

- Citatorio a los padres de familia para la recolección de muestra de orina.

 <p>Universidad de Guadalajara CUCS-CUCBA Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental</p>	 <p>MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL</p>
<p>C. Padres de Familia Alumno(a) de 6º. Grado Grupo "A" _____ Escuela Primaria Urbana No. 457 "María Guadalupe Ortiz Uribe" Presente</p>	
<p>El que suscribe Dr. Felipe Lozano Kasten, Co-Director en el proyecto de investigación "Calidad del aire y su efecto en salud infantil en la Cabecera Municipal de El Salto, Jalisco 2015-2016" perteneciente a la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental de la Universidad de Guadalajara, aprovecho el medio para enviarle un cordial saludo, y solicitarle una muestra de orina de su hijo(a), la primera de la mañana para el día jueves 15 de Septiembre del año en curso a las 08:00 hrs. Favor de entregarla al Maestro de grupo en el Plantel escolar para darle seguimiento al estudio relacionado con la salud infantil.</p> <p>Agradeciendo de antemano su puntual atención, me es grato un afectuoso saludo.</p>	
<p>Atentamente El Salto Jalisco a 14 de septiembre del 2016</p>	
<p>_____ Dr. Felipe Lozano Kasten Co- Director del Proyecto de Investigación</p> <p>Atención de dudas Biol. Graciela González Torres Al cel 3317355494</p>	<p>_____ Vo. Bo. Profa. Margarita Ortiz Directora del Plantel Educativo Escuela Primaria Urbana No. 457 "María Guadalupe Ortiz Uribe"</p>

Figura 5. Formato para la recolección de muestra de orina

- Formato de Consentimiento Informado



Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias CUCBA

Centro Universitario de Ciencias de la Salud CUCS

Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental



MAESTRÍA EN CIENCIAS
DE LA SALUD AMBIENTAL

FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR Y AUTORIZACIÓN DE USO DE DATOS PARA LA INVESTIGACIÓN

Adaptación Octubre 2015

FOLIO NÚMERO: _____

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Calidad del Aire y su Efecto en la Función Respiratoria de la Población Infantil de El Salto Jalisco, México 2015-2016

A. PROPÓSITO DEL ESTUDIO:

Se le está pidiendo que sea voluntario en un estudio de investigación. Este formato de consentimiento informado incluye información acerca de este estudio. El propósito de este estudio es examinar el estado de salud respiratoria de los niños(as) y las exposiciones microbiológicas y químicas ambientales. Se le está pidiendo que participe en este estudio porque su hijo(a), tiene entre 9 y 11 años y asiste a la Escuela Primaria Urbana No. 457 "María Guadalupe Ortiz Uribe" en la cabecera municipal de El Salto Jalisco, México.

B. PARTICIPACIÓN DE NIÑOS:

Estimamos que el siguiente número de sujetos se involucren en el estudio:

En la escuela: 86 niños y niñas:

La Investigación de Tesis de Maestría denominada "Calidad del Aire y su Efecto en la Función respiratoria de la Población Infantil de El Salto Jalisco, México 2015-2016", espera que la investigación esté disponible, así como apropiada, a todas las personas sin importar la raza, género, edad, o circunstancias económicas.

Su participación involucrará una hora de asistencia en el plantel educativo, en una ocasión en la fecha que se le requiera, el calendario programado Septiembre y Octubre del 2015, y de Enero a Junio del 2016.

C. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

Si usted desea participar en este estudio, su hijo(a) será pesado y medido, y usted contestará unas preguntas acerca del medio ambiente y el desarrollo de su hijo(a). También se le pedirá que informe sobre la actividad física del niño(a) y algunas preguntas con lo relacionado a su vivienda. A su hijo(a) se le aplicará una prueba de Espirometría y un análisis de orina, para los cual se deberá entregar una muestra única de orina. Los documentos que se requieren son: copia simple del certificado de nacimiento y de la cartilla de vacunación de su hijo(a). También pediremos copia del expediente médico del niño(a), en caso de tener alguna afección de salud.

D. FINANCIAMIENTO:

No hay ningún costo para usted por la participación en este estudio. Esta investigación está siendo patrocinada por la Universidad de Guadalajara, Dr. Javier García Velasco Dr. Felipe Lozano Kasten, Biol. Graciela González Torres y sus equipos de trabajo están siendo apoyados por esta Institución.

E. RIESGOS POTENCIALES E INCONFORMIDADES:

No existen riesgos potenciales o inconformidades esperados que resulten de la participación en el estudio.

F. BENEFICIOS POTENCIALES:

Nosotros le proporcionaremos un reporte del estado de salud respiratoria de su hijo(a) y la comparación de resultados en relación a su grupo de estudio. Se espera que el conocimiento obtenido será de beneficio para otros niños en el futuro.

G. ALTERNATIVAS PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO

Este no es un estudio relacionado al diagnóstico o tratamiento de una enfermedad o condición en los sujetos elegidos.

H. CONFIDENCIALIDAD:

Información privada acerca de su hijo(a), que lo(a) identifica, puede ser usada o compartida para los propósitos de este proyecto de investigación. Su información será usada y compartida en este estudio, y la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental (MCSA) del Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS) y del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, protegerán su privacidad y confidencialidad.

Confidencialidad de su información del estudio

El expediente de estudio incluye información que identifica y que se guarda en los archivos de investigación. Trataremos de mantener esta información confidencial. Si los datos de este estudio son publicados o presentados, primero eliminaremos la información que identifica a el niño(a) y su familia.

I: RETENCION DE SU INFORMACION EN EL ESTUDIO

Los resultados del estudio se guardarán en su archivo de investigación por al menos un año o hasta que el estudio haya concluido.

Si usted firma este formulario está dando su autorización para el uso y divulgación de su información de salud protegida. Usted tiene derecho de negarse a firmar este formulario. Si usted no firma este formulario no es participe en el programa de investigación, si se niega a firmar no afectará su atención de salud fuera del estudio.

Esta autorización no expirara a menos que se retire por escrito. Usted tiene derecho de retirar su autorización en cualquier momento.

Al firmar este formulario usted autoriza el uso y divulgación de la siguiente información para esta investigación:

- Su registro de investigación
- Observaciones clínicas y de investigación realizadas durante su participación en la investigación

Al firmar este formato usted autoriza a las siguientes personas y organizaciones para recibir información de salud de su hijo(a) protegida para fines relacionados con esta investigación:

- Cada sitio de investigación para este estudio, incluyendo este centro escolar y el personal de investigación
- Cualquier laboratorio y otros individuos u organizaciones que analice su información de salud y que estén vinculados a este estudio en acuerdo con el protocolo del estudio
- Los miembros y personal de la Universidad de Guadalajara afiliados a la Junta de Revisión Institucional
- Los miembros y personal de los Universidad de Guadalajara afiliados a la Junta de Privacidad
- Principal Investigador: Dr. Javier García Velasco, Dr. Felipe Lozano Kasten, Biol. Graciela González Torres
- Coordinador del estudio: Biol. Graciela González Torres
- Miembros del equipo de investigación
- Otros: Dr. Lozano y sus equipos de investigación en la Universidad de Guadalajara

Su decisión de si debe su hijo(a) o no participar en este estudio es completamente voluntaria (de su libre Albedrío). Si usted decide no participar en este estudio no afectará la atención escolar que recibe.

Se le informará de cualquier resultado nuevo, significativo desarrollado durante el curso de la

Investigación que pueden influir en su voluntad de continuar participando en la investigación. Su decisión en cuanto a si debe dar su consentimiento para el uso y divulgación de su información protegida de salud para este estudio es completamente voluntaria, sin embargo, si usted se niega a dar su consentimiento o si usted retira su consentimiento no podrá participar en el estudio.

J. RETIRO DEL ESTUDIO Y/O RETIRO DE CONSENTIMIENTO:

Si usted desea formar parte de este estudio, puede dejar de participar en cualquier momento sin sanción o pérdida de beneficios. Usted también puede retirar su autorización para usar o divulgar su información protegida de salud para el estudio.

Si usted decide retirar su consentimiento, le pedimos que se comunique con el Dr. Felipe Lozano y hacerle saber que usted se está retirando del estudio. Su dirección es Laboratorio de Chagas, Centro Universitario de Ciencias de la Salud Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. Recuerde que retirar su autorización sólo afecta el uso y el intercambio de información una vez que la petición por escrito ha sido recibida, y usted no podrá retirar su autorización para uso o divulgaciones que se han hecho con anterioridad o que debe seguir para completar el análisis o informe de datos de la investigación.

El investigador principal u otro miembro del equipo del estudio dialogarán con usted cualquier consideración involucrada en discontinuar su participación en el estudio. Se le dirá como retirarse del estudio y se le puede pedir que regrese para una última revisión.

K. PERMISO PARA CONTACTARLO EN INVESTIGACIONES FUTURAS:

Yo autorizo al investigador principal y sus co-investigadores en contactarme acerca de futuras investigaciones sobre la salud infantil dentro de la Maestría de Ciencias de la Salud Ambiental del CUCS y CUCBA de la Universidad de Guadalajara, siempre que la investigación futura este aprobada por el expediente “Calidad del Aire y su Posible Efecto en la Salud Infantil en El Salto Jalisco, México 2015-2016” original y que el investigador principal y co-investigador están afiliados con el protocolo de investigación.

Estoy de acuerdo en ser contactado por el investigador principal o co-investigadores del estudio de investigación titulado: “Calidad del Aire y su Efecto en la Función respiratoria de la Población Infantil de El Salto Jalisco, México 2015-2016”,

Yo **no deseo** ser contactado por el investigador principal o co-investigador del estudio de investigación titulado: “Calidad del Aire y su Efecto en la Función respiratoria de la Población Infantil de El Salto Jalisco, México 2015-2016”,

Firma del Padre, Madre o Tutor

Fecha

Su permiso para que podamos comunicarnos con usted acerca de futuras investigaciones sería muy apreciada, pero es completamente voluntaria. Si decide no permitir que nos comuniquemos con usted, no va a afectar la atención escolar de su hijo por favor, comprenda que dar su permiso para hacer esto es sólo con el propósito de ayudarnos a identificar a los sujetos que pueden calificar para uno de nuestros estudios de investigación futuros. Esto no significa que su hijo debe participar en ningún estudio.

L. PERSONA(S) DE CONTACTO:

Por favor contacte al investigador principal Dr. Javier García Velasco al 3314172390, al Dr. Felipe Lozano Kasten al 33 10 54 660 o a Biol. Graciela González Torres al 33173554594

M. ACUERDO PARA PARTICIPAR Y AUTORIZACIÓN PARA EL USO O DIVULGACIÓN DE SU INFORMACIÓN DE SALUD PROTEGIDA:

Parte del proceso de consentimiento incluye la autorización para el uso de información de salud protegida para los fines de este estudio, como se ha descrito anteriormente. Si no desea autorizar el uso de esta información, usted no debe aceptar participar en este estudio.

He leído este formato de consentimiento

Acepto participar voluntariamente en este programa de investigación en:

Maestría de Ciencias de la Salud Ambiental del Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS) y del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, México

Entiendo que tengo derecho y se me entregará una copia firmada de este formulario de consentimiento/autorización.

Al firmar este formulario de consentimiento/autorización, doy mi autorización para el uso y divulgación de mi información de salud protegida como se describe anteriormente.

_____ / _____ / _____

Nombre impreso del Padre, Madre o Tutor Fecha Firma

Datos de Contacto:

Domicilio _____

Colonia: _____

Municipio: _____

Teléfono o celular _____

_____ / _____ / _____

Nombre impreso de la persona que obtiene el consentimiento Fecha Firma

Figura 6. Formato de Consentimiento informado

- Formato de la Historia Clínica Ambiental



Universidad de Guadalajara
CUCS-CUCBA
Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:
Calidad del Aire y su Efecto en la Función Respiratoria de la Población Infantil en El Salto
Jalisco, México 2015-2016

FORMATO DE HISTORIA CLÍNICA AMBIENTAL

DATOS DEL PADRE O TUTOR

TELÉFONO DE CONTACTO: |_|_|_|_|_|_|_|_|

CORREO ELECTRONICO:

MADRE:

PADRE:

LOCALIDAD: Cabecera Municipal El Salto

DOMICILIO:

COLONIA:

CRUZA CON:

DATOS PERSONALES SOBRE EL ESCOLAR

NOMBRE xxxxxxxx

GENERO: 1. FEM 2. MASC

EDAD: 10 - noviembre

GRADO DE ESCOLARIDAD: 5º. GRADO PRIMARIA

AÑOS DE RESIDENCIA EN LOCALIDAD:

1. 1 - 3

2. 4 - 6

3. 6 O MAS

CENTRO DE SALUD AL QUE ACUDE REGULARMENTE:

TIPO DE SEGURIDAD SOCIAL:

1. IMSS

2. ISSSTE

3. SEGURO POPULAR

4. OTROS particular

5. Ninguno

ANTECEDENTES FAMILIARES:

PADRE

EDAD: 27

ESCOLARIDAD:

1. PRIMARIA
2. SECUNDARIA
3. PREPARATORIA O TECNICA
4. LICENCIATURA
5. POSGRADO

PROFESIÓN U OFICIO: no vive con ellos

ANTECEDENTES NO PATOLOGICOS

ADICCIONES: 1. TABAQUISMO 2 ALCOHOL 3. DROGAS 4.NINGUNA

MADRE:

EDAD: 30

ESCOLARIDAD:

1. PRIMARIA
2. SECUNDARIA
3. PREPARATORIA O TECNICA
4. LICENCIATURA
5. POSGRADO

PROFESIÓN U OFICIO: secretaria del gobierno

ANTECEDENTES NO PATOLOGICOS

ADICCIONES: 1. TABAQUISMO 2 ALCOHOL 3. DROGAS

HERMANOS

EDAD	TABAQUISMO	ALCOHOLISMO	ENFERMEDADES	ALERGIAS
1 de 7 años				

ANTECEDENTES PRENATALES

Producto de que número de gestación: 1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5

Complicaciones durante el embarazo: 1. SI 2. NO

Tomo algún medicamento o vitaminas: 1. SI 2. NO

Hubo sufrimiento fetal: 1. SI 2. NO (oligohidramnios)

Semanas de gestación: 35

Parto: 1. Vaginal 2. Cesárea

Motivos de cesárea: presentación de nalgas

Lloro al nacer: 1. SI 2. NO

Cual fue la calificación de Apgar: 8-9 Silverman

Peso al nacer 2.250 kg. Talla: 46 cm. Perímetro cefálico: cm.

Complicaciones neonatales: 1. SI 2. NO

1. Ameritó maniobras de reanimación especiales tales como:
2. Oxígeno
3. Ventilación asistida con ambú
4. Intubación
5. Medicamentos

Se dio de alta junto con la madre: 1. SI 2. NO

DESARROLLO

Alimentación:

¿Le dio algo de "pecho" a su hijo/a? 1. **Si** 2. No

¿Durante cuánto tiempo alimentó a su hijo con lactancia materna de forma exclusiva? **13 meses**

¿Durante cuánto tiempo continuó amamantando a su hijo al pecho una vez introducidos otros alimentos (no contamos agua de bebida)? **0 meses**

Introducción de la alimentación con fórmula Indicar si dio biberón y fecha. Ninguna

TIPO /MARCA	MOTIVO	MES Y DÍA DE CAMBIO

¿Ha presentado el niño algún tipo de reacción con algún alimento ó leche?

1. Si 2. **No**

¿Qué tipo de reacción?: _____
(ampliar si fuera necesario con caracterización dietética)

ANTECEDENTES PERSONALES PATOLOGICOS

Enfermedades que padeció en la actualidad, incluyendo las neonatales, si son exantemáticas, mencionar cuales y si hubo o no complicaciones, si ha tenido internamiento o intervienes quirúrgicas, convulsiones febriles, hemotransfusiones, alergias a alimentos o medicamentos

¿El (la) niño(a) tiene antecedentes de haber presentado dermatitis atópica (enrojecimiento con resequedad de la piel) u otro tipo de alergia en la piel?

¿El (la) niño(a), alguna vez recibió inyecciones, gotas nasales, tomas y/o parches (vacunas) para la alergia?

*¿Algún miembro de la familia (padre, madre, hermanos, primos, abuelos, tíos) tiene antecedentes de alergias, asma, bronquitis, bronquiolitis, ronchas o enrojecimientos con resequedad de la piel (dermatitis atópica), rinitis alérgica o alguna otra enfermedad respiratoria? **Si***

SÍNTOMAS RESPIRATORIOS

TOS

	1.SI	2.NO
¿El (la) niño(a) tiene tos aun sin que esté resfriado (catarro)?		2
Cuando el (la) niño(a) está resfriado (catarro), ¿tiene tos?	1	
¿El (la) niño(a) se despierta por tos?		2
¿Por cuántos años el (la) niño(a) ha tosido? Número de años		2
¿El (la) niño(a) tose al despertar en las mañanas de invierno?		2

CONGESTIÓN Y/ O EXPECTORACIÓN

	1.SI	2.NO
¿El (la) niño(a) se escucha congestionado o saca flemas del pecho o del pulmón cuando está resfriado (con catarro)?	1	
¿El (la) niño(a) se escucha congestionado del pecho o saca flemas, gargajos, gallos del pulmón o pecho sin que esté resfriado (con catarro)?		2
<i>Si contestó «Sí» a cualquiera de las dos preguntas anteriores, siga contestando las siguientes preguntas, SI NO ES ASÍ, pase a la preguntas en el apartado de sibilancias.</i>		
¿Hay meses en los que el (la) niño(a) presenta flemas, gallos, gargajos la mayoría de los días o casi todos los días?		2
¿El (la) niño(a) se escucha congestionado o saca flemas, gallos, gargajos o moco		2

desde su pecho o pulmón casi todos los días (4 o más días por semana) hasta por 3 meses en un año?		
¿El (la) niño(a) tiene congestión de pecho, o saca flemas que duran una semana o más cada año?		2
¿Cuántas veces al año, el (la) niño(a) padece gripe o resfriados?	3	
¿El (la) niño(a) saca flemas, gargajos, gallos al levantarse en las mañana de invierno?		2

SIBILANCIAS

	1. SI	2.NO
A. El pecho del(a) niño(a), alguna vez, silba o suena como chiflido cuando tiene un resfriado		2
B.El pecho del(a) niño(a), alguna vez, silba o suena como chiflido aun sin presentar resfriado		2
C.El pecho del(a) niño(a), alguna vez, silba o suena como chiflido la mayoría de los días o de las noches		2
<i>Si Usted contestó «Sí» a la respuesta B y/o C, conteste el inciso D, E y F.</i>		
D. ¿A qué edad le inició a silbar o chiflar el pecho al(a) niño(a)	<i>No aplica</i>	
E. ¿Por cuántos años, hasta la fecha?	<i>No aplica</i>	
F. Actualmente, ¿le silba o chifla el pecho al(a) niño(a)?	<i>no</i>	
¿El (la) niño(a) ha tenido un ataque (crisis) de sibilancias, silbidos del pecho, que le ha causado dificultad para respirar, hablar, opresión en el pecho o que se le hundan las costillas?		2
¿El (la) niño(a) ha tenido ataques o crisis de sibilancias, silbidos después de que él (ella) ha estado jugando o a haciendo ejercicio?		2
El (la) niño(a) ha tenido ataques o crisis de sibilancias, silbidos, después de que él (ella) se ha reído?		2

DISNEA / FALTA DE AIRE

	1.SI	2.NO
¿La maestra o el (la) niño(a) le han referido que ha presentado problemas al respirar, falta de aire aún sin estar resfriado?		2
¿La maestra o el (la) niño(a) le han referido que ha tenido falta de aliento o de aire, al caminar por terreno plano?		2
La maestra o el (la) niño(a) le comentan que la falta de aire del (la) niño(a) es tan FUERTE que no lo deja:		
Salir a jugar		2
Practicar deportes		2
Comer		2

EXPLORACIÓN FÍSICA

PESO ACTUAL ___ 38 kg___

PESO IDEAL ___

TALLA 1.20 cm FC _____ FR _____ TEMP. _____ T.A. ____/____

CLASIFICACIÓN DEL ASMA SEGÚN GPC CENETEC

CLASIFICACIÓN DE ASMA POR GRAVEDAD

**Basado en las Guías de práctica clínica, diagnóstico y manejo del asma en menores de 18 años de edad en el primer y segundo nivel de atención, México; secretaria de salud; 03/octubre/2013.*

Nivel	Síntomas	Síntomas Nocturnos	FEM / VEF1
NIVEL4 <i>Persistente grave</i>	<i>Continuos, exacerbaciones frecuentes Act. Físicas limitadas Recaídas frecuentes</i>	<i>Síntomas diarios de asma nocturna</i>	<i>FEV O PEF < 60% del predicho Variabilidad >30%</i>
NIVEL 3 <i>Asma Persistente Moderada</i>	<i>-Todos los días. -Uso diario de beta-2 agonistas de acción corta inhalados. -Actividades limitadas -Exacerbaciones >2/sem</i>	<i>> de 1 vez a la semana</i>	<i>FEV O PEF >60% al <80% del valor predicho. Variabilidad >30%</i>
NIVEL2 <i>Asma Persistente Leve</i>	<i>-más 1 vez a la semana, pero menos de una vez al día -Exacerbaciones pueden afectar la actividad y el sueño</i>	<i>> de 2 veces al mes</i>	<i>FEV O PEF >80% del predicho variabilidad <20% a 30%</i>
NIVEL 1 <i>Asma Intermitente</i>	<i>- Síntomas menos de una vez por semana -Exacerbaciones de corta duración.</i>	<i>No más de dos veces al mes.</i>	<i>FEM normal entre ataques. FEV O PEF >80% del predicho Variabilidad EN EL PEF O FEV <20%</i>

¿Cuál cree usted que es la causa, de la enfermedad de su hijo?

Madre: _____

Padre: _____

¿Ha requerido hospitalización por complicación de cuadro?

1 sí

2 no

¿Conoce los diagnósticos de la enfermedad?

1 sí

2 no

3 no aplica

¿Quién es el principal cuidador del niño?

- 1 MADRE
- 2 PADRE
- 3 AMBOS
- 4 ABUELOS
- 5 OTROS ESPECIFICAR:.....

¿Los síntomas empeoran en la escuela? 1. SI 2. NO

¿Acude su hijo/a otra casa para que lo cuiden

- 1 No
- 1 Sí, media jornada
- 2 Sí, todo el día

Dirección: calle _____ nº _____ CP _____

¿Cuántos meses tenía su hijo cuando acudió a esta casa por primera vez? |_3_|_6_| meses

¿Tiene en su casa alguna persona contratada para realizar las tareas domésticas?

- 1 sí
- 2 No

¿Con qué frecuencia acude esta persona? |__|_| horas/semana

AMBIENTE CONSTRUIDO

	Si Sí, especificar situación actual	
Frecuencia pasan coches por la calle donde se encuentra su casa?	1. Continuamente 2. Con bastante frecuencia 3. Poco 4. Practicamente nunca	
Frecuencia pasan vehículos pesados (<i>por ej. camiones/autobuses</i>) por la calle donde se encuentra su casa (<i>a excepción del servicio de recogida de residuos y el tranvía</i>)?	1. Continuamente 2. Con bastante frecuencia 3. Poco 4. Practicamente nunca	
8. Distancia de su vivienda a una calle en la que el tráfico pasa continuamente:	2 cuadras (aprox. 50 metros) metros	

Si en la anterior ha contestado que la distancia es menor de 50 metros

¿Su piso /casa tiene al menos una ventana que dé a una calle en la que el tráfico pasa continuamente?

- 1 Sí
- 2 NO

Hasta qué punto le molesta la contaminación atmosférica del exterior de su vivienda si deja la ventana abierta (Nos referimos a gases, humos, polvo etc procedente del tráfico, la industria etc.)?

Molestia insoportable 10 a 8 puntos, Molesta de 7 a 5 puntos, Poca molestia de 4 a 1, Ninguna 0

5 puntos.

¿Ha realizado obras o ha pintado en su domicilio en los meses previos al inicio de los síntomas? Especifique en caso afirmativo. Fecha y relación con la aparición de los síntomas.

1 **sí, obras** fecha: septiembre 2015 _____
 2 **Sí, pintado** fecha: _____
 3 Sí, ambas cosas fecha: _____
 4 No

→ N° de habitaciones en las que se ha realizado obras o pintura (contando cocina y baño(s)): 1 |__|__|

¿Tiene o ha tenido animales en el domicilio desde que nació el niño?

- 1 sí (completar la tabla)
2 **No**

(indicar con una cruz aquellos meses en los que tuvo el animal y si durmió con él también la frecuencia)

Animal	Nº de animales	Años de vida del niño que los ha tenido en su casa											Frecuencia a noches al mes		
		0 = No tiene animales													
		1 = Tiene animales y No duermen con el niño													
2 = Tiene animales y duermen con el niño															
		1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	de 1 a 7	> 7
Perros	1													de 1 a 7	> 7
Gatos														de 1 a 7	> 7
Pájaros														de 1 a 7	> 7
Otros (indicar)..... ..														de 1 a 7	> 7
Otros (indicar)..... ..														de 1 a 7	> 7

¿El niño duerme actualmente solo?: 1. Si 2. **No**

¿A partir de qué mes duerme solo/a? |__|__|

¿el niño actualmente duerme con otras personas? 1. **Si** 2. No

Número de personas que duermen en la misma habitación que el niño/a (sin contarlo a él/ella) **1**

¿Qué tipo de colchón ha utilizado a lo largo del año en la cama/cuna de su hijo? (no son excluyentes)

- lana espuma muelles látex
 Otros (indicar):.....

¿Cuántos años tiene el colchón actual del niño? **1 año** | | años

¿Ha utilizado almohada a lo largo del año en la cama/cuna de su hijo?

- 1 Si**
 2 sí, pero solo unos meses (indicar edad (en meses) del niño)
 de.....a.....(mes del niño)
 3 no

¿de qué tipo es la almohada? (no son excluyentes)

- lana espuma látex plumas
 Otros (indicar):.....
 Ns/nc

¿Han cambiado o remodelado la habitación desde el mes previo de comenzar con los síntomas? (no son excluyentes):

- Hemos empapelado las paredes pintado barnizado
 Otros (especificar).....
 No

¿Utiliza en la habitación del niño humidificadores?

- 1 si, de forma habitual
 2 sí, cuando padece problemas respiratorios
3 No

¿de qué tipo?

1. ...Sólo vapor
 2. ...Con esencia

COCINA

¿Tiene extractor encima de la cocina? **1 Sí** 2 NO

Al cocinar ¿usa el extractor? 1 **siempre** 2 a veces 3 nunca

Tipo de cocina:

- 1 Gas natural**
 2 Eléctrica
 3 Carbón , madera
 4 Otro:.....

-CALENTADOR AGUA

¿Cuál de los siguientes combustibles usa para calentar el agua?

	1.Sí	2.No	Ubicación aparato (indicar):.....	Existe ventilación (rejilla, ...etc)	
				1. Sí	2.No
a. Gas (boiler)	si		Patio	1	
b. Eléctrica					
c. Carbón o madera					
d. otros:					

EXTERIOR DE LA CASA

Su casa, ¿tiene jardín, huerto o corral con plantas?

- 1 **sí**
- 2 no

Indicar superficie actual del jardín **medio salón**

¿Fumiga las plantas con insecticidas u otros productos plaguicidas?

- 1 **sí**
- 2 no

¿Con qué frecuencia fumiga?

- 1 todos los meses
- 2 cada 2-3 meses
- 3 **3 veces al año**
- 4 ocasionalmente

¿Está el niño en el jardín o corral cuando fumigan?

- 1 siempre
- 2 a veces
- 3 **nunca**

¿Cuánto se tarda en fumigar su jardín o corral?: 1 hora

¿Guarda productos plaguicidas (*insecticidas, herbicidas, etc.*)

En la casa (*interior y exterior*)

- 1 SI
- 2 **No**

¿Dónde los guarda?

- 1. En el patio
- 2..garaje/trastero
- 3..**exterior**
- 4.. Otro: _____

¿recuerda los nombres comerciales de los productos que utiliza más frecuentemente **No recuerda**

ACTIVIDAD AGRICOLA

SI NO

Sí, especificar distancia actual

Distancia de su casa a un lugar con invernaderos para cultivos agrícolas

- 1 Lejos (>200metros)
- 2 Medio (100-200m)
- 3 Cerca (50-100m)
- 4 Muy cerca (<50m)

Distancia de su casa a una zona con actividad agrícola (campos cultivados) 1

- 1 Lejos (>200metros)
- 2 Medio (100-200m)
- 3 Cerca (50-100m)
- 4 Muy cerca (<50m)

Distancia de su casa al Río Santiago|_|_|_| metros

Distancia de su casa al vertedero "Los Laureles"|_|_|_| metros

Distancia de su casa cerca de una zona con alguna actividad industrial |_|_|_| metros

¿Polígono o zona industrial? Indicar nombre:.....

¿Otro tipo de actividad industrial? (Garaje, taller, fábrica?,...) Indicar tipo de actividad y distancia:

HISTORIAL LABORAL MADRE

¿CUÁL ES SU SITUACIÓN LABORAL ACTUAL?

- 1. Trabajadora
- 2. Desempleada
- 3. Estudiante
- 4. Baja laboral () por:
- 5. Ama de casa
- 6. Otras (especificar):

En relación con su trabajo actual y/o trabajos anteriores realizados desde el embarazo del niño,

podría indicarnos: secretaria del gobierno

Periodo de contrato: indefinido

Tiempo trabajado en la empresa 4 años

Fecha de entrada 2010 fecha de salida _____

Actividad de la empresa: gobierno ¿a qué se dedica la empresa?

Puesto de trabajo: secretaria

Tareas: labores de secretariado

¿hay posibilidad de que pueda arrastrar trazas de sustancias químicas de su trabajo

A casa en la ropa o los zapatos?

1 Sí

2 No

Si la respuesta es Sí, podría explicar como sucede?

HISTORIAL LABORAL PADRE

¿Cuál es la situación laboral actual del padre?

- 1. Trabajador
- 2. Desempleado
- 3. Estudiante
- 4. Baja laboral () por: _____
- 5. Otras (especificar) _____ Se desconoce, no vive en el mismo domicilio

En relación con el trabajo actual y/o trabajos anteriores realizados por el padre podría indicarnos

Periodo de contrato: _____

Tiempo trabajado en la empresa

Fecha de entrada _____ fecha de salida _____

Actividad de la empresa:

Puesto de trabajo:

Tareas:

Exposiciones:

¿Hay posibilidad de que pueda arrastrar trazas de sustancias químicas de su trabajo a casa en la ropa o los zapatos?

1. Si

2. No

Si la respuesta es Sí, podría explicar cómo sucede?

CONSUMO DE TABACO

	Madre	Padre
¿Ha fumado a lo largo de su vida? 1 Sí 2 No	2	2

Fumaba aproximadamente..... (nº de cigarrillos /semana)		
En el año previo al embarazo fumó?		
Cuanto por semana (nº de cigarrillos /semana?)		
¿Cuál de las siguientes formas describe mejor su consumo de tabaco desde que convive con su hijo? 1.Fuma diariamente 2.Fuma pero no diariamente 3.No fuma aunque antes fumaba diariamente 4.No fuma aunque antes fumaba pero no diariamente ¿Fuma en casa? 1 Sí 2 No		
¿Desde el diagnóstico de su hijo fuma? 1 Sí 2 No		
¿Cuál de las siguientes formas describe mejor su consumo de tabaco actual? 1.Fuma diariamente 2.Fuma pero no diariamente 3.No fuma aunque antes fumaba diariamente 4.No fuma aunque antes fumaba pero no diariamente		
7. ¿Fumó durante el embarazo de su hijo? 1 Sí 2 NO 7.a Número de cigarrillos habituales: _ _ _ cig/semana 7. b ¿Cambió el consumo de tabaco debido al embarazo de su hijo? 1 Sí 2 No 7. c1 ¿Cuándo cambió? 1 Antes de quedar embarazada 2 Durante el embarazo. Indique el mes de embarazo en el que cambió: _ _ 7. c2 ¿Cuánto fumaba antes de ese mes? _ _ _ cig/semana 6. d ¿A qué edad dejó de fumar? _ _ años		

<p>7. e ¿Dejó de fumar por el embarazo?</p> <p>1 Sí</p> <p>2 No</p> <p>7.e1 ¿Cuándo deje de fumar?</p> <p>1 Antes de quedar embarazada</p> <p>2 Cuando me enteré que estaba embarazada. Primera falta.</p> <p>3 Durante el embarazo. Indique el mes de embarazo en el que dejó de fumar: _ </p> <p>7.e2 ¿Cuánto fumaba habitualmente hasta entonces? _ _ _ cig/semana</p>																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Pareja</td> <td style="width: 40%;">Otro (1). Parentesco</td> </tr> <tr> <td>a. ¿Cuántos cigarrillos en total a la semana?</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>b. ¿Cuántos cigarrillos en casa a la semana?</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>c. ¿Cambió el consumo durante el embarazo?</td> <td style="text-align: center;">Sí No</td> <td style="text-align: center;">Sí No Sí</td> </tr> <tr> <td>d. ¿Cuándo cambió? (meses)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>e. ¿Cuánto fumaba antes?</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9. ¿A qué nivel de humo de tabaco está expuesta en su trabajo?</td> <td></td> <td style="text-align: center;">Madre</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Preconcepcional embarazo</td> </tr> <tr> <td> <p>1 Mucho</p> <p>2 Bastante</p> <p>3 Poco</p> <p>4 Nada</p> <p>5 No trabaja</p> </td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Pareja	Otro (1). Parentesco	a. ¿Cuántos cigarrillos en total a la semana?			b. ¿Cuántos cigarrillos en casa a la semana?			c. ¿Cambió el consumo durante el embarazo?	Sí No	Sí No Sí	d. ¿Cuándo cambió? (meses)			e. ¿Cuánto fumaba antes?			9. ¿A qué nivel de humo de tabaco está expuesta en su trabajo?		Madre			Preconcepcional embarazo	<p>1 Mucho</p> <p>2 Bastante</p> <p>3 Poco</p> <p>4 Nada</p> <p>5 No trabaja</p>				
	Pareja	Otro (1). Parentesco																											
a. ¿Cuántos cigarrillos en total a la semana?																													
b. ¿Cuántos cigarrillos en casa a la semana?																													
c. ¿Cambió el consumo durante el embarazo?	Sí No	Sí No Sí																											
d. ¿Cuándo cambió? (meses)																													
e. ¿Cuánto fumaba antes?																													
9. ¿A qué nivel de humo de tabaco está expuesta en su trabajo?		Madre																											
		Preconcepcional embarazo																											
<p>1 Mucho</p> <p>2 Bastante</p> <p>3 Poco</p> <p>4 Nada</p> <p>5 No trabaja</p>																													
<p>Observaciones</p> <p>Niña diagnosticada con "alergia" secundaria a marmolería que pusieron a un lado de su casa, la cual tiene aproximadamente 1 años, acude a IMSS en donde le fueron aplicadas vacunas para identificar factores alérgicos. El padre refiere acudió al H. Ayuntamiento para que le resolvieran el problema, pues la marmolería no tiene las suficientes medidas de seguridad. Sin extractores, ni muros anti-ruido, alturas de techo adecuadas.</p> <p>DOCUMENTOS Y EXAMENES (Favor de marcar si está completo)</p> <p>1. Carta de Consentimiento informado</p> <p>2. Certificado de Nacimiento del Niño(a)</p> <p>3. Cartilla de Vacunación</p> <p>4. Aplicación de Espirometría</p> <p>5. Entrega de muestra de orina</p>																													

Figura 7. Formato de la Historia Clínica Ambiental

Resultados de los análisis de 25 muestras de polvo atmosférico por deposición en polvo urbano en la zona de estudio

- Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS del área de la 25 muestras 25 analizadas

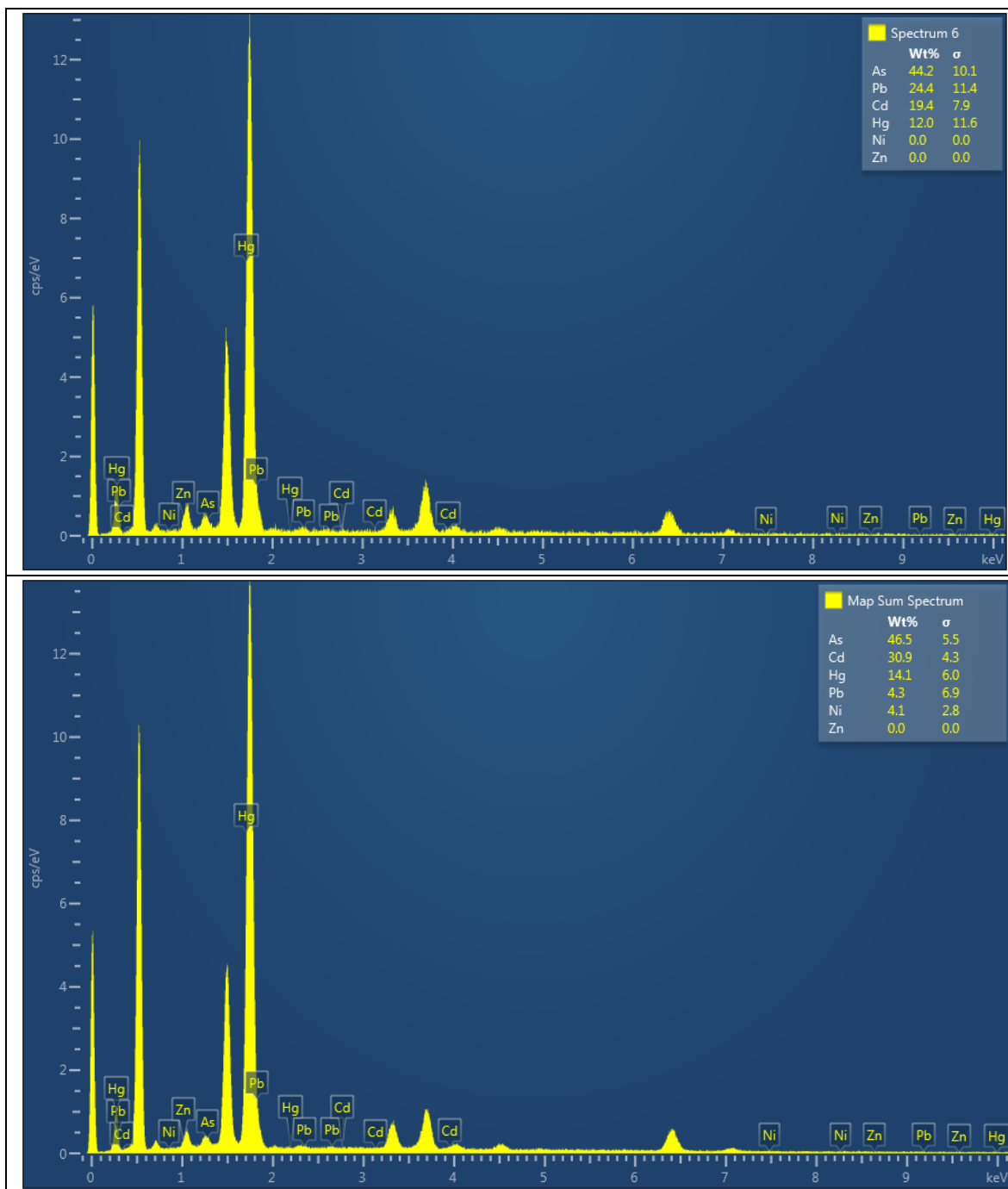


Figura 8. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestra 1 y 2.

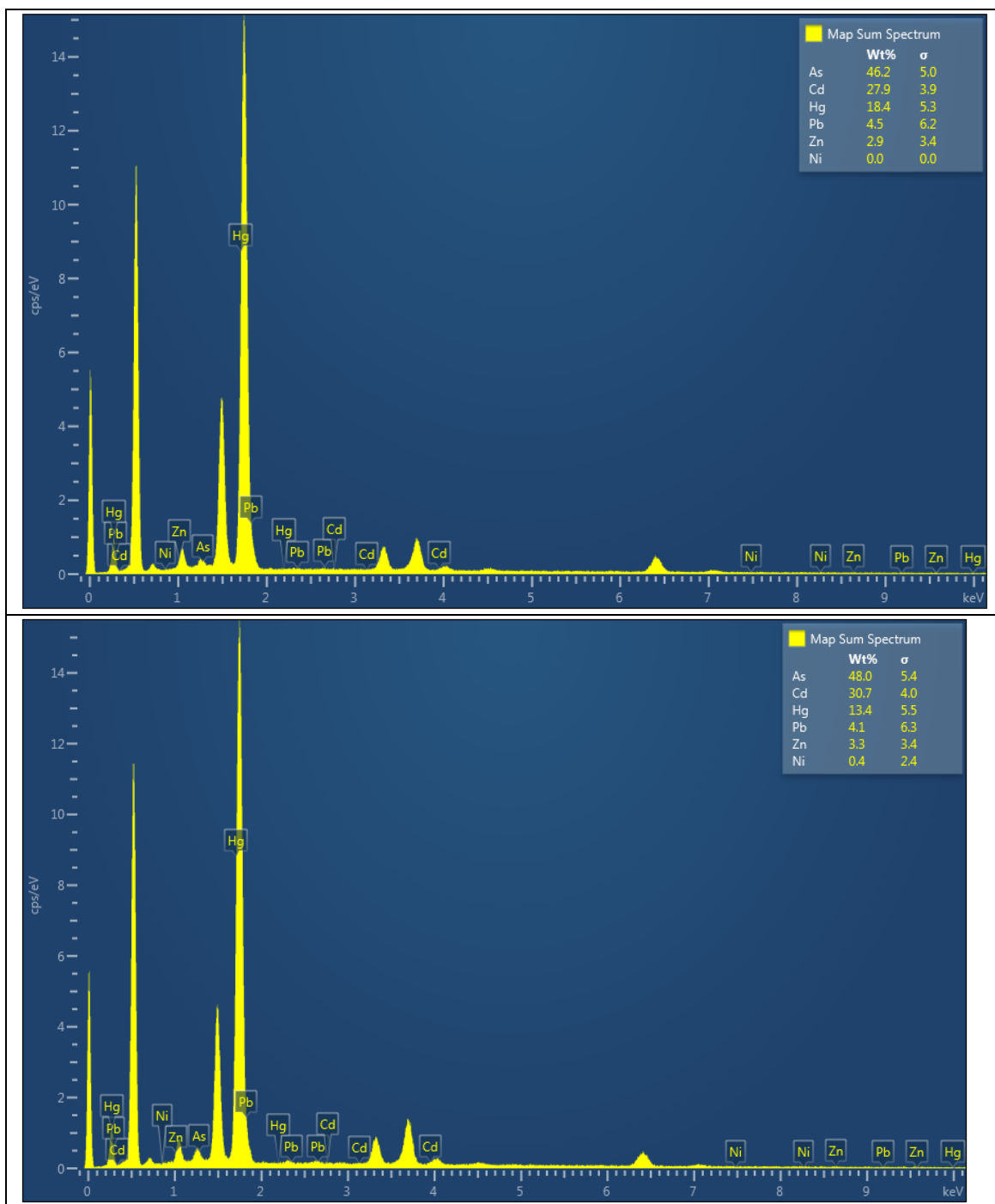


Figura 9. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestras 3 y 4.

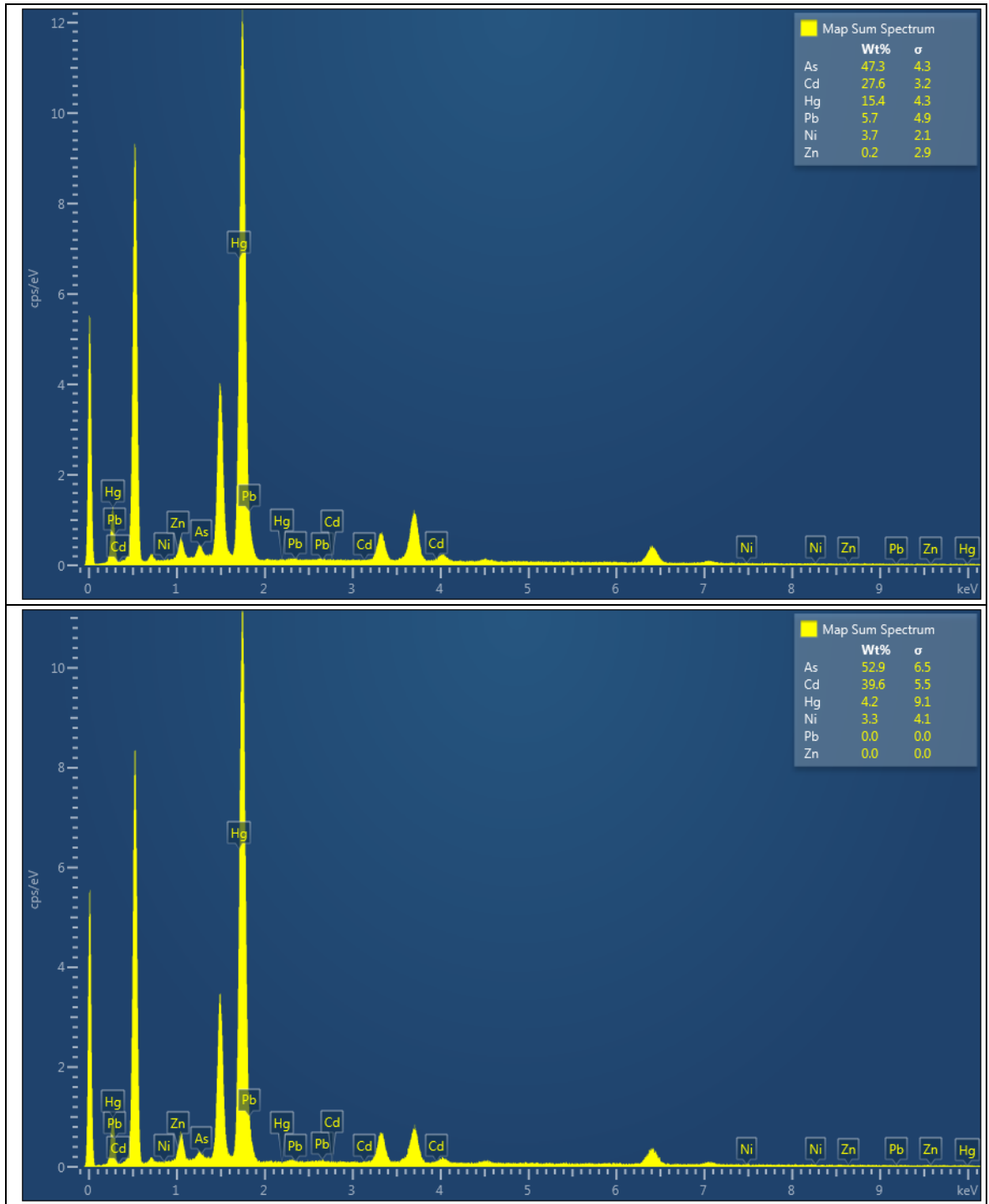


Figura 10. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestras 5 y 6.

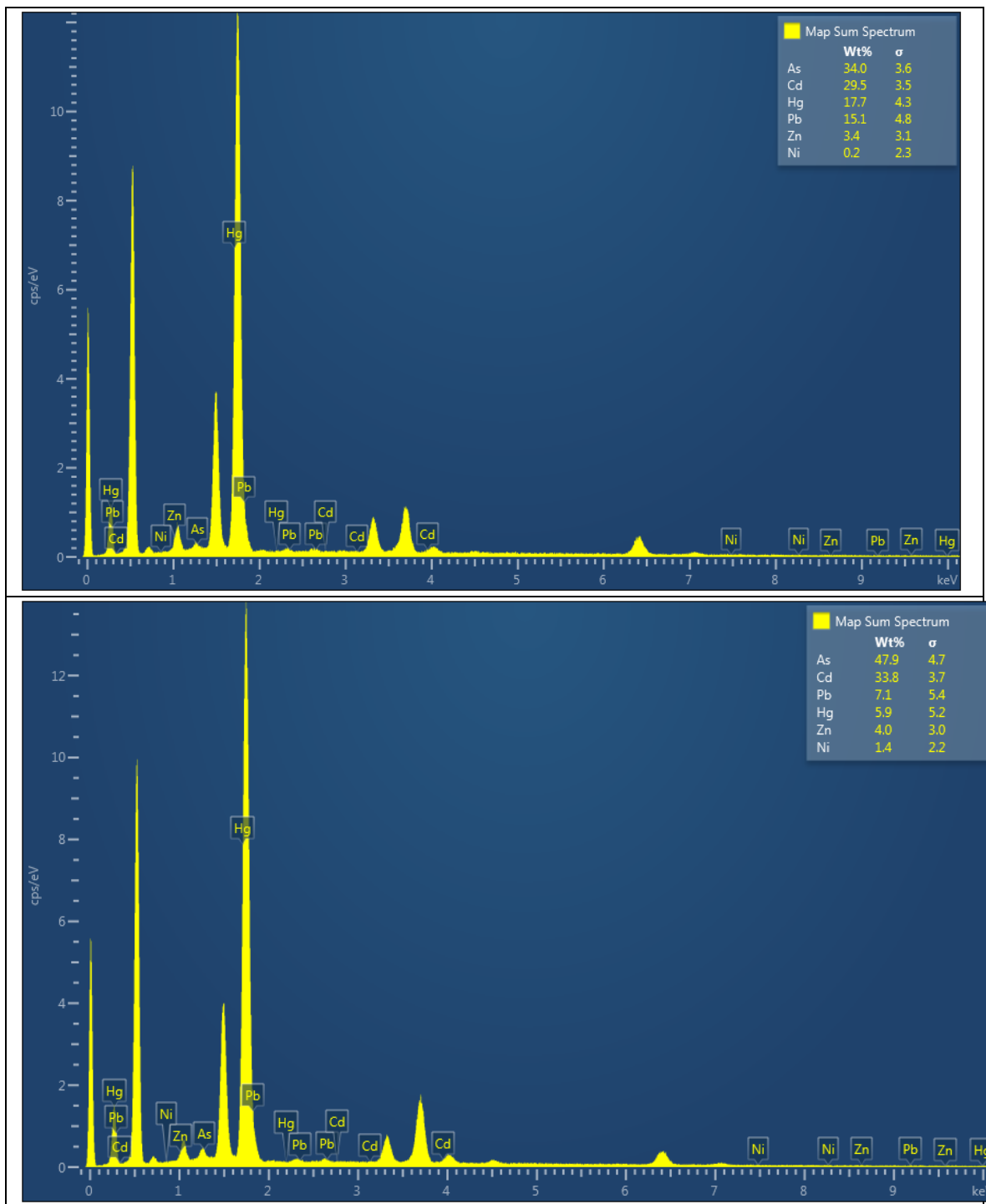


Figura 11. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestras 7 y 8.

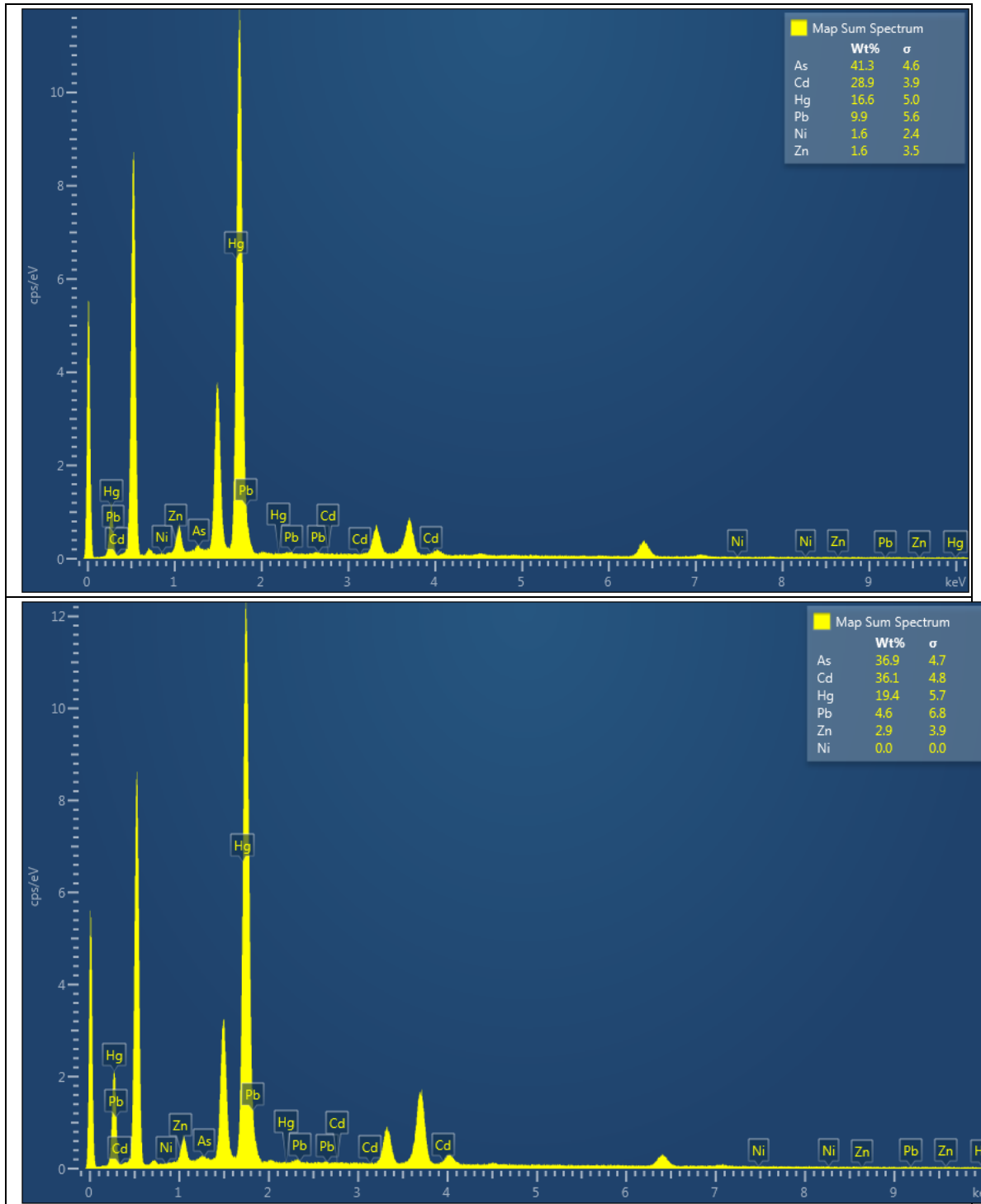


Figura 12. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestras 9 y 10.

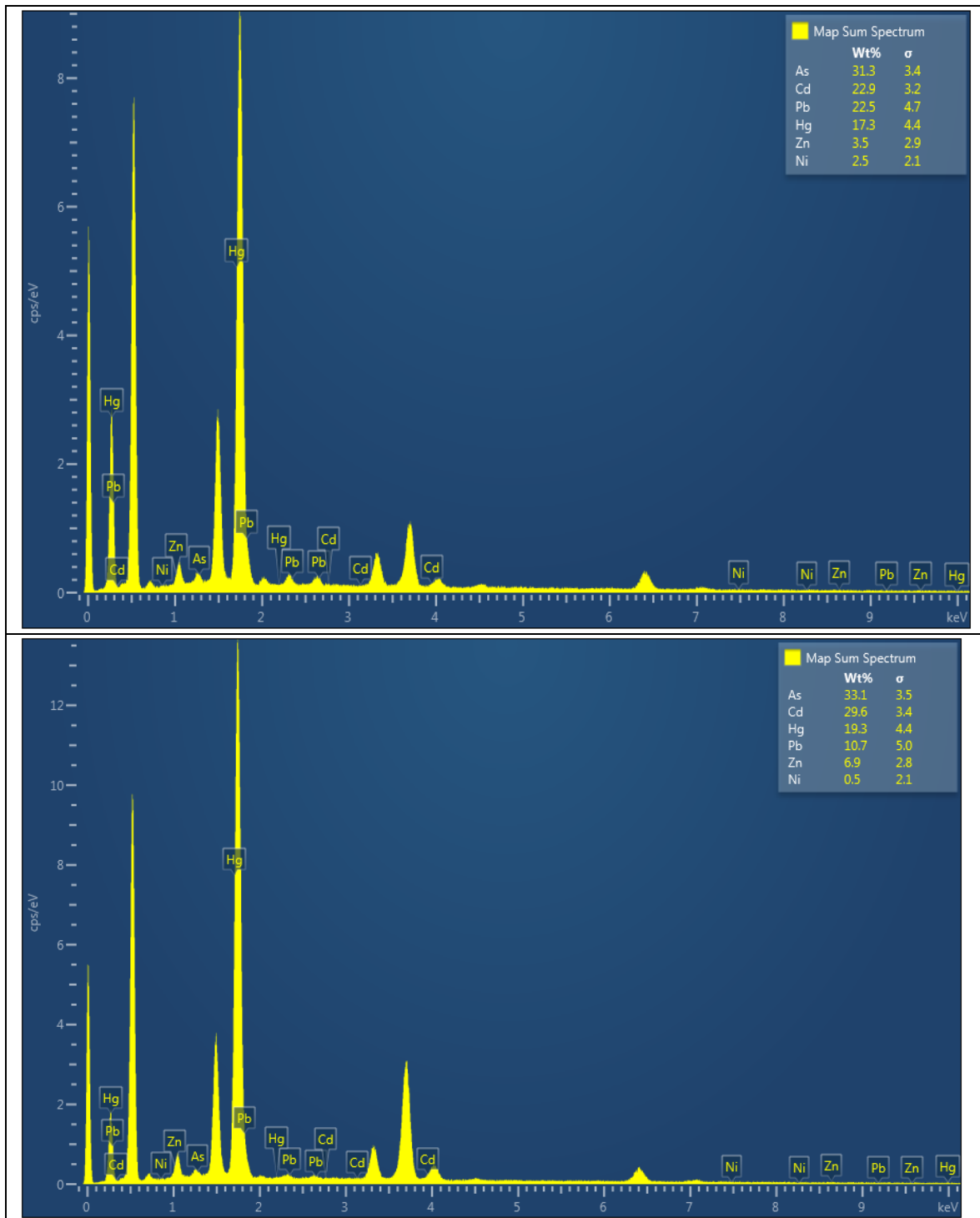


Figura 13. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestras 11 y 12.

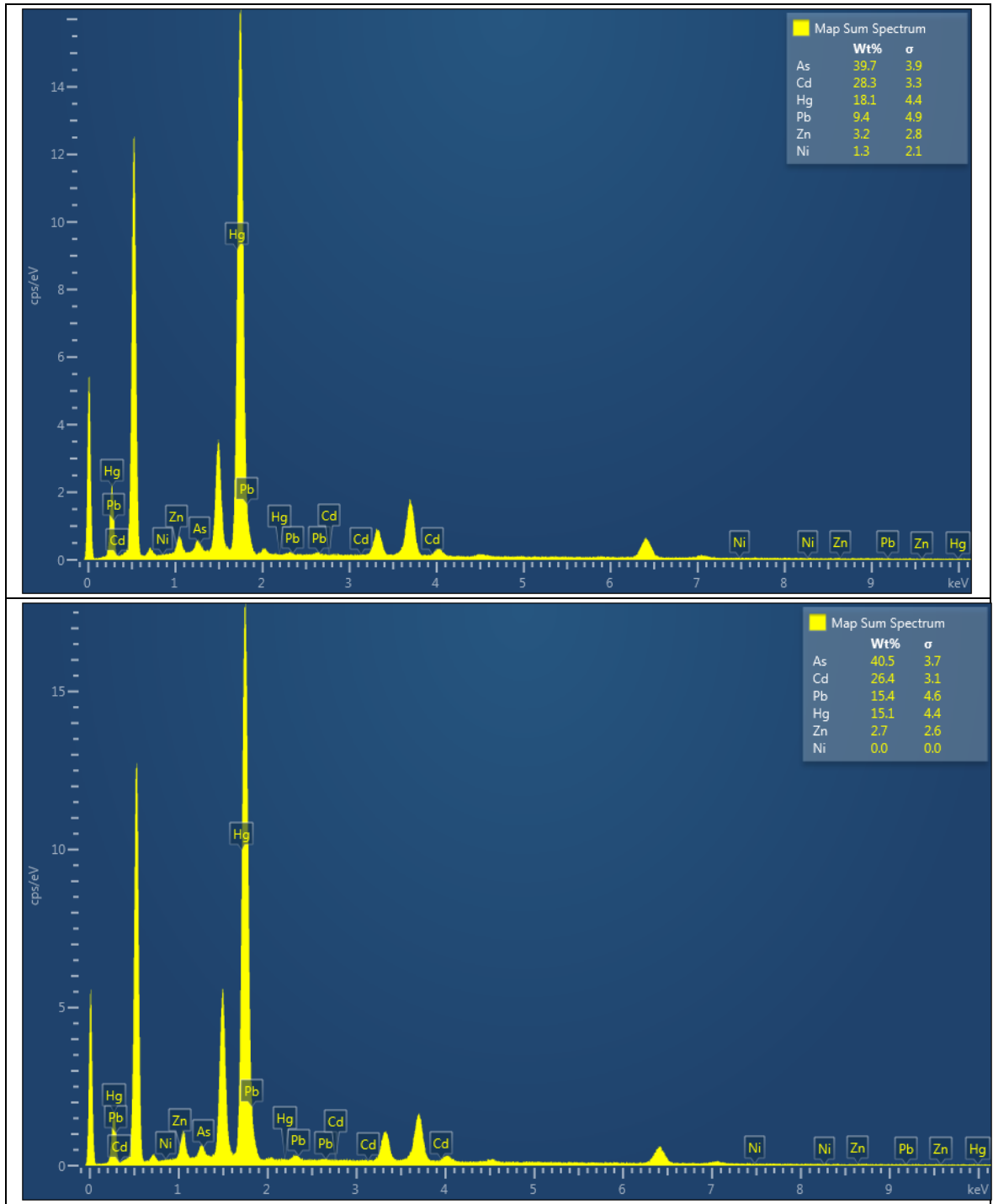


Figura 14. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestras 13 y 14.

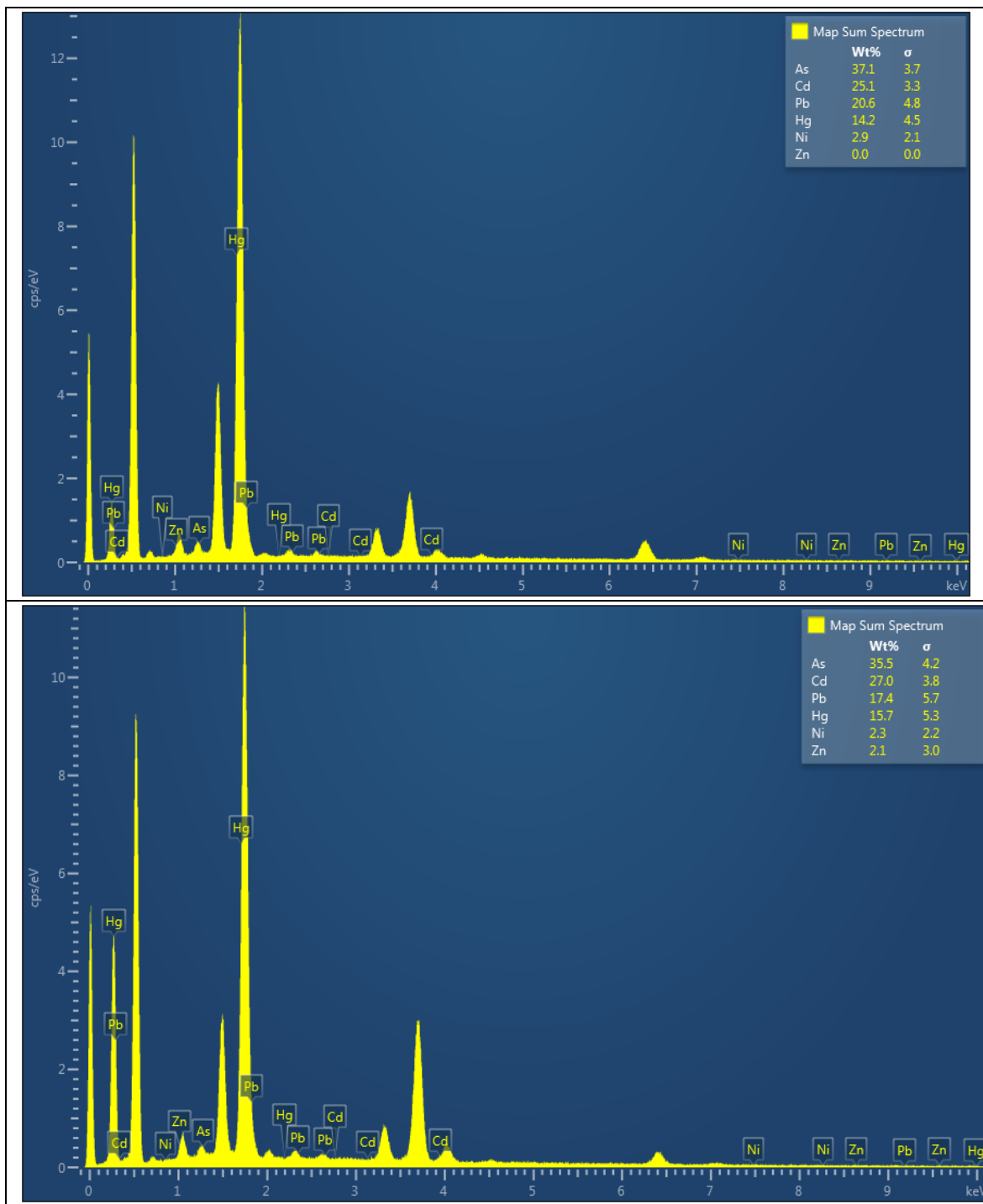


Figura 15. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestras 15 y 16

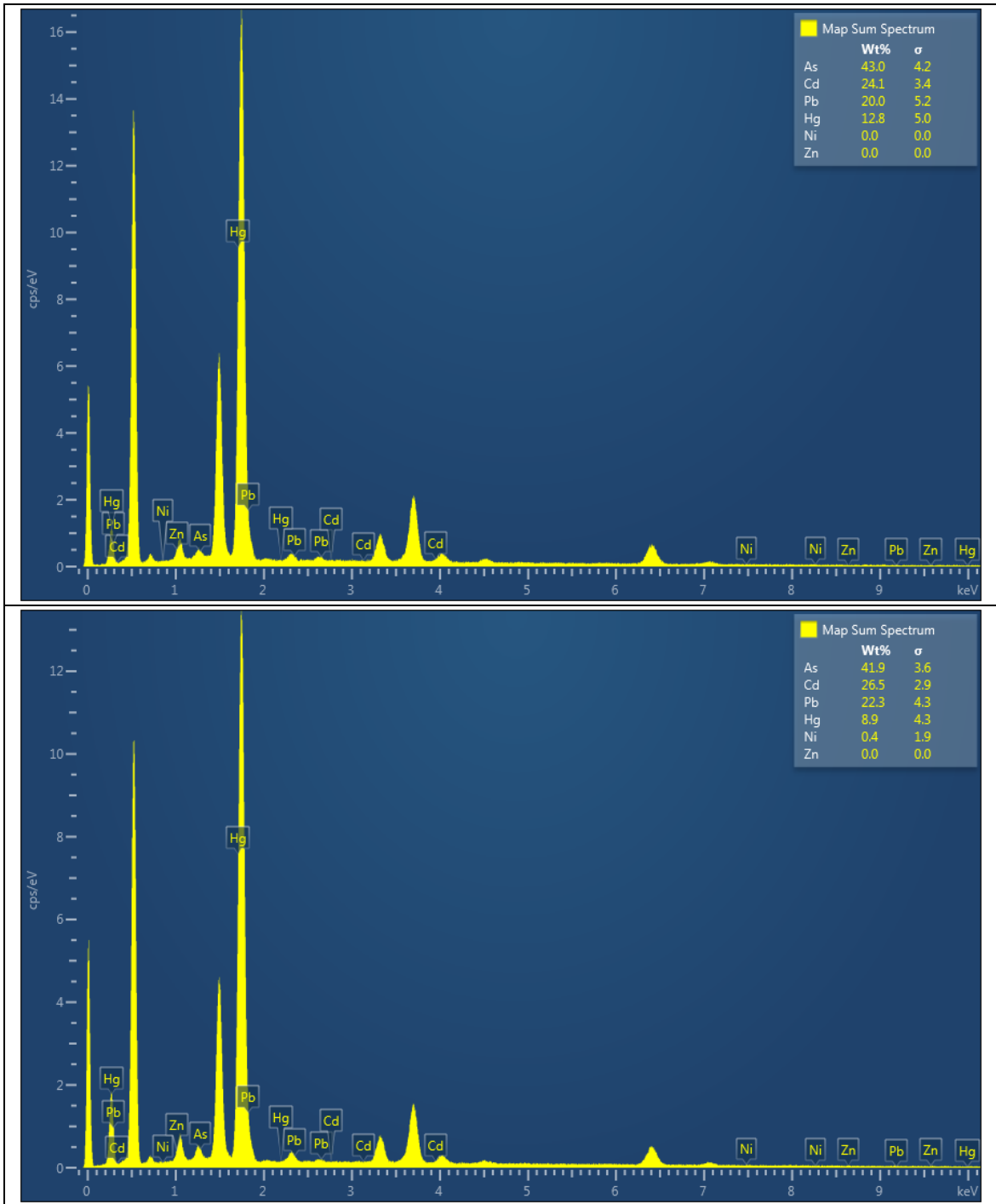


Figura 16. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestras 17 y 18

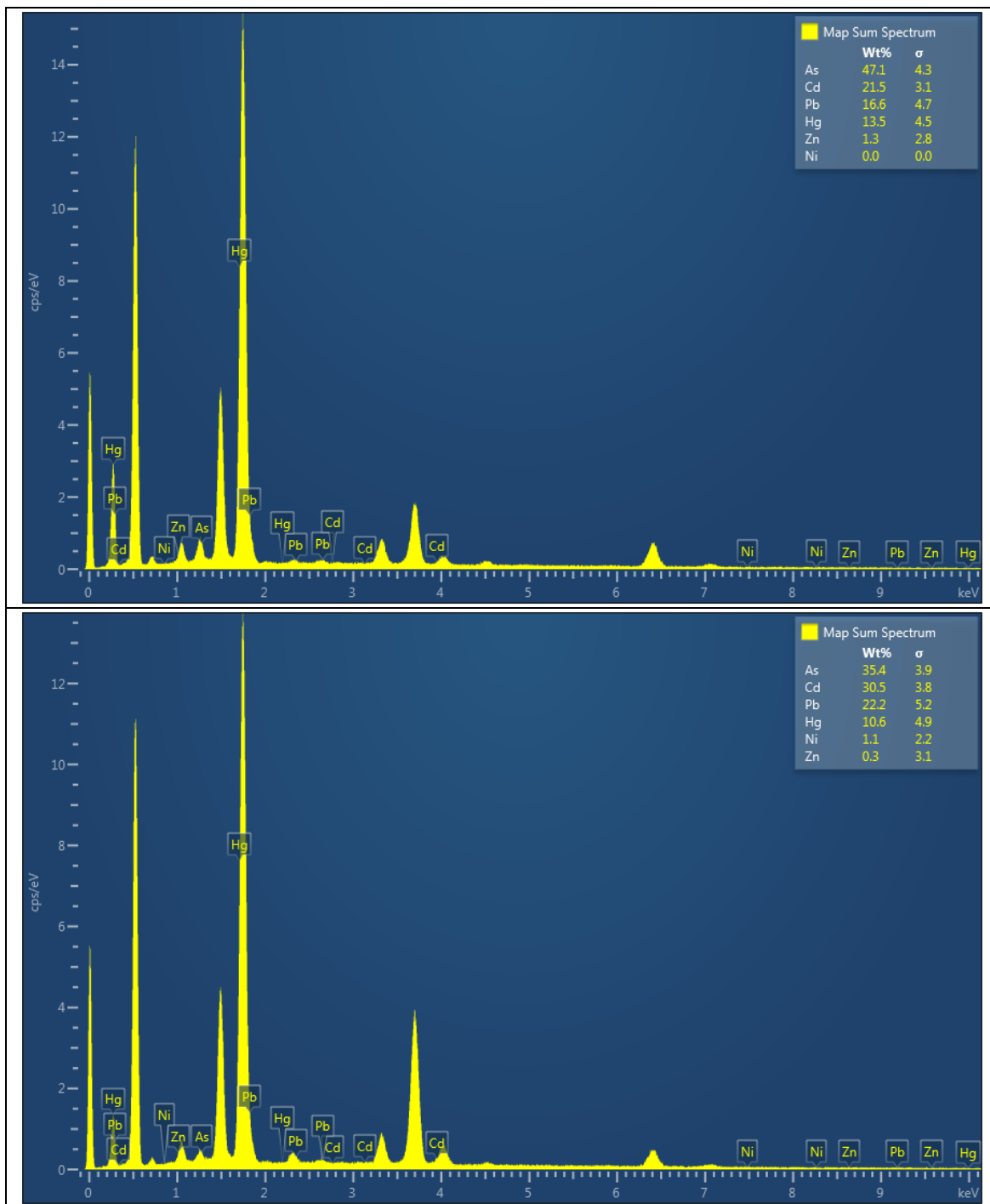


Figura 17. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestras 19 y 20.

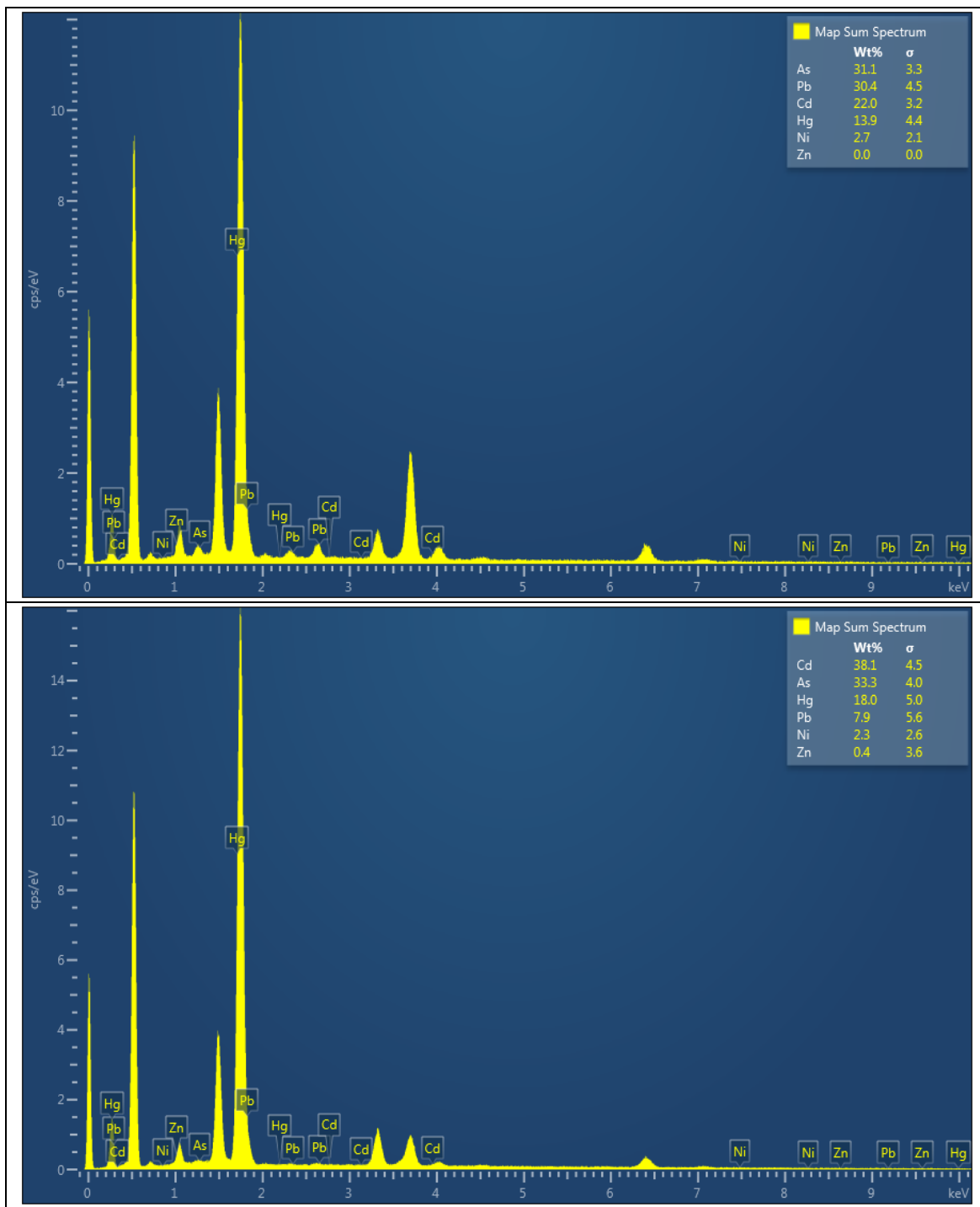


Figura 18. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestras 21 y 22.

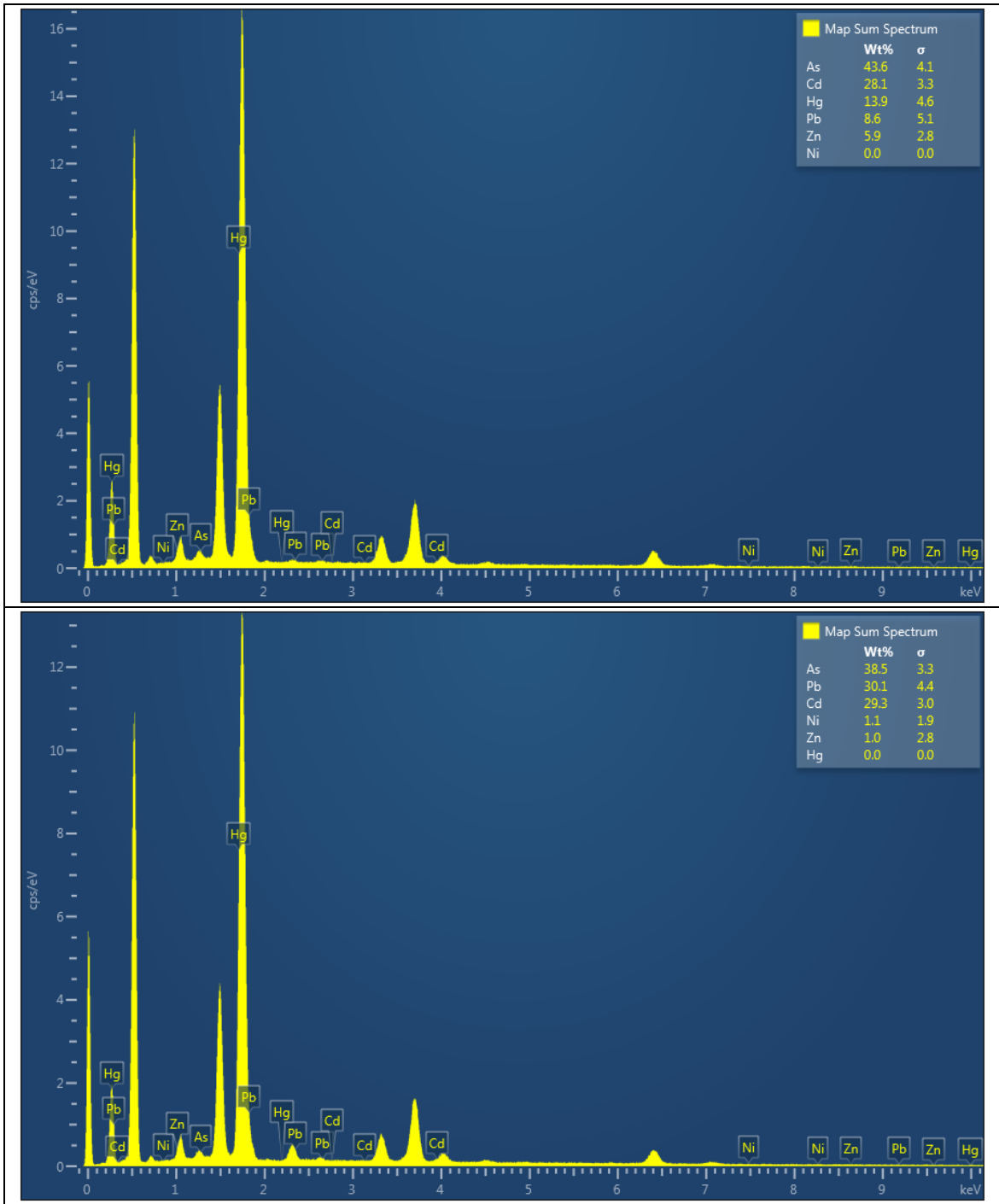


Figura 19. Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestras 23 y 24.

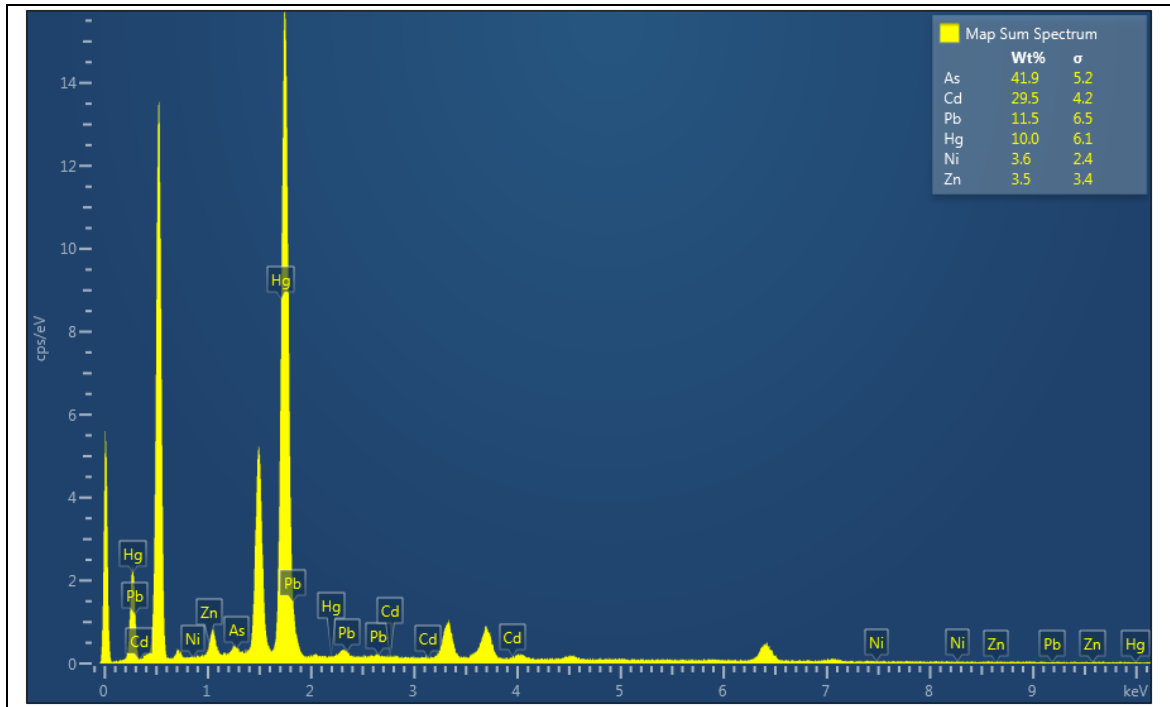


Figura 20. . Espectroscopia selectiva de energía dispersiva EDS muestra 25

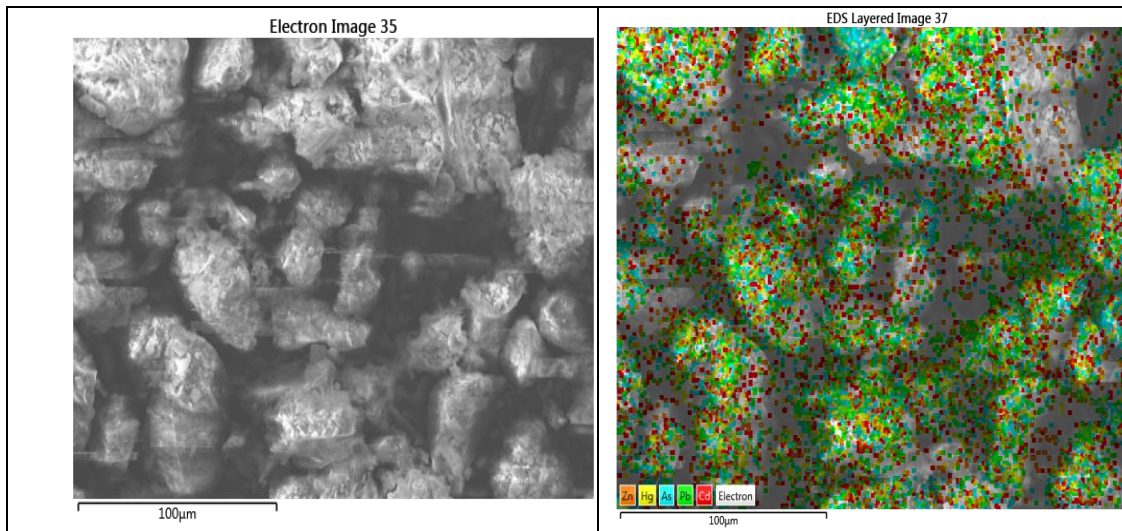


Figura 21. Imagen del área de análisis del MEB muestra punto 18.

Resultados de 14 Espirometrías de los niños que reportan Anormalidad Restrictiva

Imágenes de resultados de Espirometría: Normal y con Anormalidad Restrictiva

Resultados de 14 Espirometrías de los niños que reportan Anormalidad Restrictiva en su función respiratoria y de 2 espirometrías como ejemplo, de la aplicación de la 2a. Espritometría aplicadas para confirmación del diagnóstico.

