



CONAHCYT

CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Instituto de Investigaciones
en Medio Ambiente
Xabier Gorostiaga, SJ /

PROYECTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INCIDENCIA

Ciencia de Datos y Salud

RECOMENDACIONES PARA EL SECTOR SALUD

Diagnóstico de la situación de salud pública ambiental en la Cuenca del Alto Atoyac y recomendaciones para fortalecer la atención de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) de mayor impacto en la población y para disminuir las inequidades territoriales en salud debido a peligros ambientales

Puebla

Mayo, 2023

Coordinadora técnica:

Gabriela Pérez Castresana

Investigadores asociados:

Raúl Camacho Sanabria

Aline Romero Natale

Arturo Sánchez Porras

Itzel Arroyo Ortega

David Jiménez Ramos

Instituciones participantes:



Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo financiero del CONAHCYT al proyecto *“Análisis espacio-temporal y sociodemográfico de enfermedades crónicas no-transmisibles (ECNT) en la Cuenca del Alto Atoyac y evaluación de las capacidades de atención de acuerdo con los padecimientos detectados: elementos esenciales para la formulación de estrategias de atención-prevención en beneficio de la salud de los habitantes”*. PRONAI en Ciencias de Datos y Salud.



ÍNDICE

1. Situación medioambiental en la Cuenca del Alto Atoyac (CAA).....	7
1.1. Localización e información general de la Cuenca del Alto Atoyac.....	8
1.2. Calidad del agua.....	12
1.3. Industrias.....	14
1.4. Calidad del aire.....	16
1.5. Consideraciones finales.....	17
2. Situación de salud de la población de la Cuenca del Alto Atoyac (CAA): Análisis de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) en la población, con énfasis en las enfermedades de mayor impacto en la población de menores y jóvenes.....	19
2.1. Situación de la salud poblacional de la CAA.....	20
2.1.1. Panorama general en la CCA.....	20
2.2. Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT) en la población de menores y jóvenes de la CAA.....	23
2.2.1. Población infantil (0-9 años).....	23
2.2.2. Población de adolescentes (10-19 años)	29
2.2.3. Población de jóvenes (20-24)	33
2.2.4. Comparación entre sexos.....	38
2.2.5 Correlación entre las tasas de mortalidad por ECNT y el número de unidades económicas (industrias manufactureras)	42
2.3. Enfermedades que requieren vigilancia y control.....	46
2.4. Consideraciones para el manejo de estas enfermedades	50
3. Enfermedades focales: Malformaciones congénitas en población infantil, Leucemia linfocítica en adolescentes, Enfermedad renal crónica en jóvenes.....	55
3.1. Malformaciones congénitas (0-9 años)	57
3.1.1. Tendencias generales.....	57
3.1.2. Índice de Riesgo municipal.....	57
3.1.3. Correlaciones entre el índice de mortalidad por MC y variables extraídas del INEM y del Censo.....	64
3.2. Leucemia linfocítica (10-19 años)	66
3.2.1. Tendencias generales.....	66
3.2.2. Índice de Riesgo municipal.....	67
3.2.3. Correlaciones entre el índice de mortalidad por LL y variables de diversas fuentes.....	78
3.3. Enfermedad renal crónica en jóvenes.....	78



3.3.1. Tendencias generales.....	78
3.3.2. ERC y relación con otras enfermedades.....	83
3.3.3. Índice de Riesgo municipal (20-24 años)	85
3.3.4. Correlaciones entre el índice de mortalidad por ERC y variables de diversas fuentes.....	92
3.4. Análisis integrado.....	92
4. Percepción comunitaria de la salud y riesgos ambientales en la CAA.....	99
4.1. Diagnóstico.....	103
4.1.1. Percepción sobre la salud comunitaria.....	103
4.1.2. Percepción sobre las causas de las enfermedades crónicas en las comunidades.....	105
4.1.3. Percepción sobre la calidad del servicio de atención en salud.....	108
5. Diagnóstico de la atención sanitaria en la Cuenca del Alto Atoyac.....	111
5.1. Organización territorial del servicio público de salud.....	111
5.2. Situación del Primer Nivel De Atención (PNA)	113
5.2.1. Descripción general del PNA en la CAA: tipos de unidades y distribución	113
5.2.2. Centros de salud y núcleos básicos (SSA)	119
5.2.3. Comparación del PNA entre Puebla y Tlaxcala.....	120
5.3. Situación del segundo nivel de atención (SNA) en la CAA.....	141
5.3.1. Densidad de recursos en salud en el SNA.....	145
5.4. Situación del tercer nivel de atención (TNA)	156
5.4.1. Hospitales del Tercer Nivel de Atención.....	156
5.4.2. Hospitales infantiles de TNA (SSA)	167
5.5. Evaluación de la disponibilidad global de recursos en salud a través del Índice de Densidad de Recursos para la Salud (IDRS)	174
5.5.1. Accesibilidad y Vulnerabilidad.....	178
5.6. Diagnóstico.....	179
6. Recomendaciones para el sector salud: recomendaciones para fortalecer la atención de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) de mayor impacto en la población de la CAA y para reducir las inequidades territoriales en salud en cuanto a los peligros ambientales.....	188
6.1. Introducción.....	189
6.2. Recomendaciones generales.....	189
6.2.1. Primer Nivel de Atención (PNA)	189
6.2.2. Segundo Nivel de Atención (SNA) y Tercer Nivel de Atención (TNA).....	196



CONAHCYT

CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

IBERO
PUEBLA

Instituto de Investigaciones
en Medio Ambiente
Xabier Gorostiaga, SJ /

6.3. Recomendaciones para fortalecer la atención de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) de mayor impacto en la población de la CAA.....	201
6.3.1. Malformaciones Congénitas.....	202
6.3.2. Leucemia linfoide.....	207
6.3.3. Enfermedad renal.....	216
6.4. Recomendaciones para reducir las inequidades territoriales en salud en cuanto a los peligros ambientales.....	222
Anexo 1. Principales cinco enfermedades dentro de cada grupo etario y por período.....	232
Anexo 2. Análisis exploratorio de las enfermedades objetivo.....	233
A2.1. Malformaciones congénitas.....	233
A2.2. Leucemia linfoide.....	236
A2.3. Enfermedad Renal Crónica.....	238
Anexo 3. Diferencias ambientales en la CAA.....	243
A3.1. Generalidades.	245
A3.2. Calidad del agua.....	247
A3.3. Calidad del aire.....	249
A3.4. Desarrollo Industrial.....	253
Referencias.....	255

PRÓLOGO

La Cuenca del Alto Atoyac (CAA) ha sido reconocida por el gobierno federal como una Región de Emergencia Sanitaria y Ambiental (RESA).

A pesar de los esfuerzos que se están llevando a cabo para mejorar la atención sanitaria en el estado de Tlaxcala, mediante el proceso de federalización de los servicios de salud bajo el modelo de Atención de Salud IMSS-Bienestar, es crucial tener en cuenta el perfil epidemiológico de la población y sus tendencias al desarrollar estrategias de fortalecimiento. Además de esto, es urgente el abordaje de los determinantes ambientales de la salud en el territorio, dada la severa contaminación ambiental en la Cuenca y considerando que se tienen contemplados para los próximos años nuevos proyectos de desarrollo industrial, lo cual generaría más peligros ambientales por la contaminación química y un mayor riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT).

Este documento fue elaborado para apoyar a las autoridades sanitarias de las entidades federativas de Puebla y Tlaxcala, con la definición de acciones esenciales para: 1) fortalecer la atención integral de las ECNT de mayor impacto en la población, asociadas a factores ambientales; y 2) disminuir las inequidades en salud a nivel territorial en cuanto a los peligros ambientales.

El contenido del documento busca responder las siguientes preguntas: 1) ¿Cuál es la situación de salud pública ambiental en la Cuenca del Alto Atoyac? 2) ¿Cuáles son las enfermedades crónicas no transmisibles asociadas a factores ambientales con mayor impacto en la salud de la población, particularmente en menores y jóvenes? 3) ¿Cuáles son las capacidades existentes en el territorio para abordar de manera integral las ECNT, y en particular las malformaciones congénitas, la leucemia linfoide y la enfermedad renal crónica a través del sistema público de salud? 4) ¿Cómo se puede mejorar la atención pública de salud de estos padecimientos? 5) ¿Qué medidas se requieren para reducir las inequidades en salud a nivel territorial, considerando los peligros ambientales? El documento se enfocará en proporcionar respuestas claras y fundamentadas a estas preguntas.

Este documento fue elaborado como parte del proyecto *“Análisis espacio-temporal y sociodemográfico de Enfermedades Crónicas No-Transmisibles (ECNT) en la Cuenca del Alto Atoyac y evaluación de las capacidades de atención de acuerdo con los padecimientos detectados”*. PRONAI Ciencia de Datos y Salud. CONAHCYT.



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Instituto de Investigaciones
en Medio Ambiente
Xabier Gorostiaga, SJ /

CAPÍTULO 1

SITUACIÓN MEDIOAMBIENTAL EN LA CUENCA DEL ALTO ATOYAC (CAA)

INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

En este capítulo se presenta información de la RESA *Cuenca del Alto Atoyac*, que incluye localización, población, municipios, división por microcuencas, número de industrias, así como aspectos relacionados con la situación medioambiental, particularmente sobre la calidad de los cuerpos de agua y la calidad del aire.

1.1. LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DE LA CUENCA DEL ALTO ATOYAC

La cuenca del Alto Atoyac (CAA) es un territorio delimitado naturalmente por los volcanes Popocatepetl, Iztaccíhuatl y la Matlalcuéyetl (Malinche), así como por la sierra de Tlaxco y otras pequeñas montañas. Los principales ríos son: Atoyac, Zahuapan y Alseseca, y las presas más grandes son Valsequillo y Atlangatepec (**Figura 1.1**). La CAA abarca parte de los estados de Puebla y Tlaxcala, y una pequeña porción de la Sierra Nevada que pertenece al Estado de México.

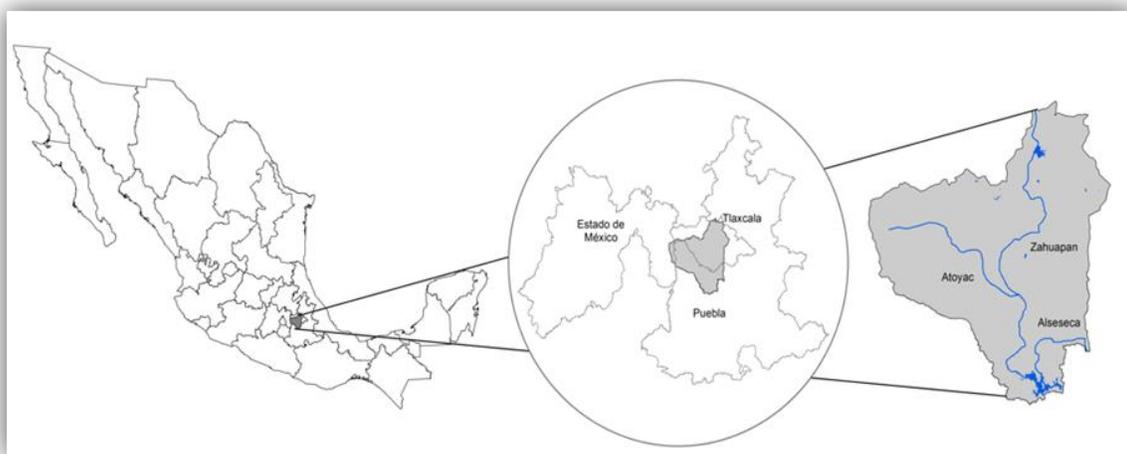


Figura 1.1. Ubicación de la Cuenca del Alto Atoyac.

En la cuenca vive el 70% de la población del estado de Tlaxcala y el 40% de la población de Puebla, integrando un total de 3,857,882 habitantes (INEGI, 2020). En este territorio se localizan las principales zonas metropolitanas de Puebla y Tlaxcala, incluidas sus capitales y otros municipios. La mayoría de las personas vive en localidades urbanas y sólo un 8% en localidades rurales con menos de 2,500 habitantes (**Figura 1.2**).

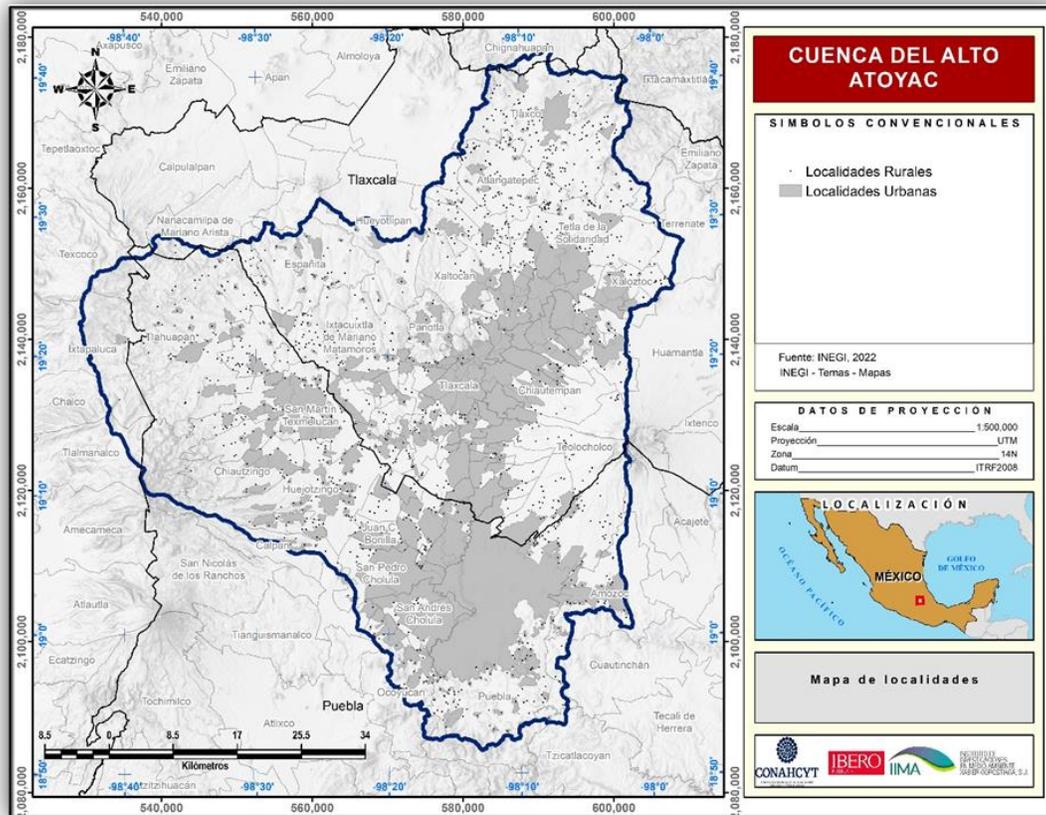


Figura 1.2. Mapa de localidades urbanas y rurales en la CAA.

Los municipios más poblados en la región Poblana de la Cuenca, son: Puebla, Amozoc, San Pedro Cholula, San Andrés Cholula, Cuautlancingo, San Martín Texmelucan y Huejotzingo; y en la región de Tlaxcala: Tlaxcala, Apizaco, San Pablo del Monte y Chiautempan.

En la **Figura 1.3** se presenta el mapa de la Cuenca indicando el nombre de los municipios que se consideraron para el estudio. Se incluyeron aquellos que están dentro de la cuenca en su totalidad, así como los que tienen más del 70% de su población dentro del territorio.

La CAA se divide en 9 microcuencas hidrográficas, según Martínez-Austria y Patiño Gómez (2020). Sin embargo, en este estudio se presenta la división en 7 microcuencas, debido a la dificultad en cuanto al abordaje de la situación de salud de un territorio municipal dividido en tres regiones naturales (microcuenca 4 = integra tres microcuencas) (**Figura 1.4**).

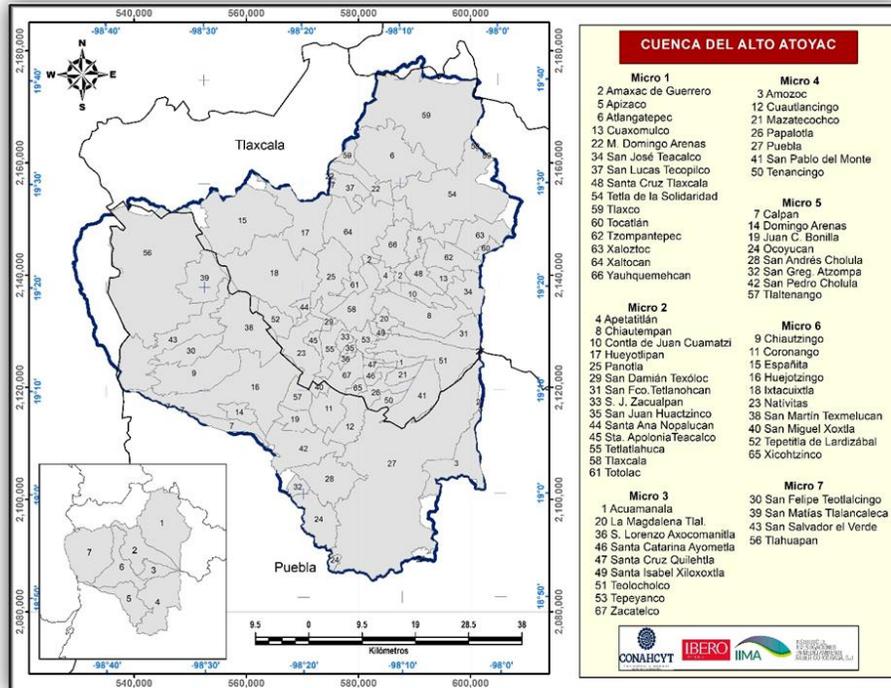


Figura 1.3. Cuenca del Alto Atoyac y municipios de estudio.

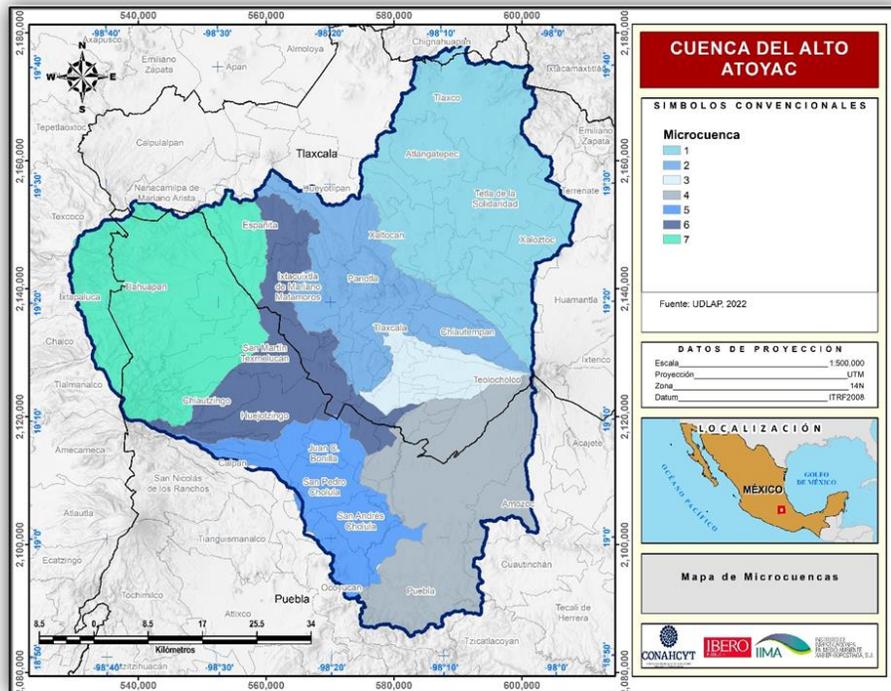


Figura 1.4. División de la Cuenca del Alto Atoyac por microcuenca.

La situación en la CAA es crítica. El medio ambiente se encuentra muy deteriorado por la contaminación industrial, la destrucción de los ecosistemas, la explotación de los recursos naturales y la pérdida de biodiversidad. En la CAA, la degradación ambiental se relaciona directamente con el crecimiento industrial y urbano, que ha sido desmedido y sin planificación. Las ciudades y las zonas industriales se han expandido de manera desordenada sin tomar en cuenta la conservación de los ecosistemas vitales para el suministro de agua y la sustentabilidad ambiental. En la ocupación del territorio, tampoco se han respetado las características del suelo con base en sus potencialidades para la agricultura y, mucho menos, se han considerado los riesgos para la salud que se pueden derivar de la localización de industrias cerca de los centros poblados.

Aunque las industrias son la principal fuente de contaminación química que hay en la CAA, dada la gran cantidad de establecimientos de diversos giros en la región y la diversidad de tóxicos que liberan (**Figura 1.5**), los agroquímicos son otra fuente importante de contaminación ambiental en el territorio, tomando en cuenta que el área agrícola cubre aproximadamente el 60% de la Cuenca y los agroquímicos son ampliamente utilizados en los cultivos (**Figura 1.6**).

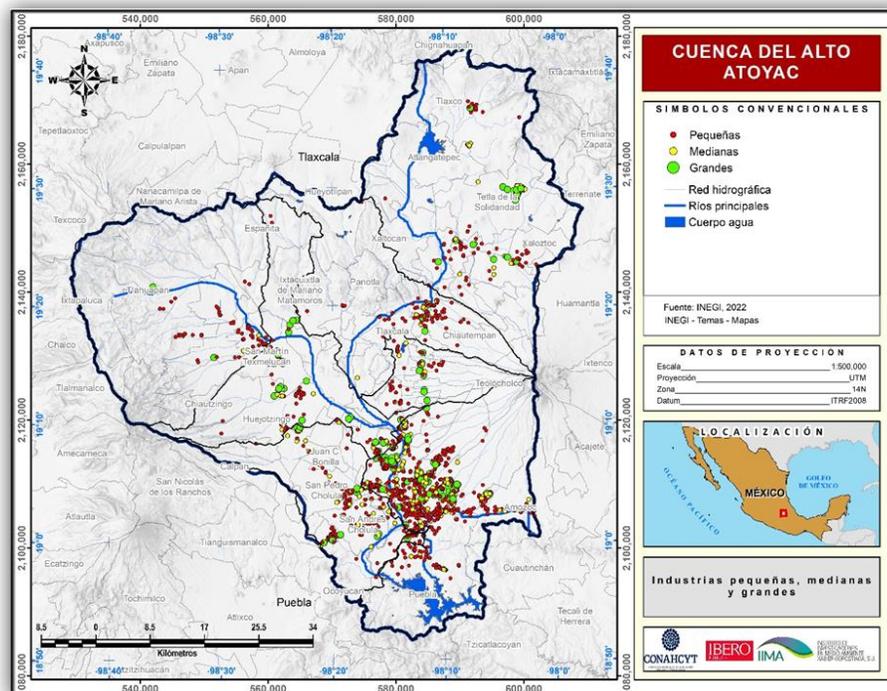


Figura 1.5. Localización de industrias de diferentes tamaños en la CAA.

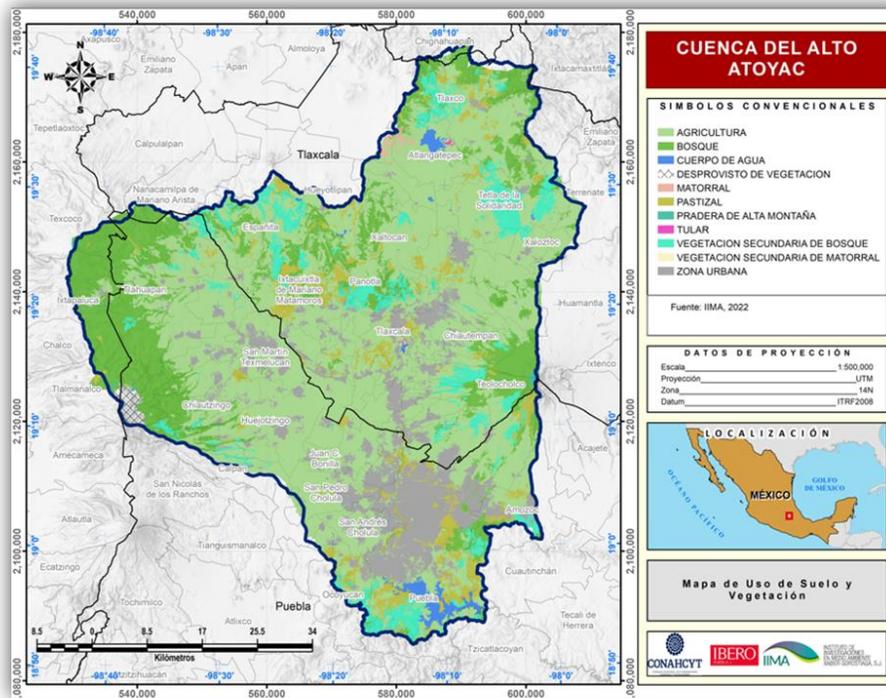


Figura 1.6. Cobertura vegetal y uso de suelo en la CAA.

1.2. CALIDAD DEL AGUA

La contaminación de los cuerpos de agua superficiales es uno de los problemas ambientales más graves en la Cuenca del Alto Atoyac (CAA). Los tres principales ríos, el *Atoyac*, el *Zahuapan* y el *Alseeca*, están contaminados al igual que la mayoría de sus afluentes (**Figura 1.7**). Y las presas que allí se encuentran, *Valsequillo* en el Estado de Puebla, y *Atlangatepec* en el Estado de Tlaxcala, también muestran signos de contaminación, principalmente por la presencia de materia orgánica, bacterias fecales y nutrientes (CONAGUA, 2018 *a,b*).

Los ríos de la CAA se han convertido en los desagües de las aguas negras de la Zona Metropolitana de Puebla y Tlaxcala (ZMPT) y de otros 32 municipios que están dentro de la cuenca. En estos ríos se vierten las aguas residuales sin tratar, o deficientemente tratadas, de una región habitada por más de 3 millones de personas, en donde además hay miles de industrias de diferentes giros, petroquímica, textil, automotriz, metalmecánica, farmacológica, alimentos, etc. así como extensas áreas de cultivo en donde se utilizan agroquímicos (Montero *et al.*, 2006; Rodríguez y Morales, 2014; CNDH, 2017; CFJG, 2018). En la región hay un déficit de plantas de tratamiento de aguas residuales, tanto a nivel municipal como industrial (INEGI, 2017 *a,b*; CNDH, 2017; Pérez-Castresana *et al.*, 2018) y las pocas plantas en operación no tienen la capacidad tecnológica para remover

eficazmente los contaminantes y asegurar el cumplimiento de las normas de descarga (Rodríguez y Morales, 2014). El 61% de los municipios descargan sus aguas negras directamente a los ríos y barrancas sin ser previamente tratadas ya que no cuentan con plantas de tratamiento.

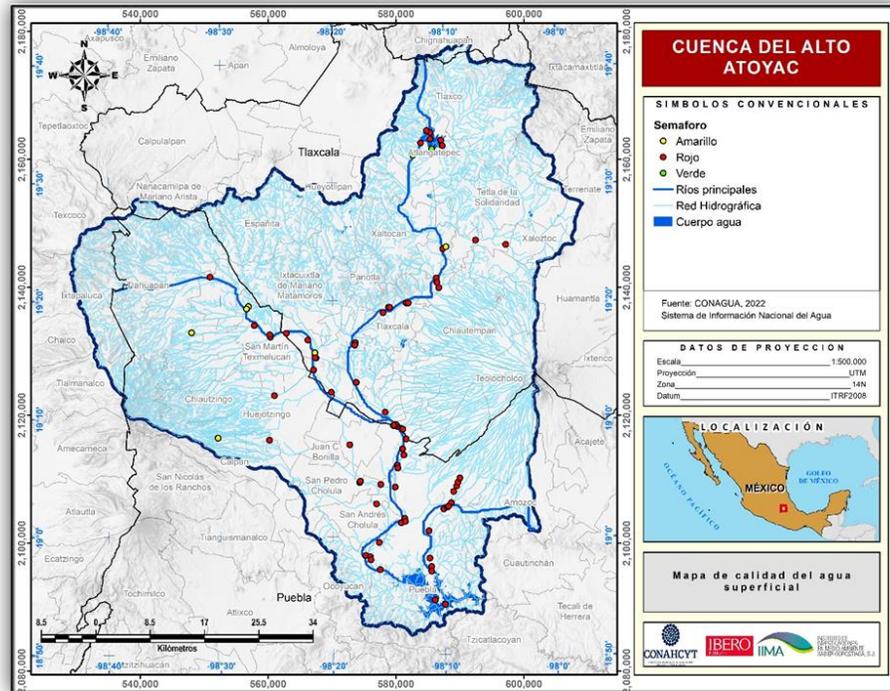


Figura 1.7. Calidad del agua superficial en la CAA.

Sin embargo, aunque los municipios descargan grandes volúmenes de aguas residuales, las industrias son las principales fuentes de contaminación química en la CAA, ya que utilizan una amplia variedad de sustancias químicas para sus procesos de fabricación y generan toneladas de residuos que alteran la calidad ambiental y dañan la salud de la población.

En el río Atoyac y en sus afluentes se han encontrado más de 100 contaminantes químicos, entre los que figuran compuestos y elementos carcinogénicos para el humano de acuerdo con la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC). Y se ha comprobado a través de bioensayos de laboratorio con diferentes organismos de prueba, la condición tóxica del agua del río, así como su potencial mutagénico y teratogénico (alteraciones en el desarrollo embrionario) (Montero *et al.*, 2006; Sandoval *et al.*, 2009, Bravo *et al.*, 2015; Arellano *et al.*, 2015; Morales, 2016). Los valores de toxicidad del Atoyac exceden hasta 8 veces el valor máximo permisible de toxicidad de acuerdo con la norma correspondiente (CONAGUA, 2018 a,b).

El río Zahuapan, principal corriente de agua del Estado de Tlaxcala, ha experimentado al igual que los otros ríos de la CAA un proceso de deterioro progresivo relacionado con el crecimiento de los corredores industriales y el aumento poblacional que no ha ido acompañado de un incremento en la infraestructura hidráulica de tratamiento de aguas residuales. Este río es el receptor de los residuos líquidos de la mayor parte de la población tlaxcalteca (Alvarado *et al.*, 2008; Jiménez y Hernández, 2011; Velasco, 2017).

Las evaluaciones indican que las actividades agropecuarias, urbanas e industriales tienen un impacto negativo en la condición ecológica del río Zahuapan. Entre las industrias establecidas en el territorio, la textil tiene una importante representación (mayor número de establecimientos) y es de las que más contamina debido a la cantidad de sustancias tóxicas utilizadas en el proceso de lavado de la mezclilla y el teñido de las telas (Alvarado *et al.*, 2008; Jiménez y Hernández, 2011).

El río Alseseca es el que presenta el mayor deterioro en la calidad de agua y en él se descargan las aguas residuales de los parques industriales ubicados al nororiente de la Ciudad de Puebla y de las zonas residenciales (CONAGUA, 2016; IBERO-Puebla, 2020; Tapia *et al.*, 2006). De los tres ríos, es el de menor longitud y caudal, lo cual pudiese explicar los altos niveles de contaminación por el efecto de estas variables sobre los procesos de dilución y asimilación de contaminantes.

Estos ríos han sufrido un proceso de deterioro en el tiempo y la situación es cada vez más grave. El número de industrias se incrementó en un 20% del 2010 al 2020. Y aunque en Tlaxcala hay menos industrias que en Puebla, la tasa de crecimiento industrial ha sido mayor en los últimos 10 años.

El problema de contaminación de estos ríos es de tal magnitud que se ha convertido en un problema de salud en la región (Navarro *et al.*, 2003; Montero *et al.*, 2006; CONAGUA, 2008; CNDH, 2017; Pérez-Castresana *et al.*, 2019;). La situación se ha denunciado ante el Tribunal Latinoamericano del Agua y la Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH 10/2017); pero a la fecha sigue sin atenderse el problema de manera eficaz.

1.3. INDUSTRIAS

En la Cuenca hay 1587 industrias pequeñas, medianas y grandes; junto a las microempresas suman 26 586 unidades económicas (DENUE, 2020). El 76% se localizan en la región poblana, principalmente en el municipio de Puebla (**Figura 1.8**). Menos del 30% de las industrias medianas y grandes establecidas en la Cuenca, reportan en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de la SEMARNAT los contaminantes que emiten al medio ambiente.

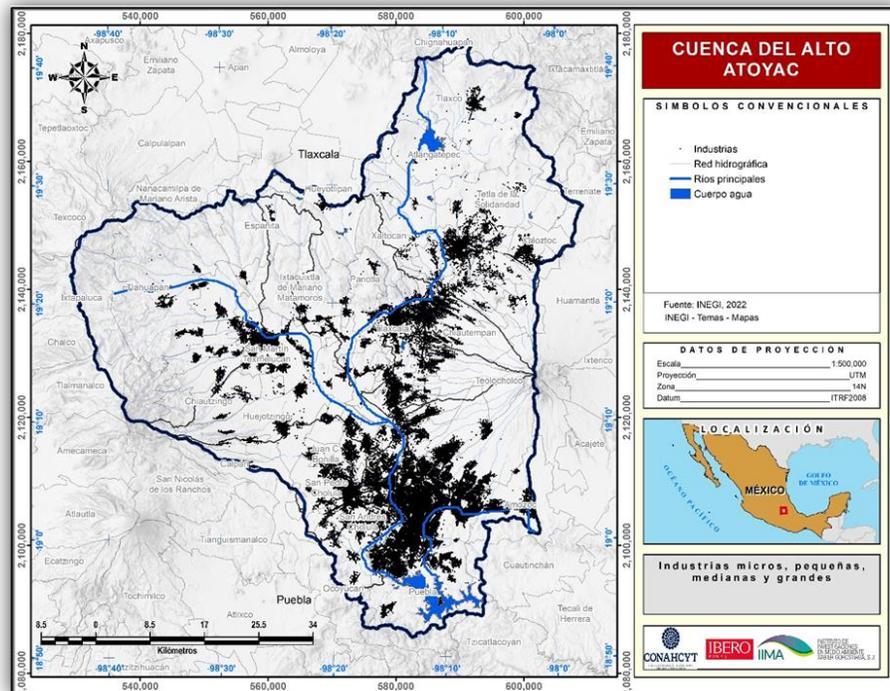


Figura 1.8. Mapa de todas las industrias (micros, pequeñas, medianas y grandes).

Los municipios más industrializados de la CAA son: Puebla, Cuautlancingo, Huejotzingo, San Pedro Cholula, San Andrés Cholula, Amozoc, San Martín Texmelucan, San Gregorio Atzompa y Coronango. Y en Tlaxcala son: Apetatitlán de Antonio Carvajal, San Pablo del Monte, Papalotla de Xicohtécatl, Tetla de la Solidaridad, Tlaxco, Chiautempan, Apizaco, Tlaxcala, Santa Isabel Xiloxotla, Teolocholco, Xicohtzinco, Tzompantepec, Contla de Juan Cuamatzi e Ixtacuixtla de Mariano Matamoros.

Hay otros municipios que, aunque no tienen tantas industrias como los señalados, en estos se han instalado enormes fábricas contaminantes, como, por ejemplo: San Miguel Xoxtla en Puebla, y Yauhquemehcan, La Magdalena Tlaltelulco, Santa Cruz Quilehltla, Tepetitla de Lardizábal y Xaloztoc, en la región de Tlaxcala.

Las industrias utilizan miles de sustancias químicas. Por ejemplo, en la Industria textil se utilizan sustancias para blanquear los tejidos, teñirlos, impermeabilizarlos, plastificarlos, fijar los colores, etc. En la industria de plásticos se utilizan aditivos que le confieren diferentes propiedades físicas como resistencia y adaptabilidad a los productos plásticos. En la industria química se elaboran compuestos básicos como cloro, amoníaco, ácidos, urea, entre muchos otros, y también se fabrican esmaltes, pinturas, fármacos, productos de limpieza, detergentes, etc., para lo cual se necesita una amplia variedad de químicos. En la industria de papel se utilizan enormes cantidades de peróxido de hidrógeno, cloro y

compuestos a base de azufre para separar las fibras de celulosa de la madera y producir la pulpa o pasta (Greenpeace, 1997).

Aparte de las sustancias químicas que se utilizan en la fabricación de productos, las industrias emiten al ambiente otros compuestos que se forman por la combinación de sustancias que se utilizan. Por ejemplo, en la industria de papel, se producen miles de nuevos compuestos conocidos como organoclorados (dioxinas y furanos) en el proceso de blanqueado, los cuales son muy dañinos para el ser humano. En la industria del plástico se emiten sustancias altamente tóxicas (benceno, estireno, hidrocarburos aromáticos policíclicos) durante el proceso de transformación de combustibles fósiles a resinas plásticas y aditivos (Bonsor, 1989).

1.4. CALIDAD DEL AIRE

La información de la calidad de aire es escasa, ya que solo hay estaciones de monitoreo de la calidad del aire en el 6% de los municipios de la Cuenca (Puebla, Coronango, Apizaco, Tlaxcala); ni siquiera hay estaciones en aquellos municipios que tienen una alta densidad industrial, como San Martín Texmelucan, Huejotzingo, Amozoc, San Pedro Cholula, Tetla, Tlaxco, etc (**Figura 1.9**).

Los datos de la calidad del aire provenientes de las estaciones que hay en Puebla, indican que, el número de días con reportes de calidad del aire fuera de la norma en los últimos cinco años fue 4 veces mayor con respecto al período 2010-2015 (SMADSOT, 2020). En el 2020 la calidad del aire fue buena en apenas un 25% de los 365 días del año; el resto de los días fue de regular a mala, con valores de partículas PM2.5 (contaminante criterio) superiores al valor guía de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud.

La calidad del aire en la CAA se ha visto afectada por la gran cantidad de vehículos e industrias que hay en la región, particularmente en la zona metropolitana. De acuerdo con el índice IMECA (índice de calidad de aire), el cual se calcula para cada uno de los contaminantes criterio (aquellos cuyos impactos en la salud se conocen y para los que existen normas de calidad), el aire de la región es deficiente, debido a los registros relativamente altos de Ozono y PM10 (valores > 100 en el período 2005-2008) lo cual es considerado como situación de riesgo en la salud, particularmente en niños, y adultos mayores con enfermedades respiratorias. De acuerdo con la información disponible, la calidad del aire ha registrado una tendencia de aumento en el tiempo en la zona metropolitana en los niveles de estos dos contaminantes, detectándose excedencias en cuanto a los límites recomendados, tanto en los registros diarios como en los anuales (SEMARNAT, 2012).

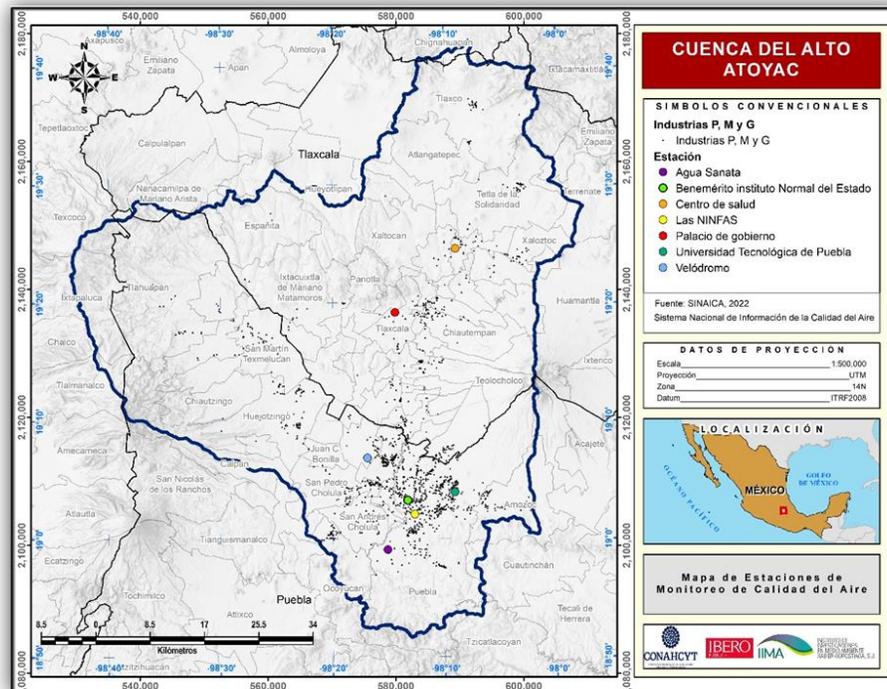


Figura 1.9. Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire.

Otros estudios advierten la contaminación del aire por los vapores de los compuestos tóxicos volátiles que se descargan en los ríos de la CAA, así como por biopartículas que contienen bacterias patógenas (CONAGUA, 2008; Chávez et al., 2011; Zamora, 2016; Zamora, 2019). De acuerdo con el informe de Riesgo sanitario realizado por la CONAGUA en el 2008, más de 2 millones de personas de Puebla y Tlaxcala tienen un alto potencial de exposición a través de la inhalación de vapores y partículas suspendidas por residir en un perímetro menor a los 2 km alrededor de los ríos y las descargas (CONAGUA, 2008).

1.5. CONSIDERACIONES FINALES

Vivir en un ambiente contaminado y cargado de sustancias tóxicas representa un verdadero peligro para la salud humana, ya que las personas se exponen crónicamente a estos compuestos mediante la respiración, la ingestión (cadena alimentaria) y el contacto con la piel.

Una de cada seis muertes en el mundo está relacionada con enfermedades causadas por la contaminación, una cifra tres veces mayor que la muerte por sida, malaria, tuberculosis, y quince veces más que las muertes ocasionadas por las guerras, los asesinatos y otras formas de violencia (ONU, 2022).

Los niños y niñas son especialmente vulnerables a la exposición de contaminantes y sustancias tóxicas. Estas provocan anualmente más de un millón de muertes prematuras entre los niños y niñas menores de 5 años (ONU, 2022).

La calidad ambiental es un determinante de la salud, porque el ser humano forma parte del ecosistema y está interconectado. Las personas que viven en un entorno contaminado inhalan de manera prolongada en el tiempo, las partículas suspendidas en el aire y sustancias tóxicas que pasan a la sangre a través de los alvéolos pulmonares, lo cual es un factor de riesgo de enfermedades crónicas a largo plazo.

En 2015, la Asamblea Mundial de la Salud adoptó una resolución histórica sobre la calidad del aire y salud, reconociendo la contaminación del aire como un factor de riesgo de enfermedades no transmisibles como cardiopatía isquémica, accidente cerebrovascular, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma y el cáncer (WHO, 2021).

La población de la Cuenca es sumamente vulnerable porque desconoce qué tipo de contaminantes y en qué cantidades están en el aire que respiran, en los alimentos que consumen y en muchos casos, en el agua que ingieren. A los habitantes no se les proporciona la protección adecuada a la salud y las autoridades no controlan los contaminantes que las industrias emiten al agua, aire y suelo.

La situación es preocupante ya que la salud pública ambiental no es eje central de las políticas de desarrollo y bienestar en ninguno de los dos estados, y para los próximos años se tienen contemplados una gran cantidad de proyectos de desarrollo industrial.



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

IBERO
PUEBLA

Instituto de Investigaciones
en Medio Ambiente
Xabier Gorostiaga, SJ /

CAPÍTULO 2

SITUACIÓN DE SALUD DE LA POBLACIÓN DE LA CUENCA DEL ALTO ATOYAC (CAA)

Análisis de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) en la población, con énfasis en las enfermedades de mayor impacto en la población de menores y jóvenes

INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

En este capítulo se presenta información de la salud de la población de la Cuenca del Alto Atoyac con base en las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) asociadas a factores ambientales. Se otorga especial atención a la descripción de las tendencias de las ECNT que más afectan a la población de menores y jóvenes de la CAA, con el propósito de resaltar aquellas que requieren vigilancia y control.

2.1. SITUACIÓN DE LA SALUD POBLACIONAL DE LA CAA

2.1.1. Panorama general en la CCA

La situación de salud de los habitantes de la Cuenca no es favorable. Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) son cada vez más frecuentes, inclusive en niños, adolescentes y jóvenes. Los resultados son claros y contundentes. Las muertes por ECNT han aumentado significativamente en las últimas décadas y son responsables del 76% de todas las defunciones.

Las proyecciones al 2030 realizadas en la investigación a través de los modelos ARIMA indican que, de no actuar, las tasas de mortalidad seguirán aumentando, principalmente por causa de los siguientes cuatro grupos de enfermedades: 1) cáncer; 2) enfermedades del sistema respiratorio; 3) enfermedades del sistema circulatorio; y 4) enfermedades del sistema digestivo.

Las tasas de mortalidad por ECNT en la población total de la CAA, han aumentado en 20 años por causa de nueve grupos de enfermedades (**Figura 2.1**) y las tendencias crecientes son estadísticamente significativas con un 95% de confianza, de acuerdo con la prueba de Mann-Kendall ($p < 0.05$).

Las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio, enfermedades endocrinas y metabólicas, así como por neoplasias fueron las que registraron el incremento más pronunciado en el tiempo. Por el contrario, las tasas de mortalidad debido a trastornos mentales y a enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conectivo fueron relativamente bajas.

La Mortalidad por ECNT se ha incrementado de manera significativa en el tiempo para los siguientes 9 grupos-causa (13 total):

- Neoplasias
- Enfermedades endocrinas y metabólicas*
- Trastornos mentales y del comportamiento
- Enfermedades del sistema nervioso
- Enfermedades del sistema circulatorio
- Enfermedades del sistema respiratorio
- Enfermedades del aparato digestivo
- Enf. del sistema osteomuscular y del tejido conectivo
- Enfermedades del aparato genitourinario

*Se excluye obesidad y malnutrición

Las ECNT son las responsables del 76% del total de muertes en la CAA

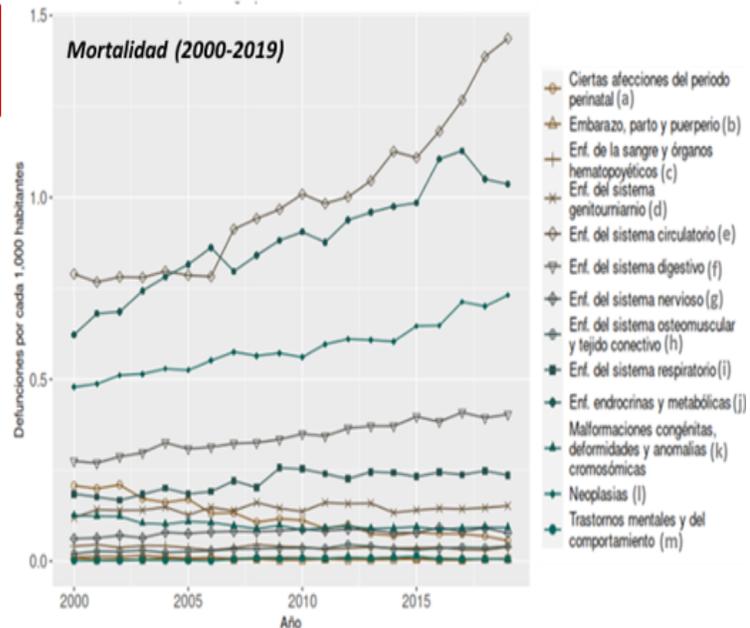


Figura 2.1. Tasas de mortalidad por ECNT en la población total de la CAA.

Las ECNT que más afectan a la población de la cuenca varían de acuerdo con la edad. En la **Figura 2.2** se presentan las principales causas de muerte.

Las tasas de muerte son más altas en hombres que en mujeres para una mayor variedad de ECNT, particularmente en adolescentes y jóvenes, y muestran un comportamiento histórico creciente. No obstante, en la población adulta fallecen más mujeres que hombres por causa del cáncer de mama y el cáncer en órganos genitales femeninos, así como por enfermedades del sistema osteomuscular y conectivo (artritis reumatoide y lupus).

Al analizar los patrones a nivel de grupo de edades, se observa que las tasas de mortalidad más altas se registran en la población de adultos mayores (28.87) y en la primera edad (2.32); mientras que las tasas más bajas se registran en la infancia y en la pubertad (~1.17). Las tendencias muestran un incremento en las tasas para la población de adolescente, jóvenes, adultos y adultos mayores en el período 2000-2019.

La situación de salud no es igual en todo el territorio. Se aprecian diferencias al comparar entre estados, municipios, e incluso entre localidades de un mismo municipio. Por ejemplo, los habitantes de Tlaxcala se ven más afectados por enfermedades respiratorias (adultos mayores e infantes), así como por enfermedades renales (adolescentes y jóvenes), mientras que en Puebla las mujeres adultas se ven más afectadas por el cáncer (mayores tasas de mortalidad). Estas diferencias espaciales en la distribución de las ECNT responden a las

variaciones territoriales en los determinantes sociales y ambientales de la salud, como se explicará en las siguientes secciones.

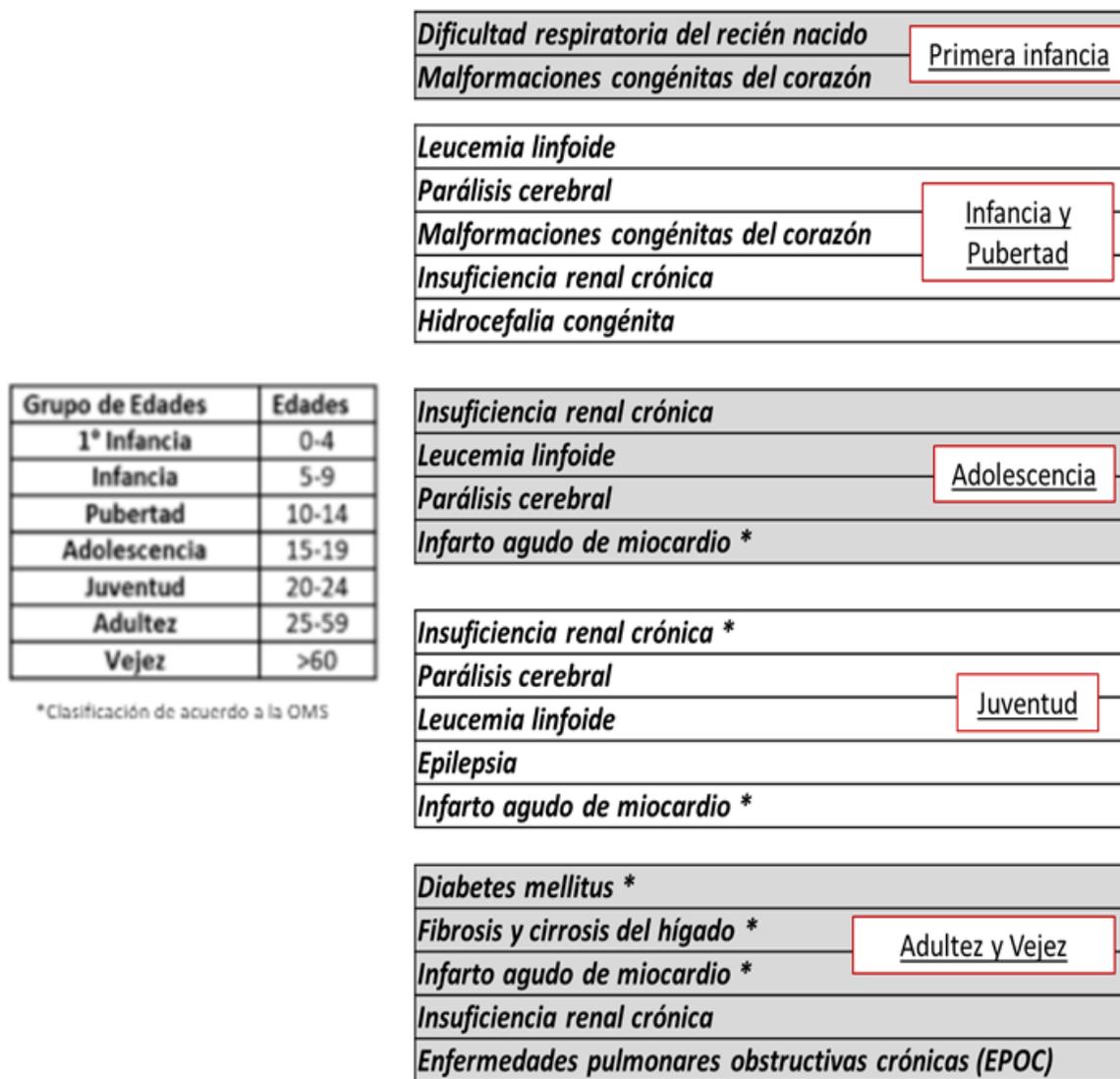


Figura 2.2. Principales causas de muerte en la CAA por grupo etario.

A continuación, se describe el patrón de ECNT para la población de menores y jóvenes de la CAA. La atención se centra en estos grupos etarios por el interés de investigación en el abordaje del vínculo entre la salud y la contaminación. La prevalencia de factores de riesgo de las ECNT en niños, niñas y adolescentes es menor con respecto a la población de adultos debido principalmente a la edad, hábitos o estilos de vida, comorbilidades, etc. Así, los efectos de la contaminación sobre la salud y los factores de riesgo se pueden evaluar e identificar más fácilmente en la población de menores.

Los niñas y niños, por estar en crecimiento y tener un metabolismo más acelerado, son mucho más vulnerables a los cambios en las condiciones ambientales, como, por ejemplo, la mala calidad del aire, tanto por razones biológicas como conductuales, ya que respiran más aire por unidad de peso corporal, por lo que inhalan una mayor proporción de sustancias tóxicas presentes en el aire en comparación con personas adultas expuestas a la misma concentración de contaminación. En general, este grupo de población también pasa más tiempo haciendo actividades físicas en exteriores, lo que puede conllevar una mayor exposición (Schraufnagel et al., 2019, Proaire Ciudad de México, 2011; Salud Pública de México, 2011).

2.2 ENFERMEDADES CRÓNICAS NO TRANSMISIBLES (ECNT) EN LA POBLACIÓN DE MENORES Y JÓVENES DE LA CAA

A continuación, se proporciona una descripción general de la situación de salud de la población infantil, adolescentes y jóvenes, con base en las ECNT.

2.2.1. Población infantil (0-9 años)

En el esquema de la **Figura 2.3**, se representa el patrón de las ECNT en la población infantil con base en la tasa de mortalidad, la incidencia acumulada y la prevalencia de las ECNT.

Se proporciona información de las tasas de mortalidad e incidencia de las ECNT más importantes dentro del grupo etario. Los círculos y los rectángulos de color azul dan información de la mortalidad, y los rectángulos de color café, de la incidencia de enfermedades. Los círculos varían en tamaño en función del número de muertes registradas en el 2000-2019, y el color amarillo indica que, la tasa de mortalidad para esa enfermedad experimentó un crecimiento estadísticamente significativo en 20 años, y/o valores superiores en la última década con respecto a la década anterior, esto de acuerdo con las pruebas no paramétricas de Mann-Kendall y Mann-Whitney-Wilcoxon.

Población infantil

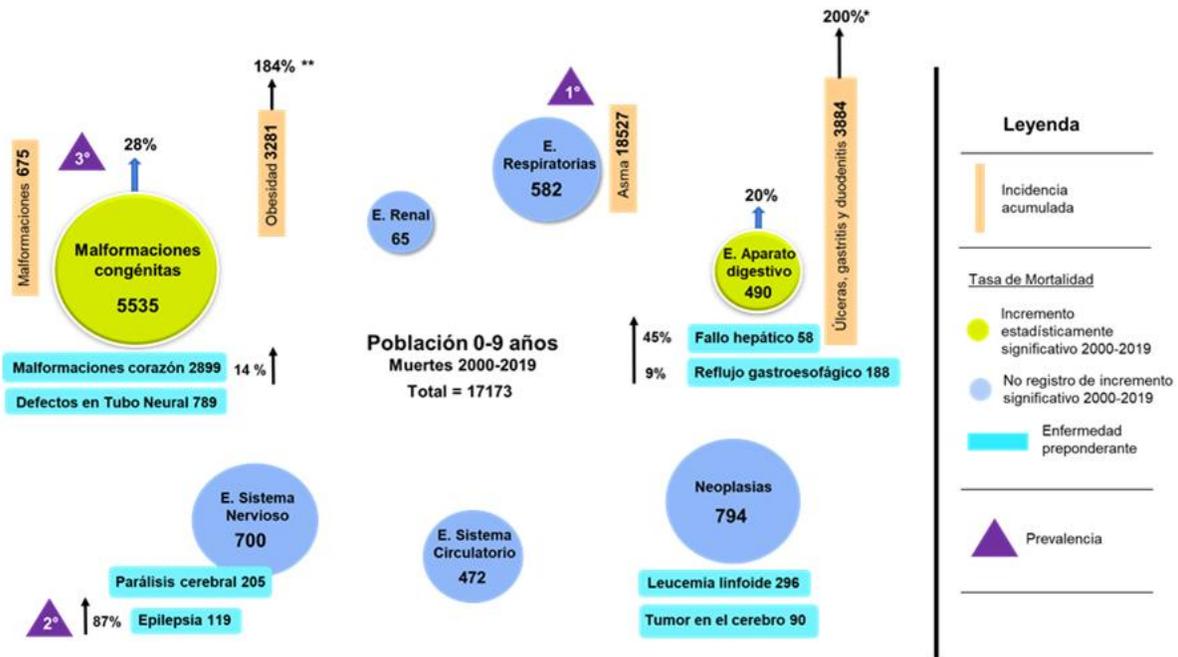


Figura 2.3. Patrón de las ECNT en la población infantil.

Los vectores indican el porcentaje de aumento en la tasa promedio de la ECNT entre el período 2000-2009 al 2010-2019, es decir, el aumento experimentado en la última década considerada. Los triángulos, con números respectivos, indican las tres enfermedades con prevalencias más altas de acuerdo con el censo efectuado en el 2021 como parte de la investigación.

Como se observa en el esquema, las malformaciones congénitas, las neoplasias y las enfermedades del sistema nervioso son el grupo de enfermedades que provocan el mayor número de muertes en la población infantil de la Cuenca. En la CAA, fallecen siete veces más niños y niñas (0-9 años) por malformaciones congénitas que, por cáncer, pero poca atención ha recibido este problema. Aunque en la CAA se han logrado controlar las muertes por ECNT en la etapa infantil, particularmente en los primeros años de vida (Figura 2.4), hay enfermedades que siguen teniendo un gran impacto como lo son las malformaciones congénitas.

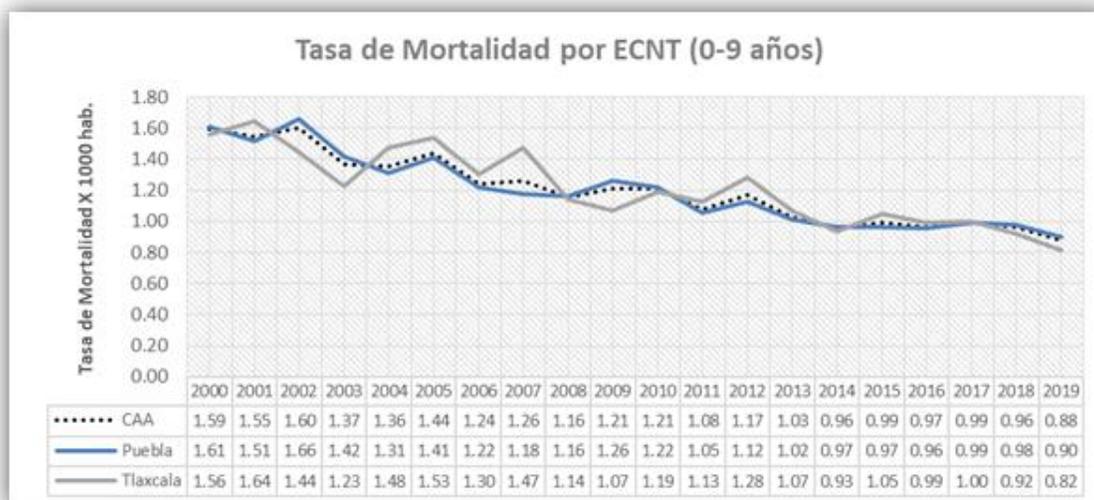


Figura 2.4. Tasa de mortalidad por ECNT en infantes (0 a 9 años).

El incremento significativo en la tasa de mortalidad por malformaciones congénitas en la población de 5 a 9 años (**Figura 2.5**), indica que los niños y niñas lograron superar la primera edad y que las complicaciones se están presentando en la segunda etapa de la niñez.

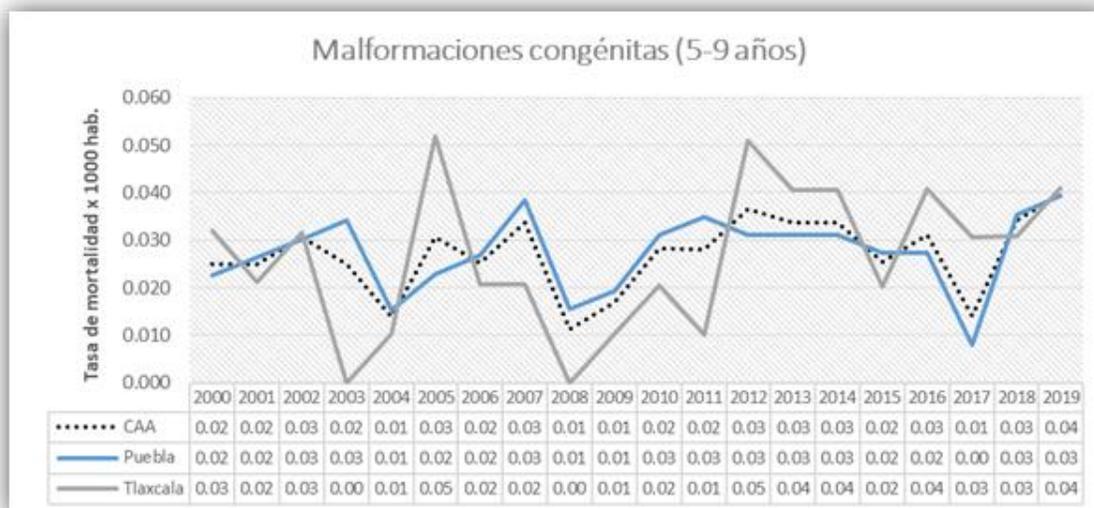


Figura 2.5. Tendencia de la tasa de mortalidad por malformaciones congénitas (5-9 años).

Los defectos del corazón y los del tubo neural son los problemas de nacimiento más frecuentes en la CAA; de estos, las cardiopatías congénitas tienen un mayor impacto en la mortalidad infantil, registrándose un incremento en la tasa de mortalidad del 14% en la última década.

Aunque la mortalidad por enfermedades del aparato digestivo es baja, las pruebas estadísticas aplicadas a las tendencias también indicaron que la tasa de mortalidad por este grupo de enfermedades ha aumentado de manera significativamente en el tiempo (20%) (**Figura 2.6**). Las defunciones por fallo hepático y por flujo gastroesofágico, ambas enfermedades del sistema digestivo, se han incrementado en el tiempo.

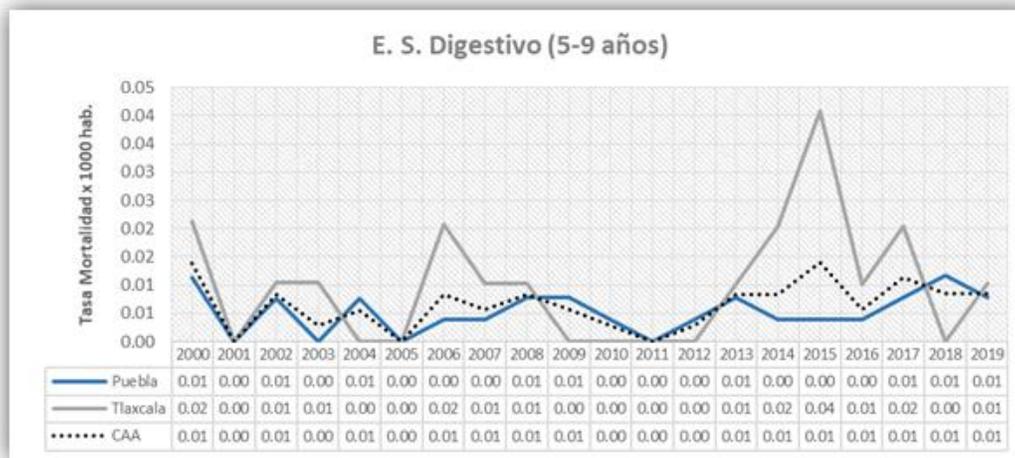


Figura 2.6. Tendencia de la tasa de mortalidad por enfermedades del Sistema Digestivo (5-9 años).

Pese a que las enfermedades del aparato digestivo no figuran entre las principales causas de muerte en la población infantil, están merecen ser vigiladas dada su tendencia de aumento. El fallo hepático puede ocurrir por la exposición a sustancias tóxicas. Esta enfermedad puede tener un impacto significativo en la salud y el bienestar de los niños.

En la población infantil, el cáncer es una de las enfermedades de mayor impacto; y la leucemia linfocítica es la principal causa de muerte en menores de 5 a 9 años. No obstante, la mortalidad por esta causa se ha controlado y la tasa registra una tendencia de disminución estadísticamente significativa en los 20 años de evaluación (Figura 2.7).

Las enfermedades del sistema nervioso también son frecuentes, particularmente, en la población de 5-9 años. Entre las enfermedades de mayor impacto en la mortalidad se encuentran la parálisis cerebral y la epilepsia (Anexo 1). La mortalidad por epilepsia registró un alza importante en la última década del 87% por lo que se recomienda su vigilancia y control. Se requieren estudios sobre los factores de riesgo de la epilepsia en el territorio.

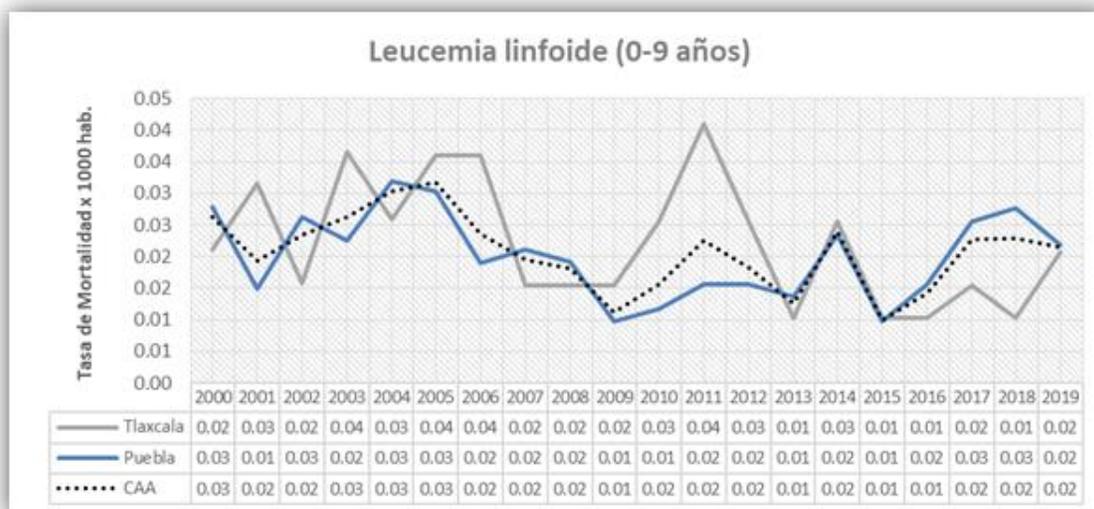


Figura 2.7. Tendencia de la tasa de mortalidad por Leucemia Linfoide (0-9 años).

A diferencia del comportamiento histórico de la tasa de mortalidad para el conjunto de ECNT en la población infantil, la incidencia acumulada de ECNT presenta una tendencia creciente en 20 años (**Figura 2.8**).

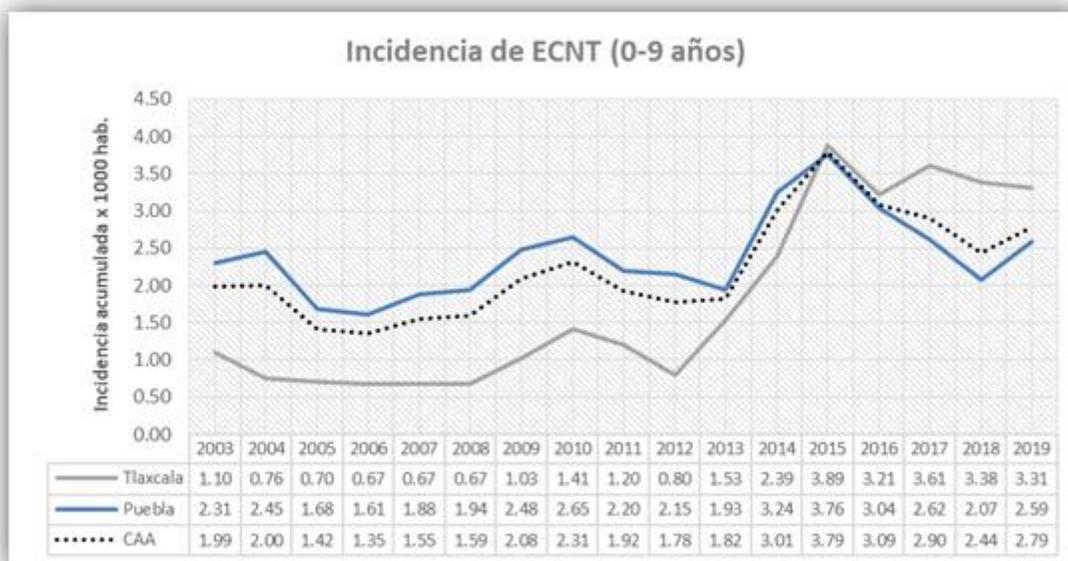


Figura 2.8. Incidencia de ECNT en infantes (0-9 años).

Entre las ECNT más comunes en la población infantil de 0 a 9 años, según los datos del Sistema de Vigilancia Epidemiológica, se encuentra el asma cuya incidencia representa un

58% del total de las enfermedades no transmisibles bajo vigilancia, seguido de las gastritis, úlceras y duodenitis con un 21%, y la obesidad con un 18%. Estas tres enfermedades en conjunto representan el 97% de la carga total de enfermedades no transmisibles en infantes.

Como se puede observar en la **Figura 2.9**, el asma es la enfermedad de mayor incidencia acumulada en ambos estados; sin embargo, las incidencias se han controlado, a diferencia de lo observado con la obesidad y las úlceras, gastritis y duodenitis, particularmente en la región de Tlaxcala. Estas enfermedades experimentaron un aumento abrupto de más del 100% en los últimos años, lo que revela que los niños y niñas de la Cuenca son actualmente más obesos y padecen de más problemas digestivos.

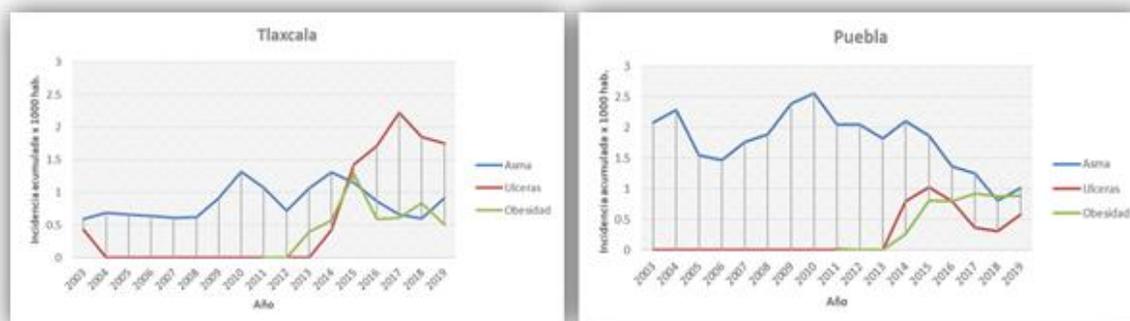


Figura 2.9. ECNT con mayor incidencia (0-9 años) en las entidades de la CAA. Solo se consideran los municipios de la CAA. Los registros de obesidad iniciaron en 2011.

En la CAA la obesidad infantil tiene una mayor incidencia y contribución relativa dentro del total de enfermedades en los municipios donde se localizan las principales zonas urbanas de la Cuenca (capitales de ambos estados). Es muy importante el control de esta enfermedad, ya que la obesidad es uno de los principales factores de riesgo de numerosas enfermedades crónicas, como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, la hipertensión y los accidentes cerebrovasculares, así como varios tipos de cáncer. Por lo que es importante llevar a cabo estrategias de prevención (OPS, s.f.). Por otro lado, llama la atención el comportamiento de la incidencia de las úlceras, gastritis y duodenitis en Tlaxcala; se observan valores en la última década tres veces mayor con respecto a Puebla.

Finalmente, en cuanto a la prevalencia de ECNT; el asma, la epilepsia y las malformaciones congénitas son las que registran los mayores valores en la CAA, representando en su conjunto el 52% del total de enfermedades registradas en el censo realizado en el 2021 (**Figura 2.10**).

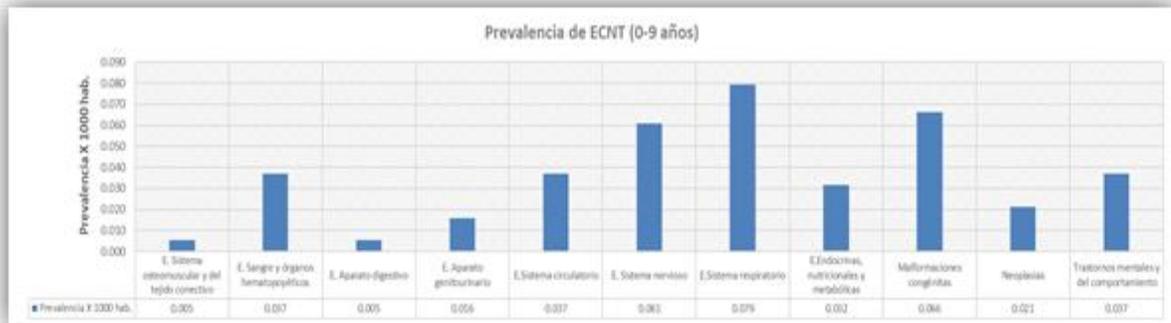


Figura 2.10. Prevalencia de las ECNT en la CAA (0-9 años).

2.2.2. Población de adolescentes (10-19 años)

La tasa de mortalidad del conjunto de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) para el grupo de adolescentes se ha incrementado en un 9% en la última década (**Figura 2.11**).

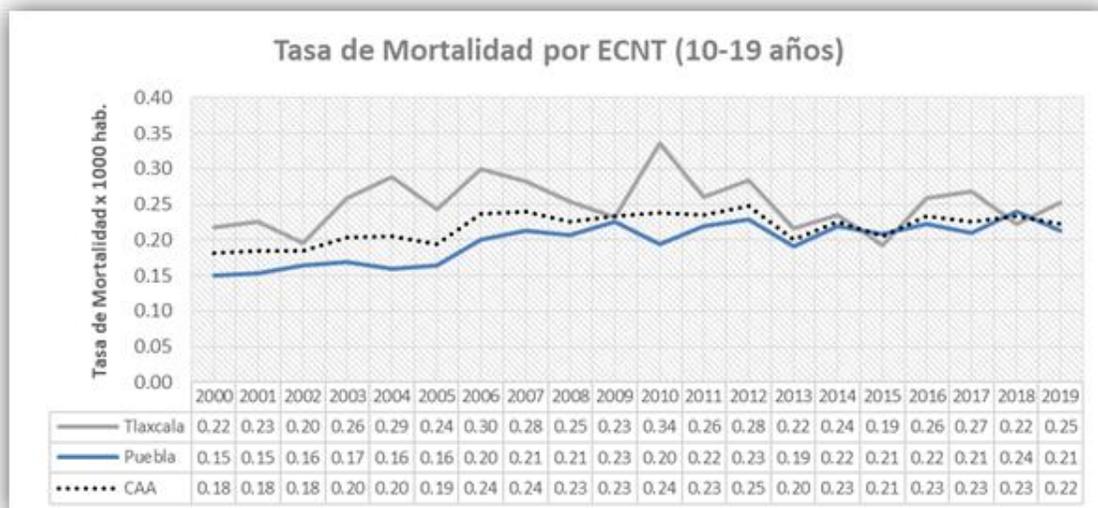


Figura 2.11. Tasa de mortalidad por ECNT (10-19 años).

En la **Figura 2.12** se aprecia que las neoplasias, las enfermedades del sistema nervioso y las enfermedades del sistema circulatorio son las enfermedades responsables del mayor número de muertes en la población de adolescentes y las tasas han aumentado de manera significativa en el tiempo. Las tasas de mortalidad por neoplasias aumentaron en un 14% en la última década y las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema nervioso y circulatorio en un 31% y 23% respectivamente. Dentro de las enfermedades del sistema

nervioso, la epilepsia registró un aumento del 34% y la parálisis cerebral del 46% en los últimos 10 años. En relación con esto se hace énfasis en la necesidad de vigilar estas enfermedades y sus factores de riesgo.

Población de adolescentes

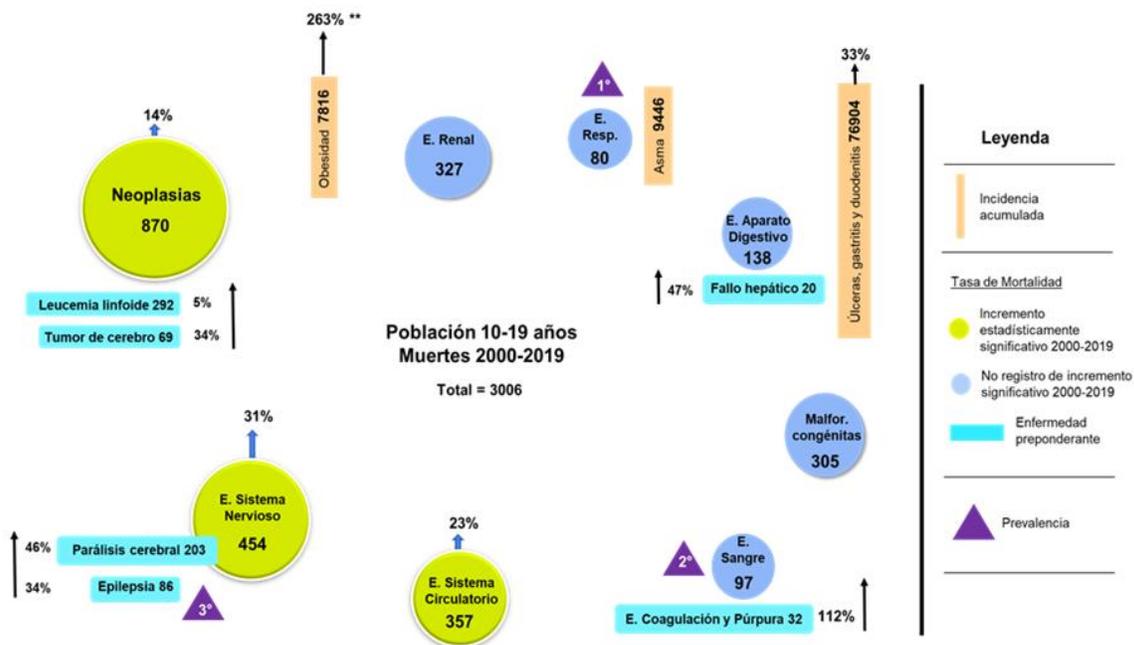


Figura 2.12. Patrón de las ECNT en el grupo etario de adolescentes.

A nivel de enfermedades, la leucemia linfóide es la ECNT que provoca el mayor número de muertes en la adolescencia y la tasa de mortalidad ha aumentado en un 5% en la última década (**Figura 2.13**) (**Anexo 1**). La enfermedad renal crónica (ERC) también figura entre las principales causas de muerte por ECNT, particularmente en la edad de 15-19 años, en donde es la principal causa de muerte. Sin embargo, a diferencia de la leucemia, la mortalidad por ERC no se ha incrementado en el tiempo (**Figura 2.14**).

Por otro lado, aunque las enfermedades digestivas y de la sangre no registraron una tendencia creciente estadísticamente significativa a nivel de grupos, ciertos subgrupos dentro de esta categoría, o tipos de enfermedades, sí revelan un notable aumento; como la tasa de mortalidad por fallo hepático (47%) y debido a las enfermedades de coagulación y púrpura trombocitopenia (112%), por lo que se recomienda su vigilancia.

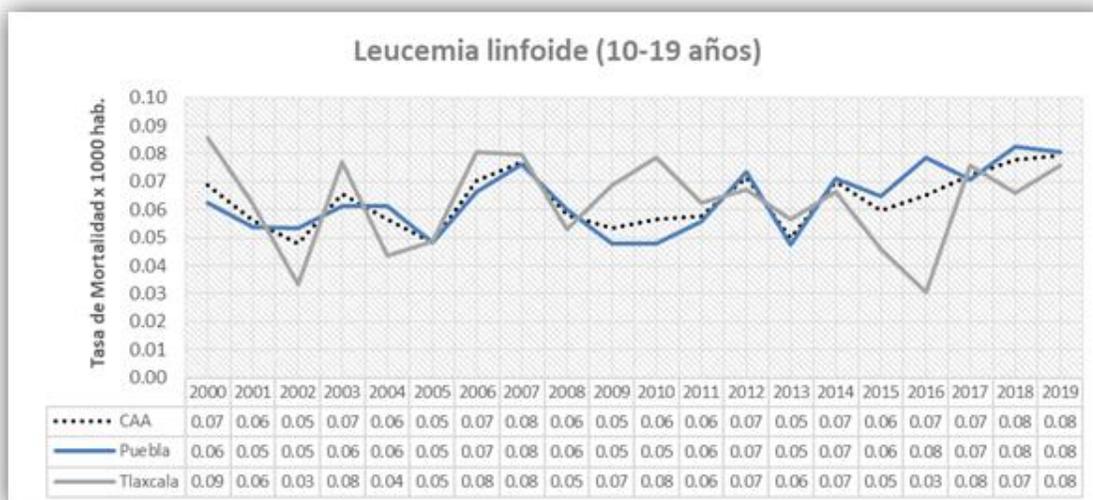


Figura 2.13. Tasa de mortalidad por leucemia linfoide (10-19 años).

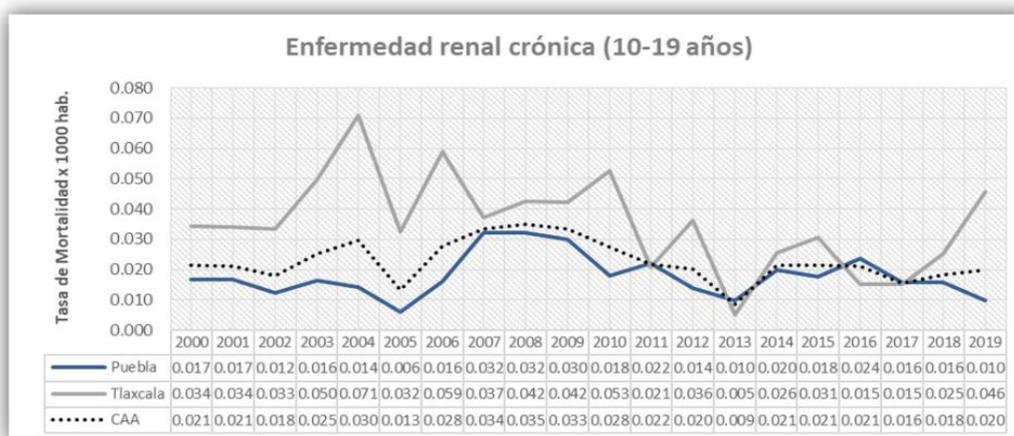


Figura 2.14. Tasa de mortalidad por enfermedad renal crónica (10-19 años).

En cuanto a la morbilidad de ECNT, las úlceras, gastritis y duodenitis, el asma y la obesidad son las enfermedades que registran las mayores incidencias acumuladas; sin embargo, las úlceras, gastritis y duodenitis representan más del 70% del total de las enfermedades no transmisibles bajo registro (**Figura 2.15**).

Llama la atención, nuevamente, el patrón detectado en cuanto a la incidencia de úlceras, gastritis y duodenitis. Estas son considerablemente elevadas en Tlaxcala, con registros tres veces superiores con respecto a Puebla.

De las enfermedades más frecuentes en la población de adolescentes, las que han experimentado un aumento abrupto ha sido la obesidad con valores superiores al 200% (2011-2015 al 2016-2019).

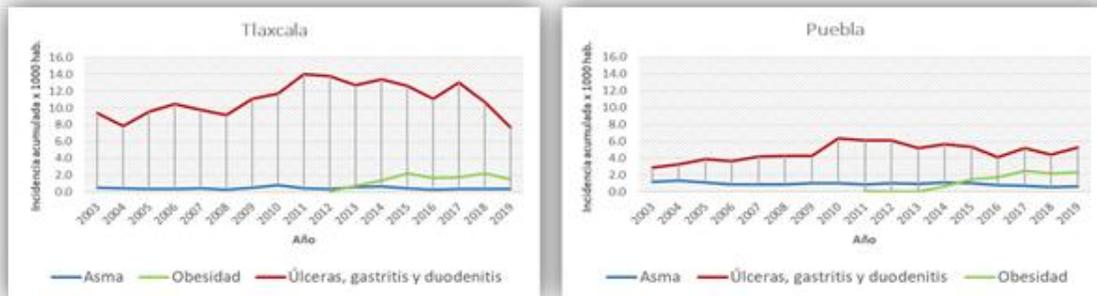


Figura 2.15. ECNT con mayor incidencia (10-19 años) en las entidades de la CAA.

La incidencia total de ECNT se incrementó en un 41% en la última década, y los mayores valores registrados en la región de Tlaxcala se deben a las incidencias de úlceras, gastritis y duodenitis (**Figura 2.16**).

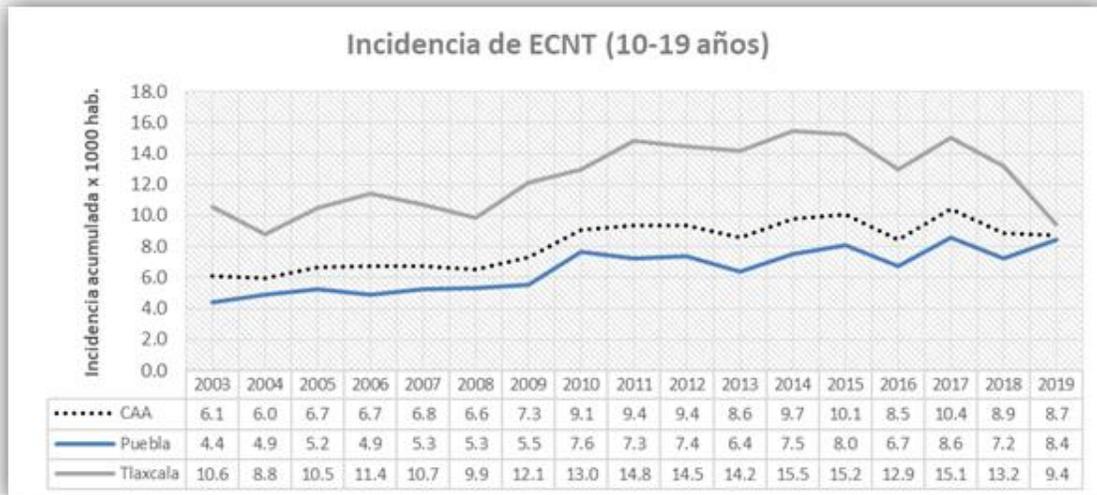


Figura 2.16. Incidencia de ECNT en la población de adolescentes (10-19 años).

Por último, los resultados del censo de 2021 destacan que el asma, la anemia y la epilepsia son las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) con mayor prevalencia (**Figura 2.17**).

Los hallazgos subrayan la importancia de estar alerta ante las enfermedades sanguíneas en los adolescentes, ya que no solo se observa una prevalencia de anemia relativamente elevada, sino también un aumento significativo de más del 100% en la tasa de mortalidad por este grupo de enfermedades.

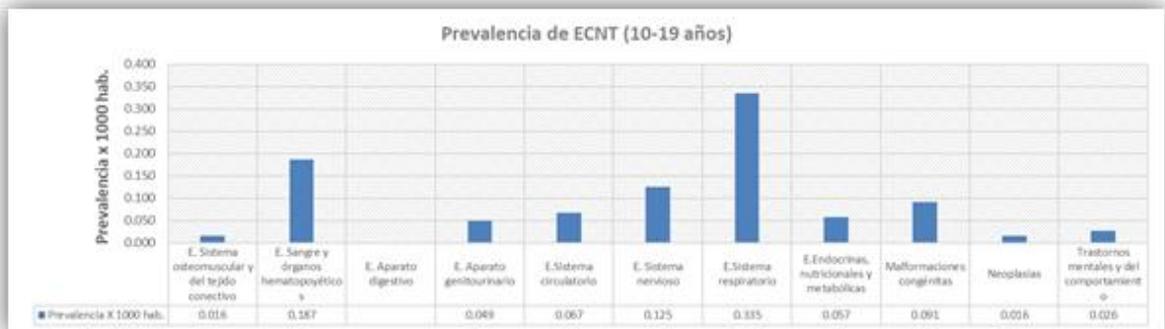


Figura 2.17. Prevalencia de las ECNT en la CAA (10-19 años).

2.2.3. Población de jóvenes (20-24 años)

La tasa de mortalidad total por enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) para el grupo de jóvenes, muestra una tendencia creciente, registrando un incremento en un 25% en la última década (**Figura 2.18**).

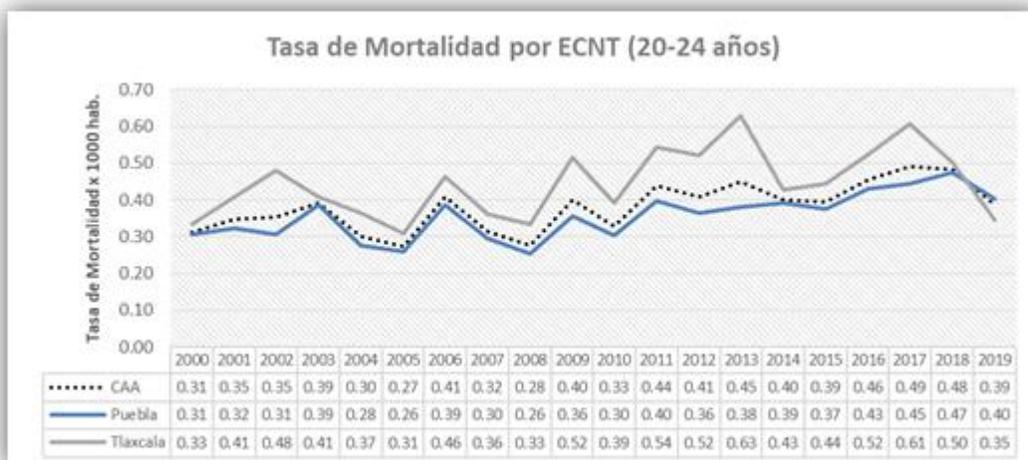


Figura 2.18. Tasa de mortalidad por ECNT en jóvenes (20-24 años).

En la Figura 2.19 se observa que, las neoplasias, las enfermedades del sistema circulatorio y las enfermedades renales, provocan el mayor número de muertes en jóvenes. Sin embargo, las ECNT que registraron un patrón creciente significativo en el tiempo fueron las enfermedades del aparato digestivo (34%), las enfermedades renales (58%) y las enfermedades del sistema circulatorio (124%) en la última década. Aun cuando la tasa de mortalidad por neoplasias no registró un incremento significativo, la leucemia linfóide y el cáncer de testículo muestran una tendencia creciente debido al incremento en el porcentaje registrado en la última década sobre todo en el cáncer de testículo (77%) por lo que este tipo de cáncer está impactando cada vez más a los jóvenes de la CAA.

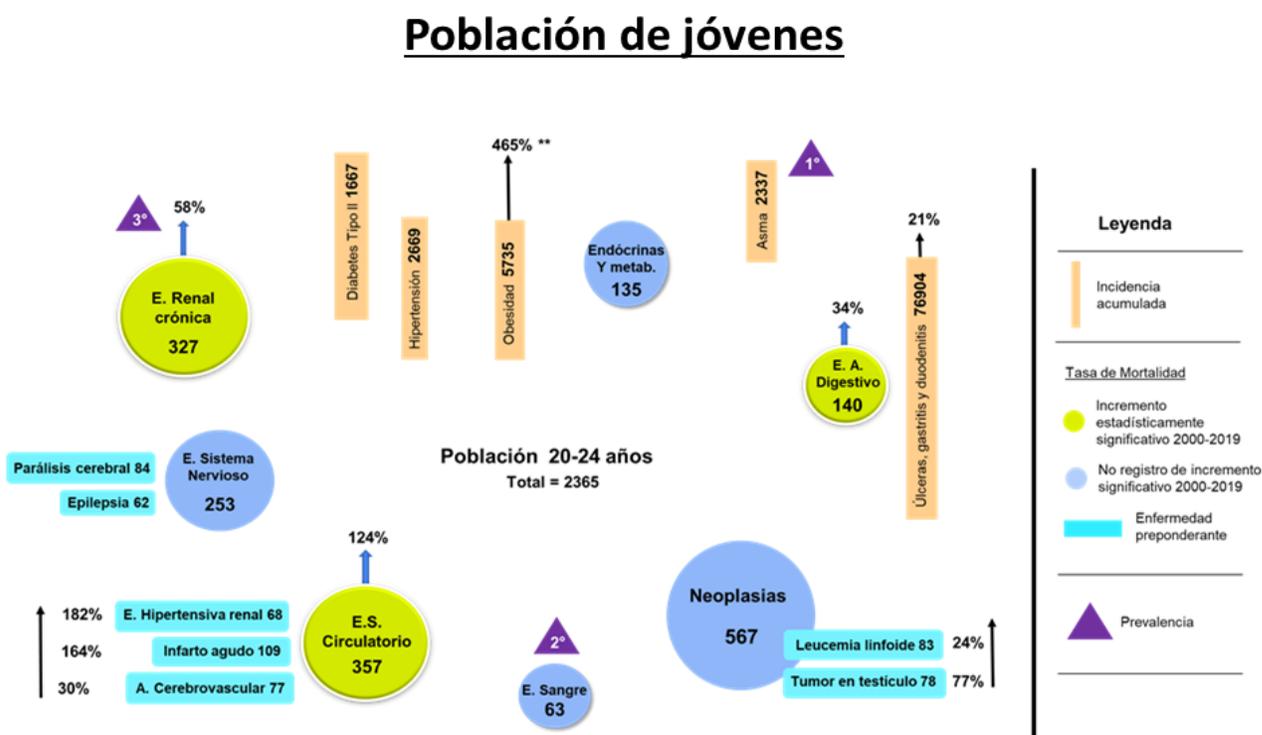


Figura 2.19. Patrón de las ECNT en la población juvenil.

Asimismo, destaca el aumento significativo de las enfermedades del sistema circulatorio en los últimos diez años, mostrando una tendencia claramente creciente (**Figura 2.20**).

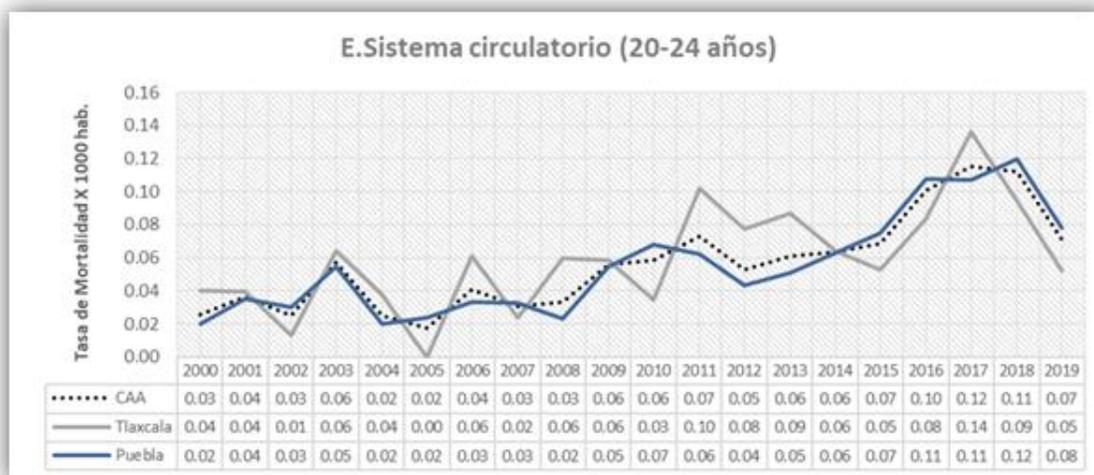


Figura 2.20. Tendencia de la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio (20-24 años).

Entre las enfermedades más frecuentes del sistema circulatorio, se detecta un incremento del 182% en la tasa de mortalidad debido a la enfermedad hipertensiva renal en jóvenes en la última década, del 164% por infartos de miocardio y del 30% por enfermedades cerebrovasculares (**Figura 2.21**). Estos datos resaltan la necesidad de abordar y prevenir los factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares para preservar la salud de la población de jóvenes.

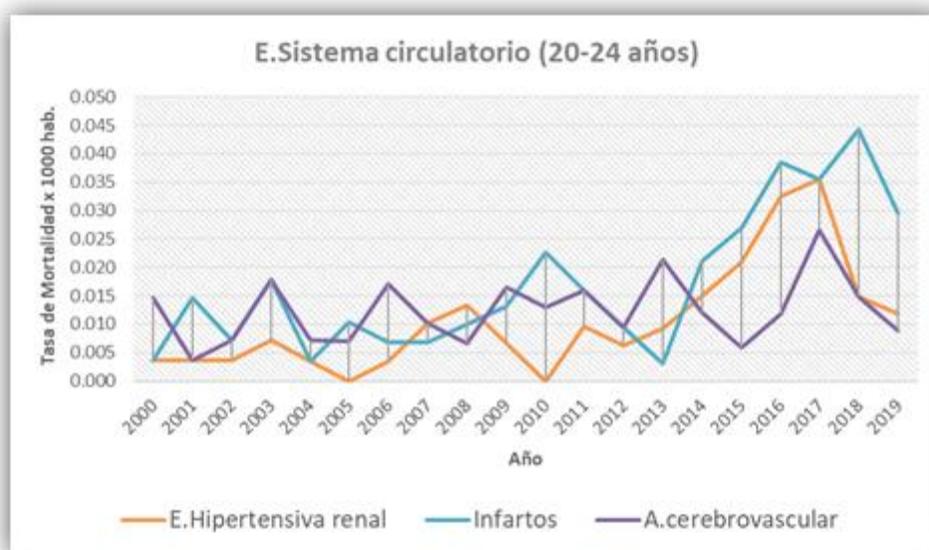


Figura 2.21. Tendencia de la tasa de mortalidad por tipo de enfermedad del sistema circulatorio (20-24 años).

La tendencia de la tasa de mortalidad por enfermedades del aparato digestivo en jóvenes (**Figura 2.22**) muestra un aumento del 34% en los últimos 10 años. Mientras que se observa que la tasa de mortalidad por enfermedad renal crónica (ERC) en jóvenes de 20 a 24 años, registra un alza importante del 58% (**Figura 2.23**).

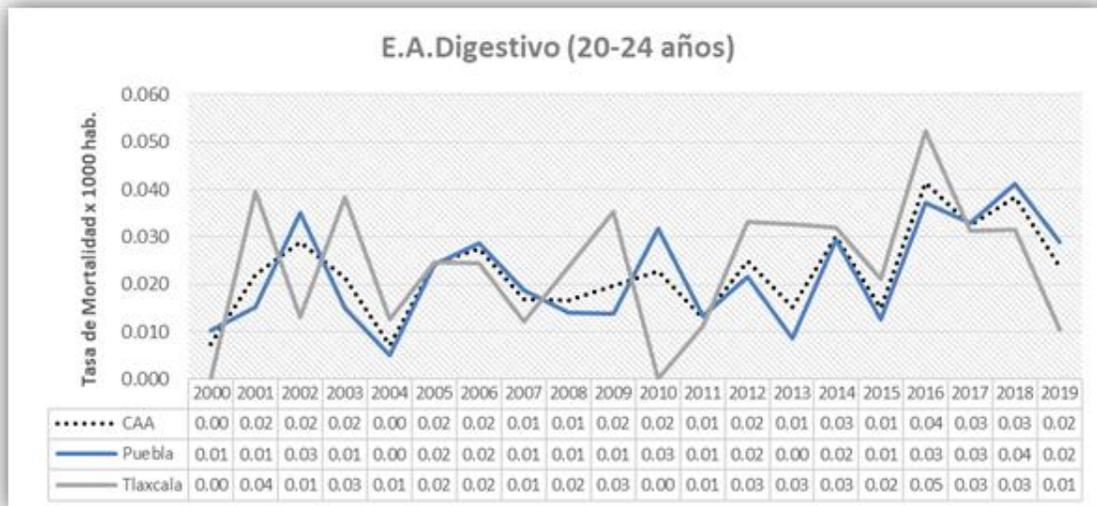


Figura 2.22. Tendencia de la tasa de mortalidad por enfermedades del aparato digestivo (20-24 años).

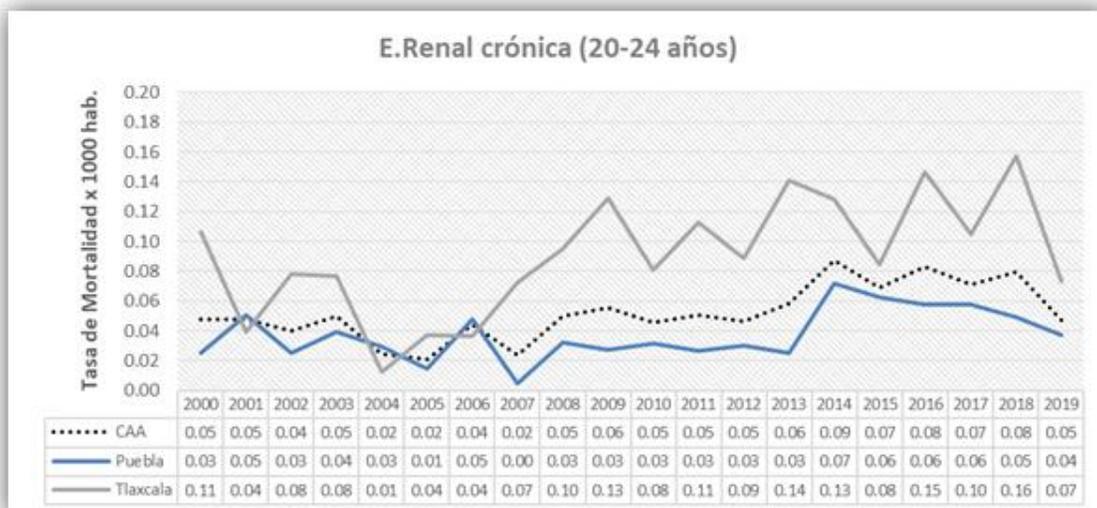


Figura 2.23. Tendencia de la tasa de mortalidad por ERC (20-24 años).

En cuanto a la morbilidad, se registra un incremento en la incidencia acumulada del total de ECNT del 16% en la última década (**Figura 2.24**). Las úlceras, gastritis y duodenitis y la

obesidad representan el 92% del total de las enfermedades bajo registro. Mientras que, la diabetes mellitus II (2%), la hipertensión arterial (3%) y el asma (3%) registran incidencias relativas similares.

Nuevamente se observa el mismo patrón con respecto a la incidencia de úlceras, gastritis y duodenitis; en Tlaxcala los valores son aproximadamente tres veces mayores que en Puebla. Sin embargo, la tasa parece haberse controlado.

Tal como se observa en la **Figura 2.25**, la obesidad se incrementó más de un 400% desde que inició su registro en el año 2011.

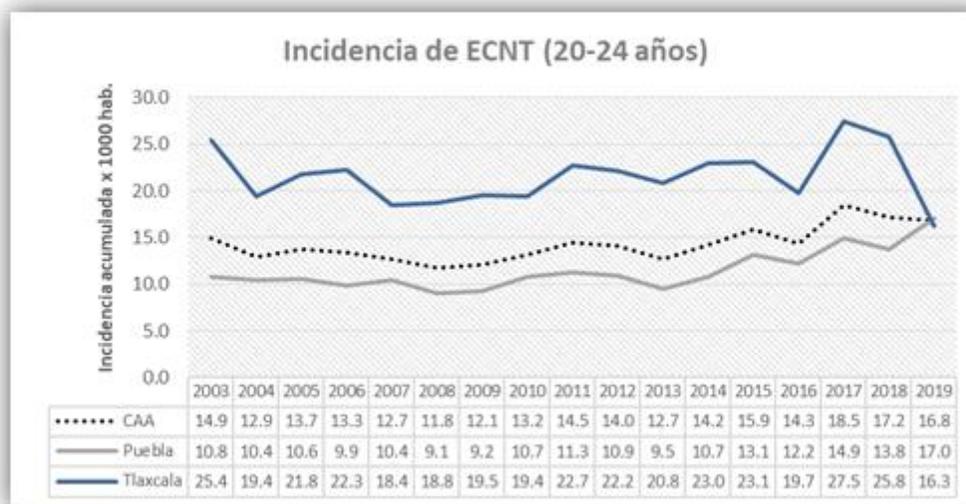


Figura 2.24. Incidencia de ECNT en jóvenes (20-24 años).

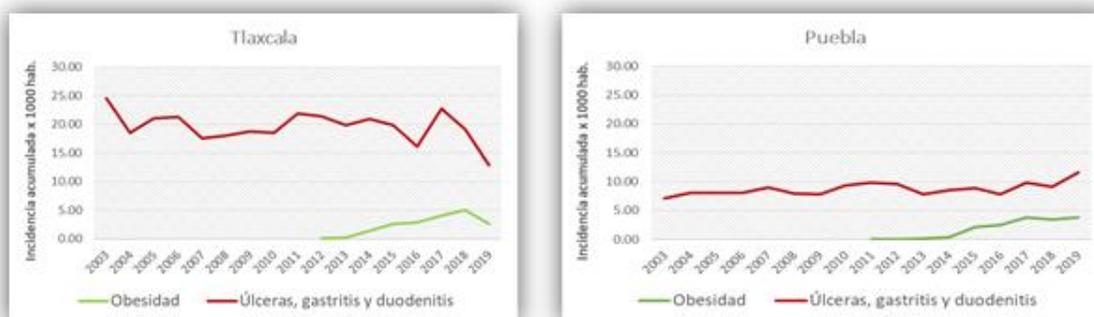


Figura 2.25. ECNT con mayor incidencia (20-24 años) en las entidades de la CAA.

En cuanto a la prevalencia, las enfermedades que obtuvieron los mayores registros fueron el asma, la anemia y la enfermedad renal crónica (**Figura 2.26**).

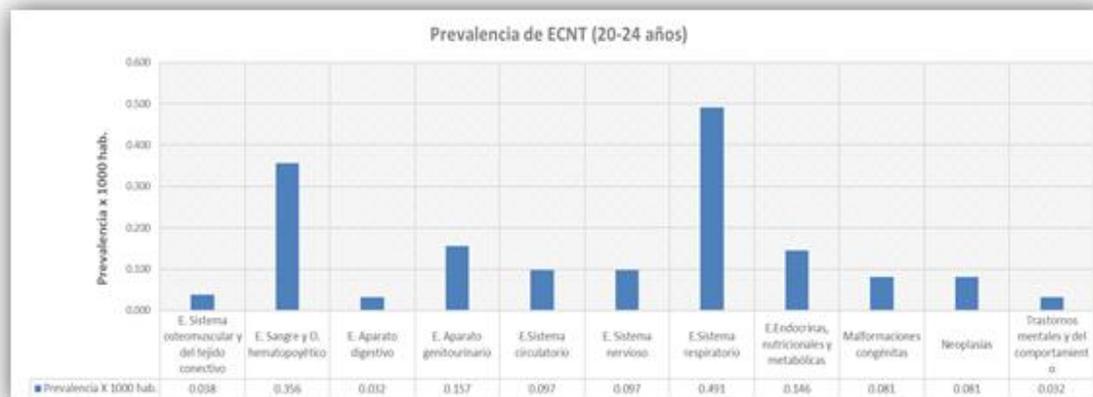


Figura 2.26. Prevalencia de las ECNT en la CAA (0-9 años).

2.2.4. Comparación entre sexos

La comparación de la tasa de mortalidad por sexos se restringe a los grupos de ECNT que registraron una tendencia creciente significativa en términos estadísticos para el período 2000 al 2019. Estas enfermedades son las que se indican en el esquema de la sección anterior con un círculo amarillo, para las tres edades.

Se utilizó la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon, con previo test de Fligner-Killeen, para identificar la existencia de diferencias estadísticas en los patrones de mortalidad por sexos.

Los resultados indicaron que las tasas de mortalidad para 5 de las 6 enfermedades bajo análisis son diferentes estadísticamente entre hombres y mujeres, con valores más altos en la población masculina.

Las enfermedades que mostraron diferencias entre sexos fueron las enfermedades del sistema circulatorio, cáncer, enfermedades del sistema digestivo, enfermedad renal crónica y enfermedades del sistema nervioso. Este resultado debe ser considerado en las estrategias para la prevención-atención de las ECNT, las cuales deben considerar las diferencias entre sexos y los factores involucrados.

A continuación, se presentan las gráficas respectivas.

En la **Figura 2.27** se muestra la variación temporal de la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en adolescentes y jóvenes. Se observa una diferencia significativa entre los sexos en el grupo de jóvenes, con una mayor tasa de mortalidad en

los hombres ($p=0.004$) según la Prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon. La comparación entre sexos para el grupo de adolescentes no se pudo realizar debido a que no se cumplió con el supuesto de la prueba Fligner-Killeen.

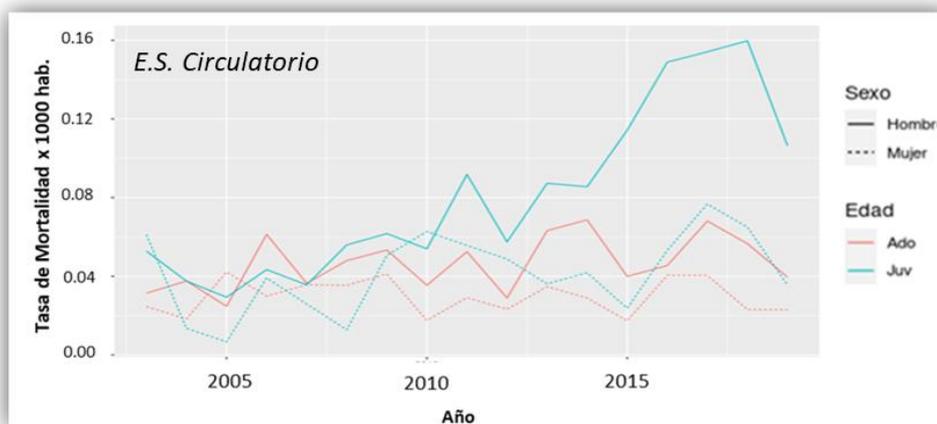


Figura 2.27. Variación temporal de la tasa de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en adolescentes y jóvenes.

En la **Figura 2.28** se muestra la variación temporal de la tasa de mortalidad por cáncer en adolescentes. Se observa una diferencia significativa entre los sexos, con una mayor tasa de mortalidad en los hombres ($p=0.000$) según la Prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon.

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el impacto del cáncer en la población infantil resulta en la pérdida de años de vida, mayores desigualdades y dificultades económicas (OPS, s.f.). Por lo que el aumento en la tasa de mortalidad y la disparidad de género observada resaltan la importancia de implementar estrategias edad específicas en la prevención y detección temprana de estas enfermedades.

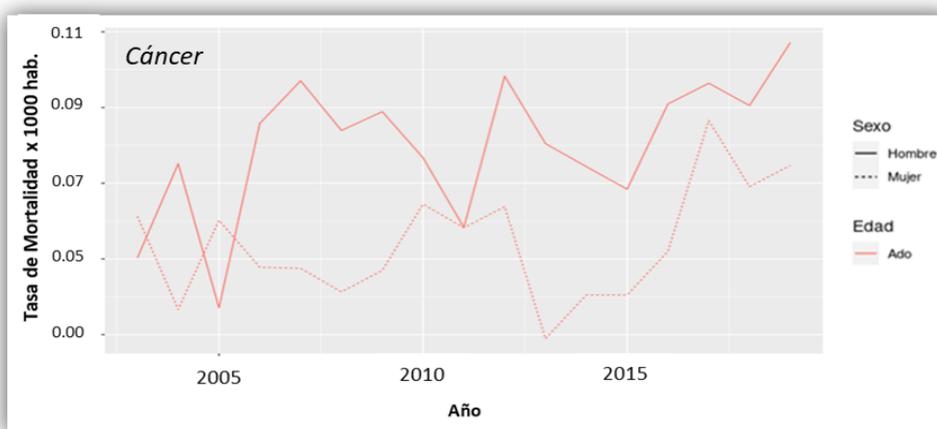


Figura 2.28. Variación temporal de la tasa de la mortalidad por cáncer en adolescentes.

De acuerdo con la variación temporal de la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema digestivo, se observa una diferencia significativa entre sexos en la población de jóvenes (20-24 años), donde los hombres presentan una tasa de mortalidad mayor. En los grupos de infantes y adolescentes, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los sexos (**Figura 2.29**).

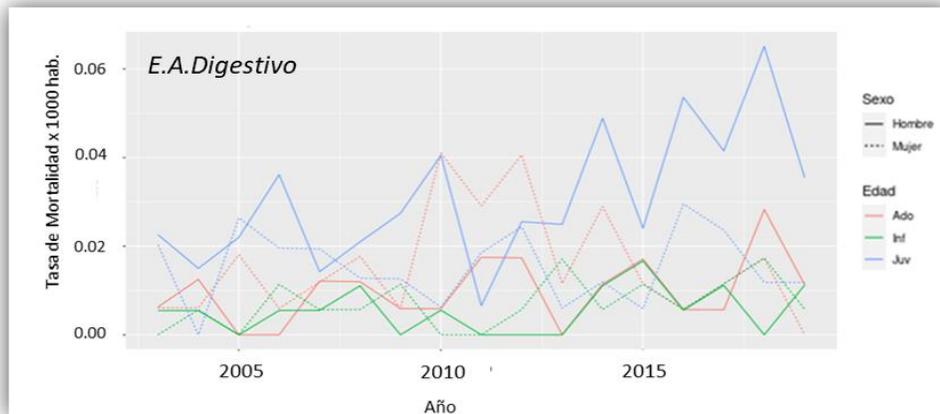


Figura 2.29. Variación temporal de la tasa de la mortalidad por enfermedades del sistema digestivo en infantes, adolescentes y jóvenes.

La **Figura 2.30** representa la variación temporal de la tasa de mortalidad por enfermedad renal crónica la cual presenta una diferencia significativa de acuerdo con la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon ($p=0.00$) entre los sexos, siendo mayor en los hombres jóvenes.

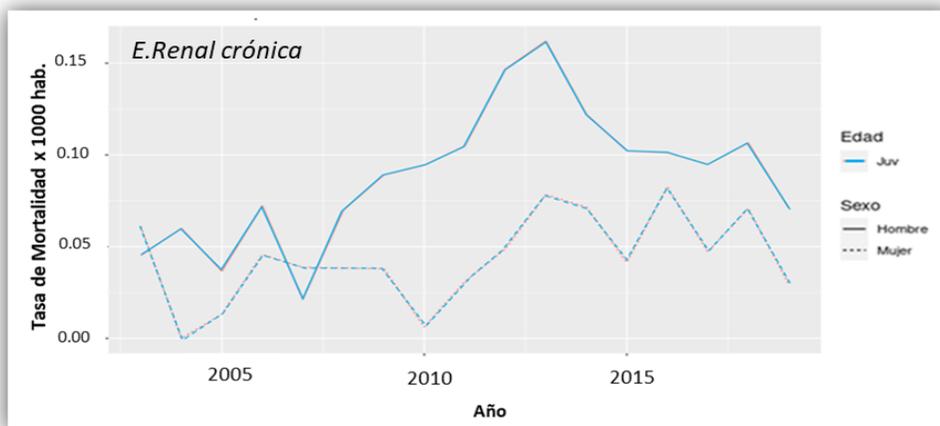


Figura 2.30. Variación temporal de la tasa de la mortalidad por ERC en jóvenes.

La **Figura 2.31** muestra la variación temporal de la tasa de mortalidad por enfermedad del sistema nervioso en adolescentes. Se identifica una diferencia significativa de acuerdo con

la prueba de Mann Whitney Wilcoxon ($p=0.00$) entre los sexos, siendo mayor en los hombres.

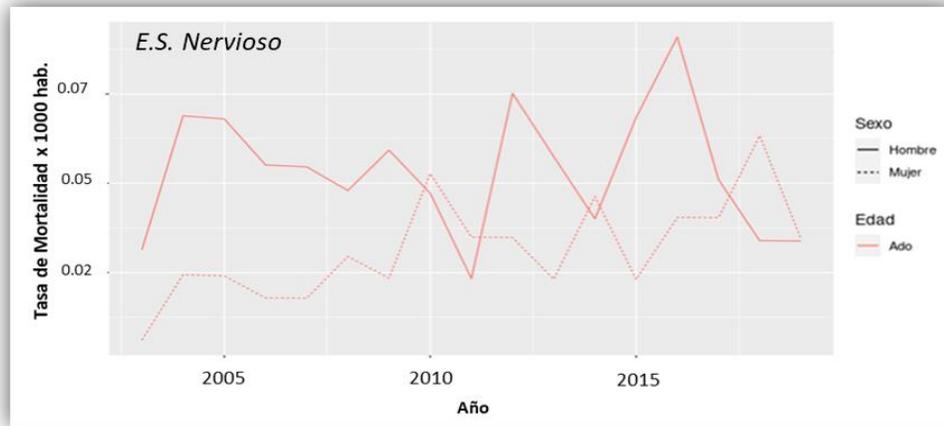


Figura 2.31. Variación temporal de la tasa de la mortalidad por enfermedad del sistema nervioso en adolescentes.

Finalmente, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la tasa de mortalidad de malformaciones congénitas entre sexos para la edad de 5 a 9 años (**Figura 2.32**).

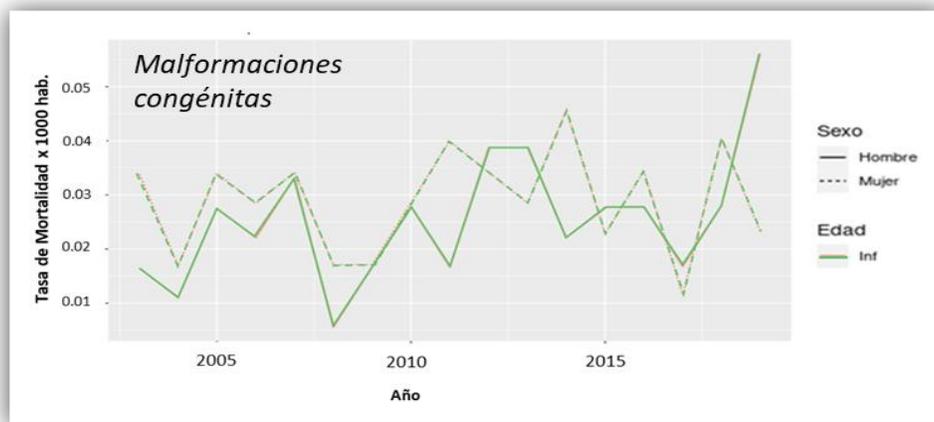


Figura 2.32. Variación temporal de la tasa de mortalidad por malformaciones congénitas (5-9 años).

2.2.5 Correlación entre las tasas de mortalidad por ECNT y el número de unidades económicas (industrias manufactureras).

Dado el interés del estudio en analizar las ECNT en relación con la contaminación y/o con factores ambientales, se consideró estratégico explorar las relaciones estadísticas entre las tasas de mortalidad de aquellas enfermedades que registraron un patrón creciente en el tiempo con respecto al cambio en el número de unidades económicas en 2000-2019.

Se utilizó la información de las unidades económicas como un indicador del nivel de contaminación ya que 1) no se tienen datos suficientes y confiables de las concentraciones de contaminantes en el ambiente en 2000-2019 y 2) tomando en cuenta que no se controlan las emisiones de los contaminantes industriales en la CAA, por lo que se asume que existe una proporcionalidad entre el número de fábricas y el grado de contaminación ambiental.

En la **Figura 2.33**, se presenta el resultado de la correlación de Spearman entre las tasas de mortalidad de las ECNT con tendencia crecientes en la población infantil versus el número de industrias manufactureras. Según la prueba no paramétrica, existe una correlación positiva significativa entre la tasa de mortalidad por enfermedades digestivas en niños y niñas y el número de industrias manufactureras.

Población Infantil	Unidades E. Manufactura	Malformación Congénita	E.Sistema Digestivo
Unidades E. Manufactura	1	0.469	<u>0.729</u>
M. Congénitas	0.469	1	0.074
E.S. Digestivo	<u>0.729</u>	0.074	1

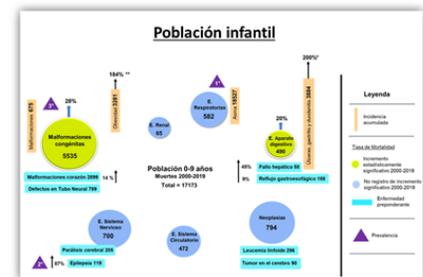


Figura 2.33. Correlaciones entre las tasas de mortalidad y el número de unidades económicas en la población infantil.

En el análisis realizado para el grupo de adolescentes, no se encontró evidencia de correlaciones significativas entre las ECNT consideradas y las unidades económicas (**Figura 2.34**).

Adolescentes	Unidades Eco (Manufactura)	Cáncer	E. Sistema Circulatorio	E. Sistema Nervioso
Unidades E. Manufactura	1	0.362	0.317	0.271
Cáncer	0.362	1	0.051	0.167
E. S. Circulatorio	0.317	0.051	1	-0.199
E. S. Nervioso	0.271	0.167	-0.199	1

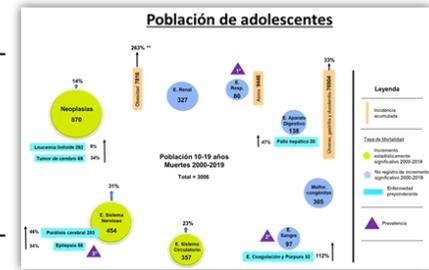


Figura 2.34. Correlaciones entre las tasas de mortalidad y el número de unidades económicas en la población adolescentes.

En el grupo etario de jóvenes, se observó una correlación estadísticamente significativa entre las enfermedades cardiovasculares y renales y el aumento en el número de industrias manufactureras, esto de acuerdo con la prueba no paramétrica de Spearman.

Con respecto a las enfermedades digestivas no se encontró correlación significativa (**Figura 2.35**).

Jóvenes	Unidades E. Manufactura	E. Sistema Circulatorio	E.S. Digestivo	E. Renal
Unidades E. Manufactura	1	<u>0.824</u>	0.352	<u>0.612</u>
E. S. Circulatorio	<u>0.824</u>	1	0.390	<u>0.591</u>
E.S. Digestivo	0.352	0.390	1	0.319
E. Renal	<u>0.612</u>	<u>0.591</u>	0.319	1

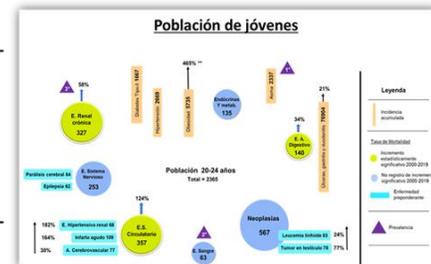


Figura 2.35. Correlaciones entre las tasas de mortalidad y las empresas manufactureras en la población juvenil.

Estos hallazgos indican que existe posible asociación entre la actividad industrial y la incidencia de enfermedades cardiovasculares y renales en la población de jóvenes. Este resultado se puede interpretar de dos maneras. Por un lado un incremento en el número de industrias implica una mayor fuerza laboral de personal obrero, generalmente cubierta por jóvenes; lo cual puede implicar una mayor exposición a las sustancias químicas utilizadas y liberadas en el proceso de manufactura. Por el otro, ser producto de una mayor exposición a contaminantes de origen industrial en el medio ambiente.

En la CAA se produjo un incremento de 2010 al 2020 de industrias pequeñas, medianas y grandes del 35%, 11% y 73% respectivamente. Los giros que experimentaron el mayor aumento en la última década, particularmente en Tlaxcala, fueron la industria de maquinaria y productos metálicos, en la que se incluyen las metalúrgicas (126%), y las

fábricas de equipos eléctricos y accesorios relacionados (65%). En ambos giros se utilizan y se liberan metales pesados, como plomo, cadmio, níquel, arsénico, cromo, etc. los cuales son factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares y renales.

Las metalúrgicas son altamente contaminantes por la cantidad de residuos que generan. Las fábricas de hierro y acero producen grandes cantidades de desechos sólidos como escoria de horno alto, polvos de acería, y restos metálicos, los cuales son un problema para la industria que los genera, el medio ambiente y la salud humana por su carácter de peligrosidad, elevado volumen e inadecuada disposición. En la Cuenca, algunas metalúrgicas depositan sus residuos en rellenos sanitarios, terrenos baldíos o alrededor de parcelas de cultivo. Esto es muy peligroso para las poblaciones cercanas ya que los contenidos tóxicos en estos residuos y en el suelo, como el arsénico y el plomo, se dispersan con el viento, provocando que la población se encuentre en mayor riesgo de padecer enfermedades respiratorias. Estos residuos tóxicos también son una fuente de contaminación del agua subterránea y un factor de riesgo de una amplia variedad de enfermedades crónicas, como la insuficiencia renal, tal como se mencionó anteriormente.

La fabricación de productos eléctricos y electrónicos genera un problema grave de contaminación ambiental con alto impacto en la salud humana a nivel mundial, que se ha agudizado aceleradamente. Los volúmenes crecientes de artículos producidos y desechados están causando en todo el mundo lo que recientemente se denominó en un foro internacional como un “tsunami de desechos electrónicos” que pone en peligro la vida de las personas que extraen los materiales de estos equipos (trabajo de reciclado) por el contacto con más de mil sustancias peligrosas, como el plomo, el mercurio, el níquel, los materiales ignífugos bromados y los hidrocarburos aromáticos policíclicos. También hay muchísimos niños que viven, acuden a la escuela y juegan cerca de lugares donde se reciclan desechos electrónicos que contienen altas concentraciones de sustancias químicas tóxicas, como el plomo y el mercurio, que pueden afectar a su desarrollo intelectual (OMS, 2021). En Tlaxcala el incremento de estos establecimientos fue de aproximadamente un 200% en la última década, al igual que el incremento en la industria de maquinaria y productos metálicos.

Otros giros industriales que también registraron un incremento importante en la CAA durante la última década fueron las fábricas de papel y cartón (58%) y las fábricas de productos plásticos y similares (38%).

Las industrias de productos plásticos emiten al aire agentes cancerígenos al igual que otras sustancias altamente tóxicas (benceno, estireno, hidrocarburos aromáticos policíclicos). De acuerdo con investigaciones científicas, algunos de los efectos en la salud que provoca la exposición a estas sustancias son: deterioro del sistema nervioso, problemas reproductivos

y para el desarrollo, cáncer, leucemia e impactos genéticos tales como bajo peso al nacer (CIEL, 2019). En la industria del plástico se emiten sustancias altamente tóxicas (benceno, estireno, hidrocarburos aromáticos policíclicos) durante el proceso de transformación de combustibles fósiles a resinas plásticas y aditivos.

En la industria de papel, se producen miles de nuevos compuestos conocidos como organoclorados (dioxinas y furanos) en el proceso de blanqueado, los cuales son muy dañinos para el ser humano. Estas fábricas registraron un aumento importante en la región poblana del 86%.

Las fábricas de porcelanas, cerámicas, baldosas y similares registraron un alza importante del 53% en Tlaxcala en la última década.

Cada vez hay más evidencias de los efectos negativos de la industria de baldosas de cerámicas en el medioambiente y en la salud. La producción de baldosas está generando el mayor impacto en el medio ambiente, registrando un 45,9 % de potencial de toxicidad humana y un 73,9 % de potencial de calentamiento global (Turkmen et al., 2021).

La producción mundial de baldosas de cerámicas ha experimentado un aumento significativo en los últimos años, casi duplicándose, por su amplio uso en la construcción (Othman et al., 2018).

Estas fábricas liberan enormes cantidades de partículas y contaminantes tóxicos a la atmósfera durante el proceso de producción de las baldosas y piezas de cerámica. Por lo que el mayor impacto ambiental es la contaminación del aire. La principal emisión es material particulado, el cual por su tamaño puede causar graves daños a la salud cuando ingresa al sistema respiratorio y ataca la superficie pulmonar (Rahu et al., 2014)

La emisión de partículas nano y ultrafinas en el ambiente circundante puede causar problemas pulmonares a los residentes debido al proceso de sinterización (Fonseca et al., 2016). No obstante, estas fábricas no solo liberan grandes cantidades de partículas, sino de metales pesados como el plomo, níquel, cromo y arsénico, así como otros contaminantes, como el flúor (F), los aldehídos, y diversos compuestos orgánicos provenientes del uso de aditivos para la decoración de las baldosas (dispersantes, defloculantes, opacificantes, etc.) (Boschi et al. 2020; Waterkemper et al., 2023).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, actualmente existe evidencia mucho más contundente que demuestra la afectación de la contaminación del aire sobre diferentes aspectos de la salud, causando millones de muertes y la pérdida de años saludables de vida. De hecho, se estima que la carga de morbilidad atribuible a la

contaminación del aire está a la par de otros importantes riesgos para la salud mundial, como las dietas poco saludables y el tabaquismo (WHO, 2021).

Los aumentos a corto plazo de la contaminación del aire se asocian con un mayor riesgo de infarto de miocardio, accidente cerebrovascular e insuficiencia cardíaca aguda (Bourdrel, et al. 2017). Cada vez existen más indicios de que la exposición a contaminantes tiene una relación dosis-respuesta con el aumento del riesgo en el desarrollo de enfermedad cardiovascular (Chowdhury et al., 2018; Troeger et al., 2018; Sevim et al., 2020; Yang et al., 2020).

El daño de la contaminación del aire a la salud pública se ha convertido en un foco de investigación, especialmente las partículas finas atmosféricas (PM2.5). En los últimos años, las investigaciones epidemiológicas han confirmado que el PM2.5 está estrechamente relacionado con la enfermedad renal crónica y la nefropatía membranosa. La investigación básica ha demostrado que el PM2.5 tiene un impacto en la función normal de los riñones a través de la acumulación en el riñón, disfunción endotelial, anomalías sistema renina-angiotensina y depósito de inmunocomplejos. Además, el mecanismo de daño de PM2.5 en el riñón implica inflamación, estrés oxidativo, apoptosis, daño en el ADN y autofagia Xu et al. (2022).

2.3. ENFERMEDADES QUE REQUIEREN VIGILANCIA Y CONTROL

La discusión que se presenta a continuación se centra en los grupos de enfermedades que registraron una tendencia creciente significativa en términos estadísticos en la tasa de mortalidad en 2000-2019. Estas enfermedades se indican en el esquema de la sección anterior con un círculo amarillo. También se proporcionará información general de las úlceras, gastritis y duodenitis, el asma y la obesidad.

Aunque ciertamente se han logrado controlar las muertes en la niñez, el problema de salud está lejos de resolverse en la CAA, por lo que es necesario implementar y/o fortalecer las acciones de prevención y atención de las enfermedades en la población de menores y jóvenes.

El patrón de aumento en las tasas de algunas ECNT, indica que en la CAA se están creando condiciones que promueven el desarrollo de estas afecciones y que además no se están atendiendo de manera eficaz.

Cada vez hay más pruebas que demuestran que una amplia gama de factores, más allá de los servicios de salud, tienen un papel fundamental en la configuración de la salud y el bienestar, entre estos, los factores ambientales (OPS, s.f.).

Las enfermedades cardiovasculares son una de las principales causas de mortalidad en adolescentes y jóvenes en la cuenca. Entre los factores de riesgo de mayor peso en la CAA se encuentran la obesidad y la contaminación del aire. La contaminación del aire es uno de los principales contribuyentes a las enfermedades cardiovasculares (bourdrel et al., 2017).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente 249,000 muertes prematuras en las Américas en 2016 se relacionaron con la contaminación del aire exterior, mientras que alrededor de 83,000 muertes prematuras fueron atribuibles a la contaminación del aire causada por el uso de combustibles sólidos en los hogares. La exposición a niveles elevados de contaminación del aire puede tener efectos perjudiciales para la salud, incluyendo enfermedades cardíacas, entre otros.

En diversos estudios se han observado una fuerte correlación entre la exposición a metales como arsénico, plomo, cadmio y cobre, y diversas enfermedades cardiovasculares como la cardiopatía coronaria y el accidente cerebrovascular (Chowdhury et al., 2018). La exposición a estos contaminantes se da a través del agua contaminada o a través de partículas aéreas que son inhaladas por el humano. De hecho, la exposición al arsénico a través del agua, es la segunda causa de muerte a nivel mundial y la carga de contaminación de aguas subterráneas por este metal se ha convertido en un problema de salud grave asociado a enfermedades cardiovasculares (Sinha & Prasad, 2020).

Mientras que, los contaminantes inhalados incluyendo a los metales y a las PM2.5, se constituyen como una fuente de compuestos vasculotóxicos (Lamas et al., 2021), convirtiéndose actualmente, en un factor de riesgo de las enfermedades crónicas no transmisibles, con un riesgo alto de eventos cardiovasculares (Al-Kindi et al., 2020). Asimismo, la exposición a los pesticidas (carbamato, organoclorados u organofosforados) y su asociación con enfermedades cardiovasculares es considerada como una de las principales causas de mortalidad mundial (Zago et al., 2022).

Además, la exposición a contaminantes por diversas vías, asociada con factores relacionados a estilos de vida poco saludables como el tabaquismo, alcoholismo, alimentación inadecuada, sedentarismo, el aumento del colesterol, la obesidad, la diabetes y la hipertensión arterial entre la población infantil, adolescente y joven, puede contribuir al desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Genovesi et al., 2019).

Es necesario considerar diversos factores y adoptar medidas para abordar tanto la obesidad como la calidad del aire con el fin de reducir la carga de enfermedades cardiovasculares en la población.

La situación con respecto a las úlceras, gastritis y duodenitis en la CAA es preocupante, particularmente en el territorio tlaxcalteca, cuyas incidencias son aproximadamente tres veces mayores con respecto a Puebla para todas las edades.

Estas enfermedades se han incrementado en la CAA, en un 200% en la última década en la población infantil, y aunque no se tiene información con respecto a la causa de estos padecimientos en la Cuenca, según la literatura, la principal causa es la infección por *Helicobacter pylori*, cuyo proceso de contagio se vincula a condiciones sanitarias deficientes (agua y alimento contaminados) y condiciones de hacinamiento (Palomino y Tomé, 2012). De manera que, una estrategia de prevención sería la información con respecto a este tipo de enfermedades y las medidas para reducir el contagio con *H. pylori* (lavado de alimentos, ingesta de agua potable).

Estudios recientes indican que la calidad del aire es un factor de riesgo de enfermedades digestivas (Tsai et al., 2019). Hay cada vez más evidencias sobre el vínculo entre la contaminación atmosférica y las enfermedades del aparato digestivo, lo cual también podría explicar el notable incremento en la incidencia de úlceras y gastritis, sobre todo en los niños, los cuales son más sensibles a los cambios en las condiciones del medioambiente. Hay estudios que sugieren que la inflamación intestinal y las úlceras pueden ser provocadas por la contaminación del aire (Tsai et al., 2019; Wu, et al., 2021; NG, 2022; Bailey et al., 2022).

Se ha demostrado que la exposición a contaminantes del aire altera la inmunidad intestinal, aumenta la permeabilidad intestinal y altera la composición microbiana intestinal; estas condiciones podrían contribuir con el desarrollo de úlceras pépticas. Tres estudios epidemiológicos recientes han examinado directamente la relación específica entre la contaminación del aire y los ingresos hospitalarios por úlcera péptica (Tsai et al., 2019).

El patrón de incidencia de úlceras, gastritis y duodenitis en Tlaxcala es motivo de preocupación y requiere un estudio detallado. Además de presentar tasas considerablemente más altas en comparación con Puebla, se observa un incremento en la incidencia de estos trastornos en los niños en varios municipios durante la última década. Tlaxcala se sitúa entre las entidades con las tasas de incidencia más altas a nivel nacional para úlceras, gastritis y duodenitis (2020), así como en el número de casos atendidos por estos trastornos en el ámbito médico (2016) (Secretaría de Salud, 2020).

Las úlceras, gastritis y duodenitis representan un problema de salud pública en la CAA debido a su creciente incidencia. Además, los medicamentos comúnmente recetados para tratar estas enfermedades, como el Omeprazol y otros inhibidores de la bomba de protones (IBP), se han identificado como un factor de riesgo de la insuficiencia renal (Makunts et al.,

2019). Estos medicamentos están ampliamente disponibles sin receta médica y son consumidos en gran medida por la población mexicana.

En la presente investigación, se obtuvo una fuerte correlación positiva entre la tasa de mortalidad por insuficiencia renal y la incidencia de úlceras, gastritis y duodenitis tanto en adolescentes como en jóvenes. Esta información se presentará en el siguiente capítulo. Aunque no existe una relación directa entre ellas, esta asociación podría deberse al efecto del tratamiento o medicamentos utilizados para tratar las enfermedades digestivas en el desarrollo de la insuficiencia renal.

En consecuencia, la disminución de las incidencias de las úlceras y gastritis a través del control de sus causas tendría un beneficio doble, pues también se disminuiría la incidencia de riesgo de las enfermedades renales por la disminución del consumo de los medicamentos mencionados. Además, la gastritis crónica también es factor de riesgo del cáncer de estómago (Galicia-Zamalloa y Díaz y Orea, 2020), el cual es el principal tipo de cáncer en los adultos mayores en la CAA.

En este contexto, es de vital importancia llevar a cabo estudios epidemiológicos que permitan identificar las causas de las úlceras, gastritis y duodenitis, así como aspectos relacionados con su tratamiento, el uso de medicamentos (tipos, tiempo de consumo). Sin embargo, en Tlaxcala, resulta preocupante la ausencia de epidemiólogos en el primer nivel de atención (PNA), a pesar de ser un requisito contar con especialistas de esta área en los centros de salud con más de 10 núcleos básicos.

Es fundamental contar con expertos en epidemiología que puedan realizar un análisis detallado de los factores de riesgo y las implicaciones de salud asociadas a estas enfermedades en la población de Tlaxcala, ya que las enfermedades del aparato digestivo están impactando significativamente en todas las edades de la población de la CAA y las proyecciones al 2030, de las tasas de mortalidad por estas causas muestran una tendencia de aumento (Modelos ARIMA).

También es importante destacar el aumento en la tasa de mortalidad por reflujo gastroesofágico y fallo hepático en la población infantil. Asimismo, entre los adultos mayores de la CAA, el cáncer en el sistema digestivo es la principal causa de muerte, especialmente el cáncer de estómago y el cáncer de hígado. Estudios han demostrado una asociación entre el cáncer de estómago y daños crónicos en la mucosa gástrica relacionados con la infección por *H. pylori* (Galicia-Zamalloa y Díaz y Orea, 2020). Estos hallazgos resaltan la importancia de la prevención y detección temprana de estas enfermedades, así como la necesidad de investigar y abordar los factores de riesgo involucrados en su desarrollo.

A pesar de la alta incidencia de enfermedades del sistema digestivo y los riesgos asociados, en Tlaxcala la disponibilidad de especialistas en gastroenterología es limitada. Actualmente, solo se cuentan con dos gastroenterólogos en un hospital del ISSSTE, lo que significa que los adultos mayores que no están afiliados a esta institución deben buscar atención en hospitales privados para recibir un diagnóstico y tratamiento adecuados.

Según los datos extraídos de la DGIS (Base de datos Abiertos en Salud), en la CAA hay un déficit de gastroenterólogos en los hospitales públicos para la población abierta. Solo hay de estos especialistas en los hospitales infantiles y 2 en el Hospital de Especialidades de Puebla, pero no hay en Tlaxcala para la atención de los adultos no derechohabientes.

Por otro lado, el asma es una enfermedad de alta incidencia y prevalencia en la CAA, especialmente entre niños, niñas y adolescentes.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera al asma como un importante problema de salud pública, por lo que es necesario coordinar esfuerzos a nivel nacional e internacional para combatir y controlar esta enfermedad. Esto incluye acciones de sensibilización dirigidas al público en general y a los profesionales de la salud, con el fin de aumentar la comprensión de la gravedad del problema. Asimismo, se requiere una coordinación eficiente de la vigilancia epidemiológica a nivel mundial para monitorear la incidencia y prevalencia del asma y tomar medidas adecuadas en su prevención y tratamiento.

El asma también genera impactos a nivel económico relacionado con la deficiente gestión de la enfermedad. Según Collazo-Herrera et al. (2022) en México, aproximadamente la mitad de los costos relacionados con el tratamiento del asma se deben a los servicios hospitalarios, incluyendo urgencias y hospitalizaciones. Se estima que el costo promedio directo por paciente al año es de alrededor de 1,100 pesos mexicanos, equivalentes a aproximadamente 74.0 dólares estadounidenses. Se estima que a nivel internacional, los costos asociados al asma superan los costos combinados de la tuberculosis y el VIH/SIDA (Collazo-Herrera et al., 2022). Esto destaca la importancia y el impacto económico significativo de esta enfermedad.

Según el censo realizado en el 2021, el tratamiento del 67% de los pacientes diagnosticados clínicamente con asma, es cubierto con los ingresos familiares.

2.4. CONSIDERACIONES PARA EL MANEJO DE ESTAS ENFERMEDADES

De las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) que tienen un impacto significativo en los niños y jóvenes, algunas pueden ser controladas mediante la implementación de estrategias de prevención primaria, a través de la reducción de la prevalencia de los factores

de riesgo. Un ejemplo de esto son las malformaciones congénitas, donde se puede trabajar en la prevención al mejorar las condiciones de salud materna, promover estilos de vida saludables y evitar la exposición a tóxicos.

Sin embargo, existen otras ECNT que requieren estrategias más robustas en la prevención secundaria para su control, como en el caso de la enfermedad renal crónica, ya que al detectar y tratar la enfermedad en etapas tempranas, se puede prevenir la progresión de la enfermedad y sus complicaciones asociadas.

Entonces, es posible regular o influir significativamente en las causas y factores de riesgo de una determinada enfermedad y lograr disminuir su incidencia en la población. Por ejemplo, se pueden tomar medidas para prevenir y reducir la obesidad y las úlceras estomacales en muchos casos. Asimismo, se pueden implementar acciones preventivas, como la ingesta oportuna de ácido fólico, para reducir la probabilidad de ciertos defectos congénitos, como la espina bífida (**escenario 1**).

En el caso de otras enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), el control de los factores de riesgo puede ser limitado. Sin embargo, es posible reducir la tasa de mortalidad de estas enfermedades a través de un diagnóstico oportuno y un tratamiento adecuado. Por ejemplo, en casos de epilepsia, parálisis cerebral, ciertos defectos congénitos y diabetes, el tratamiento adecuado puede mejorar la esperanza de vida y la calidad de vida de las personas afectadas, aunque no implica la eliminación completa de la enfermedad (**escenario 2**).

Existen otras enfermedades en las que el control de los factores de riesgo es limitado, pero a través de un tratamiento oportuno se puede lograr la eliminación de la enfermedad y restaurar la salud de la persona afectada. Ejemplos de ello son la leucemia, la púrpura trombocitopenia, la anemia y los problemas cardíacos. Mediante un tratamiento adecuado, es posible combatir activamente estas enfermedades y permitir que los pacientes recuperen su bienestar y calidad de vida (**escenario 3**).

En el **escenario 1**, es necesario implementar programas de educación y promoción en salud. Por ejemplo, las malformaciones congénitas son una de las principales causas de muerte en la población infantil. En la CAA, los niños y niñas mueren siete veces más por defectos congénitos que por cáncer. Aunque los factores de riesgo de muchas de estas malformaciones no se conocen con precisión, se ha demostrado que los defectos del tubo neural, como la anencefalia y la espina bífida (un defecto en la columna vertebral del bebé), se pueden prevenir en gran medida mediante la ingesta oportuna de ácido fólico.

Entre 2000 y 2019, se registraron 789 fallecimientos de infantes por malformaciones del tubo neural, mientras que la leucemia linfocítica causó la muerte de 296. La espina bífida es

la malformación más común reportada por el Sistema de Vigilancia Epidemiológica en la CAA, después del labio y paladar hendido. Sin embargo, a diferencia de este último, los niños con espina bífida presentan discapacidades permanentes y requieren intervenciones quirúrgicas a lo largo de su vida.

Además, es importante destacar que la exposición a sustancias tóxicas durante el embarazo, incluyendo los plaguicidas, representa un factor de riesgo para las malformaciones congénitas. Durante los talleres realizados en Tlaxcala, se evidenció que los participantes tenían muy poco conocimiento acerca de los riesgos para la salud por el uso de plaguicidas sintéticos, así como de las medidas de protección necesarias. Por lo tanto, es fundamental que los centros de salud rurales se conviertan en plataformas o instancias para el desarrollo de estrategias comunitarias que promuevan la información sobre los peligros de los agrotóxicos y fomenten el autocuidado de la salud a nivel individual, familiar y comunitario. El personal de promoción de salud debe desempeñar un papel clave en facilitar esta labor.

Otra enfermedad que se puede prevenir es la obesidad, la cual ha experimentado un aumento superior al 100% en la última década entre la población infantil y juvenil. Es crucial abordar y controlar esta enfermedad, ya que la obesidad es uno de los principales factores de riesgo de numerosas enfermedades crónicas, como la diabetes, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, accidentes cerebrovasculares y varios tipos de cáncer (OPS, s.f.).

Según datos del INEGI (2018) obtenidos a través de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), se estima que aproximadamente una quinta parte (22%) de los niños y niñas menores de 5 años, tienen riesgo de desarrollar sobrepeso. En las áreas urbanas, la prevalencia de sobrepeso en niños y niñas de 5 a 11 años es del 18%, mientras que en las zonas rurales es del 17%. En la cuenca, se observa una mayor incidencia relativa de obesidad en las principales ciudades.

De acuerdo con un estudio del Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal) y el Institut Universitari d'Investigació en Atenció Primària (IDIAP Jordi Gol), y publicado en la revista *Enviroment Internacional*, los niveles altos de contaminación pueden aumentar el riesgo de obesidad infantil, pues los niños y niñas que radican en contextos urbanos con altos niveles de contaminación en aire, ruido y tráfico podrían presentar un mayor riesgo de padecer obesidad infantil. El estudio fue realizado a 2.213 niños y niñas de entre 9 y 12 años de la ciudad de Sabadell (Barcelona), donde el 40% de este grupo de población presentaba sobrepeso u obesidad, evaluando la asociación entre los factores urbanos a los que estuvieron expuestos entre octubre de 2017 y enero de 2019 (Ecoavant, 2021).



En el **escenario 2**, se requieren programas de capacitación del personal médico de primer contacto para el diagnóstico, tratamiento (asma, epilepsia, diabetes), y/o canalización del paciente a un centro de salud especializado (enfermedad del corazón). Un aspecto preocupante que se evidenció mediante el análisis realizado, es el incremento de la tasa de mortalidad por epilepsia en niños, niñas y adolescentes. Esto sugiere que la enfermedad no se está diagnosticando y tratando de manera adecuada en el territorio.

La epilepsia por su frecuencia, trascendencia y vulnerabilidad constituye un problema de salud pública en México (DOF, 1988), como también lo constituye en la CAA. Existen diferentes tipos de epilepsia, que abarcan desde formas graves y potencialmente mortales hasta otras de menor gravedad y mayor benignidad (NIH, s.f.).

Actualmente, se sabe que aproximadamente el 70% de las personas que padecen epilepsia pueden controlar la enfermedad eficazmente con medicamentos; mientras que en otros casos se requiere tratamiento quirúrgico (Clínica Universidad de Navarra, 2023). Sin embargo, en la Cuenca hay una escasez de médicos neurólogos, quienes son los especialistas requeridos para brindar atención a pacientes con epilepsia y otras enfermedades del sistema nervioso, como se verá más adelante.

A nivel nacional, se estima que hay un neurólogo por cada 100,000 habitantes; sin embargo, en la CAA esta cifra es aún más baja, con aproximadamente 0.33 neurólogos por cada 100,000 habitantes. Esta crítica situación se ve reflejada en Tlaxcala, donde solo se cuenta con un neurólogo en el Hospital General de Zona 1 Tlaxcala del IMSS, y únicamente tres neurólogos en el Hospital Infantil (nivel 3). Como resultado, los jóvenes que padecen epilepsia se ven obligados a recurrir a hospitales privados para recibir atención médica especializada, o simplemente no reciben el tratamiento adecuado para controlar las convulsiones y las descargas eléctricas anormales en la corteza cerebral.

Por tanto, resulta fundamental, dado el déficit de neurólogos, fortalecer la capacitación del personal médico de primer contacto, brindándoles los conocimientos necesarios para realizar diagnósticos precisos, ofrecer tratamientos adecuados y referir a los pacientes a centros de salud especializados cuando sea necesario (Programa Prioritario de Epilepsia en México). Esto contribuirá a mejorar la atención y el control de enfermedades como la epilepsia, así como a garantizar una atención integral para los pacientes con otras afecciones del sistema nervioso en la cuenca.

Cabe resaltar que la exposición a contaminantes como las PM2.5, disolventes orgánicos, plaguicidas y algunos metales pesados pueden causar diversas manifestaciones neurológicas y neuropsíquicas; inducir estrés oxidativo o una respuesta inflamatoria que afectan el funcionamiento y la plasticidad del sistema nervioso (Choi et al., 2022; Jane

Anastassopoulou et al., 2019; Mechergui et al., 2019). Si bien las causas de la epilepsia son diversas y pueden incluir factores genéticos, lesiones cerebrales, infecciones, tumores cerebrales y trastornos del desarrollo cerebral, entre otros; se han encontrado asociaciones entre la exposición a contaminantes ambientales y diversos desórdenes neurológicos (p. ej. epilepsia y desorden del espectro autista) (Choi et al., 2022; Lee et al., 2023). Estos hallazgos destacan la importancia de abordar y mitigar los efectos de los contaminantes ambientales en la salud neurológica.

En el **Escenario 3** se proponen programas de capacitación del personal médico de primer contacto para el diagnóstico (valoración) preliminar de ECNT (leucemia, púrpura, anemia, gastritis por *H. Pylori*) y derivación del paciente a la especialidad requerida, para el diagnóstico definitivo y el tratamiento eficaz.

Dentro de este grupo, la Púrpura trombocitopénica destaca como una enfermedad en la cual más del 90% de los pacientes corren el riesgo de fallecer si no reciben un tratamiento oportuno. Debido a su rareza, es posible que no se sospeche inicialmente, lo que ocasiona demoras en el diagnóstico y tratamiento, con consecuencias fatales en la mayoría de los casos. Por lo tanto, resulta crucial brindar capacitación en el primer nivel de atención médica para lograr un diagnóstico temprano, lo cual contribuirá a reducir la gravedad y el riesgo de mortalidad asociados a esta patología (SANOFI, s.f.).

Este enfoque busca agilizar el proceso diagnóstico y asegurar que el paciente reciba un diagnóstico definitivo y un tratamiento eficaz en el menor tiempo posible. Al contar con un personal médico capacitado en la identificación temprana de estas enfermedades y en la correcta canalización hacia los especialistas correspondientes, se pretende mejorar los resultados de salud y optimizar los recursos disponibles en el sistema de atención médica.



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Instituto de Investigaciones
en Medio Ambiente
Xabier Gorostiaga, SJ /

CAPÍTULO 3

ENFERMEDADES FOCALES:

Malformaciones congénitas en población Infantil

Leucemia linfoide en Adolescentes

Enfermedad Renal crónica en Jóvenes

INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

En este capítulo se presenta información de las enfermedades de mayor impacto en la población de menores y jóvenes de la CAA como lo son:

- *Malformaciones congénitas (MC) en la población infantil*
- *Leucemia linfocítica (LL) en adolescentes*
- *Enfermedad renal crónica (ERC) en jóvenes*

El propósito es dar a conocer cuáles son los municipios que presentan la situación de mayor riesgo con respecto a la mortalidad por esas enfermedades no transmisibles y requieren de una atención prioritaria en salud.

El índice de riesgo que se presenta a continuación integra las condiciones de vulnerabilidad de la población, el peligro potencial al que se exponen los habitantes por ciertos factores ambientales (fuentes de contaminantes), el índice de mortalidad como un indicador de la situación de salud y el tamaño de la población potencialmente expuesta.

El índice de mortalidad municipal y el índice de riesgo fueron desarrollados en la investigación. El índice de mortalidad se formuló debido a la necesidad de establecer un indicador de mortalidad que integrará información del comportamiento histórico en 2000-2019 de la tasa de mortalidad de la ECNT a nivel municipal.

En este capítulo también se presentan las variables socioambientales de mayor peso en la explicación de los patrones de mortalidad por MC, LL y ERC, o en otras palabras, las variables que se correlacionaron estadísticamente con los índices de mortalidad de las enfermedades mencionadas.

Para la exploración de las variables de mayor peso en la explicación de los patrones se realizaron correlaciones entre los índices de mortalidad con datos ambientales y sociales obtenidos de tres fuentes diferentes:

- Datos extraídos de la matriz ambiental construida en el proyecto.
- Datos extraídos de la matriz de vulnerabilidad construida en el proyecto.
- Datos del censo realizado en el 2021 como parte del proyecto.
- Datos de contaminantes del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM): fuentes fijas, aéreas y móviles.

No se realizaron correlaciones con los datos del RETC dado lo incompleta y poco representativa de la información, según los análisis estadísticos efectuados.

3.1. MALFORMACIONES CONGÉNITAS (0-9 años)

3.1.1. Tendencias generales

En la CAA, el número de fallecimientos por malformaciones congénitas (MC) en niños y niñas de 0 a 9 años es siete veces mayor que las muertes por cáncer; sin embargo, este problema ha recibido escasa atención.

Aunque se han logrado avances en el control de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) durante la infancia, especialmente en los primeros años de vida, las malformaciones congénitas siguen teniendo un impacto significativo, particularmente en la segunda infancia (5-9 años), como se mencionó en el capítulo 2.

El aumento notable en la tasa de mortalidad por malformaciones congénitas en la población de 5 a 9 años indica que los niños y las niñas han superado la primera etapa de la infancia y están enfrentando complicaciones en la segunda etapa de la niñez.

En la CAA los defectos de nacimiento más frecuente y de mayor impacto en la mortalidad infantil son las cardiopatías congénitas y las malformaciones en el sistema nervioso; sin embargo, son las cardiopatías congénitas las responsables del incremento en la tasa de mortalidad infantil por MC; la tasa de mortalidad por esta causa se incrementó en un 14% en la última década.

3.1.2. Índice de Riesgo municipal

El riesgo de mortalidad por malformaciones congénitas (MC) en la población infantil no es igual en todo el territorio (**Figura 3.1**).

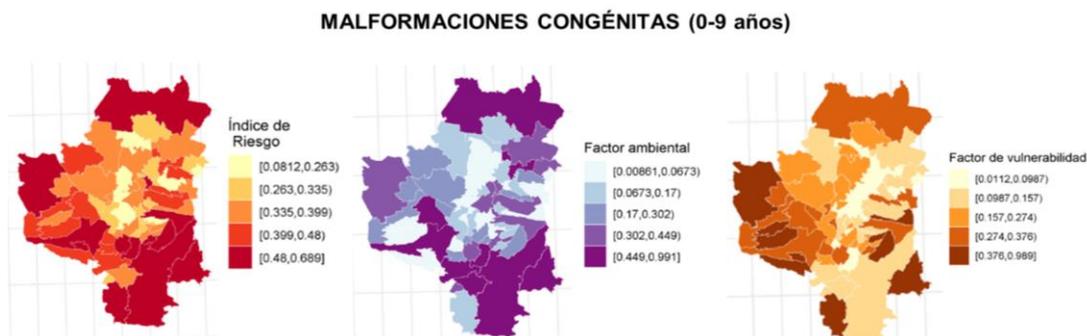


Figura 3.1. Mapa de distribución municipal del riesgo de mortalidad por MC, factor ambiental y de vulnerabilidad.

El 19% de los municipios de la Cuenca presenta un alto nivel de riesgo de mortalidad por MC. Y aunque el patrón de distribución del riesgo no es muy claro, se observa una tendencia de mayor riesgo hacia la región poblana (zona sur y poniente de la CAA). Según el modelo, el patrón de distribución espacial del riesgo, se deriva de la combinación de ciertas condiciones de vulnerabilidad social y de peligros ambientales relacionados con la mortalidad por defectos congénitos.

Es necesario analizar el riesgo descomponiendo los factores que lo generan: factor ambiental y factor de vulnerabilidad.

a. Factor Ambiental

En el mapa del factor ambiental (**Figura 3.2**), se pueden distinguir municipios con una coloración más intensa que indica que es ahí en donde se presentan condiciones ambientales que se asocian, -según los resultados estadísticos- con la mortalidad por defectos congénitos.

Los municipios que presentan la situación ambiental más crítica son: San Martín Texmelucan, Huejotzingo, Cautlancingo, San Pedro Cholula, Puebla, Amozoc y San Andrés Cholula en la región poblana; Apizaco y Tlaxco, en Tlaxcala.

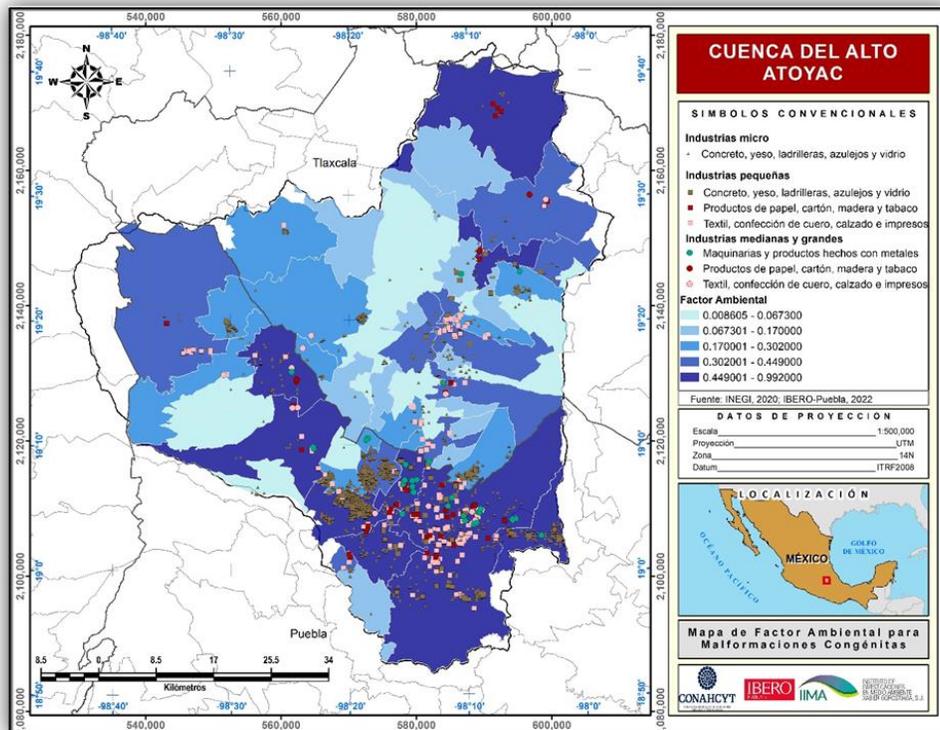


Figura 3.2. Factor ambiental y distribución de industrias micro, pequeñas, medianas y grandes la CAA.

Las variables ambientales vinculadas con las malformaciones congénitas, según los resultados de las correlaciones, son: la diversidad de giros industriales, es decir, la presencia del conjunto de industrias de diferentes giros en el espacio municipal.

Esta variable “diversidad de industrias” se estimó a través del cálculo de un índice ecológico adaptado al estudio (índice de Shannon), con el obtener cierta información de la variedad y/o mezcla potencial de contaminantes en un municipio determinado, en función de la combinación de industrias instaladas en el territorio.

Entonces, de acuerdo a los resultados estadísticos, la variable “diversidad de industrias” se correlacionó con el índice de mortalidad, lo cual indica que en aquellos municipios que tienen una mayor variedad de industrias instaladas (distintos giros) existe un mayor riesgo de mortalidad por MC.

También se encontró correlación con los siguientes tipos de industrias: textil, de papel, cartón, metálicos (pequeñas, medianas y grandes), microempresas de ladrillos y similares; y con agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes), la densidad de ríos contaminados y gasolineras.

Los tipos de industrias seleccionados por el análisis estadístico son sumamente contaminantes y liberan compuestos teratogénicos, como el benceno (industrias textiles), dioxinas (fábricas de papel) y metales pesados como el plomo (fábricas de azulejos y cerámicas).

Sería ideal evaluar el vínculo entre las MC y la concentración de las sustancias químicas presentes en el medio ambiente (agua, aire, suelo); sin embargo, hay una falta de información y los datos son insuficientes. Aun cuando las industrias deben reportar en el RETC (SEMARNAT) los contaminantes que liberan al aire, agua y suelo, menos del 30% de las industrias medianas y grandes de la CAA, registradas en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENU), reportan sus contaminantes en el RECT. A pesar de esto, los pocos datos disponibles en el RETC proporcionan cierta información sobre las sustancias liberadas en el entorno.

A continuación, se presenta una gráfica que incluye los compuestos orgánicos volátiles (COV) liberados por las industrias de la CAA al aire en 15 años (**Figura 3.3**). De los compuestos volátiles que se reportan en el RECT (12), con registros relativamente altos hacia municipios de Puebla, nueve de ellos son teratógenos, según la lista de 9ª edición de "Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials" (Purdue University, 2019). Las sustancias teratógenas son: benceno, xileno, formaldehído, diclobenceno, acetaldehído, estireno, tolueno, acrilonitrilo y cloruro de vinilo.



Compuestos orgánicos volátiles emitidos por las industrias a la atmósfera

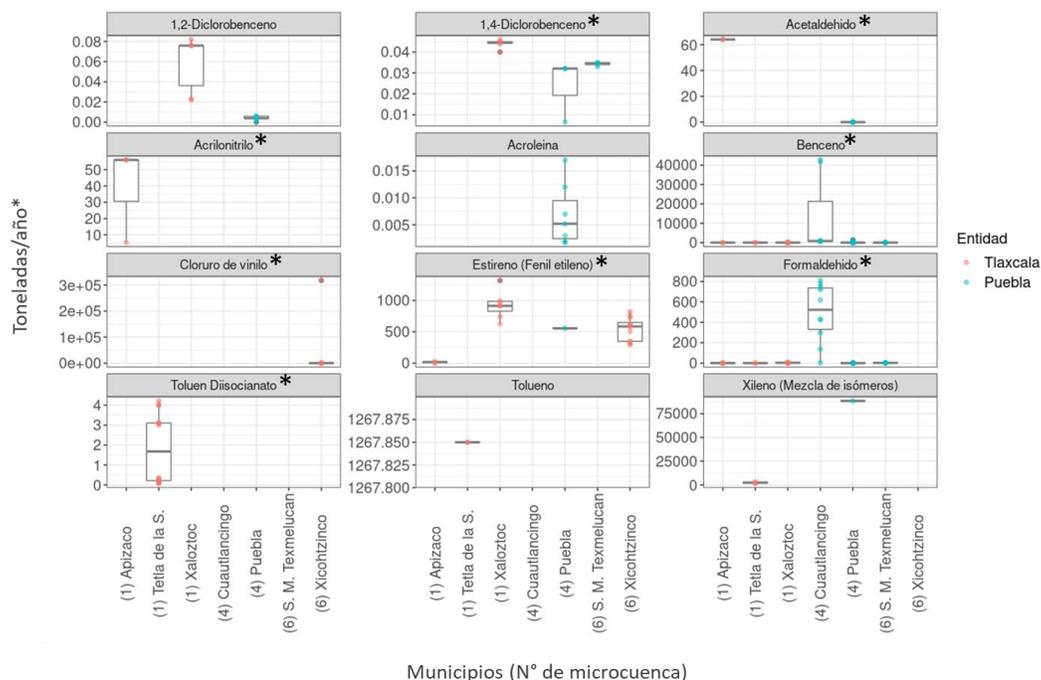


Figura 3.3. COV emitidos al aire por las industrias reportados en el RECT.

Se han identificado una amplia variedad de sustancias teratogénicas, entre estas, el tabaco, el alcohol, los plaguicidas, entre otras. El glifosato es altamente tóxico, como lo demuestra la investigación científica de Laboratorio de Embriología Molecular del Conicet-UBA (Facultad de Medicina), que, con dosis de hasta 1,500 veces inferiores a las utilizadas en las fumigaciones sojeras, puede provocar efectos devastadores en la morfología del embrión de los organismos de prueba; lo que sugiere la interferencia en los mecanismos normales del desarrollo embrionario, además de provocar malformaciones neuronales, intestinales y cardíacas, microcefalia, especímenes de un solo ojo y deformidad craneofacial, entre otros (Triana-Velásquez et al., 2013).

Además de los agroquímicos, la densidad de ríos contaminados en el municipio y de gasolineras se asoció con la mortalidad por MC. La presencia de ríos contaminados, con altos niveles de toxicidad cerca del lugar de residencia representa un alto riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, ya que en estos cauces se descargan sustancias peligrosas de origen industrial, como los compuestos orgánicos volátiles mencionados, los cuales pueden provocar enfermedades si las personas se exponen a estos de manera crónica en el tiempo.

La mitad de las malformaciones pueden prevenirse si se actúa a tiempo, lo que implica el principio de responsabilidad moral de la sociedad para poner los medios que sean necesarios para detectar y tratar dichas alteraciones (Silva, et al. 2015). El control de los factores de riesgo relacionados con la aparición de malformaciones durante el desarrollo embrionario puede contribuir a disminuir su incidencia. Las mujeres pueden aumentar las probabilidades de tener un bebé sano al adoptar conductas saludables antes de quedar embarazadas y evitar la exposición a sustancias tóxicas. Se reconoce entonces, la importancia de actuar sobre los factores etiológicos y desencadenantes en la etapa pre-concepcional, a través de la creación de planes de acción orientados a la disminución de la prevalencia de los defectos congénitos (Valdés-Silva et al, 2018).

b. Factor de vulnerabilidad

El nivel de riesgo de afectación en la salud no solo depende de la exposición a distintos peligros ambientales sino también de las condiciones de vulnerabilidad que prevalecen en la población. Así, el riesgo a nivel municipal emerge de la combinación de los peligros ambientales que hay en el territorio y de la vulnerabilidad social.

En el mapa se observa una tendencia de mayor vulnerabilidad en la zona poniente de la CAA, particularmente en los municipios localizados en las faldas de la Sierra Nevada; pero también en los municipios San Pablo del Monte, San Francisco Tetlanohcan y Mazatecochco, localizados en Tlaxcala.

Las variables de vulnerabilidad social relacionadas con la mortalidad por MC, según las pruebas estadísticas, son: 1) porcentaje de población no derechohabiente; 2) porcentaje de población de habla indígena; 3) porcentaje de analfabetismo; y 4) cuatro variables que expresan la vulnerabilidad en vivienda (% viviendas que no disponen agua entubada, que tienen piso de tierra, que no disponen de energía eléctrica).

El origen étnico es una categoría útil para evaluar el grado de igualdad o desigualdad experimentado por diferentes subpoblaciones infantiles en México. Una mayor presencia de personas de habla indígena en el municipio se relaciona con una mayor vulnerabilidad social y por lo tanto un mayor riesgo de mortalidad por MC. De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI) las condiciones materiales de las niñas y niños en hogares donde se habla alguna lengua indígena son en general distintas de las que tienen sus pares de hogares no indígenas. En el primer grupo, sólo en seis de diez casos la vivienda cuenta con servicio de energía eléctrica, agua entubada, drenaje y piso firme, mientras que, en el segundo, esto ocurre en nueve de cada diez.

El matrimonio infantil en el caso de las niñas hablantes de alguna lengua indígena actualmente duplica a la nacional (12 frente a 6 por cada mil habitantes). El trabajo en etapas tempranas también ocurre con mayor frecuencia entre las y los hablantes de lengua indígena, con respecto a las y los no hablantes de lengua indígena (Censos de Población y Vivienda 2010 y 2020).

Estos factores incrementan el riesgo de MC debido a la gran vulnerabilidad social de este grupo de la población.

Puebla ocupa el octavo lugar a nivel nacional con la mayor población hablante de lengua indígena y Tlaxcala el puesto 18. Sin embargo; dentro de Tlaxcala, en la CAA, los municipios que presentan población hablante de lengua indígena son San Francisco Tetlanohcan, San Pablo de Monte, entre otros (PDE Tlaxcala). En Puebla, figuran San Andrés Cholula, Calpan, Amozoc, Ocoyucan y Puebla, según datos INEGI del 2020.

Por otro lado, las personas que se encuentran en situación de analfabetismo o con conocimientos muy básicos en lectura y escritura enfrentan grandes dificultades para comprender y, consecuentemente, para poner en práctica, mensajes destinados a fomentar conductas saludables y de prevención de riesgos en diversos ámbitos en la vida cotidiana.

En el área de la salud, las investigaciones demuestran que el analfabetismo produce serias limitaciones para la comprensión de mensajes y de conocimientos importantes para el autocuidado, especialmente en las mujeres, desencadenando problemas en la salud, higiene y nutrición de su hogar; y dificultades para adoptar los cuidados adecuados durante el embarazo debido a que no pueden leer las recomendaciones sobre la asistencia prenatal o la nutrición durante la gestación. De manera que el analfabetismo es una condición de gran vulnerabilidad ante el riesgo de malformaciones congénitas.

El analfabetismo está asociado a la extrema pobreza y la marginación. Dos terceras partes de los analfabetos en el mundo son mujeres (más de 520 millones) y pertenecen a la población rural. En Tlaxcala se registran 32,613 personas analfabetas, representando las mujeres el 64% del total. En esta entidad el rezago educativo se incrementó del 2018 al 2020 en 0.2% que equivale a 9,291 personas más en esta situación (PND Tlaxcala; Esquivel, 2018).

Aunque el analfabetismo representa en sí mismo una condición de vulnerabilidad ante el riesgo de enfermedades, la relación entre las condiciones de salud y el analfabetismo puede derivarse del bajo nivel socioeconómico, el mayor grado de marginación y el mayor riesgo de desnutrición en la niñez y en el embarazo, generalmente vinculados con las condiciones de analfabetismo (Muñoz-Juárez & Ortiz-Espinosa, 2005).

Otro factor social asociado con las tasas de mortalidad por MC fue el porcentaje de la población no derechohabiente. De acuerdo con el censo realizado en el 2021 en la CAA, el 36.22% no contaba con seguro médico (público o privado); sin embargo, al realizar la estimación considerando a la población afectada por una malformación, se registra que la cifra de la población no asegurada es aún mayor, de un 48.08% (**Anexo 2.1**).

Del total de personas con alguna malformación congénita, el 53.85% no recibe atención o tratamiento médico, esto puede explicar el alza en las muertes en la segunda infancia. En cuanto al tratamiento médico, del total de las personas con alguna malformación, el 44% recibe atención en otro municipio distinto al de residencia, y el 14.54% en otro estado. En cuanto a los gastos médicos, el 66.67% de los casos fue cubierto por la familia; mientras que el 6.25% por una aseguradora privada y un 25% por el gobierno.

A continuación se presenta un análisis de componentes principales (ACP), para la visualización de determinantes sociales de la salud (datos Coneval) en relación con el índice de mortalidad por malformaciones congénitas, integrándose en el análisis la localización de diferentes microrregiones o microcuencas, como estrategia para la representación y comprensión de la información a nivel territorial (**Figura 3.4**).

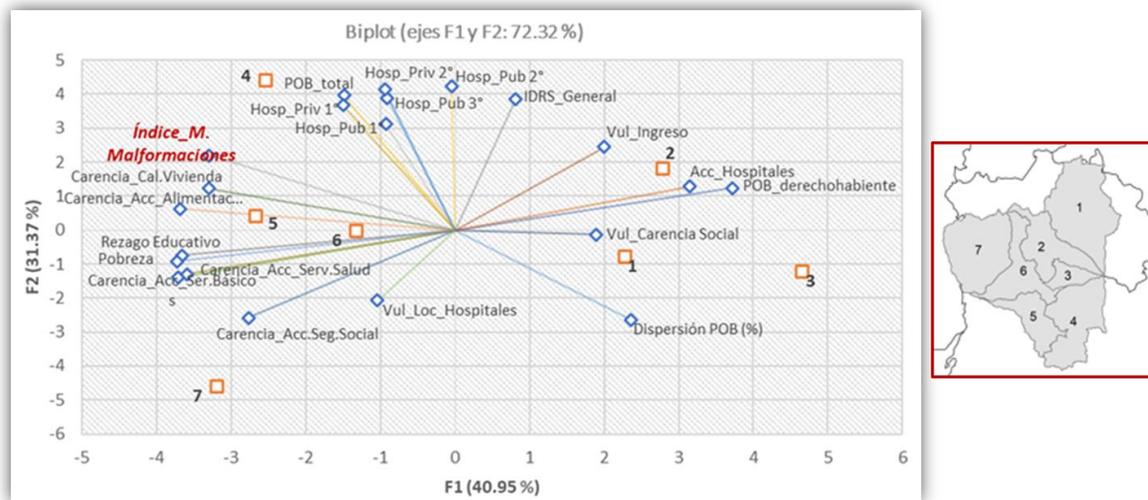


Figura 3.4. ACP entre las microcuencas, factores sociales y su relación con el índice de mortalidad por malformaciones congénitas en infantes.

En el ACP se observa que las variables de calidad de vivienda, rezago educativo y falta de derechohabencia en la población son las que presentan mayor correlación con las MC, y que los índices de mortalidad por MC más altos se registran en las microcuencas 4, 5 y 6 (en el capítulo 1 se presenta el mapa de las CAA con el listado de municipios por microcuenca)

En el ACP, también se puede apreciar la proximidad entre el índice de mortalidad por MC y la carencia al acceso a la alimentación.

Es preciso señalar que las inequidades sociales de salud están fuera del ámbito del cuidado médico, como es el caso de la discriminación étnica o de género, la educación, las condiciones de la vivienda, el empleo, la pobreza, y se asocian a un peor estado de salud. No obstante, las estrategias que buscan superar estas diferencias sistemáticas, injustas y evitables para lograr la equidad y la justicia social, se han venido incorporando en las agendas de los gobiernos. Se necesita una correlación entre estas y la política macroeconómica, la gobernanza, las políticas públicas y sociales, e incluir las acciones intersectoriales y el empoderamiento de las comunidades (Moreno-Gómez et al., 2017).

Los sistemas de salud pueden contribuir a disminuir la inequidad en poblaciones en situación de vulnerabilidad, cuando cumplen con calidad sus funciones de promoción de la salud y prevención de la enfermedad y cuando se enfocan en el trabajo intersectorial para incidir sobre factores que median los efectos de la pobreza en la salud, tales como nutrición, saneamiento ambiental y condiciones de la vivienda (Moreno-Gómez et al., 2017).

3.1.3. Correlaciones entre el índice de mortalidad por MC y variables extraídas del INEM y del Censo

Los resultados del censo realizado en el 2021 le dan solidez algunos de los resultados anteriormente descritos en cuanto a los factores potencialmente vinculados con la mortalidad por MC, según el modelo de riesgo (**Figura 3.5**).

Los análisis estadísticos realizados entre los datos del censo con el índice de mortalidad por MC arrojan lo siguiente: se detecta una correlación positiva significativa en términos estadísticos entre el índice por malformaciones y las localidades en donde se percibe olor a gasolina, el uso de plaguicidas (contacto) y los años trabajando en el campo. No obstante, es importante aclarar que

Con respecto a los resultados del censo hay que tomar en consideración las dos siguientes consideraciones:

- ❖ El análisis solo aplica considerando los hogares encuestados que respondieron que sí tienen al menos una persona con alguna de las enfermedades. Por lo que no es claro que las conclusiones se puedan trasladar a toda la población.
- ❖ La correlación no necesariamente implica causalidad. La correlación es una nota de atención para que se sigan realizando estudios con análisis más enfocados.

En cuanto a la asociación entre el índice de mortalidad por MC y las variables del INEM (fuentes fijas, aérea y móviles), a continuación se indican las que se correlacionaron de

manera significativa en términos estadísticos: 1) emisión de COV relacionadas con actividades agrícolas, como la emisión de COV por plaguicidas, así como el COV emitido por la combustión doméstica, que incluye el uso de leña para cocinar.

Al observar el conjunto de variables seleccionadas por diferentes vías que se presentan en la **Figura 3.5**, se observa una tendencia de actividades agrícolas y exposición a agroquímicos potencialmente vinculada con las MC. Esto es de gran relevancia, ya que a través de los talleres y las entrevistas semiestructuradas realizadas a productores de la CAA se pudo constatar el riesgo al que se exponen estas personas por el uso de agroquímico, debido al desconocimiento de los peligros para la salud que implica el contacto o exposición con los productos químicos.

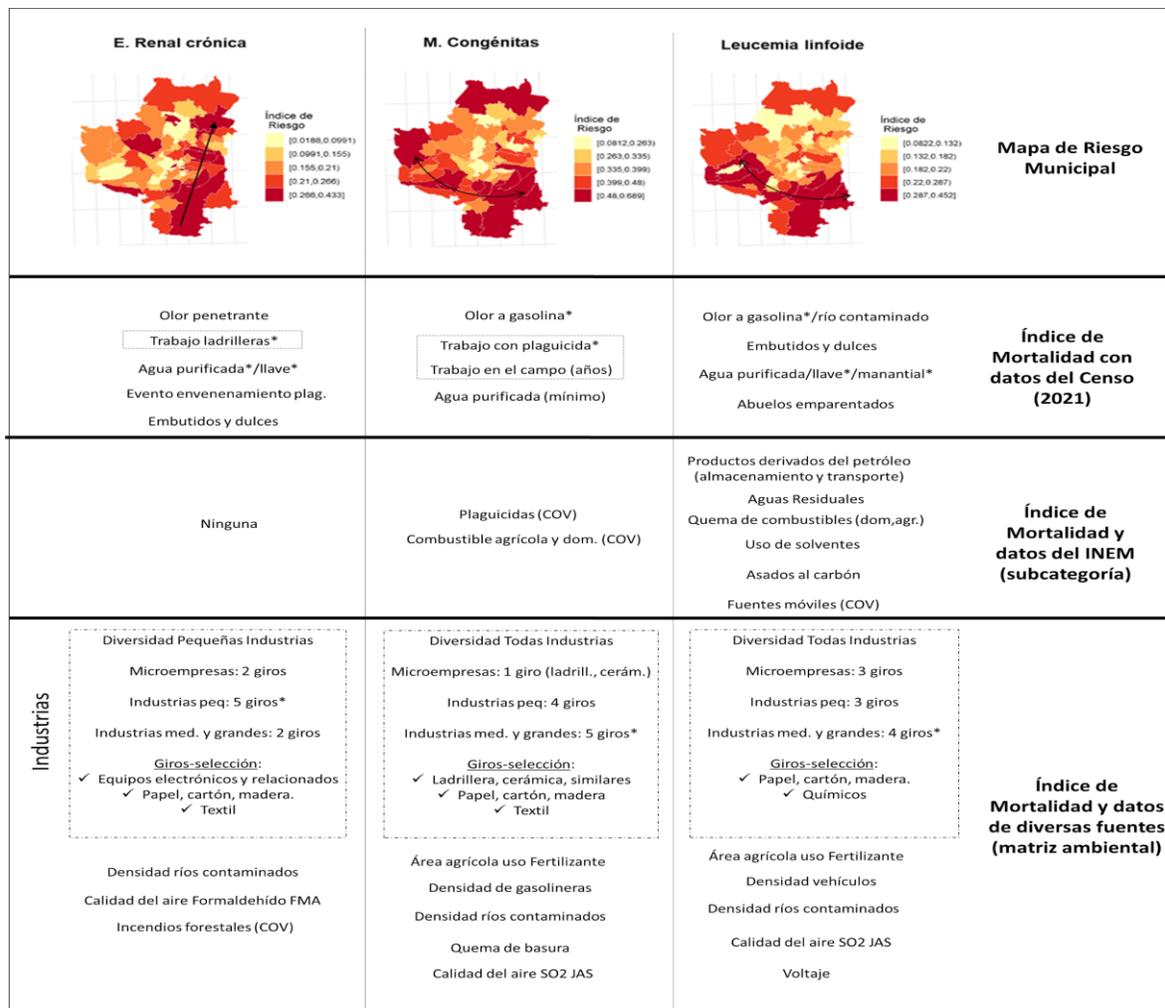


Figura 3.5. Variables correlacionadas estadísticamente con el índice de mortalidad para cada ECNT considerada en el estudio.

3.2. LEUCEMIA LINFOIDE (10-19 años)

3.2.1. Tendencias generales

Las neoplasias son el grupo de enfermedades de mayor impacto en la población de adolescentes en la CAA. Éstas se han incrementado de manera significativa en el tiempo, registrando un alza del 14% en la última década, particularmente en la población de 15-19 años.

A nivel de enfermedades, la leucemia linfóide es la ECNT que provoca el mayor número de muertes, principalmente en la pubertad (10-14 años). En la **Figura 3.6** se observa la tendencia ligeramente creciente de la tasa de mortalidad por LL en la población de 10-19 años en la CAA (línea discontinua); sin embargo, la tendencia creciente en la tasa de mortalidad sólo es significativa en la región poblana, según la prueba de Mann-Kendall ($p=0.0103$).

Las neoplasias hematológicas son el tipo de cáncer con mayor incidencia en niños y adolescentes (0-19 años) (Linnet et al., 2016). De este tipo de enfermedades, la leucemia linfóide es la neoplasia hematológica maligna más frecuente en adolescentes (Onyije et al., 2022; Ward et al., 2014; Ye et al., 2017) presentando una menor supervivencia en este grupo etario comparado con niños y adultos (Kent et al., 2009; Tai et al., 2018).

Se han encontrado que la leucemia linfóide presenta una alta incidencia entre los 2 y los 5 años de edad, disminuyendo la incidencia a medida que el individuo crece; sin embargo, alrededor de los 15 años, la agresividad y mortalidad de esta enfermedad aumenta, presentando un pico ligeramente menor, comparado con la etapa de mayor incidencia (Spector et al., 2015; Zapata-Tarrés et al., 2021).

De acuerdo con información publicada, los pacientes con LL en el estado de Puebla presentan una menor tasa de supervivencia (50%) en comparación con el estado de Tlaxcala (70%) (Muñoz-Aguirre et al., 2021). Las causas de una mayor mortalidad se adjudican al diagnóstico tardío, el acceso al tratamiento, a su abandono y en muchos casos a la recurrencia de la enfermedad (Dores et al., 2012; Gómez-Mercado et al., 2020).

El análisis diferenciado por sexo mostró que, de acuerdo con la prueba Mann-Whitney-Wilcoxon, existe evidencia estadísticamente significativa ($p<0.05$) que permite aseverar que la población de hombres y mujeres adolescentes en la Cuenca del Alto Atoyac se comportan de manera distinta. Encontrándose una mayor tasa de mortalidad por leucemia linfóide en hombres adolescentes con respecto a las mujeres del mismo grupo etario.

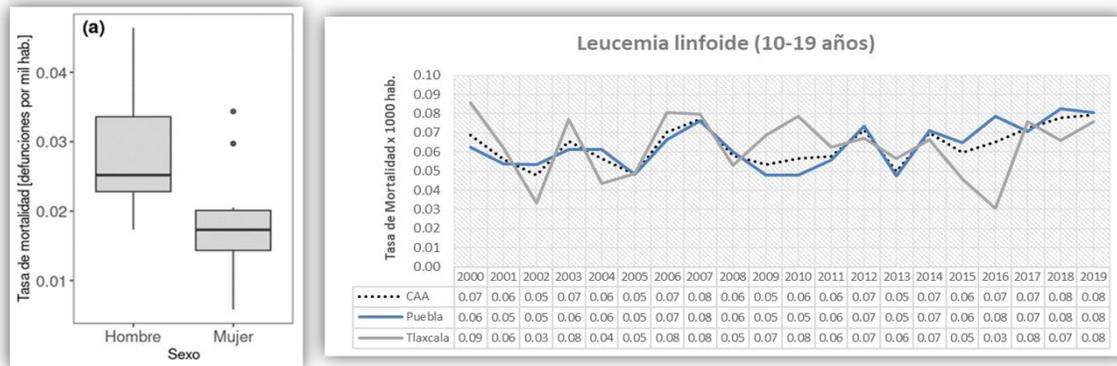


Figura 3.6. Tendencia de la tasa de mortalidad por LL en adolescentes y tasa de mortalidad por sexo.

La relación entre la incidencia de leucemia linfóide entre hombre y mujer se ha detectado entre 1.3:1 y 1.4:1 (Baviskar, 2016; Ye et al., 2017), mientras que la relación entre la mortalidad a causa de esta enfermedad se ha encontrado en 1.36:1 (Saraiva et al., 2018). Esta relación es similar a la encontrada en la tasa de mortalidad por leucemia linfóide en la Cuenca del Alto Atoyac, en donde se observa una relación aproximada de 1.3:1, que podría estar asociado a una menor respuesta al tratamiento en este grupo demográfico (Zapata-Tarrés et al., 2021) o también, asociado a una menor proporción de hombres que reciben tratamiento en relación a las mujeres.

3.2.2. Índice de Riesgo municipal

La situación más crítica o de mayor riesgo debido a la mortalidad por LL en adolescentes se presenta en el 15% de los municipios de la CAA, en su mayoría localizados en el territorio poblano (8 municipios) (**Figura 3.7**).

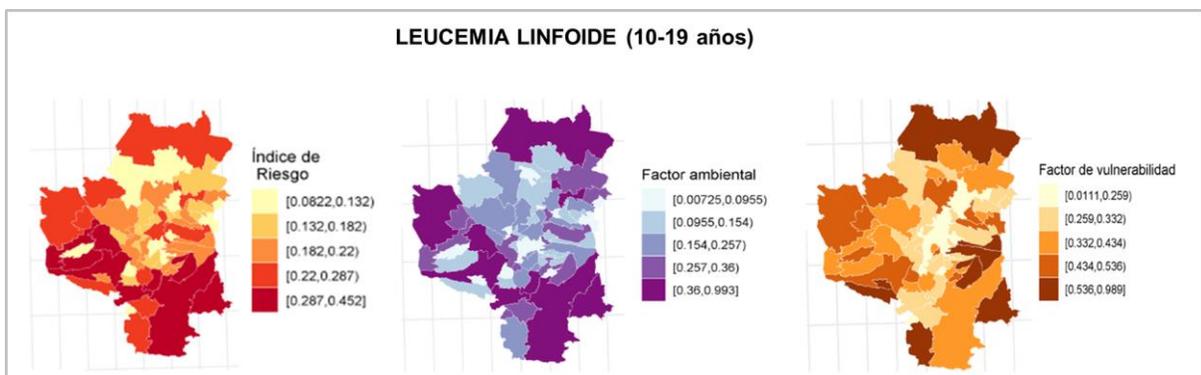


Figura 3.7. Mapa de distribución municipal del riesgo de mortalidad por LL, factor ambiental y de vulnerabilidad.

Se consideró importante comparar el patrón espacial de riesgo por LL detectado en el estudio con el número de menores de edad que recibieron tratamiento en el Hospital de Pediatría “Doctor Silvestre Frenk Freund” del Centro Médico Nacional Siglo XXI, durante el 2021-2022, así como también con el número niños y niñas con LL apoyados por AMANC México (2015-2022) y AMANC Puebla (2016-2021), esto con el fin de analizar la correspondencia entre los patrones.

En la **Figura 3.8** se presenta el mapa de riesgo de mortalidad por LL, indicando con asteriscos los municipios en los que habita la mayor cantidad de menores en tratamiento y en acompañamiento por esta enfermedad. Como se observa hay una total correspondencia: el municipio donde vive la mayor cantidad de menores con LL en tratamiento o bajo apoyo, se ubica dentro de la zona de mayor riesgo detectada.

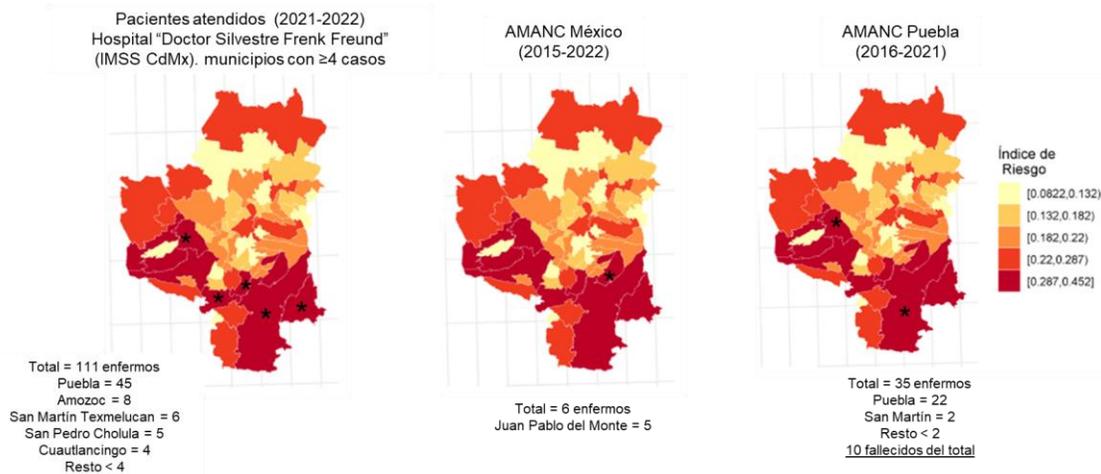


Figura 3.8. Mapa de distribución municipal del riesgo de mortalidad por LL y situación de salud.

a. Factor ambiental

De acuerdo con las pruebas estadísticas, el riesgo de mortalidad por LL en la CAA se deriva de la presencia de peligros relacionados con la diversidad industrial, la preponderancia de grandes y medianas empresas de químicos (incluida la petroquímica), de papel y cartón, maquinarias y productos metálicos, entre otras; con el uso de agroquímicos, la calidad del aire, la densidad de ríos contaminados (toxicidad y DQO), el voltaje, etc., todo esto en combinación con condiciones particulares de vulnerabilidad social.

Al observar el mapa que describe las variaciones espaciales a nivel municipal de las condiciones ambientales asociadas con la mortalidad por LL, se observa que los municipios que registran la situación más grave en cuanto a la calidad ambiental son: Cautlancingo, San Pedro Cholula, San Martín Texmelucan, Puebla, Amozoc, Tlahuapan, Apizaco y Tlaxco

(Figura 3.9). En todos ellos, salvo en Tlahuapan, se encuentran instaladas grandes y medianas industrias de una amplia variedad de giros, como la petroquímica, las textiles, de papel y la automotriz. Estas industrias liberan benceno y otros compuestos orgánicos volátiles carcinógenos.

Las industrias (pequeñas, medianas y grandes) del giro de los productos químicos en Puebla, experimentaron un incremento en la última década del 34%; mientras que en Tlaxcala fue del 17%. Las industrias textiles, las cuales figuran entre las más abundantes en Puebla, se incrementaron en un 25%; mientras que en Tlaxcala más bien disminuyeron. Las fábricas de papel, cartón, madera, se incrementaron en un 86% mientras que en Tlaxcala disminuyeron. Las fábricas de maquinaria y productos metálicos, incluidas las metalúrgicas, fueron las que experimentaron el mayor incremento (114%); en Tlaxcala el aumento también fue elevado (200%).

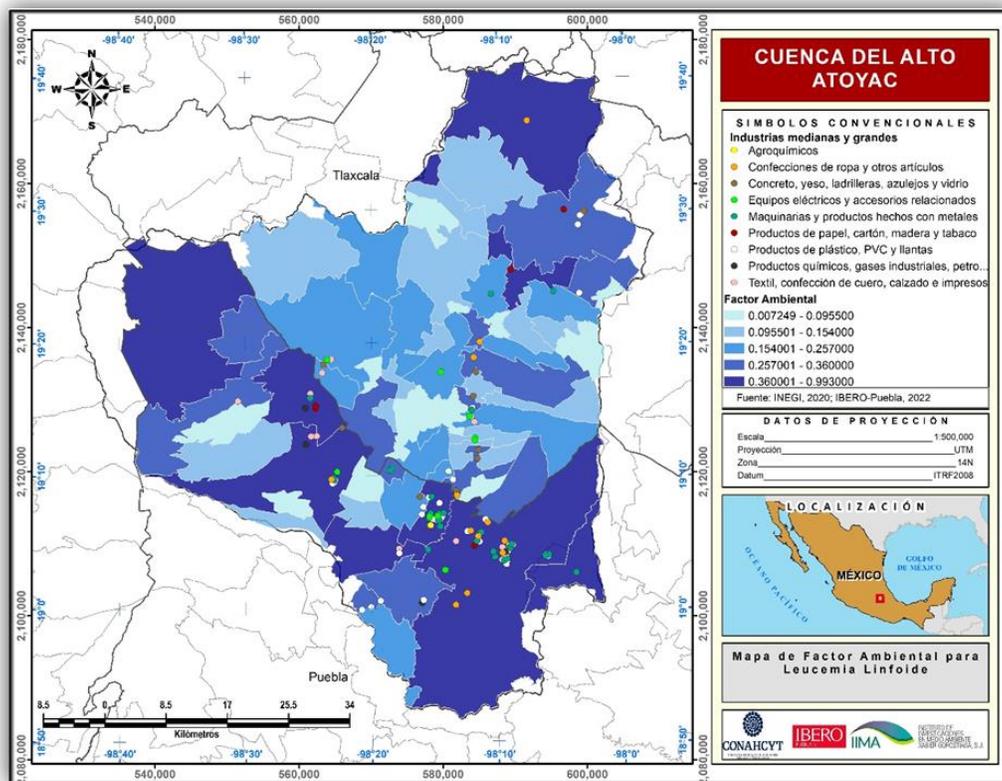


Figura 3.9. Mapa de industrias medianas y grandes y el factor ambiental por LL.

Tal como se mencionó en la sección 3.1, sería ideal evaluar el vínculo entre la ECNT y la concentración de las sustancias químicas presentes en el medio ambiente (agua, aire, suelo); sin embargo, hay un enorme vacío de información y los datos son insuficientes.



Aun cuando las industrias deben reportar en el Registró de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) los contaminantes que liberan al aire, agua y suelo, menos del 30% de las industrias de mediano y gran tamaño que se encuentran registradas en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de la CAA, reportan sus contaminantes en el RECT. Sin embargo, la información disponible nos da una idea de las sustancias liberadas en el entorno (**Figura 3.10**) y el riesgo para la población.

Compuestos orgánicos volátiles emitidos por las industrias a la atmósfera

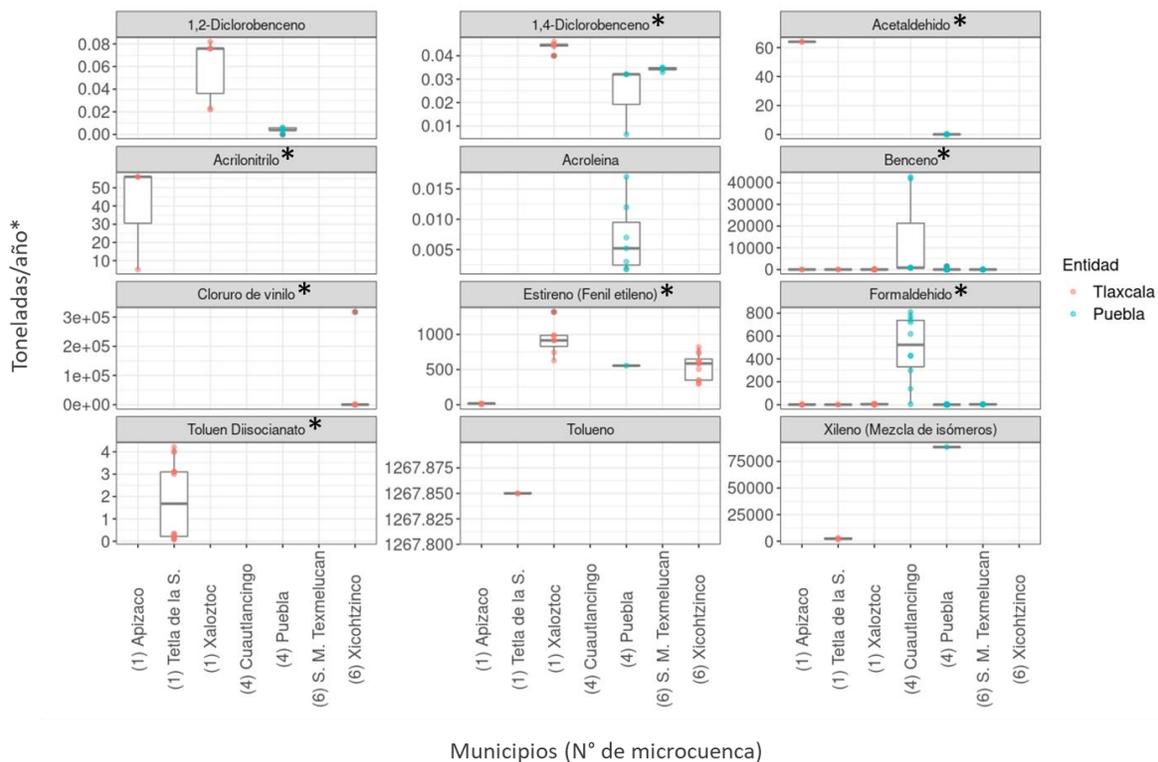


Figura 3.10. COV's liberados por las industrias en la CAA en 2004-2019.

*COV carcinógenos de acuerdo con la lista presentada en el 15° Informe del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos sobre Carcinógenos (2021).

Obsérvese los niveles relativamente altos de formaldehído, benceno y 1,4-Diclorobenceno en Puebla, Cuautlancingo o San Martín Texmelucan. En estos municipios también se emite estireno y acetaldehído, por lo que las personas que viven en esta región de la cuenca se encuentran expuestas a estos carcinógenos.

Aunque en la CAA la mayor cantidad de benceno es principalmente emitido por la industria automotriz (al menos es la que reporta en el RETC), una gran cantidad de industrias utilizan esta sustancia para manufacturar otras sustancias químicas usadas para fabricar plásticos,

resinas, nylon y otras fibras sintéticas. También se usa para fabricar ciertos tipos de caucho, lubricantes, tinturas, detergentes, medicamentos y plaguicidas. El benceno también es un componente natural del petróleo, la gasolina y el humo de cigarrillo (ATSDR, 2016).

El efecto principal de la exposición prolongada al benceno, sustancia carcinogénica reconocida, es sobre la sangre. El benceno produce alteraciones en la médula de los huesos y puede producir una disminución del número de glóbulos rojos, lo que puede producir anemia y leucemia. También puede producir hemorragias y puede afectar al sistema inmunitario, aumentando la probabilidad de contraer infecciones (ATSDR, 2016).

En la CAA las personas que viven cerca de estaciones de gasolina, de industrias textiles, químicas, petroquímica y/o cerca de los ríos contaminados en donde se descarga las aguas residuales de estas industrias, están en riesgo de enfermedades crónicas debido a la inhalación prolongada de los vapores de benceno (ATSDR, 2016).

El formaldehído es un contaminante que se ha relacionado con diversos tipos de cáncer (Gentry et al., 2020) y es clasificado como carcinogénico del tipo 1 de acuerdo con el Centro Internacional de Investigaciones contra el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés). Su principal ruta de exposición es a través de la inhalación por exposición ambiental o laboral (Kang et al., 2021) produciendo daño genotóxico y citotóxico (Liu et al., 2011).

El formaldehído se usa en muchas industrias. Entre éstas se incluyen la manufactura de abonos, papel, madera contrachapada y resinas de ureaformaldehído. El formaldehído se encuentra presente en el aire en fundiciones de hierro. También se usa en la producción de látex, en la industria del caucho, en el curtido de cueros, para preservar madera, entre otros (ATSDR, 2016). Como se mencionó en el capítulo 2, una de las industrias que ha registrado el mayor incremento en la región poblana de la Cuenca es la de papel, cartón y madera, la cual aumentó en un 86% en la última década, así como el giro de máquinas y productos metálicos, en el que se incluye a la metalúrgica (114%).

El formaldehído produce cambios genéticos que podrían alterar el sistema hematopoyético y provocar leucemia (Kang et al., 2021). De hecho, se ha relacionado que la exposición al benceno y al formaldehído contribuyeron a la mortalidad por leucemia linfocítica (Du et al., 2022; Ming et al., 2020).

El formaldehído se encuentra como contaminante de aire, agua y suelo como resultado de la combustión de combustibles fósiles, la producción de plásticos, productos químicos, farmacéuticos, entre otros y como resultado de las descargas domésticas y de aguas residuales. Aunque existen resultados inconsistentes sobre la asociación por exposición al formaldehído y la incidencia de leucemia linfocítica, pruebas recientes realizadas en ratones

informaron sobre la toxicidad en la médula ósea o hematopoyética por formaldehído (Wei et al., 2017; Zhang et al., 2016). Asimismo, estudios de cohorte han encontrado que la mortalidad por leucemia linfóide presentó mayor probabilidad de estar influenciada por el formaldehído y el benceno (Du et al., 2022), encontrándose también que la leucemia infantil y adolescente está relacionada con la exposición a estos contaminantes además de otras exposiciones ambientales (Bailey et al., 2015; Ming et al., 2020). Cabe resaltar que, de acuerdo con estos estudios, el riesgo de padecer leucemia linfóide en la etapa infantil y adolescente se encuentra relacionada sobre todo con la exposición de la madre a estos contaminantes en la etapa de embarazo.

El índice de mortalidad por LL también se correlacionó con la densidad de ríos contaminados con altos niveles de toxicidad. De acuerdo a Montero et al. (2006) existe un mayor daño genotóxico en las personas que habitan a menos de 7 kilómetros de las corrientes de las aguas principales en la CAA y por lo tanto una mayor predisposición a desarrollar cáncer, lo cual se atribuye a la exposición de compuestos orgánicos volátiles que emanan de los ríos y descargas industriales.

Por otro lado, la calidad del aire y el voltaje de luz fueron factores ambientales que presentaron correlaciones significativamente positivas. Respecto a la calidad del aire, en general se ha encontrado que la contaminación atmosférica está asociada con el riesgo de padecer cáncer y se encuentra relacionada con la mortalidad en niños y adolescentes por diversos tipos de cáncer (Ou et al., 2020). Entre los contaminantes en el aire que presentan asociación con el cáncer se encuentran los disolventes como el tetracloroetano, el tricloroetileno y el benceno, los cuales son ampliamente utilizados con fines industriales para la limpieza de telas, la confección textil, el desengrasado de metales y en la producción química de plásticos, fibras, fármacos, entre otros; estos contaminantes se encuentran en el aire tanto del ambiente urbano como en el ambiente rural debido a la presencia de diversas industrias (Jung et al., 2022). La exposición a estos contaminantes y al dióxido de nitrógeno junto con la proximidad a gasolineras durante la infancia resultó tener suficiente evidencia para considerarse como factor de riesgo en el desarrollo de leucemia linfóide (Filippini et al., 2019; Onyije et al., 2022).

En cuanto a los campos magnéticos como las torres de luz, se ha encontrado que la exposición a campos magnéticos de frecuencia baja son factores de riesgo que se asocian a la leucemia linfóide, debido a que las dosis bajas de radiación ionizante mostraron un nivel de evidencia fuerte (Schüz & Erdmann, 2016), sin embargo, hasta la fecha no se han establecido conclusiones contundentes sobre esta causalidad (Onyije et al., 2022).

b. Factor de vulnerabilidad

En cuanto a la vulnerabilidad social, las variables asociadas estadísticamente con la mortalidad por LL fueron: el porcentaje de la población no derechohabiente, el porcentaje de la población de habla indígena, las viviendas en condiciones de precariedad, y dos variables indicadoras de la vulnerabilidad en educación (porcentaje de la población de más de 15 años sin escolaridad y de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir).

A continuación, se presenta un análisis de componentes principales (ACP), para la visualización de determinantes sociales de la salud en relación con el índice de mortalidad por LL, integrándose en el análisis la localización de diferentes microrregiones o microcuencas como estrategia para la representación y comprensión de la información a nivel territorial (**Figura 3.11**).

En el ACP se observa que los mayores índices de mortalidad por LL se presentan en la microcuenca 6 y 5, de acuerdo con el ordenamiento realizado por el análisis. En estas regiones se presenta una amplia variedad de carencias sociales como lo son: alimentaria, de vivienda, de acceso a servicios básicos, de acceso a servicios de salud, de acceso a la seguridad social; además de rezago educativo y pobreza. La correlación inversa con el vector “población con derechohabencia”, indica que en las microrregiones 6 y 5 hay una menor cantidad de personas afiliadas a la seguridad social. También se observa distancia entre el vector del índice de mortalidad por LL y los establecimientos de salud tanto públicos como privados, así como con la densidad de recursos en salud para la atención de la leucemia.

Esta situación es distinta a la observada en la microcuenca 4; en el ACP se observa la agrupación de los vectores que representan las variables relacionadas con los hospitales, lo cual era de esperarse tomando en cuenta que en esta microrregión se localiza la capital del Estado de Puebla. En la microcuenca 2 se localiza la capital de Tlaxcala, por eso también se encuentra próximas a los vectores que representan hospitales y las mejores condiciones en cuanto a la densidad de recursos en salud.

La pobreza en los primeros años de vida se concibe como un factor de riesgo de leucemia linfocítica. Específicamente, estudios han encontrado que la pobreza familiar durante los dos primeros años de vida está asociada con la leucemia linfocítica antes de los 15 años y a un aumento en la mortalidad por esta enfermedad (Del Risco Kollerud et al., 2015; Murphy et al., 2021). El efecto de la pobreza en la edad infantil se debe al estado de la nutrición, al desarrollo y a la seguridad alimentaria (Tran et al., 2022). La importancia de la pobreza como factor de riesgo no es únicamente en su incidencia directa sobre el desarrollo del individuo, sino que además como factor complejo, está ligado a otras problemáticas sociodemográficas como la marginación, a la geografía de los lugares de residencia, a la

falta de acceso a los bienes/servicios básicos, y a las carencias sociales y de salud, pero también está ligada a la exposición a factores ambientales desfavorables (Del Risco Kollerud et al., 2015; Zapata-Tarrés et al., 2021).

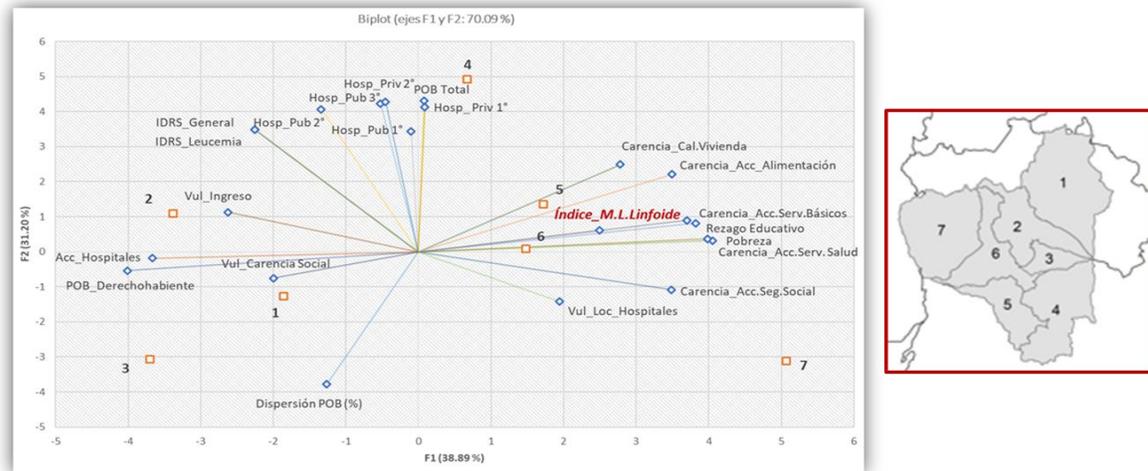


Figura 3.11. Análisis de componentes principales entre las microcuentas, factores sociales y su relación con el índice de mortalidad por LL en adolescentes.

Es importante señalar que, la demora en la remisión de un paciente con cáncer y la iniciación tardía o suspensión del tratamiento pueden significar la diferencia entre la vida y la muerte. Entre los factores asociados con la demora en el diagnóstico de cáncer infantil se encuentran la edad del paciente, el nivel educativo, el lugar de procedencia, entre otros (OPS, 2022).

En las y los adolescentes, el diagnóstico suele llevar más tiempo. El retraso en pacientes de mayor edad se relaciona con su mayor autonomía y la menor frecuencia de visitas médicas. Los padres con niveles de instrucción más bajos suelen realizar la consulta médica en forma tardía, lo cual puede explicar la asociación encontrada entre la mortalidad y el grado de escolaridad detectada. Asimismo, el diagnóstico puede demorar más cuanto mayor sea la distancia al centro especializado (OPS, 2022).

En la **Figura 3.12** se observa que, aun cuando en los municipios en alto riesgo por LL hay hospitales públicos, estos no disponen de los recursos humanos especializados en la atención oncológica.

La desigualdad en la distribución del progreso y los servicios de salud en muchas zonas juega un papel importante debido a la distancia desde los hogares hacia las instituciones de salud, que crea barreras para la asistencia sanitaria preventiva y el tratamiento (Tai et al., 2018). Esto se puede observar en la Cuenca del Alto Atoyac, donde el análisis exploratorio muestra que más del 60% de las personas diagnosticadas con neoplasias reciben tratamiento fuera

de su lugar de origen, lo que en muchos casos conlleva a la interrupción del tratamiento por falta de solvencia económica o la dificultad en el traslado.

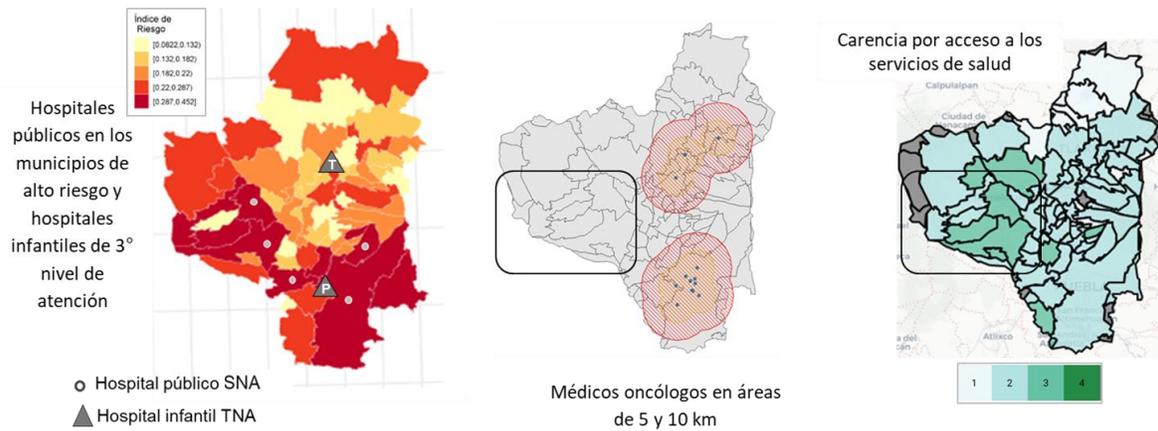


Figura 3.12. Situación de los servicios de salud respecto a la LL.

Al comparar entre jurisdicciones sanitarias (**Figura 3.13**), se observa que la jurisdicción sanitaria de Huejotzingo no solo es la que presenta mayor vulnerabilidad en cuanto al acceso por localización a la atención oncológica, sino que, además presenta la situación más crítica con respecto al número de consultorios por cada 1000 habitantes (**Figura 3.14**), y de médicos por consultorio (**Figura 3.15**).

En las gráficas respectivas se puede observar que los valores en la J.S. Huejotzingo están por debajo de la línea discontinua que representa la condición requerida de acuerdo con el estándar indicado en el MAS-BIENESTAR.

Además del déficit en consultorios y médicos, de las 82 unidades de salud del primer nivel de atención que hay en ese distrito sanitario, no hay un médico titulado a cargo, en el 44% de las unidades, sino un pasante de medicina. Todo esto representa una gran limitación para la detección oportuna de LL.

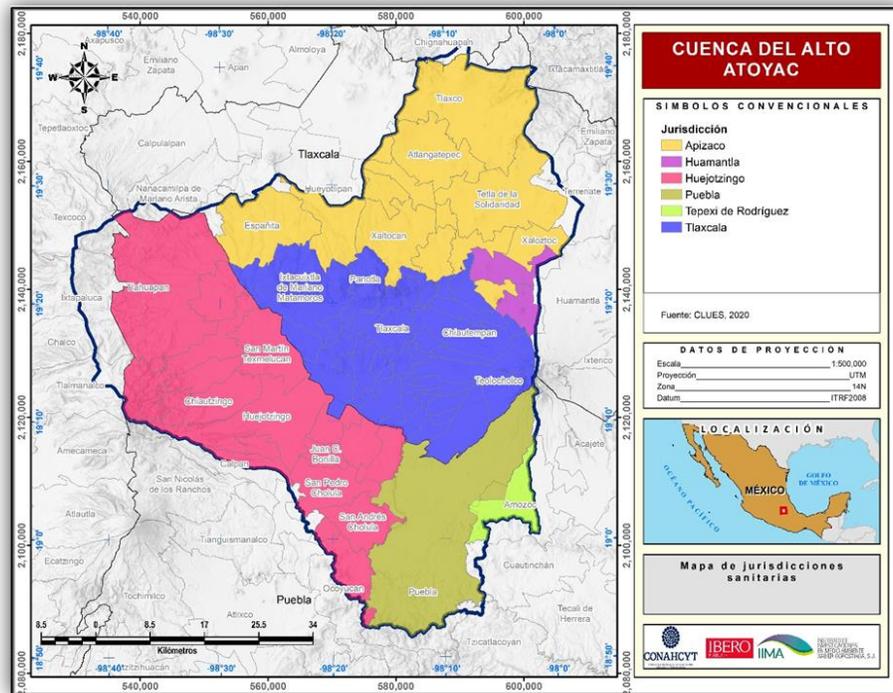


Figura 3.13. Jurisdicciones Sanitarias de la CAA.

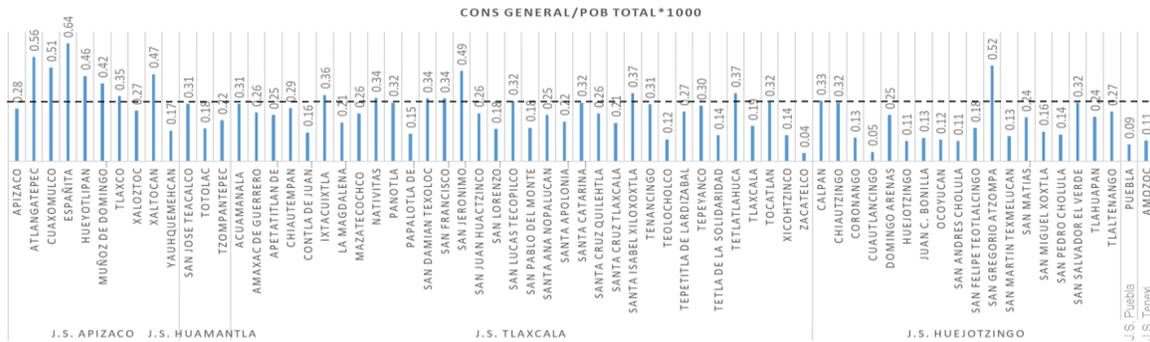


Figura 3.14. Densidad de consultorios en los municipios de la CAA.

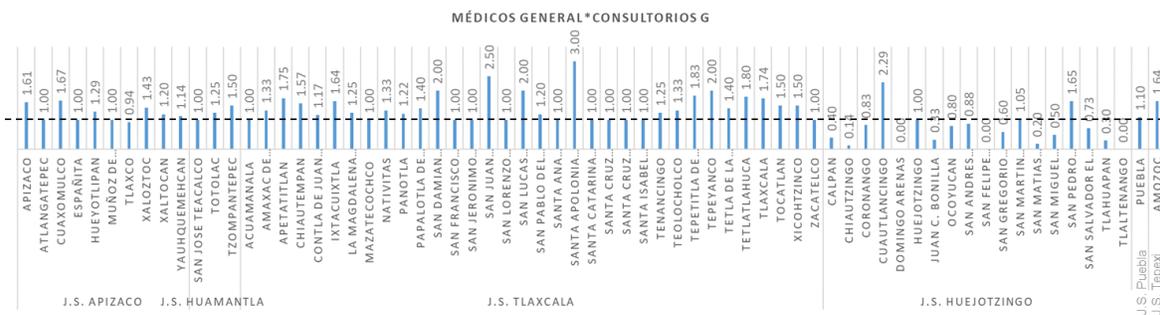


Figura 3.15. Densidad de médicos generales en los municipios de la CAA.

El acceso a los servicios de salud es un factor de riesgo del tipo social que pudiera promover la mortalidad en adolescentes por leucemia linfocítica en la CAA, ya que la falta de derechohabiencia presentó una relación positivamente significativa con la mortalidad. La situación del seguro médico es una medida socioeconómica clave relacionada con la salud, que desempeña un papel importante en la supervivencia (Colton et al., 2019; Morgan & Cassady, 2002). Las personas diagnosticadas con cáncer que no están afiliadas a ningún tipo de servicio de salud presentan el doble de riesgo de mortalidad que quienes tienen acceso a servicios de salud de calidad. Las causas se deben generalmente a la falta de tratamiento, a los retrasos de atención o la fase avanzada de cáncer en la que son diagnosticados o atendidos (Colton et al., 2019; Tran et al., 2022; Murphy et al., 2021; Pérez-Cuevas et al., 2013; Kent et al., 2009).

De acuerdo con los datos del censo realizado en la CAA, de las personas afectadas por leucemia linfocítica, el 31% no cuenta con seguro médico (privado y/o de la seguridad social) y no reciben tratamiento de la enfermedad. El 27% de los pacientes se trata la enfermedad en otra entidad de la república, recibiendo en la mayoría de los casos el tratamiento en un hospital del IMSS (54.55 %) (**Anexo 2.2**). Los gastos necesarios para el tratamiento son cubiertos por los familiares en el 63.45% de los casos.

De acuerdo con los datos del censo, los adolescentes reciben -proporcionalmente- menor tratamiento en comparación con el resto de los grupos etarios; asimismo, son el grupo que presenta una mayor proporción sin seguro médico público o privado. Frente a ello se menciona la ruptura al seguimiento del infante en su transición a la etapa adulta en el sistema de salud mexicano (Rodríguez-Gutiérrez, 2021), dicha transición se encuentra asociada a una multitud de barreras en el acceso a la atención médica.

La transición de la infancia a la etapa adulta conlleva en muchos casos al comienzo de la independización del adolescente de sus padres o tutores pero sigue significando una dependencia parental o del tutor frente al sistema debido a la minoría de edad. Esto identifica a los adolescentes como uno de los grupos etarios más vulnerables respecto al acceso a los servicios de salud (Ordonez-Azuara et al., 2019), vulnerabilidad que aumenta debido a condiciones como la pobreza (De Jesús-Reyes et al., 2016). Los adolescentes presentan barreras en el acceso a los servicios de salud por causas como burocratización del sistema, lejanía de los centros de salud, disponibilidad de los servicios médicos, atención inadecuada, estigmatización, desinformación, infravaloración o diferencias en la toma de decisiones de los actores tutor-adolescente-médico (De Jesús-Reyes et al., 2016; Ordonez-Azuara et al., 2019) que promueven condiciones de salud desfavorables en los adolescentes.

3.2.3. Correlaciones entre el índice de mortalidad por LL y variables de diversas fuentes

En este estudio, no solo se analizaron los contaminantes de origen industrial reportados en el RETC, sino también los datos de los contaminantes que emiten las fuentes móviles (vehículos), las fuentes áreas (actividades diversas generadoras de contaminantes) y las fuentes fijas (industrias). Estos datos son calculados e integrados en los inventarios de Emisiones de Contaminantes (INEM), los cuales son instrumentos de gestión de la calidad del aire integrados por la SEMARNAT. El INEM comprende información de las emisiones liberadas a la atmósfera de los contaminantes clasificados como criterio: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoníaco (NH3), emitidos por las distintas fuentes.

Al correlacionar el índice de mortalidad por LL, con los datos del INEM, se detectaron varias asociaciones positivas con los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles (COV), específicamente con las emisiones por el almacenamiento y transporte de derivados de petróleo, asados al carbón, aguas residuales y rellenos sanitarios, quema de combustible en fuentes estacionarias, y usos de solventes, entre los que se destacan los utilizados para la limpieza de superficies industriales. También se observó una correlación entre el índice de mortalidad y las emisiones de COV por fuentes móviles.

También se correlacionó el índice de mortalidad por LL y variables sociales y ambientales obtenidas en el censo efectuado en el 2021. Se observó correlación positiva con un conjunto de variables que incluyen la procedencia del agua de consumo, algunos hábitos alimentarios como la ingesta de embutidos y dulces más de tres veces por semana, la cercanía a gasolineras y la relación de parentesco entre los abuelos.

3.3. ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA EN JÓVENES

3.3.1. Tendencia general

La enfermedad renal crónica (ERC) es la principal causa de muerte por enfermedades no transmisibles en la población de jóvenes (20-24 años) de la CAA. La tasa de mortalidad por esta causa ha aumentado de manera significativa de acuerdo con la prueba de Mann-Kendall ($p < 0.05$) en un 58% en la última década (**Figura 3.16**).

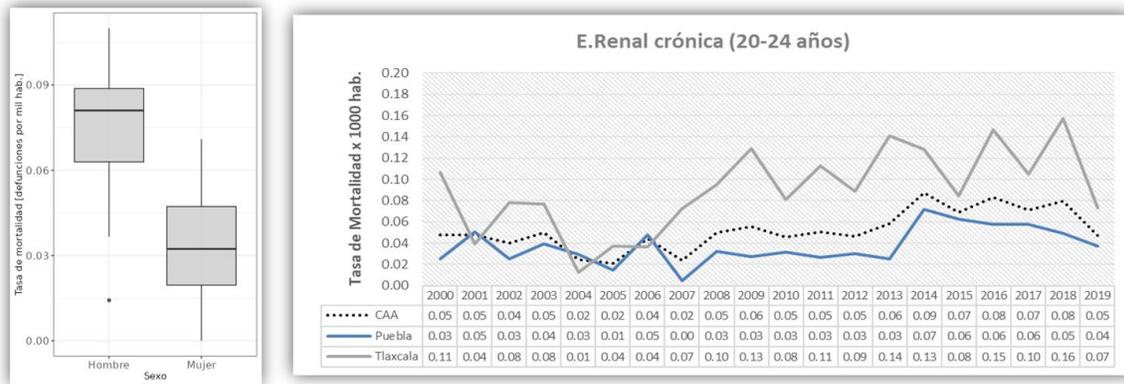


Figura 3.16. Tendencia de la tasa de mortalidad por ERC en jóvenes y tasa de mortalidad por sexo.

El patrón de cambio en la tasa de mortalidad en el 2000-2019 por enfermedades renales en la población de jóvenes es notablemente diferente al observado para las otras edades. En la población juvenil, la tasa promedio de mortalidad por enfermedades renales fue aproximadamente dos veces mayor en la última década con respecto a la década del 2000-2009; mientras que en las otras edades el aumento fue mínimo y/o con una tendencia de disminución (**Figura 3.17**).

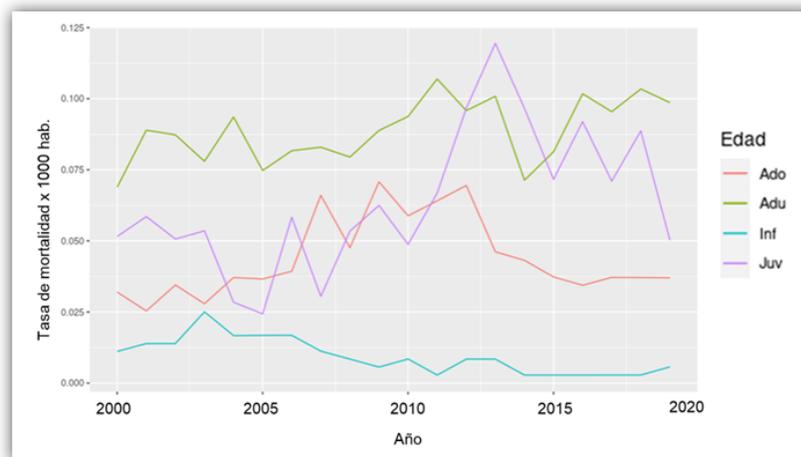


Figura 3.17. Tendencia de la tasa de mortalidad por enfermedades renales por edad.

De acuerdo con el Registro Estatal de casos de ERC a cargo de la Secretaría de Salud de Tlaxcala, en el 2016 se contabilizaron 1 991 casos de enfermos en estadios terminales de todas las instituciones públicas de salud, y el grupo de edad que registró el mayor número

de casos fue el de los jóvenes de 21 a 25 años con 309 pacientes; cifra ligeramente superior que la registrada para la población mayor a los 66 años (293) (Salud de Tlaxcala, 2016).

Esto indica que la enfermedad renal está impactando cada vez más a los jóvenes de la Cuenca, lo cual pudiera deberse a un aumento en la prevalencia de los factores de riesgo en combinación con la falta de una atención médica oportuna y adecuada de la enfermedad.

La ERC se ha catalogado como una enfermedad emergente y catastrófica. Numerosos pacientes que inician la terapia de reemplazo renal sólo pueden continuar con ella durante un corto período de tiempo, ya que dependen de sus recursos para afrontar el tratamiento, y esto repercute en el incremento de la mortalidad prematura, discapacidad, así como en la disminución de la calidad de vida con un elevado costo para las familias y los servicios de salud (Treviño-Becerra, 2004; El Colegio de la Frontera Sur, 2022). En la CAA solo hay dos hospitales públicos con unidades de hemodiálisis para la población sin seguridad social mayor de edad; y hay tres hospitales del IMSS y uno del ISSSTE que ofrecen el servicio a la población derechohabiente, según los datos de la DGIS (Base de datos abiertos en salud).

El tratamiento de la ERC en jóvenes mexicanos representa un verdadero desafío tomado en cuenta que las tasas de desempleo que enfrentan los trabajadores jóvenes son mayores que las de sus contrapartes adultas. La mayoría de jóvenes de bajos ingresos tienen empleos precarios e informales. Y en cuanto a los empleos formales además de los bajos ingresos que reciben, suelen ser del tipo “callejón sin salida”, es decir que no abren oportunidades de ascenso ni de una mejor vida. La frialdad y malos tratos que reciben por parte de sus superiores en empleos formales, además de la alta probabilidad de sufrir un accidente laboral dadas las condiciones de precariedad en las que se desempeñan, han convencido a los jóvenes, a veces, de que más vale tomar empleos francamente informales o ilegales, donde los riesgos pagan. A la precariedad de su empleo se suman otras desventajas que conforman un nudo de dificultades que le imposibilitan tener una vida digna y un futuro menos precario (Latapí et al., 2018).

En México, los jóvenes son los que más han sufrido las consecuencias del escaso dinamismo del empleo y los salarios; son quienes se han convertido en cuidadores de sus padres y sus hermanos, además de sus propios hijos. Todo esto produce efectos altamente destructivos sobre la salud y la potencial contribución a la sociedad de estos jóvenes que es un grupo particularmente afectado por la situación actual de México. Los jóvenes y adolescentes están creciendo en condiciones precarias, carecen de acceso efectivo a los derechos sociales y son víctimas de diferentes formas de violencia (Latapí et al., 2018).

Al comparar las tasas de mortalidad entre hombres y mujeres de 20 a 24 años por ERC, se observa una diferencia marcada entre los sexos. La tasa de mortalidad (valor promedio) de hombres es dos veces mayor (0,073 x 1000 hab.) con respecto a la tasa de las mujeres (0,034 x 1000 hab.), siendo la diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

Diferencias en cuanto a la prevalencia y progresión de la ERC entre sexos han sido documentadas (Suzuki, 2015). Por ejemplo, la función renal disminuye más rápido en hombres que en mujeres (Arenas-Jiménez et al., 2018; Carrero et al., 2018; Suzuki, 2015), y en general, las enfermedades renales progresan a un ritmo más lento en mujeres que en hombres (Neugarten et al., 2000). Estas diferencias responden a causas biológicas debido al sexo y, por tanto, no evitables, pero también a factores relacionados con atributos socioculturales de la masculinidad y la feminidad que pueden ser modificados y servir como áreas de mejora para la prevención y el cuidado de la enfermedad (Arenas-Jiménez et al., 2018).

Hombres y mujeres son fisiológicamente diferentes, con especificidades en la estructura renal y la hemodinámica glomerular (Silbiger & Neugarten, 2008). Entre los sexos se observan diferencias en los niveles hormonales que interactúan con determinados receptores renales, por lo que la diferencia en la progresión de la ERC se relaciona con los efectos protectores de los estrógenos (efectos antifibróticos y antiapoptóticos en el riñón) o los efectos dañinos de la testosterona (Carrero et al., 2018; Elliot et al., 2007; Sandberg, 2008; Stringer et al., 2005). En otras palabras, en los hombres, los niveles más altos de testosterona pueden causar una pérdida de la función renal, y sus riñones están menos protegidos por el estrógeno, que es más alto en las mujeres hasta la menopausia; por lo cual la ERC puede aparecer más temprano.

Otra hipótesis que explica la mayor progresión de la ERC en hombres tiene que ver con el estilo de vida menos saludable y la mayor prevalencia de factores de riesgo (Antlanger et al., 2019; Carrero et al., 2018). De acuerdo con los datos del censo, un mayor porcentaje de hombres enfermos menores de 60 años (ERC), fuman, ingieren alcohol, y consumen más de tres veces por semana comida rápida, refrescos, botanas, enlatados y dulces saborizados, con respecto a las mujeres enfermas. Asimismo, un mayor porcentaje de hombres enfermos son hipertensos, diabéticos y/o padecen obesidad. De manera que, los hombres aun estando enfermos, tienen comportamientos menos saludables que las mujeres.

Por lo anterior, una tasa de mortalidad mayor en hombres puede ser el producto de un incremento en los factores de riesgo, entre los que se incluye hábitos poco saludables y mayor riesgo ocupacional, entre otros. Con respecto a este último, es preciso señalar que las mujeres jóvenes de bajos recursos generalmente enfrentan obstáculos diferentes a los

de sus pares varones; éstas comprenden restricciones sociales que constriñen a muchas jóvenes madres en el ámbito doméstico, repleto de trabajo y con escaso o nulo reconocimiento (Latapí et al., 2018), por lo que la exposición a peligros ocupacionales suele ser menor.

Todo esto resalta la necesidad de identificar las desigualdades, las diferencias de género, su influencia en los resultados en enfermedades renales, así como las actitudes del paciente hacia la enfermedad (Carrero, 2010; Tomlinson & Clase, 2019).

También se aprecian diferencias en las tasas de mortalidad por ERC entre las entidades federativas (comparando únicamente los municipios dentro del polígono de la cuenca). La situación es notablemente más crítica para los jóvenes que habitan en Tlaxcala. En este territorio, la tasa anual de mortalidad promedio considerando los 20 años de registro, es tres veces mayor en Tlaxcala (0.090 x 1000 hab.) con respecto a Puebla (0.037 x 1000 hab.). Y aunque en ambos estados la mortalidad por ERC muestra una tendencia creciente, estadísticamente significativa, de acuerdo con la prueba de Mann-Kendall a un 95% de confianza ($p < 0.05$), el cambio temporal en la tasa ha sido más acentuado en Tlaxcala.

Al comparar los patrones de variación temporal en la tasa de mortalidad por enfermedades renales entre distritos grupos de edades, como por ejemplo, adultos, adultos mayores, adolescentes y jóvenes, y entre entidades federativas, se observa un patrón que llama la atención (**Figura 3.18**).

La distribución dominante de la tasa de mortalidad por enfermedades renales en jóvenes y adolescentes es significativamente mayor en Tlaxcala con respecto a Puebla, mientras que no se observan diferencias en la distribución de las tasas en las otras edades (Prueba Mann-Whitney-Wilcoxon, 95% confianza).

Esto indica que particularmente los jóvenes y adolescentes de Tlaxcala se están viendo más afectados por estas enfermedades en comparación con las y los adolescentes y jóvenes poblanos. Respecto a esto y de acuerdo con los datos de los Sistemas de Información en Salud, en el estado de Tlaxcala los egresos hospitalarios por padecimientos renales en hospitales públicos se han triplicado en menos de una década (2004-2012), siendo cada vez más frecuentes los casos en menores de 25 años. En cuanto a los datos de prevalencia de ERC obtenidos del censo, en Tlaxcala se registra un valor promedio que excede 11 veces la prevalencia de jóvenes enfermos que hay en Puebla. De manera que, en el territorio de Tlaxcala la situación con respecto a la ERC en jóvenes es más grave tanto en mortalidad como en prevalencia.

En las publicaciones de la CONAPO del 2018 sobre las causas de muerte de la población mexicana, se observa que en Tlaxcala se registran para la población juvenil -tanto en

hombres como en mujeres- las tasas de mortalidad por nefritis y nefrosis más altas de todo el país, siendo el valor en hombres dos veces mayor con respecto al de las mujeres (CONAPO, 2018).

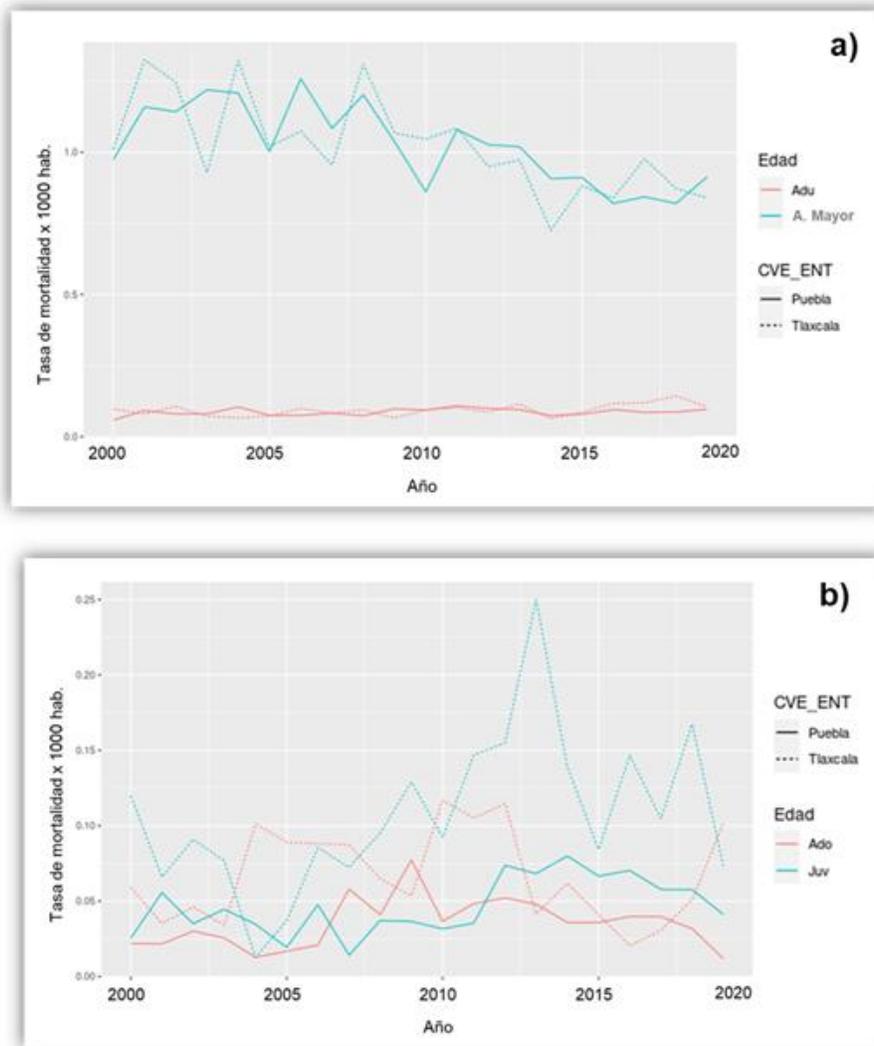


Figura 3.18. Tasa de mortalidad por enfermedades renales entre distritos grupos de edades.

3.3.2 ERC y relación con otras enfermedades

Debido a que varias enfermedades son factor de riesgo de la ERC, como la Diabetes mellitus y la hipertensión, se exploraron las relaciones estadísticas entre el índice de mortalidad por la ERC y la incidencia acumulada de 8 enfermedades en jóvenes de 20-24 años, a partir de los datos del SUIVE (2000-2019). Tal como se aprecia en el **Cuadro 3.1**. Se obtuvo una fuerte

correlación entre el índice de mortalidad por ERC con la incidencia de Diabetes mellitus tipo 1 y las enfermedades isquémicas del corazón.

La enfermedad renal crónica está íntimamente relacionada con la enfermedad cardiovascular. Los pacientes con deterioro progresivo de la función renal tienen asociados factores de riesgo cardiovascular tradicionales, que explican en cierta medida el aumento de la morbimortalidad observada (Bardají & Martínez-Vea, 2008).

La diabetes mellitus (DM) es la primera causa de falla renal en México. La diabetes tipo 1 es una deficiencia de la insulina por su falta de producción total o parcial ya que es el resultado de un defecto de las células beta-pancreáticas que están relacionada con la corteza suprarrenal, tiroides, hipófisis anterior u otros órganos. Por lo general se diagnostica frecuentemente en los niños o adultos jóvenes (García et al., 2019).

Sin embargo, resalta la correlación con úlceras, gastritis y duodenitis, ya que aun cuando estas no son factor de riesgo de la ERC, los medicamentos utilizados para el tratamiento de estas enfermedades sí lo son (inhibidores de la bomba de protones), y en Tlaxcala se registraron incidencias de úlceras, gastritis y duodenitis tres veces mayor que en Puebla para todas las edades, por lo cual los IBP deben considerarse como un factor de riesgo importante de las ERC (Makunts, et al., 2019).

Cuadro 3.1. Correlaciones entre las diversas enfermedades evaluadas.

	I.M. Renal crónica	Inc. Diabetes I	Inc. Diabetes II	Inc. E. Corazón	Inc. Hipertensión	Inc. Obesidad	Inc. Úlceras, gast, duod.	Inc. Asma	Inc. IntoxPlag
I.M. Renal crónica	1	<u>0.68</u>	0.5	<u>0.71</u>	0.39	0.36	<u>0.89</u>	0.43	0.52
Diabetes I	<u>0.68</u>	1	<u>0.75</u>	<u>0.93</u>	0.43	0.18	<u>0.61</u>	<u>0.89</u>	0.9
Diabetes II	0.5	<u>0.75</u>	1	0.79	0.68	-0.11	0.32	0.75	0.76
Isquémica Corazón	<u>0.71</u>	<u>0.93</u>	0.79	1	0.36	-0.11	0.54	0.75	<u>0.88</u>
Hipertensión	0.39	0.43	0.68	0.36	1	<u>0.43</u>	0.54	0.64	0.16
Obesidad	0.36	0.18	-0.11	-0.11	<u>0.43</u>	1	<u>0.68</u>	0.29	-0.14
Úlceras, gast, duod	<u>0.89</u>	<u>0.61</u>	0.32	0.54	0.54	<u>0.68</u>	1	0.5	0.29
Asma	0.43	<u>0.89</u>	0.75	0.75	0.64	0.29	0.5	1	0.72
IntoxPlag	0.52	0.9	0.76	<u>0.88</u>	0.16	-0.14	0.29	0.72	1

La enfermedad renal es una enfermedad que cada vez afecta a más personas en el mundo y representa un problema creciente de salud pública. Aunque en muchos casos es provocada por la diabetes y la hipertensión arterial, en otros casos, la enfermedad no se vincula con alguna de estas enfermedades. Así, existe una gran necesidad de estudios orientados a la identificación de los factores que están contribuyendo con su incidencia, así como al conocimiento de sus determinantes sociales y ambientales, esto con la finalidad de prevenir y controlar la enfermedad renal.

De acuerdo con los datos del censo realizado en la investigación, del total de personas menores de 60 años que padecen de la ERC (246) sólo el 18% sufren de obesidad y el 23% de diabetes.

En América Central y en ciertas regiones de México se ha observado un creciente número de pacientes con ERC y una incrementada mortalidad en las tres últimas décadas. La Organización Panamericana de la Salud ha reportado en la región una mortalidad específica cuatro veces mayor que el promedio mundial, con registros muy elevados en Nicaragua (42.8) y El Salvador (41.9), que superan 17 veces algunas de las tasas reportadas en la región de las Américas (Canadá y Cuba). Se observa también que las tasas de mortalidad en el sexo masculino son tres veces mayores que en el sexo femenino (Pan American Health Organization, 2013). En la región, la ERC de causas no tradicionales emerge en el contexto de los determinantes sociales encabezados por la pobreza y sus secuelas, con profunda repercusión psicológica y social en los pacientes, familias y comunidades, condicionando un impacto catastrófico en la economía familiar, especialmente en quienes proceden de los estratos más pobres (El Colegio de la Frontera Sur, 2022).

3.3.3. Índice de Riesgo municipal (20-24 años)

El propósito de esta sección es dar a conocer cuáles son los municipios que presentan la situación de mayor riesgo con respecto a la mortalidad por la ERC en jóvenes de 20-24 años.

El índice de riesgo integra las condiciones de vulnerabilidad de la población, el peligro potencial al que se exponen los habitantes por ciertos factores ambientales (fuentes de contaminantes), el índice de mortalidad como un indicador de la situación de salud y el tamaño de la población potencialmente expuesta.

El índice de mortalidad municipal y el índice de riesgo fueron construidos en la investigación. El índice de mortalidad se formuló debido a la necesidad de establecer un indicador de mortalidad que integrará información del comportamiento histórico durante los últimos 20 años de la tasa de mortalidad a nivel municipal.

En este capítulo también se indican las variables socioambientales de mayor peso en la explicación de los patrones de mortalidad por ERC.

En la **Figura 3.19**, se puede apreciar el patrón de distribución de riesgo de mortalidad por ERC en jóvenes en la CAA, así como el mapa del factor ambiental y de vulnerabilidad social de acuerdo al modelo de riesgo.

El patrón de distribución del riesgo de mortalidad por la ERC difiere considerablemente de los patrones de distribución del riesgo correspondiente a la mortalidad por leucemia

linfoide y malformaciones congénitas. El riesgo de mortalidad por ERC es alto en el 18% de los municipios y se distribuye principalmente hacia el oriente de la Cuenca, de extremo a extremo, en los municipios localizados en las faldas de la Malinche, siguiendo el patrón de la mancha urbana y de la carretera federal Puebla-Tlaxcala. Los municipios que presenta el mayor riesgo son: Tlaxco, Tetla de la Solidaridad, Apizaco, Chiautempan, Contla, San Francisco Tetlanohcan, San Pablo, Santa Cruz Quilehtla, y San Juan Huactzinco, en el Estado de Tlaxcala y en el Estado de Puebla, Calpan, Cuautlancingo, y Puebla.

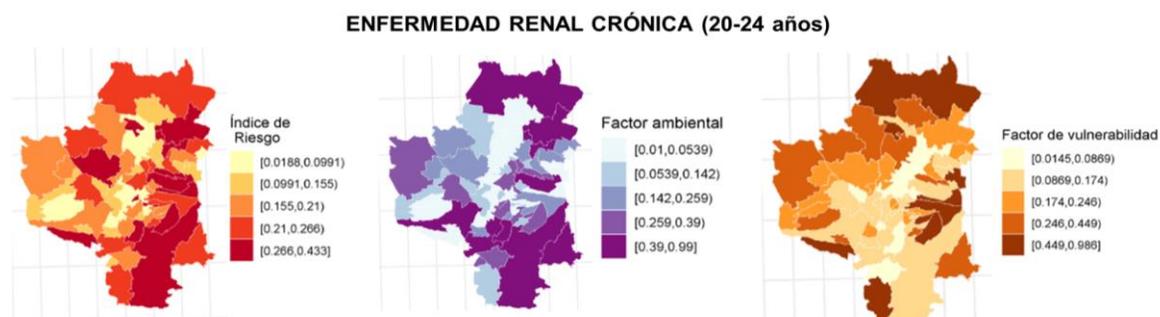


Figura 3.19. Mapa de distribución municipal del riesgo de mortalidad por ERC, factor ambiental y de vulnerabilidad.

a. Factor ambiental

Los municipios que muestran una coloración morada intensa en el mapa (**Figura 3.19**) son aquellos que presentan ciertas condiciones ambientales asociadas o relacionadas estadísticamente con el índice de mortalidad por ERC.

El índice de mortalidad por insuficiencia renal en jóvenes se correlacionó significativamente con: 1) el índice de diversidad de industrias de pequeño tamaño, 2) la densidad de industrias textiles, de equipos electrónicos, agroquímicos, químicos, etc. (en su mayoría de pequeño tamaño); 3) la densidad de ríos con altos niveles de contaminación; y 4) la emisión de compuestos orgánicos volátiles por incendios forestales. Es importante mencionar que muchas de las industrias pequeñas son empresas pertenecientes a las grandes transnacionales, como la de agroquímicos de la Bayer ubicada en Ixtacuixtla.

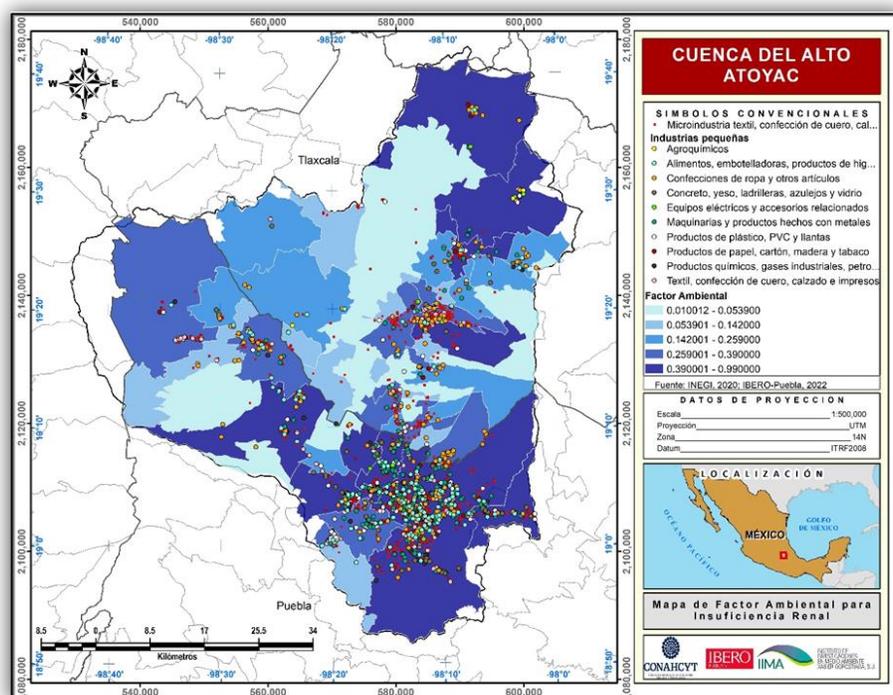


Figura 3.20. Mapa del factor ambiental del índice de riesgo por ERC y la distribución industrial.

Pese a que la diabetes, la hipertensión y la obesidad contribuyen en gran medida a la carga mundial de la enfermedad y son importantes factores de riesgo considerados como tradicionales de la ERC; otros factores como los ambientales, se reconocen cada vez más como importantes amenazas para la salud renal en el mundo.

En el **Figura 3.20** se presenta el mapa de factor ambiental y las industrias asociadas con la mortalidad por ERC, según el análisis de correlación. Tal como se comentó en el capítulo 2, las industrias que registraron el mayor aumento en Tlaxcala en la última década fueron las de equipos eléctricos y electrónicos y las de productos metálicos. Ambos tipos de empresa utilizan y liberan importantes cantidades de metales pesados.

Entre los metales pesados más comunes que pueden ocasionar nefrotoxicidad están el mercurio, plomo, cadmio, uranio, oro, cobre, arsénico, hierro (Torres, 2014). La exposición a dosis consideradas como normales de plomo tiene un efecto directo sobre el funcionamiento del riñón y mayor riesgo de morbilidad cardiovascular; asimismo, la exposición crónica a este metal durante más de 5 años está relacionada con insuficiencia renal, hipertensión y gota (Sabath & Robles-Osorio, 2012). Mientras que, de acuerdo con la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR, 2022) se sabe que la exposición al mercurio muestra toxicidad a nivel renal y la exposición crónica a múltiples

compuestos orgánicos de mercurio puede producir insuficiencia renal (ATSDR, 2022; Torres, 2014). Por su parte, el cadmio y el arsénico se consideran como unos de los contaminantes ambientales más abundantes asociados con daño renal, hipertensión y riesgo cardiovascular (Sabath & Robles-Osorio, 2012); encontrándose también asociaciones positivas entre la exposición a arsénico y la mortalidad por enfermedad renal (Zheng et al., 2014).

Aunque hay que ser precavidos con los datos del RETC dada la falta de información, algunas comparaciones pueden ser útiles para tener un panorama general con respecto a la presencia de ciertos elementos y/o compuestos químicos en algunas partes de la CAA. Al comparar la concentración de metales pesados en los diferentes compartimentos ambientales en las tres microcuencas que presentan las zonas industriales más importantes: 4, 6 y 1, se observa que en la microcuenca 1, donde se localizan los municipios de Apizaco, Tetla, Tzompantepec y otros municipios del noreste de la Cuenca en la región de Tlaxcala, las industrias emiten más arsénico al suelo y al agua, así como una concentración de mercurio de hasta 4 veces mayor al suelo en comparación con las microcuencas 4 y 6 donde se ubica Huejotzingo, San Martín Texmelucan y Puebla, entre otros municipios (**Figura 3.21**).

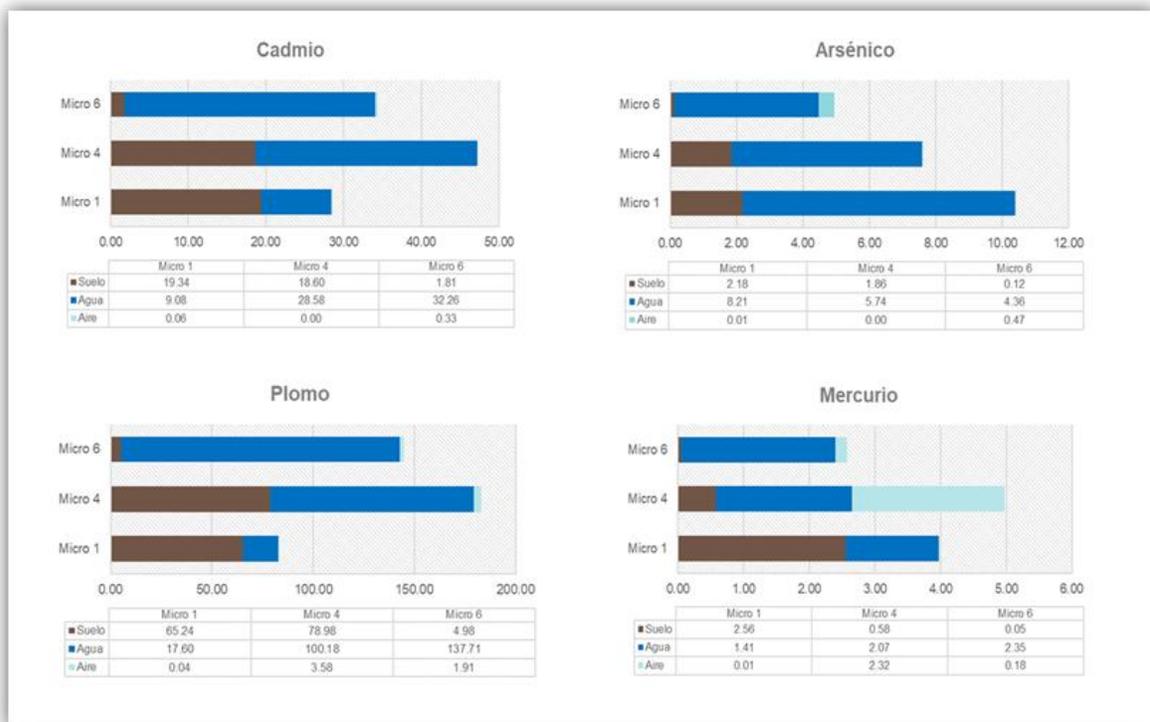


Figura 3.21. Concentraciones (kg/año) de metales pesados emitidos por las industrias (mediana 2009-2019) con base en los datos del RETC en las microcuencas 1,4 y 6.

En relación con lo anterior es importante señalar que los metales pesados en el suelo puede ser una fuente de contaminación del agua subterránea por el proceso de infiltración.

Otra variable ambiental correlacionada con el índice de mortalidad fue la emisión de contaminantes por incendios forestales. Según los datos del INEM (2016) en la zona tlaxcalteca de la CAA se producen 3 veces más PM_{2.5} por incendios forestales y 2 veces más PM_{2.5} por quema de basura con respecto a Puebla. Investigaciones recientes asocian el incremento de los incendios forestales con el aumento en la tasa de mortalidad por enfermedad renal en pacientes bajo tratamiento (Xi et al., 2020).

b. Factor de vulnerabilidad

En cuanto a la vulnerabilidad social, las variables correlacionadas positivamente con la mortalidad por ERC en jóvenes fueron pocas, entre las que se incluyen el porcentaje de población en hogares censales indígenas y el porcentaje de la población de habla indígena.

En general, la población indígena es una de las más vulnerables a sufrir por los ambientes contaminados (Díaz de León-Martínez et al., 2020) dada la situación de vulnerabilidad y marginación en la que viven

Entre las acciones diarias que se encuentran asociadas a sus costumbres y que se han relacionado con la incidencia de enfermedad renal son el uso de leña para cocinar, el uso de gasolina para encender la leña y el uso de agua pozo, este último aumenta la exposición a contaminantes que pudieran presentarse en las aguas subterráneas (Fernández-Llamazares et al., 2020). Pero además de ello, la exposición a micotoxinas a través de la ingesta del maíz también se ha relacionado con enfermedad renal en poblaciones indígenas (Díaz de León-Martínez et al., 2019).

Aunque se ha evidenciado que ciertas razas tienen un mayor riesgo de enfermedad renal, es importante considerar que en la población indígena el riesgo puede derivarse de las condiciones de vulnerabilidad social y marginación en las que viven. Se ha documentado que, a pesar de que las tasas de los estadios iniciales de la ERC son similares en los distintos grupos raciales/étnicos y socioeconómicos, la prevalencia de la enfermedad renal terminal (ERT) es mayor entre las minorías o comunidades desfavorecidas (Nicholas et al., 2013). El limitado acceso a agua potable de calidad, las desigualdades en salud, la desnutrición -tres veces mayor en niños indígenas comparado con niños no indígenas-, las elevadas exposiciones a mezclas de contaminantes inorgánicos, compuestos orgánicos volátiles como el tolueno y los hidrocarburos aromáticos policíclicos; se han reconocido como factores desfavorables en las poblaciones indígenas mexicanas que se asocian con un aumento en la carga renal (Díaz de León-Martínez et al., 2019; Fernández-Llamazares et al., 2020; Flores-Ramírez et al., 2021; Palacios-Ramírez et al., 2018).

A continuación se presenta un análisis de componentes principales (ACP), para la visualización de ciertos determinantes sociales de la salud en relación con el índice de mortalidad por ERC (Datos CONEVAL y otras fuentes), integrándose en el análisis la localización de diferentes microcuencas como estrategia para la visualización y análisis de la información a nivel territorial (**Figura 3.22**).

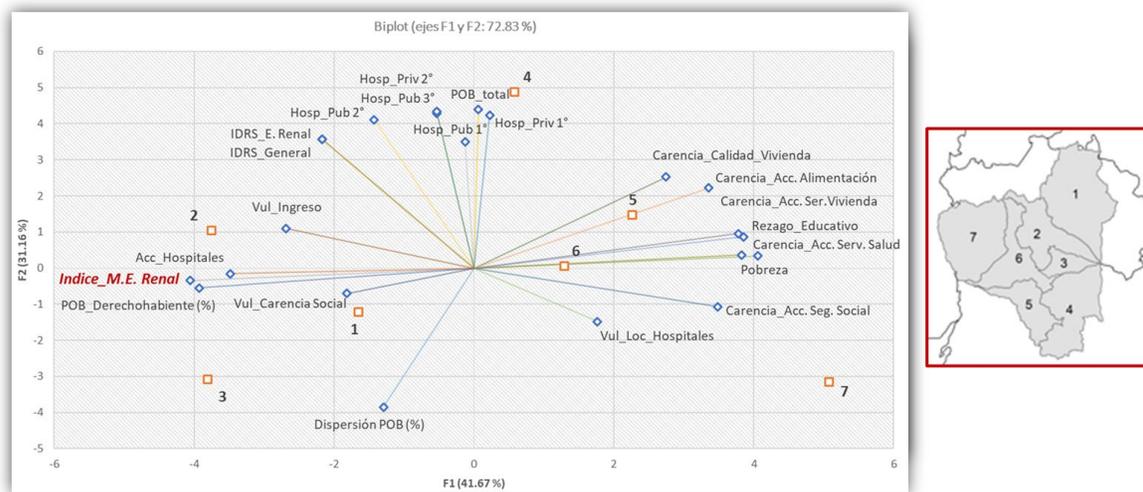


Figura 3.22. Análisis de componentes principales entre las microcuencas, factores sociales y su relación con el índice de mortalidad por ERC en jóvenes.

Como se observa en el ACP dada la proximidad de los vectores en el plano y los puntos que representan las microcuencas, los mayores índices de mortalidad por ERC se presentan en la microcuenca 2 y 3, de acuerdo con el ACP; estas microcuencas abarcan municipios de Tlaxcala localizados en el este de la Cuenca.

De acuerdo al ordenamiento realizado por el ACP, el índice de mortalidad no registra valores precisamente bajos en zonas o municipios en donde la facilidad de acceso a los hospitales es alta y en donde hay una alta proporción de derechohabientes; al contrario. Este resultado no es fácil de interpretar. Entre algunas posibilidades, una de ellas sería que, en dicha región los factores que promueven el aumento en la incidencia de la enfermedad renal (factores de riesgo) tienen más peso que aquellos que controlan la mortalidad (atención médica). Entonces, bajo el supuesto de que los jóvenes se están enfermando por la exposición laboral a metales pesados en la industria, de nada serviría la promesa de buen empleo en la industria, para aumentar el bienestar de los jóvenes tlaxcaltecos a través de mejores ingresos y un seguro de salud. Esto habría que estudiarlo.

En el ACP también, se observa que la ERC está correlacionada con carencias sociales y vulnerabilidad por ingreso.

Tal como se mencionó anteriormente, los jóvenes son el grupo etario más afectado por la situación actual de México, en la que existe una clara precarización del empleo, es decir un deterioro de la calidad del empleo, asociado con menores salarios, menos o más horas trabajadas, menor acceso a la salud y a la seguridad social y, en general, menos seguridad laboral y más incertidumbre (El Colegio de la Frontera Sur, 2022).

La ERC representa un desafío significativo en la edad de 20 a 24 años. Esta es una etapa compleja, generalmente fuera del seno familiar, en búsqueda de empleo formal o en la formación de una familia (Díaz-Medina & Mercado-Martínez, 2019). En este sentido, el obstáculo económico es uno de los principales problemas a los que se enfrentan los jóvenes con diagnóstico de ERC, especialmente aquellos que no tienen acceso a la seguridad social. La falta de recursos económicos dificulta el acceso a la atención médica, lo que los lleva a depender de los servicios públicos, donde también encuentran barreras para recibir el tratamiento adecuado. Aunado a esto, la enfermedad limita su acceso a empleos con mejor remuneración y prestaciones como la seguridad social.

De acuerdo con los datos del censo, el 29.13% de enfermos por ERC no cuenta con seguro médico, y el 11.76% no recibe tratamiento para la enfermedad. El 45.22% se atiende en otro municipio y 7.64% en otro estado. El 50.32% recibe tratamiento en un hospital del IMSS y el 21.66% en un hospital privado. En el 66.88% la familia cubre los gastos (**Anexo 2.3**).

La ERC es una enfermedad costosa y su provisión está estrechamente relacionada con las políticas públicas y la situación financiera de cada país, por lo que en muchos casos conlleva una carga económica para el paciente y sus familiares por el pago del tratamiento, los medicamentos y en algunos casos por la atención de salud en hospitales privados. Mientras que en países desarrollados la atención médica universal es proporcionada por el gobierno; en países como México aún no se logra el acceso a universal al servicio de salud, por lo que las personas enfermas que carecen de seguro de salud difícilmente logran atender la enfermedad satisfactoriamente (Crews et al., 2020).

Los costos médicos directos de las terapias de reemplazo renal incluyen el pago de honorarios médicos, estudios de laboratorio, medicamentos y servicio de hemodiálisis, o los insumos para la realización de la diálisis peritoneal. Los costos no médicos directos incluyen gastos de transporte para acudir a las unidades de hemodiálisis, honorarios de personal de apoyo para los cuidados del paciente en casa y las implicaciones de la dieta especial que recibe el enfermo. Los costos indirectos son la pérdida de productividad de los pacientes y de las personas dedicadas a su cuidado, que en muy pocos análisis sobre el tema son tomados en cuenta. Los costos intangibles están asociados con el dolor, el sufrimiento y el deterioro de la calidad de vida del paciente, datos que por sus características se omiten

en una evaluación económica (Mushi et al., 2015). El tratamiento de la ERC puede ser muy oneroso para quienes requieren de una terapia de reemplazo renal. La diferencia entre la etapa de prediálisis y diálisis es significativa, puesto que en la última, adicionalmente a los costos asociados a las terapias, se incrementan los gastos en medicamentos y hospitalización (El Colegio de la Frontera Sur, 2022).

Diversos análisis y estudios muestran que en países de ingresos medios o bajos, el acceso a terapias de reemplazo (hemodiálisis, diálisis, trasplante de riñón) por parte de personas en situación de vulnerabilidad por ingresos, presenta una desventaja considerable, que en muchos casos provoca la muerte prematura (Crews et al., 2020; Garrity et al., 2016; Moosa & Norris, 2021).

3.3.4. Correlaciones entre el índice de mortalidad por ERC y variables de diversas fuentes

Se exploraron las relaciones estadísticas entre el índice de mortalidad por ERC y otras variables ambientales extraídas del inventario de Emisiones de Contaminantes (INEM) y del censo del 2021.

El índice de mortalidad por enfermedad renal en adolescentes se correlacionó las siguientes variables del censo: ingesta de agua de purificadora, el trabajo en ladrilleras/industrias de baldosa, evento de envenenamiento con agroquímicos y el consumo más de tres veces por semana de dulces coloreados artificialmente y embutidos. En la **Figura 3.23**, se resume el conjunto de variables que se correlacionaron con el índice de mortalidad por ERC.

Finalmente, hay que tomar en consideración las siguientes consideraciones con los datos del censo:

- ❖ El análisis solo aplica considerando los hogares encuestados que respondieron que sí tienen al menos una persona con alguna de las enfermedades. Por lo que no es claro que las conclusiones se puedan trasladar a toda la población.
- ❖ La correlación no necesariamente implica causalidad. La correlación es una nota de atención para que se sigan realizando estudios con análisis más enfocados.

3.4. ANÁLISIS INTEGRADO

Para evaluar la situación de salud en relación a la contaminación ambiental en la CAA, es fundamental que se analice el proceso de contaminación de forma global en el territorio, tomando en cuenta la diversidad de fuentes de contaminantes y la dinámica atmosférica.

En la CAA convergen diversos procesos contaminantes relacionados con la industria, la agricultura, el tránsito, los residuos, entre otros, además de las emisiones del Popocatepetl

y los contaminantes liberados por los incendios forestales (fuentes naturales de contaminación). Las personas en la CAA no están expuestas a una sola sustancia, sino a cientos de sustancias y elementos químicos; de allí la complejidad de los estudios en epidemiología ambiental.

Las sustancias emitidas en los distintos procesos se combinan en el ambiente; pero la mezcla de compuestos químicos y los niveles de concentración en el aire, no son iguales en el territorio; lo que depende de la localización de las fuentes de contaminantes y de las condiciones meteorológicas, como, por ejemplo, la velocidad y dirección del viento, que inciden en la dispersión y distribución de contaminantes. Por ejemplo, si en un municipio en donde hay muchas industrias el viento es débil, los contaminantes permanecerán por más tiempo en el lugar (la exposición será mayor); mientras que, si el viento es fuerte, estos serán dispersados y/o desplazados rápidamente hacia otras zonas. De igual forma, si en ese municipio hay una metalúrgica, en el entorno abundarán los metales pesados, pero si hay una petroquímica, en el medioambiente estarán presentes compuestos orgánicos volátiles como el benceno.

Por lo tanto, en la evaluación de la salud pública ambiental en la CAA, es muy importante entender que la mezcla de contaminantes en el ambiente (composición química del aire) difiere potencialmente en el espacio territorial, debido a la variación en la localización de las distintas fuentes de contaminantes. Dentro de este contexto, la composición química del aire (mezcla de contaminantes) en un municipio determinado, así como su concentración, puede representar un factor de riesgo de un cierto tipo de enfermedades. De manera que, las variaciones espaciales en la carga y mezcla de contaminantes en el ambiente podrían incidir en la prevalencia de ciertas enfermedades en las poblaciones de los distintos lugares.

En la investigación se encontraron diferencias importantes en cuanto a los patrones de distribución espacial del riesgo por malformaciones congénitas, leucemia linfocítica y enfermedad renal crónica. Esto puede asociarse con las diferencias espaciales en la distribución de contaminantes en el ambiente en correspondencia con la localización de fuentes contaminantes y los procesos que ocurren en las distintas regiones o municipios.

En el análisis de componentes principales (ACP) de la **Figura 3.23**, se puede visualizar el ordenamiento en el plano y la asociación de las variables que representan las tres enfermedades focales y los contaminantes (PM2.5 y COV) emitidos por distintas fuentes localizadas en la CCA (móviles, fijas, aéreas) según los datos del INEM. También se incluyen en el ACP, cuatro variables que representan de manera indirecta la exposición potencial a contaminantes provenientes de distintas fuentes o zonas contaminadas.

La variable Zona_Exp_I, es la densidad total de industrias en la superficie urbana municipal (por ser la más densamente poblada) multiplicada por la concentración de compuestos orgánicos volátiles que emiten esas industrias o fuentes fijas de acuerdo con los datos del INEM.

La Zona_Expo_II, es la densidad de ríos principales que hay en el área urbana municipal, multiplicada por la concentración de DQO y la toxicidad reportada en las aguas de esos ríos según la CONAGUA.

La Zona_Exp_III, viene dada por la densidad de autopistas en el área urbana, y la Zona IV, viene representada por la superficie agrícola (%) en el municipio; esta variable se incluye como un indicador de la exposición potencial a agroquímicos.

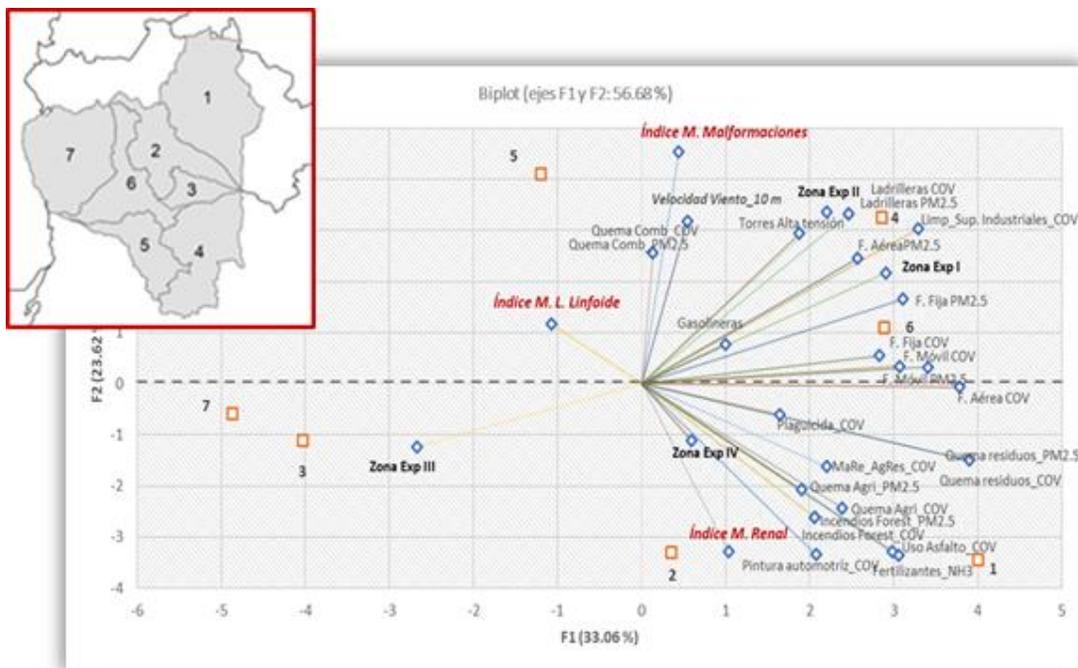


Figura 3.23. Correlación de variables con los índices de mortalidad para cada una de las tres enfermedades.

Se puede apreciar que los vectores que representan a la LL y la MC se orientan en un plano opuesto al del vector de la ERC, lo que indican comportamientos diferentes. Al analizar algunas de las variables por su localización en el plano, como por ejemplo la velocidad del viento, se observa que el viento es más fuerte en las regiones 4 y 5 (ambas ubicadas en la región poblana) en comparación con 1 y 2 (ubicadas en Tlaxcala), lo cual se puede apreciar en la **Figura 3.24**, en la que se muestran los vectores (grosor y color) que representan las diferencias geográficas en la velocidad del viento (para información detallada sobre los contaminantes y diferencias entre las microcuencas ver **Anexo 3**).

En la microcuenca 2, donde se ubica la capital de Tlaxcala, independientemente de la época del año, la velocidad del viento es menor con respecto a la velocidad del viento en la microcuenca 4 (localización de la capital poblana), lo que favorece la permanencia de los contaminantes que se emiten en dicho territorio. Y dado que la dirección de viento de la microcuenca 4 va en dirección sur-norte hacia la microcuenca 2 durante varios meses del año, la calidad del aire de la microcuenca 2 puede verse afectada por los contaminantes provenientes de la microcuenca 4, donde se concentra la mayor cantidad de industrias de la CAA. Lamentablemente, no se cuenta con información suficiente de la calidad del aire, particularmente en Tlaxcala, lo cual es un imperativo, tomando en cuenta la carga de enfermedades respiratorias en Tlaxcala, según datos del censo, y los riesgos a la salud de un aire contaminado.

El diseño de una red de monitoreo de la calidad del aire que abarque toda la CAA, debería ser una política ambiental prioritaria. En ninguna de las leyes de salud de Puebla y Tlaxcala se incluye la vigilancia de la calidad del aire; solo se contempla la vigilancia del agua para uso y consumo.

Actualmente existe evidencia de gran contundencia que demuestra la afectación de la contaminación del aire sobre diferentes aspectos de la salud, causando millones de muertes y la pérdida de años saludables de vida. De hecho, se estima que la carga de morbilidad atribuible a la contaminación del aire está a la par de otros importantes riesgos para la salud mundial, como las dietas poco saludables y el tabaquismo (WHO, 2021).

Continuando con el ACP, se observa que la concentración de contaminantes en el aire provenientes de fuentes fijas o industrias es elevada en 4 y 6; en estas microcuencas se localizan los municipios más poblados e industrializados de la entidad Poblana como lo son: Puebla, Cuautlancingo, Huejotzingo, San Martín Texmelucan. En esta región de la CAA también se registran elevadas concentraciones de PM2.5 y COV por ladrilleras, y fuentes móviles. Las variables Zona Exp II y Zona Exp I indican que en esas microcuencas no solo hay una elevada densidad industrial y una elevada liberación de compuestos orgánicos volátiles hacia la atmósfera, sino que los habitantes están más expuestos a los tóxicos presentes en las aguas de los ríos que pasan por estos municipios. También en estas regiones la densidad de torres de alta tensión es mayor con respecto a 1 y 2.

La ubicación de los vectores de los índices de mortalidad por MC y LL, en relación con los puntos de las microcuencas 5, 4 y 6, indican que es en estas microrregiones la mortalidad por estas enfermedades es mayor en comparación con lo registrado en 1, 2, 3; mientras que la mortalidad por enfermedad renal es mayor en 1 y 2 en comparación con 5, 4 y 6. En el ACP se observa que la LL está asociada con los contaminantes provenientes de la quema de

combustibles domésticos, entre las que se incluyen el uso de leña, sin embargo, la tendencia de LL es débilmente representada por el ACP, a diferencia de la de MC y ER.

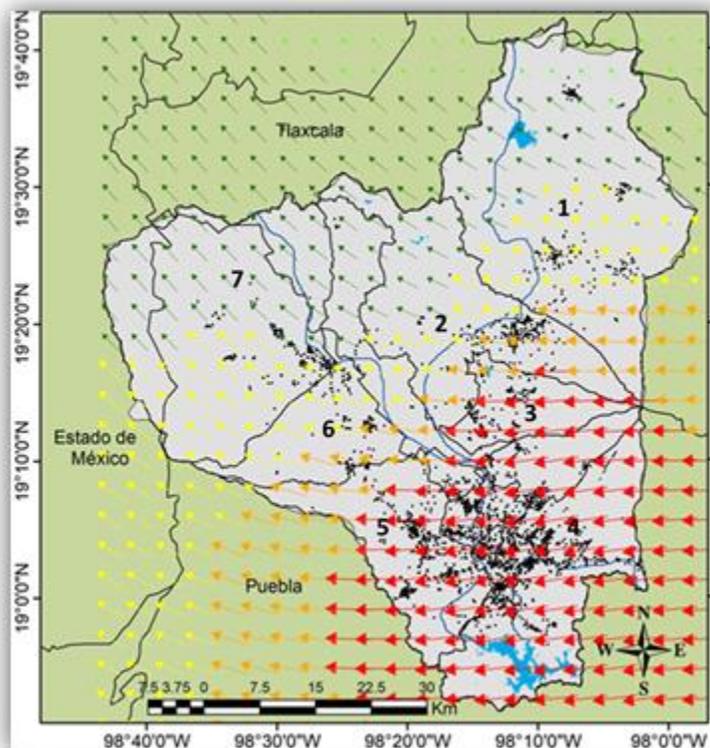


Figura 3.24. Velocidad y dirección del viento a 10 metros de altura en la CAA.

En el ACP se puede apreciar que en la microcuenca 1 y 2, los contaminantes emitidos por la quema de residuos a cielo abierto, los incendios forestales, la quema agrícola, las aguas residuales, los contaminantes emitidos por el uso de fertilizantes, los solventes utilizados en para la pintura automotriz es mayor con respecto a 4, 5 y 6. Los habitantes de estas microrregiones están expuestos a los contaminantes potencialmente emitidos por las áreas agrícolas y las autopistas (Zona Exp_III, IV), aunque estos vectores son débilmente representados por el ACP.

Entonces, aunque en Puebla hay más industrias que en Tlaxcala, existen otras fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos, según los datos del INEM, como la quema de basura a cielo abierto, los incendios forestales, la quema agrícola, las derivadas del uso de solventes para pinturas automotrices, para el asfaltado, así como en el amoníaco emitido por el uso de fertilizantes, entre otros. A nivel general, en Tlaxcala (superficie en CAA: 2006 km²), las emisiones de PM_{2,5} y COV por estas fuentes, son al menos dos veces mayor que en Puebla (superficie en CAA: 1744 km²).

En cuanto a la cantidad de amoníaco emitido por el uso de fertilizantes agrícolas, en Tlaxcala se cuantifican 4 veces más con respecto a Puebla, según datos del INEM. La exposición a altas concentraciones de amoníaco en el medio ambiente puede causar irritación en los ojos, nariz y garganta, así como en la piel. Los problemas de salud a largo plazo relacionados con la exposición al amoníaco incluyen: efectos cardiovasculares y respiratorios graves, disminución de la función pulmonar, agravamiento del asma, muerte prematura (IQAir, 2016).

Con este análisis se pretende explicar la complejidad de la problemática de contaminación y la coexistencia de diversos procesos contaminantes. En este análisis no se incluyen las distintas industrias, ni por giros ni tamaños, pero se incluyen otras fuentes de contaminación que complementan el análisis de la calidad ambiental en cada una de las zonas consideradas.

Finalmente se muestra un acercamiento del municipio de Chiautempan y Tlaxcala, para detallar las diferentes fuentes de contaminación y el riesgo al que se encuentran sus habitantes por vivir en un entorno insalubre. En el mapa identifican fácilmente las autopistas (línea roja), pequeñas fábricas de diferentes giros (puntos de colores) y una sección del río Zahuapan, etc (**Figura 3.25**).

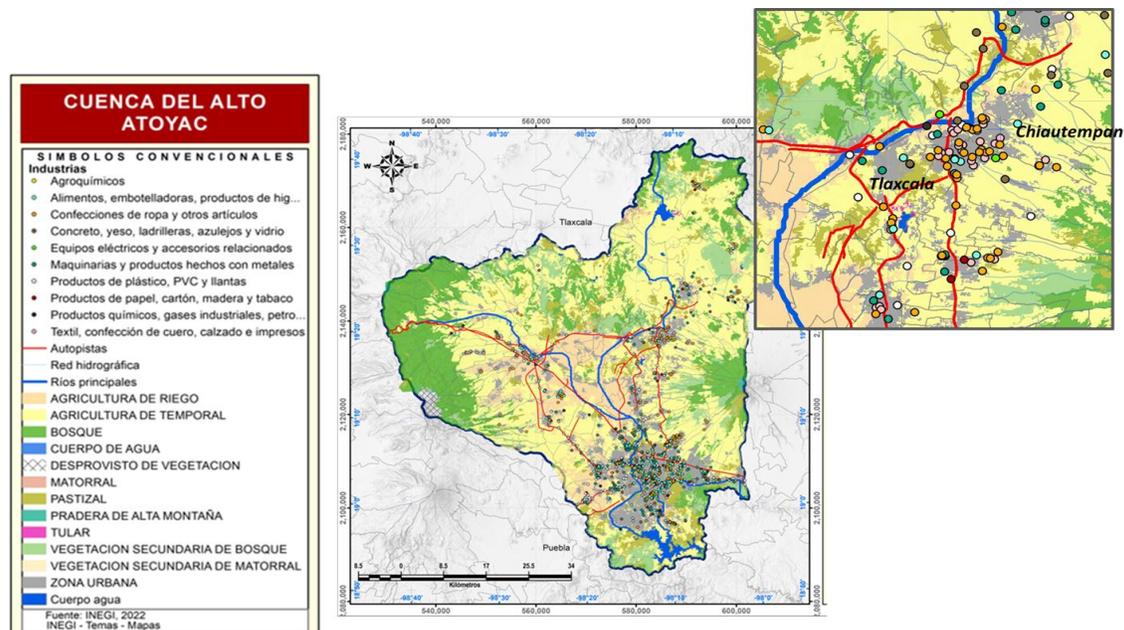


Figura 3.25. Mapa de uso de suelo de la CCA, con autopistas principales e industrias pequeñas de distintos giros.

En la **Figura 3.26**, se presenta el ACP que integra las tres enfermedades (índice de mortalidad) con las variables que brindan información de la vulnerabilidad social. Se observa nuevamente la separación en el plano de los vectores; hacia un lado del plano la

MC y LL y hacia el otro la ERC. También se observa la misma organización espacial de las enfermedades en relación con las microcuencas. El índice de mortalidad por MC se asocia fuertemente con carencias en cuanto a la calidad de la vivienda y acceso a la alimentación; la LL con la pobreza, el rezago educativo, carencia al acceso al servicio de salud. Por otro lado, la ERC con la vulnerabilidad de ingreso y por carencias sociales.

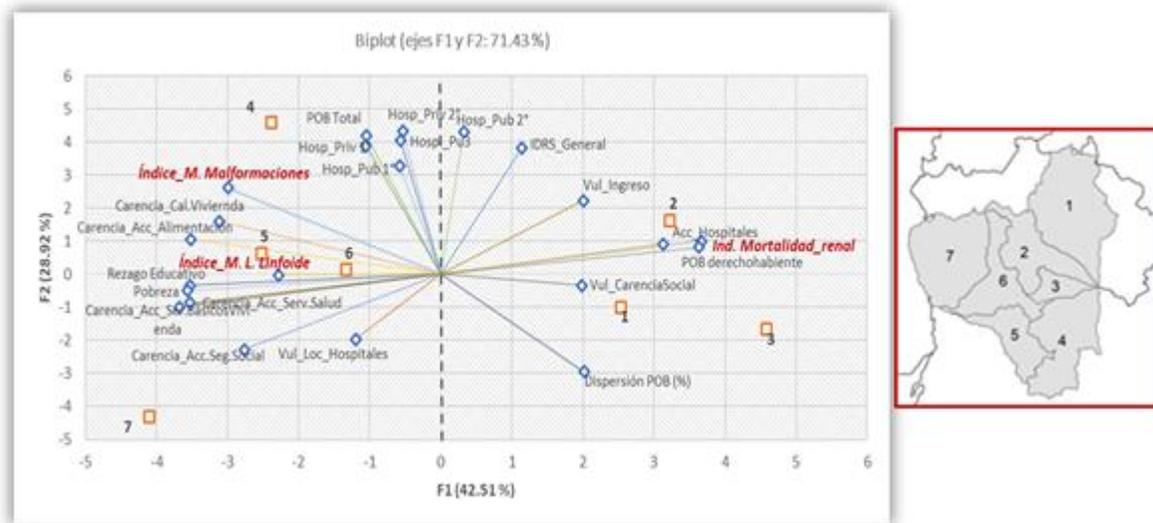


Figura 3.26. Análisis de componentes principales entre las microcuencas, factores sociales y su relación con las tres enfermedades.



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Instituto de Investigaciones
en Medio Ambiente
Xabier Gorostiaga, SJ /

CAPÍTULO 4

PERCEPCIÓN COMUNITARIA DE LA SALUD Y RIESGOS AMBIENTALES EN LA CUENCA DEL ALTO ATOYAC

INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

En el este capítulo se brinda información general sobre la problemática de salud ambiental en la Cuenca del Alto Atoyac con base en las percepciones de los habitantes de algunas de las comunidades rurales de Tlaxcala. La información se centra en la situación de salud poblacional (enfermedades y atención sanitaria) y en los riesgos asociados con la contaminación industrial y al uso de agroquímicos.

A continuación, se explican brevemente las actividades efectuadas en las comunidades.

En el último trimestre del 2022, se llevaron a cabo dos talleres comunitarios, 16 diálogos semiestructurados y dos diálogos con grupos focales para conocer la percepción de los habitantes con respecto a la salud comunitaria, las necesidades de atención y los factores de riesgo ambiental.

En los talleres se emplearon diversas técnicas de visualización, entre las que se incluyen: el mapa de salud, croquis de la comunidad, mapas de factores de riesgo ambiental y el mapa de hospitales. Estas actividades involucraron a más de 120 personas provenientes de 31 comunidades de la CAA, ubicadas en municipios de Tlaxcala.

Se llevaron a cabo dos talleres: uno en Españita y otro en Ocotlán (**Figura 4.1**), ambos en el estado de Tlaxcala. En el taller efectuado en el municipio de Españita, participaron distintas comunidades de ese municipio; y en el taller de Ocotlán participaron integrantes de 30 comunidades pertenecientes a 20 municipios de Tlaxcala. Estos talleres contaron con la participación de profesores e investigadores de diversas universidades involucradas en el proyecto, quienes brindaron apoyo técnico durante las sesiones.



Figura 4.1. Taller comunitario en Ocotlán, Tlaxcala.

Municipios involucrados:

1. Amaxac de Guerrero
2. Apizaco
3. Españita
4. Ixtacuixtla
5. Nativitas (San Rafael Tenanyecac)
6. Papalotla de Xicotencatl
7. Santa Ana Chiautempan
8. Santa Ana Nopalucan
9. Santa Apolonia Teacalco
10. Santa Cruz Quilehtla
11. Santa Isabel Tetlatlahuca
12. San Francisco Tetlanohcan
13. San Juan Huactzinco
14. San Miguel Contla
15. San Pablo del Monte
16. Teolocholco
17. Tepetitla de Lardizábal
18. Tlaxcala
19. Totolac
20. Xicohtzinco

También, se llevaron a cabo una serie de recorridos en campo que abarcaron distintas áreas. Estos recorridos incluyeron visitas a las zonas agrícolas irrigadas con agua de pozos, así como de los canales de riego. También se exploraron las zonas industriales ubicadas en la región Puebla-Tlaxcala, que engloban localidades como Xoxtla, San Martín Texmelucan, Ixtacuixtla, Apizaco, Apizaquito y Santa Ana Chiautempan.

Con base en información testimonial compartida en los talleres y entrevistas (**Cuadro 4.1**), se describió la situación de salud dentro de las comunidades, considerando la gestión del agua y el contexto, para identificar la relación específica que tienen los campesinos/productores con el agua, así como las posibles vías de contaminación química y la exposición a contaminantes debido a sus actividades cotidianas y productivas.

La participación comunitaria es un componente central de la gestión eficaz de la salud poblacional y ayuda a garantizar que los servicios se adapten adecuadamente a las necesidades y valores de la población, ya que permite generar información sobre los factores de riesgo, necesidades de atención y focalización de los servicios a quien más lo necesita.

La identificación de prioridades es fundamental para asegurar que los servicios se ajusten a las necesidades clínicas, culturales y comunitarias. Esto conlleva una serie de beneficios, como una mayor eficiencia en la prestación de servicios, un mejor estado de salud de la población, el fomento del respeto y la confianza entre los beneficiarios y el personal, una atención centrada en las personas y una mayor capacidad de respuesta ante las demandas. Además, esta práctica promueve la equidad y un mejor aprovechamiento por parte de la comunidad en general (MAS-BIENESTAR).

Cuadro 4.1. Relación de personas entrevistadas.

Nombre	Género	Actividad u oficio	Lugar de la entrevista	Comunidad / organización
José Transito Ruíz Hernández	M	Campesino, adulto mayor	Huerta de trabajo	San Rafael Tenanyecac
Rebeca Juárez Serrano	F	Ama de casa, campesina y jornalera	Parcela del esposo	Tepetitla
Salvador Flores Villalba	M	Campesino, productor	La Concepción	Tepetitla
Oswaldo Morales	M	Campesino, productor	El Llano	Tepetitla
Laura Méndez Rivas	F	Ama de casa, campesina y jornalera	El Llano	Tepetitla
Gisela Méndez Rivas	F	Ama de casa, campesina y jornalera.	El Llano	Tepetitla
Omar Peña Meza	M	Campesino, productor	Huerta de trabajo	San Rafael Tenanyecac
Fernando Fuentes Cruz	M	Campesino, productor	San Francisco Mitepec	Españita,
Tobías Téllez	M	Campesino, productor	Tepetitla	Tlaxcala.
Roberto Diego Serrano	M	Campesino, productor	Huerta	San Rafael Tenanyecac
Salomón González Serrano	M	Campesino, productor	Huerta	San Rafael Tenanyecac
Enrique Ocaña	M	Campesino, productor	Huerta	San Rafael Tenanyecac
Petra Álvarez	F	Ama de casa, campesina y jornalera.	Huerta	San Rafael Tenanyecac
Gil Aguilar Flores	M	Campesino, productor	Huerta	San Rafael Tenanyecac
Entrevistas colectivas		1. Uso de agroquímicos y su repercusión en la salud.	Ejido La Reforma, Españita, Tlaxcala.	
		2. Gestión comunitaria del agua potable y riesgos	Parcela de Carlos Méndez, junto a Módulo de producción de abono filiar "Torre de lixiviación"	

Comprender lo que las personas consideran como modos de vida deseables a nivel individual y lo que esperan para sus sociedades es fundamental, ya que estos aspectos reflejan los valores y las prioridades de las personas. Estos parámetros son de gran

importancia para orientar el sector de la salud de manera efectiva. Al tomar en cuenta los valores y las aspiraciones de la comunidad, se puede garantizar que los servicios de salud se alineen con las expectativas de la población y se brinde una atención más integral y personalizada. De esta manera, se promueve una mayor participación y compromiso por parte de los individuos en el cuidado de su propia salud y se fortalece el vínculo entre el sector de la salud y la comunidad a la que sirve (OMS, 2008).

4.1. DIAGNÓSTICO

4.1.1. Percepción sobre la salud comunitaria

Los habitantes de las comunidades tlaxcaltecas que participaron en los talleres y entrevistas perciben que la salud de la población se ha deteriorado, no solo por el incremento en la incidencia de enfermedades infecciosas gastrointestinales y respiratorias, sino también por el aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles como la leucemia, la enfermedad renal crónica, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, entre otras. Además expresaron preocupación por la salud de los jóvenes y adolescentes, mencionando que éstos están padeciendo “enfermedades de adultos” (hipertensión, obesidad, insuficiencia renal). Al respecto mencionan:

“Sí, se enferman, tienen enfermedades muy terribles que van acabando silenciosamente con su vida. Son enfermedades muy largas, como los cánceres y como la insuficiencia renal, también leucemias, púrpura trombocitopénica, y pues eso nos está llamando mucho la atención, porque está dando sobre todo en población infantil y juvenil. Uno pudiera decir, que pues los adultos, por el mismo deterioro de su organismo, padecen esas enfermedades, pero las generaciones que apenas están desarrollándose, pues ya vemos que hay muchos enfermos. Y pues eso es muy alarmante, porque cada vez sabemos más de personas, de vecinos, que mueren también de repente, de infartos. Ahorita estamos sabiendo de cáncer de colon y eso, pues yo pienso por todo lo mal alimentado que estamos. Está lleno de tóxicos, eso que es saludable, ya no lo es.”

(E5, Tepetitla, 11.07.2022).

“Pues aquí, como enfermedades hay muchas, hay leucemia, hay cáncer. Pues no sé cuántas enfermedades hay, pero hay enfermedades. Ya sea como se coma la verdura o no se coma, porque como vuelvo a repetir el ganado también se enferma porque está alimentado con los forrajes que se alimentan los animalitos. Bueno, pues unas enfermedades que no sabría decirlas, pero sí existen enfermedades.”

(E1, San Rafael Tenanyecac, 11.07.2022).

En el taller de Españita (**Figura 4.2**), también se dialogó sobre algunos problemas que están padeciendo las mujeres de las comunidades del municipio, entre estos, las manchas en la piel, el estrés y la depresión. Consideran que las manchas de la piel posiblemente se deban al sol o la contaminación del agua potable; mientras que el estrés y la depresión la asocian con las dificultades económicas y con el trabajo en el hogar que incluye el cuidado y atención del familiar enfermo.

“Como mujeres, sentimos que ya todo cambió, y eso nos entristece. Cambió la forma de trabajar, cambió la alimentación, cambiaron las semillas. Nuestro trabajo como mujeres es muy importante en la familia y en la comunidad. La mayoría somos amas de casa, somos las cabezas de la familia y algunas salimos a trabajar, otras salen a vender sus productos al mercado. Esta situación nos afecta y provoca el estrés, debido a las dificultades económicas, por falta de trabajo y porque no alcanzan los ingresos económicos.”

(Equipo Cuerpo-Territorio, Taller, Españaíta, 2022).



Figura 4.2. Taller comunitario en el municipio de Españaíta

Además de identificar ciertas afecciones en la población femenina, también se abordó una problemática que ha impactado a los hombres que trabajan en el campo (**Figura 4.3**). Se ha observado que estos trabajadores han sufrido los efectos negativos del uso de plaguicidas sintéticos, lo que ha resultado en casos de intoxicación aguda y accidentes debido al contacto con dichas sustancias químicas.

“Sí, me tocó en una ocasión cuando yo fumigaba. Sí me afectó. A lo mejor fue error mío porque no me protegí. Así quise fumigar. Fumigué como hectárea y media. Me enfermé gacho, me andaba muriendo. Empezó como que se me fue el hambre y mi cabeza empezó a sentirse mal, sentía que mi cabeza como que explotaba, me vi muy mal, la verdad. Fui con un doctor y no encontró la medicina que mejorara, él mismo me recomendó con otro doctor. Ahí fuimos y gracias a Dios, estoy acá. Si no, a lo mejor me hubiera ido. Fue con un veneno llamado Marvel, era un herbicida líquido. También conocí de un caso, de un joven. Sí. Murió. Supimos que murió, tendrá como 8 años. No sabemos que líquido metió a su bomba. Murió el muchacho, fue de acá del pueblo.”

(E11, Tepetitla, 01.09.2022).

“Los que siembran verdura que dejen de usar químicos, porque usan muchos químicos. Eso es lo que también afecta mucho al que lo hace, al que fumiga. Incluso una persona del pueblo murió porque fue a fumigar y no se trató pronto Murió de eso. Sí, nosotros nos damos cuenta. El médico dijo que no, nunca nos dijo. Nos damos cuenta. Yo me doy cuenta, porque a mi esposo le andaba sucediendo eso. Él no le dio tiempo de ir a cortar la mala hierba que había en la milpa, y ya está grandecita, la fue a fumigar y pues le agarró gripa; nomás le agarró gripa y se está poniendo muy moreno ¿y ora por qué? Nos lo llevamos luego al doctor. El doctor que lo atendió era amigo de la familia y nos dijo “pues yo ya hice lo que pude, dice, ya no tengo para más, lo voy a pasar para delante con un colega y él les va hacer sus estudios”. Nos pasó para Tlaxcala, pero tampoco nos dijo el por qué, pero sí le hizo estudios y gracias a Dios se compuso mi esposo. Pero nosotros nos dimos cuenta que fue porque fue a fumigar. Dejamos de usar químicos, ora ya no.”

(E2, San Rafael Tenanyecac, 11.07.2022).

“¿Qué me haya intoxicado? No, nunca, soy muy cuidadoso, muy seguro con lo que hago. Le pasó a uno de mis hermanos. Hay un veneno llamado Furan, ese tipo de veneno se utiliza cuando entra una plaga en la tierra. Ese veneno, se fumiga cuando está húmedo. Se cargó la bomba, le cayó un poco en la ropa, penetró la ropa y penetró en la piel. Al otro día él se sentía muy mal de los huesos. Nada más con lo que le cayó estuvo acostado alrededor de ocho días. Fue al doctor y le dijo que fue por eso. Por eso nos volvimos más cuidadosos en cuestión de fumigar.”

(E10, Tepetitla, 09.2022)



Figura 4.3. Entrevista a productores

4.1.2. Percepción sobre las causas de las enfermedades crónicas en las comunidades

Los habitantes de las comunidades de Tepetitla y otros municipios del valle de la cuenca perciben que la calidad de vida y el bienestar humano se han visto afectados con la industrialización en la región, y vinculan la ocurrencia de enfermedades crónicas no transmisibles con la contaminación del agua, el aire y el suelo.

“La gente se enferma por la contaminación; la gente no cree que sea por la contaminación. Han muerto muchos de cáncer, enfermos de cáncer. Incluso yo, bueno mi hermana murió también de cáncer. Ahorita tenemos una

persona de cáncer de garganta. Este...han muerto de insuficiencia renal, hay enfermos de eso. Sí, pero nunca nos dicen los médicos que es por la contaminación. No nos dicen eso. Nos dicen que se enfermaron por tomar tanta coca, o por no comer lo que debe de ser."

(E2, San Rafael Tenanyecac, 011.07.2022).

"Estamos en la Comunidad de Villalta, a límites de Puebla-Tlaxcala. Sí tenemos acá un problema de la contaminación, de la fábrica de San Baltazar Temaxcalac, es una fábrica de pantalón, me parece. Todas sus descargas de aguas sucias las echan aquí, al río. Inclusive el río se pinta de negro, por la descarga que hacen, todo el río se llena y cuando hacen la descarga, es olor feo, dulce, entre dulce y feo, que entra a las casas. Cuando no estamos, dejamos cerrado, llegamos nosotros, abrimos y luego se impregna el olor. Entonces tenemos que abrir para que se disperse. (Figura 4.4).

Es un sabor dulce, dulce que se penetra, la nariz, la garganta, los ojos. Incluso ha habido, mucha persona, ya de, con enfermedades de cáncer. Ya han fallecido varias.

Pues, sí nos sentimos con un poco de temor. Como le comento, en la población de Villalta hay muchos enfermos de cáncer que ya han fallecido. La verdad sí tenemos ese temor. Pues nosotros que estamos pegados al río, se imagina, a la población llega todo. Imagínese nosotros aquí. Sí tenemos temor de las enfermedades que causa esto."

(E6, Tepetitla, descargas de aguas negras del corredor Quetzalcóatl, 11.07.2022).

"Considerábamos que la hipótesis es por la contaminación de que se instaló todo el corredor industrial Quetzalcóatl, el Independencia. Que no sabíamos exactamente qué era lo que estaba ocasionando las enfermedades, porque iba en aumento las cifras, pero por lógica considerábamos que eso era la causa de que estuviera cambiando el medioambiente. Porque si se fija en esta zona, ya está un poco desértico de árboles, se han venido secando. También la vegetación ha sufrido cambios, Hubo disminución de plantas y de disminución de la vida acuática. Porque cuando yo venía con mis hermanos y mi mamá, mi familia, a lavar o traer algunas especies, se sacaba acocil y peces para alimentarnos. De un tiempo para acá ya no hay nada de eso, solamente aguas negras."

(E1, San Rafael Tenanyecac, 05.08.2022)

"Por supuesto que sí, es un gran problema, es todo un ecocidio que se está ocasionando con las descargas industriales. Porque, bueno, a simple vista, uno no puede ver su reflejo en el agua, porque está muy oscura, constantemente se cambia de colores, negruzcos, cafeses, azul, azul por todo el proceso que usan. Sí, en sus procesos de producción, toda esa agua que la arrojan sin tratamiento alguno. Por eso es muy grave, porque se está provocando un ecocidio, tanto a la diversidad, digo. Para empezar ya no existe vida acuática en el río, cuando debería de existir, la flora aún está resistiendo, ya no como antes, había berros, había verdolagas, hierbas comestibles que alimentaba a la población, eso ya no existe. Pero aun así existe o están resistiendo los árboles nativos. Yo considero que es muy grave esta situación, de devastación socioambiental, porque ha venido a romper toda la vida comunitaria y pues la vida del río mismo."

(E3, Tepetitla, 11.07.2022)

Comentan que las industrias descargan sus contaminantes en los ríos y en algunos canales de riego, lo cual afecta la salud de humanos y animales, tomando en cuenta que en varias localidades agrícolas se riega con el agua de los ríos contaminados Atoyac y Xochiac.

“Fue en la edad de...yo tenía como 13, 15 años, que ya no podíamos meternos al río Atoyac, porque ya estaba contaminado. Antes de eso, pues bajamos a lavar ahí, venían gentes de fuera a convivir a la orilla del río, a nadar. Antes el agua era transparente, llevaba peces, se veían las piedritas, los acociles, todo lo que tenía el río se veía. Sí, todo era bueno entonces. Nos ayudaba hasta económicamente, porque cuando no había dinero nuestros papas bajaban, luego les decíamos “ora no hay para comer” “orita venimos apúrense, orita venimos”. Se iban a las carpas o acociles, lo que encontraban, ya teníamos para comer. Lo mismo a la orilla del río, se daban hortalizas sanas, ya había para comer. Ahora ya ni hortalizas hay, también la sequía ha bajado. Ya no, hay, pero las riegan con aguas del río Atoyac.”

(E2, San Rafael Tenanyecac, 011.07.2022).



Figura 4.4. Río Atoyac en Villa Alta, Tlaxcala. Fotos tomadas por el Dr. Omar Arellano. La segunda foto se tomó 10 minutos después de la primera. Evidencia de descarga industrial.

Por otro lado, a los habitantes del municipio de Españita no les preocupa la contaminación industrial, ya que no hay zonas industriales en este municipio del norte de la cuenca. Españita es un territorio prácticamente agrícola, aunque sí hay talleres artesanales de cerámicas.

El aumento en la incidencia de enfermedades crónicas en sus comunidades, lo vinculan principalmente con el uso intensivo de agrotóxicos y con la mala alimentación; no obstante, también sienten inquietud con respecto a la calidad del agua que ingieren debido a la presencia de olores extraños en algunas ocasiones. Esta agua la extraen de pozos profundos.

Consideran que algunos pozos y otras fuentes de agua, son susceptibles a la contaminación por el desbordamiento de fosas, pozas o tinas de oxidación de las aguas negras comunitarias, así como por la infiltración de los agroquímicos que se usan en las parcelas agrícolas de los alrededores. También manifestaron preocupación por la elevada cantidad

de cloro que se aplica en los tanques comunitarios debido a que no hay un control en cuanto a la dosificación.

Con respecto a la calidad del agua para consumo y el riesgo de contaminación de las fuentes de agua, las personas perciben que no hay seguridad sanitaria, ya que aun cuando han pedido al municipio que se haga un estudio de la calidad del agua que ingieren, nada se ha hecho.

Finalmente, el tema de la mala alimentación y la salud afloró en ambos talleres. Las personas comentaron que, actualmente, en sus comunidades, se consumen más alimentos procesados industrialmente y que son promovidos bajo engaño, por empresas privadas y por el gobierno, afectándose la salud y al medio ambiente. Asimismo, expresaron que la ingesta de alimentos procesados también repercute en la economía familiar ya que además de ser caros, al enfermarse, tienen que gastar en atención médica.

“Los principales afectados son los niños, los adultos mayores y mujeres embarazadas, es la población más afectados por el cambio en la alimentación y por la contaminación del aire y del agua.”

(Taller Españaíta, 05.08.2022; Taller Ocotlán, 26.08.2022).

4.1.3. Percepción sobre la calidad del servicio de atención en salud

La atención que brindan los centros públicos de salud en las zonas rurales no cumple con las expectativas de la población. En las actividades participativas se evidenció que no hay una relación cercana de confianza con el personal de salud; en general las percepciones no son positivas. Consideran que dichos centros no brindan un servicio de calidad, y que hay un déficit de personal, pero particularmente de medicamentos, razón por la cual recurren a médicos particulares.

“Si yo me enfermo tengo que ir con un médico particular, porque en las casas de salud, cuando atienden, es muy deplorable la atención que dan. El médico particular nos saca de apuro rápido. Ese es el doctor que frecuentamos, el doctor nos manda a qué lugar tenemos que recurrir aquí en San Martín Texmelucan. En mi caso, visitó a ese doctor; toda la familia. Por años. Llevamos fácil como 35 años, que frecuentamos a ese doctor. Ya no nos movemos a otro lado.”

(E. Colectiva, Españaíta. 07.02.2022)

Asimismo, mencionaron que en los centros públicos de salud solo se tratan dolencias comunes, entre estas, enfermedades infecciosas y agudas, y que las acciones de prevención y promoción de la salud son prácticamente inexistentes. En consecuencia, en estos territorios la atención es netamente reactiva, no es integral y no se aplica el modelo de Atención Primaria a la Salud.

Las personas tienen muchas dudas con respecto a las enfermedades que se presentan en sus comunidades y a las medidas de prevención que pudieran aplicar para disminuir la

prevalencia de factores de riesgo de estas enfermedades. Por ejemplo, identifican que el glifosato es dañino para la salud y el medioambiente, sin embargo, no hay claridad con respecto a la variedad de peligros asociados, los cuidados para sus usos, etc. Algunos participantes se refirieron al glifosato como fertilizante y no como herbicida y se aprecia una confusión generalizada en cuanto al tema de agroquímicos. Tampoco se aplican medidas de prevención contra el riesgo de enfermedades infecciosas por la ingesta de agua proveniente de pozos y tanques y, se desconocen los riesgos derivados de la quema de basura, del lavado de los tanques de fumigación en los jagueyes, del lavado de manos en canales de agua contaminada, entre otros.

La falta de información o conocimiento en cuanto a los riesgos para la salud por factores ambientales, así como de las medidas de prevención y autocuidado, tanto desde una perspectiva comunitaria como a nivel individual, es un factor de vulnerabilidad de gran relevancia que tiene que ser abordado en los planes de acción en salud en las comunidades.

Sin embargo, una fortaleza en cuanto al cuidado de la salud en las comunidades rurales es el conocimiento en cuanto al uso de plantas medicinales para el tratamiento de ciertos padecimientos o para la conservación de la salud (**Figura 4.5**). A manera de ejemplo, se enuncian algunas plantas medicinales: *siempre viva para los ojos, romero para el cabello, yerba maestra para el enojo, hinojo para la lactancia, níspero para los riñones, escobilla y yerbabuena para el dolor de estómago*.



Figura 4.5. Taller de plantas medicinales organizado por los pueblos de Juan C. Bonilla.

Las señoras que participaron en los equipos de trabajo explicaron que las plantas medicinales son necesarias para una vida saludable, y que son usadas de acuerdo con las enseñanzas transmitidas por madres y abuelas. Las consiguen en los alrededores de las parcelas, terrenos y montes, pero también las tienen en macetas y en los huertos. Sin embargo, manifiestan que su uso está en riesgo porque el conocimiento se está perdiendo debido a la muerte de las sabias mujeres. Asimismo, comentaron que muchas plantas medicinales han desaparecido, lo cual atribuyen al uso de herbicidas.

“¿Ustedes conocen la árnica? Anteriormente se daba el árnica, se daba mucho en este terreno. Ya no hay. Podemos hacer un recorrido y no vamos a encontrar ninguna árnica. Esa sirve para las heridas para muchas cosas. Ya no hay todas esas plantas curativas debido a los herbicidas y también al plaguicida.”

(E8.11.07.2022)

En la cuenca hay 31 hospitales públicos de segundo nivel con servicios de hospitalización y 8 de tercer nivel de atención. La distribución de estas unidades médicas es muy heterogénea y se concentran en las principales zonas urbanas, por lo que en la mayoría de los municipios no hay una unidad de atención de estos niveles, representando una condición de vulnerabilidad para los habitantes.

En el taller de Españita se comentó que una de las problemáticas en cuanto a los hospitales se relaciona con el hecho de que se encuentran muy lejos, por lo que en caso de presentarse una enfermedad grave deben desplazarse a las grandes ciudades. Mencionaron que no todos pueden ser atendidos en cualquier hospital y depende de la afiliación al seguro, y que los servicios no son de calidad.

“Esta muchacha que tiene hemodiálisis se atiende en la capital, en el hospital que le nombran La Loma, el Hospital General. El de la mujer y el infantil están juntos, están alejados de la capital. Tenemos un pésimo servicio en el Hospital de Calpulalpan, porque no hay medicamentos, te atienden mal. Si te dan cita aunque llegues grave, te dicen véngase hasta tal fecha, en dos meses. ¡Ya para qué!. Y en la capital ya te mandan a Puebla, si no hasta México. En México te tardas más por el tráfico, no por la distancia. No me quiero imaginar quién viva por Oaxaca o Guerrero, Chiapas, que tengan que venir a la capital, cómo le hace. Llegar a la capital de Oaxaca son 7-8 horas.”

(E. Colectiva, Españita. 07.02.2022)



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Instituto de Investigaciones
en Medio Ambiente
Xabier Gorostiaga, SJ /

CAPÍTULO 5

DIAGNÓSTICO DE LA ATENCIÓN SANITARIA EN LA CUENCA DEL ALTO ATOYAC

INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

En este capítulo se presenta información sobre la situación de la atención sanitaria en la Cuenca del Alto Atoyac, con base en la densidad de recursos en salud (personal, equipos médicos e infraestructura) del primer, segundo y tercer nivel de atención. Para el diagnóstico se tomó como referencia los principios de la Atención Primaria de Salud (APS) de acuerdo al MAS-BIENESTAR y el perfil epidemiológico de la población de la CAA.

5.1. ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL SERVICIO PÚBLICO DE SALUD

En la CAA, los servicios de salud son administrados territorialmente por 6 Jurisdicciones sanitarias: tres ubicadas en Puebla y tres en Tlaxcala (**Figura 5.1**).

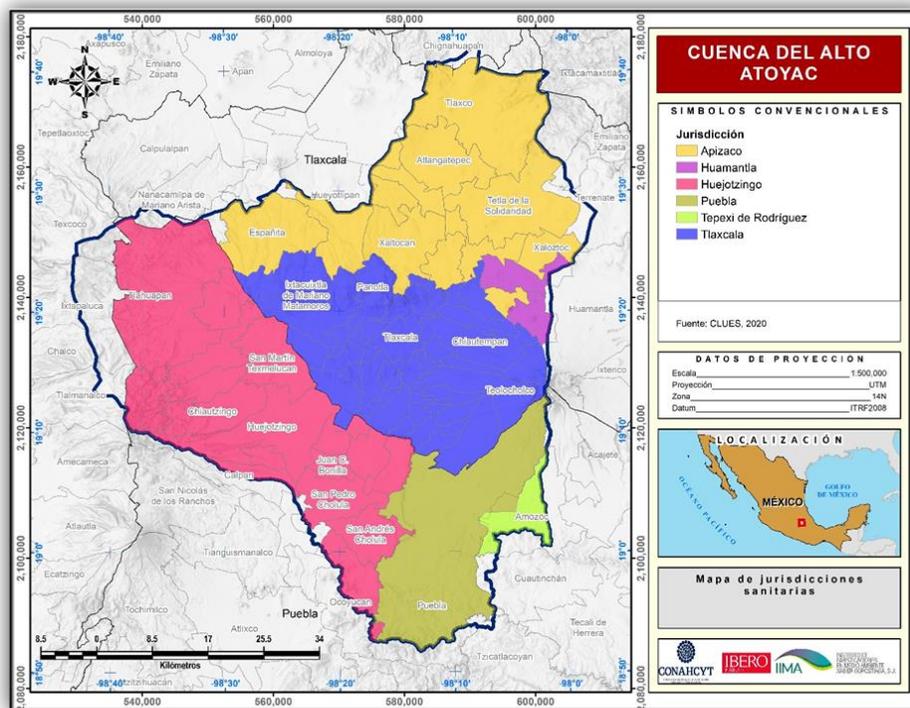


Figura 5.1. Mapa de las jurisdicciones sanitarias en la Cuenca del Alto Atoyac

La jurisdicción sanitaria, es una entidad de los Servicios Estatales en Salud con capacidad para la planeación, administración, dirección, operación y evaluación de los recursos para la atención médica a población abierta y la coordinación con los servicios correspondientes de la seguridad social.

En el **Cuadro 5.1**, se indica el número de municipios y la población por cada jurisdicción sanitaria. La mayor concentración poblacional se encuentra en las jurisdicciones de Puebla, Huejotzingo y Tlaxcala.

Cuadro 5.1. Jurisdicciones sanitarias en la CAA.

Entidad	Jurisdicción Sanitaria	N° Municipios	Población
Puebla	Puebla	1	1,692,181
	Huejotzingo	18	973,449
	Tepexi de Rodríguez	1	125,876
Tlaxcala	Tlaxcala	33	772,416
	Apizaco	11	246,989
	Huamantla	3	46,971

La jurisdicción sanitaria desempeña un rol fundamental en la gestión y coordinación de los servicios de salud en una zona geográfica específica. Su objetivo principal es brindar atención básica a la población, enfocada en la promoción de la salud, la prevención y detección de enfermedades, y el tratamiento de los pacientes enfermos. Es también un nivel administrativo, con atribuciones para llevar a la práctica programas y servicios de salud, correspondiéndole dirigir la operación adecuada de los recursos de salud a su cargo. Por otro lado, constituye una subdivisión del ámbito de responsabilidad estatal, con el contenido político, administrativo y técnico de los mecanismos nacionales de salud, que ello implica (Ruiz de Chávez, M.C. y Martínez-Narváez, 1988).

5.2. SITUACIÓN DEL PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN (PNA)

5.2.1. Descripción general del PNA en la CAA: tipos de unidades y distribución

Una unidad de salud de Primer Nivel de Atención (PNA) se define como el establecimiento público, social o privado, que tiene como finalidad la atención ambulatoria a personas con fines preventivos, consulta, diagnóstico, tratamiento y/o rehabilitación. En esta unidad inicia el primer contacto con acciones de prevención y promoción para conservar la salud de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-035-SSA3-2012 (MAS-Bienestar).

La prestación de servicios de salud en el Primer Nivel de Atención (PNA) desempeña un papel crucial como el primer punto de contacto con el sistema de salud. Su objetivo es mantener la salud y mejorar el bienestar de las personas, las familias y las comunidades.

Los servicios de salud en el PNA abarcan tanto la atención básica dentro de las instalaciones de salud como la atención fuera de estas, y son capaces de satisfacer la mayoría de las necesidades de atención médica (MAS-Bienestar).

De acuerdo con los datos abiertos de la DGIS, en la CAA hay un total de 311 unidades públicas de salud del PNA. De éstas, el 87% ofrecen servicio a la población en general y el 13% a la población con seguridad social.

En el mapa (**Figura 5.2**) se puede apreciar que la mayoría de las unidades de PNA, se localizan en zonas urbanas. En cada municipio (64 total) hay al menos una unidad de PNA para la población abierta; mientras que solo hay unidades de la seguridad social en el 27% de los municipios (14 municipios).

El número de unidades de PNA que presta servicio a la población no asegurada, es comparable entre Puebla y Tlaxcala (157 y 154); mientras que el número de unidades de PNA de la seguridad social es dos veces mayor en Puebla que en Tlaxcala (32 vs 14).

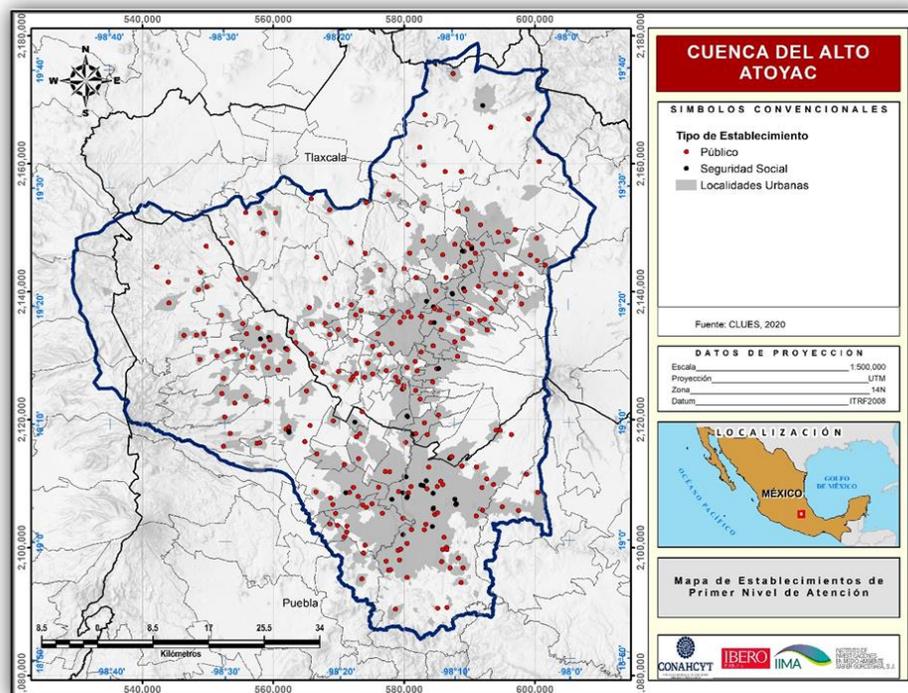


Figura 5.2. Unidades públicas de Primer Nivel de Atención.

Al realizar una estimación del número de unidades de salud en cada subsistema, tomando en cuenta el tamaño de la población beneficiaria por cada 1000 habitantes, se evidencia que la disponibilidad de unidades de salud del PNA en el sistema de seguridad social es cinco veces menor en comparación con las unidades disponibles para la población no asegurada.

Sin embargo, es importante destacar que en ninguno de los casos se cumple con la recomendación de contar con un consultorio por cada 1000 habitantes.

- Población abierta (1,161,741 personas): 0.49 consultorios de PNA por cada 1000 hab.
- Población derechohabiente (2,610,621 personas): 0.09 consultorios por cada 1000 hab.

En cuanto a la distribución de las unidades por municipio, se puede observar que en la mayoría de los municipios no hay más de tres unidades públicas de atención (**Figura 5.3**), y un gran número de establecimientos se concentran en las principales ciudades de la cuenca donde la población es más abundante. En este análisis no se incluyen las unidades de PNA de la seguridad social.

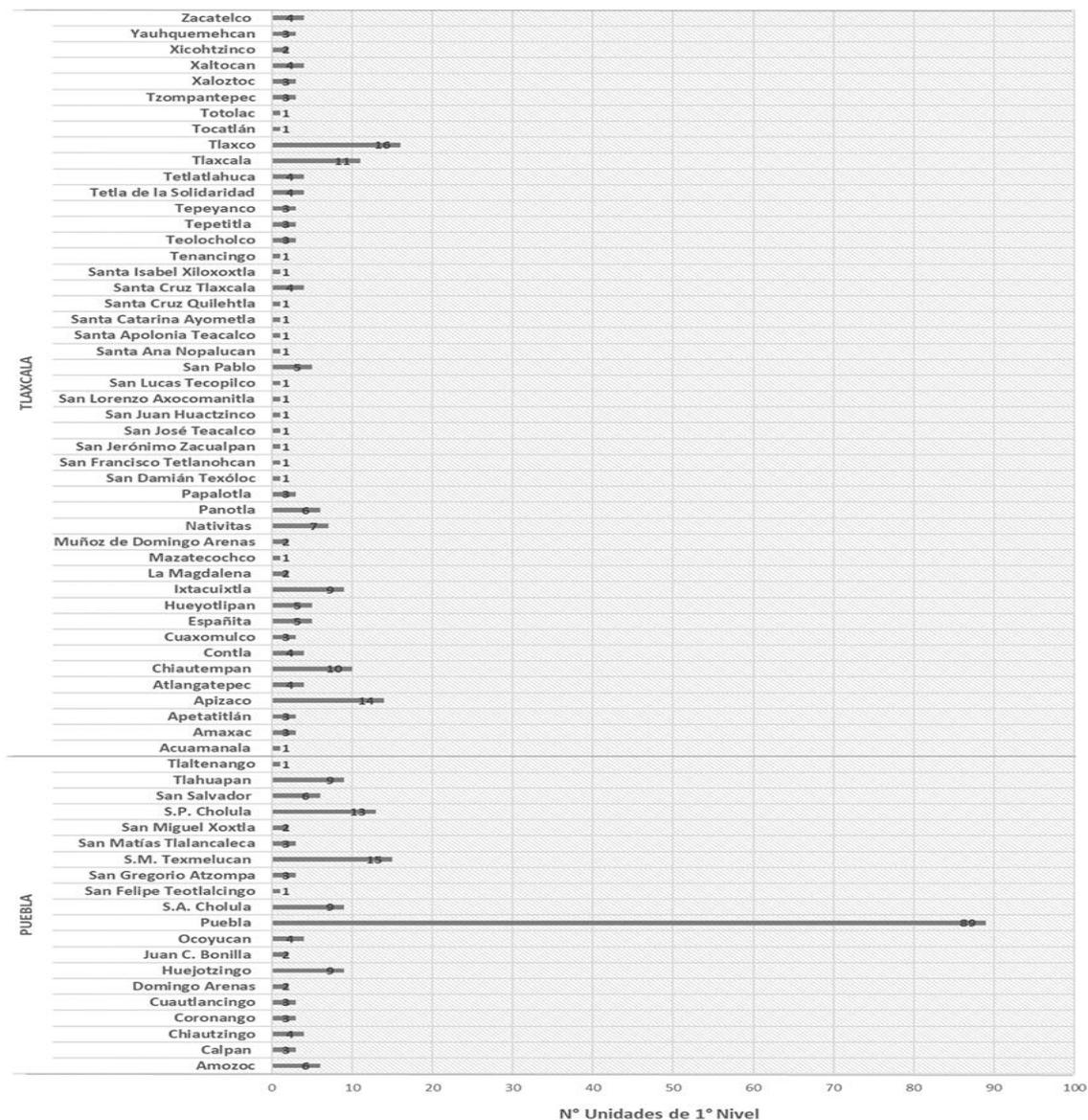


Figura 5.3. Número de unidades de PNA en el 2021 (CLUES).

No obstante, aun cuando la mayor cantidad de unidades se concentra en el municipio de Puebla, el número de establecimientos por cada 1000 habitantes es mucho menor con respecto a otros municipios debido al tamaño de la población (**Figura 5.4**).

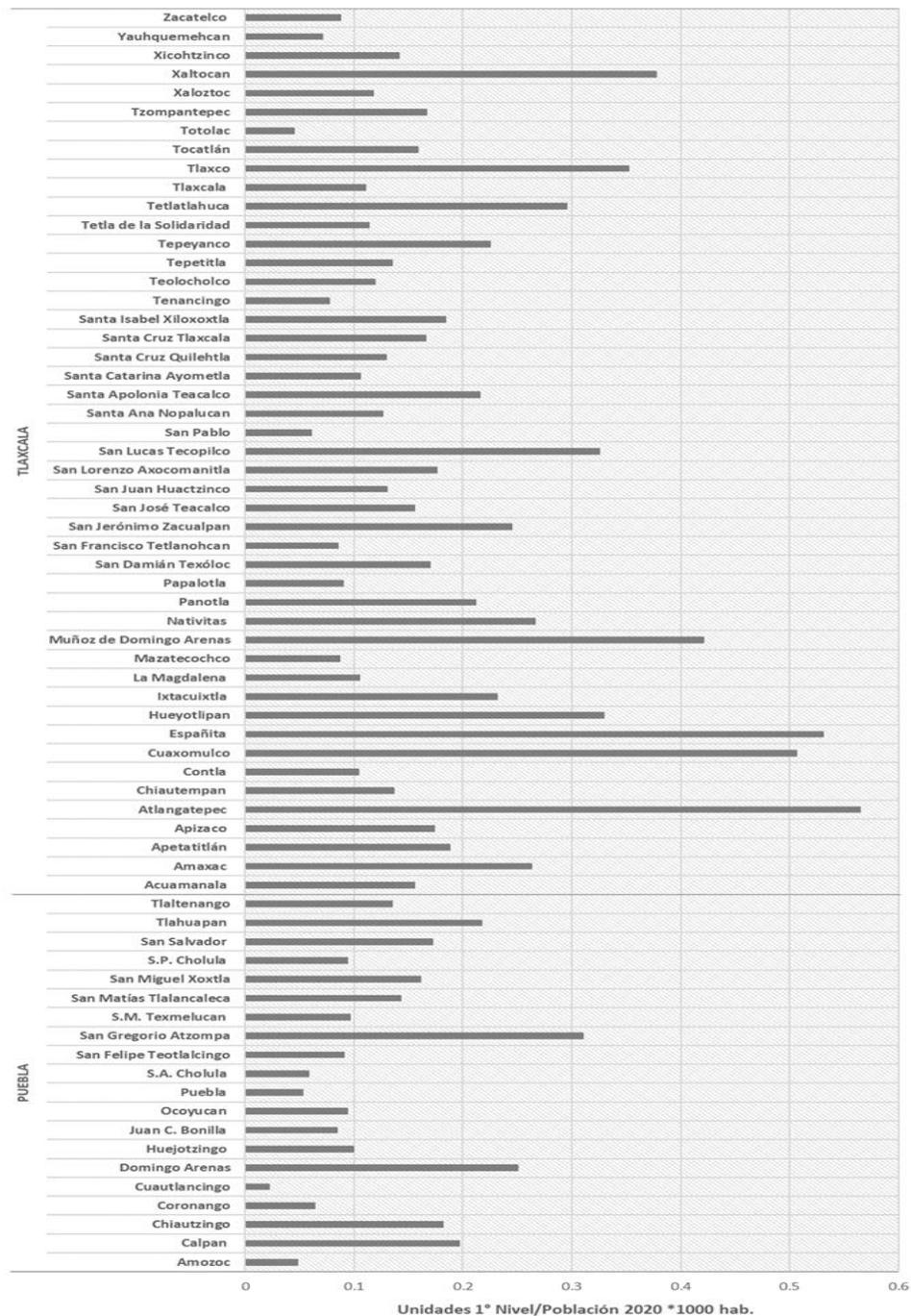


Figura 5.4. Número de establecimientos por cada 1000 habitantes.

Las unidades públicas de salud del PNA (SSA, Estatal e IMSS Bienestar) poseen diferentes tamaños y capacidades de servicios, tal como se aprecia en la **Figura 5.5**. Las unidades de PNA más abundantes son los Centros de Salud Urbano y los Centros de Salud Rural, que en su conjunto representan el 69% del total de las unidades de salud de PNA. También, hay unidades móviles, unidad de especialidades (UNEMES), unidad médica rural (IMSS Bienestar), centro de salud con servicios ampliados (CESSA), entre otros menos abundantes.

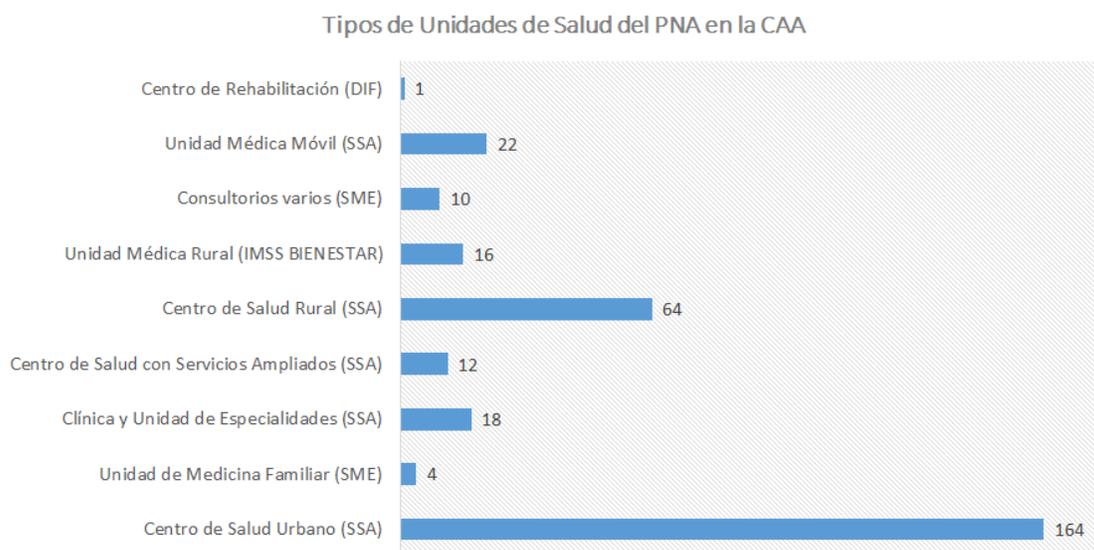


Figura 5.5. Tipos de Unidades de Salud del PNA en la CAA

En cuanto a la distribución de los tipos de unidades de salud del PNA en la Cuenca, se observa que en la zona poblana hay una mayor variedad y/o representación de los diferentes tipos, concentrándose en tres municipios principalmente: Puebla, San Martín Texmelucan y Huejotzingo (**Figura 5.6 y 5.7**); mientras que en la región de Tlaxcala hay cuatro veces más centros de salud rural con respecto a Puebla, lo cual puede relacionarse con el hecho de que en Tlaxcala hay más localidades rurales (811 localidades=199,588 personas) que en Puebla (561 localidades=158,060 personas).

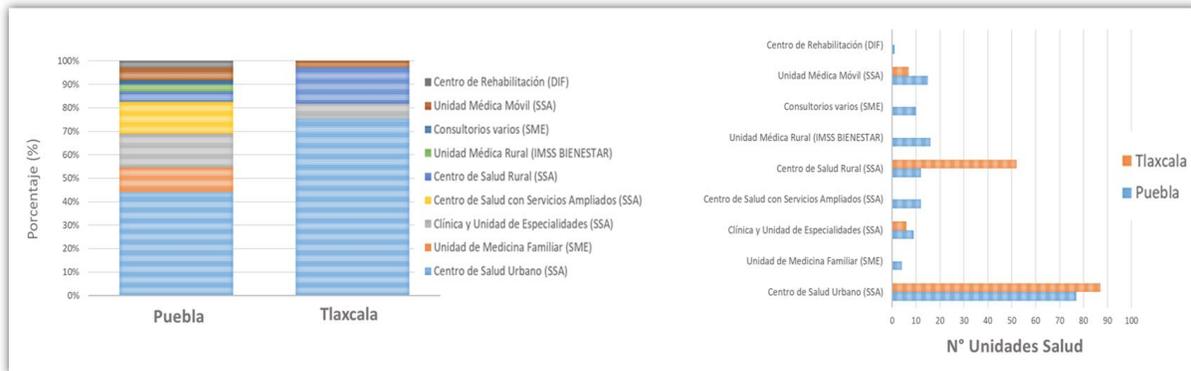


Figura 5.6. Representación de los diferentes tipos de Unidades de Salud del PNA.

En ambos estados los centros de salud urbanos son los más numerosos. En el mapa se observa que solo hay unidades médicas rurales (IMSS BIENESTAR) y centros de salud con servicios ampliados (CESSA) en los municipios de Puebla (**Figura 5.7**).

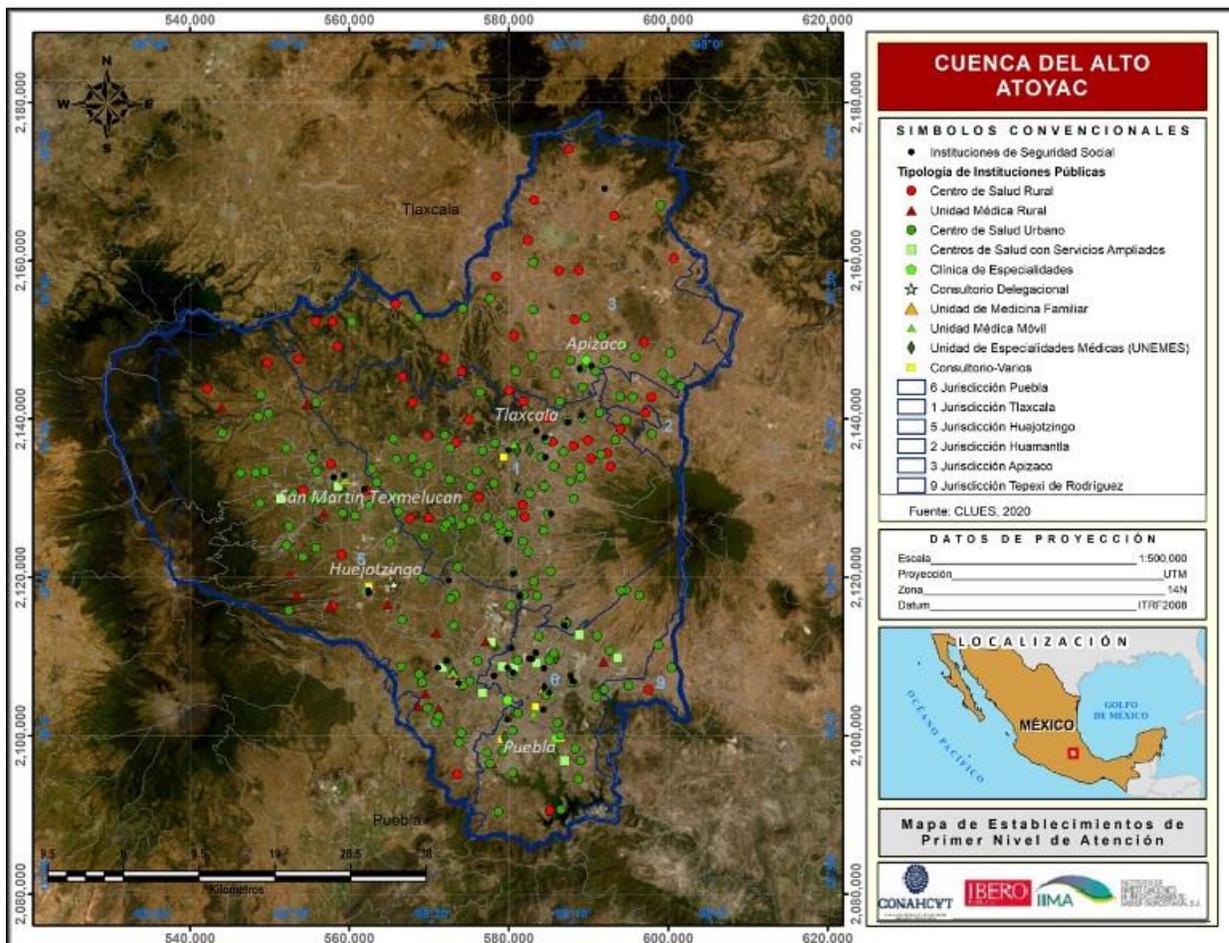


Figura 5.7. Ubicación de los diferentes tipos de Unidades de Salud del PNA.

El mapa refleja claramente que los centros de salud de la Secretaría de Salud (SSA), tanto en zonas urbanas como rurales, son los más numerosos. No obstante, es importante señalar que estos centros difieren en tamaño y, por ende, en su capacidad de atención, lo cual depende del número de núcleos básicos que hay dentro de cada centro de salud.

5.2.2. Centros de salud y núcleos básicos (SSA)

Tal como se mencionó anteriormente, los centros de salud de la SSA son los más numerosos en la Cuenca del Alto Atoyac.

Los centros de salud urbano (CSU) pueden variar en cuanto al número de núcleos básicos, desde 1 hasta más de 12. Cabe destacar que un núcleo básico se define como una unidad de salud estructural encargada de brindar atención integral a una población específica en un área determinada. Cada núcleo básico tiene una capacidad de atención de hasta 3000 habitantes, y debe contar con un consultorio debidamente equipado para brindar atención integral, así como con un médico y dos enfermeras (Salud de Tlaxcala, 2018; SSA, 2018).

Los centros de salud a partir de tres núcleos básicos proporcionan atención estomatológica con una unidad dental. Los centros de salud a partir de 6 núcleos básicos incluyen el servicio de laboratorio de análisis clínico, y a partir del 7 incorporan el servicio de Rayos X. Asimismo, a partir de 6 núcleos básicos se integran diferentes técnicos o especialistas; por ejemplo, en los centros de 10 núcleos básicos se integra un médico epidemiólogo (Salud de Tlaxcala, 2018).

En **Figura 5.8**, se puede observar que la mayoría de los centros de salud tienen menos de 4 núcleos básicos (82%) y solo hay cinco centros de salud con más de 10 núcleos básicos. De manera que hay un déficit de laboratorios, de servicio de Rayos X, entre otros recursos de salud, que incluye personal y equipos.

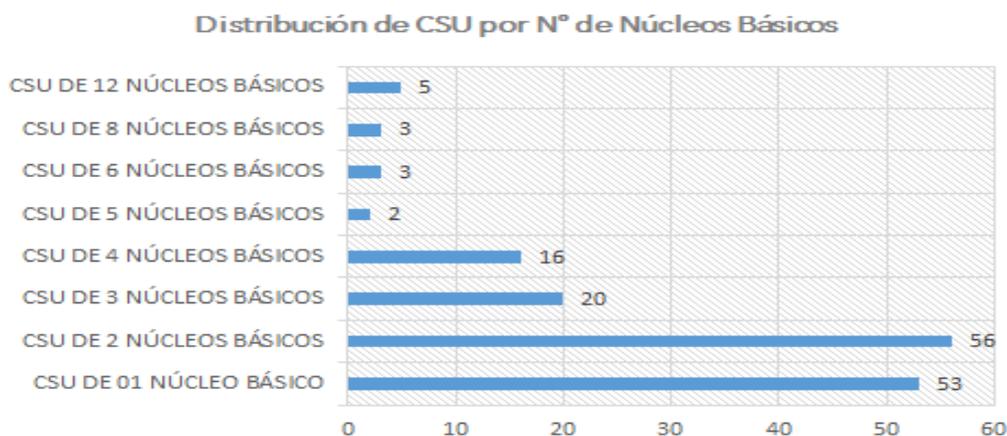


Figura 5.8. Número de núcleos básicos en los Centros de Salud Urbano (CSU) en la CAA.

En cuanto a los centros de salud rural, el 86% de estos tiene un núcleo básico (55 centros) y el resto (9 centros) dos núcleos básicos.

En cuanto a las **unidades del PNA de la seguridad social**, hay 6 tipos de unidades en la CAA (**Figura 5.9**): 1) Consultorios de Atención Familiar (ISSSTE); 2) y Clínicas de Medicina familiar (ISSSTE); 3) Consultorios en centros de trabajo (ISSSTE y HUN), 4) Unidades de PNA de PEMEX y 5) Unidad de Medicina familiar (IMSS); 6) Unidad de Medicina familiar con especialidad (IMSS). Las unidades de Medicina familiar (IMSS) integran el 60% del total de las unidades de PNA.



Figura 5.9. Distribución de las unidades del PNA de seguridad social en la CAA.

5.2.3 Comparación del PNA entre Puebla y Tlaxcala

Aun cuando la cantidad de unidades públicas de salud de PNA es similar entre ambos estados, la situación es menos favorable en Puebla, tomando en cuenta que la población no derechohabiente es tres veces superior a la de Tlaxcala, lo cual se refleja a través de los valores de los coeficientes en el **Cuadro 5.2**. En esta sección no se incluyen las unidades del

PNA de la seguridad social y en la comparación por entidad federativa sólo se toman en cuenta los municipios de la CAA.

Cuadro 5.2. Unidades de PNA, consultorios totales y de medicina general por entidad federativa, con valores de densidades (coeficientes).

Tipo de Unidades/Entidades	PUEBLA		TLAXCALA		CCA	
	Unidades	Coeficiente	Unidades	Coeficiente	Unidades	Coeficiente
Centro de Salud Urbano (SSA)	77	0.088	87	0.300	164	0.141
Unidad de Medicina Familiar (SME)	4	0.005	0	0.000	4	0.003
Clínica y Unidad de Especialidades (SSA)	10	0.011	8	0.028	18	0.015
Centro de Salud con Servicios Ampliados (SSA)	12	0.014	0	0.000	12	0.010
Centro de Salud Rural (SSA)	12	0.014	52	0.179	64	0.055
Unidad Médica Rural (IMSS BIENESTAR)	16	0.018	0	0.000	16	0.014
Consultorios varios (SME)	10	0.011	0	0.000	10	0.009
Unidad Médica Móvil (SSA)	15	0.017	7	0.024	22	0.018
Centro de Rehabilitación (DIF)	1	0.001	0	0.000	1	0.001
Total	157	0.180	154	0.530	311	0.267

*Población No Derechohabiente (2020): Puebla= 871,434 hab. y Tlaxcala= 290,307 hab.
Coeficiente= Unidades/POB No DH*1000 hab.

Consultorios/Entidades	PUEBLA		TLAXCALA		CCA	
	Consultorios	Coeficiente	Consultorios	Coeficiente	Consultorios	Coeficiente
Centro de Salud Urbano (SSA)	237	0.272	258	0.889	495	0.426
Unidad de Medicina Familiar (SME)	57	0.065	-	0.000	57	0.049
Clínica y Unidad de Especialidades (SSA)	86	0.099	50	0.172	136	0.117
Centro de Salud con Servicios Ampliados (SSA)	75	0.086	-	0.000	75	0.065
Centro de Salud Rural (SSA)	24	0.028	60	0.207	84	0.072
Unidad Médica Rural (IMSS BIENESTAR)	16	0.018	-	0.000	16	0.014
Consultorios varios (SME)	10	0.011	-	0.000	10	0.009
Unidad Médica Móvil (SSA)	30	0.034	10	0.034	40	0.034
Centro de Rehabilitación (DIF)	16	0.018	-	0.000	16	0.014
Total	551	0.632	378	1.302	929	0.800

Consultorios M. General/Entidades	PUEBLA		TLAXCALA		CCA	
	Consultorios	Coeficiente	Consultorios	Coeficiente	Consultorios	Coeficiente
Centro de Salud Urbano (SSA)	171	0.196	197	0.679	368	0.317
Unidad de Medicina Familiar (SME)	32	0.037	-	-	32	0.028
Clínica y Unidad de Especialidades (SSA)	7	0.008	5	0.017	12	0.010
Centro de Salud con Servicios Ampliados (SSA)	57	0.065	-	-	57	0.049
Centro de Salud Rural (SSA)	17	0.020	56	0.193	73	0.063
Unidad Médica Rural (IMSS BIENESTAR)	16	0.018	-	-	16	0.014
Consultorios varios (SME)	10	0.011	-	-	10	0.009
Unidad Médica Móvil (SSA)	15	0.017	6	0.021	6	0.018
Centro de Rehabilitación (DIF)	0	0.000	-	-	0	0.000
Total	310	0.373	264	0.909	574	0.494

Consultorios

Al comparar el número de consultorios por cada 1000 habitantes entre entidades, se observa que en Tlaxcala hay aproximadamente dos veces más consultorios por cada mil habitantes que en Puebla.

De acuerdo con el estándar indicado en el MAS-BIENESTAR, la población beneficiaria por consultorio de PNA es hasta de 3000 personas. En la **Figura 5.10** se observa que, numéricamente hablando, sin considerar la localización de las unidades, hay un consultorio por cada 3000 personas (línea discontinua de referencia), y la situación es aparentemente favorable en ambos estados, aunque en Tlaxcala hay 2.45 veces más consultorios por 1000 habitantes (1 consultorio x 1000 habitantes No DH) que, en Puebla.

Sin embargo, tomando en cuenta que en el MAS-BIENESTAR se enfatiza que los servicios de salud pública deben ser para toda la población, independientemente si tienen o no seguridad social, se hizo el cálculo del número de consultorios por habitantes, pero considerando a toda la población, derechohabiente y no derechohabiente, se observa que los coeficientes caen por debajo de la línea de referencia. Y en el caso de Puebla, la situación es crítica ya que hay un consultorio por aproximadamente 10,000 habitantes. Esto significa que muchas personas no podrán acceder a la atención médica debido a la limitación de cupo.

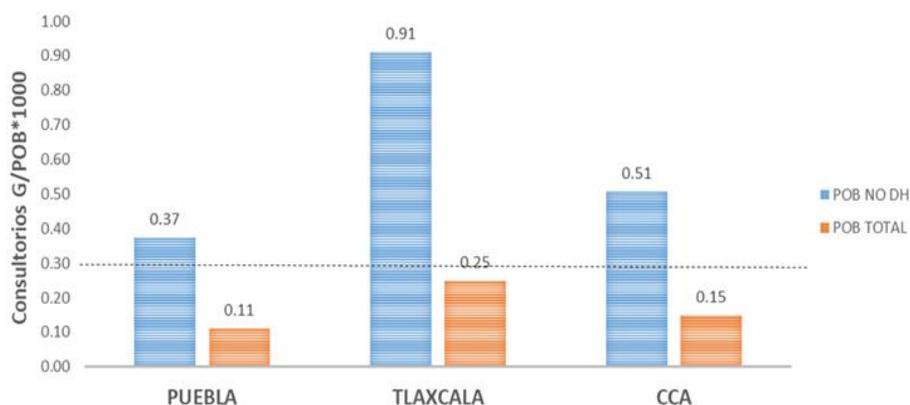


Figura 5.10. Densidad de consultorios de medicina general por entidad federativa y a nivel de la Cuenca del Alto Atoyac (población abierta y con derechohabiencia).

Al hacer el análisis a nivel de municipios, se observa una distribución heterogénea en cuanto al número de consultorios públicos por habitantes (no derechohabientes). El 45% de municipios de Puebla registra un valor cercano o inferior a la línea de referencia (línea discontinua en 0.33), presentando la situación menos favorable los municipios:

Cuatlancingo, Huejotzingo y Coronango; mientras que en Tlaxcala sólo un municipio registra un valor por debajo de la línea de referencia (Zacatelco) (**Figura 5.11**).



Figura 5.11. Densidad de consultorios por municipios considerando la población no derechohabiente (consultorios/población NoDH x 1000). La línea discontinua representa la condición de referencia.

Al comparar las tendencias entre jurisdicciones sanitarias se aprecia que la de Apizaco es la que presenta las mejores condiciones; sin embargo, los coeficientes no proporcionan información de la distribución espacial de las unidades de salud.

Al realizar el cálculo del coeficiente tomando en cuenta el número de consultorios en relación con la población total (población derechohabiente y no derechohabiente) se observa que en Puebla el 80% de los municipios registra un valor por debajo de la línea de referencia y en Tlaxcala el 51% de los municipios (**Figura 5.12**). Aun considerando la población total, la mayoría de los municipios de la jurisdicción de Apizaco registran un coeficiente superior o cercano a la línea de referencia, salvo Yauhquemecan. La situación se torna más crítica para los municipios poblanos.



Figura 5.12. Coeficiente de consultorios por población total de acuerdo con el municipio.

Sin embargo, es importante considerar que el coeficiente no toma en cuenta la distribución territorial por lo que al observar la localización de las unidades de PNA en cada jurisdicción sanitaria, se observa que en la de Apizaco hay muchas localidades (puntos verdes) dispersas, relativamente alejadas de una unidad de salud (**Figura 5.13**).

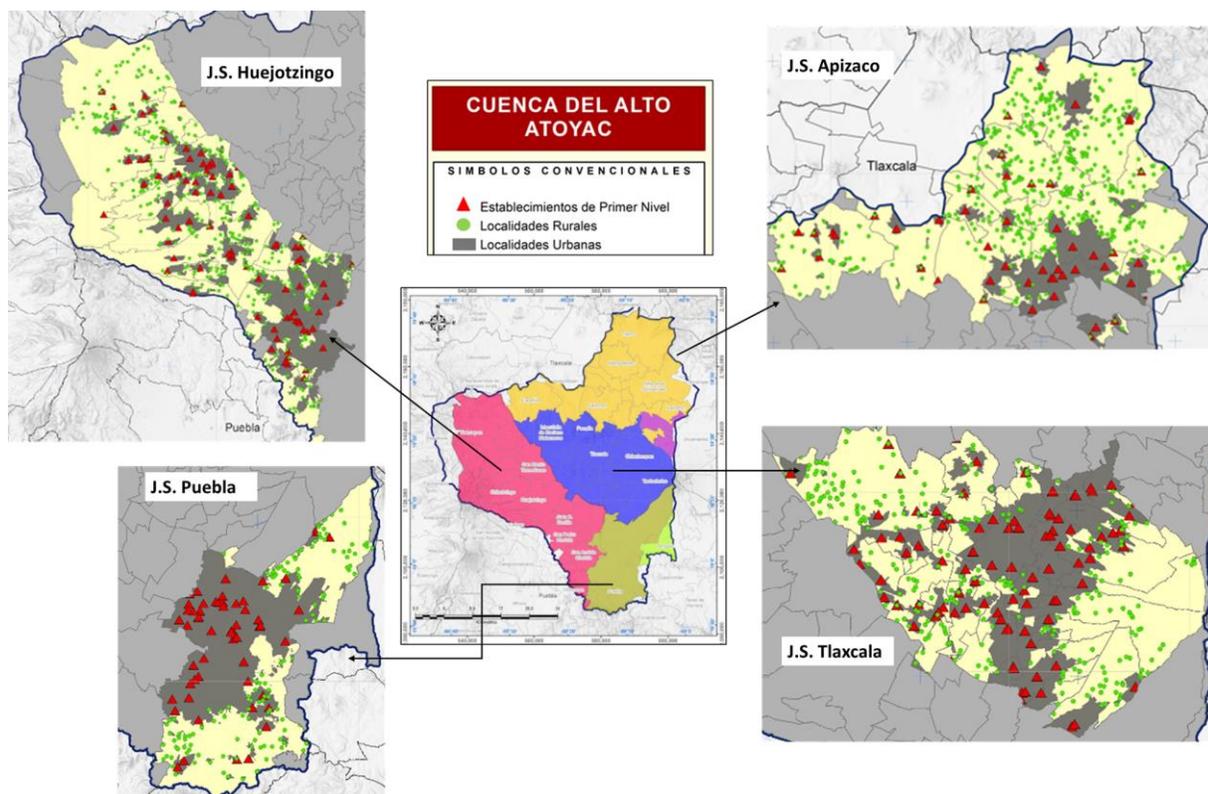


Figura 5.13. Ubicación de las unidades de PNA de acuerdo con su jurisdicción sanitaria.

Médicos generales

En algunas unidades de salud del PNA, los consultorios no cuentan con un médico general o familiar según los datos de la DGIS; pero en estos consultorios hay registros de pasantes de medicina, lo que indica que el servicio de salud lo están prestando médicos en proceso de formación.

Esta situación es más común en los centros de salud rural. Por otro lado, es importante destacar que ninguno de los grandes centros de salud, que constan de 12 núcleos básicos, cuenta con médicos epidemiólogos.

Al examinar la relación médicos por consultorios a nivel de municipios (**Figura 5.14**) se observa que en el 70% de los municipios se Puebla hay menos de un médico general por

consultorio (todos en la jurisdicción de Huejotzingo), mientras que en Tlaxcala esta situación solo se presenta en Tlaxco.



Figura 5.14. Médicos por consultorios a nivel de municipio. La línea discontinua de referencia indica 1 médico x consultorio.

Los centros de salud urbanos son los que cuentan con la mayor cantidad de médicos generales en la CAA, representando el 61% del total de médicos. Al comparar los coeficientes entre las entidades federativas (**Cuadro 5.3**), se observa que en Tlaxcala hay 3.45 veces más médicos generales por cada 1000 habitantes en comparación con Puebla, a pesar de que este último estado cuenta con una menor variedad de unidades de salud del PNA. En Tlaxcala, se garantiza al menos un médico por cada 1000 habitantes.

Cuadro 5.3. Coeficiente de médicos generales por entidad y en la CAA.

Médicos Generales/Entidades	PUEBLA		TLAXCALA		CCA	
	Médicos G	Coefficiente	Médicos G	Coefficiente	Médicos G	Coefficiente
Centro de Salud Urbano (SSA)	132	0.151	286	0.985	418	0.360
Unidad de Medicina Familiar (SME)	20	0.023	-	-	20	0.017
Clínica y Unidad de Especialidades (SSA)	11	0.013	7	0.024	18	0.015
Centro de Salud con Servicios Ampliados (SSA)	129	0.148	-	-	129	0.111
Centro de Salud Rural (SSA)	8	0.009	68	0.234	76	0.065
Unidad Médica Rural (IMSS BIENESTAR)	5	0.006	-	-	5	0.004
Consultorios varios (SME)	14	0.016	-	-	14	0.012
Unidad Médica Móvil (SSA)	1	0.001	6	0.021	6	0.005
Centro de Rehabilitación (DIF)	0	0.000	-	-	0	0.000
Total	320	0.366	367	1.264	686	0.590

En el caso de Puebla, al realizar el cálculo del número de médicos por consultorios, teniendo como referencia que la situación óptima es un médico por consultorio (línea punteada) (MAS-BIENESTAR), se observa que solo tres tipos de unidades tienen al menos un médico por consultorio (**Figura 5.15**), mientras que las unidades médicas rurales, los centros de salud rural, las unidades de medicina familiar y los centros de salud urbano presentan el mayor déficit.

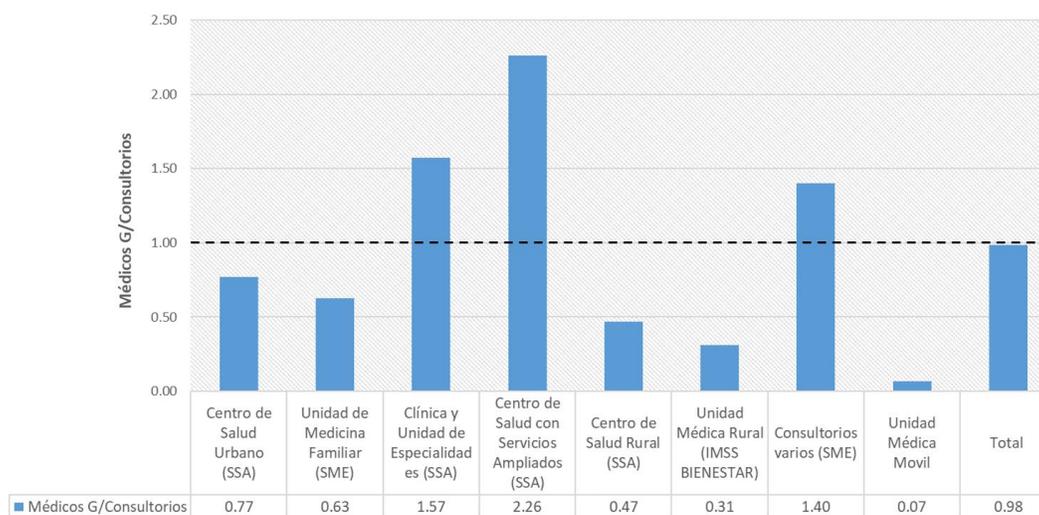


Figura 5.15. Médicos por consultorios de acuerdo a los tipos de unidades de PNA en la región poblana de la CAA.

Con base en los datos de la DGIS, no hay un médico general en el 22% de los centros de salud urbano, en su lugar, se encuentra un estudiante de medicina. Y la situación es aún más crítica en los centros de salud rural de Puebla, donde no se cuenta con un médico general en el 42% de los centros de salud.

Para el 2021, en la Cuenca había 16 unidades médicas rurales del IMSS BIENESTAR, ubicadas en la región poblana, en las cuales se incluye un consultorio de medicina general. Sin embargo, es preocupante que en el 69% de estos consultorios no haya un médico general, y en su lugar, sus funciones sean desempeñadas por estudiantes de medicina. Además, en el 81% de estas unidades médicas rurales, solo hay una enfermera por consultorio; no se cuenta con Personal Técnico en Atención Primaria (TAPs PRODIAPs), ni promotores de salud, trabajadores sociales, técnicos, especialistas, odontólogos, salas de expulsión o camas, y equipos. Además, el servicio está disponible únicamente de lunes a viernes de 8:00 a.m. a 4:00 p.m.

Esta situación plantea serias limitaciones en la atención primaria de salud en las zonas rurales de la CAA, lo que requiere de acciones urgentes para mejorar la disponibilidad de personal y recursos, además de los horarios de atención en estas unidades médicas rurales.

En el caso de Tlaxcala (**Figura 5.16**), se destaca que todas las unidades de salud cuentan con al menos un médico por consultorio. Es interesante observar que, a pesar de que en los centros rurales de Tlaxcala hay cuatro veces más médicos en formación en comparación con Puebla, estos parecen estar brindando un servicio adecuado a la sociedad. Lo mismo

ocurre en los centros de salud urbanos, donde la cantidad de médicos generales por consultorio es satisfactoria. Esta situación refleja un proceso adecuado en la prestación de servicios médicos en Tlaxcala, tanto en áreas rurales como urbanas.

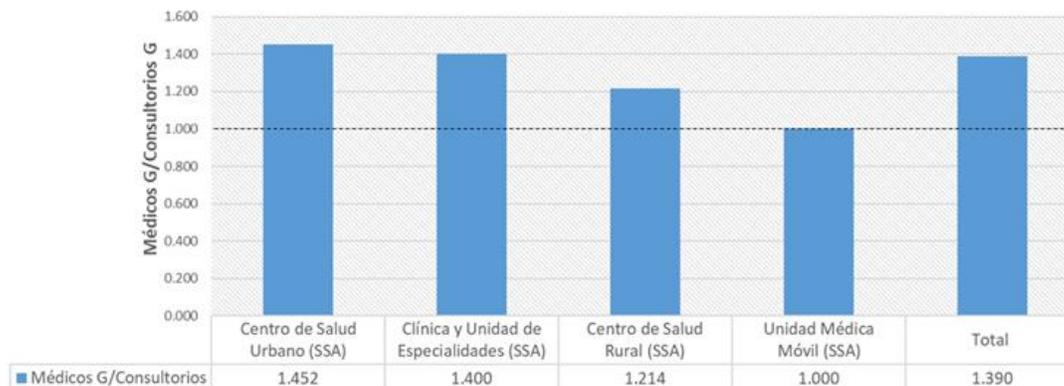


Figura 5.16. Médicos por consultorios de acuerdo con su tipo en Tlaxcala.

Unidades móviles

En relación con las unidades móviles, la situación actual es la siguiente. Según el CLUES (2021), se registran un total de 46 unidades móviles; sin embargo, el 52% de ellas se encuentra fuera de servicio ya que la mayoría de estos vehículos iniciaron sus operaciones antes del año 2000.

Las unidades móviles son vehículos equipados con dispositivos de diagnóstico y tratamiento de diferentes niveles de capacidad resolutive. Estos vehículos son operados por personal capacitado, que incluye médicos, enfermeras y promotores de salud, y en algunos casos, también profesionales odontológicos. Estas unidades móviles brindan un servicio médico complementario como parte de una estrategia funcional, con el objetivo de atender las necesidades sanitarias de las comunidades tanto rurales como urbanas (MAS-BIENESTAR).

Las unidades móviles deben contar con equipamiento médico, instrumentos e insumos necesarios para ofrecer servicios que abarcan desde promoción, prevención y detección de enfermedades, hasta atención, tratamiento y control. En algunos casos, están conectadas a sistemas de telecomunicación y enlace satelital para facilitar la comunicación y coordinación con unidades de servicios de mayor resolución y recorren diversas zonas con el objetivo de brindar atención médica y cubrir las necesidades de la población.

Las unidades que hay en la cuenca son del tipo II, ya que cuentan con un consultorio de medicina general y uno de estomatología (**Figura 5.17**).



Tipo de unidad	Características	Recursos humanos
Tipo 0	Ofrece servicios de APS como promoción de la salud, prevención de enfermedades y atención médica. Otorgan medicamentos e insumos médicos esenciales para proporcionar atención.	1 profesional de medicina general 1 personal de enfermería
Tipo I	Ofrece servicios de APS como lo son los de promoción de la salud, prevención de enfermedades y atención médica se encuentra equipada con un consultorio de medicina general, su respectivo equipamiento y electrocardiograma. Otorgan medicamentos e insumos médicos esenciales.	1 personal de promoción de la Salud-Polivalente
Tipo II	Funciones de tipo I. Su equipamiento consiste en consultorio de medicina general y un consultorio dental	1 profesional de medicina general 1 personal de enfermería
Tipo III	Funciones de tipo II su equipamiento consiste en consultorio de medicina general, odontológica y telemedicina.	1 personal de estomatología 1 personal de promoción de la salud-polivalente

Figura 5.17. Equipo de salud en las unidades móviles (MAS-BIENESTAR).

En la CAA se encuentran en operación un total de 22 unidades móviles, 15 de ellas en Puebla y 7 en Tlaxcala. En el caso de Puebla, las unidades móviles clasificadas como Unidad Médico Dental presentan deficiencias significativas en cuanto a recursos humanos básicos. Según la información extraída de la base de Datos Abiertos en Salud, se registran un total de 15 consultorios en estas unidades móviles. Sin embargo, solo una de ellas cuenta con un médico general, mientras que en tres unidades se encuentran médicos en formación. Además, en el 40% de estas unidades móviles no se cuenta con odontólogos, aunque sí se registran pasantes de odontología.

La presencia limitada de médicos generales y médicos en formación, y la escasa cantidad de enfermeras registradas (solo cinco), sugieren que estas unidades móviles podrían estar brindando un servicio limitado en términos de atención médica y dental, ya que además no cuentan con equipo médico para la detección, atención, tratamiento y control de enfermedades.

Aun cuando se indica en el CLUES (2021) que las unidades móviles brindan servicios de medicina preventiva, consulta externa básica, planificación familiar, etc. En estas unidades no hay trabajadores sociales, nutriólogos, psicólogos, ni promotores de salud. Y solo hay dos técnicos en atención primaria y un técnico nutricionista.

Las unidades móviles de la CAA cuentan en su mayoría con una enfermera, no con médico general (Puebla), no hay personal de promoción, salvo dos técnicos en APS y un técnico trabajo social (Tlaxcala). Las unidades de Puebla no tienen ningún equipo y las de Tlaxcala tienen electrocardiógrafos (tres de ellas). Estas cifras reflejan una preocupante falta de recursos humanos en las unidades móviles de la Cuenca, lo que afecta negativamente la calidad y la cobertura de los servicios de salud proporcionados por estas unidades. Se requiere una atención urgente para abordar estas deficiencias y garantizar un acceso adecuado a la atención médica y los servicios de enfermería en la región.

Enfermeras

En cuanto al número de enfermeras, hay una mayor cantidad en los centros de salud urbano **(Cuadro 5.4)**.

Al comparar Puebla y Tlaxcala, se observa que en Tlaxcala hay dos veces más enfermeras por cada 1000 habitantes que en Puebla, con base en el análisis global, ya que la situación es variable entre las unidades médicas. Por ejemplo, en Puebla, dentro de las unidades de especialidades hay más enfermeras por cada 1000 habitantes.

Cuadro 5.4. Enfermeras y densidad de enfermeras en el PNA en Puebla, Tlaxcala y CAA.

Enfermera Contacto Paciente/Entidades	PUEBLA		TLAXCALA		CCA	
	Enfermeras CP	Coefficiente	Enfermeras CP	Coefficiente	Enfermeras	Coefficiente
Centro de Salud Urbano (SSA)	329	0.378	361	1.244	690	0.594
Unidad de Medicina Familiar (SME)	15	0.017	-	-	15	0.013
Clínica y Unidad de Especialidades (SSA)	62	0.071	12	0.041	74	0.064
Centro de Salud con Servicios Ampliados (SSA)	214	0.246	-	-	214	0.184
Centro de Salud Rural (SSA)	26	0.030	95	0.327	121	0.104
Unidad Médica Rural (IMSS BIENESTAR)	17	0.020	-	-	17	0.015
Consultorios varios (SME)	0	0.000	-	-	0	0.000
Unidad Médica Móvil (SSA)	11	0.013	8	0.028	19	0.016
Centro de Rehabilitación (DIF)	0	0.000	-	-	0	0.000
Total	674	0.773	476	1.640	1150	0.990

De acuerdo con la información consultada (MAS-BIENESTAR), debería haber dos enfermeras por cada consultorio. En Puebla, este estándar solo se cumple en las unidades de especialidades, en los centros de salud con servicios ampliados y los centros de salud urbano **(Figura 5.18)**. El mayor déficit se presenta en las unidades móviles, en las unidades de medicina familiar y en las del IMSS-BIENESTAR. En Tlaxcala el coeficiente es mayor que la línea de referencia para el caso de las unidades de especialidades **(Figura 5.19)**. En el caso de las otras unidades de salud, aun cuando están por debajo de las dos enfermeras por consultorio, la situación es ligeramente mejor que en Puebla.

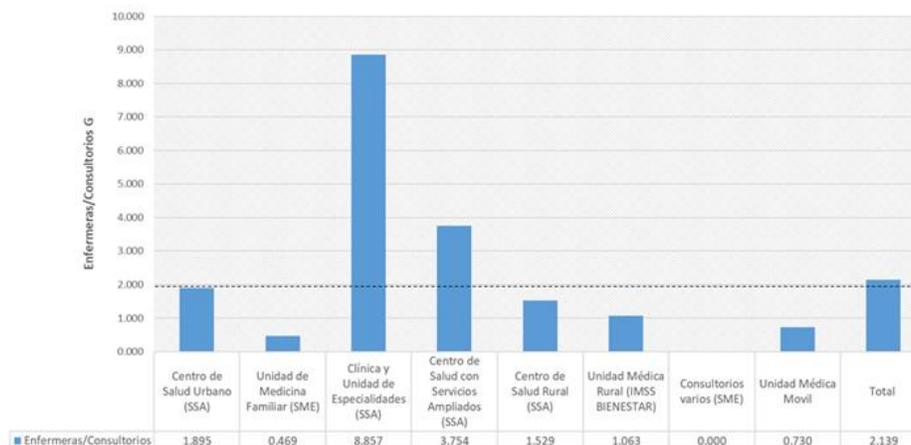


Figura 5.18. Enfermeras por consultorios en las unidades de PNA en Puebla.

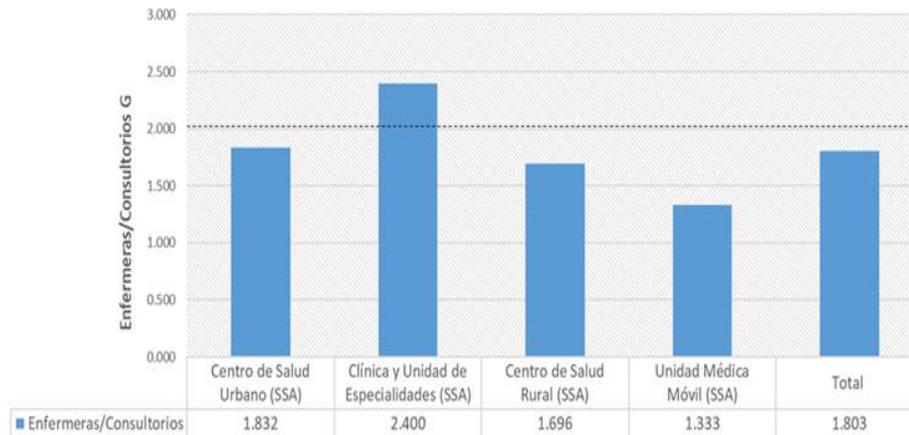


Figura 5.19. Enfermeras por consultorios en las unidades de PNA en Tlaxcala.

En el 42% de los centros urbanos de salud (30 de 72) de Puebla, no hay dos enfermeras por consultorio en todos los núcleos básicos. En Tlaxcala el 20% de los centros de salud (30 de 72) no hay dos enfermeras por consultorio en todas los Núcleos básicos (**Figura 5.20**).

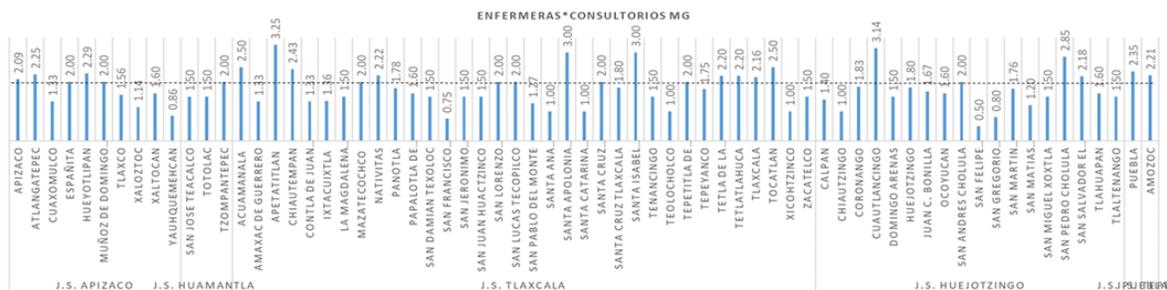


Figura 5.20. Enfermeras por consultorios a nivel de municipio.

Para que los servicios de salud en el PNA sean de calidad, estos deben ser integrales, es decir, una atención que no solo se oriente hacia la atención de la enfermedad, sino que incorpore acciones de promoción y prevención. De acuerdo con el MAS-BIENESTAR, las unidades de salud de los tres niveles de atención deben realizar intervenciones intra y extramuros, para lo cual se debe contar con personal para llevar a cabo tal actividad; en este documento señalan que, en la definición de unidad de salud no debe confundirse con únicamente atención profesional por parte de personal médico, sino la prestación de los servicios de salud por parte de un equipo multidisciplinario.

Personal profesional y técnico

Los equipos de salud (unidad básica de PNA) deben estar conformados por personal profesional de diferentes disciplinas y no profesionales (promotores de salud, médicos y

enfermeras), y el proceso de atención debe ser coordinado por el médico general o familiar (MAS-BIENESTAR).

En el **Cuadro 5.5** se muestra el recurso humano y la población beneficiada por Equipo Básico de Salud (EBS) según el MAS-BIENESTAR.

Cuadro 5.5. Equipo Básico de Salud según el MAS-BIENESTAR.

Área Rural	
Recurso humano por consultorio *	Población beneficiada
1 personal de medicina general o especialista en medicina familiar	Hasta 3,000 personas por consultorio, por turno
2 integrantes de enfermería**	
1 personal de promoción ***	1 por cada 10 consultorios
Área Urbana	
1 personal de medicina general o especialista en medicina familiar	Hasta 3,000 personas por consultorio, por turno
2 integrantes de enfermería	
1 personal de promoción****	1 por cada 3 consultorios
* La cantidad total de recursos humanos aumentará de acuerdo con cálculo de plantillas considerando cubre descansos y cubre vacaciones por la complejidad de la unidad.	
** El número de personal de enfermería puede variar con el número de consultorios o funciones.	
*** Se considera dentro del equipo básico con funciones de coordinador de la atención, sin embargo, sus actividades principales son extramuros, incluyendo la identificación y cotejo de factores de riesgo, segmentación de la población por determinantes sociales, integración y comunicación al equipo de salud.	
**** Como mínimo.	

De acuerdo al modelo del IMSS, se establecen como mínimo necesario un personal de promoción por cada diez consultorios en una zona rural y un personal de promoción por cada tres consultorios en una zona urbana. Al comparar la situación de Puebla y Tlaxcala con base al criterio señalado, se observa que, en los centros de salud urbano y en los de servicios ampliados de Puebla, el número de promotores supera el valor de referencia (**Figura 5.21**). Mientras que en Tlaxcala únicamente lo hace la clínica y unidad de especialidades (**Figura 5.22**).

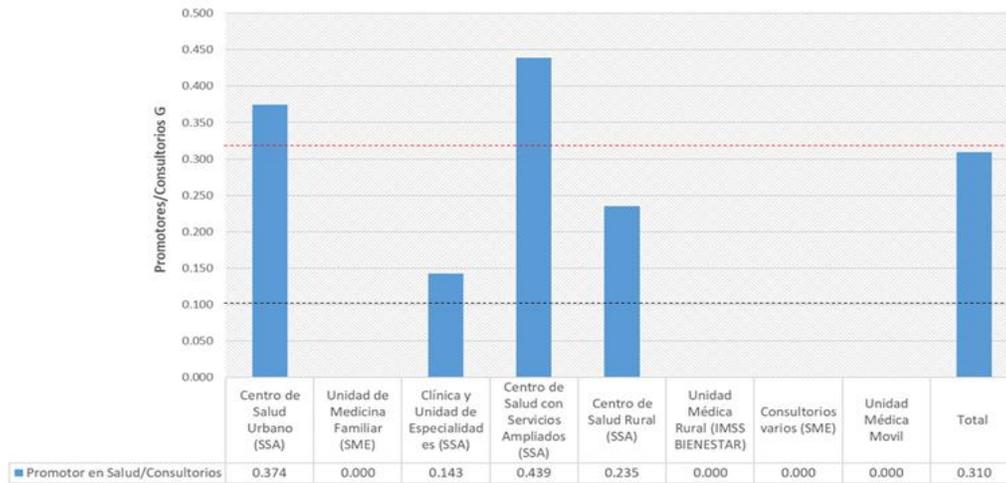


Figura 5.21. Promotores de salud por consultorios en las unidades de PNA de Puebla.

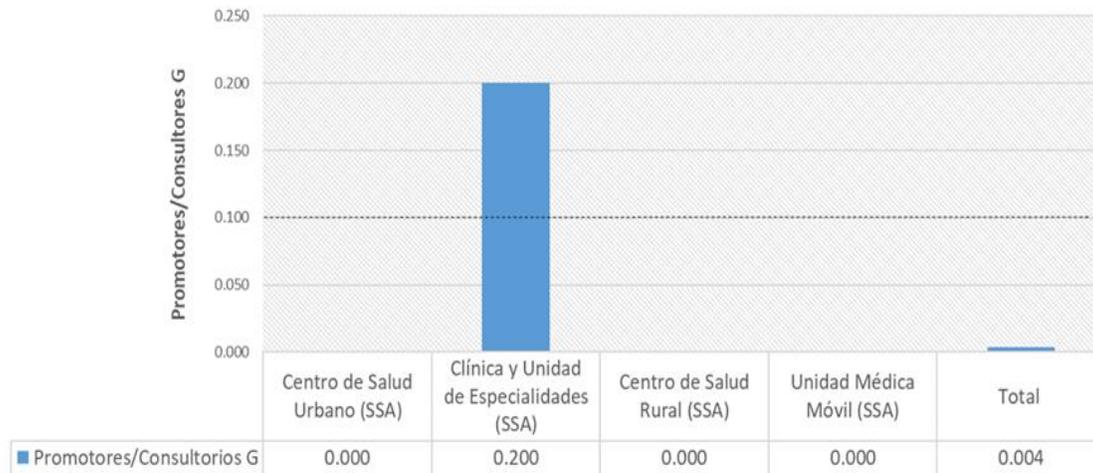


Figura 5.22. Promotores de salud por consultorios en las unidades de PNA de Tlaxcala.

Al realizar las comparaciones en cuanto al personal mínimo indispensable para otorgar atención integral de salud en un equipo básico de acuerdo con el MAS-BIENESTAR, se observa que en la CAA solo hay un promotor en Tlaxcala, mientras que en Puebla hay 94 promotores principalmente en los centros de salud urbano y en los centros de servicios ampliados, con un valor superior al valor de referencia (**Figura 5.23**).

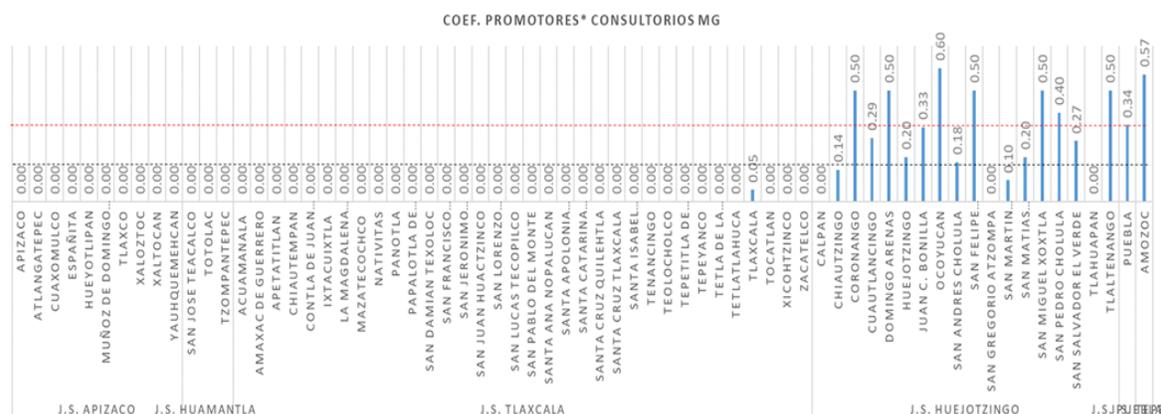


Figura 5.23. Promotores de salud por consultorios a nivel de municipio.

La diferencia en cuanto al número de promotores puede ser producto del modelo de atención establecido en cada entidad. Es probable que en Tlaxcala los mayores esfuerzos se estén llevando a cabo en el tratamiento de la enfermedad y las estrategias no sean basadas en un modelo de Atención Primaria a la Salud.

Sin embargo, no considerar estrategias de promoción y prevención representa mayores inversiones económicas para el tratamiento de las enfermedades de la población (en el 2° y 3° nivel), sin incidir sobre los determinantes de la salud. En Tlaxcala, además de haber un déficit de personal de promoción de salud en el PNA, tampoco hay epidemiólogos, aun cuando es un requisito en los centros de salud con más de 10 núcleos básicos. En esta entidad, también hay menos médicos especialistas con respecto a Puebla. Por ejemplo, en Tlaxcala solo hay un pediatra en el PNA, mientras que en Puebla hay 18 profesionales de esta especialidad.

Por otro lado, es importante para la detección oportuna de enfermedades, que se cuente con ciertos equipos médicos, así como con **laboratorios clínicos**. En general, en la CAA hay un déficit de laboratorios públicos (15); solo hay laboratorio en el 10% de los municipios de la CAA y la mayoría se localizan en localidades urbanas; por lo que muchos habitantes de las zonas rurales tienen que recorrer grandes distancias para hacerse los estudios clínicos de sangre (**Figura 5.24**).

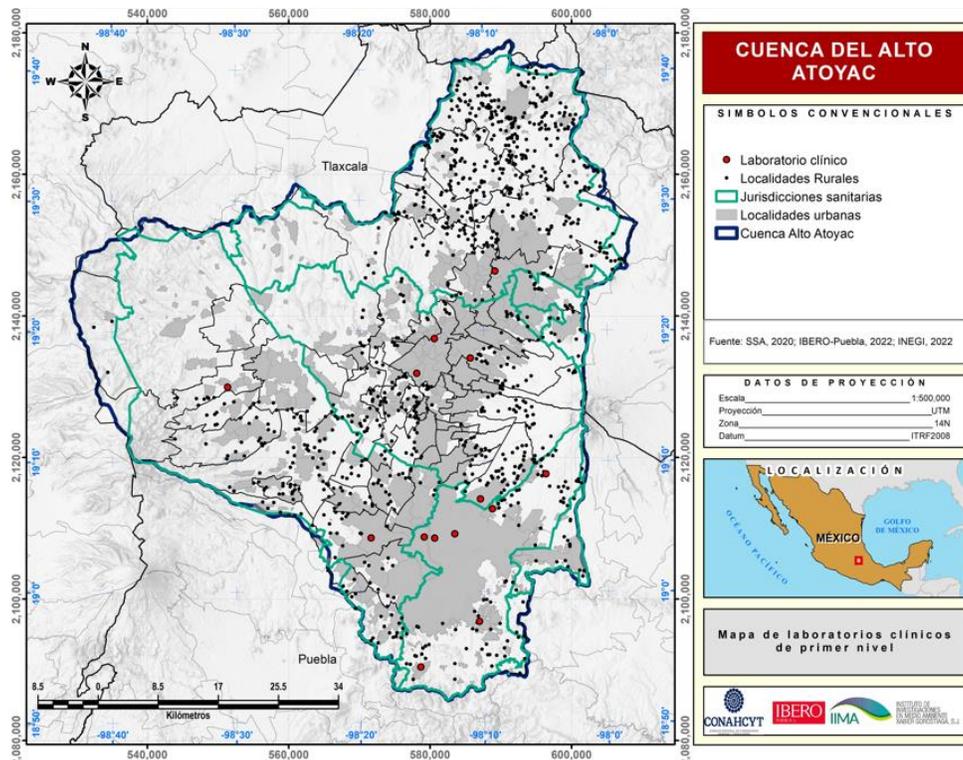


Figura 5.24. Laboratorios clínicos en la CAA.

Centros de Servicios ampliados y Unidades de Especialidades Médicas

Según la información disponible en Datos Abiertos del Gobierno de México (2019), los Centros de Salud con Servicios Ampliados (CESSA) tienen como objetivo proporcionar atención primaria integral, abarcando diversas especialidades de alta demanda en la población, tales como estomatología, psicología, salud mental, atención obstétrica prenatal y nutrición, entre otras.

En la Cuenca hay 12 CESSA a cargo de los Servicios de Salud del estado de Puebla (**Figura 5.25**), pero solo cuentan con un consultorio de gineco-obstetricia, uno de nutrición y uno de pediatría.

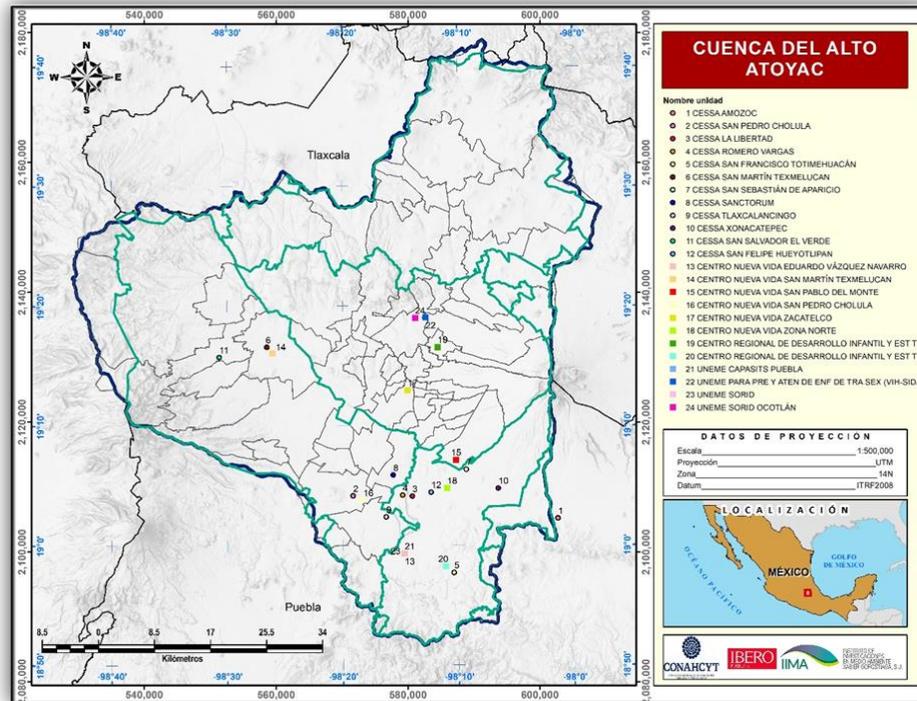


Figura 5.25. Distribución de los Centros de Salud con Servicios Ampliados.

Según el MAS-BIENESTAR un equipo ampliado debe contar con el personal mínimo indispensable para complementar la atención integral en salud como se muestra en el **Cuadro 5.6**.

Cuadro 5.6. Equipo Ampliado de Salud (MAS-BIENESTAR)

Recurso humano *	Criterio
Un personal de psicología	Por cada 3 consultorios
Un personal de estomatología	Por cada 3 consultorios
Un personal de nutrición **	Por cada 10 consultorios
Un personal de trabajo social clínico**	Por cada 10 consultorios

*La cantidad total de recursos humanos aumentará de acuerdo con cálculo de plantillas considerando cubre descansos y cubre vacaciones por la complejidad de la unidad, así como para los servicios operativos como CEYE, área de vacunas, curaciones, urgencias, entre otros.
** Procedimiento 2900-b03-002 IMSS.

NOTA: Existen otros integrantes del equipo de salud en el primer nivel de atención que no se consideran en estas generalidades, pero en la operación deben sumarse de acuerdo con la capacidad física de las instalaciones y la población a cubrir, tal es el caso del personal de epidemiología y de servicios intramuros de medicina preventiva, entre otros.

Al analizar el personal existente en los centros de salud con servicios ampliados en relación con el indicado en el MAS-BIENESTAR, se observa que, no hay nutriólogos, pero sí técnicos y licenciados de trabajo social en la proporción sugerida. En Tlaxcala, aun cuando no se cuenta con centros de salud con servicios ampliados, hay nutriólogos y psicólogos en los centros de salud urbano y/o rural. En el caso de los nutriólogos estos exceden por dos la relación sugerida (**Cuadro 5.7**).

En los CESSA de Puebla, los profesionales de salud, en su mayoría son médicos generales y odontólogos, con escasa presencia de especialistas como psicólogos, gineco-obstetras y radiólogos, siendo únicamente dos de estos últimos. Esto demuestra que la disponibilidad de atención especializada en estos centros es limitada, a pesar de contar con laboratorio clínico en todos ellos.

Cuadro 5.7. Consultorios, profesionales y personal técnico en las unidades de PNA.

<u>PUEBLA</u>	Unidades	Consultorios M. General	Médicos Generales	Médicos Formación	Médicos Especialistas	Enfermeras CP	Lic. T. Social	Nutriólogos	Psicólogos	Técnico T. Social	Técnico APS	Promotor S.
Centro de Salud Urbano (SSA)	77	171	132	93	7	324	1	0	2	0	0	64
Unidad de Medicina Familiar (SME)	4	32	20	0	12	15	1	1	1	1	0	0
Clinica y Unidad de Especialidades (SSA)	10	7	11	2	34	62	5	6	38	6	0	1
Centro de Salud con Servicios Ampliados (SSA)	12	57	129	20	7	214	5	0	2	6	2	25
Centro de Salud Rural (SSA)	12	17	8	12	0	26	0	0	0	0	0	4
Unidad Médica Rural (IMSS BIENESTAR)	16	16	5	11	0	17	0	0	0	0	0	0
Unidad Médica Móvil (SSA)	15	30	1	7	0	11	0	0	0	0	2	0
Consultorios varios (SME)	10	10	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Centro de Rehabilitación (DIF)	1	0	0	0	7	0	1	0	7	1	0	0
Total	157	310	320	139	67	663	13	7	50	14	2	96

<u>TLAXCALA</u>	Unidades	Consultorios M. General	Médicos Generales	Médicos Formación	Médicos Especialistas	Enfermeras CP	Lic. T. Social	Nutriólogos	Psicólogos	Técnico T. Social	Técnico APS	Promotor S.
Centro de Salud Urbano (SSA)	87	197	286	89	5	361	6	40	6	0	0	0
Clinica y Unidad de Especialidades (SSA)	8	5	7	0	7	12	13	5	22	1	0	1
Centro de Salud Rural (SSA)	52	56	68	48	0	95	0	5	0	0	0	0
Unidad Médica Móvil (SSA)	7	6	6	0	0	8	0	0	0	1	0	0
Total	154	264	367	137	12	476	19	50	28	2	0	1

En la CAA hay otro tipo de unidades de PNA que ofrecen servicios ambulatorios especializados (UNEMES). En la Cuenca hay un total de 18 unidades o clínica de especialidades de la Secretaría de Salud, las cuales brindan servicios para la atención de adicciones (CAPA), para el control y seguimiento de diabetes mellitus, obesidad, sobrepeso y enfermedades cardiovasculares (SORID), para la prevención y atención del VIH y otras enfermedades de transmisión sexual (CAPASITS), para el desarrollo Infantil y la estimulación temprana (CEREDI), para la detección y el diagnóstico de cáncer de mama (DEDICAM), para la atención oncológica, así como también hay una unidad de quemados, de especialidades dentales y para la salud mental.

Como se observa en la **Figura 5.26**, las más abundantes son las unidades para la atención de adicciones, mientras que solo hay una unidad ambulatoria para el diagnóstico de cáncer de mama y de atención oncológica.

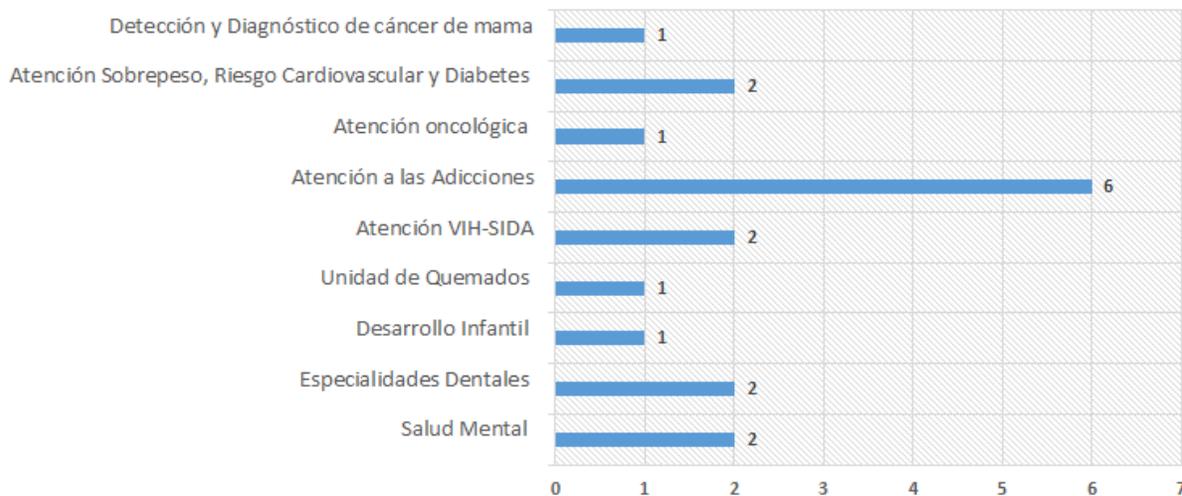


Figura 5.26. Número de unidades o clínicas de acuerdo con su especialidad.

Médicos especialistas en el PNA en Puebla y en Tlaxcala

Como se puede apreciar en el **Cuadro 5.8**, en Puebla se encuentra una mayor diversidad de médicos especialistas en comparación con Tlaxcala. Existen al menos 13 especialidades médicas que están presentes en Puebla y no en Tlaxcala. Estas diferencias son aún más pronunciadas en las unidades del PNA de la seguridad social, especialmente en Puebla. En la cuenca, por ejemplo, solo hay un urólogo disponible en el PNA, brindando atención a la población derechohabiente del ISSSTE, y tres oncólogos en las unidades de la SSA.

A pesar de la alta incidencia de enfermedades como la diabetes, el asma, las enfermedades gástricas, respiratorias y las muertes por enfermedades del corazón, no se cuenta con gastroenterólogos, neumólogos, endocrinólogos, alergólogos, cardiólogos ni angiólogos. En cuanto a los diferentes tipos de establecimientos de salud, en el IMSS BIENESTAR no se encuentran médicos especialistas disponibles. En Tlaxcala, todas las unidades pertenecen al sector público de la SSA (**Cuadro 5.9**).



Cuadro 5.8. Médicos especialistas en el PNA por subsistema de salud en la CAA.

	TOTAL		NO DH		DERECHOHABIENTE	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Total médicos	1104	635	506	479	598	156
Médicos Generales	376	400	319	367	57	33
Médicos Familiares	443	104			443	104
Pediatras	18	1	13	1	5	
Ginecoobstetras	3				3	
Médicos Cirujanos	9		6		3	
Médicos Internistas	7				7	
Médicos Oftalmólogos	3		1		2	
Médicos Traumatólogos	4				4	
Médicos Dermatólogos	1				1	
Médicos Anestesiólogos	5		4		1	
Médicos Psiquiatras	10	2	9	2	1	
Odontólogos	128	104	118	95	10	9
Odontólogos especialistas	4	5	3	5	1	
Médicos Endocrinólogos						
Médicos Gastroenterólogos						
Médicos Cardiólogos						
Médicos en Rehabilitación	5		4		1	
Médicos Urólogos	1				1	
Médicos Cirujanos plásticos	1		1			
Médicos Neumólogos						
Médicos Neurólogos						
Médicos Oncólogos	2	1	2	1		
Médicos Hematólogos	2		2			
Médicos Urgenciólogos	24	7			24	7
Médicos Proctólogos						
Médicos Angiólogos						
Médicos Nefrólogos						
Médicos Reumatólogos						
Médicos Infectólogos	1		1			
Médicos Geriátras	3	1	2		1	1
Médicos Alergólogos						
Médicos Radiólogos	6	2	3	2	3	
Médicos Otras especialidades	48	8	18	6	30	2
Total personal médico en formación	419	173	146	158	273	15
Total médicos en otras labores	84	24	25	10	59	14
Médicos en labores administrativas	80	23	23	9	57	14
Médicos Epidemiólogos	2				2	

Cuadro 5.9. Médicos especialistas en el PNA por subsistema de salud en la CAA.

	SSA		ESTATAL		IMSS BIENESTAR		DIF		IMSS		ISSSTE		PEMEX		UNIVERSITARIO		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Total médicos	442	479	49		5		10		477	120	93	36	22		6		1104	635
Médicos Generales	286	367	28		5				5	14	34	19	14		4		376	400
Médicos Familiares- Pediatras	5	1	8						427	97	11	7	5				443	104
Ginecoobstetras									4				1				18	1
Médicos Cirujanos	6								1		2						3	
Médicos Internistas											3						9	
Médicos Oftalmólogos							1				7						7	
Médicos Traumatólogos											2						3	
Médicos Dermatólogos											4						4	
Médicos Anestesiólogos	4										1						1	
Médicos Psiquiatras	8	2					1		1		1						10	2
Odontólogos	108	95	9				1				8	9	2				128	104
Odontólogos especialistas	1	5	2								1						4	5
Médicos Endocrinólogos																		
Médicos Gastroenterólogos																		
Médicos Cardiólogos																		
Médicos en Rehabilitación							4		1								5	
Médicos Urólogos											1						1	
Médicos Cirujanos plásticos	1																1	
Médicos Neumólogos																		
Médicos Neurólogos																		
Médicos Oncólogos	2	1															2	1
Médicos Hematólogos	2																2	
Médicos Urgenciólogos									13	7	10				1		24	7
Médicos Proctólogos																		
Médicos Angiólogos																		
Médicos Nefrólogos																		
Médicos Reumatólogos																		
Médicos Infectólogos	1																1	
Médicos Geriatras			2												1		3	1
Médicos Alergólogos												1						
Médicos Radiólogos	2	2					1				3						6	2
Médicos Otras especialidades	16	6					2		29	2	1						48	8
Total personal médico en formación	135	158			11				273	15							419	173
Total médicos en otras labores	17	10	4				4		45	13	9	1	2	3			84	24
Médicos en labores administrativas	17	9	4				2		45	13	8	1	2	2			80	23
Médicos Epidemiólogos											1			1			2	

Equipos médicos

Al comparar la disponibilidad de equipos médicos entre Puebla y Tlaxcala se observa que en Tlaxcala no hay electroencefalógrafos, y apenas hay dos equipos de ultrasonido y 4 electrocardiógrafos, cuando en Puebla hay 30 y 42 respectivamente (**Cuadro 5.10**). Hay dos mastógrafos en las unidades de la SSA de Tlaxcala, pero no en Puebla; en este último estado solo hay de estos equipos en las unidades del IMSS.

Los equipos de ultrasonido son necesarios para monitorear el crecimiento y desarrollo del feto durante el embarazo, pero tiene muchos otros usos, incluyendo producir imágenes del corazón, los vasos sanguíneos, los ojos, la tiroides, el cerebro, el tórax, los órganos abdominales, la piel y los músculos.



Cuadro 5.10. Número de equipos médicos en Puebla y Tlaxcala.

	SSA		ESTATAL		IMSS BIENESTAR		DIF		IMSS		ISSSTE		PEMEX		UNIVERSITARIO		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Aceleradores lineales-	1																1	
Cunas de calor radiante-	4										1						5	
Incubadoras-	11																11	
Mastógrafos-		2							2								2	2
Unidades de hemodiálisis-																		
Ultrasonido-	16	1					6		6		2	1					30	2
Electrocardiógrafos-	32	4	2						3		1				4		42	4
Electroencefalógrafos-							1										1	

Consultorios por especialidades

Al igual que los médicos especialistas, hay una mayor variedad de consultorios médicos en Puebla; sin embargo, hay una carencia de consultorios que atienden las enfermedades que más afectan a la población (**Cuadro 5.11**). No hay consultorios de alergología, cardiología, neumología, neurología, nefrología en el PNA en toda la cuenca.

Cuadro 5.11. Número de consultorios médicos por institución de salud.

	SSA		ESTATAL		IMSS BIENESTAR		DIF		IMSS		ISSSTE		PEMEX		UNIVERSITARIO		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Total consultorios-	450	378	66		17		16		236	64	53	15	15		3		856	457
Consultorios de Medicina General-	266	264	41		17						9	7	3		3		339	271
Consultorios de Medicina Familiar-									156	39	16		2				174	39
Consultorios de Estomatología-	98	82	12				1		18	5	6	2	1				136	89
Consultorios de Planificación Familiar-									8	2			1				9	2
Consultorios de Alergología-																		
Consultorios de Angiología-																		
Consultorios de Cardiología-																		
Consultorios de Cirugía General-											1						1	
Consultorios de Dermatología-																		
Consultorios de Endocrinología-																		
Consultorios de Epidemiología-									6	2	1						7	2
Consultorios de Gastroenterología-																		
Consultorios de Geriatria-			2									1					3	
Consultorios de Gineco-Obstetricia-	1											1	1				3	
Consultorios de Hematología-	1																1	
Consultorios de Infectología-	1																1	
Consultorios de Medicina de Rehabilitación-	1		1				4		1								7	
Consultorios de Medicina del Dolor-	1																1	
Consultorios de Medicina Interna-			2								1		1				4	
Consultorios de Nefrología-																		
Consultorios de Neumología-																		
Consultorios de Neurología-																		
Consultorios de Nutrición-	6	6	1						2	1	1	1					10	8
Consultorios de Oftalmología-	1						1				1						3	
Consultorios de Oncología-	5	1															5	1
Consultorios de Ortopedia-											1						1	
Consultorios de Pediatría-	3	1	5										2				10	1
Consultorios de Psicología-	39	15	2				7		4		1		1				54	15
Consultorios de Psiquiatría-	16	2					1										17	2
Consultorios de Reumatología-																		
Consultorios de Urología-											1						1	
consultorios en área de urgencias-											3		1				4	
Consultorios de Otras Especialidades-	11	7					2		41	15	9	5	2				65	27

En relación con los técnicos y profesionales de salud, se presenta una falta de nutriólogos en Puebla, con tan solo 9 profesionales en comparación con los 52 presentes en Tlaxcala (**Cuadro 5.12**). Además, en Tlaxcala también se destaca la escasez de promotores de salud, como se mencionó anteriormente.

Cuadro 5.12. Personal profesional y técnico

	SSA		ESTATAL		IMSS BIENESTAR		DIF		IMSS		ISSSTE		PEMEX		UNIVERSITARIO		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Total personal profesional	103	138	3				32		81	13	14	5	1				234	156
Químicos	10	3							30		2	1					42	4
Lic. en Trabajo Social	12	21	1				1		41	6	7	1					62	28
Farmacobiólogos		3																3
Nutriólogos	6	50	1								2	2					9	52
Psicólogos	43	28	1				7		9		3	1	1				64	29
Ing. Biomédicos	1																1	
Otro personal profesional	31	33					24		1	7							56	40
Total personal técnico	192	38	3		1		6		592	120	9	1	1				804	159
Personal Técnico en Odontología	34								46	9			1				81	9
Personal Técnico en Trabajo Social	12	2	2				1		3								18	2
Personal Técnico Electromédico							1				3						4	
Personal Técnico en Laboratorio	9	7							42		3	1					54	8
Personal Técnico en Estadística	4	2					1		46	10							51	12
Técnico en Atención Primaria (TAP s PRODIAP s)	4																4	
Personal Técnico en Rehabilitación Física	3		1						5								9	
Personal Técnico en Radiología	23	3							22		3						48	3
Personal Técnico Dietista	1	1							12	1							13	2
Personal Técnico Promotores de Salud	94	1			1				4	1							99	2
Personal Técnico en Citotecnología		1																1
Personal Técnico en inhaloterapia																		
Otro personal técnico	8	21					3		412	99							423	120
Total otro personal	425	166	52				24		547	108	88	38	56		7		1199	312
Personal administrativo	198	83	33				2		464	81	57	28	2		4		760	192

Expediente electrónico

En Tlaxcala, casi todas las unidades del PNA cuentan con expediente electrónico (93%), mientras que en Puebla no se ha implementado esta modalidad.

5.3. SITUACIÓN DEL SEGUNDO NIVEL DE ATENCIÓN (SNA) EN LA CAA

Las personas que padecen una ECNT requieren un tratamiento de mediana y alta complejidad, así como de médicos especialistas. Los hospitales de segundo y de tercer nivel prestan este servicio.

En la CAA hay un total de 26 hospitales públicos de SNA en operación con servicios de hospitalización, los cuales pertenecen a las siguientes 7 instituciones (2021) (**Figura 5.27**):

- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)

- Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado (ISSSTE),
- Servicios médicos de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA)
- Secretaria de Salud (SSA)
- Servicios Médicos Universitarios (HUN)
- Cruz Roja Mexicana (CRO)
- Servicios Médicos Estatales (SME)

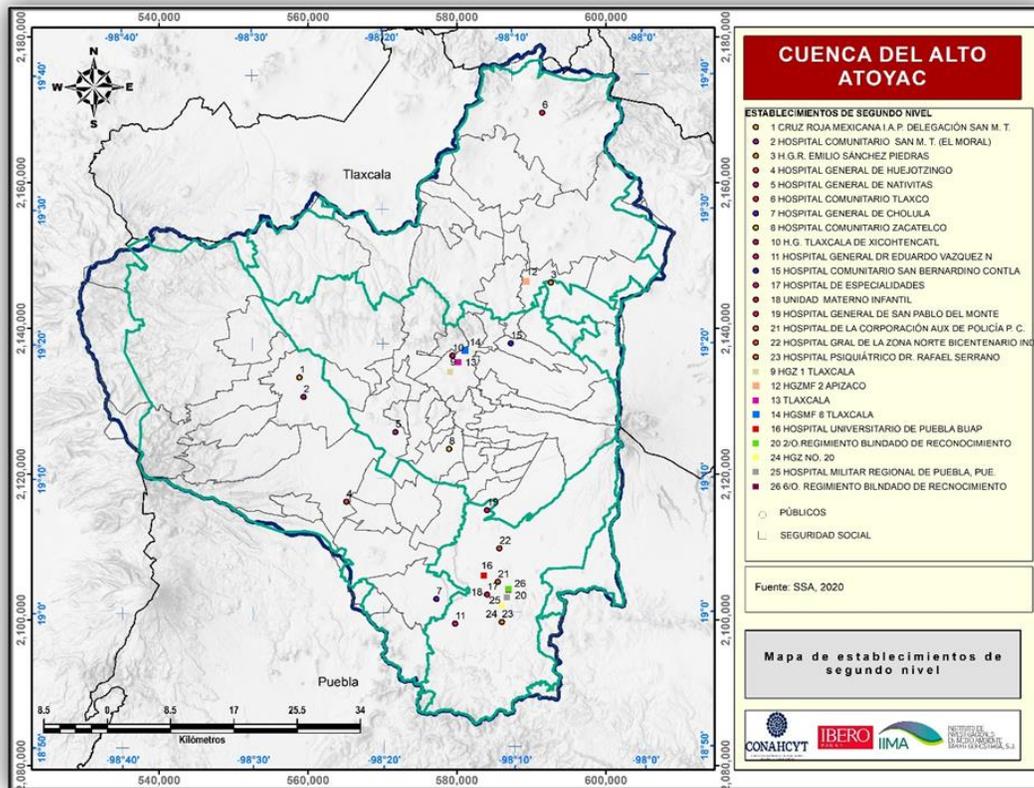


Figura 5.27. Distribución de hospitales públicos del SNA en operación en la CAA.

En la **Figura 5.28** se puede observar lo siguiente: - los hospitales de la Secretaría de Salud son los más numerosos de todas las instituciones; - en Tlaxcala hay más hospitales de la SSA y del IMSS; y - en Puebla hay una mayor variedad de hospitales tomando en cuenta los distintos tipos de institución (CLUES, 2021).

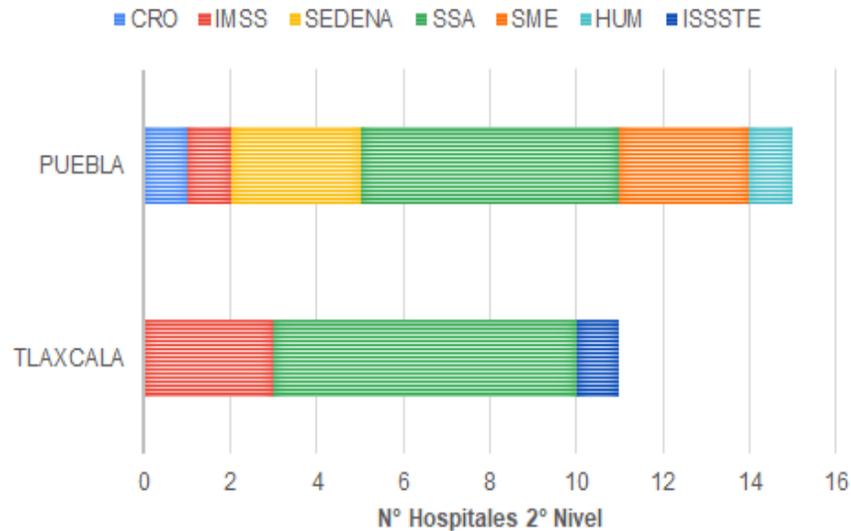


Figura 5.28. Hospitales públicos del SNA en la CAA de cada institución de salud.

Los hospitales se localizan en el 18% de los municipios de la Cuenca (**Figura 5.29**), concentrándose principalmente en las zonas urbanas de las capitales de ambos estados, por lo que en la mayoría de los municipios no hay hospital de SNA, representando una condición de vulnerabilidad para sus poblaciones.

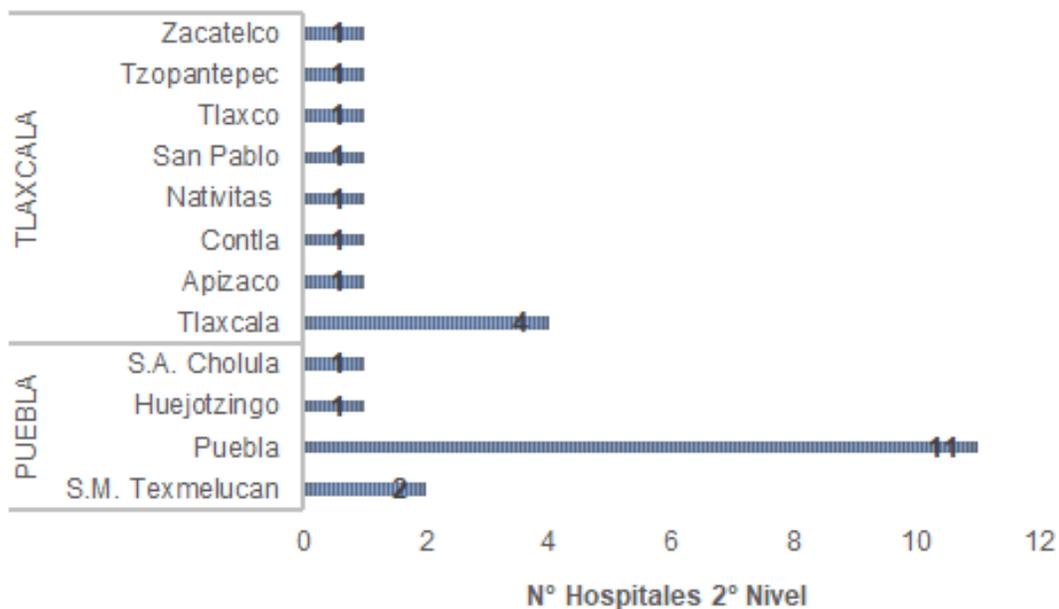


Figura 5.29. Número de hospitales públicos del SNA en operación en la CAA.

A continuación, se enlistan los hospitales públicos en operación del SNA que hay en la CAA (Figura 5.30).

Puebla:

- Cruz Roja Mexicana I.A.P. Delegación San Martín Texmelucan (CRO)
- Hospital General de Zona N° 20 (IMSS)
- Hospital Militar Regional de Puebla (SEDENA)
- 6/O. Regimiento Blindado de Reconocimiento (SEDENA)
- 2/O. Regimiento Blindado de Reconocimiento (SEDENA)
- Hospital General de Huejotzingo (SSA)
- Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N. (SSA)
- Hospital General de la Zona Norte Bicentenario de la Independencia (SSA)
- Hospital Psiquiátrico Dr. Rafael Serrano (SSA)
- Hospital General de Cholula (SSA)
- Hospital Comunitario San Martín Texmelucan “EL MORAL” (SSA)
- Hospital de Especialidades (SME)
- Unidad Materno Infantil (SME)
- Hospital de la Corporación Auxiliar de Policía de Protección Ciudadana (SME)
- Hospital Universitario de Puebla (BUAP) (HUN)

Tlaxcala:

- Hospital de Tlaxcala (ISSSTE)
- Hospital General de Zona Medicina Familiar 2 Apizaco (IMSS)
- Hospital General de Zona 1 Tlaxcala (IMSS)
- Hospital General Sub zona Medicina Familiar 8 Tlaxcala (IMSS)
- Hospital Comunitario San Bernardino Contla (SSA)
- Hospital General de Nativitas (SSA)
- Hospital General de San Pablo del Monte (SSA)
- Hospital General Tlaxcala de Xicohtencatl (SSA)
- Hospital Comunitario Tlaxco (SSA)
- Hospital General R. Emilio Sánchez Piedras (SSA).
- Hospital Comunitario Zacatelco (SSA)

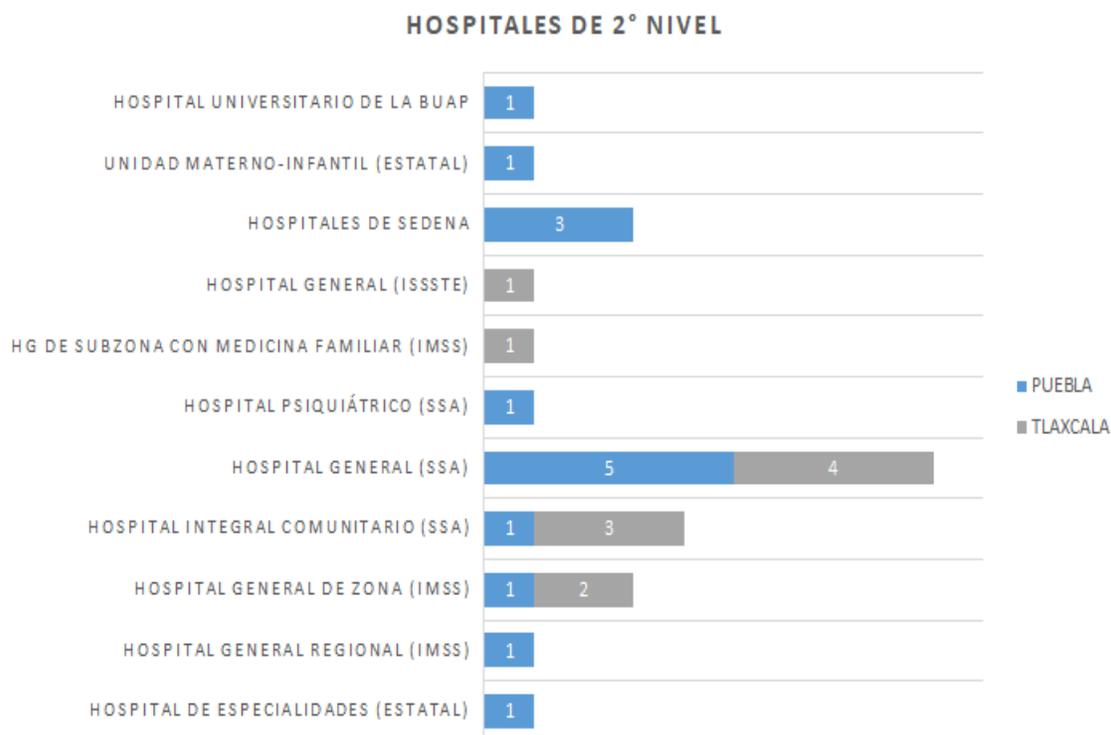


Figura 5.30. Tipos de hospitales públicos de SNA en las entidades de la CAA.

En el siguiente apartado, se proporciona información de la densidad de recursos en salud que hay en los hospitales públicos del SNA de la CAA localizados en la región de Puebla y Tlaxcala. La densidad se calcula dividiendo el recurso entre la población total que hay en los municipios de la entidad correspondiente x 1000 habitantes.

5.3.1. Densidad de recursos en salud en el SNA

1. Infraestructura (áreas, consultorios y camas)

a) Áreas hospitalarias

Al comparar la densidad de áreas hospitalarias en los hospitales del SNA entre entidades, se observa que la densidad es mayor en Tlaxcala con respecto a Puebla, tal como se puede apreciar en la **Figura 5.31**; no obstante, los hospitales de Tlaxcala no cuentan con áreas de quimioterapia, radioterapia, ni con unidades de cuidados intermedios

Por otro lado, aun cuando el número total de áreas disponibles puede ser comparable entre ambos estados (**Cuadro 5.13**), se registra una densidad menor en Puebla, debido a que la población es aproximadamente tres veces mayor que la de Tlaxcala; de manera que, en el territorio poblano se registran densidades relativamente bajas de áreas de hemodiálisis, de

tocología y tococirugía, de cunas para recién nacidos, áreas de laboratorio clínicos, área de unidad quirúrgica, así como áreas de hospitalización.

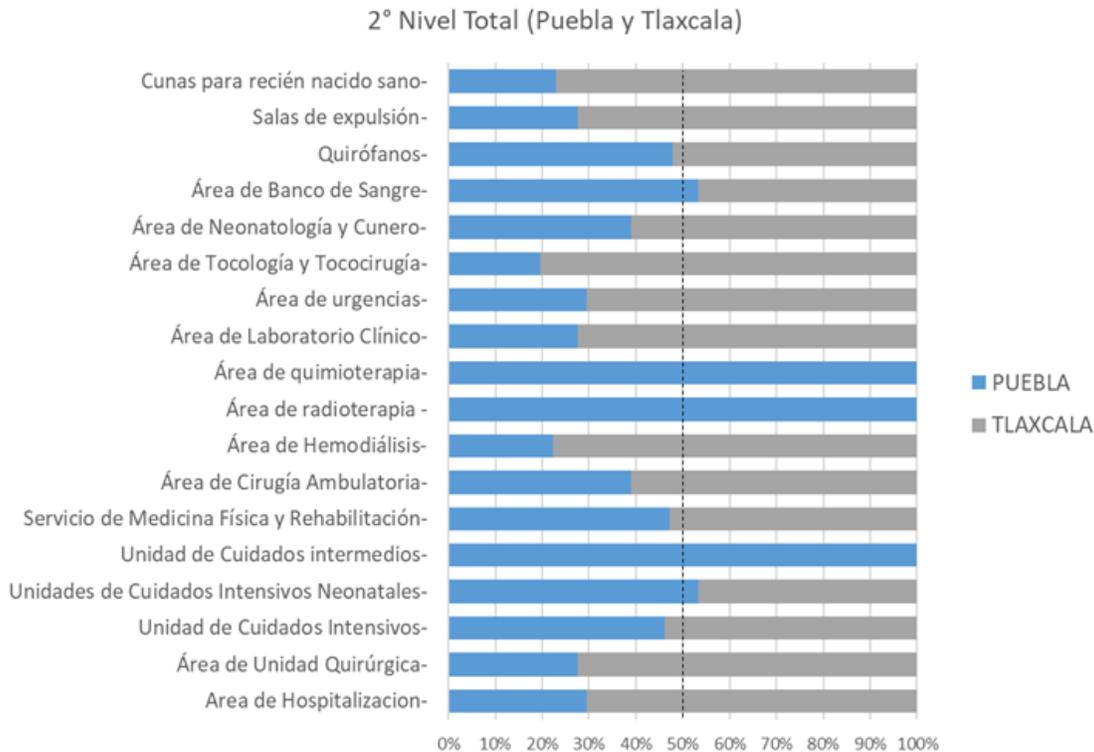


Figura 5.31. Densidad de áreas hospitalarias del SNA en las entidades de la CAA.

En ambas entidades federativas hay más áreas hospitalarias en las unidades públicas que prestan servicio a la población abierta, en comparación con las de la seguridad social. Asimismo, se destaca que, en Puebla, solo hay un área de radioterapia dentro del Hospital Universitario y en Tlaxcala solo hay banco de sangre en el hospital del IMSS.

Cuadro 5.13. Áreas hospitalarias en el SNA por tipo de institución en la CAA.

	SSA		ESTATAL		IMSS		ISSSTE		SEDENA		UNIVERSITARIO		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Área de Hospitalización	6	7	3		1	3		1	1		1		12	11
Área de Unidad Quirúrgica	5	7	3		1	3		1	1		1		11	11
Unidad de Cuidados Intensivos	4	2	2		1	1		1	1		1		9	4
Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales	4	2	1								1		6	2
Unidad de Cuidados Intermedios	3		2						1		1		7	
Servicio de Medicina Física y Rehabilitación	2	2	2		1	1			1		1		7	3
Área de Cirugía Ambulatoria	2	1			1	2			1		1		5	3
Área de Hemodiálisis		2	1		1	1		1			1		3	4
Área de radioterapia											1		1	
Área de quimioterapia			1		1						1		3	
Área de Laboratorio Clínico	5	7	2		1	3			1		1		10	10
Área de urgencias	5	7	3		1	2		1	1		1		11	10
Área de Tocología y Tococirugía	4	7	1			3		1	1		1		7	11
Área de Neonatología y Cunero	2	3	1						1		1		5	3
Área de Banco de Sangre	1		1			1					1		3	1
Quirófanos	23	14	17		9	8		3	4		7		60	25
Salas de expulsión	5	8	2		2	4		1	2		2		13	13
Cunas para recién nacido sano-	29	65	18			11			3		9		59	76

b) Consultorios

La densidad total de consultorios es aproximadamente dos veces mayor en Tlaxcala (0.223 consultorios x 1000 hab.) con respecto a Puebla (0.134 consultorios x 1000 hab.) pero en Puebla hay una mayor variedad de consultorios de las distintas especialidades (**Cuadro 5.14** y **Figura 5.32**).

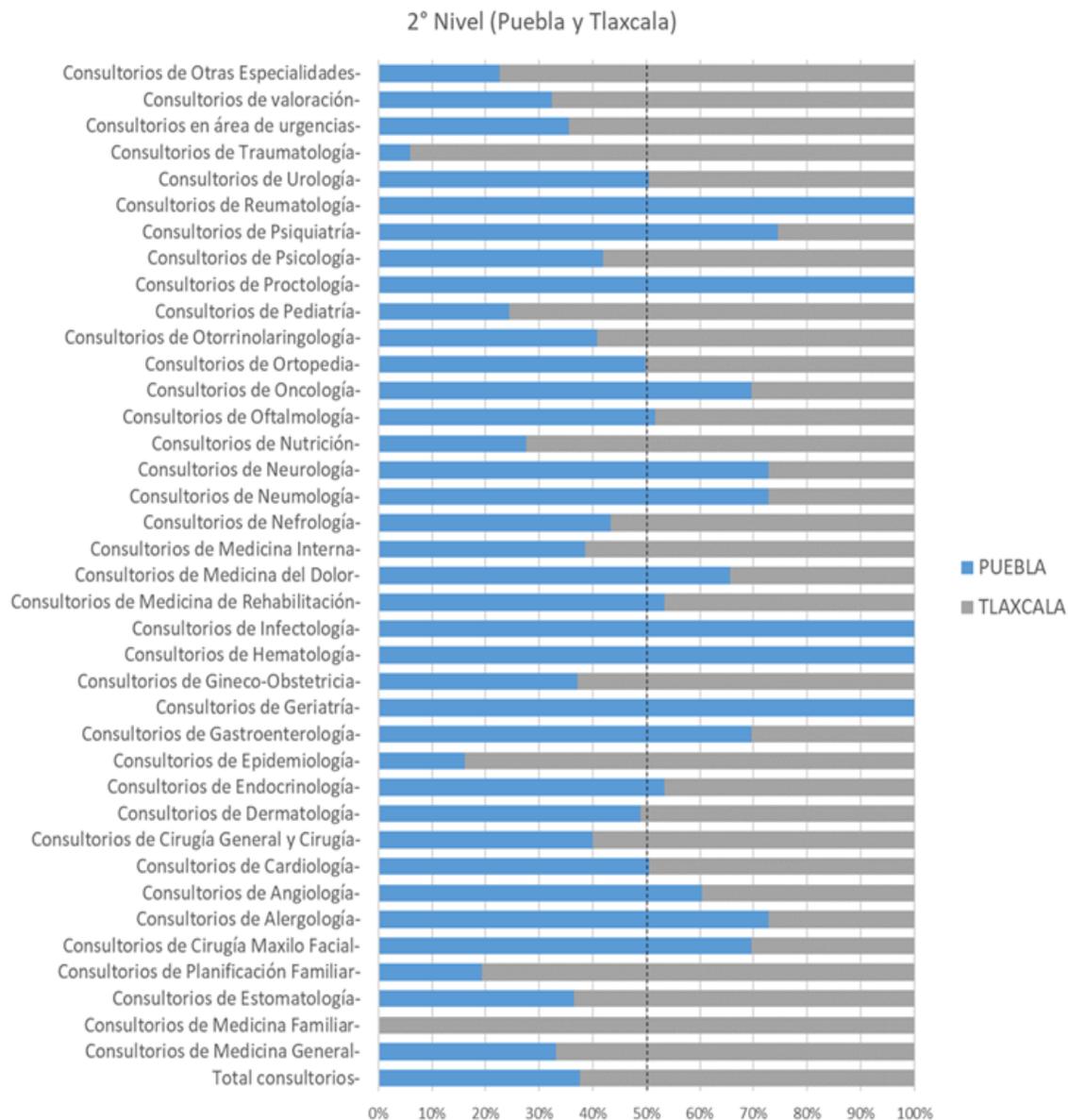


Figura 5.32. Densidad de consultorios en los hospitales del SNA en Puebla y Tlaxcala.

En Tlaxcala no hay consultorios de reumatología, proctología, infectología, hematología ni de geriatría; y en esta entidad federativa se registran densidades relativamente más bajas con respecto a Puebla de consultorios de psiquiatría, oncología, neurología, neumología,



gastroenterología, angiología, alergología y cirugía maxilo-facial; mientras que en Puebla hay menos consultorios por 1000 habitantes de traumatología, epidemiología, planificación familiar, medicina familiar, nutrición y pediatría; y no hay consultorios de medicina familiar ni de traumatología.

En Tlaxcala solo hay consultorios de neurología, neumología, gastroenterología, endocrinología, dermatología, cardiología, angiología, alergología, cirugía maxilofacial y de medicina familiar en los hospitales de la seguridad social.

Cuadro 5.14. Consultorios en los hospitales de SNA por tipo de institución en la CAA.

	SSA		ESTATAL		IMSS		ISSSTE		SEDENA		UNIVERSITARIO		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Total consultorios-	146	113	83		34	88		37	33		79		292	238
Consultorios de Medicina General-	7	17	6			16		6	3		6		16	17
Consultorios de Medicina Familiar-														22
Consultorios de Estomatología-	3	5	1		4		1	7			4		14	10
Consultorios de Planificación Familiar-	4	7	1		1								4	8
Consultorios de Cirugía Maxilo Facial-	3		1		1			1			1		5	1
Consultorios de Alergología-	2		1				1				4		6	1
Consultorios de Angiología-	2				1		1				1		4	1
Consultorios de Cardiología-	3		2		1	2	1	1	1		1		6	3
Consultorios de Cirugía General y Cirugía-	10	8	4		1	2	2	1	1		5		17	12
Consultorios de Dermatología-	2		1		1	1	1	1	1		1		4	2
Consultorios de Endocrinología-			1		1		1				1		2	1
Consultorios de Epidemiología-	3	4			3		1				1		4	8
Consultorios de Gastroenterología-			1		1		1	1			3		5	1
Consultorios de Geriátrica-	2		1		1						2		5	
Consultorios de Gineco-Obstetricia-	6	7	3		4				2		6		14	11
Consultorios de Hematología-	1		3								1		2	
Consultorios de Infectología-	1				1						1		3	
Consultorios de Medicina de Rehabilitación-	2	2	1		2	1			2		2		8	3
Consultorios de Medicina del Dolor-	2	1	1								2		4	1
Consultorios de Medicina Interna-	8	6	6		5	5	3				4		17	14
Consultorios de Nefrología-	2	1			1	1					1		4	2
Consultorios de Neumología-	2		2		1	1			1		1		5	1
Consultorios de Neurología-	1		3		1	1			1		1		4	1
Consultorios de Nutrición-	3	6	3		1	2	1	1	1		1		6	9
Consultorios de Oftalmología-	3	1	4		2	2	2	1	1		4		10	5
Consultorios de Oncología-		1	3								3		3	1
Consultorios de Ortopedia-	3	2	6		1		2	1	1		3		7	5
Consultorios de Otorrinolaringología-	3	1	2		1	2	2	1	1		2		7	5
Consultorios de Pediatría-	5	9	1		2	3	1	1	1		2		10	13
Consultorios de Proctología-	2		2								1		3	
Consultorios de Psicología-	12	8	3		1						2		14	9
Consultorios de Psiquiatría-	17	2	1		1	1			1		3		22	3
Consultorios de Reumatología-	1		1								1		2	
Consultorios de Urología-	2	1	2		1	1	1	1	1		2		6	3
Consultorios de Traumatología-		4	1			2								6
Consultorios en área de urgencias-	20	13	8		2	10	2	3	3		3		28	25
Consultorios de valoración-	2	3	2		1	1							3	4
Consultorios de Otras Especialidades-	7	4	5		6	19	7	2			3		18	30

c) Camas

Tal como se observa en la **Figura 5.33**, la densidad total de camas en los hospitales SNA es similar en ambas entidades federativas; sin embargo, al igual que en el caso de los consultorios, en Puebla hay al menos una cama de cualquiera de la especialidades o áreas hospitalarias consideradas; mientras que en Tlaxcala no hay camas de 14 especialidades, entre estas, camas de quimioterapias, de cuidados intermedios, de reumatología, oncología, hematología, gastroenterología, cardiología, angiología, entre otras (**Cuadro 5.15**).

Al comparar la situación entre los hospitales para la población abierta con los de la seguridad social, se observa que hay más camas en los hospitales para la población abierta en ambos estados. En Puebla solo hay camas de neurología, neumología y nefrología en los hospitales de la seguridad social, mientras que solo hay camas de oncología, en quimioterapia, en traumatología, reumatología, psiquiatría, proctología, gastroenterología en los hospitales públicos para la población abierta. En Tlaxcala, solo hay camas de urología, otorrinolaringología, neurología, neumología en los hospitales de la seguridad social.

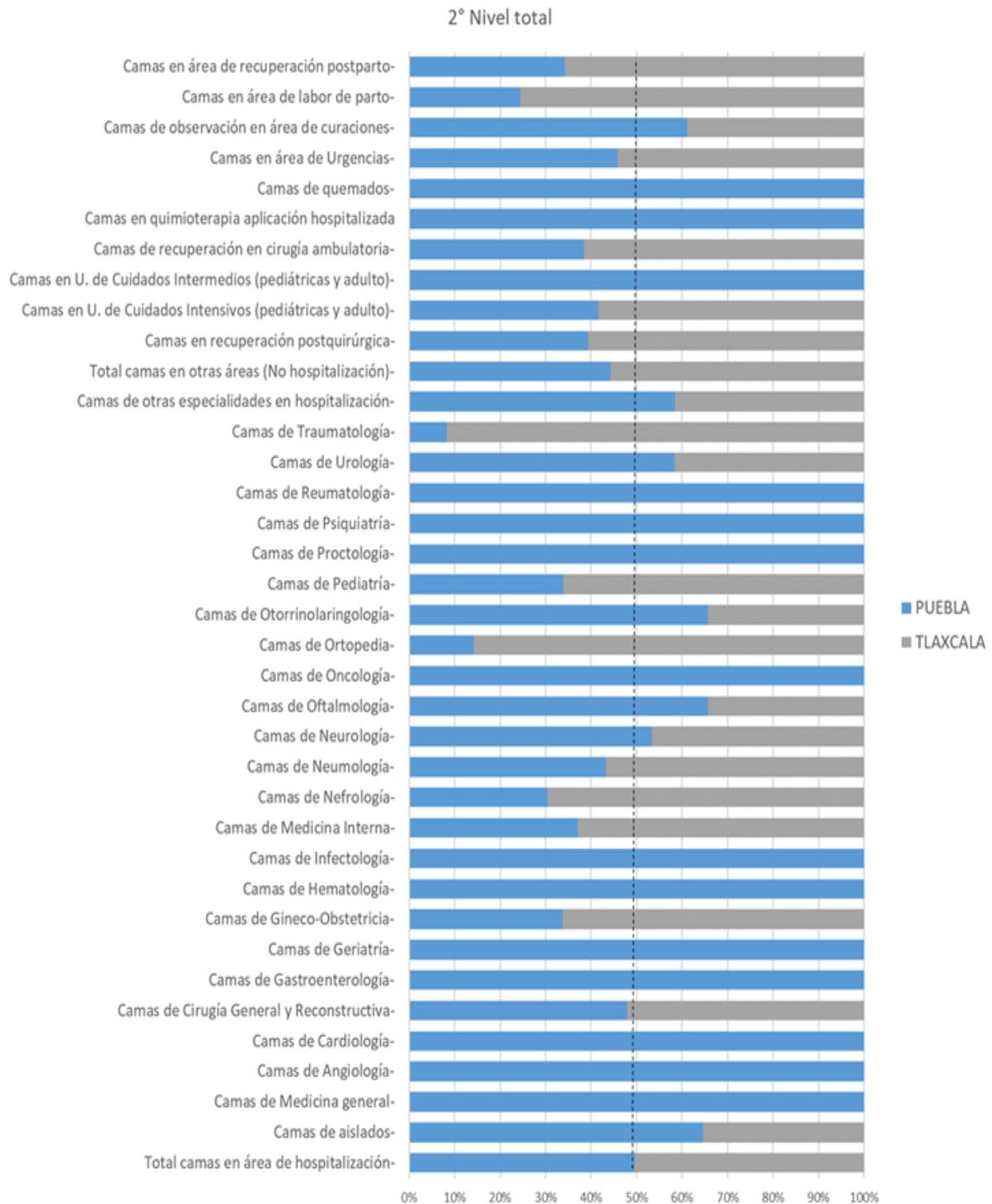


Figura 5.33. Densidad de camas en los hospitales del SNA en Puebla y Tlaxcala.



Cuadro 5.15. Número de camas en los hospitales del SNA por tipo de institución.

	SSA		ESTATAL		IMSS		ISSSTE		SEDENA		UNIVERSITARIO		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Total camas en área de hospitalización-	673	242	165		253	191		73	73		139		1230	506
Camas de aislados-	30	13	7						5		20		57	13
Camas de Medicina general-	7		7						3				14	
Camas de Angiología-			5		3								8	
Camas de Cardiología-			5		1								6	
Camas de Cirugía General y Reconstructiva-	129	46	20		52	28		25			37		238	99
Camas de Gastroenterología-			5										5	
Camas de Geriátrica-			5		1								6	
Camas de Gineco-Obstetricia-	59	63	22		38	39		14	17		19		138	116
Camas de Hematología-			5		1								6	
Camas de Infectología-	13		5		1						18		37	
Camas de Medicina Interna-	76	40	12		74	53		28			25		187	121
Camas de Nefrología-		2			8	5							8	7
Camas de Neumología-					2	1							2	1
Camas de Neurología-					1	2					5		6	2
Camas de Oftalmología-			5			1							5	1
Camas de Oncología-			4										4	
Camas de Ortopedia-		19	5		4						5		10	23
Camas de Otorrinolaringología-			5		1								5	1
Camas de Pediatría-	42	56	19		7	10		4	16		10		78	70
Camas de Proctología-			2										2	
Camas de Psiquiatría-	317		2										319	
Camas de Reumatología-			2										2	
Camas de Urología-			7		4	3							11	3
Camas de Traumatología-		3	5			18							5	21
Camas de otras especialidades en hospitalización-			11		60	26		2	32				71	28
Total camas en otras áreas (No hospitalización)-	264	150	93		91	89		33	35		82		530	272
Camas en recuperación postquirúrgica-	26	31	27		19	12		6	5		6		78	49
Camas en U. de Cuidados Intensivos (pediátricas y adulto)-	10	17	8		12	8		4	8		16		46	29
Camas en U. de Cuidados Intermedios (pediátricas y adulto)-	18		11						5		5		34	
Camas de recuperación en cirugía ambulatoria-	17	3			8	10		6			6		31	19
Camas en quimioterapia aplicación hospitalizada-			1										1	
Camas de quemados-	6												6	
Camas en área de Urgencias-	78	31	29		45	41		13	9		27		179	85
Camas de observación en área de curaciones-	73	23	9						1		12		94	23
Camas en área de labor de parto-	18	27	2		7	14		4	5		6		33	45
Camas en área de recuperación postparto-	18	18	6			4			2		4		28	22

2. Equipos médicos

En la **Figura 5.34** se puede observar que en Tlaxcala no hay equipos de resonancia magnética y se registra una densidad relativamente baja de electroencefalógrafos. De manera general, Puebla presenta densidades menores en cuanto a la mayoría de los equipos, particularmente de unidades de hemodiálisis, mastógrafos y electrocardiógrafos. Es importante señalar que en ninguno de los estados hay aceleradores lineales ni litotriptores, los cuales son equipos que se registran en la Base de Datos en Salud.

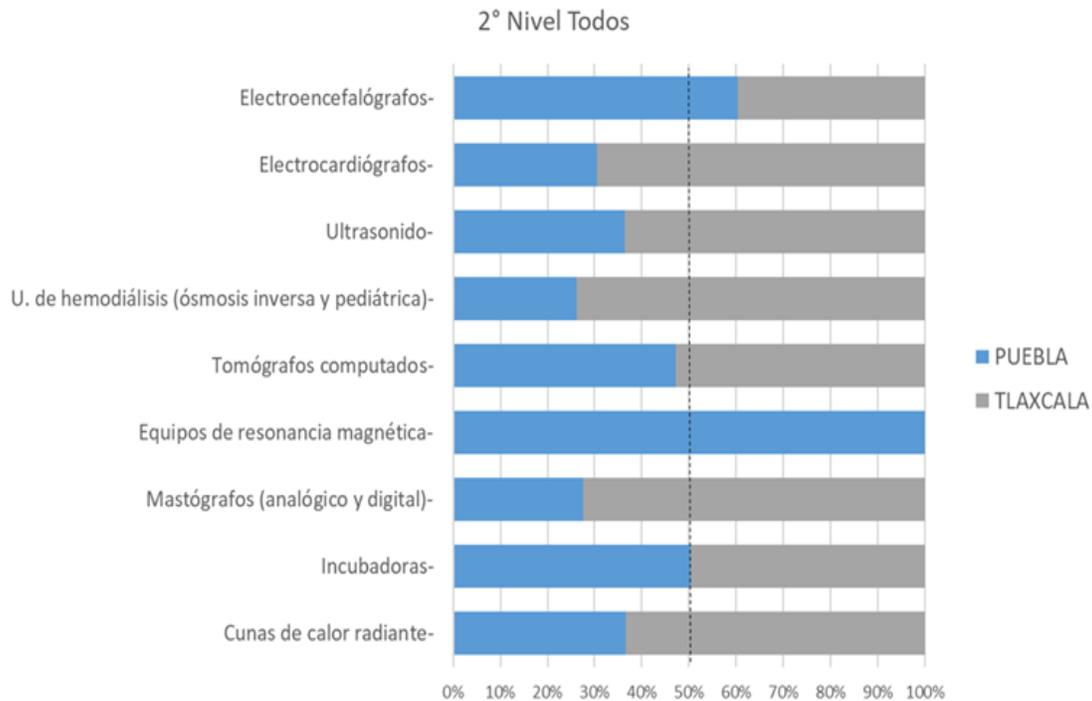


Figura 5.34. Densidad de equipos en los hospitales del SNA en Puebla y Tlaxcala.

En el **Cuadro 5.16**, se puede apreciar que en ninguno de los hospitales de la SSA de Puebla y Tlaxcala hay mastógrafos. Y en Puebla apenas hay una unidad de hemodiálisis en los hospitales públicos para la población abierta. En general, hay más equipos médicos en los hospitales públicos del SSA y Estatales, sin embargo, en Tlaxcala solo hay mastógrafos y electroencefalógrafos en los hospitales de la seguridad social. En Puebla hay una mayor cantidad de unidades de hemodiálisis, mastógrafos y electroencefalógrafos en los hospitales de la seguridad social.

Cuadro 5.16. Número de equipos en las unidades de SNA por tipo de institución.

	SSA		ESTATAL		IMSS		ISSSTE		SEDENA		UNIVERSITARIO		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Cunas de calor radiante-	33	38	9				1		2		15		50	39
Incubadoras-	37	32	13		50	13	1		11		11		109	46
Mastógrafos (analógico y digital)-			1		1	3	1				2		3	4
Equipos de resonancia magnética-	1		1								1		2	
Tomógrafos computados-	3	1	1		1	1	1		1		1		6	3
U. de hemodiálisis (ósmosis inversa y pediátrica)-		6	1		12	8							12	14
Ultrasonido-	18	16	4		2	6	2		7		5		32	24
Electrocardiógrafos-	17	25	2		19	9	12		7		8		51	46
Electroencefalógrafos-	1				1	1					2		4	1

3. Personal de salud (médicos, enfermeras, técnicos y otros profesionales)

a) Médicos

La densidad de médicos de acuerdo con su especialidad varía en las dos entidades (**Figura 5.35**). La densidad total de médicos en los hospitales del SNA de Puebla es de 0.644 médicos x 1000 hab. y en Tlaxcala de 0.846 x 1000 hab. En ambas entidades se está muy por debajo de las recomendaciones de la OMS para brindar servicios esenciales de salud a la población, la cual es de 2.3 por cada 1000 hab. o lo que es igual, a 23 médicos por cada 10 000 habitantes (OPS,2015).

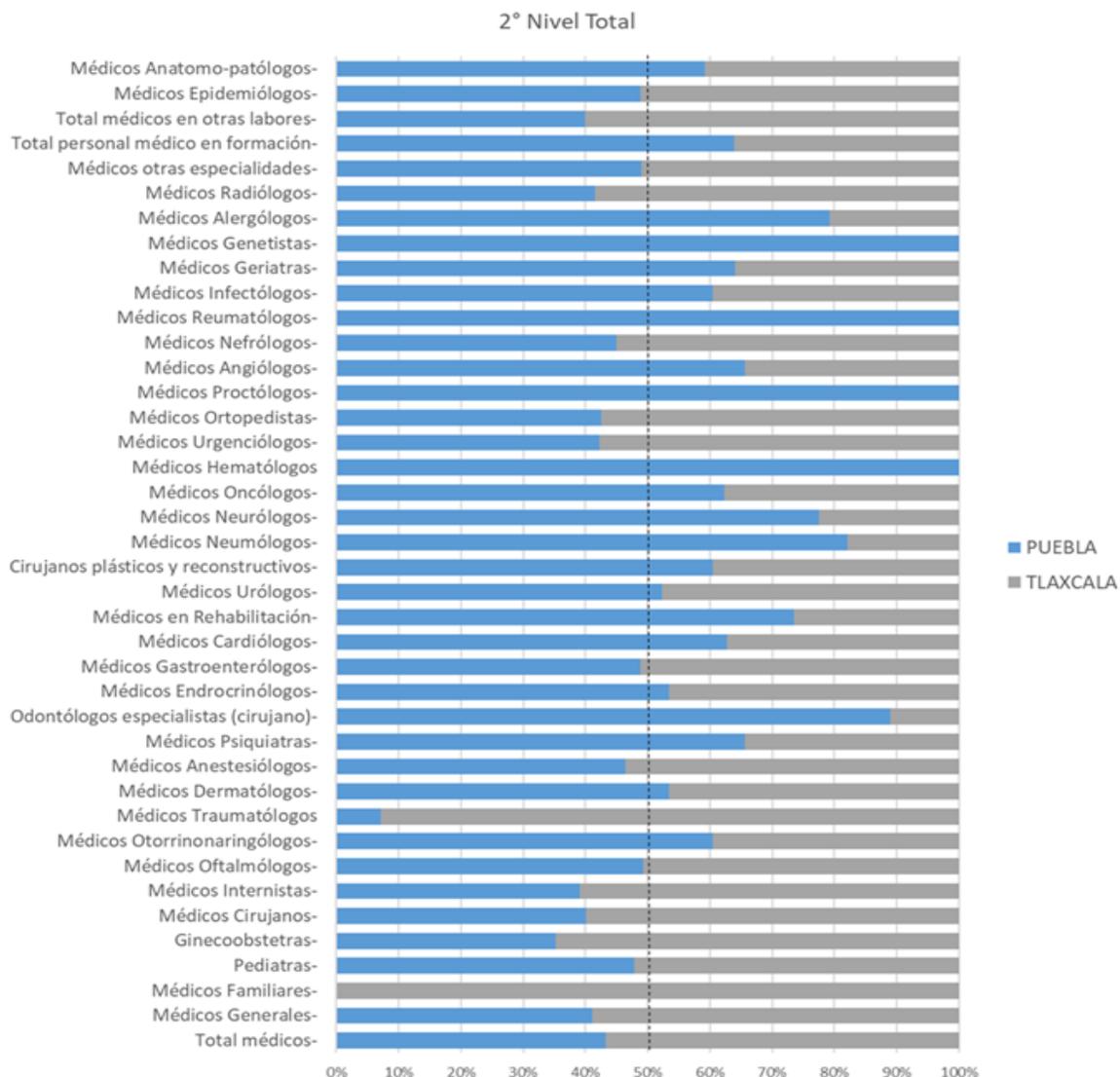


Figura 5.35. Densidad de médicos especialistas en el SNA en Puebla y Tlaxcala.

En el **Cuadro 5.17** se evidencia que en Tlaxcala no se cuenta con médicos de todas las especialidades. Por ejemplo, no hay médicos genetistas, reumatólogos, proctólogos ni



hematólogos, y se registran cifras relativamente bajas de alergólogos, neurólogos y neumólogos. Además, solo se encuentran médicos neumólogos, gastroenterólogos, endocrinólogos, dermatólogos, traumatólogos y médicos familiares en los hospitales de la seguridad social. Por otro lado, en Puebla no hay médicos familiares disponibles, y las densidades de médicos nefrólogos, radiólogos, urgenciólogos, cirujanos ginecoobstetras y médicos generales son menores en comparación con Tlaxcala.

Cuadro 5.17. Médicos especialistas en los hospitales del SNA por tipo de institución.

	SSA		ESTATAL		IMSS		ISSSTE		SEDENA		UNIVERSITARIO		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Total médicos	661	455	343		549	316	132	34	213		1800	903		
Médicos Generales	249	186	77		5	5	16	5	43		379	207		
Médicos Familiares						42	2							44
Pediatras	74	42	27		67	28	8	2	17		187	78		
Ginecoobstetras	59	46	18		53	45	11		15		145	102		
Médicos Cirujanos	41	43	33		37	19	11	1	16		128	73		
Médicos Internistas	23	26	20		42	18	13		11		96	57		
Médicos Oftalmólogos	2	2	5		18	7	4	1	7		33	13		
Médicos Otorrinaringólogos	3	1	4		16	4	2	2	3		28	7		
Médicos Traumatólogos	2				2	14	6				4	20		
Médicos Dermatólogos	1				5	2	1	1	2		9	3		
Médicos Anestesiólogos	73	46	35		79	35	13	2	24		213	94		
Médicos Psiquiatras	10	2	3		3	2			1	3	20	4		
Odontólogos especialistas (cirujano)	5		6				1	5	5		21	1		
Médicos Endocrinólogos			1		1		1		1		3	1		
Médicos Gastroenterólogos			2		1		2		2		5	2		
Médicos Cardiólogos	7	1	5		7	2	2	1	2		22	5		
Médicos en Rehabilitación	1	2	22		3	2			1	2	29	4		
Médicos Urologos	4	1	6		8	4	3	1	4		23	8		
Cirujanos plásticos y reconstructivos	2	1	2		1		1		3		8	2		
Médicos Neumólogos	3		3		4	1			1	1	12	1		
Médicos Neurólogos	1		1		1	1			1	5	9	1		
Médicos Oncólogos	3	1	3		2		2		5		13	3		
Médicos Hematólogos	1		2		3				1	7	7			
Médicos Urgenciólogos	33	11	12		73	38	13		1		119	62		
Médicos Ortopedistas	4	15	13						2	10	29	15		
Médicos Proctólogos	1								2		3			
Médicos Angiólogos	3		2		3	1	1		2		10	2		
Médicos Nefrólogos	1	2	4		10	2	3				15	7		
Médicos Reumatólogos	2		1		1				1		5			
Médicos Infectólogos	1	1			3						4	1		
Médicos Geriatras	2	1	4		4	2			4		14	3		
Médicos Genetistas					2						2			
Médicos Alergólogos	2		4				1		4		10	1		
Médicos Radiólogos	12	9	7				5	1	6		26	14		
Médicos otras especialidades	34	9	19		95	42	10		5		153	61		
Total personal médico en formación	307	68	145		142	106			214		808	174		
Total médicos en otras labores	72	38	24		49	37	15		12		157	90		
Médicos Epidemiólogos	7	3	1				1		2		10	4		
Médicos Anato-patólogos	7	1	1		7	3	1		4		19	5		

b) Enfermeras, técnicos y otros profesionales de la salud

La densidad total de enfermeras es ligeramente mayor en Tlaxcala (1.539 x 1000 hab.) que en Puebla (1.157 x 1000 hab.), salvo la densidad de enfermeras dedicadas a la investigación, enseñanza y otras actividades (**Figura 5.36**).

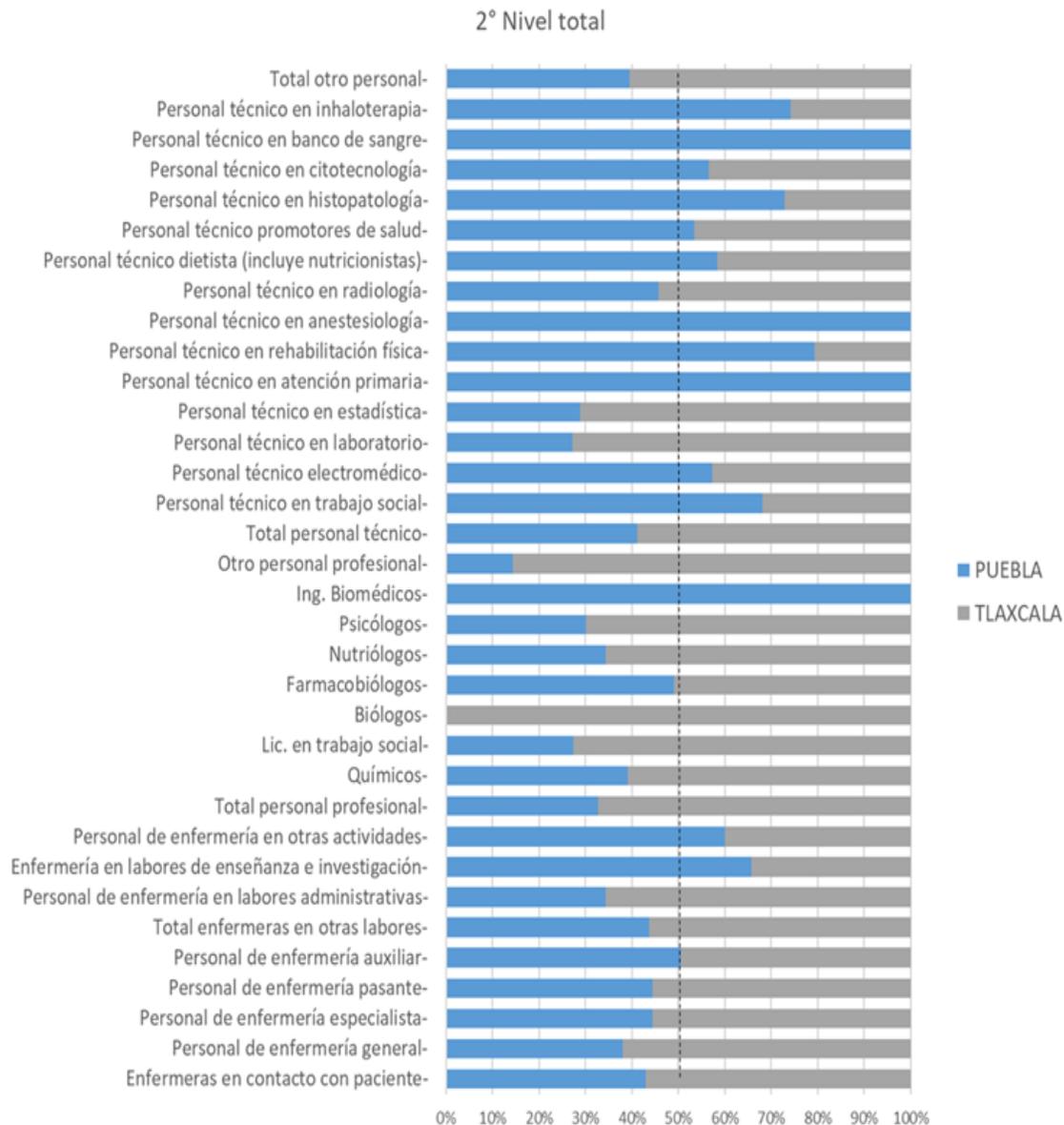


Figura 5.36. Densidad de profesionales y técnicos en salud en el SNA en Puebla y Tlaxcala.

En cuanto al personal técnico, se observa que en Tlaxcala no hay técnicos encargados de los bancos de sangre, ni tampoco personal técnico en anestesiología, en la atención primaria, y tampoco hay biomédicos (**Cuadro 5.18**). Y en el sistema de salud de Tlaxcala se registran densidades relativamente bajas de técnicos de inhaloterapia, histopatología, rehabilitación física, y trabajo social; mientras que Puebla hay una menor densidad de técnicos en estadística, de técnicos en laboratorios, de psicólogos, nutriólogos y licenciados en trabajo social.



Cuadro 5.18. Número de enfermeras, técnicos y otros profesionales de la salud en las unidades de SNA por institución.

	SSA		ESTATAL		IMSS		ISSSTE		SEDENA		UNIVERSITARIO		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Enfermeras en contacto con paciente	1240	838	441		1144	573		221	109		296		3230	1632
Personal de enfermería general	402	434	298		561	350		110	35		138		1434	894
Personal de enfermería especialista	128	87	65		220	76		57	39		10		462	220
Personal de enfermería pasante	101	74				7					69		170	81
Personal de enfermería auxiliar	609	243	78		363	140		54	35		79		1164	437
Total enfermeras en otras labores	68	40	32		136	55		31			20		256	126
Personal de enfermería en labores administrativas	46	39	31		33	24		31			19		129	94
Enfermería en labores de enseñanza e investigación	4	1									1		5	1
Personal de enfermería en otras actividades	18		1		103	31							122	31
Total personal profesional	114	172	53		92	70		17	3		68		330	259
Químicos	43	41	36		40	24		10	1		6		126	75
Lic. en trabajo social	27	52	10		36	20		5			3		76	77
Biólogos		1												1
Farmacobiólogos	1	19	2						1		44		48	19
Nutriólogos	14	16	2		10	7		1			7		33	24
Psicólogos	17	20	3		3	3		1	1		3		27	24
Ing. Biomédicos											3		3	
Otro personal profesional	12	23			3	16					2		17	39
Total personal técnico	227	114	119		489	343		45	22		62		919	502
Personal técnico en trabajo social	35	7	14		5	3		2	6		7		67	12
Personal técnico electromédico					6	2					1		7	2
Personal técnico en laboratorio	52	39	3		55	51		26	3				113	116
Personal técnico en estadística	14	19			17	14			1		3		35	33
Personal técnico en atención primaria	1		4										5	
Personal técnico en rehabilitación física	23	1	20		18	6			4		5		70	7
Personal técnico en anestesiología											24		24	
Personal técnico en radiología	38	23	2		31	19		8	4		17		92	50
Personal técnico dietista (incluye nutricionistas)	11	5	44		21	12		4	1				77	21
Personal técnico promotores de salud	3					1							3	1
Personal técnico en histopatología	1		5		5	2					3		14	2
Personal técnico en citotecnología	3		3		11	3		2					17	5
Personal técnico en banco de sangre	19												19	
Personal técnico en inhaloterapia	15	1	6		23	5			1				45	6
Total otro personal	906	724	395		578	371		194	18		245		2142	1289

5.4. SITUACIÓN DEL TERCER NIVEL DE ATENCIÓN (TNA)

5.4.1 Hospitales del Tercer Nivel de Atención

En la **Figura 5.37** se puede observar que, de los ocho hospitales de 3° nivel, seis se localizan en Puebla (en el municipio de Puebla y San Andrés Cholula) y dos en Tlaxcala (ambos en el municipio de Apetatitlán) (CLUES, 2021). De estos ocho, solo dos se encuentran acreditadas para la atención médica oncológica en menores de 20 años: el Hospital para el Niño Poblano y el Hospital infantil de Tlaxcala.

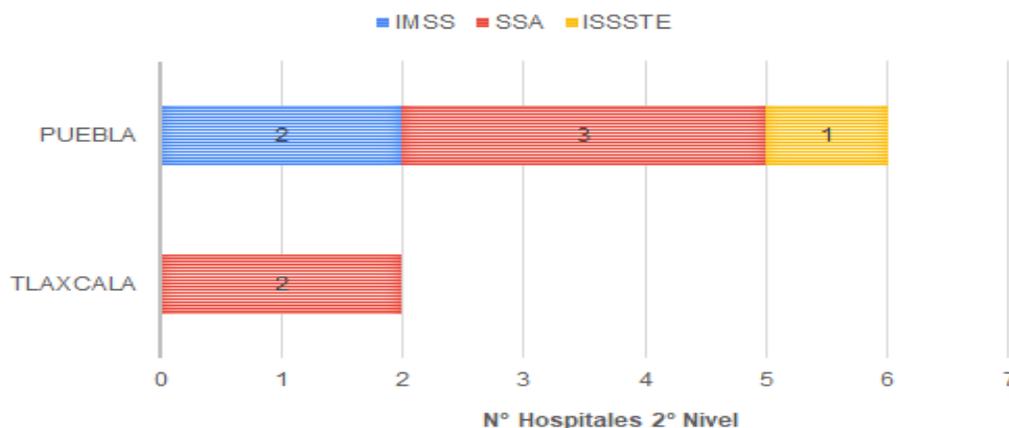


Figura 5.37. Hospitales públicos de 3° nivel en operación en la CAA.

A continuación, se enlistan los hospitales públicos de 3° nivel que hay en la CAA.

- Hospital de la Mujer (SSA Tlaxcala)
- Hospital Infantil de Tlaxcala (SSA Tlaxcala)
- Hospital de la Mujer (SSA Puebla)
- Hospital de Traumatología y Ortopedia Puebla (IMSS)
- Hospital de Traumatología y Ortopedia Doctor y General Rafael Moreno Valle (SSA)
- Hospital Regional Puebla de Alta Especialidad (ISSSTE)
- Hospital de Especialidades en Puebla CMN (IMSS)
- Hospital Para El Niño Poblano (SSA)

Desde el 2010 se crearon tres hospitales del TNA: en Tlaxcala, el Hospital de la Mujer y en Puebla el Hospital para el Niño Poblano y el de Traumatología y Ortopedia Doctor y General Rafael Moreno Valle.

1. Infraestructura (áreas, consultorios y camas)

a) Áreas hospitalarias

En Tlaxcala, los hospitales carecen de áreas como banco de sangre, neonatología, radioterapia, cirugía ambulatoria y medicina física y rehabilitación. Además, no disponen de unidades de cuidados intermedios ni unidades especializadas en pacientes quemados (**Cuadro 5.19**).

No obstante, es importante destacar que la densidad de cunas para recién nacidos y unidades de cuidados intensivos es mayor en esta entidad federativa en comparación con Puebla (**Figura 5.38**). En la CAA el tratamiento oncológico con radiación se presta en un hospital del IMSS (Puebla).



Cuadro 5.19. Número de áreas hospitalarias en las unidades de TNA por institución.

	SSA		IMSS		ISSSTE		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Área de Hospitalización-	3	2	2		1		6	2
Área de Unidad Quirúrgica-	3	2	2		1		6	2
Unidad de Cuidados Intensivos-	3	2	2		1		6	2
Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales-	2	2			1		3	2
Unidad de Cuidados intermedios-	3						3	
Servicio de Medicina Física y Rehabilitación-	2		1		1		4	
Área de Cirugía Ambulatoria-			2				2	
Área de Hemodiálisis-	1	1	1		1		3	1
Área de radioterapia -			1				1	
Área de quimioterapia-	1	1	1		1		3	1
Área de Unidad de Quemados-	1		1				2	
Área de Laboratorio Clínico-	3	2	2		1		6	2
Área de urgencias-	3	2	1		1		5	2
Área de Tocología y Tococirugía-	1	1			1		2	1
Área de Neonatología y Cunero-	1				1		2	
Área de Banco de Sangre-	2		1		1		4	
Quirófanos-	11	6	17		5		33	6
Salas de expulsión-	3	1			1		4	1
Cunas para recién nacido sano-	45	48			4		49	48

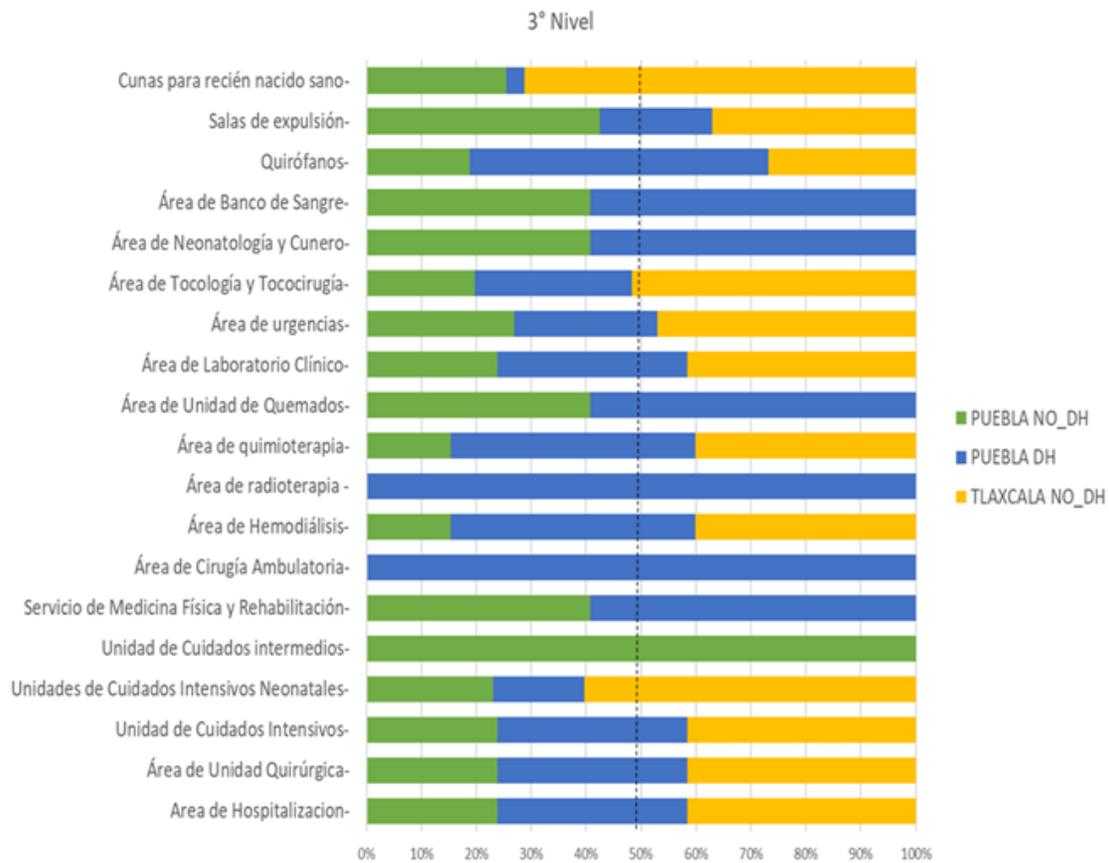


Figura 5.38. Densidad de áreas hospitalarias en las unidades de TNA.

b) Consultorios

En relación con los consultorios, no hay consultorios para 16 especialidades en Tlaxcala, como, por ejemplo, de urología, reumatología, neumología, epidemiología, dermatología, angiología, alergología, entre otras (**Cuadro 5.20**).

Cuadro 5.20: Número de consultorios en las unidades de TNA por institución.

	SSA		IMSS		ISSSTE		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Total consultorios-	80	33	78		60		218	33
Consultorios de Estomatología-	5	4			2		7	4
Consultorios de Planificación Familiar-		1						1
Consultorios de Cirugía Maxilo Facial-	1		2		2		5	
Consultorios de Alergología-	1		2		1		4	
Consultorios de Angiología-	1		1		1		3	
Consultorios de Cardiología-	2	1	4		1		7	1
Consultorios de Cirugía General y Cirugía-	2	1	5		3		10	1
Consultorios de Dermatología-	1				1		2	
Consultorios de Endocrinología-	2	1	1		1		4	1
Consultorios de Epidemiología-	1						1	
Consultorios de Gastroenterología-	1	1	3		1		5	1
Consultorios de Gineco-Obstetricia-	7	2			2		9	2
Consultorios de Hematología-	1	1	3		1		5	1
Consultorios de Infectología-	1	1					1	1
Consultorios de Medicina de Rehabilitación-	4		3		1		8	
Consultorios de Medicina del Dolor-	2				1		3	
Consultorios de Medicina Interna-	3		1		2		6	
Consultorios de Nefrología-	1	1	2		1		4	1
Consultorios de Neumología-	1				2		3	
Consultorios de Neurología-	1	1	2		1		4	1
Consultorios de Nutrición-	1	2			1		2	2
Consultorios de Oftalmología-	3		3		2		8	
Consultorios de Oncología-	2	1	5		2		9	1
Consultorios de Ortopedia-	1	1			3		4	1
Consultorios de Otorrinolaringología-	1		2		2		5	
Consultorios de Pediatría-	2	2	6		1		9	2
Consultorios de Proctología-			1				1	
Consultorios de Psicología-	1	2	1		1		3	2
Consultorios de Psiquiatría-	2	2	1		1		4	2
Consultorios de Reumatología-	1		2				3	
Consultorios de Urología-	1		3				4	
Consultorios de Traumatología-	5		6				11	
Consultorios en área de urgencias-	10	5	2		5		17	5
Consultorios de valoración-			1				1	
Consultorios de Otras Especialidades-	12	3	16		18		46	3

No obstante, Tlaxcala se destaca por la densidad de consultorios en nutrición, infectología, planificación familiar y psicología (**Figura 5.39**). Esto se relaciona con el hecho de que el hospital de Tlaxcala del TNA es para la mujer. Además, se puede observar que la densidad total de consultorios en los hospitales del sector de la seguridad social en Puebla es al

menos el doble en comparación con los hospitales públicos dirigidos a la población en general.

Aunque en Puebla hay consultorios de casi todas las especialidades médicas en los hospitales públicos para la población abierta, la densidad es relativamente menor con respecto a la densidad de consultorios en los hospitales poblanos de seguridad social, aunque cuenta con un consultorio de Epidemiología e Infectología. Sin embargo, al comparar la densidad de consultorios entre los hospitales del IMSS y el ISSSTE de Puebla, se aprecia que en el IMSS hay más consultorios de oncología, y cuenta con consultorios de urología, reumatología y proctología.

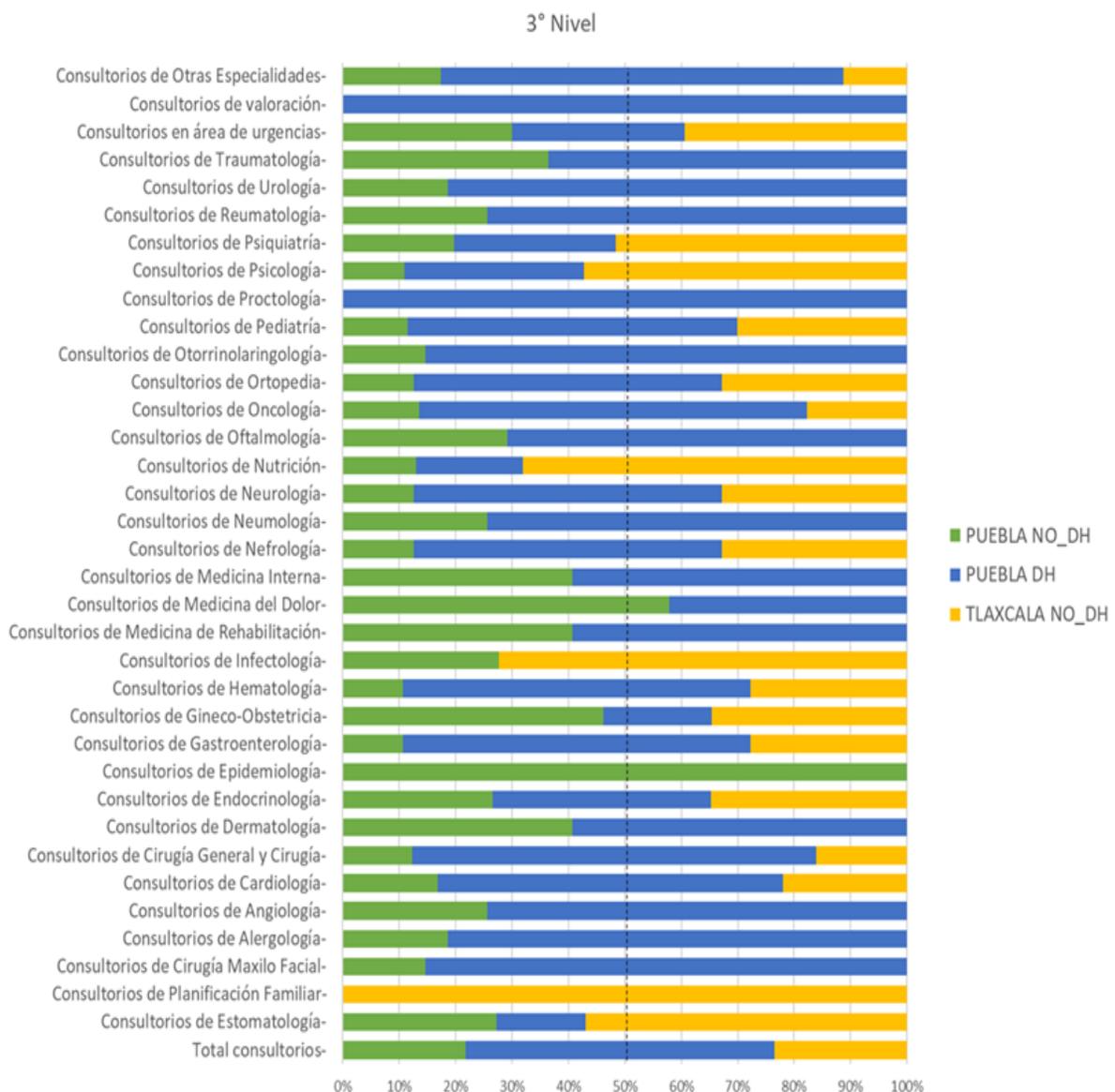


Figura 5.39. Densidad de consultorios en las unidades de TNA.

c) Camas

En Tlaxcala no se disponen de camas para 21 especialidades médicas (64%); tales como oncología, urología, reumatología, trasplante de médula ósea, neumología, neurología, gastroenterología, cardiología, angiología, entre otras. No obstante, se cuenta con un mayor número de camas en las áreas de pediatría, aislados y recuperación posparto (**Cuadro 5.21**). En Puebla, se observa una mayor diversidad y cantidad de camas en los hospitales del IMSS en comparación con los del ISSSTE.

La densidad total de camas en los hospitales del sector de seguridad social es al menos tres veces mayor en comparación con los hospitales públicos de la SSA (**Figura 5.40**). La densidad de camas para la población derechohabiente en Tlaxcala presenta, en general, un mayor déficit, aunque cuenta con una mayor densidad de camas de pediatría, aislados y recuperación postparto en comparación con Puebla.

Cuadro 5.21. Número de camas en las unidades de TNA por tipo de institución.

	SSA		IMSS		ISSSTE		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Total camas en área de hospitalización-	207	100	437		152		796	100
Camas de aislados-	19	27					19	27
Camas de Angiología-			4				4	
Camas de Cardiología-			30				30	
Camas de Cirugía General y Reconstructiva-	20		46		57		123	
Camas de Gastroenterología-			20				20	
Camas de Gineco-Obstetricia-	45	28			20		65	28
Camas de Hematología-	12		39				51	
Camas de Medicina Interna-	14		5		55		74	
Camas de Nefrología-	3		25				28	
Camas de Neumología-			3				3	
Camas de Neurología-			5				5	
Camas de Oftalmología-			5				5	
Camas de Oncología-	13		12				25	
Camas de Ortopedia-	4						4	
Camas de Otorrinolaringología-			5				5	
Camas de Pediatría-		29	23				23	29
Camas de Proctología-			12				12	
Camas de Reumatología-			3				3	
Camas de Urología-			14				14	
Camas de Traumatología-	40		80				120	
Camas de otras especialidades en hospitalización-	1	16	106		20		127	16
Total camas en otras áreas (No hospitalización)-	170	51	103		52		325	51
Camas en recuperación postquirúrgica-	24	12	24		9		57	12
Camas en U. de Cuidados Intensivos (pediátricas y adulto)-	19	12	26		11		56	12
Camas en U. de Cuidados Intermedios (pediátricas y adulto)-	57						57	
Camas de recuperación en cirugía ambulatoria-			4				4	
Camas en quimioterapia aplicación hospitalizada-		8	14				14	8
Camas de quemados-	6						6	
Camas en unidad de trasplante de médula ósea-	4						4	
Camas en área de Urgencias-	12	6	35		24		71	6
Camas de observación en área de curaciones-	36	4					36	4
Camas en área de labor de parto-	6	6			8		14	6
Camas en área de recuperación postparto-	6	3					6	3

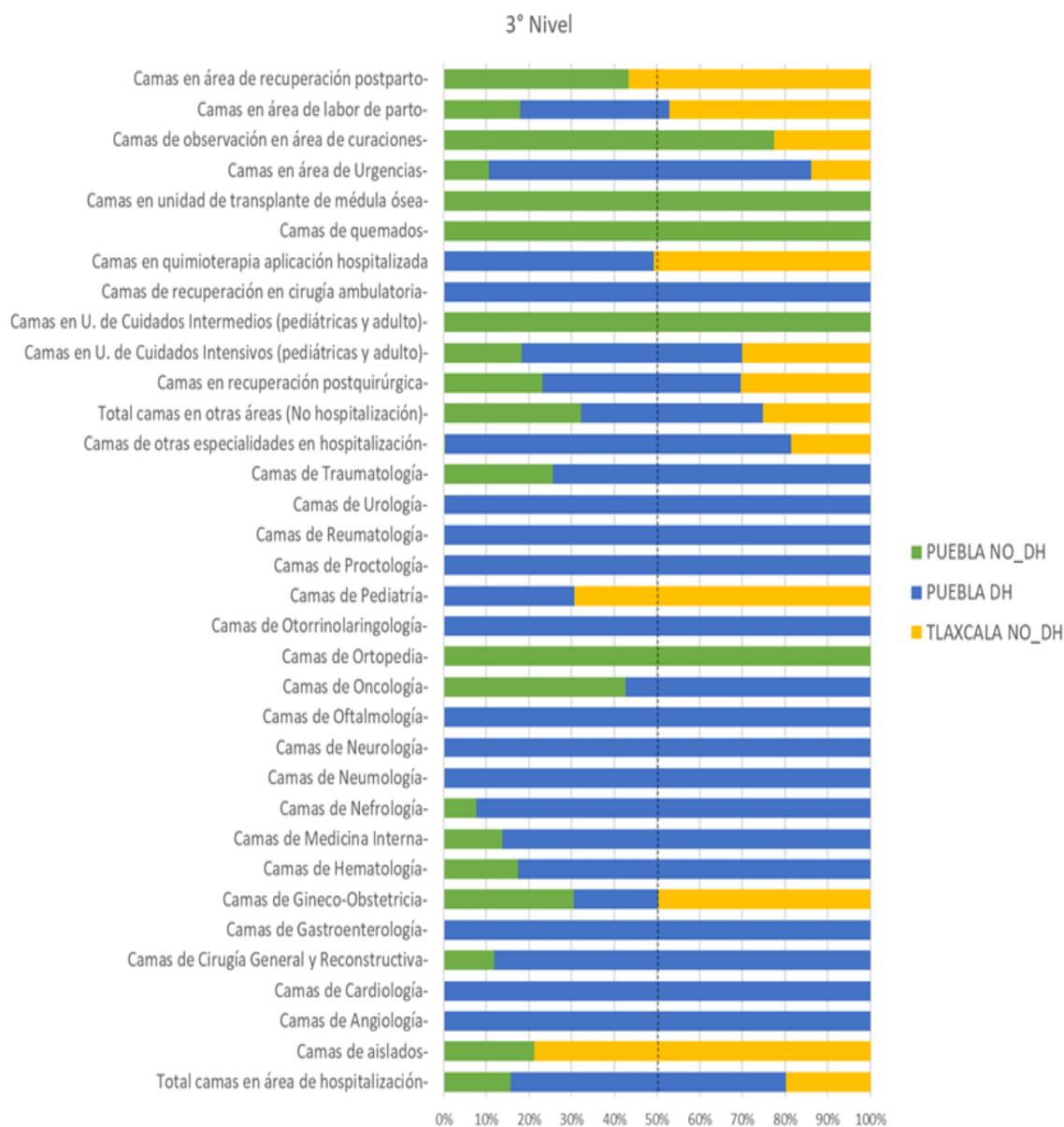


Figura 5.40. Densidad de camas en las unidades de TNA.

2. Equipos médicos

Los hospitales del TNA en Puebla presentan un equipamiento superior en comparación con los hospitales de Tlaxcala, a excepción de los equipos pediátricos como cunas de calor radiante e incubadoras (**Cuadro 5.22**). Sin embargo, en los hospitales públicos del sector de la SSA en Puebla no se disponen de equipos de hemodiálisis, aceleradores lineales ni mastógrafos. Tampoco se encuentran mastógrafos, aceleradores lineales, resonancia magnética y tomógrafos computados en Tlaxcala (**Figura 5.41**). Al comparar los hospitales

del IMSS y del ISSSTE ubicados en Puebla, se puede observar que los del ISSSTE cuentan con un equipamiento más completo, a excepción de la falta de aceleradores lineales.

Cuadro 5.22. Número de equipos médicos en las unidades de TNA.

	SSA		IMSS		ISSSTE		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Aceleradores lineales-			2				2	
Cunas de calor radiante-	28	40			6		34	40
Incubadoras-	12	31			8		20	31
Mastógrafos (analógico y digital)-			1		1		2	
Equipos de resonancia magnética-	2		1		2		5	
Tomógrafos computados-	2		2		1		5	
U. de hemodiálisis (ósmosis inversa y pediátrica)-		1	4		8		12	1
Ultrasonido-	21	11	5		13		39	11
Electrocardiógrafos-	15	3	5		41		61	3
Electroencefalógrafos-	1	2	2		2		5	2

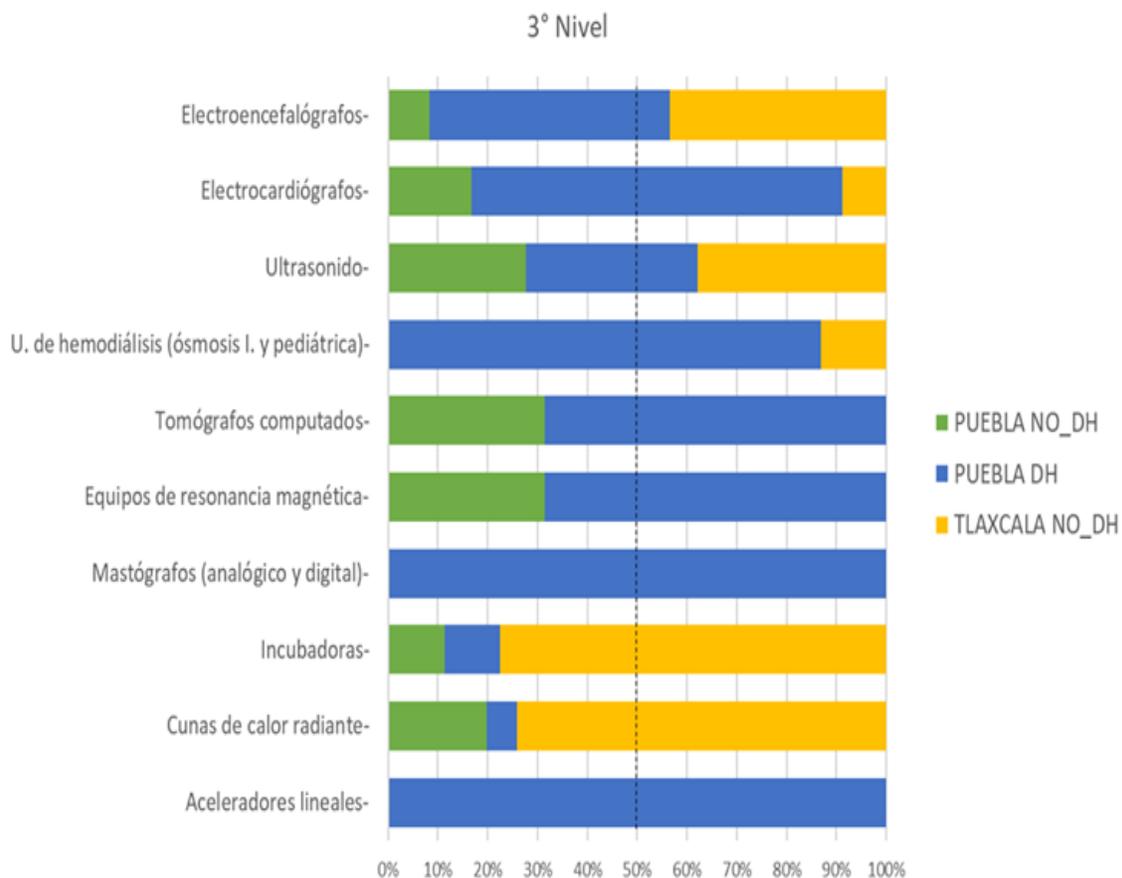


Figura 5.41. Densidad de equipos médicos en las unidades de TNA.

3. Personal de salud (médicos, enfermeras, técnicos y otros profesionales)

a) Médicos

En Tlaxcala, no se cuenta con médicos de 15 especialidades, como neumólogos, hematólogos, dermatólogos, angiólogos, reumatólogos, alergólogos, entre otros. Además, no hay registros de médicos en formación en Tlaxcala. Es importante destacar que en Puebla, el número de médicos en el ISSSTE supera al del IMSS (**Cuadro 5.23**).

Cuadro 5.23. Personal de salud en las unidades de TNA por tipo de institución.

	SSA		IMSS		ISSSTE		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Total médicos-	356	150	329		332		1017	150
Médicos Generales-	66	37			23		89	37
Médicos Familiares-					7		7	
Pediatras-	60	26	10		25		95	26
Ginecoobstetras-	21	21			21		42	21
Médicos Cirujanos-	24	15	16		35		75	15
Médicos Internistas-	9	2	21		21		51	2
Médicos Oftalmólogos-	3	1	6		6		15	1
Médicos Otorrinaringólogos-	2		5		4		11	
Médicos Traumatólogos-	18		47		7		72	
Médicos Dermatólogos-	1				2		3	
Médicos Anestesiólogos-	48	16	55		34		137	16
Médicos Psiquiatras-	1	1			2		3	1
Odontólogos especialistas (cirujano)-	3	1			4		7	1
Médicos Endocrinólogos-	3	1	3		3		9	1
Médicos Gastroenterólogos-	3	1	6		2		11	1
Médicos Cardiólogos-	3	4	8		5		16	4
Médicos en Rehabilitación-	3		6		2		11	
Médicos Urólogos-	2	1	7		5		14	1
Cirujanos plásticos y reconstructivos-	2	1	6		2		10	1
Médicos Neumólogos-	1		1		2		4	
Médicos Neurólogos-	4	3	3		2		9	3
Médicos Oncólogos-	3	2	3		9		15	2
Médicos Hematólogos-	2		3		3		8	
Médicos Urgenciólogos-	9		1		34		44	
Médicos Ortopedistas-	4	2			8		12	2
Médicos Proctólogos-			3				3	
Médicos Angiólogos-	1		3		3		7	
Médicos Nefrólogos-	2	2	4		7		13	2
Médicos Reumatólogos-	1		1		2		4	
Médicos Infectólogos-	2	2			1		3	2
Médicos Geriatras-			1		3		4	
Médicos Genetistas-	2	1					2	1
Médicos Alergólogos-	2		3		2		7	
Médicos Radiólogos-	8	1	7		15		30	1
Médicos otras especialidades-	38	7	100		30		168	7
Total personal médico en formación-	170		349		7		526	
Total médicos en otras labores	41	16	62		18		121	16
Médicos Epidemiólogos	1				1		2	
Médicos Anatómo-patólogos	4	1	5		4		13	1

La densidad de médicos es dos veces mayor en los hospitales de la seguridad social de Puebla que en los públicos para la población abierta (**Figura 5.42**). En general, en Tlaxcala hay una menor densidad de médicos en el TNA con respecto a Puebla.

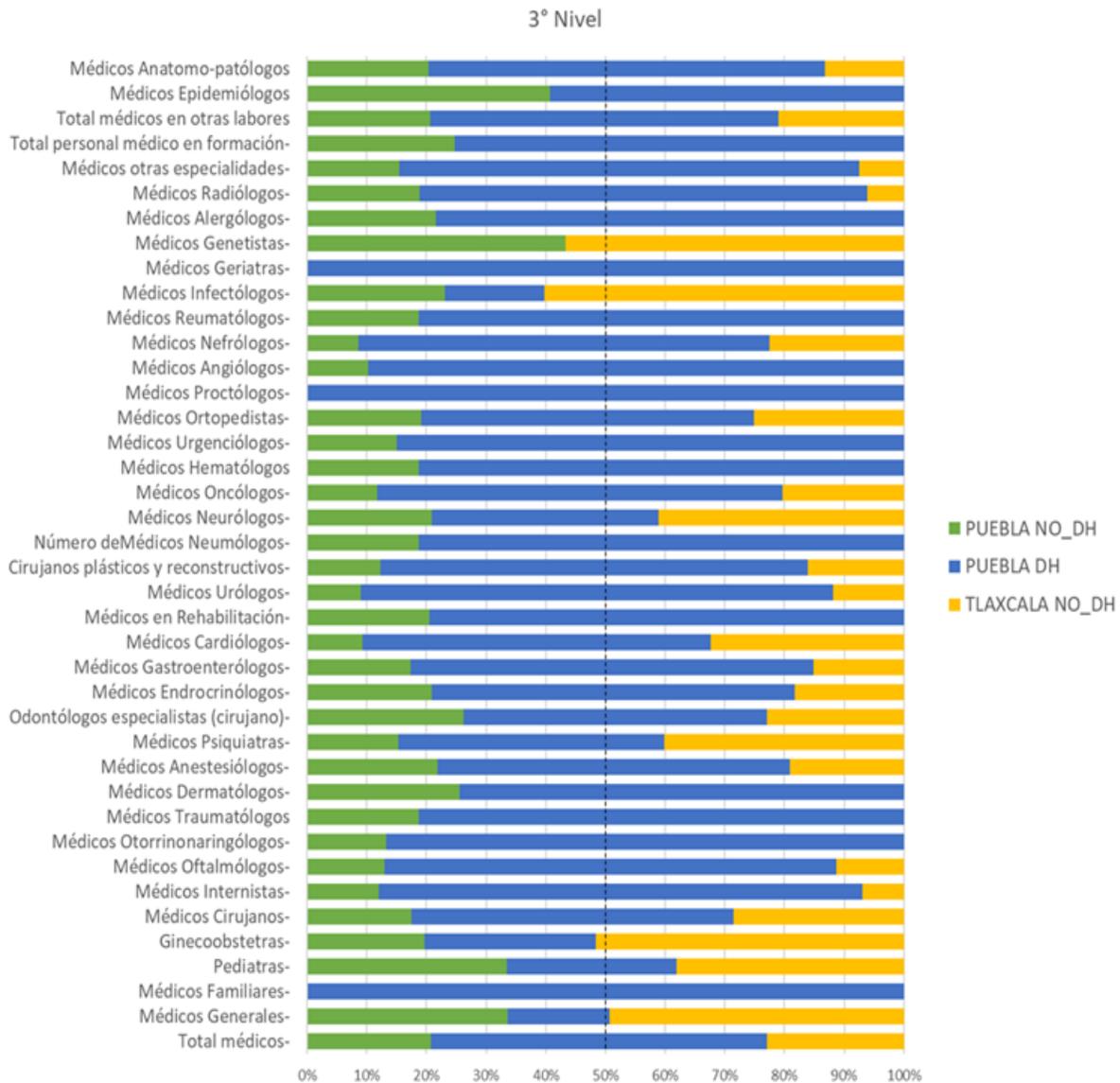


Figura 5.42. Densidad de personal de salud en las unidades de TNA.

b) Enfermeras, técnicos y otros profesionales de la salud

Al comparar Puebla y Tlaxcala, se observa que hay una mayor variedad de personal en Puebla que en Tlaxcala. No hay promotores en salud en ninguno de los estados, ni personal en anestesiología (**Cuadro 5.24**).



Cuadro 5.24. Profesionales y técnicos en las unidades de TNA por tipo de institución.

	SSA		IMSS		ISSSTE		TOTAL	
	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA	PUEBLA	TLAXCALA
Enfermeras en contacto con paciente-	831	318	818		489		2138	318
Personal de enfermería general-	453	139	364		234		1051	139
Personal de enfermería especialista-	158	47	147		106		411	47
Personal de enfermería pasante-	17						17	
Personal de enfermería auxiliar-	203	132	307		149		659	132
Total enfermeras en otras labores-	52	33	119		62		233	33
Personal de enfermería en labores administrativas-	49	18	33		62		144	18
Enfermería en labores de enseñanza e investigación-	2						2	
Personal de enfermería en otras actividades-	1	15	86				87	15
Total personal profesional-	229	64	101		35		365	64
Químicos-	82	5	57		20		159	5
Lic. en trabajo social-	33	22	28		11		72	22
Biólogos-	5						5	
Farmacobiólogos-	7	9					7	9
Nutriólogos-	22	11	10				32	11
Psicólogos-	13	5	3		3		19	5
Ing. Biomédicos-			2				2	
Otro personal profesional-	67	12	1		1		69	12
Total personal técnico-	141	34	486		128		755	34
Personal técnico en trabajo social-	16	1	1				17	1
Personal técnico electromédico-		1	29		3		32	1
Personal técnico en laboratorio-	11	4	34		33		78	4
Personal técnico en estadística-	1	2	12				13	2
Personal técnico en atención primaria-		2						2
Personal técnico en rehabilitación física-	11	1	18		12		41	1
Personal técnico en anestesiología-								
Personal técnico en radiología-	34	7	48		16		98	7
Personal técnico dietista (incluye nutricionistas)-	2	2	19		4		25	2
Personal técnico promotores de salud-								
Personal técnico en histopatología-	1	1	4				5	1
Personal técnico en citotecnología-					4		4	
Personal técnico en banco de sangre-	2						2	
Personal técnico en inhaloterapia-	9		13		1		23	
Total otro personal-	404	208	367		399		1170	208

La densidad de enfermeras en contacto con el paciente y de personal técnico es mayor en hospitales de la seguridad social; mientras que la densidad de profesional en salud es ligeramente mayor en los hospitales públicos (**Figura 5.43**).

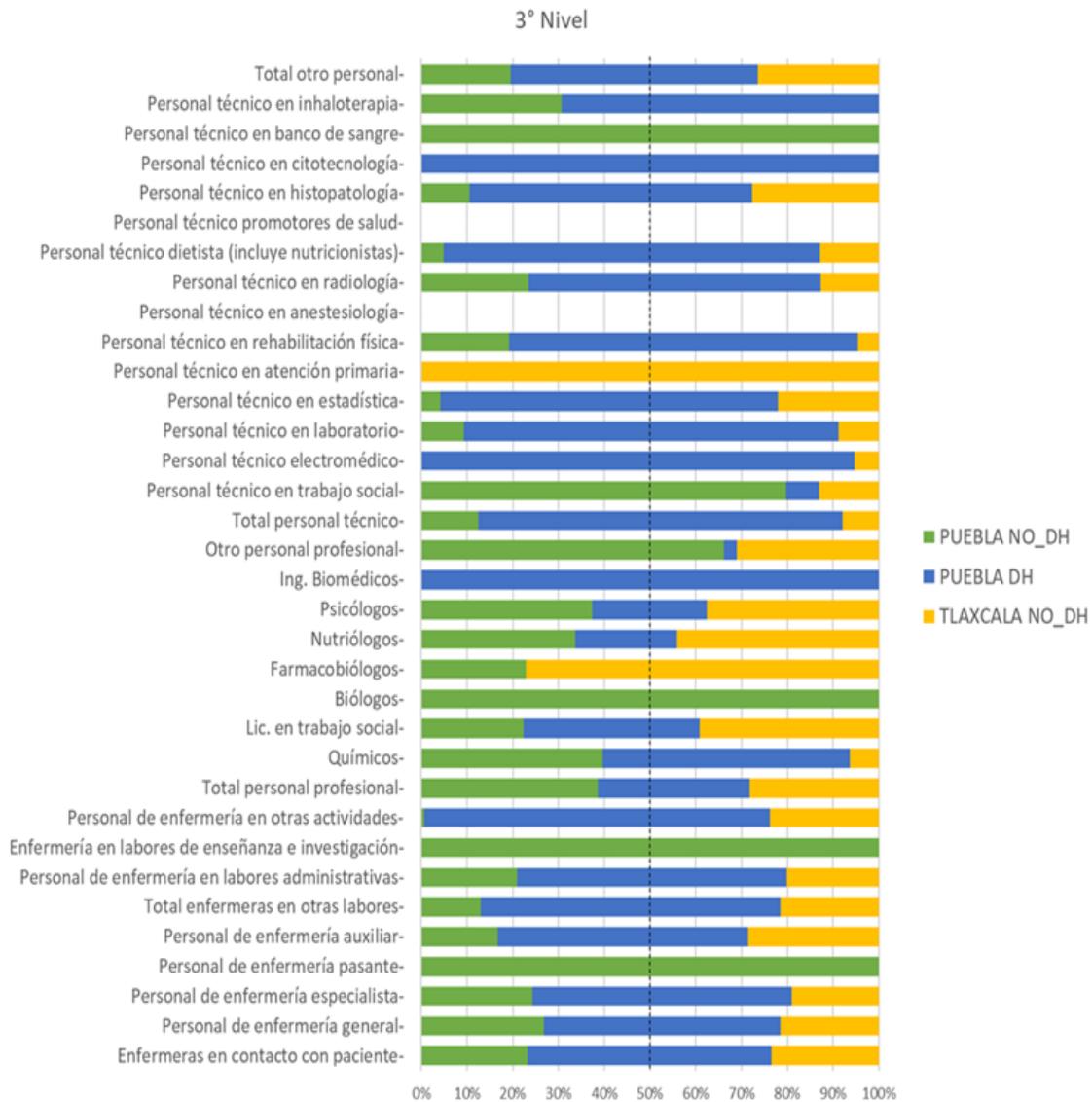


Figura 5.43. Densidad de profesionales y técnicos de la salud en las unidades de TNA.

5.4.2. Hospitales infantiles de TNA (SSA)

1. Infraestructura (áreas, consultorios y camas)

a) Áreas hospitalarias

En la **Figura 5.44** se puede observar que en general, el Hospital Infantil de Tlaxcala tiene una mayor densidad de áreas hospitalarias con respecto al Hospital para el Niño Poblano. Sin embargo, el hospital de Tlaxcala no dispone de tres áreas: banco de sangre, de medicina física y rehabilitación y de unidades de cuidados intermedios.

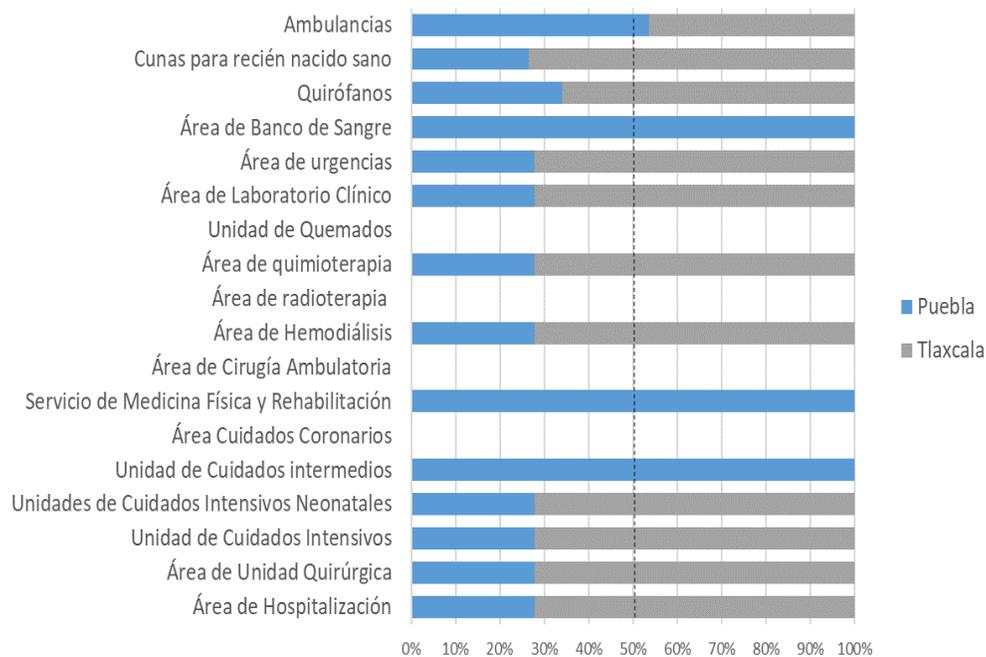


Figura 5.44. Densidad de áreas hospitalarias en los hospitales infantiles del TNA.

b) Consultorios

En general, hay una mayor densidad de consultorios en el hospital de Tlaxcala (consultorios x 1000 hab.), sin embargo, en dicho hospital no hay consultorio de 13 especialidades, entre las que se incluyen, especialidades prioritarias en función del perfil de enfermedades como, neumología, alergología, epidemiología, de cirugía maxilo-facial y de otorrinolaringología, en virtud de que el labio leporino y paladar hendido figuran entre los defectos congénitos de mayor incidencia dentro del grupo (**Figura 5.45**).

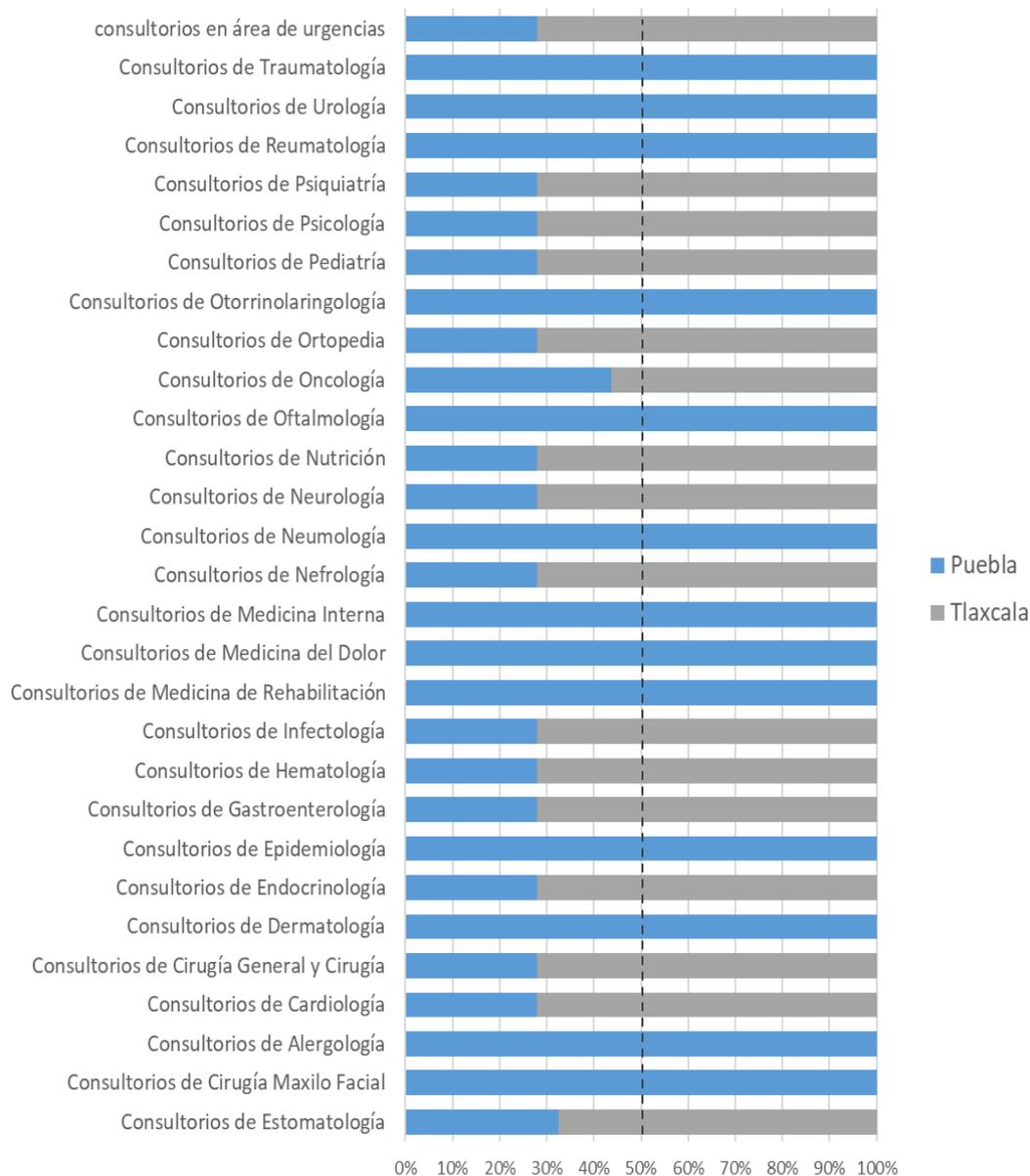


Figura 5.45. Densidad de consultorios en los hospitales infantiles del TNA de Puebla.

c) Camas

En cuanto al total de camas, la densidad es similar entre hospitales (**Figura 5.46**); sin embargo, hay un déficit de camas de diversas especialidades en ambos hospitales. Entre las que están ausentes y son potencialmente requeridas son las de neurología, neumología, gastroenterología y cardiología. En Tlaxcala no hay camas de oncología, nefrología, hematología, aun cuando el cáncer infantil y la enfermedad renal son de las que más afectan a los menores de edad.

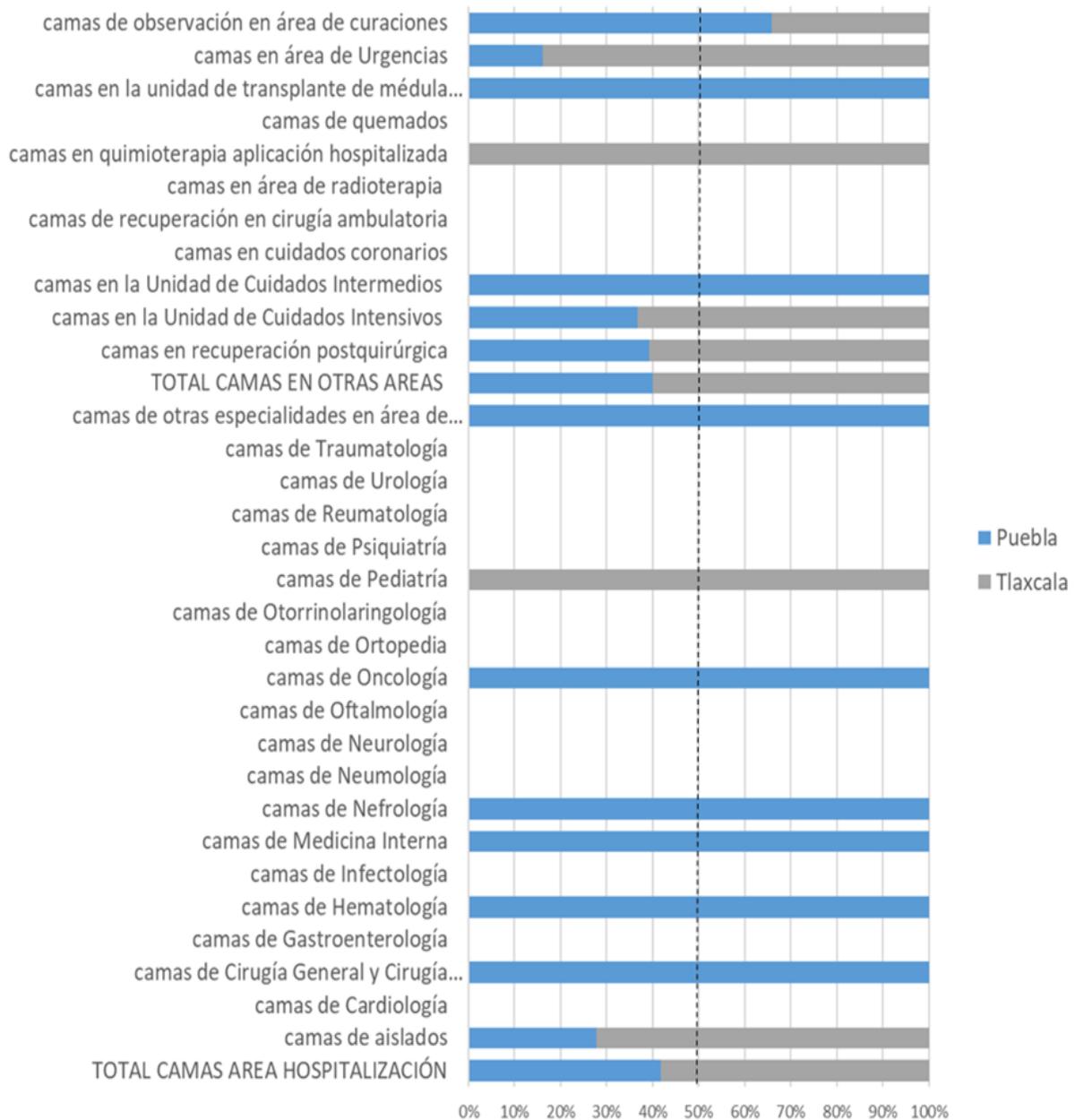


Figura 5.46. Densidad de camas en los hospitales infantiles del TNA en Puebla y Tlaxcala.

2. Equipos médicos

En cuanto a equipos médicos en Tlaxcala no hay tomógrafos computados ni equipos de resonancia magnética; mientras que en Puebla no hay unidades de hemodiálisis. Y en ninguno de los dos hospitales hay aceleradores lineales (**Figura 5.47**).

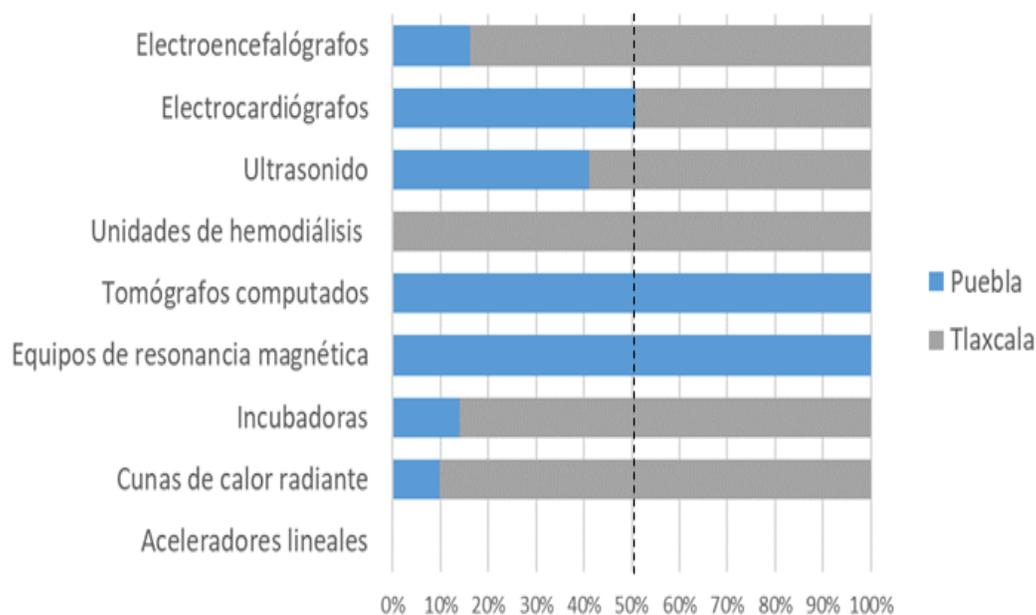


Figura 5.47. Densidad de equipo médico en hospitales infantiles de las unidades de TNA.

3. Personal de salud (médicos, enfermeras, técnicos y otros profesionales)

a) Médicos

La densidad total de médicos es comparable entre ambos hospitales, aunque ligeramente mayor en Tlaxcala (**Figura 5.48**).

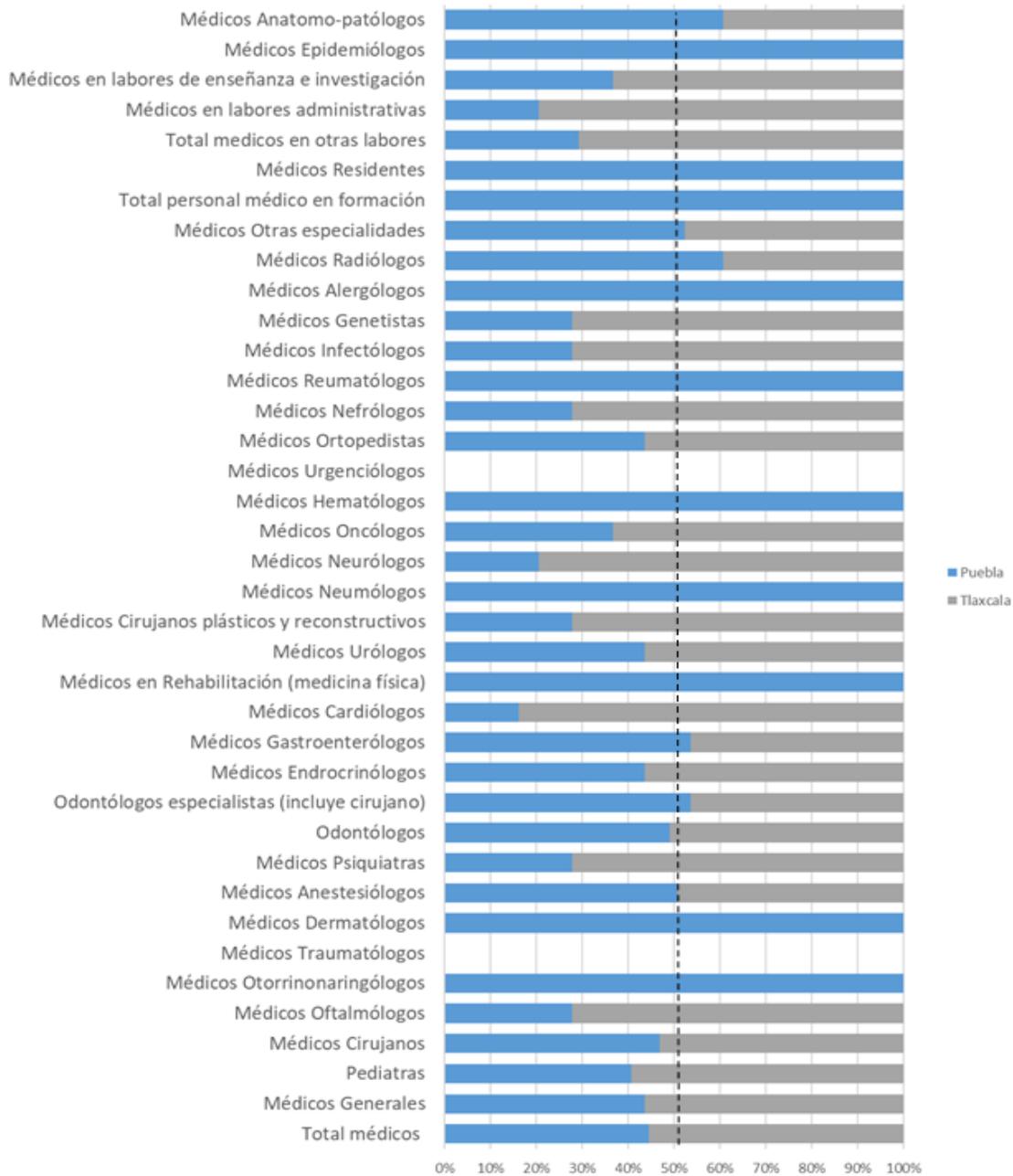


Figura 5.48. Densidad de equipos médicos en hospitales infantiles del TNA.

En el hospital infantil de Tlaxcala, no hay médicos de 8 especialidades, entre los que figuran los hematólogos, alergólogos, epidemiólogos, neumólogos, otorrinolaringólogos. En Puebla hay una densidad relativamente baja de médicos cardiólogos, neurólogos, nefrólogos, oftalmólogos. Sin embargo, en enero del 2023 se inició la construcción de una unidad de cardiología pediátrica dentro del Hospital para el Niño Poblano y la ampliación de oncología.

b) Enfermeras, técnicos y otros profesionales de la salud

La densidad de enfermeras es similar en ambas entidades federativas (**Figura 5.49**). Sin embargo, en general, la densidad de técnicos y personal profesional es mayor en Tlaxcala. A pesar de esto, se registra una falta de personal en algunos cargos específicos.

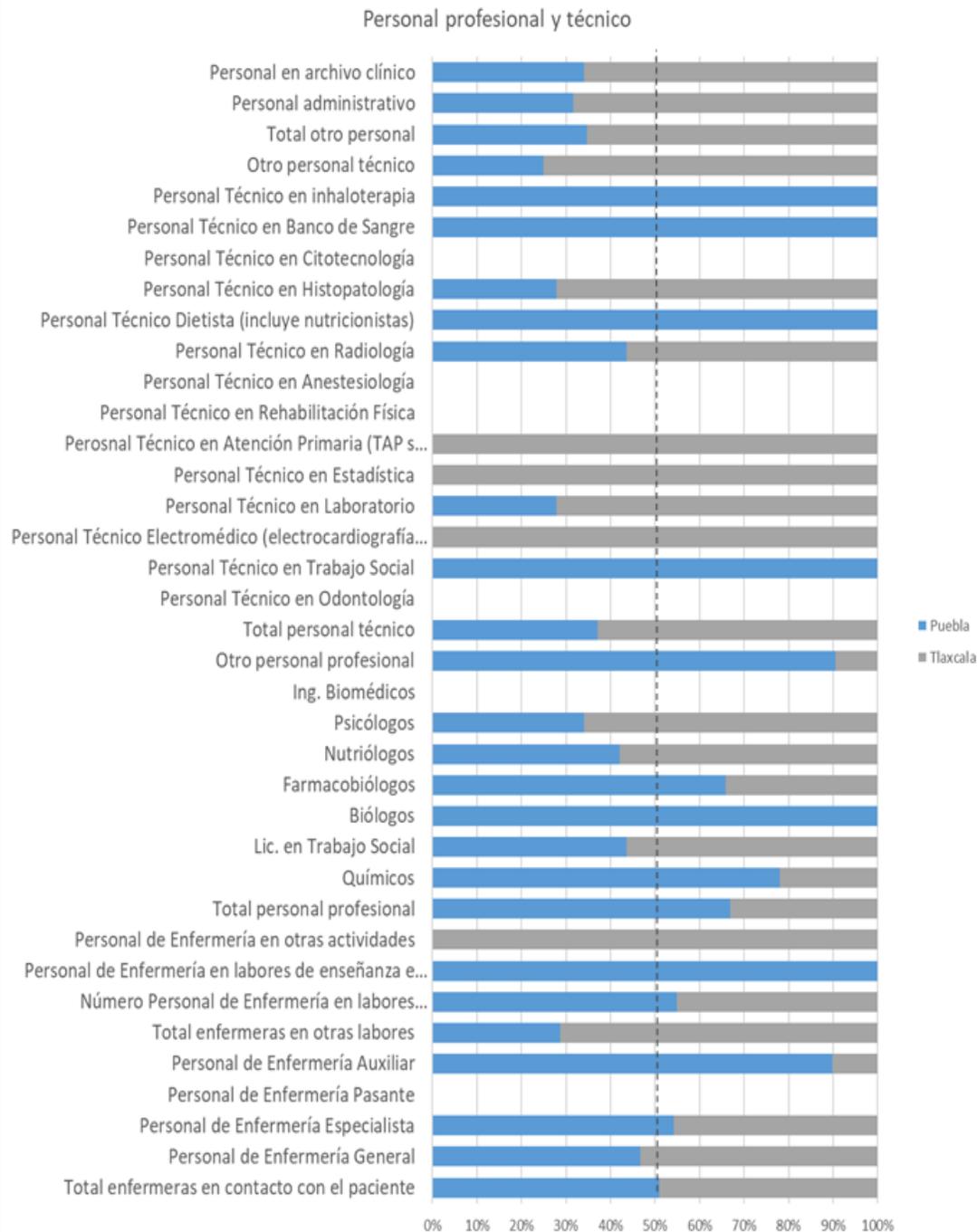


Figura 5.49. Densidad de personal médico en hospitales infantiles de las unidades de TNA.

5.5. EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD GLOBAL DE RECURSOS EN SALUD A TRAVÉS DEL ÍNDICE DE DENSIDAD DE RECURSOS PARA LA SALUD (IDRS)

Se calculó el Índice de Densidad de Recursos para la Salud IDRS para conocer la concentración de recursos para la salud que hay en la cuenca del Alto Atoyac, para el año 2020. Los cálculos se hicieron de manera separada por entidad federativa, considerando los municipios de Puebla y de Tlaxcala dentro de la cuenca del Alto Atoyac. Es preciso señalar que el índice incluye los tres niveles de atención. Se realizaron comparaciones de los Índices de Densidad de Recursos IDRS entre entidades federativas y entre los sistemas de salud pública y de seguridad social. El IDRS es una medida estadística que relaciona el número de recursos de salud existentes con la población potencialmente beneficiaria (Ochoa-Moreno, 2017).

Al comparar el IDRS entre Puebla y Tlaxcala, considerando tanto los datos de los establecimientos públicos de salud que prestan servicio a la población en general como los de la seguridad social, se observa que los índices son similares, aunque ligeramente superiores en Tlaxcala (**Cuadro 5.25**). Esto sugiere que Tlaxcala cuenta con una mayor disponibilidad de recursos para atender las necesidades sanitarias de su población en comparación con Puebla.

Cuadro 5.25. Índices de Densidad de Recursos de Puebla y Tlaxcala.

Entidades	IDRS
Puebla	85.35
Tlaxcala	86.83

En el **Cuadro 5.26** se observa que en general en Tlaxcala hay una mayor densidad de personal e infraestructura, pero no de equipos médicos, por ejemplo, no hay equipos de resonancia magnética ni aceleradores lineales. Asimismo, en Tlaxcala la densidad de personal de salud es relativamente mayor que en Puebla.

Cuadro 5.26. Densidad de recursos para la salud de Puebla y Tlaxcala.

Recursos para la Salud	PUEBLA	TLAXCALA
<i>Total Consultorios</i>	15.196	20.000
<i>Total Camas en el área de Hospitalización</i>	5.000	3.729
<i>Total Camas en otras áreas</i>	3.588	5.000
Total Infraestructura (30%)	23.785	28.729
<i>Área de Laboratorio Clínico</i>	1.528	2.000
<i>Quirófanos</i>	2.000	1.673
<i>Aceleradores lineales</i>	3.000	0.000
<i>Incubadoras</i>	1.518	2.000
<i>Mastógrafos (analógico y digital)</i>	1.019	2.000
<i>Equipos de resonancia magnética</i>	3.000	0.000
<i>Tomógrafos computados</i>	3.000	1.963
<i>Unidades de hemodiálisis</i>	1.273	2.000
<i>Ultrasonido</i>	3.000	2.767
<i>Litotriptores</i>	0.000	0.000
<i>Electrocardiógrafos</i>	3.000	2.668
<i>Electroencefalógrafos</i>	3.000	2.356
Total equipos médicos (30%)	25.338	19.428
<i>Total médicos en contacto con el paciente</i>	17.747	20.000
<i>Total enfermeras en contacto con el paciente</i>	9.779	10.000
<i>Total personal profesional</i>	3.704	5.000
<i>Total personal técnico</i>	5.000	3.672
Personal de salud (40%)	36.230	38.672
Total (100%)	85.353	86.829

Sin embargo, al hacer las comparaciones de manera discriminada por tipo de instituciones, se aprecian notables diferencias (**Cuadro 5.27**). La densidad de recurso para la salud de las instituciones de la seguridad social es mayor en Puebla que en Tlaxcala; mientras que la densidad de recursos para la salud en los establecimientos que prestan el servicio a la población abierta es mayor en Tlaxcala con respecto a Puebla.

Cuadro 5.27. Índices de Densidad de Recursos Puebla y Tlaxcala según tipo de población.

Entidades	IDRS No Derechohabiente	Entidades	IDRS Derechohabiente
Puebla	62.75	Puebla	<u>96.08</u>
Tlaxcala	<u>89.36</u>	Tlaxcala	68.26

En el **Cuadro 5.28** se puede apreciar que la densidad de infraestructura, equipos médicos y personal de salud en el subsistema de la seguridad social es mayor en Puebla con respecto a Tlaxcala. En Tlaxcala la situación es desfavorable en cuanto a la densidad de equipos médicos, ya que, no hay aceleradores lineales, ni equipos de resonancia magnética y hay una relativamente baja densidad de electroencefalógrafos, electrocardiógrafos, quirófanos e incubadoras. Los únicos equipos que registran densidades superiores en Tlaxcala son los mastógrafos y los ultrasonidos.

En Tlaxcala también hay una densidad relativamente menor de camas en áreas de hospitalización y de personal técnico con respecto a Puebla.

Cuadro 5.28. Densidad de recursos para la salud de Puebla y Tlaxcala según tipo de institución.

Recursos para la Salud_Derechohabientes	PUEBLA	TLAXCALA	Recursos para la Salud_No Derechohabiente	PUEBLA	TLAXCALA
Total consultorios	20.000	17.080	Total consultorios	10.897	20.000
Total camas en áreas de hospitalización	5.000	3.084	Total camas en áreas de hospitalización	5.000	4.806
Total camas en otras áreas	5.000	3.950	Total camas en otras áreas	2.545	5.000
Total Infraestructura (30%)	30.000	24.114	Total Infraestructura (30%)	18.441	29.806
Área de laboratorio clínico	2.000	1.414	Área de laboratorio clínico	1.066	2.000
Quirófanos	2.000	1.237	Quirófanos	1.766	2.000
Aceleradores lineales	3.000	0.000	Aceleradores lineales	3.000	0.000
Incubadoras	2.000	0.866	Incubadoras	0.772	2.000
Mastógrafos (analógico y digital)	1.415	2.000	Mastógrafos (analógico y digital)	0.333	2.000
Equipos de resonancia magnética	3.000	0.000	Equipos de resonancia magnética	3.000	0.000
Tomógrafos computados	3.000	3.000	Tomógrafos computados	3.000	1.501
Unidades de hemodiálisis	2.000	1.649	Unidades de hemodiálisis	0.095	2.000
Ultrasonidos	1.670	3.000	Ultrasonidos	2.320	3.000
Liptotriptores	0.000	0.000	Liptotriptores	0.000	0.000
Electrocardiógrafos	3.000	1.771	Electrocardiógrafos	2.124	3.000
Electroencefalógrafos	3.000	1.060	Electroencefalógrafos	1.499	3.000
Total equipos médicos (30%)	26.085	15.998	Total equipos médicos (30%)	18.975	20.501
Total médicos generales	20.000	14.544	Total médicos generales	11.469	20.000
Total enfermeras en contacto con el paciente	10.000	6.799	Total enfermeras en contacto con el paciente	6.483	10.000
Total personal profesional	5.000	3.288	Total personal profesional	2.378	5.000
Total personal técnico	5.000	3.520	Total personal técnico	5.000	4.058
Personal de Salud (40%)	40.000	28.151	Personal de Salud (40%)	25.331	39.058
Total (100%) IDRS	96.085	68.263	Total (100%) IDRS	62.747	89.365

Al realizar una comparación de la densidad de recursos disponibles en el sistema público de salud (no derechohabiente) de Puebla y Tlaxcala, se evidencia que la situación general es desfavorable en Puebla, especialmente en términos de infraestructura, como consultorios

y camas no censables, y personal de salud, incluyendo médicos, enfermeras y personal profesional. Sin embargo, también se observan densidades relativamente bajas de unidades de hemodiálisis, mastógrafos, laboratorios clínicos, encefalógrafos e incubadoras en Puebla. Cabe destacar que Puebla cuenta con aceleradores lineales, equipos de resonancia magnética y una mayor cantidad de tomógrafos computados y camas censables por cada 1000 habitantes.

Es importante mencionar que el índice utilizado en el análisis no contempla la variedad de médicos y consultorios disponibles en cada entidad.

El índice utilizado nos brinda una visión concisa del nivel de importancia que el Estado asigna a la atención de la salud de la población bajo su responsabilidad. Proporciona información sobre la concentración de recursos para la salud lograda en una zona geográfica particular, con una población específica y en un momento determinado. Esencialmente, este índice es una medida estadística que relaciona el número de recursos de salud disponibles con la población potencialmente beneficiaria (Ochoa-Moreno, 2017).

El índice tiene la ventaja de medir la proporción de recursos tangibles y concretos adquiridos mediante los fondos presupuestarios y disponibles para abordar las necesidades de salud de la población. La densidad de recursos destinados a la atención de la salud se considera un determinante social de gran importancia y con una influencia directa en el proceso salud-enfermedad (Ochoa-Moreno, 2017).

Además, existe una relación proporcional entre la densidad de recursos destinados a la atención de la salud y el grado de seguridad en salud de la población beneficiaria. La seguridad de los usuarios de los servicios de salud depende de la calidad de la atención médica recibida, la cual está condicionada por la disponibilidad de recursos suficientes, accesibles, oportunos y eficaces para la prevención y atención de los problemas de salud. Esto implica la presencia de personal de salud capacitado en cantidades adecuadas para atender eficazmente las necesidades de salud de la población, así como la existencia de centros de salud y hospitales bien equipados con las tecnologías necesarias para la prevención, diagnóstico y tratamiento efectivo de los trastornos de salud de la población (Ochoa-Moreno, 2017).

Cuando la cantidad de recursos disponibles para la atención de la salud no es adecuada para cubrir las necesidades de la población, esto tiene un impacto directo en el nivel de seguridad de los usuarios de los servicios de salud (Ochoa-Moreno, 2017). En otras palabras, si los recursos son insuficientes, puede comprometerse la capacidad de brindar una atención médica segura y de calidad, lo que a su vez afecta la seguridad y bienestar de los pacientes

5.5.1. Accesibilidad y Vulnerabilidad.

Para determinar la vulnerabilidad hospitalaria, se realizó un análisis de los hospitales públicos de segundo y tercer nivel de atención en la Cuenca del Alto Atoyac (CAA). Se crearon áreas circulares alrededor de estas instalaciones utilizando radios de 5 y 10 kilómetros, y se calculó la superficie cubierta por estas áreas en cada municipio correspondiente a dichos radios (**Figura 5.50**).

Posteriormente se calculó un porcentaje del área cubierta por hospitales (para 5 y 10 km) para asignarles los siguientes valores:

1. Si el porcentaje de cobertura es 0% se asigna el valor de 3 (vulnerabilidad alta)
2. Si es de 1-50% es 2 (vulnerabilidad media)
3. Si es mayor al 50% es 1 (vulnerabilidad baja)

La vulnerabilidad hospitalaria por municipio se calcula sumando los valores de vulnerabilidad de localización correspondientes a los radios de 5 y 10 kilómetros. A medida que este valor aumenta, indica una mayor vulnerabilidad hospitalaria en el municipio. Posteriormente, se calculó la accesibilidad empleando la fórmula: $\text{Proporción de Derechohabientes} = 1 - (\text{Población sin derechohabiencia} / \text{Población total del municipio})$.

Los datos tanto de la población municipal, como el número de personas sin derechohabiencia se obtuvieron del censo de población y vivienda de INEGI, para el año 2020.

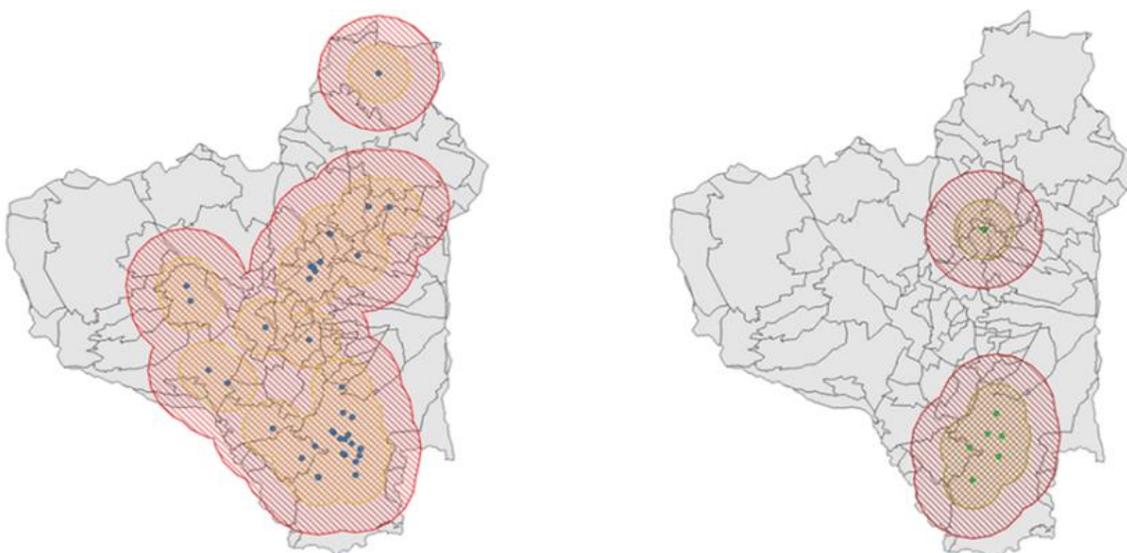


Figura 5.50. Radios de 5 y 10 kilómetros en los hospitales públicos de SNA (mapa de la izquierda) y TNA (mapa de la derecha).

De los 67 municipios que conforman la CAA (**Figura 5.51**), se identificó que 8 de ellos presentan los valores más altos de vulnerabilidad. Estos municipios son: uno en Puebla (Tlahuapan) y siete en Tlaxcala (Hueyotlipan, Domingo Arenas, San Lucas Tecopilco, Tocatlán, Españita, San Francisco Tetlanohcan y San José Teacalco). Por otro lado, el 42% de los municipios registraron la menor vulnerabilidad.

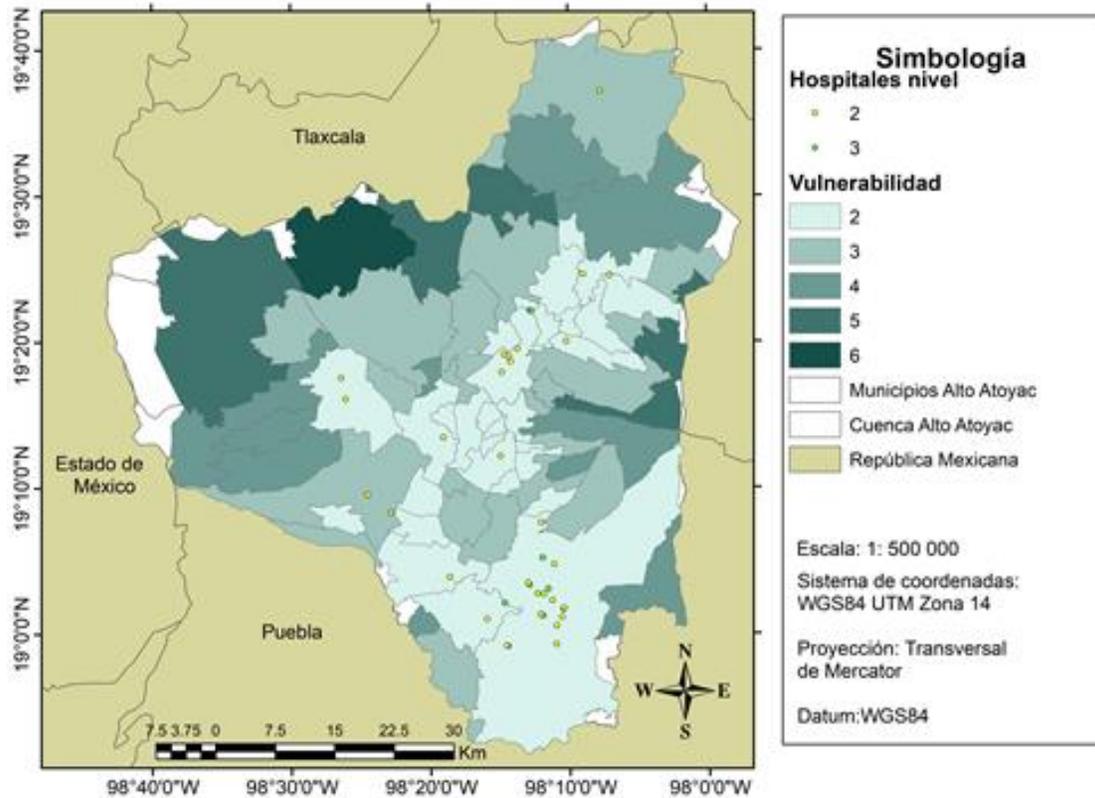


Figura 5.51. Vulnerabilidad hospitalaria en los municipios.

5.6. DIAGNÓSTICO

De acuerdo con el análisis de la información obtenida en los talleres comunitarios y los datos de la DGIS, se concluye que el servicio público de atención sanitaria en la CAA no es de calidad, no es integral y no sigue el modelo de Atención Primaria de Salud (APS).

En el primer nivel de atención (PNA) se identificaron múltiples problemas, que revelan las deficiencias del servicio público de salud de primer contacto, particularmente en las zonas rurales de la CAA. Aunque la situación es variable en los distintos municipios, en general hay una baja capacidad resolutoria por la carencia de personal de salud capacitado, particularmente en la región poblana, y por la falta de equipos necesarios para el diagnóstico de las enfermedades de mayor impacto en el territorio.

El servicio de atención en salud del PNA se limita a consultas clínicas enfocadas en el "paciente". Se observa una escasa participación de la ciudadanía en los procesos de salud y se carece de acciones de promoción y prevención, especialmente a nivel comunitario. No se garantiza el bienestar físico, psicológico y emocional del paciente y sus familiares. Incluso en las intervenciones curativas, se enfrenta una escasez de recursos humanos, equipos médicos y medicamentos. Además, los miembros de las comunidades no tienen una relación de confianza con el personal de los centros de salud debido a la alta rotación y ausencia de médicos generales. Como resultado, algunas personas acuden a consultorios privados dentro de sus comunidades debido al vínculo de confianza que tienen con el médico tratante, a pesar de los costos económicos que esto implica para la familia.

Hay un déficit de establecimientos del PNA en la CAA. En la mayoría de los municipios hay menos de tres unidades públicas de PNA, y estos se localizan principalmente en las zonas urbanas.

Los tipos de unidades de PNA más abundantes son los centros de salud urbano y los centros de salud rural, a cargo de la SSA, que en su conjunto representan el 69% del total de las unidades públicas de salud de PNA en el territorio. Estos centros varían en sus capacidades de atención dependiendo de la cantidad de núcleos básicos que contienen.

Según la información oficial, un núcleo básico debe contar con un médico y dos enfermeras por consultorio. En los centros de salud que tienen más de 3 núcleos básicos, se deben incorporar diversos servicios y especialidades. Por ejemplo, en aquellos con más de 4 núcleos básicos se ofrece atención estomatológica, y en los que cuentan con 6 núcleos básicos se incluyen servicios como laboratorio clínico, rayos X y un trabajador social. En los centros de salud con 10 núcleos básicos, se espera que haya un médico epidemiólogo.

Sin embargo, en la CAA no se cumple con estos estándares, ya que no todos los centros de salud de más de 6 núcleos básicos tienen laboratorio clínico (solo 3 de los 11 centros) y ninguno cuenta con un médico epidemiólogo, lo que indica una falta de capacidad de vigilancia de enfermedades. Además, hay un bajo número de trabajadores sociales.

En muchas unidades de salud, particularmente en los centros rurales, los niveles de seguridad en la atención no son óptimos, ya que, de acuerdo con los datos, los consultorios no cuentan con un médico titulado, dejándose a cargo de pasantes de medicina, el cual no está capacitado para desempeñar la función médica sin supervisión, ni cuenta con la licencia para hacerlo. Esto ocurre particularmente en la región poblana en los centros rurales y en las unidades del IMSS-BIENESTAR. De manera que, las poblaciones de las zonas rurales se encuentran en una situación de mayor vulnerabilidad por esta situación ya que la seguridad es uno de los atributos esenciales de la calidad de la atención y supone un requisito ético

en la prestación del servicio de salud (Estrategia y Plan de Acción para mejorar la calidad de la atención en la prestación de servicios de salud 2020-2025, OPS).

En cuanto a la localización espacial de los establecimientos del PNA en la CAA, esta es heterogénea, lo que resulta en una cobertura desigual en todo el territorio. La mayoría de las unidades del PNA se concentran en las principales ciudades, donde la población registra una mayor densidad. Sin embargo, aun en la zona urbana la densidad de unidades de PNA y consultorios se encuentra por debajo de los niveles recomendados (MAS-BIENESTAR), incluso en municipios con alta población como Puebla y Amozoc.

Además de los centros de salud urbanos y rurales, existen otros tipos de unidades del PNA, como las unidades médicas rurales del IMSS BIENESTAR, los centros de servicios ampliados de salud (CESSA), las unidades móviles médicas, las unidades de especialidades (UNEMES) y las unidades de medicina familiar estatales.

En la región poblana de la CAA, se encuentra una mayor diversidad de tipos de unidades del PNA, especialmente en los municipios de Puebla, San Martín Texmelucan y Huejotzingo. En contraste, los municipios de Tlaxcala no cuentan con Centros de Servicios Ampliados (CESSA).

A pesar de que en teoría los CESSA ofrecen consulta externa en diversas especialidades como estomatología, psicología, salud mental, atención obstétrica prenatal y nutrición, entre otras, la realidad es que ninguno de los 12 centros de especialidades en el territorio poblano cuenta con médicos pediatras ni ginecoobstetras. Además, la presencia de nutriólogos es escasa, y solo hay dos psicólogos en total. En cuanto al personal técnico, en estos centros se registran 2 radiólogos, 11 trabajadores sociales, 2 técnicos en Atención Primaria y 25 promotores en salud.

Esto indica que la disponibilidad de atención integral especializada en estos centros es limitada. Aunque todos los centros cuentan con laboratorio clínico, la falta de médicos especialistas es notable, predominando médicos generales y odontólogos.

En relación a los centros de salud de servicios ampliados y las enfermedades centrales objeto de análisis, es importante destacar que el manejo de enfermedades como la enfermedad renal involucra diversos factores individuales, de estilo de vida y ambientales, los cuales van más allá de la intervención exclusiva del médico. Por lo tanto, se han propuesto modelos de atención multidisciplinaria en el ámbito de la atención primaria de salud, los cuales han demostrado mejorar los resultados clínicos de los pacientes.

Estos modelos de atención multidisciplinaria, también conocidos como modelos de intervención múltiple (MIM), implican la participación conjunta y coordinada de diferentes

profesionales de salud, tales como médicos, enfermeras, trabajadores sociales, nutriólogos y entrenadores físicos, entre otros. A través de esta colaboración, se busca abordar de manera integral las necesidades de los pacientes y optimizar los resultados de su tratamiento y cuidado (Cueto-Manzano et al., 2017).

La implementación de un modelo de atención para pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) en la práctica clínica requiere adaptarlo al contexto específico y reorganizar los centros de atención médica. Los elementos esenciales de este modelo, basado en un enfoque multidisciplinario, incluyen la detección temprana y adecuada de los pacientes, un sistema de seguimiento a largo plazo, la aplicación de intervenciones para retrasar el avance de la ERC (nefroprotección) y, en caso de progresión de la enfermedad, la preparación oportuna del paciente para el inicio de la terapia de reemplazo renal o la implementación de cuidados paliativos (SSA, 2021).

En consecuencia, es fundamental tener en cuenta esta necesidad de personal y abordar las deficiencias existentes, como la escasez de nutriólogos, psicólogos, trabajadores sociales, entre otros, tanto en los centros de salud ampliados como en aquellos que cuentan con más de 6 núcleos básicos. Es crucial garantizar la disponibilidad de estos profesionales en los equipos de atención primaria de salud, a fin de brindar una atención integral y responder de manera efectiva a las diversas necesidades de la población.

Al realizar un análisis de la situación sanitaria y comparar las diferentes jurisdicciones y municipios, utilizando como criterio el estándar de un consultorio por cada 3000 personas propuesto en el programa MAS-BIENESTAR, se observa que en Puebla el 80% de los municipios no cumplen con dicho estándar. Los municipios con la situación más desfavorable son Cuautlancingo, Huejotzingo y Ocoyucan. Es importante destacar que estos tres municipios también presentan mayor riesgo de padecer enfermedades como leucemia linfocítica, malformaciones e insuficiencia renal.

En el caso de Tlaxcala, el 51% de los municipios no cumple con el estándar establecido. Los municipios en mayor desventaja son Teolocholco, San Pablo, Zacatelco, Tetla, Papalotla, Contla, Yauhquemehcan, entre otros. Al igual que en Puebla, algunos de estos municipios también presentan una situación más grave en cuanto al riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles mencionadas anteriormente.

A nivel de jurisdicciones, se destaca una situación crítica en las jurisdicciones de Puebla y Huejotzingo, donde la población es considerablemente más numerosa en comparación con otras jurisdicciones sanitarias. En cuanto a las jurisdicciones de Tlaxcala, se observa que la jurisdicción de Tlaxcala presenta la situación más desfavorable, ya que más del 50% de los

municipios se encuentran por debajo del estándar establecido en términos de médicos y consultorios.

Es importante considerar que el cálculo de la densidad no abarca la distribución de las unidades de atención primaria a la salud (PNA) en el territorio. En el caso de la Jurisdicción Sanitaria de Apizaco, aunque existe una relación adecuada entre el número de consultorios y la población, las unidades de salud no están distribuidas de manera homogénea en todo el territorio sanitario, lo que genera una falta de cobertura en las zonas rurales.

Al calcular el número de médicos por consultorio, siguiendo el estándar óptimo de un médico por consultorio establecido por el programa MAS-BIENESTAR, se observa que en el 70% de los municipios de Puebla hay menos de un médico general por consultorio, mientras que en Tlaxcala solo un municipio registra un valor inferior al estándar de referencia.

En Puebla, existe una escasez de médicos generales, especialmente en los centros de salud rurales y en las unidades del IMSS BIENESTAR. En estos últimos, la situación es más crítica, ya que el 69% de los consultorios carecen de un médico, aunque se registra la presencia de médicos en proceso de formación. De acuerdo con el programa MAS-BIENESTAR, en la situación óptima se busca evitar que el personal de salud en formación sea el único responsable de la atención médica, y se prioriza la asignación de personal médico y de enfermería de manera estable en los consultorios.

En contraste, en Tlaxcala esta situación no se presenta, ya que en todas las unidades de salud hay al menos un médico por consultorio. Aunque hay cuatro veces más médicos en formación en los centros rurales de Tlaxcala en comparación con Puebla, aparentemente se mantiene un proceso adecuado de servicio y aprendizaje supervisado. Además, Tlaxcala cuenta con cuatro veces más centros de salud rural que Puebla.

En la CAA existe una escasez de enfermeras, especialmente en los centros de salud urbanos, rurales, unidades móviles y las unidades médicas rurales del IMSS-BIENESTAR. Solo se cumple con el nivel de referencia establecido de contar con dos enfermeras por consultorio en las clínicas y/o unidades de especialidades, así como en los Centros de Salud con Servicios Ampliados. En el 58% de los municipios, el número de enfermeras por consultorio es inferior al valor estándar, y las jurisdicciones de Huejotzingo y Puebla presentan el déficit más significativo en este aspecto.

En cuanto a las unidades móviles, estas desempeñan un papel complementario en la prestación de servicios ambulatorios, abarcando las necesidades sanitarias de comunidades rurales y urbanas. Según el MAS-BIENESTAR, estas unidades deben estar equipadas con dispositivos de diagnóstico y tratamiento de diversos niveles de capacidad resolutive, y ser operadas por personal capacitado, incluyendo médicos, enfermeras y promotores de salud,

y en algunos casos, odontólogos. Sin embargo, la calidad del servicio prestado por las unidades móviles en la CAA es deficiente.

Según el CLUES (2021), se registran 46 unidades móviles, pero el 52% de ellas se encuentran fuera de servicio. De las 22 unidades móviles en funcionamiento, la mayoría están equipadas principalmente para brindar servicios odontológicos, pero muchas de ellas carecen de un odontólogo y en su lugar cuentan con estudiantes de odontología. En el 88% de las unidades móviles no hay presencia de un médico general, y en el 23% no hay una enfermera. Solo una unidad móvil en Tlaxcala ofrece servicios de laboratorio clínico.

A pesar de que el CLUES menciona que las unidades móviles proporcionan servicios de medicina preventiva, consulta externa básica, planificación familiar, entre otros; estas no cuentan con trabajadores sociales, nutriólogos, psicólogos ni promotores de salud. Solo se registra la presencia de tres técnicos: dos en atención primaria y uno en nutrición.

Según el enfoque del MAS-BIENESTAR, es fundamental que los servicios de atención primaria en salud sean de alta calidad y se enfoquen no sólo en tratar las enfermedades, sino también en la promoción y prevención de la salud. Esto implica contar con personal capacitado para llevar a cabo estas acciones.

En el marco de este programa, se destaca que la definición de una unidad de salud no debe limitarse únicamente a la atención médica proporcionada por profesionales de la salud, sino que se refiere a la prestación de servicios de salud de manera integral y multidisciplinaria. Esto implica que un equipo de profesionales de diferentes disciplinas debe trabajar de manera conjunta para brindar una atención completa a los pacientes.

Al comparar la situación de personal necesario para brindar atención integral de salud según los estándares del MAS-BIENESTAR con la realidad en la CAA, se observa una diferencia significativa en el personal de promoción. En Tlaxcala, solo se registra la presencia de un promotor de salud, mientras que en Puebla hay 94 promotores, principalmente en los Centros de Salud Urbano y los Centros de Servicios Ampliados, superando el valor de referencia establecido.

Esta disparidad en el número de promotores puede deberse al modelo de atención establecido en cada entidad. Es probable que en Tlaxcala se prioricen estrategias intramuros y que el enfoque no sea principalmente de Atención Primaria a la Salud. Sin embargo, la falta de consideración de estrategias de promoción y prevención basadas en un plan integral de Atención Primaria a la Salud puede resultar en altos costos monetarios para el tratamiento de enfermedades sin abordar los factores determinantes de la salud, incluyendo los ambientales.

Es importante destacar que, aunque en Puebla se cuenta con promotores de salud, existe una escasez de nutriólogos, mientras que en Tlaxcala hay siete veces más nutriólogos disponibles. Esta diferencia resalta la necesidad de fortalecer el equipo de profesionales de la salud en Puebla para garantizar una atención integral y abordar adecuadamente las necesidades de nutrición de la población.

En la CAA, se encuentran unidades de salud que ofrecen servicios especializados ambulatorios, como los centros de servicios ampliados y las UNEMES. En la región, hay un total de 18 unidades o clínicas de especialidades pertenecientes a la Secretaría de Salud, las cuales brindan una variedad de servicios. Sin embargo, solo dos de estas unidades se dedican a la atención de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT): DEDICAM, que se enfoca en el diagnóstico de cáncer de mama, y SORID, que se encarga del control y seguimiento de diabetes mellitus, obesidad, sobrepeso y enfermedades cardiovasculares. En total, se cuentan con 4 unidades especializadas para la atención de estas ECNT.

Asimismo, en la Cuenca se presenta un déficit de médicos especialistas en el sector público del PNA, lo cual es necesario para aliviar la demanda de estas especialidades en los hospitales. Si bien se registran médicos especialistas en las unidades del PNA, la mayoría de ellos pertenecen a instituciones de seguridad social como ginecólogos, pediatras, médicos internistas, traumatólogos, urgenciólogos y epidemiólogos, y se concentran principalmente en la región de Puebla dentro de la CAA.

En los PNA de la CAA no hay médicos especialistas de las enfermedades que más impactan en la población infantil como las respiratorias, del aparato digestivo (flujo gastroesofágico, gastritis), del sistema nervioso (epilepsia), cáncer (leucemia) y enfermedad renal. Tampoco hay neumólogos, alergólogos, gastroenterólogos, nefrólogos y solo hay dos oncólogos y hematólogos en Puebla (Unidad de Oncología en Puebla, Hospital General del Sur y Unidad de Especialidades Médicas dedicada a la Detección y Diagnóstico del Cáncer de Mama, Uneme–Dedicam).

Es preciso señalar que, los pediatras desempeñan un papel fundamental en la atención primaria, especialmente en el cuidado de la salud de la población infantil que enfrenta diversas enfermedades y condiciones de impacto significativo. Su amplio conocimiento sobre las variaciones dentro de los parámetros normales y las sutiles fronteras entre lo normal y lo patológico les permite realizar intervenciones y tratamientos específicos de manera adecuada. Por lo tanto, los pediatras son un elemento clave en la supervisión de la salud de los niños y desempeñan un papel crucial en la atención primaria (Domínguez y Valdivia, s.f.). No obstante, en la CAA únicamente se encuentran pediatras disponibles en dos unidades de medicina familiar del servicio estatal de Puebla, y en Tlaxcala se encuentran

en dos UNEMES y un centro de estimulación temprana, sumando un total de 14 especialistas en pediatría.

En general, en la Cuenca no se dispone de la capacidad necesaria en el PNA para el diagnóstico de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como la leucemia linfoide, la enfermedad renal crónica y las malformaciones congénitas. Estos diagnósticos requieren infraestructura como laboratorios clínicos, equipos médicos como ultrasonidos y tomógrafos computarizados, y personal médico capacitado en su detección y/o diagnóstico preliminar.

Por ejemplo, en el ámbito de la salud renal, se pueden realizar diversas medidas de evaluación en el PNA, como la medición de la presión arterial, la cuantificación de la creatinina sérica y la tasa de filtración glomerular, así como la detección de marcadores de daño renal mediante análisis histológicos, estudios de sedimento urinario, pruebas de imagen y la medición de la excreción urinaria de albúmina-proteína (Cueto-Manzano et al., 2017).

Sin embargo, estas capacidades diagnósticas no están disponibles ya que además existe una escasez de laboratorios públicos (15 en total), y el 85% de ellos se concentra en los municipios de Puebla. Como resultado, la mayoría de los habitantes de las zonas rurales se ven obligados a desplazarse largas distancias para realizar los estudios clínicos necesarios, como el hemograma, frotis de sangre y creatinina sérica, que son fundamentales para el diagnóstico de las enfermedades mencionadas anteriormente.

Además, es importante destacar la importancia de los estudios de imágenes para el seguimiento del desarrollo fetal, los problemas renales y cardíacos, los cuales se pueden realizar en el PNA. Sin embargo, en Tlaxcala solo se cuenta con 1 equipo de ultrasonido y 4 electrocardiógrafos, mientras que en Puebla hay 16 y 34 respectivamente. Esta disparidad en la disponibilidad de equipos y laboratorios en Tlaxcala, a pesar de tener una mayor densidad de consultorios en el PNA, representa una debilidad en la detección y diagnóstico de enfermedad renal crónica, así como en la atención integral de pacientes con esta condición y otras ECNT.

Es relevante destacar la distribución de actividades administrativas en el PNA, ya que se observa una notable cantidad de médicos dedicados a labores administrativas. En conjunto, tanto en instituciones de seguridad social como en población abierta, se cuenta con 103 médicos desempeñando labores administrativas, lo cual representa cinco veces más que la cantidad de pediatras en el PNA y 34 veces más que los ginecoobstetras.

Por otro lado, además de los médicos dedicados a labores administrativas, se registra la presencia de 952 personas trabajando en tareas administrativas. En 32 unidades de salud,

el número de personas empleadas en labores administrativas (médicos en labores administrativas + personal administrativo) supera la cantidad de consultorios que hay en el centro de salud, llegando a ser hasta cinco veces mayor en algunos casos. De estas unidades, 21 pertenecen a las unidades médicas familiares del IMSS, 3 al ISSSTE (consultorios médicos familiares) y 8 a la SSA en establecimientos ambulatorios de especialidades. La mayoría de estos establecimientos se encuentran ubicados en Puebla.

En este sentido, sería necesario realizar un análisis para evaluar la redundancia de personal en estas áreas administrativas, de manera similar a lo que podría estar ocurriendo con el número de promotores de salud en Puebla, donde superan considerablemente el valor de referencia establecido en el MAS-BIENESTAR.

Finalmente, el expediente clínico electrónico (ECE) se presenta como una posible solución a muchas de las problemáticas presentes en los sistemas de salud a nivel mundial. Consiste en el registro digital de los datos de salud de un individuo, incluyendo su historial médico y las intervenciones realizadas para evaluarlo o modificarlo. El uso del ECE se considera una herramienta importante para mejorar la calidad de la atención médica (OPS, 2019).

En la CAA, el 42% de los establecimientos del PNA cuentan con ECE; la mayoría en Tlaxcalad. Por otro lado, solo 9 unidades en Puebla disponen de esta tecnología. En Tlaxcala, incluso los centros de salud rural cuentan con expediente clínico electrónico, lo cual resulta de gran utilidad para el personal de salud en el cuidado de los pacientes. La implementación de tecnología como el ECE tiene un impacto positivo en la toma de decisiones médicas y contribuye a mejorar la calidad de la atención sanitaria (OPS, 2014).



CAPÍTULO 6

RECOMENDACIONES PARA EL SECTOR SALUD

Recomendaciones para fortalecer la atención de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) de mayor impacto en la población de la CAA

Recomendaciones para reducir las inequidades territoriales en salud en cuanto a los peligros ambientales

6.1. INTRODUCCIÓN

En esta sección se presentan recomendaciones para el mejoramiento de la calidad del servicio público de atención en salud en la CAA, así como también recomendaciones específicas para fortalecer la atención de las malformaciones congénitas, la leucemia linfocítica y la enfermedad renal, particularmente en aquellos municipios que presentan la situación de mayor riesgo con respecto a la mortalidad por estas enfermedades. Las recomendaciones se hacen bajo un enfoque de la atención primaria en salud (APS) y con una visión de futuro.

Debido a la fuerte industrialización producida en las últimas 4 décadas en la región, el deterioro de la calidad ambiental y el riesgo de daños a la salud por la presencia de contaminantes peligrosos en el agua, aire y suelo, particularmente en ciertos municipios, es preciso que las autoridades en salud asuman la rectoría no solo con el fortalecimiento de la atención médica y el aumento de la cobertura de los servicios de salud, sino con las acciones necesarias para disminuir las desigualdades territoriales en salud debido a los peligros ambientales.

Es por tal motivo que las recomendaciones que se presentan a continuación se plantean desde dos ejes estratégicos tomando en cuenta el beneficio de la interacción de ambos, para la prevención y atención de las ECNT asociadas a factores ambientales en la CAA.

- *Eje 1: Fortalecimiento del servicio de atención pública en salud, con énfasis en las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) de mayor impacto en la población de menores y jóvenes de la CAA.*
- *Eje 2: Acciones para reducir la inequidad territorial en salud en cuanto a los peligros ambientales en la CAA.*

6.2. RECOMENDACIONES GENERALES

6.2.1. Primer Nivel de Atención (PNA)

“Hacia el logro de un PNA con capacidad resolutoria efectiva”

- En los municipios poblanos se recomienda la contratación de médicos titulados en los centros de salud urbano y rural (SSA) y en las unidades médicas rurales del IMSS BIENESTAR, **para incrementar la seguridad y la efectividad en la prestación del servicio en salud en el PNA**, ya que una gran cantidad de médicos en formación están a cargo de los consultorios médicos del PNA. Esto es



particularmente necesario en los municipios poblanos bajo la administración sanitaria de la Jurisdicción de Huejotzingo.

- En los municipios de Tlaxcala se recomienda incrementar el número de promotores de salud en los distintos tipos de unidades de PNA (todos los municipios), salvo en las unidades de especialidades. En Puebla se requiere promotores en salud particularmente en las unidades de especialidades, en las unidades móviles y en las unidades médico rural del IMSS-BIENESTAR.
- Se recomienda hacer las adecuaciones en cuanto al número de consultorios y de personal de salud (médicos, enfermeras, promotores de salud) mínimos necesarios de acuerdo con el criterio establecido en el MAS-BIENESTAR, en los municipios que se indican en el **Cuadro 6.1**.

Cuadro 6.1. Recomendaciones generales de las necesidades en el PNA.

Entidades/ J. Sanitarias	Puebla			Tlaxcala		
	Puebla	Huejotzingo	Tepexi	Tlaxcala	Apizaco	Huamantla
Consultorios	Puebla	Cuatlaningo Huejotzingo Ocoyucan Coronango Juan C Bonilla San Andrés San Felipe San Martín San Miguel San Pedro	Amozoc	Zacatelco Totolac Contla Teolocholco Papalotla San Lorenzo San Pablo Tlaxcala Xicohtzingo	Tetla Yauhquemehcan	
Médicos		Calpan Chiautzingo Coronango Domingo Arenas Juan C Bonilla Ocoyucan San Andrés San Felipe San Gregorio San Matías San Miguel San Salvador Tlahuapan Tlaltenango				
Enfermeras		Calpan Chiautzingo Coronango Domingo Arenas Huejotzingo		Totolac Amamaxac Contla Ixtacuixtla La Magdalena	Cuaxomulco Tlaxco Xaloztoc Yauhquehmeacan	S.J. Teacalco



		Juan C Bonilla Ocoyucan San Felipe San Gregorio San Martín San Matías San Miguel Tlahuapan Tlaltenango		Panotla Papalotla San Damián San Francisco San Jerónimo San Juan San Pablo Santa Ana Santa Catarina S.C. Tlaxcala Tenacingo Teleocholco Tepeyanco Xicohtzingo Zacatelco		
Promotores de salud		Cuatlancingo Chiautzingo Huejotzingo S.A Cholula San G. Atzompa San Martín San Matías Tlahuapan San Salvador		Todos	Todos	Todos

- Necesidades en los **Centros de Salud Ampliados (CESSA)**:
 - a. Se requieren 23 psicólogos en los CEESA de Puebla para que haya uno por cada 3 consultorios aproximadamente, tomando como referencia el estándar del MAS-BIENESTAR para un equipo ampliado de salud. En los municipios poblanos donde están ubicados los CESSA, la población es mayor a las 9000 personas y sí se cuenta con la infraestructura para hacer el ajuste indicado.
 - b. En cuanto a odontólogos se requieren 6 odontólogos aproximadamente para cubrir las necesidades de los CESSA localizados en San Pedro Cholula, San Salvador el Verde y San Martín Texmelucan, de acuerdo al criterio del MAS-BIENESTAR.
 - c. Se requieren un nutriólogo y un personal de trabajo social clínico en el CEESA de San Pedro Cholula en el cual hay 10 consultorios.
- Necesidades de los **Centros de Salud Urbano**:
 - a. En los centros de salud urbano de Puebla (2) con 11 y 7 consultorios respectivamente, se requieren de un total de 1 nutriólogo, 4 psicólogos, 1 epidemiólogo.



- b. En Tlaxcala se necesitan 5 odontólogos, 2 nutriólogos, y 8 psicólogos. 2 epidemiólogos. Hay 4 centros urbanos con más de 8 NB.
- c. Es necesaria la incorporación de médicos epidemiólogos en los centros de salud urbano con más de 10 NB. Hay 5 en la CAA.
- En cuanto a los equipos médicos necesarios para incrementar la calidad de la atención primaria y el diagnóstico, se recomienda la dotación de las unidades del PNA con un ultrasonido, particularmente en Tlaxcala en donde solo hay uno.
- Se recomienda la implementación del Expediente Clínico Electrónico (ECE) en todos los centros de salud de Puebla (urbano y rural) y en todas las unidades de PNA de la CAA. El ECE incrementaría sensiblemente la seguridad en la atención de los pacientes en la medida en **que permitiría contar con información más oportuna y precisa sobre la salud-enfermedad del paciente y favorecería que la atención médica fuera más eficaz y segura** (CONAMED, 2018).
- Se recomienda la dotación de **especialidades médicas básicas** como, por ejemplo, **pediatría y ginecobstetricia**, para la atención en unidades de PNA a fin de fortalecer la capacidad de respuesta de estas unidades y no saturar la oferta de servicios hospitalarios con problemas de salud que pueden ser resueltos de manera efectiva en unidades de primer nivel de atención.
- Se recomienda ampliamente la incorporación de médicos **pediatras de atención primaria en las unidades de salud con servicios ampliados** ya que la pediatría es una de las ramas en medicina con mayor enfoque de prevención. El pediatra es el médico especializado en velar por la salud y el crecimiento de niños y adolescentes, atendiendo de manera holística su desarrollo familiar, escolar y social (Domínguez y Valdivia, 2012; Instituto Nacional de Salud Pública, 2017).
- En los centros de servicios ampliados se recomienda la incorporación de médicos especialistas en el tratamiento de las ECNT de mayor impacto en la CAA, neumólogo, gastroenterólogo, nefrólogo, endocrinólogos, epidemiólogos que sirvan de apoyo a los médicos generales para el diagnóstico y tratamiento de estas enfermedades, en los centros de especialidades. En la Cuenca del Alto Atoyac, no hay ni un solo nefrólogo en el primer nivel de atención, quien pueda hacer la valoración inicial en poblaciones de riesgo, y atender de manera temprana la enfermedad renal, manejando las comorbilidades y complicaciones. En Tlaxcala la carencia de nefrólogos representa un factor de mayor



vulnerabilidad para la población, considerando las altas tasa de muerte en jóvenes y adolescentes, en relación con México y el mundo (IHME, 2021).

- Se recomienda aumentar la cobertura del servicio de PNA en las zonas rurales localizadas en los siguientes municipios (ver **Figura 6.1** círculos rojos).

Tlaxcala (12 municipios): Tlaxco, Tetla, Apizaco, Xaloztoc, Chiautempan, San Francisco, Teolocholco, San Pablo, Mazatecocho, Papalotla, San Lorenzo y Zacatelco.

Puebla (5 municipios): San Pedro Cholula, Huejotzingo, Tlaltenango y Juan C Bonilla y San Felipe Teotlacingo.

- Se recomienda aumenta la cobertura del servicio de PNA en zonas urbanas localizadas en los siguientes municipios (ver **Figura 6.1** círculos negros):

Tlaxcala (5 municipios): Tlaxcala, Contla, Panotla, Totolac y Papalotla.

Puebla (7 municipios): San Martín Texmelucan, Puebla, Amozoc, Ocoyucan, San Andrés, Cautlancingo y Coronango.

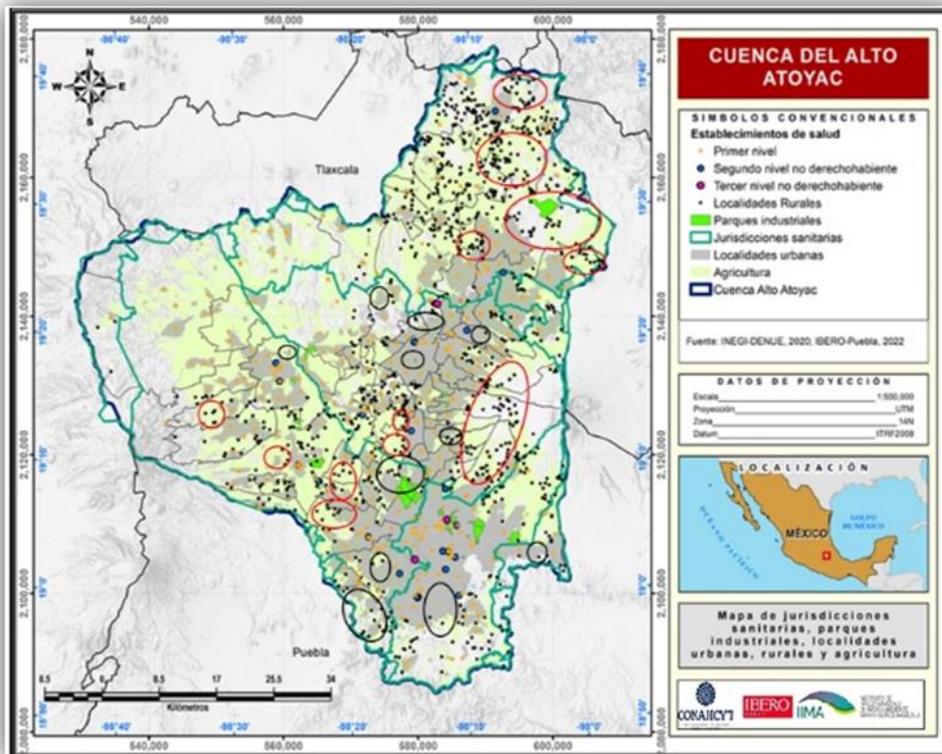


Figura 6.1. Cobertura recomendada del servicio de PNA en las zonas rurales.



- Se recomienda aumentar la cobertura de las unidades de especialidades, particularmente en la jurisdicción sanitaria de Apizaco.
- Se recomienda aumentar la cobertura de unidades de salud de PNA con servicios ampliados, principalmente en Tlaxcala ya que hay un déficit de estas; aunque debería haber una unidad de servicios ampliados al menos en cada municipio (Figura 6.2).
- Se recomienda aumentar la cobertura de laboratorios públicos en la CAA (Figura 6.3); al menos uno por municipio, y que estos estén articulados dentro de un sistema en red con las unidades de PNA.

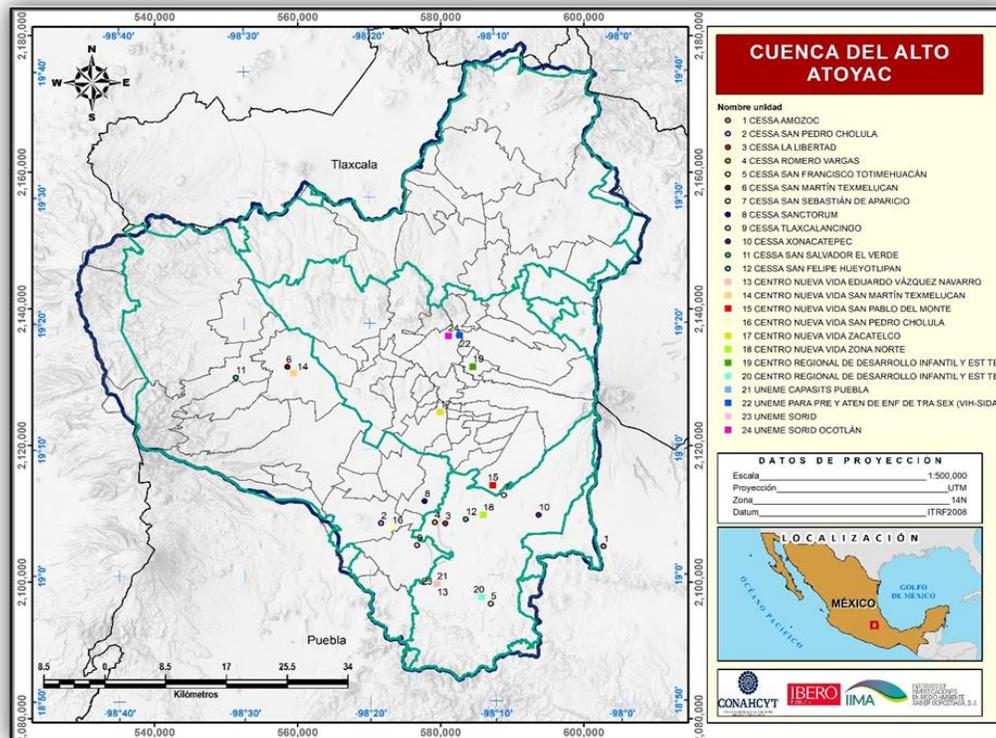


Figura 6.2. Ubicación de las unidades de salud de PNA con servicios ampliados.

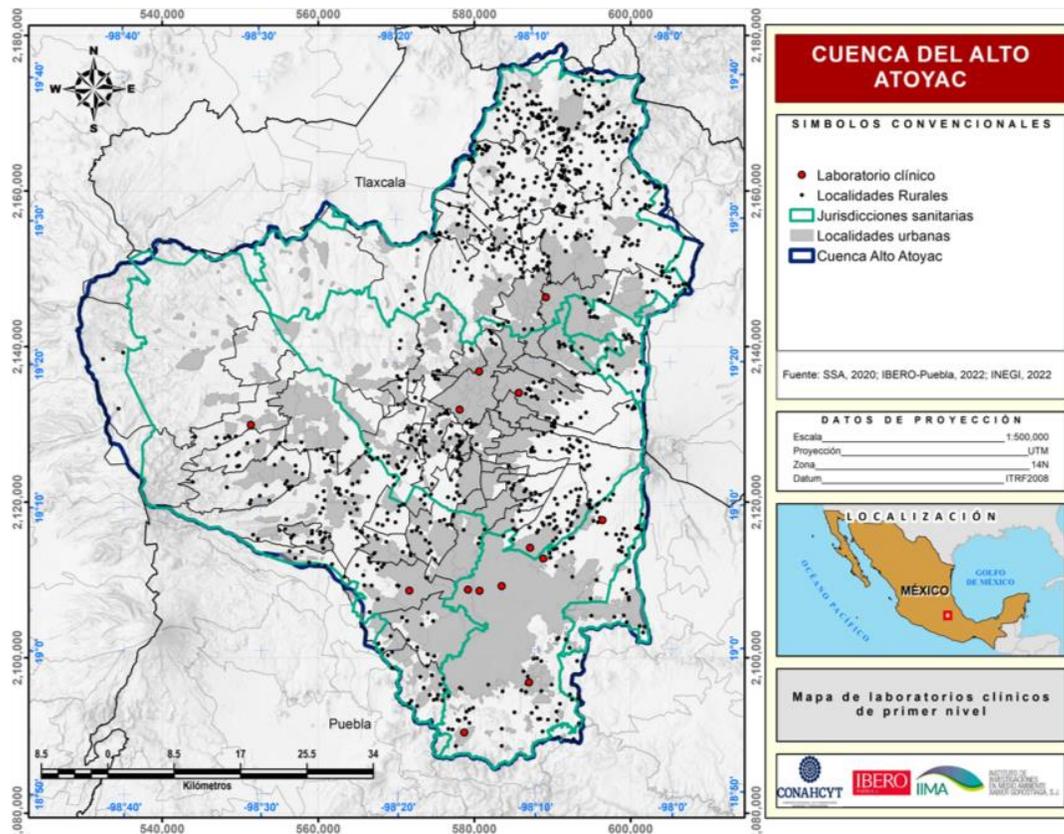


Figura 6.3. Ubicación de los laboratorios públicos.

- **Fortalecer las habilidades y competencias** del personal de salud del PNA en el diagnóstico de las ECNT de mayor impacto en la CAA. Enfermedades como la leucemia linfocítica, la púrpura trombocitopénica y la enfermedad renal crónica se necesitan diagnosticar de manera precoz para que los pacientes puedan recibir el tratamiento de manera oportuna en los establecimientos de salud especializados. Sin embargo, hay otras enfermedades que podrían no solo diagnosticarse en el PNA, sino también tratarse con la capacitación respectiva del médico general; esto considerando la gran carencia de médicos especialistas de estas enfermedades que hay en la CAA. Entre las enfermedades se encuentran, el asma y la epilepsia, las cuales son de importancia debido a las incidencias, prevalencias y/o patrones crecientes en la tasa de mortalidad en la población de menores y jóvenes.
- Con el propósito de mejorar la calidad de la atención médica de la ECNT de mayor impacto en la población de menores y jóvenes de la CAA, con intervenciones efectivas y seguras, basadas en pruebas científicas, se recomienda el uso/desarrollo de Guías de Práctica Clínica en el PNA para el diagnóstico de estas enfermedades. Las Guías son de gran utilidad como

estrategia para la estandarización y sistematización de los procesos de atención en salud de forma adecuada y eficiente, para la correcta y oportuna toma de decisiones clínicas y gerenciales centradas en el paciente (**Figura 6.4**).



Figura 6.4. Ejemplo de Guía Clínica para el diagnóstico oportuno de la Leucemia aguda en pediatría en primer y segundo nivel de atención (IMSS, 2020).

- Fortalecer en el PNA las estrategias para la promoción de la salud y prevención de las ECNT a nivel comunitario, con base en un plan de acción diseñado de manera participativa con los habitantes del territorio. Para el mejoramiento de la calidad ambiental de la comunidad y disminución de factores de riesgos: acciones para mejorar la calidad del aire (aire limpio/asma), programa riesgos agroquímicos, programa salubridad alimentos y agua.
- Empoderar a la población hacia una vigilancia activa, responsable y permanente para la detección temprana de los signos y síntomas de sospecha de cáncer en menores de 18 años.

6.2.2. Segundo Nivel de Atención (SNA) y Tercer Nivel de Atención (TNA)

Aun cuando en Tlaxcala, la densidad de médicos totales, médicos familiares, médicos generales, pediatras y enfermeras, es mayor en los hospitales del SNA con respecto a Puebla, hay un déficit de las especialidades médicas necesarias para el tratamiento de las enfermedades que están afectando fuertemente la salud de los menores y jóvenes, tales como, las enfermedades respiratorias, las gastritis, úlceras y duodenitis, la obesidad, la enfermedad renal, el cáncer, la epilepsia, la parálisis cerebral, los infartos agudos de miocardio, y las malformaciones. Estas enfermedades requieren de las siguientes

especialidades: neumología, alergología, gastroenterología, neurología, urología, hematología, oncología, endocrinología, endocrinólogos.

- Se recomienda en Tlaxcala la incorporación de médicos **alergólogos y neumólogos** en los hospitales para la población abierta. De acuerdo con el Catálogo de padecimientos por nivel de atención de pediatría del Instituto Nacional de Pediatría (INP, 2018), el asma leve debe ser tratada en un hospital SNA y el asma crónica en uno de TNA. Sin embargo, **no hay médicos especialistas** para el tratamiento del asma en ningún hospital público de Tlaxcala (SNT y TNA) que preste servicios a la población no derechohabiente.

En Tlaxcala donde esta afección crónica impacta fuertemente a los niños, niñas y adolescentes, particularmente en ciertos municipios, solo hay un alergólogo en un hospital del ISSSTE y un neumólogo en un hospital del IMSS. Y de acuerdo a las proyecciones de los modelos ARIMA (**Figura 6.5**), las tasas de mortalidad por enfermedades respiratorias van a seguir incrementándose para el 2030 en la CAA.

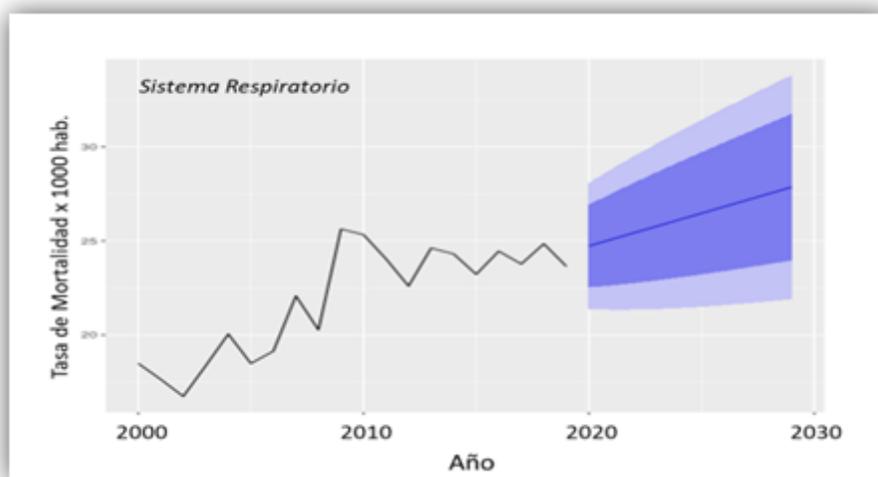


Figura 6.5. Tasa de mortalidad proyectada de enfermedades respiratorias (modelos ARIMA).

- En Tlaxcala, se recomienda la contratación de **médicos hematólogos** en los hospitales del SNA que prestan servicios para la población abierta, ya que no hay ni uno de estos especialistas, lo cual es requerido tomando en cuenta que la anemia es una de las enfermedades de mayor prevalencia según el censo del 2021 en la población de menores y jóvenes, y las tasas de mortalidad por púrpura trombocitopenia y la leucemia linfocítica se han incrementado notablemente en la



población de adolescentes. Es particularmente importante la presencia de estos especialistas en el hospital de la niñez.

- Se recomienda contratar **gastroenterólogos** en los hospitales públicos de Tlaxcala que prestan servicio a la población no derechohabiente; sólo hay un gastroenterólogo en el hospital infantil del TNA.

Es necesario que en los hospitales haya gastroenterólogos, ya que se proyecta un incremento al 2030 de la tasa de mortalidad por enfermedades del aparato digestivo. Como se vio en la sección 2, las úlceras, gastritis y duodenitis representan un problema de salud pública en la CAA, particularmente en Tlaxcala en donde las incidencias son tres veces mayores que en Puebla. Las enfermedades del aparato digestivo están impactando significativamente en la población de la CAA (en todas las edades), y las proyecciones al 2030 de las tasas de mortalidad por enfermedades digestivas muestran una tendencia en aumento estadísticamente significativa (**Figura 6.6**). En la población infantil la tasa de mortalidad por el flujo gastroesofágico y el fallo hepático se ha incrementado en la última década. El cáncer de estómago es uno de los cánceres que más muertes provoca en los adultos mayores de la CAA y se ha vinculado con úlceras e infecciones con *H.pylori*, entre otros factores.

A pesar de la elevada incidencia de padecimientos del sistema digestivo y los riesgos derivados, en Tlaxcala solo hay dos gastroenterólogos en un hospital del ISSSTE, de manera que las personas que no están afiliadas a esta institución deben ser atendidas en hospitales privados para el diagnóstico y tratamiento adecuado.

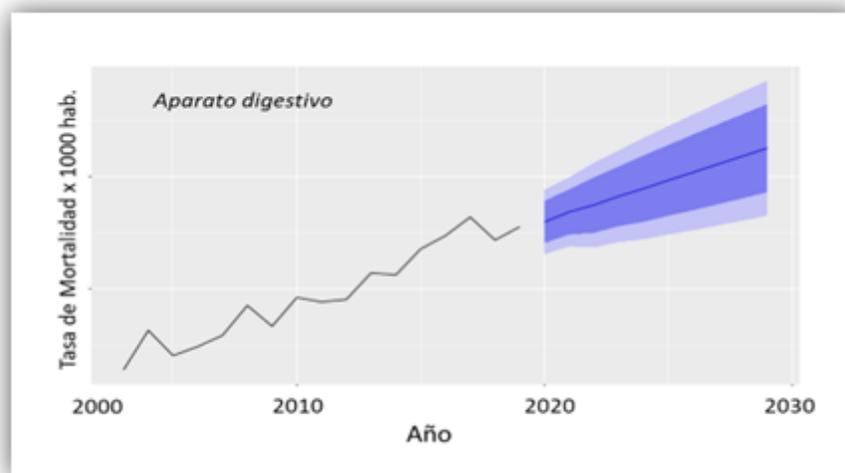


Figura 6.6. Tasa de mortalidad proyectada de enfermedades del aparato digestivo (modelos ARIMA).

- También se requieren de **neurólogos**, particularmente en Tlaxcala en los hospitales que prestan servicios a la población abierta (mayores de edad); únicamente hay tres en el hospital infantil. Las enfermedades del **sistema nervioso**, son responsables de un número de muertes similar al del cáncer en la población infantil; y en adolescentes registraron un incremento significativo en la última década del 31% (parálisis cerebral y epilepsia).
- También se requieren **endocrinólogos** en Tlaxcala para la atención de jóvenes y adultos; no hay ni un solo endocrinólogo en hospitales públicos y sólo uno en el hospital infantil. Esto es importante ya que las proyecciones al 2030 de las tasas de mortalidad por enfermedades endócrinas, nutricionales y metabólicas muestran una tendencia en aumento (**Figura 6.7**).

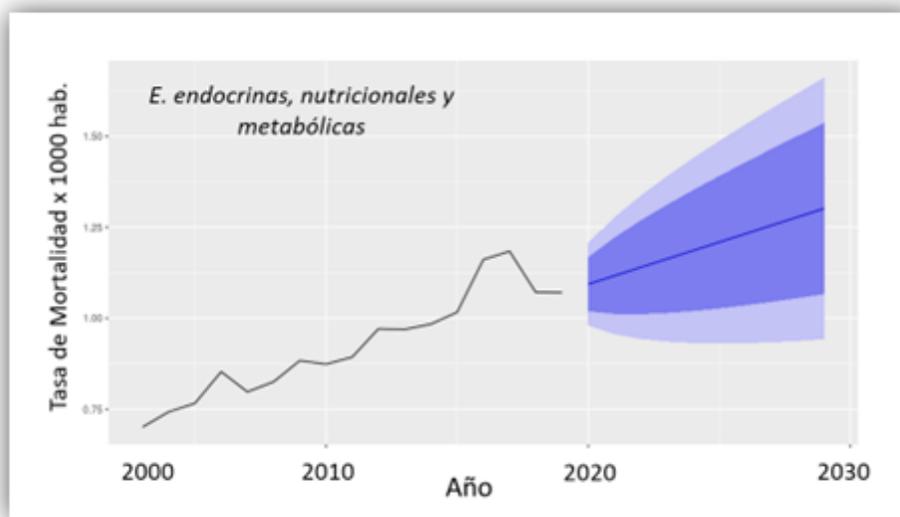


Figura 6.7. Tasa de mortalidad proyectada de enfermedades endócrinas, nutricionales y metabólicas (modelos ARIMA).

- También se requieren **médicos oncólogos** en Tlaxcala; solo hay uno en un hospital (H.G.R. EMILIO SÁNCHEZ PIEDRAS) y dos en el hospital infantil. La proyección al 2030 indica un aumento significativo en la tasa de mortalidad por cáncer (**Figura 6.8**).

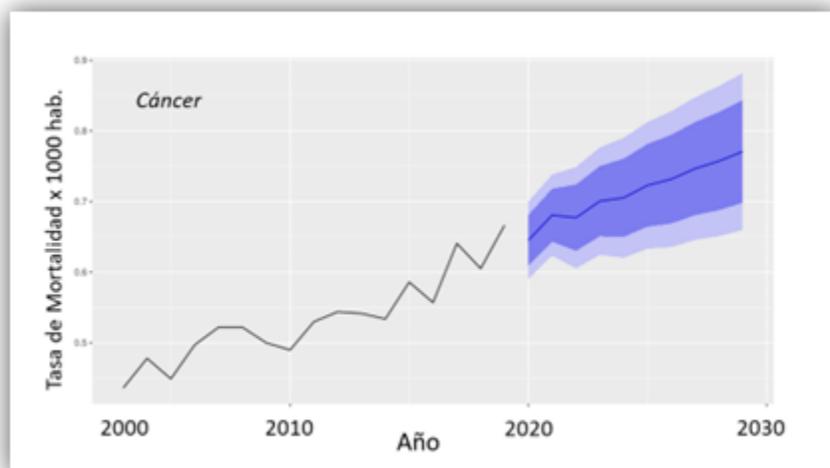


Figura 6.8. Tasa de mortalidad proyectada de cáncer (modelos ARIMA).

- También se requieren **cardiólogos** en Tlaxcala para la atención de jóvenes y adultos; solo hay uno en un hospital (H.G.R. EMILIO SÁNCHEZ PIEDRAS). En Puebla se requieren cardiólogos principalmente en Hospital para el Niño Poblano ya que solo hay dos; mientras que en Tlaxcala hay cuatro en el Hospital Infantil. Las proyecciones al 2030 de las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio muestran una tendencia creciente (**Figura 6.9**).

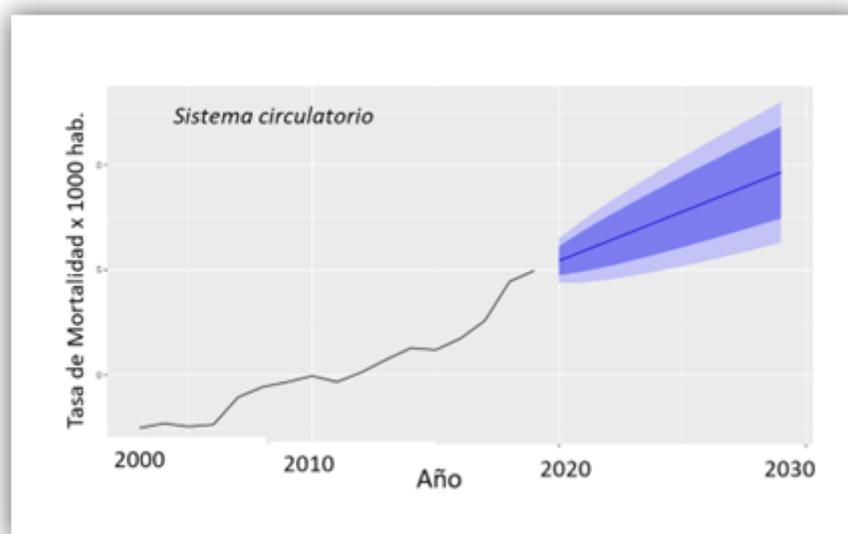


Figura 6.9. Tasa de mortalidad proyectada de enfermedades del sistema circulatorio (modelos ARIMA).



- También se requieren **nefrólogos** en Tlaxcala para la atención de jóvenes y adultos; solo hay dos en un hospital (H.G.R. EMILIO SÁNCHEZ PIEDRAS) y dos en el hospital infantil.
- Incrementar el número de especialistas en **cirugía maxilofacial y cirugía plástica y reconstructiva** para la reparación del labio leporino dada la incidencia de este defecto en ambas entidades de la CAA.
- Incrementar el número de **médicos patólogos** en Tlaxcala en los hospitales públicos ya que únicamente hay uno; mientras que en Puebla hay ocho especialistas en patologías.
- En cuanto a equipos médicos, se recomienda la adquisición de un **equipo de resonancia magnética** en Tlaxcala en el Hospital Infantil, así como **tomógrafos computados**. En Puebla se requieren unidades de **hemodiálisis** en el Hospital para el Niño Poblano.
- Se recomienda la instalación de un **banco de sangre** en el Hospital Infantil de Tlaxcala.
- En Tlaxcala, los jóvenes y adultos que gozan y no gozan de la seguridad social, se encuentran en un estado de vulnerabilidad ante la ausencia de un hospital del tercer nivel. Se recomienda la creación de hospitales de este nivel de atención.
- Finalmente, se recomienda incrementar la densidad de recursos en salud (personal, infraestructura y equipos médicos) en los hospitales de la seguridad social en Tlaxcala; mientras que, en Puebla, se recomienda incrementar la densidad de recurso en salud en los hospitales que prestan servicio a la población abierta; esto con base en los análisis realizados en cuanto a la densidad de recursos en salud para cada entidad y cada sistema (sección diagnóstica). Las estrategias para el fortalecimiento del servicio de atención médica tienen que considerar tanto a la población derechohabiente, como a la no derechohabiente.

6.3. RECOMENDACIONES PARA FORTALECER LA ATENCIÓN DE LAS ENFERMEDADES CRÓNICAS NO TRANSMISIBLES (ECNT) DE MAYOR IMPACTO EN LA POBLACIÓN DE LA CAA.

Antes de proporcionar las recomendaciones para el fortalecimiento en la atención de las malformaciones congénitas, la leucemia linfocítica y la enfermedad renal crónica, se explicará brevemente la problemática para darle solidez a las recomendaciones.

6.3.1. Malformaciones Congénitas

Problema:

La tasa de mortalidad por malformaciones congénitas en la población de 5 a 9 años se ha incrementado en los últimos 20 años. Esto indica que las niñas y los niños lograron superar la primera edad y que las complicaciones se están presentando en la segunda etapa de la niñez.

Muchas malformaciones son susceptibles de tratamiento quirúrgico, ya que en más del 60% de los casos, las malformaciones se presentan o afectan a un solo órgano, sistema o miembro. Estas intervenciones, pueden salvar la vida de la persona y mejorar el pronóstico a largo plazo. Buen ejemplo de ello es la cirugía aplicada a defectos cardíacos congénitos sencillos o a casos de labio leporino, fisura palatina, pie valgo, cataratas congénitas o anomalías gastrointestinales y urogenitales (Secretaría de Salud de Tlaxcala, 2016).

Las intervenciones quirúrgicas con un buen seguimiento pueden con frecuencia mitigar la posible letalidad como en el caso de los defectos cardíacos congénitos, los cuales son los de mayor impacto en la CAA o bien, la morbilidad asociada a los trastornos congénitos estructurales. A menudo se subestima la contribución a la reducción de la mortalidad y la morbilidad de este aspecto del tratamiento. Los desenlaces mejoran con la detección temprana en los niveles inferiores del sistema gracias a los cribados, la derivación y la gestión en centros especializados en el caso de algunas afecciones, como los defectos cardíacos (OMS, 2023).

Entre los posibles factores vinculados con el incremento en la tasa de mortalidad en la CAA se podrían mencionar: 1) la imposibilidad de lograr la intervención quirúrgica necesaria para reparar el defecto congénito; 2) la muerte del niño o niña con defecto de nacimiento debido a la falta de seguimiento periódico por personal especializado y 3) la ausencia de un diagnóstico precoz y correcto de la enfermedad, y la instauración inmediata del tratamiento adecuado y las medidas correctoras o paliativas.

El impacto social de las malformaciones no está dado sólo por su repercusión en la mortalidad infantil, sino porque la supervivencia en la actualidad es superior al 90% de los nacidos. Ese 90% que sobreviven, requieren de un esfuerzo científico y asistencia social con gran impacto en estas esferas. Cabe señalar que, no todos los pacientes con malformaciones logran un bienestar absoluto. Más del 20% arrastran secuelas para toda la vida (Valdés-Silva et al, 2018).

En la CAA los defectos de nacimiento más frecuentes y de mayor impacto en la mortalidad infantil son las cardiopatías congénitas y las malformaciones en el sistema nervioso. En el análisis de la densidad de los recursos en salud presentado en el Capítulo 5 se observa que la densidad de cardiólogos y neurólogos es notablemente inferior en el Hospital para el Niño Poblano (HNP) que en el Hospital Infantil de Tlaxcala. Y en un informe del HNP se indicó que la capacidad de atención de los niños con cardiopatías ha sido rebasada y hay una lista de espera de más de 100 niños en 2023.

Esta situación representa un riesgo de muerte para los niños y niñas que no pueden lograr la intervención quirúrgica necesaria para reparar el defecto congénito. Esta problemática puede explicar parcialmente la tendencia de mayor riesgo de mortalidad por malformaciones congénitas determinada hacia el territorio poblano.

Sin embargo, hay que tomar en cuenta que la tasa de mortalidad puede estar incrementándose no sólo por la falta de tratamiento de estos defectos de nacimientos en el tercer nivel de atención, sino por un incremento en la incidencia de estas afecciones en virtud del aumento en la prevalencia de factores de riesgo.

Existen diversos agentes tóxicos, como drogas, medicamentos, sustancias químicas, exposiciones ocupacionales y del medio ambiente, que contribuyen de manera significativa a la aparición de malformaciones congénitas y a la mortalidad durante la vida intrauterina, en el período perinatal y etapas tempranas de la vida (Valdés-Silva et al, 2018).

La mitad de las malformaciones pueden prevenirse si se actúa a tiempo, lo que implica el principio de responsabilidad moral de la sociedad para poner los medios que sean necesarios para detectar y tratar dichas alteraciones (Silva, et al. 2015)

El control de los factores de riesgo relacionados con la aparición de malformaciones durante el desarrollo embrionario puede contribuir a disminuir su incidencia. Las mujeres pueden aumentar las probabilidades de tener un bebé sano al adoptar conductas saludables antes de quedar embarazadas y evitar la exposición a sustancias tóxicas. Se reconoce entonces, la importancia de actuar sobre los factores etiológicos y desencadenantes en la etapa pre-concepcional, a través de la creación de planes de acción orientados a la disminución de la prevalencia de los defectos congénitos (Valdés-Silva et al, 2018).

Se han identificado una amplia variedad de sustancias teratogénicas, entre estas, el tabaco, el alcohol, los plaguicidas, entre otras. El glifosato es altamente tóxico, como lo demuestra la investigación científica de Laboratorio de Embriología Molecular del Conicet-UBA (Facultad de Medicina), que, con dosis de hasta 1,500 veces inferiores a las utilizadas en las fumigaciones sojeras, puede provocar efectos devastadores en la morfología del embrión

de los organismos de prueba; lo que sugiere la interferencia en los mecanismos normales del desarrollo embrionario, además de provocar malformaciones neuronales, intestinales y cardíacas, microcefalia, especímenes de un solo ojo y deformidad craneofacial, entre otros (Triana-Velásquez et al., 2013).

De los compuestos volátiles que se reportan en el RECT (12), con registros relativamente altos hacia municipios de Puebla, nueve de ellos son teratógenos, según la lista de 9ª edición de "Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials" (Purdue University, 2019). Las sustancias teratógenas son: benceno, xileno, formaldehído, diclobenceno, acetaldehído, estireno, tolueno, acrilonitrilo y cloruro de vinilo.

En el estudio se observó que existe correlación entre diversos giros industriales y la mortalidad por malformaciones congénitas, así como con los agroquímicos, estaciones de gasolinas, y ríos contaminados, etc.

Recomendaciones:

Se recomienda establecer un plan de acción que involucre 1) acciones de prevención primaria, para disminuir los factores de riesgo de las malformaciones congénitas y propiciar que el desarrollo embrionario y fetal no se altere y el niño nazca sano; y 2) acciones de prevención secundaria a través de medidas orientadas a manejar la enfermedad cuando ya se ha producido, buscando evitar que se agrave el problema, o de ser posible, curar la enfermedad.

Se presenta un esquema para ilustrar la posible ruta de acción. El esquema se divide en prevención primaria (**Figura 6.10**) y prevención secundaria (**Figura 6.11**). En la prevención primaria se hace una separación de los sistemas donde se puede incidir. Esto se explica porque hay factores de riesgo que no dependen de la voluntad de la madre, como, por ejemplo, las emisiones industriales de ciertos compuestos químicos que llegan a su comunidad, y otros que sí dependen de la madre o la población como, por ejemplo, la ingesta de alcohol y/o el uso de agroquímicos.

En la CAA, tanto la exposición a agroquímicos como la diversidad industrial se consideran factores importantes asociados a la elevada tasa de mortalidad por defectos congénitos, con base en las pruebas estadísticas. El factor de riesgo asociado con las emisiones industriales no está bajo el control del individuo, de manera que las estrategias de prevención para reducir la exposición de tóxicos liberados por las empresas y la subsecuente disminución de riesgo de malformaciones, tiene que ser a través del control por parte de las autoridades competentes. En el caso de los agroquímicos, el control de la exposición se puede llevar a cabo desde las comunidades.

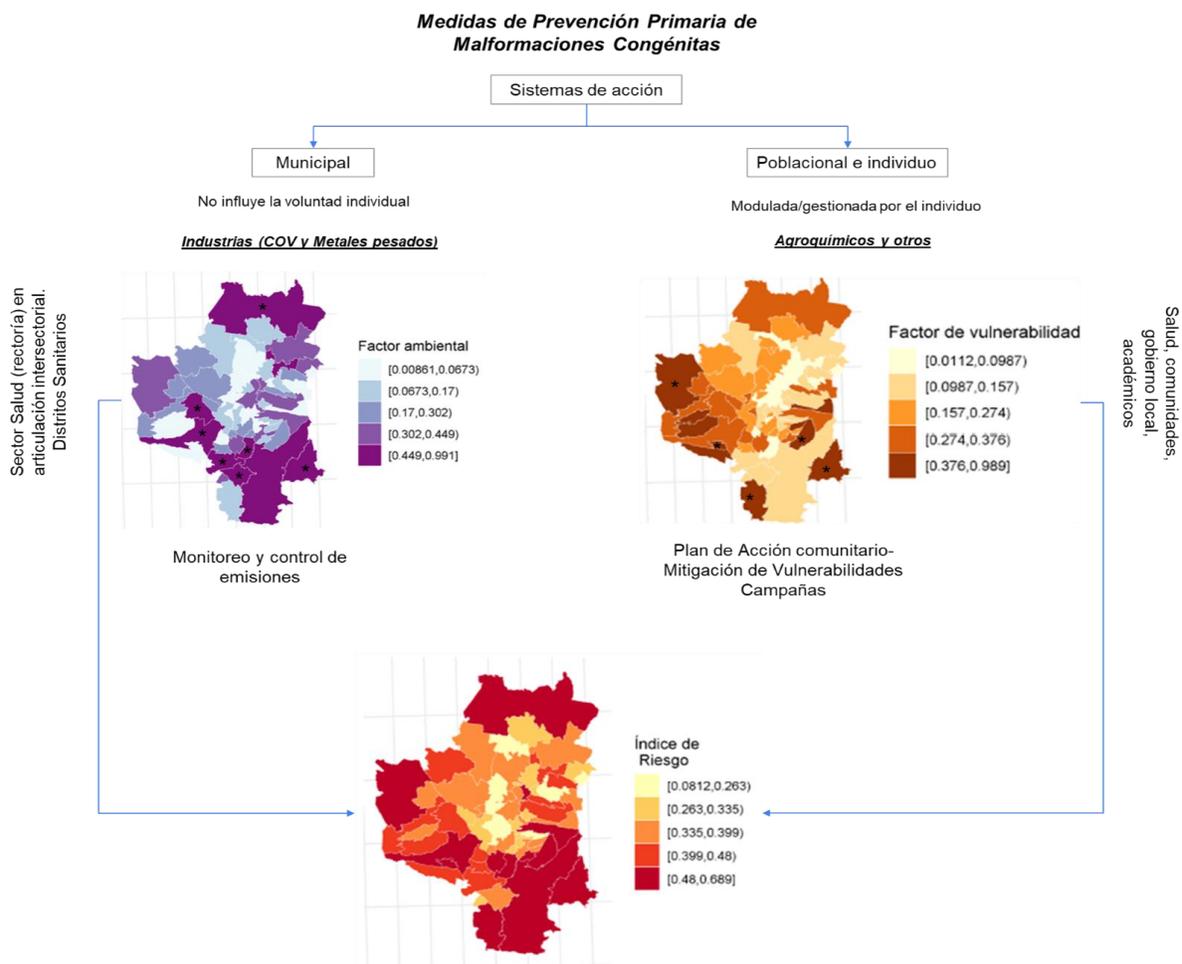


Figura 6.10. Medidas de prevención primaria para malformaciones congénitas.

Entonces, los sistemas de incidencia sobre los que se debería actuar son el municipal y el comunitario e individual. En virtud de esto, se recomienda que, con base en el mapa del factor ambiental, el cual presenta los municipios con las condiciones ambientales más críticas en cuanto a la mortalidad por malformaciones congénitas, se establezca un plan para el monitoreo de la calidad de aire en dichos municipios, considerando principalmente, la medición de ciertos compuestos orgánicos volátiles teratogénicos, como el benceno, y aquellos que se reporten en el RECT en mayores concentraciones. El propósito del monitoreo y/o vigilancia es conocer los niveles de estos contaminantes y regular las emisiones.

El otro nivel de incidencia es el poblacional e individual. Será necesario diseñar un plan para la prevención de los factores de riesgo adaptando el contexto socio-territorial, considerando las actividades productivas, los riesgos laborales asociados, la cultura y el entorno, a partir de un diagnóstico participativo que permita obtener una información más

precisa de los peligros ambientales, entre estos el uso de agroquímicos, y las vulnerabilidades.

Se propone apoyarse en el mapa de riesgo para seleccionar los municipios prioritarios de acción. Y del conjunto de los 13 municipios en situación de alto riesgo, se podría priorizar a aquellos que presentan una alta vulnerabilidad social, tomando en cuenta el efecto que tiene la mitigación de la vulnerabilidad sobre el nivel de riesgo.

También es importante como estrategia de promoción de salud y prevención para disminuir riesgos perinatales, que se impulse la coordinación y la concertación de los servicios de salud con las autoridades competentes, para que los medios masivos de comunicación promuevan e informen a la población, en forma permanente, sobre las medidas preventivas y los métodos de detección temprana de los defectos al nacimiento (NOM-034-SSA2-2013).

La atención prenatal que recibe una mujer durante el embarazo contribuye a asegurar mejores resultados para la madre y el recién nacido, siendo un punto de entrada para recibir una amplia gama de servicios de salud en la promoción y prevención, incluyendo apoyo nutricional, prevención de la anemia, detección y prevención de enfermedades de transmisión sexual, vacunación contra tétanos e influenza, entre otras (IMSS, 2017). Con relación a esto, es necesario establecer estrategias para mejorar la calidad del servicio de atención prenatal, así como el incremento en la asistencia de mujeres embarazadas al control prenatal.

En cuanto a la prevención secundaria de defectos congénitos se aplica cuando la enfermedad ya se ha producido, por lo que se intenta evitar que se agrave el problema y, cuando es posible, curar la enfermedad. En el caso de los DC en los que, para la inmensa mayoría, no existe cura (exceptuando los que puedan ser corregidos con cirugía, y algunas alteraciones metabólicas), se trataría de disminuir al máximo sus efectos adversos en el paciente que los presenta. Para ello se deben realizar las siguientes acciones: 1) Un diagnóstico precoz correcto, lo que permitirá en muchos casos establecer un pronóstico y un adecuado manejo clínico del niño; 2) Instaurar los tipos de medidas y tratamientos paliativos (o curativos si es posible) necesarios y anticipatorios; 3) Ofrecer a la familia una información correcta sobre el problema del niño, su tratamiento, su causa (si se conoce), y si existe, o no, riesgo de repetición en otros hijos y familiares.

Entonces, para las medidas secundarias, es fundamental que se incremente la capacidad para diagnosticar de manera preliminar la malformación en el PNA y se establezca un manejo clínico adecuado. Para esto es necesario que se entrene al personal de salud y se cuente con los equipos mínimos requeridos como por ejemplo los ultrasonidos, los cuales

prácticamente están ausentes en Tlaxcala en el PNA. De los 13 municipios en situación de alto riesgo solo tres tienen ultrasonidos; la mayoría en el municipio de Puebla; solo hay uno en Cuautlancingo y otro en Apetatitlán. En cuanto a electrocardiógrafos, solo hay de estos equipos en el municipio de Puebla.

Con el diagnóstico precoz se pueden instaurar inmediatamente el tratamiento adecuado y/o las medidas correctoras y paliativas.

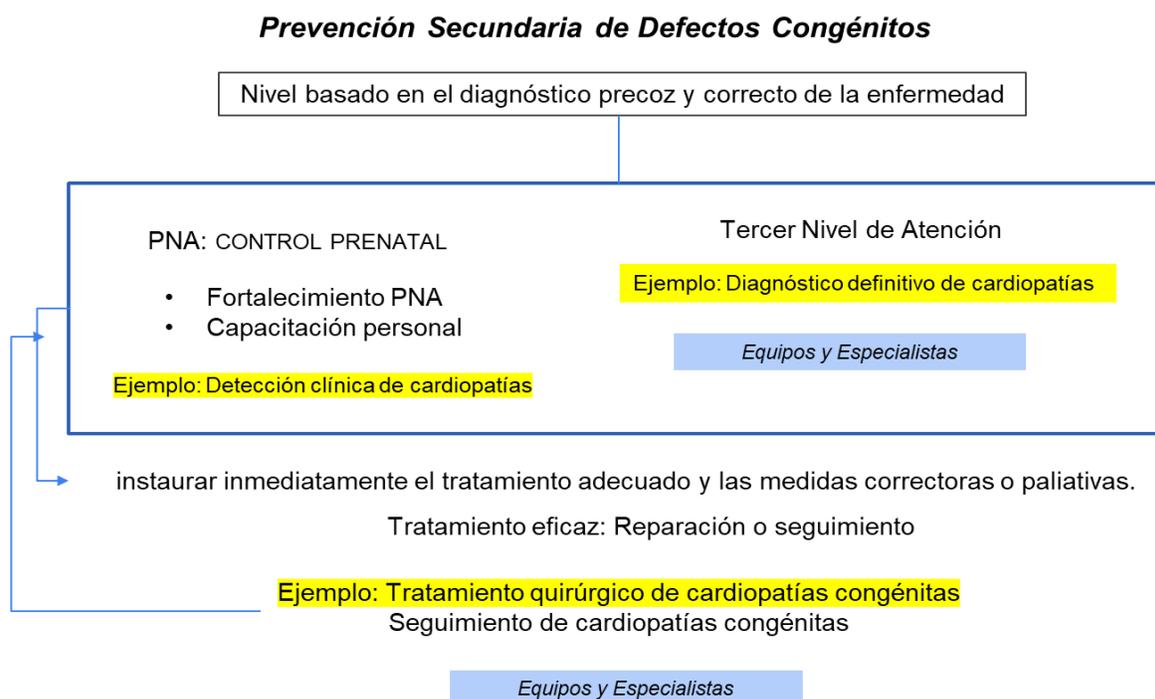


Figura 6.11. Medidas de prevención secundaria para malformaciones congénitas.

6.3.2. Leucemia linfoide

Problema:

En la CAA la leucemia linfoide es la principal causa de muerte en adolescentes y la tasa de mortalidad ha aumentado significativamente en las últimas dos décadas. El mayor riesgo de mortalidad por leucemia linfoide en adolescentes se presenta en el 15% de los municipios de la CAA, en su mayoría localizados en el territorio poblano (8 municipios).

Esta variabilidad espacial se puede relacionar con las diferencias en el acceso al servicio de salud, pero también a otros determinantes sociales y ambientales de la salud.

Tal como se vio en la sección 3.2, entre los factores de vulnerabilidad detectados en el estudio se incluyó el porcentaje de la población indígena, el porcentaje de la población de más de 15 años sin escolaridad, el porcentaje de la población sin derechohabencia y las condiciones de precariedad de la vivienda.

La leucemia es el cáncer más común en los menores y se cura en el 90% de los casos (OPS, 2022). Sin embargo, esto no está ocurriendo en la población de adolescentes de la CAA, dado el incremento en la tasa de mortalidad en las últimas dos décadas. De acuerdo con representantes de AMANC Puebla, el problema se relaciona con el hecho de que los menores están recibiendo el tratamiento en etapas avanzadas y se pierde efectividad del mismo, así como también por el abandono del seguimiento. La Dra. Baños Lara, responsable de un PRONAI de leucemia en la región señala que uno de los problemas centrales en la supervivencia del menor con leucemia tiene que ver con la dificultad para recibir la atención inmediata y el acceso al tratamiento, lo cual se vincula con la demora en el diagnóstico.

En los y las adolescentes, el diagnóstico suele llevar más tiempo. El retraso en pacientes de mayor edad se relaciona con su mayor autonomía y la menor frecuencia de visitas médicas. Los padres con niveles de instrucción más bajos suelen realizar la consulta médica en forma tardía, lo cual puede explicar la asociación encontrada en el estudio entre la mortalidad y el grado de escolaridad de la población. Asimismo, el diagnóstico puede demorar más cuanto mayor sea la distancia al centro especializado.

En la **Figura 6.12** se observa que, aun cuando en los municipios en situación de alto riesgo hay hospitales públicos, estos no disponen de los médicos especializados en la atención oncológica.

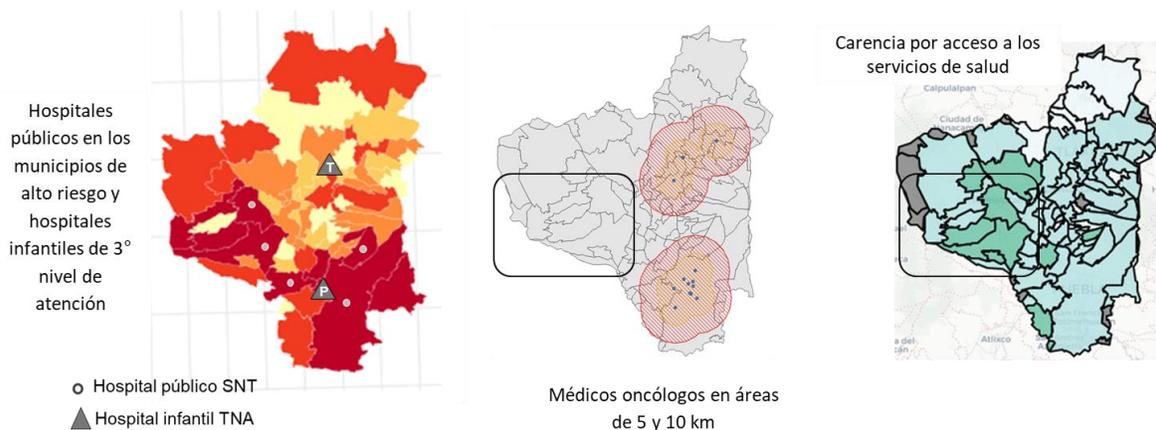


Figura 6.12. Situación de oncología en la CAA.

Los municipios de la región poniente de la CAA en riesgo, perteneciente a la jurisdicción sanitaria de Huejotzingo, no solo están en situación de vulnerabilidad en la accesibilidad geográfica de los hospitales especializados, sino también por la baja densidad de consultorios y médicos en el PNA (**Figura 6.13**).

Asimismo, de las jurisdicciones sanitarias, se observa que la jurisdicción sanitaria de Huejotzingo es la que presenta la situación más crítica, no solo por lo anteriormente mencionado, sino también por el déficit de médicos titulados a cargo de la unidad del PNA, particularmente en las unidades rurales (SSA e IMSS BIENESTAR) lo cual representa una gran limitación en la detección oportuna de leucemia linfocítica. En la jurisdicción sanitaria de Huejotzingo, se identifica una situación particular con respecto a la disponibilidad de médicos generales en las unidades médicas rurales (UMR). De las 12 UMR existentes en esta área, solo tres cuentan con médicos generales, lo cual contrasta con la situación en otras regiones como Puebla y Apizaco, donde no se observa esta escasez de médicos. Además, se registra que de las 55 unidades de salud, en 17 de ellas no hay médicos generales. Estos factores tienen un impacto directo en el tiempo que lleva diagnosticar la leucemia linfocítica en la población adolescente de esta zona.

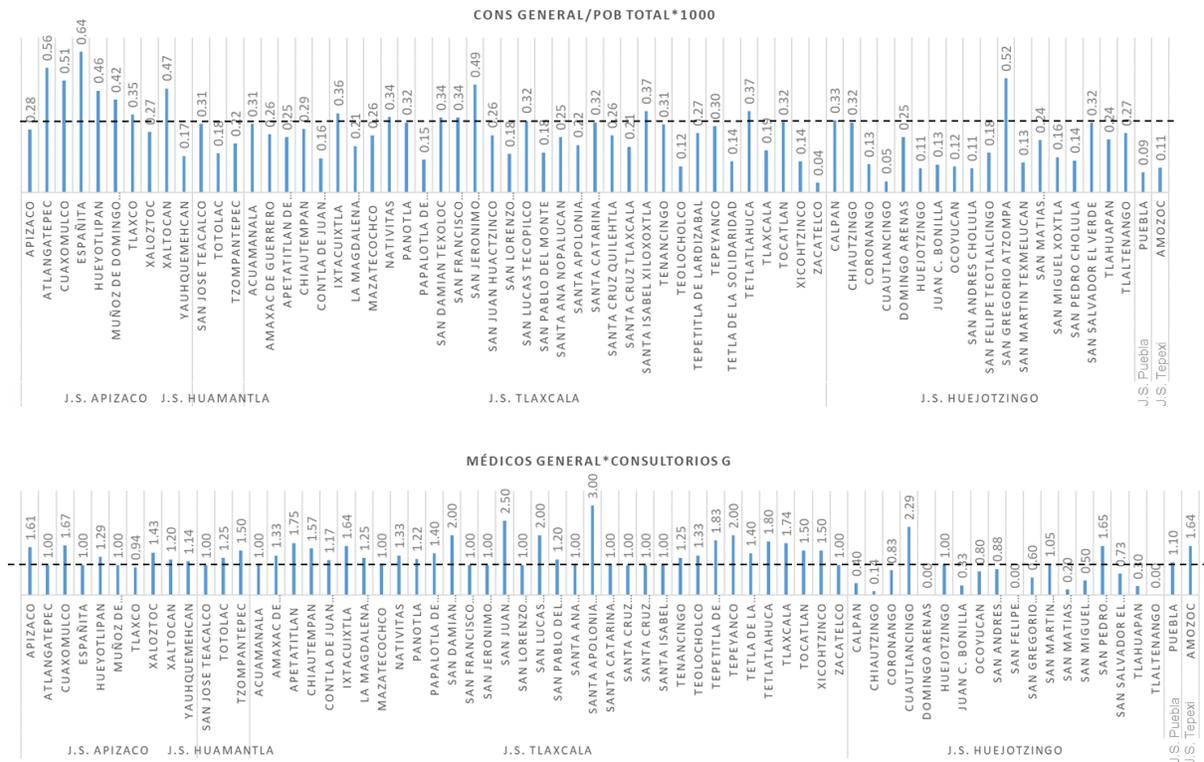


Figura 6.13. Consultorios y médicos en los municipios de la CAA.

Tal como se mencionó anteriormente, las estrategias de diagnóstico oportuno son un componente esencial en el control integral del cáncer infantil. El objetivo es identificar en el PNA la enfermedad lo antes posible y referir al paciente a un centro especializado para el diagnóstico e inicio del tratamiento sin demora. Cuando el cáncer es detectado en una fase temprana, es más probable que responda a un tratamiento eficaz, lo que eleva la probabilidad de supervivencia, disminuye el sufrimiento y, a menudo, el tratamiento es más económico y menos intensivo (OMS,2021). Sin embargo, si los profesionales de la atención primaria no conocen los signos y síntomas de la leucemia y no están capacitados para realizar la evaluación clínica adecuada, difícilmente se diagnosticará la enfermedad con prontitud, representando un riesgo para la supervivencia y calidad de vida de las niñas, niños y adolescentes de la CAA.

La información cualitativa sobre estos factores específicos del contexto (médicos pasantes/falta de vínculo) relacionado con la atención del PNA y la población beneficiaria es fundamental para el desarrollo de intervenciones efectivas. De acuerdo con la OPS (2014), la demora no debe generarse en los servicios de salud. Para acortar el lapso entre la aparición de los primeros signos o síntomas y la remisión a un centro oncológico donde se confirma el diagnóstico de cáncer, es necesario que se lleven a cabo esfuerzos en el área de recursos humanos que incluyan la formación pre y post grado en medicina y enfermería, y la capacitación del personal que trabaja en atención primaria para que sepa identificar signos tempranos de la enfermedad (OPS, 2022).

Los municipios de San Pablo del Monte y Mazatecocho presentan una menor cantidad de consultorios por cada 1000 habitantes en comparación con las recomendaciones establecidas en el programa MAS-BIENESTAR. Sin embargo, su situación en cuanto al número de médicos no es tan crítica como la de los municipios ubicados en la zona poniente de la CAA. A pesar de esto, en San Pablo del Monte existen numerosas localidades rurales en la parte alta de la Malinche donde no hay centros de salud disponibles. Estas áreas registran una alta vulnerabilidad debido a la precariedad de vivienda, niveles educativos bajos y una mayor proporción de población indígena, así como carencias en servicios básicos de vivienda y acceso a la seguridad social (**Figura 6.14**).

A pesar de los avances en el tratamiento y los protocolos clínicos controlados, que han permitido altas tasas de curación en la mayoría de los pacientes con leucemia linfocítica aguda, la probabilidad de mortalidad aún está asociada con factores como el diagnóstico y tratamiento tardío, el abandono del tratamiento y la falta de acceso a centros de salud con recursos humanos y técnicos especializados (OMS, 2014).

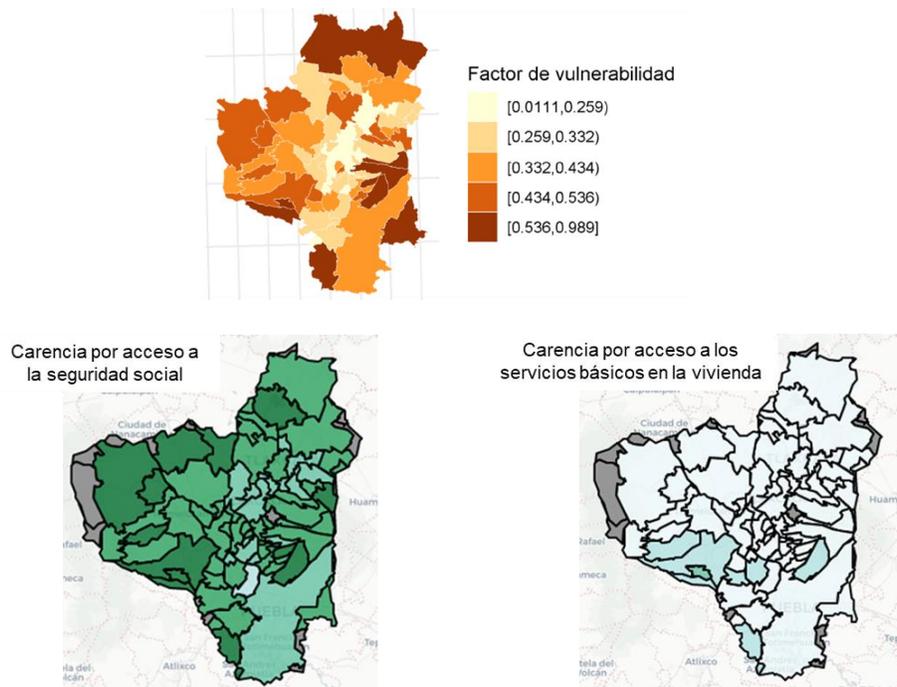


Figura 6.14. Vulnerabilidad social de los municipios de la CAA.

Recomendaciones:

Dado que el cáncer infantil, no es prevenible, pero se puede detectar oportunamente, es preciso que se establezcan estrategias para el diagnóstico y para la referencia oportuna del paciente al hospital infantil certificado para la atención oncológica infantil en el territorio. Lo que se busca es acortar el lapso entre la aparición de los primeros signos o síntomas y la remisión a un centro oncológico donde se confirme el diagnóstico de cáncer.

Dentro de este contexto, es necesario que se fortalezcan las capacidades del PNA para el diagnóstico preliminar de la enfermedad, para lo cual se recomienda las siguientes acciones:

- 1) Incrementar el número de unidades de salud en zonas en donde hay un déficit de consultorios, particularmente en los municipios de la jurisdicción sanitaria de Huejotzingo y en los municipios clasificados como de alto riesgo.
- 2) Evitar que médicos en formación estén a cargo de la unidad de atención como ocurre en muchos de los municipios de alto riesgo.
- 3) Capacitar y/o entrenar al equipo de atención primaria en el diagnóstico precoz de leucemia linfocítica en menores de edad, para la derivación oportuna a la atención

especializada. Apoyándose en la Guía de Práctica Clínica (GPC “Diagnóstico temprano y oportuno de LLA en la infancia y adolescencia en el PNA).

4) Incrementar el número de laboratorios clínicos en la CAA y que su distribución sea más homogénea y no se concentren en las principales ciudades, sino que se creen en los municipios de la falda de la Sierra Nevada donde hay un mayor riesgo de mortalidad por leucemia linfocítica.

5) Crear mecanismos de articulación en red, que permitan facilitar el ingreso del menor con sospecha de leucemia, al hospital infantil acreditado, para la confirmación diagnóstica y se lleve el tratamiento sistémico oportuno.

6) Diseñar una campaña de comunicación en la CAA para la concientización de la importancia de la detección temprana de síntomas y signos de cáncer en niños y adolescentes, así como para reducir el tiempo de diagnóstico y tratamiento, la campaña tiene que estar dirigida al personal de salud y a la población en general.

Las estrategias deben formularse a partir de un plan para la prevención de los factores de riesgo adaptado al contexto socio-territorial. Estas acciones deben emerger de un plan integral diseñado para la atención del menor con cáncer en la CAA, que asegure la calidad y la sostenibilidad de las estrategias y aborde el problema de manera integral.

Dado que el abandono es una de las causas importantes de falla en el tratamiento, es necesario desarrollar estrategias para disminuir el abandono al tratamiento y llevar a cabo un seguimiento efectivo, con un equipo multidisciplinario que incluya apoyo psicológico para la o el menor y su familia. Se han citado muchas razones para el abandono del tratamiento, incluida la falta de recursos financieros, la comprensión deficiente de la enfermedad, los factores culturales, la creencia en las terapias alternativas, etc., (Bonilla et al., 2009). En el plan se pueden considerar estrategias de articulación para el seguimiento y apoyo entre las asociaciones civiles que apoyan a niños con cáncer en la región, como AMANC y los diferentes niveles de atención involucrados.

Es requerido el fortalecimiento de la infraestructura y los recursos humanos, tomando en cuenta que la atención de la leucemia tiene que ser multidisciplinaria. En función del análisis realizado en cuanto a la densidad de recursos en salud, se indica las necesidades para mejorar la atención oncológica en cada estado:

- En Tlaxcala se necesitan epidemiólogos, hematólogos, neumólogos, urgenciólogos y médicos anatómicos-patólogos. También personal técnico nutricionista, en trabajo social y personal de enfermería auxiliar. En cuanto a equipos médicos, se necesitan

tomógrafos, equipos de resonancia magnética y un acelerador lineal. La instalación de un banco de sangre y una unidad de cuidados intensivos.

- En Puebla se necesitan los siguientes médicos especialistas: oncólogos, neurólogos, cardiólogos, oftalmólogos, pediatras y médicos generales. En cuanto a profesionales y técnicos de salud: nutriólogos, psicólogos, personal de laboratorio, personal técnico en histopatología. De equipos médicos: ultrasonidos y electrocardiógrafos. Y de áreas hospitalarias: área de quimioterapia, unidad de cuidados intensivos, quirófanos, área de laboratorio clínico y área de hospitalización.

Se recomienda establecer un plan integral de atención para los niños con cáncer en la CAA para garantizar la efectividad y sostenibilidad de las estrategias y que este incluya al menos cuatro ejes estratégicos (**Figura 6.15**).

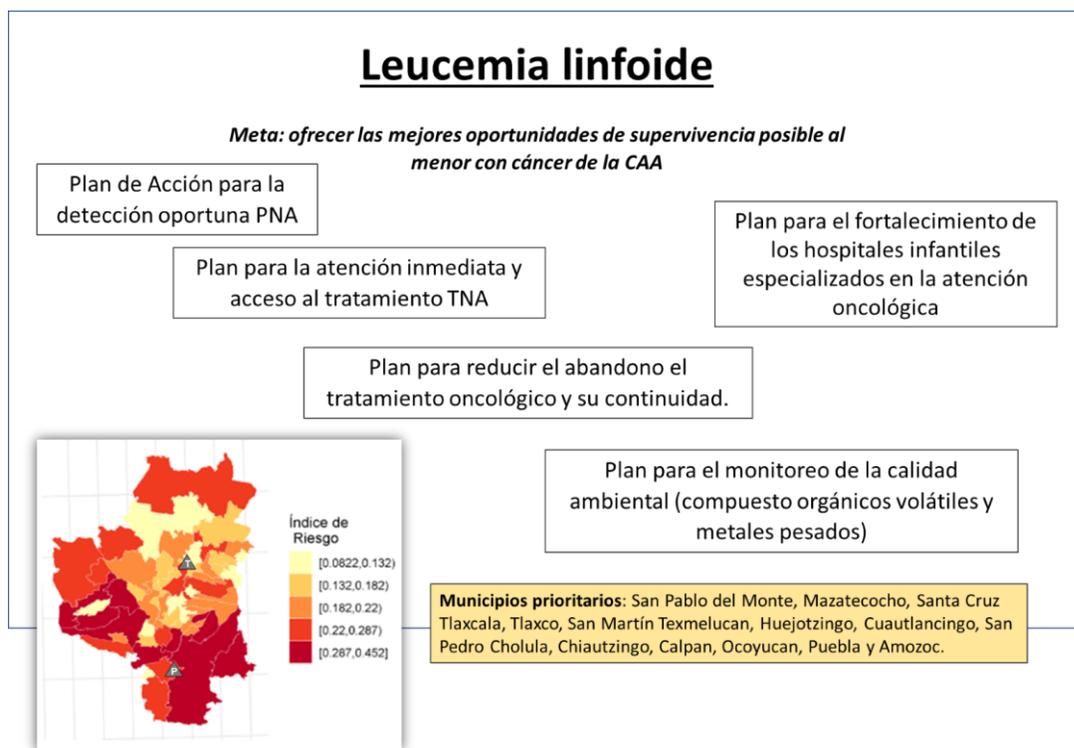


Figura 6.15. Estrategias recomendadas para la atención de la Leucemia Linfoide.

A continuación, se describe muy brevemente el propósito de cada plan o eje estratégico y elementos básicos.

1. Plan de Acción para la detección oportuna.

Con este plan se busca disminuir el tiempo de latencia entre los síntomas iniciales y el diagnóstico final. Algunas de las acciones que se recomiendan son:

- Capacitar al personal de atención primaria en la evaluación e identificación de signos y síntomas de sospecha de la leucemia linfocítica (diagnóstico preliminar).
- Implementación del uso de guía clínica para el diagnóstico de la leucemia.
- Desarrollar campañas para la concientización de la importancia de la detección temprana de la leucemia linfocítica dirigido a los habitantes de la cuenca y el personal de salud.

2. Plan para la atención inmediata y acceso al tratamiento.

Actualmente, aproximadamente el 75% de los pacientes con leucemia linfocítica reciben tratamiento en etapas avanzadas de la enfermedad (AMANC Puebla).

Con este plan se busca diseñar y establecer el mecanismo para agilizar el proceso de derivación del niño con sospecha de cáncer al centro especializado, para obtener el diagnóstico definitivo y el tratamiento oportuno y adecuado. Algunas acciones que se recomiendan son:

- Establecer un sistema en red entre la atención primaria y los hospitales especializados, para facilitar que el paciente fluya en forma segura y eficiente de un establecimiento de salud de menor a otro de mayor capacidad resolutive (referencia), así como también la contrarreferencia de este a su establecimiento de origen, a objeto de asegurar la continuidad de atención y cuidado de su salud.

3. Plan para reducir el abandono del tratamiento oncológico y su continuidad.

Con este plan se busca desarrollar estrategias para fortalecer el seguimiento y acompañamiento.

- Establecer alianzas con ONG de apoyo a menores con cáncer, para fortalecer la base de apoyo al paciente y familia.
- Garantizar el suministro estable de medicamentos. Se ha demostrado que la escasez de agentes quimioterapéuticos esenciales tiene un impacto en la supervivencia pediátrica, incluso en los países de ingresos altos. En los países de ingresos bajos y medianos, es probable que el impacto de la disponibilidad inconsistente de quimioterapia sea aún mayor (INSP, 2020)

4. Plan para el fortalecimiento de la atención oncológica en los hospitales infantiles especializados del territorio.

Con este plan se busca fortalecer la calidad del servicio de atención de la leucemia en los hospitales especializados.

En la actualidad se está llevando a cabo la ampliación de la unidad de oncología del Hospital del Niño Poblano con capacidad para atender a 700 pacientes al año.

- Se requiere fortalecer la atención del TNA mediante equipos y personal especializado. Puebla cuenta con un déficit del 70% de especialistas en oncología pediátrica para alcanzar los estándares internacionales (OMS, 2022). Por lo que es necesario abordar esta brecha y garantizar acceso a profesionales capacitados en oncología pediátrica.
- Implementar programas de formación, atracción de especialistas y mejora de infraestructura para brindar una atención óptima a los niños con cáncer en la CAA.

5. Plan para el monitoreo y vigilancia de la calidad ambiental (Aire y Agua).

Con este plan se busca monitorear y/o vigilar la calidad del aire en los municipios clasificados en alto riesgo de mortalidad por leucemia linfocítica.

- Se recomienda el establecimiento de estaciones de monitoreo de la calidad del aire que integre la medición *in situ* de los compuestos volátiles cancerígenos que se reportan en el RECT como el benceno, xileno, formaldehído, etc., los cuales son emitidos por las industrias de la región.

Consideraciones finales para la atención de la salud del adolescente

Es necesario resaltar los múltiples desafíos a los que se enfrenta la población adolescente en su transición de la infancia, a la edad adulta tanto a nivel físico, como a nivel psicológico y sexual, así como la falta de atención a la salud asociada con la desinformación (Ordóñez-Azuara et al., 2019; UNFPA, 2023). Muchas enfermedades y muertes prematuras tienen sus raíces en la adolescencia (Rodríguez-Gutiérrez, 2021), por ello, este grupo debe considerarse de atención prioritaria. En el sistema de salud este grupo etario se enfrenta a situaciones como incumplimiento de la confidencialidad, juicios de valor, desaprobación por parte del personal médico y discriminación, provocando que en muchos casos los adolescentes no acudan a los servicios de salud (OPS, 2022).

Por ello es necesario promover la atención a salud adolescente que respete su privacidad, autonomía y derechos, y que atienda sus necesidades específicas en salud mental, sexual y

reproductiva, prevención de enfermedades y promoción de estilos de vida saludables. En este sentido, las estrategias dirigidas a ellos podrían implementarse mediante 1) campañas de concientización en redes sociales sobre hábitos saludables, información de enfermedades y promoción del autocuidado; 2) la creación de comunidades en línea con servicios de apoyo, guía, consejería y orientación en el acceso de atención médica y que además promuevan la interacción con otros adolescentes; 3) la creación de contenido educativo con enfoque de salud física, mental y sexual y 4) Campañas de concientización integral en escuelas secundarias y preparatorias que tengan la finalidad de informar a los adolescentes sobre sus derechos en el sistema de salud, la ubicación de centros de salud cercanos y medidas de prevención, considerando sus características y preferencias, y la participación de los padres ya que la familia también desempeña un papel importante como promotora de salud y bienestar en esta etapa (De Jesús-Reyes et al., 2016; UNFPA, 2019; OPS, 2022).

6.3.3. Enfermedad renal

Problema:

La enfermedad renal es un problema de salud pública en la CAA que está afectando significativamente a la población de jóvenes de 20 a 24 años y, particularmente a los de género masculino, habitantes de varios municipios de Tlaxcala. Aunque la diabetes, la insuficiencia cardiaca, la hipertensión y la obesidad son factores de riesgo de la enfermedad renal, factores ambientales como la exposición a ciertos compuestos o elementos químicos pueden incidir en el desarrollo de la enfermedad.

En el proyecto se identificaron algunos factores ambientales de peso en la mortalidad por la enfermedad renal crónica, de manera directa o indirecta, a través de los análisis estadísticos.

Algunos de los factores de peso seleccionados fueron, la ingesta de agua de purificadoras y la densidad de industrias de pequeño tamaño. La presencia de giros industriales textiles, de metales, de equipos eléctricos, pero también los agroquímicos y la ocupación laboral en industrias de ladrillo/cerámica. Asimismo, gracias al estudio integrado del conjunto de enfermedades, se pudo detectar un patrón de fuerte asociación entre la enfermedad renal y las úlceras, gastritis y duodenitis que posibilitaron el planteamiento de una hipótesis en cuanto al factor de riesgo de la enfermedad renal. Las úlceras y gastritis no son factor de riesgo de la enfermedad renal, pero sí los fármacos que se utilizan sin prescripción para el control de las úlceras y las gastritis (IBP Inhibidores de la bomba de protones). En Tlaxcala

la incidencia de úlceras gastritis y duodenitis es tres veces mayor que en Puebla para todas las edades.

Por otro lado, de acuerdo con la información obtenida en los talleres comunitarios realizados en el territorio, las personas no manejan información de la enfermedad renal; del por qué ocurre, y cuáles son las oportunidades de la prevención, el diagnóstico y el tratamiento temprano, para evitar los impactos negativos en la salud, en lo social y económico. Hay mucha desinformación al respecto, así como también hay desinformación con respecto a los riesgos para la salud derivados del uso de los agroquímicos y las medidas necesarias para proteger la salud.

Además de los diversos factores ambientales que podrían estar incidiendo en el desarrollo de la enfermedad renal, los jóvenes se encuentran en una situación de mayor vulnerabilidad en cuanto a la atención de la enfermedad, particularmente en Tlaxcala, ya que no hay hospitales públicos en el tercer nivel de atención (**Cuadro 6.2**).

El hospital infantil de Tlaxcala solo atiende a menores de 16 años. Y en los hospitales del segundo nivel solo hay nefrólogos en tres establecimientos de salud de la CAA y solo se presta el servicio de hemodiálisis en dos de ellos. Asimismo, se puede observar que en estos hay un déficit de los especialistas necesarios para la atención integral de la enfermedad. Aunque recientemente se creó una unidad de hemodiálisis (Complejo de Atención Especializada en Salud y Bienestar, CAESB) en Tlaxcala para aumentar la capacidad de atención.

Cuadro 6.2. Número de especialista en la CAA.

J. Sanitarias	Hospitales	Generales	Nefrólogos	urólogo	T. social	nutriólogo	Psicólogo	Cardiólogo	Endocrinólogo	laboratorios	Hemodiálisis Área/Unidad	Epidemiólogos
J.S. Tlaxcala	HG San Pablo del Monte	20	0	0	6	4	1	0	0	1	0	0
	H.G. Tlaxcala de XICOHTENCATL	48	0	0	13	5	7	0	0	1	1	1
	H. Com. Zacatelco	30	0	0	7	0	2	0	0	1	0	1
	H.G Nativitas	17	0	0	1	4	1	0	0	1	0	0
	H. Com. Contla	19	0	0	5	1	2	0	0	1	0	0
J.S. Apizaco	H.G.R. E.S. Piedras	30	<u>2</u>	1	18	0	6	1	0	1	1 (6U)	1
J.S. Huejotzingo	H. G Huejotzingo	33	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0
	H.G San Andrés Cholula	124	0	2	7	4	2	0	0	1	0	1
	San Martín Tex.	23	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
J.S. Puebla	Hospital de Especialidades	63	<u>4</u>	5	10	1	2	3	1	1	1	1
	Hospital GZ Norte	31	<u>1</u>	1	8	8	4	1	0	1	0	1
	Hospital G E. Vázquez	24	0	1	5	2	3	6	0	1	0	3

Recomendaciones:

A partir de los resultados de la investigación, se recomienda que se establezcan medidas de prevención (primaria y secundaria) y manejo integral de la enfermedad, en los 16 municipios clasificados en alto riesgo de mortalidad por la enfermedad renal crónica de la CAA. Y las estrategias se formulen con base en los tres ejes de acción indicados en la **Figura 6.16**: 1) Diagnóstico precoz, 2) Manejo integral de la ERC, y 3) Estudio de factores de riesgo ambiental.

Enfermedad Renal Crónica (ERC)

“Hacia el diagnóstico precoz, el abordaje integral de la ERC y la reducción de los factores de riesgo ambiental”

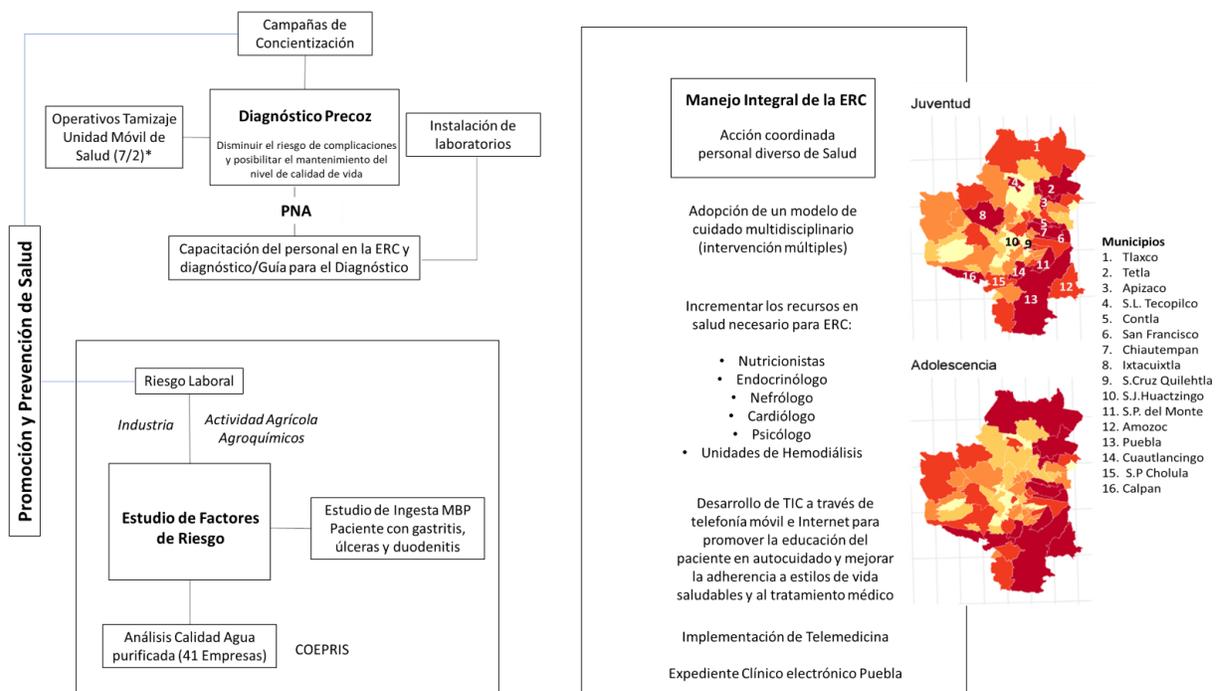


Figura 6.16. Medidas de acción para enfermedad renal.

1. Diagnóstico precoz

El diagnóstico precoz es esencial para que se identifique la enfermedad en etapas tempranas, se disminuya la probabilidad de complicaciones y se evite la derivación en sus formas más graves (diálisis y trasplante renal).

A continuación, se indican algunas acciones a considerar dentro de este eje:

- Campaña de concientización sobre la enfermedad renal y la importancia del diagnóstico precoz. Esto es de relevancia ya que la ERC es una enfermedad



silenciosa, que no presenta síntomas hasta que está muy avanzada (García et al., 2019). Es urgente que la población general conozca esta patología y tenga en cuenta que la detección precoz previene el avance de la enfermedad.

- Operativos para la detección precoz (tamizaje) de la enfermedad renal mediante pruebas sencillas a personas susceptibles de padecer la enfermedad (diabéticos, insuficiencia cardíaca, etc.), pero también a jóvenes que trabajan en la industria de los giros seleccionados, agricultores y aquellos que padecen de problemas severos de úlceras y gastritis. Estos operativos se podrían realizar con el apoyo de las unidades móviles. Durante el tamizaje es importante obtener información de los factores de riesgo.
- Establecer un sistema en red entre la atención primaria y los hospitales especializados, para facilitar que el paciente fluya en forma segura y eficiente de un establecimiento de salud de menor a otro de mayor capacidad resolutive (referencia), así como también la contrarreferencia de este a su establecimiento de origen, a objeto de asegurar la continuidad de atención y cuidado de su salud.
- Para fortalecer la detección oportuna es necesario incrementar el número de laboratorios clínicos en el territorio y que estos operen a través de un sistema en red. Se puede tomar como base la información de la **Figura 6.17**, para la priorización de la localización de nuevos laboratorios en el territorio.
- Otro de los factores que inciden en el diagnóstico precoz de la enfermedad renal tiene que ver con la capacidad del personal médico del PNA para llevar a cabo esta actividad. Es preciso que capacite o entrene al personal del PNA y estos se apoyen de una guía clínica para el diagnóstico.

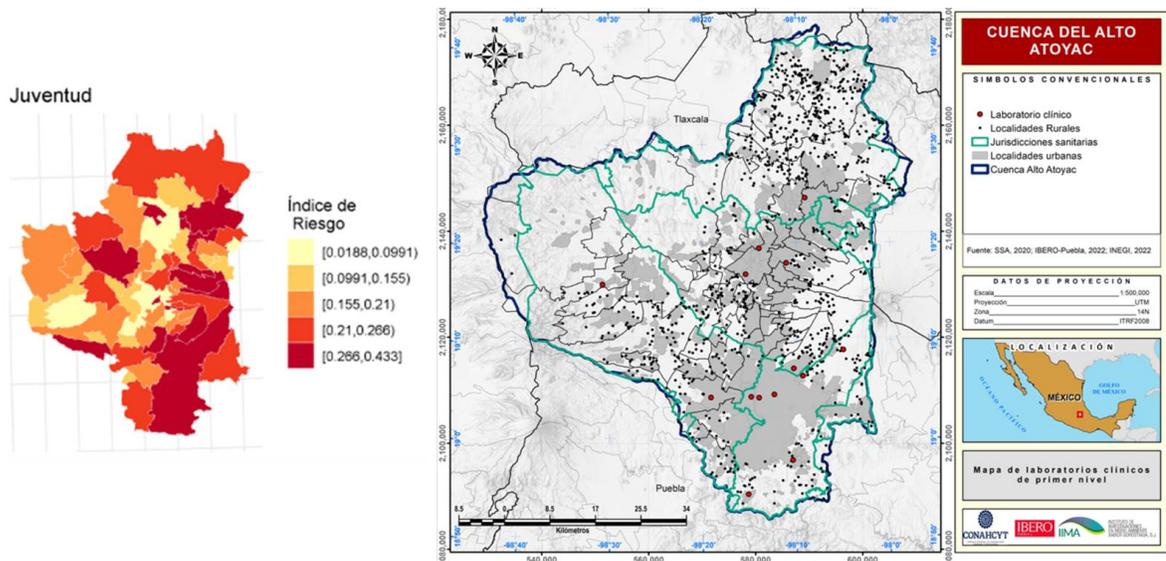


Figura 6.17. Índice de riesgo por municipio y ubicación de los laboratorios clínicos en la CAA.

2. Manejo Integral de la enfermedad renal crónica

Con este plan se busca establecer un plan de manejo para la enfermedad renal crónica, basado un modelo de cuidado multidisciplinario o modelo de intervención múltiple, en el cual se considera la participación conjunta y coordinada de diferentes miembros del equipo de salud (médicos, enfermeras, trabajadoras sociales, nutriólogas y entrenadores físicos, entre otros). Esto se podría implementar en las unidades del primer nivel con servicios ampliados. La transferencia de un modelo para la atención del paciente con ERC a la práctica clínica exige una adaptación al contexto donde se aplicará, así como una reorganización de los centros de atención médica (Cueto-Manzano et al., 2017).

- Para obtener los mejores resultados en el cuidado de los pacientes con ERC, es esencial que los profesionales de la salud involucrados tengan una adecuada aptitud o competencia clínica que les permita integrar correctamente el diagnóstico y el uso de recursos terapéuticos para asegurar una atención de alta calidad (Cueto-Manzano et al., 2017).
- Subsanan las carencias de personal, equipos e infraestructura necesarias para la atención de la enfermedad renal crónica.
- Implementar estrategias digitales para apoyar el autocuidado y la adherencia a estilos de vida saludable.
- Implementar los expedientes clínicos electrónicos en las unidades del PNA de la región poblana.

3. Estudio de los factores de riesgo de la enfermedad renal crónica.

Dada la correlación entre la mortalidad por enfermedad renal crónica y el consumo de agua de potabilizadora encontrada en el estudio, se recomienda que se realicen análisis de la calidad del agua purificada y se lleven a cabo las inspecciones respectivas. Aunque en el mapa se aprecian muchas potabilizadoras (**Figura 6.18**), se recomienda establecer una lista de las potabilizadoras en los municipios de mayor riesgo registradas al menos cinco años atrás. Al hacer la selección de las purificadoras en los municipios de riesgo y considerando los registros hasta el 2016 se reduce la lista a 41 potabilizadoras en el estado de Tlaxcala, lo cual es número razonable para los primeros estudios (**Figura 6.19**).

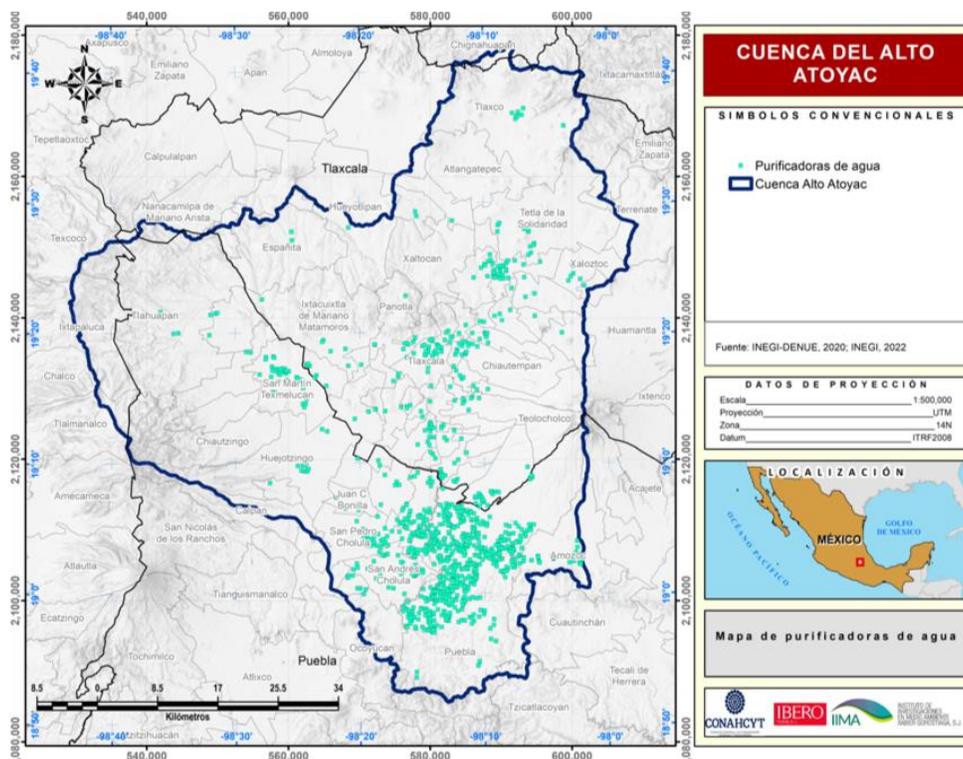


Figura 3.18. Distribución de las purificadoras de agua en la CAA.

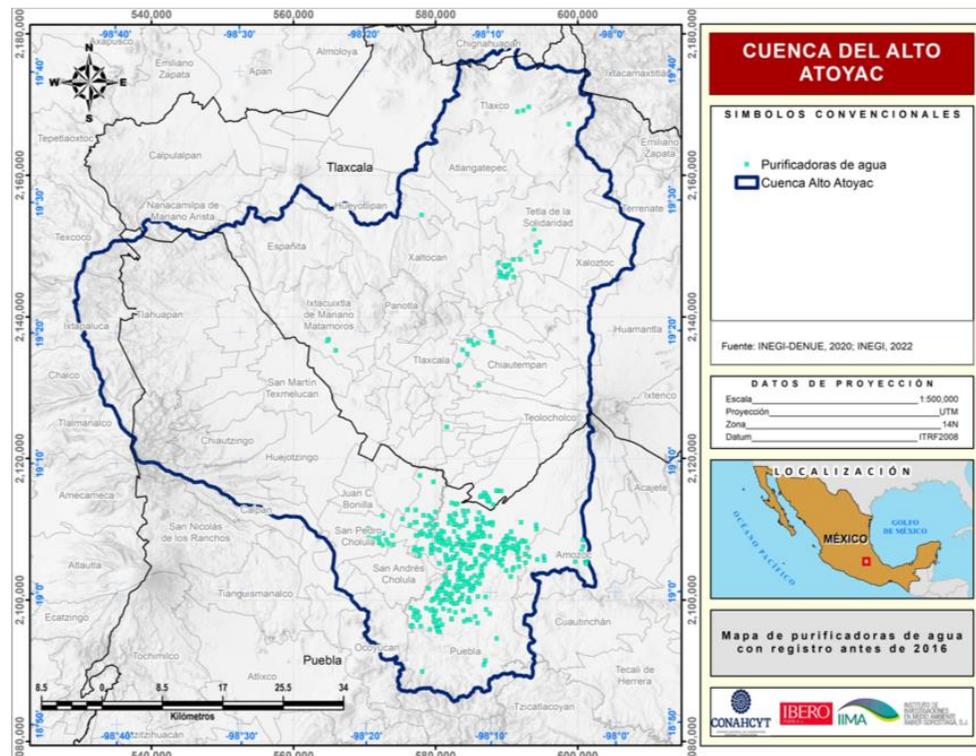


Figura 3.19. Distribución de las purificadoras de agua en la CAA hasta 2016.

6.4. RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LAS INEQUIDADES TERRITORIALES EN SALUD EN CUANTO A LOS PELIGROS AMBIENTALES.

Los habitantes de la CAA están desprotegidos ante el peligro de la contaminación ambiental. Cada vez son más las industrias en la región y estas no se ubican de acuerdo a un plan de ordenamiento territorial que considere los riesgos para la salud humana derivados de la actividad industrial. Y tampoco se controlan los contaminantes que emiten las empresas al medioambiente.

El riesgo de los impactos de la contaminación ambiental en la salud de la población de la CAA justifica la atención prioritaria que debe recibir el diseño de políticas públicas dirigidas a mejorar la calidad ambiental y reducir la exposición a concentraciones que impliquen un riesgo a la salud, de tal forma que se procure el derecho humano a un medio ambiente sano.

La salud humana está interconectada con la salud del territorio, no es ajena a este. Los procesos sociales y económicos que se llevan a cabo en un territorio inciden en la salud y el bienestar de su población, al igual que los cambios que se producen en el entorno biofísico. La Cuenca del Alto Atoyac (CAA) es un territorio que se ha configurado de acuerdo a los

requerimientos del capital y existe una enorme desigualdad territorial en salud en cuanto a los peligros ambientales.

El riesgo de afectación a la salud por la exposición a tóxicos no es igual en todo el territorio; esto depende de la cantidad y tipo de industrias instaladas en cada zona y/o municipio. Por ejemplo, en la **Figura 6.20** se puede observar la localización de dos tipos de empresas: ladrilleras y textiles. Las personas que habitan en el municipio de San Pedro Cholula, están expuestos a los contaminantes que liberan las ladrilleras y las personas que habitan en el municipio de Chiautempan están expuestas a los contaminantes que liberan las industrias textiles. Los habitantes de municipios distantes, están menos expuestos a estos contaminantes y corren menos riesgo de enfermarse.

En consecuencia, en la CAA existe una notable inequidad territorial en salud relacionada con la distribución de los peligros ambientales, la cual no se resuelve ampliando la cobertura de los servicios públicos de salud.

Los factores ambientales juegan un rol fundamental en la configuración de la salud y en el bienestar de la población. Una de cada seis muertes en el mundo está relacionada con enfermedades causadas por la contaminación, una cifra tres veces mayor que la muerte por sida, malaria, tuberculosis, y multiplica por 15 las muertes ocasionadas por las guerras, los asesinatos y otras formas de violencia (ONU, 2022).

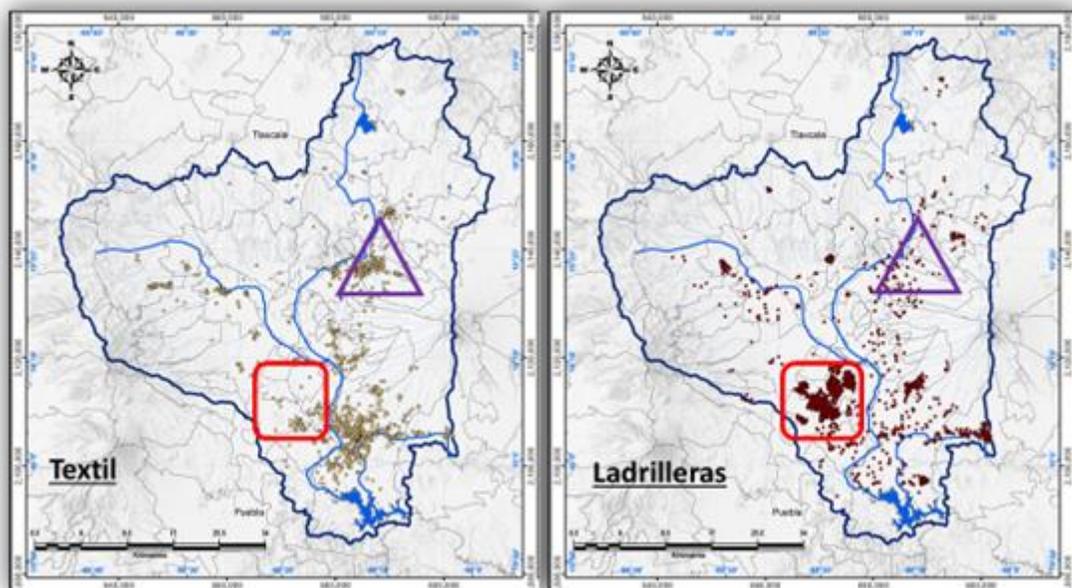


Figura 6.20. Localización de ladrilleras y empresas textiles.

Los niños y niñas son especialmente vulnerables a la exposición de contaminantes y sustancias tóxicas. Estas provocan anualmente más de un millón de muertes prematuras entre los niños y niñas menores de 5 años (ONU, 2022).

No se logra una población saludable curando la enfermedad y regresando a las personas a los entornos que contribuyeron con el desarrollo de esta. Por ello, es necesario que se aborden los determinantes ambientales de la salud y se promuevan ciudades y comunidades ambientalmente saludables.

¿Qué se puede hacer en la CAA?

El riesgo al que se expone una población ante un peligro determinado, natural o antropogénico, se puede gestionar, es decir, se puede prevenir y/o mitigar; pero para eso es fundamental que se evalúe y se conozca el nivel de riesgo al que se expone la población.

Es importante comprender que, en materia de gestión de riesgo de desastre, el riesgo depende fundamentalmente del peligro y de la vulnerabilidad del sistema expuesto. Así, el riesgo de que se produzca un “daño” será mayor si la magnitud de peligro es elevada (contaminación) y/o si lo es, la vulnerabilidad de la población expuesta.

En la CAA, el peligro “contaminación ambiental” no ha sido adecuadamente caracterizado o evaluado. Las autoridades de salud no analizan/monitorean la contaminación ambiental, ni siquiera en aquellos municipios en los que hay una gran cantidad de industrias y/o giros de alta peligrosidad como la petroquímica y las metalúrgicas.

Prácticamente no hay información de las sustancias presentes en la atmósfera; la población desconoce la calidad del aire que respira. Solo hay estaciones de monitoreo de la calidad del aire en 4 municipios de los 67 evaluados (**Figura 6.21**), por lo que se desconocen los contaminantes que hay en el aire en prácticamente toda la Cuenca. Bajo este escenario, es imposible obtener información precisa del riesgo, pues no se monitorea, caracteriza y conoce el peligro (niveles y tipo de contaminantes en el aire, en el agua, en el suelo).

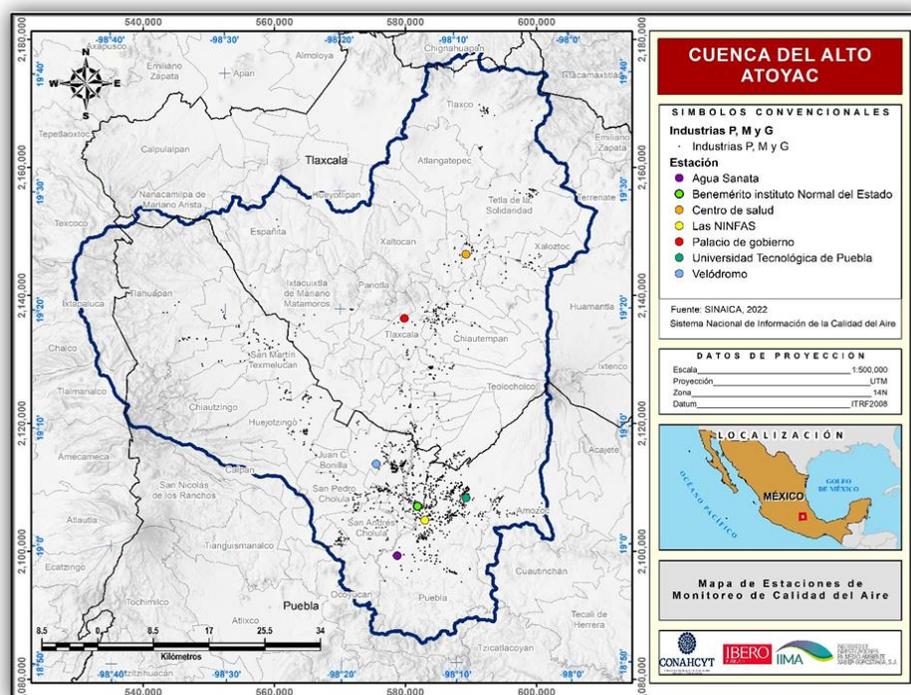


Figura 6.21. Estaciones de monitoreo de calidad del aire.

En consecuencia, la falta de conocimiento sobre los peligros existentes limitará la implementación de acciones efectivas para reducir el riesgo y proteger a la población de la exposición a sustancias nocivas en el medio ambiente.

Es fundamental contar con información precisa acerca de los contaminantes presentes en el aire y sus niveles de concentración. Por ejemplo, los contaminantes liberados por las ladrilleras difieren de los liberados por las industrias textiles, debido a los distintos compuestos químicos utilizados en la fabricación de sus productos. En consecuencia, los contaminantes presentes en la atmósfera tienen diferente potencial para causar daños a la salud humana, dependiendo de sus propiedades fisicoquímicas y concentraciones. Aquellas personas que estén más expuestas a estos contaminantes correrán un mayor riesgo de sufrir efectos adversos en su salud. Por lo tanto, es necesario no solo caracterizar el peligro, sino también estudiar la exposición a fin de abordar adecuadamente esta problemática.

En la Cuenca, no se llevan a cabo análisis de los peligros ambientales debido a la falta de un programa específico diseñado para este propósito. Además, no hay prácticamente estaciones de monitoreo de la calidad del aire y tampoco se realizan acciones de vigilancia de la calidad del agua potable de los pozos que abastecen a las comunidades rurales de la CAA, ni se controla la calidad del agua potable proveniente de las purificadoras.

Un aire y un agua libres de sustancias tóxicas es tan importante para la salud, como lo son los buenos hábitos y estilos de vida.

Esta investigación permitió obtener un conocimiento preciso sobre la situación del monitoreo de la calidad del aire en la región. Se identificó que existen únicamente siete estaciones de monitoreo en toda la cuenca, cinco ubicadas en Puebla y dos en Tlaxcala. Sin embargo, se observó que las estaciones de Tlaxcala operan de manera deficiente; lo cual se puede apreciar en la **Figura 6.22** por la falta de datos durante todo el año en la estación de Tlaxcala y durante parte del año en la estación de Apizaco.

En la CAA debería haber una estación de monitoreo en cada municipio considerando que no solo se ha producido un crecimiento industrial acelerado, sino que la población está expuesta a las emisiones del volcán Popocatepetl.

En este proyecto se lograron identificar las dificultades y limitaciones que hay para determinar el riesgo por la contaminación ambiental en cada municipio. No solo hay una enorme carencia de estaciones de monitoreo de la calidad del aire; sino de datos provenientes de otras fuentes como el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RECT, SEMARNAT).

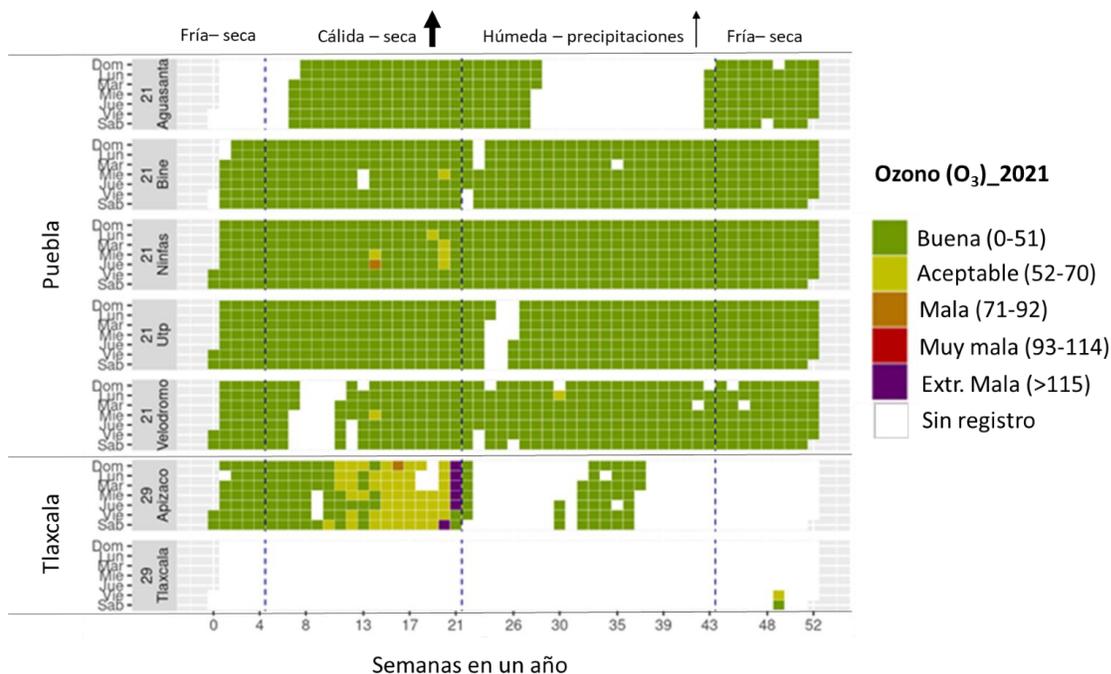
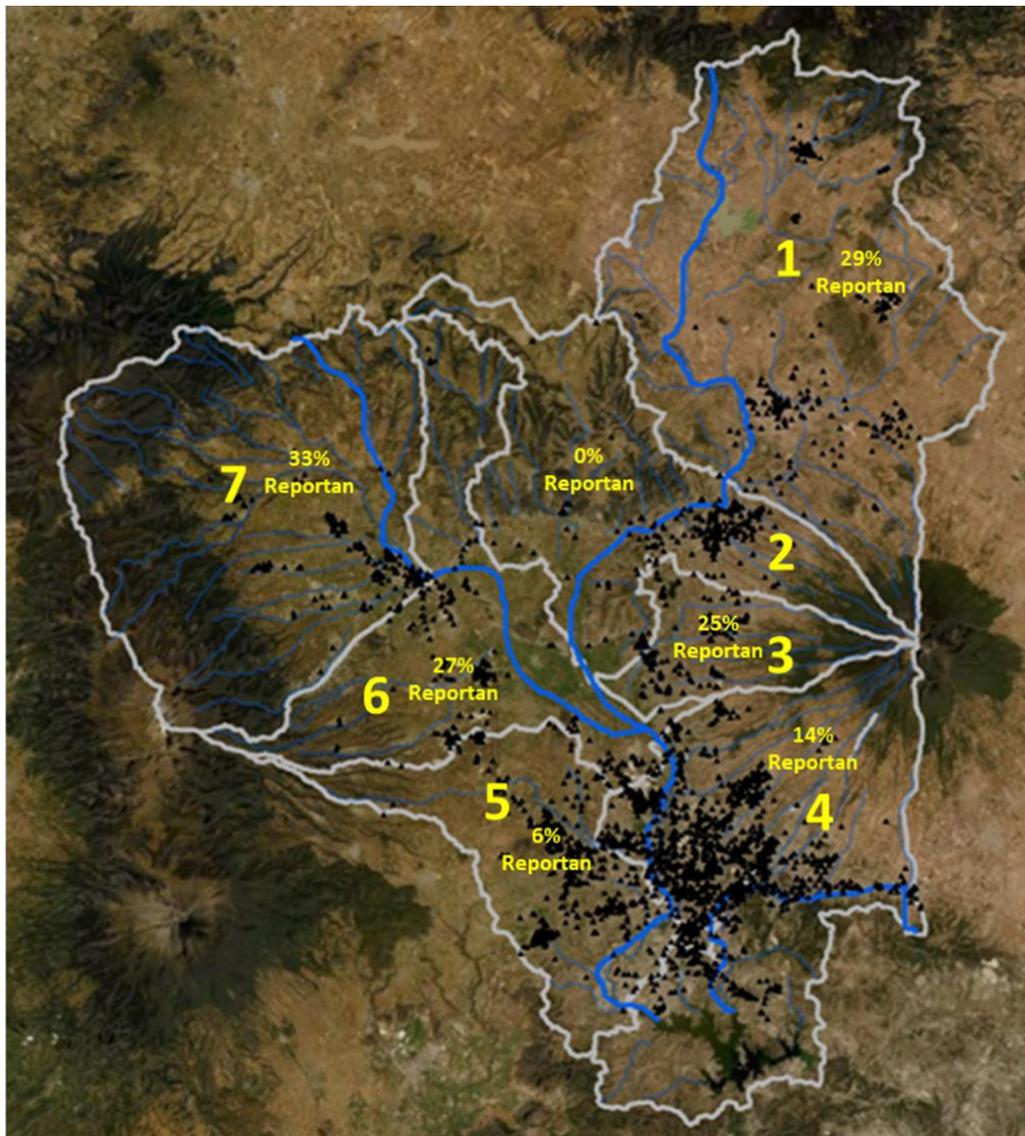


Figura 6.22. Registro de la calidad del aire (Ozono) en las estaciones de monitoreo ubicadas en la CAA.

Los datos de RECT no sirven para evaluar el riesgo al que se exponen las poblaciones de los diferentes municipios de la CAA por el peligro de la contaminación industrial, porque son insuficientes. En la CAA, menos del 33% de las industrias grandes y medianas registradas en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) reportan en el RECT. Hay municipios en donde ninguna industria grande reporta en el RECT (Chiautempan, Tlaxcala, Contla, etc.) (**Figura 6.23**). Entonces, utilizar los datos del RECT para conocer las variaciones geográficas en cuanto a los niveles de contaminantes en el aire, agua y suelo, y así los niveles de riesgo, sólo llevaría a un resultado erróneo.

El índice de riesgo a nivel municipal creado en el proyecto se construyó con base en información de la densidad y diversidad industrial como una aproximación del peligro de “contaminación industrial”, entre otras variables indicadoras de la calidad ambiental. No obstante, hay que tomar en cuenta que la calidad del aire no solo depende de la localización de las fuentes de emisión de contaminantes o industrias (y cantidades emitidas) sino de las condiciones meteorológicas y orográficas; es decir, de la velocidad y dirección del viento, humedad, etc., así como de la presencia de montañas, valles, que inciden en la dispersión de los contaminantes emitidos por las distintas fuentes.



Micro	Industrias Medianas y Grandes (total)
1	35
2	17
3	20
4	286
5	50
6	66
7	3
Registradas en el DENU (2020)	



Industrias que están registradas en el DENU (2020) y no tienen reportes en el RETC en el período 2012-2019

Giros Industriales	Micro 1 (22)	Micro 2 (17)	Micro 3 (13)	Micro 4 (247)	Micro 5 (48)	Micro 6 (45)	Micro 7 (2)
Textil y confecciones de ropa	23	82	46	31	23	33	50
Maquinaria y productos metálicos	14	6	-	20	13	16	-
Alimentos y artículos de higiene	9	6	-	13	15	18	-
Productos plásticos, PVC y llantas	36	-	38	23	40	22	50
Concreto, yeso, ladrilleros	5	-	-	2	4	4	-
Equipos eléctricos y relacionados	14	6	15	4	4	2	-
Papel, cartón y madera	-	-	-	4	2	4	-
Químicos, petroquímica, pinturas	-	-	-	3	-	-	-
Agroquímicos	-	-	-	0,4	-	-	-
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Figura 6.23. Porcentaje de industrias ubicadas en la CAA que reportan sus emisiones en el RETC.

Los datos de viento (dirección y velocidad) extraídos de la NASA nos hacen pensar que las zonas más contaminadas no son precisamente aquellas en donde hay una mayor densidad industrial, debido a la dinámica de los vientos; de allí, la importancia de tener una estación meteorológica y monitoreo de la calidad del aire en cada municipio de la CAA y de conocer la dinámica atmosférica en el territorio.

Se tiene que subsanar el problema relacionado con la falta de información básica para conocer el peligro y analizar los riesgos ambientales, que contribuyan con la formulación de políticas en salud ambiental científicamente sólidas y aplicables.

Una de las responsabilidades institucionales en materia de salud pública es optimizar el uso de instrumentos técnicos destinados a caracterizar la realidad local para poder seleccionar y ejecutar las mejores soluciones posibles (ProAire, CdMx). En este contexto, es fundamental describir la calidad del aire y analizar los efectos que tiene la contaminación del aire en la salud de la población que habita en la CAA, de tal forma que se establezca un adecuado punto de partida y una ruta de acción que se traduzca en beneficios tangibles.

Una de las acciones fundamentales para caracterizar y comprender los peligros ambientales en la CAA, es la instalación de estaciones meteorológicas y de monitoreo de la calidad del aire. Por ello, se recomienda la instalación de estaciones de monitoreo en al menos los municipios que fueron clasificados en “alto riesgo” de mortalidad por LL, MC y ERC en el proyecto, aunque idealmente debería haber una en cada municipio.

- En Puebla: San Martín Texmelucan, Huejotzingo, Cuautlancingo, San Pedro Cholula, Coronango (ya tiene), Amozoc, San Andrés Cholula y Tlahuapan y Calpan.
- En Tlaxcala: Chiautempan, Tetla, Tlaxco, Apizaco (ya tiene/no funciona bien). Tomar en cuenta también San Francisco, Pablo de Monte, Ixtacuixtla, Españita.

Según la OPS (2022), el abordaje eficaz y eficiente de los determinantes ambientales de la salud por parte del sector de la salud pública y otras entidades responsables, conlleva una serie de actividades, que van más allá de la instalación de estaciones de monitoreo de la calidad ambiental. Se requiere de un organismo encargado de la salud pública ambiental; de un programa para evaluar la salud y el medioambiente, y orientar las acciones para reducir las exposiciones medioambientales nocivas y promover la sostenibilidad medioambiental; también se requieren de recursos humanos, financieros y técnicos suficientes.

Dentro de este contexto, se recomienda para la CAA, la creación de comisiones o departamentos encargados de la salud pública ambiental que operen bajo la coordinación de los Distritos de Salud para el Bienestar (DSB) (MAS-BIENESTAR) y cuyas funciones sean: 1) evaluar la situación de salud poblacional en relación con los peligros ambientales dentro del territorio sanitario; 2) realizar acciones de vigilancia que contribuyan a comprender y caracterizar los peligros ambientales (contaminación química y biológica), 3) conocer las características de la exposición (duración y frecuencia de la exposición, distribución de la población) y los efectos sobre la salud (por ejemplo; enfermedades gastrointestinales, respiratorias y cardiovasculares). En la Figura 6.24 se representa a modo de ejemplo, la territorialización de las comisiones o departamentos de salud pública ambiental dentro de cada jurisdicción sanitaria y las estaciones de monitoreo de calidad del aire.

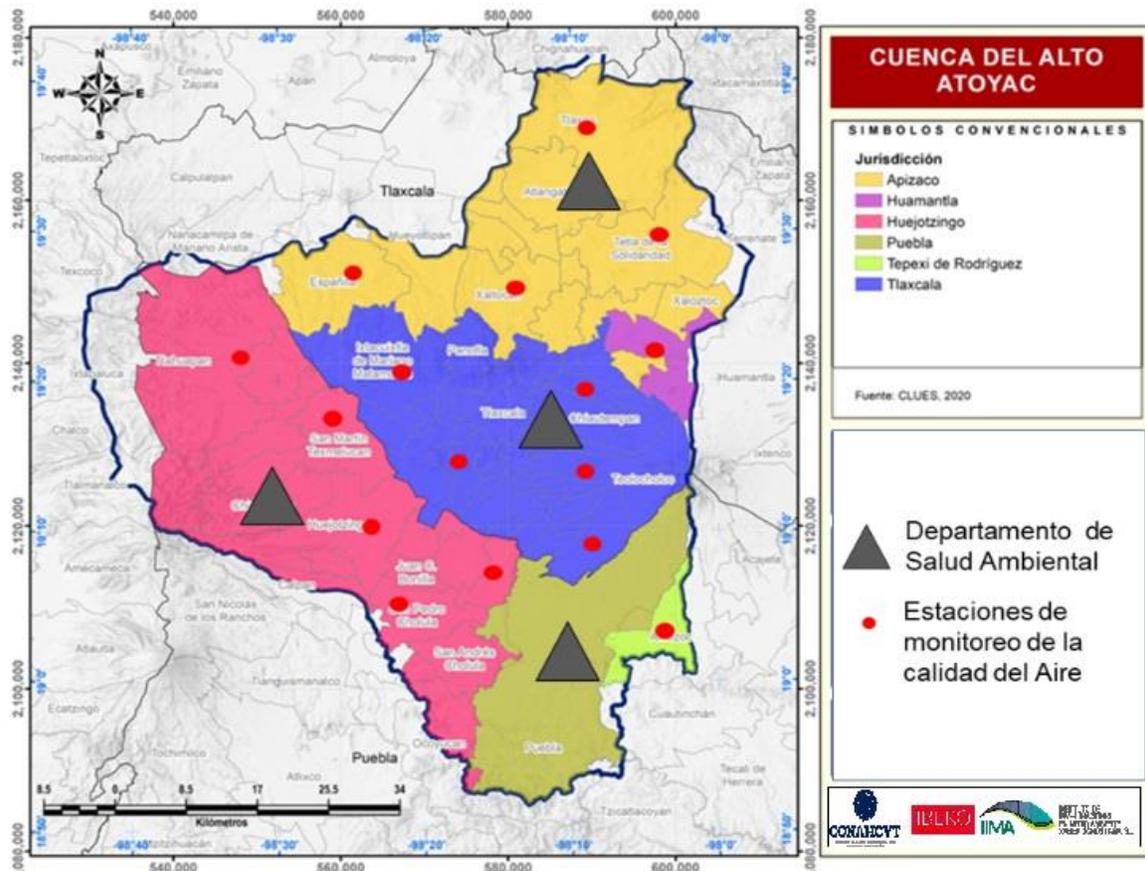


Figura 6.24. Ejemplo de la territorialización de las comisiones encargadas de la salud pública ambiental y estaciones de monitoreo de la calidad del aire.

Será imprescindible fortalecer las capacidades necesarias para llevar a cabo evaluaciones y acciones de vigilancia en el ámbito de la salud ambiental. Para lograr esto, resulta fundamental contar con profesionales especializados en salud pública ambiental, quienes

posean la experiencia técnica requerida y las competencias necesarias para desempeñar eficientemente sus labores.

El campo de la salud ambiental es sumamente complejo y requiere de una comprensión clara sobre qué datos son relevantes para las evaluaciones. Es fundamental establecer mecanismos que permitan la recopilación, análisis y flujo de información necesaria para llevar a cabo dichas evaluaciones de manera efectiva.

Por lo tanto, resulta de vital importancia fomentar la cooperación y coordinación intersectorial en las evaluaciones de salud pública ambiental, especialmente en lo que respecta a las actividades de vigilancia y comunicación. Se identifican varios organismos fundamentales para este propósito: SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), CENAPRECE (Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades), COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios), así como las secretarías de medio ambiente de las entidades federativas y las comisiones estatales de riesgo sanitario y protección ambiental. Además, se debe involucrar a los municipios respectivos en estas actividades. La colaboración y coordinación efectiva entre estos organismos resulta fundamental para garantizar una evaluación integral y una comunicación adecuada en el ámbito de la salud pública ambiental.

Una vez establecidas las respectivas comisiones, se recomienda diseñar un plan integral de salud pública ambiental, centrándose en la calidad del aire, del agua y la seguridad química. Es crucial incluir a las comunidades afectadas por la contaminación en la elaboración de dicho plan, ya que su participación es esencial para caracterizar adecuadamente los peligros presentes en el territorio.

Como documento de referencia para establecer las directrices de acción en el territorio, se sugiere utilizar las FESPA (Funciones Esenciales de la Salud Pública Ambiental) y la Agenda para las Américas sobre salud, medioambiente y cambio climático 2021-2030, publicada en el año 2021. Este marco conceptual puede ser de gran utilidad para fortalecer la planificación, implementación y promoción de medidas efectivas.

Además, se recomienda solicitar el apoyo de la OPS (Organización Panamericana de la Salud), la cual brinda cooperación técnica a los países de la región de las Américas, con el objetivo de aumentar la capacidad de los actores de salud para abordar los determinantes ambientales de la salud. La colaboración con la OPS puede ser de gran valor para contar con el respaldo técnico necesario en la implementación de acciones y estrategias eficaces.

Finalmente, para la vigilancia de la salud ambiental se recomienda la inclusión de los siguientes elementos básicos:

1. Monitoreo de la calidad del aire considerando los siguientes contaminantes: PM2.5, PM10, ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y productos químicos peligrosos como los compuestos orgánicos volátiles.
2. Monitoreo de la calidad del agua potable, en zonas rurales y en entornos urbanos: se recomienda el análisis de la calidad de agua proveniente de pozos comunitarios y de los botellones con agua purificada. Entre los elementos de análisis se deben incluir: los metales pesados (níquel, plomo, cadmio, arsénico y cromo).
3. Seguridad alimentaria: vigilancia para determinar la presencia de ciertos elementos y sustancias químicas de interés en hortalizas y otros alimentos: arsénico, metales pesados, el amianto, los plaguicidas, las dioxinas y sustancias similares, el mercurio y el plomo (en particular las exposiciones prenatales e infantiles).

El desarrollo de actividades de vigilancia de la salud ambiental desempeña un papel crucial al proporcionar una base científica sólida para orientar las políticas, programas y prioridades en la protección equitativa de la salud ambiental de la población.

Finalmente, es preciso señalar que para promover la salud pública ambiental de manera equitativa en la región se requiere un nivel suficiente y sostenido de financiamiento planificado de forma estratégica y asignado de manera equitativa para enfrentar los desafíos de salud pública que representan las amenazas ambientales actuales y emergentes, tal como lo recomienda la OPS (2022).



ANEXOS

ANEXO 1. PRINCIPALES CINCO ENFERMEDADES DENTRO DE CADA GRUPO ETARIO Y POR PERÍODO

Cuadro A1.1. Principales 5 enfermedades dentro de cada grupo etario y por período de tiempo.

Grupo Edad	Periodo	CIE-10	Principales causas de muerte (Enfermedades no transmisibles)	N° total muertes	Contribución relativa dentro del total muertes (%)
1ª Infancia (0-4 años)	2000 -2009	P22	Dificultad respiratoria del recién nacido	2107	22.5
		Q24	Otras malformaciones congénitas del corazón	959	10.3
		P24	Síndrome de aspiración neonatal	501	5.36
		P21	Asfixia del nacimiento	471	5.04
		P07	Trastornos relacionados con corta gestación y bajo peso al nacer	427	4.57
		Total		9350	100
	2010 - 2019	P22	Dificultad respiratoria del recién nacido	953	14.2
		Q24	Otras malformaciones congénitas del corazón	837	12.5
		P07	Trastornos relacionados con corta gestación y bajo peso al nacer	384	5.74
		P21	Asfixia del nacimiento	265	3.96
P24		Síndrome de aspiración neonatal	202	3.02	
	Total		6688	100	
Infancia (5-9 años)	2000 -2009	C91	Leucemia linfóide	98	17.5
		G80	Parálisis cerebral	54	9.63
		N18	Insuficiencia renal crónica	37	6.6
		C71	Neoplasias malignas de cerebro	30	5.35
		Q24	Otras malformaciones congénitas del corazón	21	3.74
		Total		561	100
	2010 - 2019	C91	Leucemia linfóide	85	16.7
		G80	Parálisis cerebral	44	8.64
		Q24	Otras malformaciones congénitas del corazón	25	4.91
		G40	Epilepsia	19	3.73
Q03		Hidrocefalia congénita	17	3.34	
	Total		509	100	
Pubertad (10-14 años)	2000 -2009	C91	Leucemia linfóide	73	13.0
		N18	Insuficiencia renal crónica	70	12.5
		G80	Parálisis cerebral	40	7.14
		Q24	Otras malformaciones congénitas del corazón	18	3.21
		Q03	Hidrocefalia congénita	17	3.04
		Total		560	100
	2010 - 2019	C91	Leucemia linfóide	76	13.6
		G80	Parálisis cerebral	60	10.8
		C71	Tumor maligno del encéfalo	27	4.85
		Q24	Otras malformaciones congénitas del corazón	18	3.23
N18		Insuficiencia renal crónica	15	2.69	
	Total		557	100	
Adolescencia (15-19 años)	2000 -2009	N18	Insuficiencia renal crónica	105	12.7
		C91	Leucemia linfóide	70	8.43
		G80	Parálisis cerebral	41	4.94
		G71	Trastornos musculares primarios	25	3.01
		I21	Infarto agudo de miocardio	21	2.53
		Total		830	100
	2010 - 2019	N18	Insuficiencia renal crónica	122	12.0
		C91	Leucemia linfóide	80	7.86
		G80	Parálisis cerebral	62	6.09
		I21	Infarto agudo de miocardio	36	3.54
G40		Epilepsia	35	3.44	
	Total		1018	100	
Juventud (20-24 años)	2000 -2009	N18	Insuficiencia renal crónica	116	12.2
		G80	Parálisis cerebral	44	4.61
		C91	Leucemia linfóide	34	3.56
		G40	Epilepsia	32	3.35
		I21	Infarto agudo de miocardio	28	2.94
		Total		954	100
	2010 - 2019	N18	Insuficiencia renal crónica	211	15.3
		I21	Infarto agudo de miocardio	84	6.08
		I12	Enfermedad renal hipertensiva	53	3.84
		C62	Tumor maligno del testículo	53	3.84
C91		Leucemia linfóide	49	3.55	
	Total		1382	100	
Adultez (25-59 años)	2000 -2009	E11	Diabetes mellitus no insulino dependiente	3299	15.1
		E14	Diabetes mellitus, no especificada	2059	9.42
		K74	Fibrosis y cirrosis del hígado	1693	7.74
		I21	Infarto agudo de miocardio	1458	6.67
		N18	Insuficiencia renal crónica	764	3.49
		Total		21861	100
	2010 - 2019	E11	Diabetes mellitus no insulino dependiente	6132	19.4
		I21	Infarto agudo de miocardio	3038	9.63
		E14	Diabetes mellitus, no especificada	1926	6.11
		K74	Fibrosis y cirrosis del hígado	1726	5.47
N18		Insuficiencia renal crónica	973	3.09	
	Total		31534	100	
Vejez (>60 años)	2000 -2009	E11	Diabetes mellitus no insulino dependiente	9925	15
		E14	Diabetes mellitus, no especificada	6375	9.62
		I21	Infarto agudo de miocardio	5931	8.95
		J44	Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	2815	4.25
		K74	Fibrosis y cirrosis del hígado	2484	3.75
		Total		66271	100
	2010 - 2019	E11	Diabetes mellitus no insulino dependiente	18577	18.7
		I21	Infarto agudo de miocardio	14725	14.8
		E14	Diabetes mellitus, no especificada	5866	5.91
		J44	Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	4942	4.98
K74		Fibrosis y cirrosis del hígado	2792	2.81	
	Total		99231	100	

ANEXO 2. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LAS ENFERMEDADES OBJETIVO

A2.1. Malformaciones congénitas

Se muestran los resultados del análisis exploratorio realizado por medio de una encuesta a personas con diagnóstico médico confirmado de malformaciones congénitas en la Cuenca del Alto Atoyac. En la **Figura A2.1** se puede observar que el porcentaje de personas no cuenta con seguro médico público/privado es del 48.08%. En la **Figura A2.2** se observa que el porcentaje de personas que no recibe tratamiento para MC es mayor en comparación con las que lo reciben.

La **Figura A2.3** muestra la proporción de personas que reciben tratamiento para MC y que cuentan con seguro médico diferenciadas por sexo. Encontrándose que un mayor porcentaje de hombres recibe tratamiento con respecto a las mujeres. Por el contrario, un mayor porcentaje de mujeres cuenta con seguro médico en comparación con los hombres .

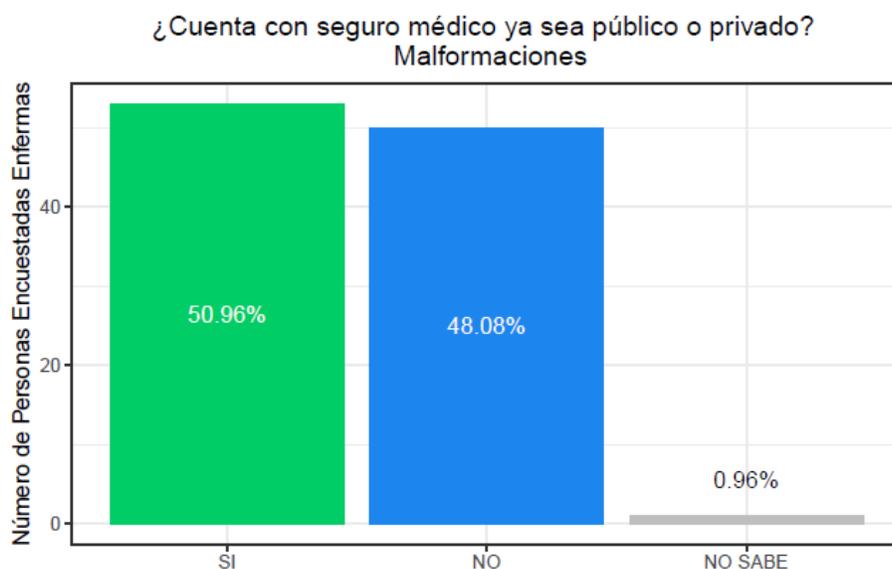


Figura A2.1. Proporción de personas con MC que cuentan con seguro médico.



¿Usted recibe tratamiento para la enfermedad?
Malformaciones

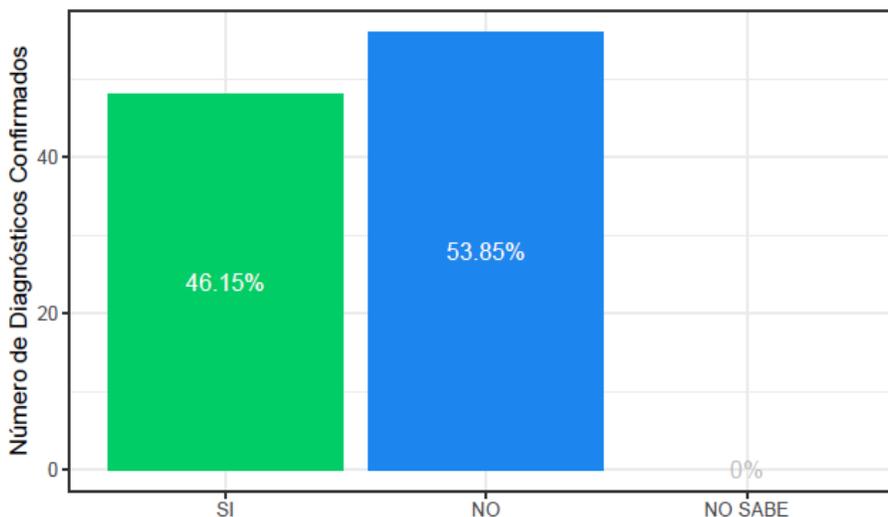


Figura A2.2. Proporción de personas que reciben tratamiento para MC.

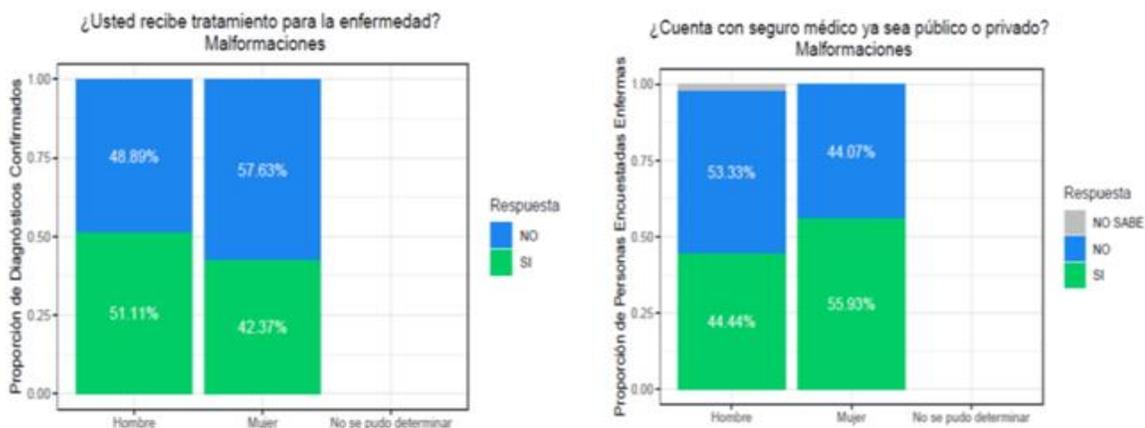


Figura A2.3. Proporción de personas que reciben tratamiento para malformaciones (izquierda) y que cuentan con seguro médico (derecha) por sexo.

En la **Figura A2.4**, se muestra la proporción de personas enfermas de acuerdo con la ubicación del centro hospitalario en el que reciben tratamiento, encontrándose que más del 55% de las personas reciben tratamiento por malformaciones congénitas fuera del municipio del que habitan; de este porcentaje, más del 14% recibe tratamiento fuera de su estado de procedencia.



Figura A2.4. Proporción de personas que reciben tratamiento para MC de acuerdo con su procedencia y la ubicación en donde lo reciben.

Por otro lado, en la **Figura A2.5.** se observa la proporción de grupos que asumen los gastos del tratamiento médico para un familiar enfermo por MC, donde se destaca que la familia es la principal responsable de cubrir dichos costos

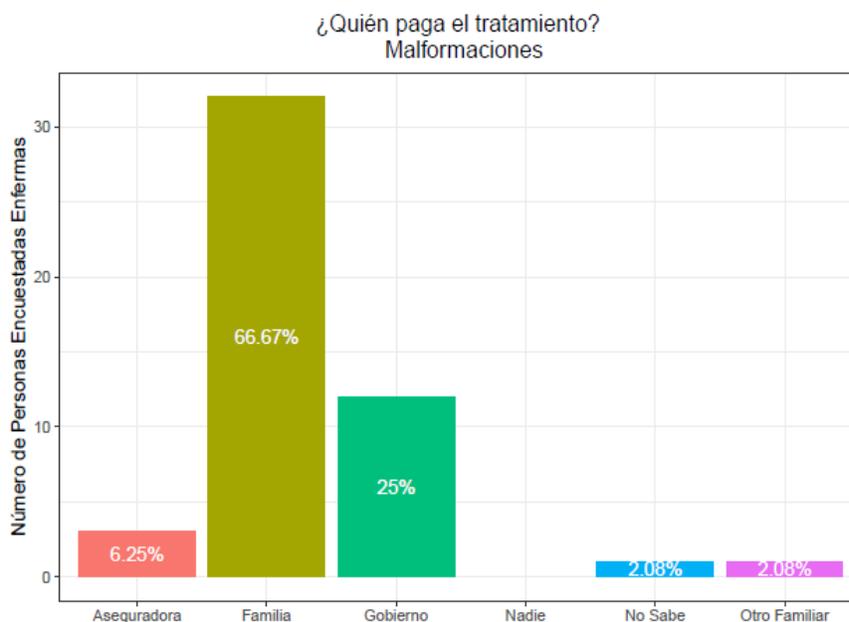


Figura A2.5. Proporción de grupos que asumen los gastos de tratamiento por MC.

A2.2. Leucemia linfoide

Se muestran los resultados más destacados del análisis exploratorio para leucemia linfoide en personas con diagnóstico médico confirmado en la Cuenca del Alto Atoyac. En la **Figura A1.6** se puede observar el porcentaje de personas que cuentan con seguro médico para su tratamiento por LL, encontrando que el 31.25% no cuenta con seguro médico público/privado.

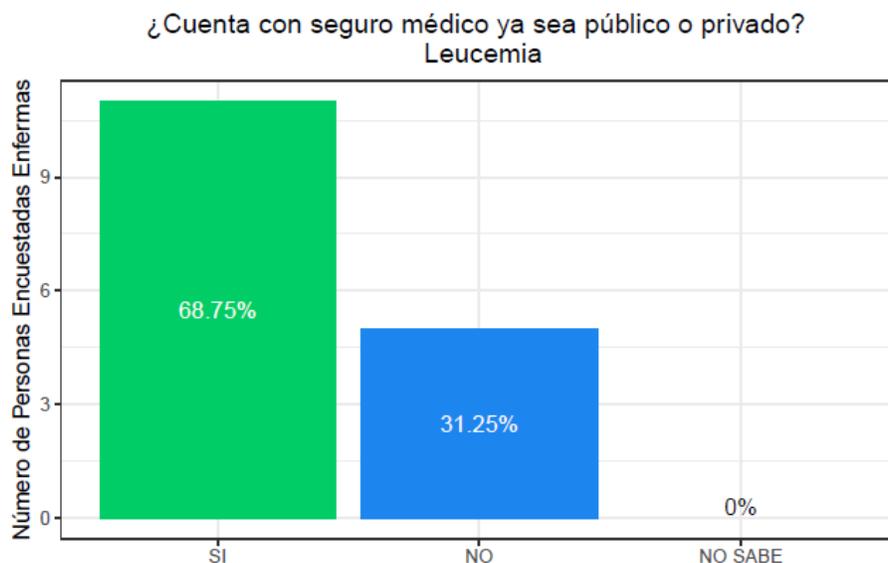


Figura A2.6. Proporción de personas enfermas por LL que cuentan con seguro médico.

En la **Figura A2.7** se muestra la proporción de personas enfermas de acuerdo con la ubicación del centro hospitalario en el que reciben tratamiento, encontrándose que más del 50% de las personas reciben tratamiento para LL fuera del municipio del que habitan; de este porcentaje, más del 27% recibe tratamiento fuera de su estado de procedencia.

En cuanto a las personas que reciben tratamiento en los hospitales públicos o privados, se observa que la mayor parte reciben tratamiento a través de la derechohabencia proporcionada por el IMSS (54.55%) y un 18.18% lo reciben en hospital privado en el INSABI (**Figura A2.8**).

Finalmente, la **Figura A2.9** muestra la proporción de grupos que asumen los gastos del tratamiento médico para un familiar enfermo por LL, donde se destaca que más del 45% de los casos es asumido por la familia y en un 36% de los casos, por el gobierno.

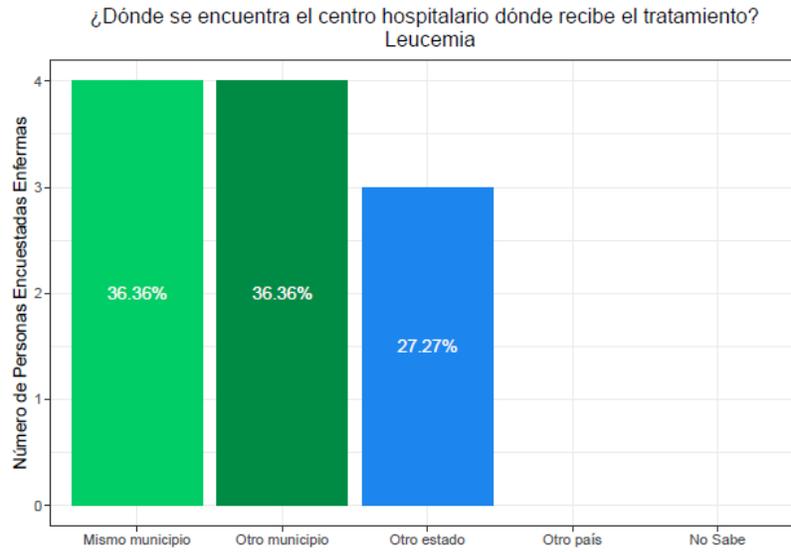


Figura A2.7. Proporción de personas enfermas por LL de acuerdo al lugar en el que reciben tratamiento.

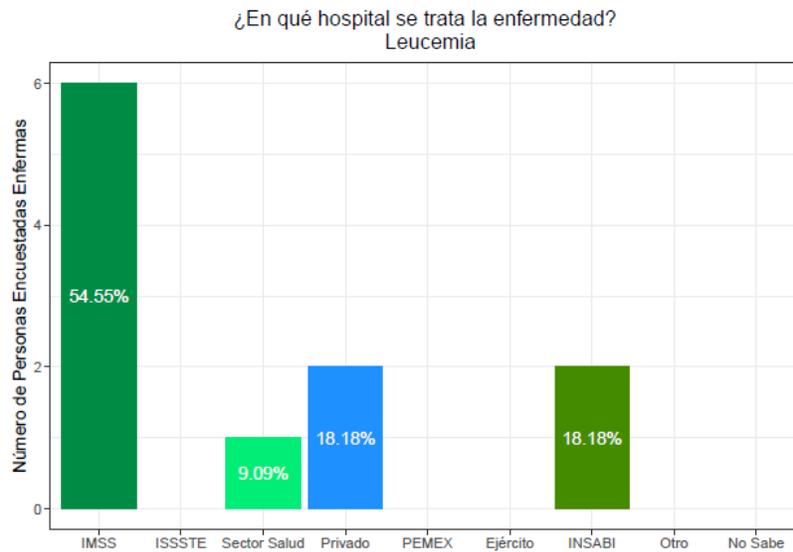


Figura A2.8. Proporción de personas enfermas por LL de acuerdo al centro hospitalario en el que reciben tratamiento.

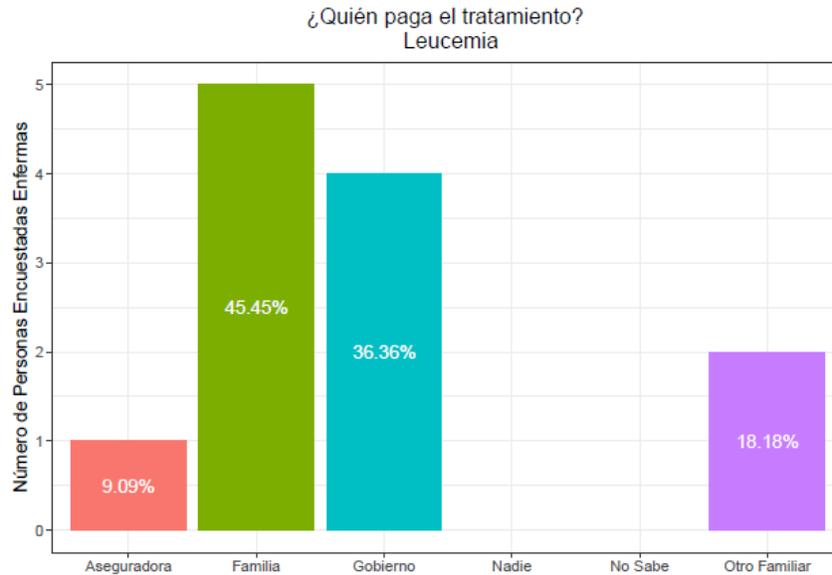


Figura A2.9. Proporción de grupos que asumen los gastos de tratamiento por LL.

A2.3. Enfermedad Renal Crónica

Se muestran los resultados más destacados de acuerdo con el análisis exploratorio realizado por medio de una encuesta a personas con diagnóstico médico de enfermedad renal crónica confirmada en la Cuenca del Alto Atoyac, se encuentra que un mayor porcentaje de hombres (**Figura A2.10**) recibe tratamiento para su enfermedad en comparación con las mujeres. Asimismo, los jóvenes son el tercer grupo etario que menor tratamiento reciben en comparación con el resto de los grupos.

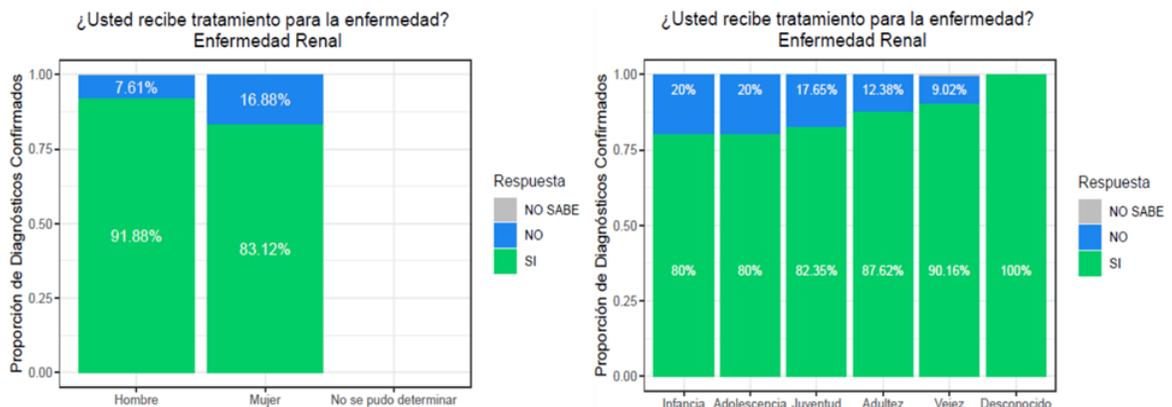


Figura A2.10. Proporción de diagnósticos de ERC confirmados por sexo (izquierda) y por grupo etario (derecha) que reciben o no tratamiento para la enfermedad.

En la **Figura A2.11** se representa el porcentaje de personas que padecen enfermedad renal crónica (ERC) y reciben tratamiento para su enfermedad. Destaca que casi el 12% de las personas no recibe tratamiento para esta enfermedad. Asimismo, la **Figura A1.12** muestra el porcentaje de personas que poseen algún tipo de cobertura de seguro médico. Es notable destacar que el 29% de los afectados no cuenta con seguro médico.

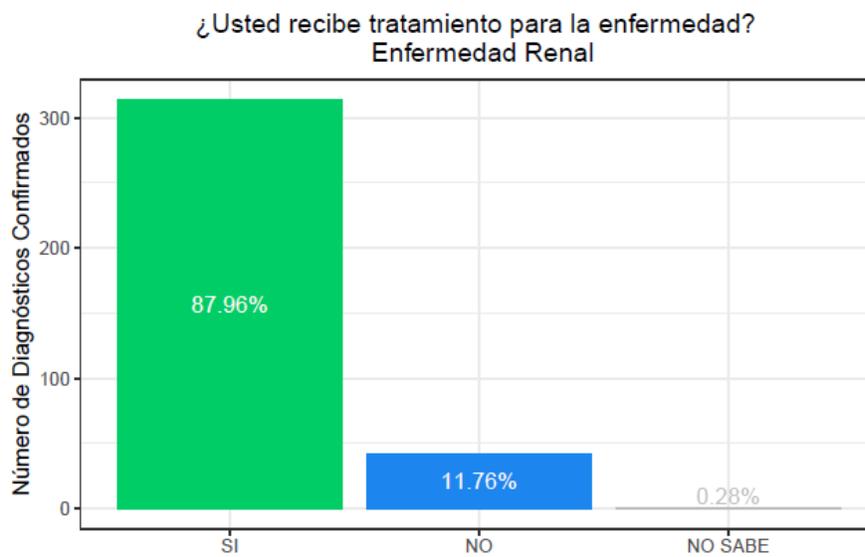


Figura A2.11. Proporción de personas enfermas por ERC recibe tratamiento.

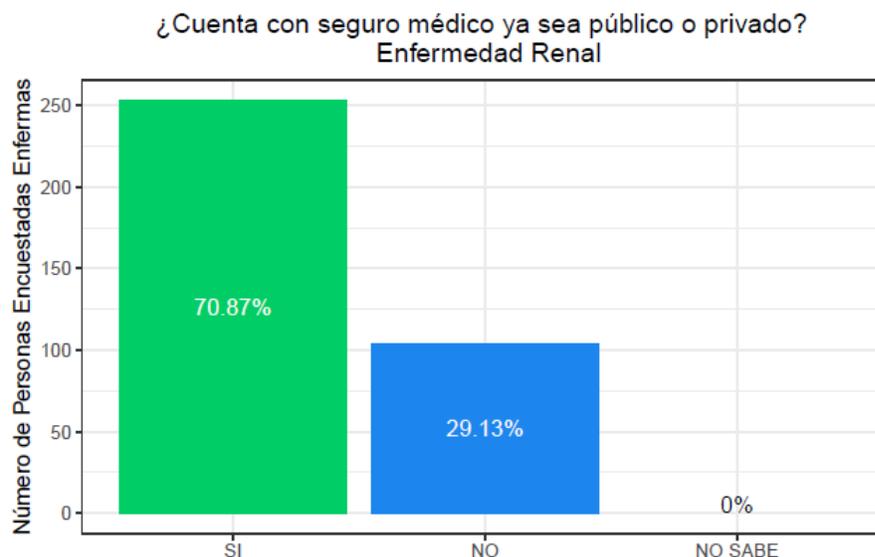


Figura A2.12. Proporción de personas enfermas por ERC que cuentan con seguro médico



Por su parte en la **Figura A2.13** se puede observar la proporción de personas de acuerdo con su sexo que padecen enfermedad renal y que cuentan con algún tipo de seguro médico. Esta gráfica muestra una ligera diferencia entre hombres y mujeres, mostrando un mayor porcentaje para hombres (72%) que cuentan con seguro médico, en comparación con las mujeres (69%).

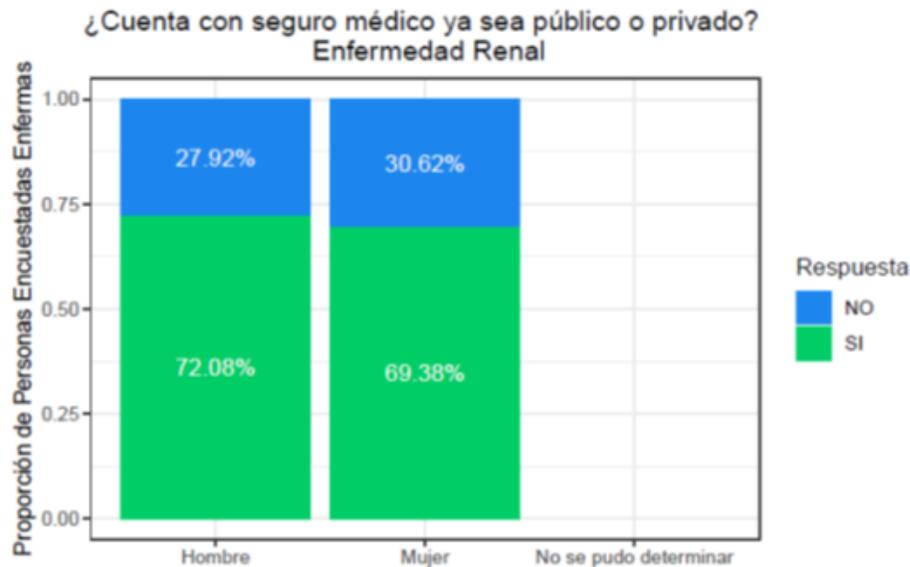


Figura A2.13. Proporción de personas enfermas por ERC que cuentan seguro médico público o privado diferenciado por sexo.

La **Figura A2.14**, se muestra la proporción de personas enfermas de acuerdo con la ubicación del centro hospitalario en el que reciben tratamiento, encontrándose que más del 52% de las personas reciben tratamiento para enfermedad renal fuera del municipio del que habitan; de este porcentaje casi el 8% recibe tratamiento fuera de su estado de procedencia.

En cuanto a las personas que reciben tratamiento en hospitales, ya sean públicos o privados, se destaca que la mayoría accede a dichos servicios a través de la derechohabencia proporcionada por el IMSS, representando el 54.55%, en contrasta con la LL, más del 21% lo recibe en un hospital privado como se muestra en la **Figura A2.15**.

Por último, en relación a los gastos del tratamiento médico para un familiar enfermo por ERC, la **Figura A2.16** revela que más del 66% de los casos son asumidos por la familia, mientras que en más del 27% de los casos, el gobierno es el responsable de cubrir dichos gastos.



Figura A2.14. Proporción de personas que reciben tratamiento para enfermedad renal crónica fuera del municipio en el que habitan.

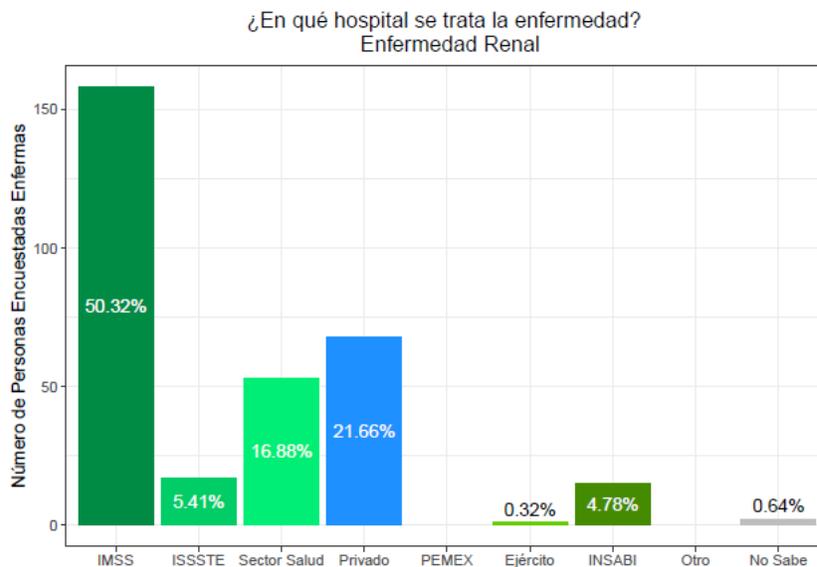


Figura A2.15. Proporción de personas enfermas por ERC de acuerdo al centro hospitalario en el que reciben tratamiento.

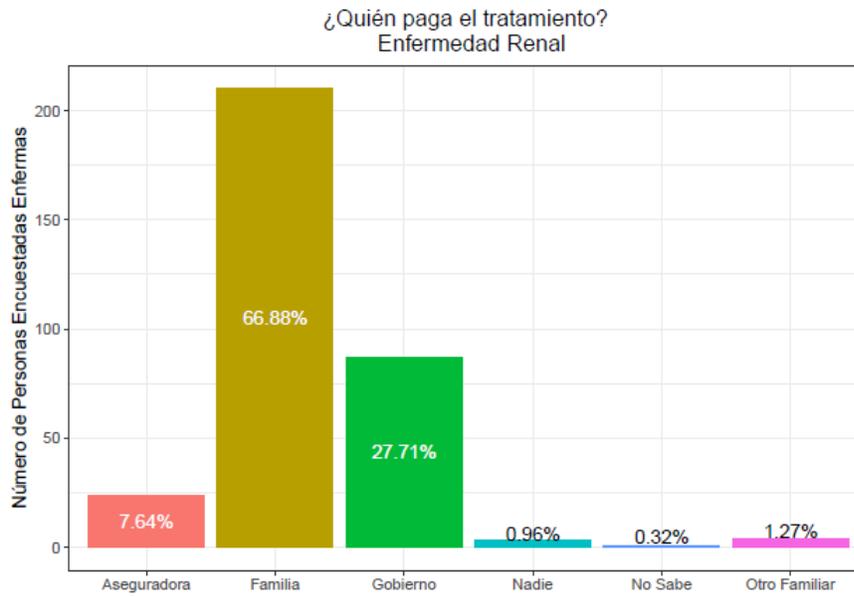


Figura A2.16. Proporción de grupos que asumen los gastos de tratamiento por LL.

ANEXO 3. DIFERENCIAS AMBIENTALES EN LA CAA

La Cuenca abarca 7 microcuencas como ya se explicó en el **Capítulo 1**. Tres de estas microcuencas se ubican en Tlaxcala (microcuencas 1, 2 y 3), al oriente y nororiente de la CAA. Las microcuencas 6, ubicada en el poniente CAA, comparte territorio entre Tlaxcala y Puebla, con mayor extensión territorial en la entidad de Puebla (> 75%). La microcuenca 4, ubicada al sur de la Cuenca, abarca 4 municipios de Tlaxcala y 3 de Puebla. Las microcuencas 5 y 7, por su parte, se ubican completamente en Puebla.

En la **Figura A3.1** se puede observar la ubicación de los municipios que conforman las microcuencas pertenecientes a la Cuenca del Alto Atoyac. Las microcuencas 2 y 4 resaltan por contener a las capitales de los estados de Tlaxcala y Puebla, respectivamente.

En la microcuenca 1, se ubican municipios urbanos importantes como Apizaco, Tlaxco, Tetla de la Solidaridad y Yauhquemehcan, los cuales tienen una población de más de 35 mil habitantes. Municipios como Amaxac de Guerrero, Atlangatepec, Cuaxomulco, Muñoz de Domingo Arenas, Santa Cruz Tlaxcala, Tocatlán, Tzompantepec, Xaloztoc, Xaltocan, San José Teacalco y San Lucas Tecopilco también forman parte de esta microcuenca y su población es menor a los 26 mil habitantes.

La microcuenca 2 además de presentar a la capital del estado de Tlaxcala, tiene municipios urbanos poblados como Chiautempan, Contla de Juan Cuamatzi, Totolac y Panotla con una población mayor a 22 mil habitantes. Y con una población menor a los 16 mil habitantes están Apetatitlán de Antonio Carvajal, Hueyotlipan, Tetlatlahuca, San Damián Texóloc, San Francisco Tetlanohcan, San Jerónimo Zacualpan, San Juan Huactzinco, Santa Ana Nopalucan y Santa Apolonia Teacalco.

Los municipios de Zacatelco, Teolocholco y La Magdalena Tlaltelulco son los que presentan un mayor número de habitantes en la microcuenca 3 (>19 mil), siendo el más poblado Zacatelco, con casi 46 mil habitantes. Mientras que el resto de los municipios que conforman esta microcuenca tienen una población menor a los 14 mil habitantes y son Acuamanala de Miguel Hidalgo, Tepeyanco, San Lorenzo Axocomanitla, Santa Catarina Ayometla, Santa Cruz Quilehtla y Santa Isabel Xiloxotla.

La microcuenca 4, además de contener a la capital del estado de Puebla, tiene municipios urbanos importantes con una población mayor a los 80 mil habitantes como Amozoc, Cautlancingo y San Pablo del Monte, este último perteneciente a Tlaxcala. Otros municipios que pertenecen a este estado y forman parte de esta microcuenca son Mazatecochco de José María Morelos, Tenancingo y Papalotla de Xicohtécatl.

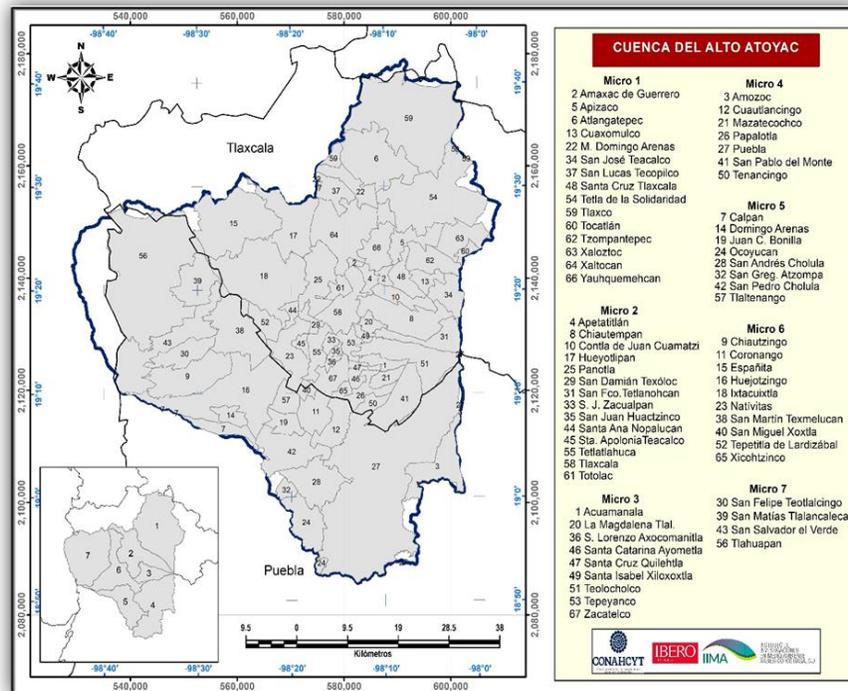


Figura A3.1. Municipios pertenecientes a cada una de las microcuencas evaluadas en el presente proyecto y su ubicación sobre la Cuenca del Alto Atoyac.

En la microcuenca 5 se ubican los municipios de San Andrés Cholula y San Pedro Cholula, ambos con una población mayor a los 135 mil habitantes. Calpan, Domingo Arenas, Juan C. Bonilla, Ocoyucan, San Gregorio Atzompa y Tlaltenango tienen una población menor a los 43 mil habitantes.

Los municipios de Huejotzingo y San Martín Texmelucan se ubican en la microcuenca 6, ambos pertenecientes al estado de Puebla y con el mayor número de habitantes (> 90 mil habitantes) en esta microcuenca. Coronango, Chiautzingo y San Miguel Xoxtla, también pertenecen a Puebla y tiene una población que ronda entre los 12 y 47 mil habitantes. En Tlaxcala, los municipios de España, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tepetitla de Lardizábal, Nativitas y Xicohtzínco, también pertenecientes a esta microcuenca, tienen una población de entre 9 y 38 mil habitantes, siendo Ixtacuixtla de Mariano Matamoros el municipio con mayor número de habitantes de este estado en esta microcuenca.

Por último, la microcuenca 7 es la que menor número de municipios presenta y son San Felipe Teotlalcingo, San Matías Tlalancaleca, San Salvador el Verde y Tlhuapan, este último con el mayor número de habitantes (> 42 mil).

Las microcuencas presentan una serie de características biofísicas y ambientales que las diferencian entre sí, estas características disímiles, podrían estar asociadas a la mortalidad de las enfermedades objetivo presentadas en el Capítulo 2, por lo que se destacan los aspectos ambientales más relevantes de las microcuencas analizadas en relación con estas enfermedades.

A3.1. Generalidades

En la Cuenca del Alto Atoyac (CAA), se pueden identificar distintas categorías de uso de suelo y vegetación que varían a lo largo de la cuenca (**Figura A3.2**). Entre estas categorías, la superficie destinada a la actividad agrícola es la predominante, abarcando aproximadamente el 57% del territorio, lo que equivale a 2149.5 km².

En particular, se observa una mayor concentración de actividad agrícola en las microcuencas 1, 3 y 5. Esta categoría se extiende a lo largo y ancho de toda el área de la cuenca. Sin embargo, la agricultura de riego tiene una presencia más notable en la parte central de la cuenca, con densidades más altas en las microcuencas 5 y 6 en el lado poniente, y en las microcuencas 2 y 3 en el lado oriente (**Cuadro A3.1**).

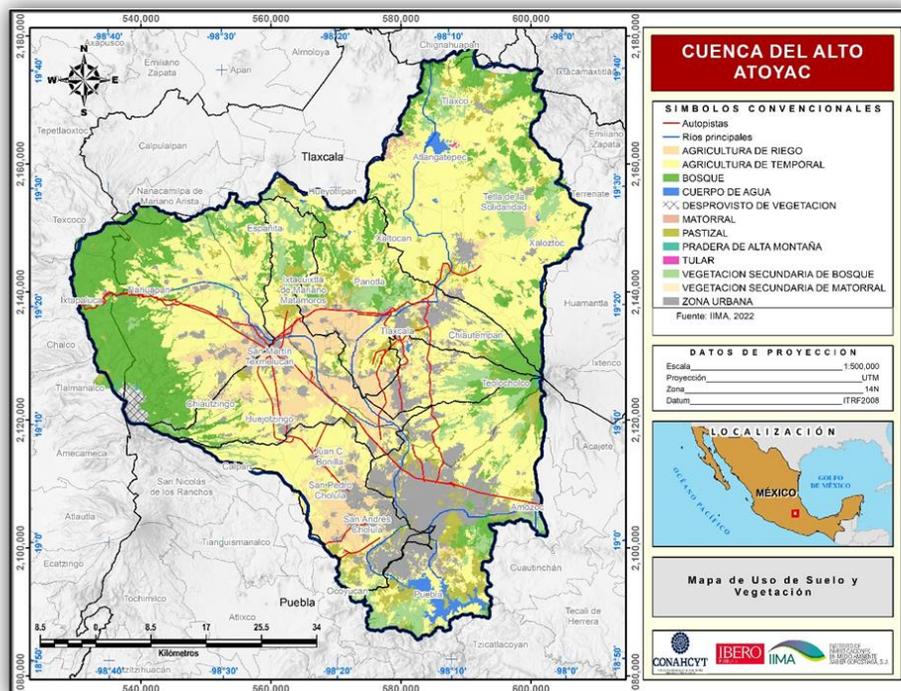


Figura A3.2. Uso de suelo y vegetación, localidades urbanas, autopistas y ríos principales en la Cuenca del Alto Atoyac.

Por otro lado, las zonas urbanas constituyen el segundo uso de suelo más predominante en la Cuenca, abarcando aproximadamente el 27% del territorio, lo que equivale a una extensión de alrededor de 1020 km².

La mayoría de las áreas urbanas se concentran principalmente en el estado de Puebla, ubicadas al sur y al oeste de la cuenca, en las microcuencas 4 y 5. No obstante, también se pueden encontrar otras áreas urbanas significativas, principalmente en las microcuencas 2 y 3, ubicadas en el estado de Tlaxcala.

El resto de la cuenca (16%) presenta una vegetación arbórea primaria y secundaria, vegetación arbustiva y herbácea. Las mayores superficies boscosas están ubicadas en el poniente y el oriente de la CAA, en las faldas de la Malinche y el Ixta-Popo, específicamente en las microcuencas 2 y 7, respectivamente; sin embargo, otras áreas boscosas se presentan al norte de la CAA, en la microcuenca 1, dentro del estado de Tlaxcala.

Cuadro A3.1. Densidades de los principales usos de suelo por microcuenca.

Microcuenca	Densidad urbana (km ² /km ²)	Densidad agrícola (km ² /km ²)	Densidad agricultura de Temporal (km ² /km ²)	Densidad agricultura de Riego (km ² /km ²)	Densidad de bosque (km ² /km ²)
1	0.21	0.77	0.75	0.03	0.10
2	0.31	0.66	0.37	0.28	0.11
3	0.34	0.71	0.54	0.17	0.04
4	0.46	0.51	0.50	0.02	0.06
5	0.48	0.74	0.52	0.22	0.01
6	0.20	0.69	0.39	0.30	0.08
7	0.07	0.60	0.53	0.07	0.28

Las líneas de alta tensión tienen una presencia significativa en las áreas urbanas, especialmente en las microcuencas 3, 4 y 6, donde su densidad es más alta (**Cuadro A3.2**). Estas líneas de alta tensión también se pueden observar a lo largo de las autopistas, y están asociadas a los principales ríos de la zona.

En este sentido, se destaca que las microcuencas 2, 3 y 7 presentan la mayor densidad de autopistas, mientras que las microcuencas 1, 2, 6 y 7 exhiben una mayor presencia de carreteras. Asimismo, la mayor densidad de gasolineras (unidades por kilómetro cuadrado) se presenta en las microcuencas 4 y 6.

Las diferencias generales respecto a las enfermedades objetivo en el oriente y poniente de la CAA se explican mejor a través de las microcuencas relacionadas con las tasas de mortalidad por estas enfermedades.

Cuadro A3.2. Densidades de torres, autopistas, carreteras y gasolineras por microcuena.

Microcuena	Densidad de torres de alta tensión (km/km ²)	Densidad de autopistas (km/km ²)	Densidad de carreteras (km/km ²)	Densidad de gasolineras (u/km ²)
1	0.07	0.05	3.67	0.19
2	0.07	0.51	2.40	0.22
3	0.25	0.58	1.76	0.25
4	0.31	0.36	0.45	0.38
5	0.15	0.25	0.96	0.13
6	0.28	0.35	3.11	0.26
7	0.04	0.43	3.25	0.19

A3.2. Calidad del agua

La longitud de los ríos principales varía en las diferentes microcuencas, siendo las microcuencas 1 y 4 las que presentan una mayor longitud (**Cuadro A3.3**). No obstante, al considerar la densidad de ríos principales en cada microcuena, se observa que la mayor densidad se encuentra en la microcuena 2, seguida por las microcuencas 4 y 6.

Adicionalmente, es importante tener en cuenta que las microcuencas también muestran disparidades en cuanto a la calidad del agua, ya que la densidad de los ríos contaminados es mayor en las microcuencas 4, 5 y 6.

Cuadro A3.3. Situación de los ríos principales en las microcuencas.

Microcuena	Longitud de ríos principales (km)	Densidad de ríos (km/km ²)	Densidad de ríos contaminados (km/km ²)
1	51.3	0.07	0.74
2	38.7	0.16	1.89
3	5.5	0.02	0.81
4	84.8	0.11	3.30
5	14.1	0.03	2.20
6	32.2	0.11	2.22
7	12.9	0.05	0.10

Según datos proporcionados por la CONAGUA, más del 90% de los puntos de monitoreo de agua superficial se encuentran en la categoría de semáforo rojo (**Figura A3.3**), lo cual indica un nivel crítico de calidad del agua. Por otro lado, menos del 50% de los puntos de monitoreo de agua subterránea se encuentran en esta categoría (**Figura A3.4**). Es importante destacar que el número de puntos de monitoreo de agua subterránea es menor en comparación con los de agua superficial.

La microcuenca 4 es la que presenta un mayor número de puntos de muestreo tanto para agua superficial como para agua subterránea. Se observa que todos los puntos de monitoreo de agua superficial ubicados en esta microcuenca se encontraron en la categoría de semáforo rojo. En el caso de agua subterránea el 37% de estos puntos, también se mostraron en semáforo rojo. En contraste, la microcuenca 1, no presentó ningún punto de agua subterránea en esta categoría de alerta, pero sí en el 75% de los puntos de agua superficial.

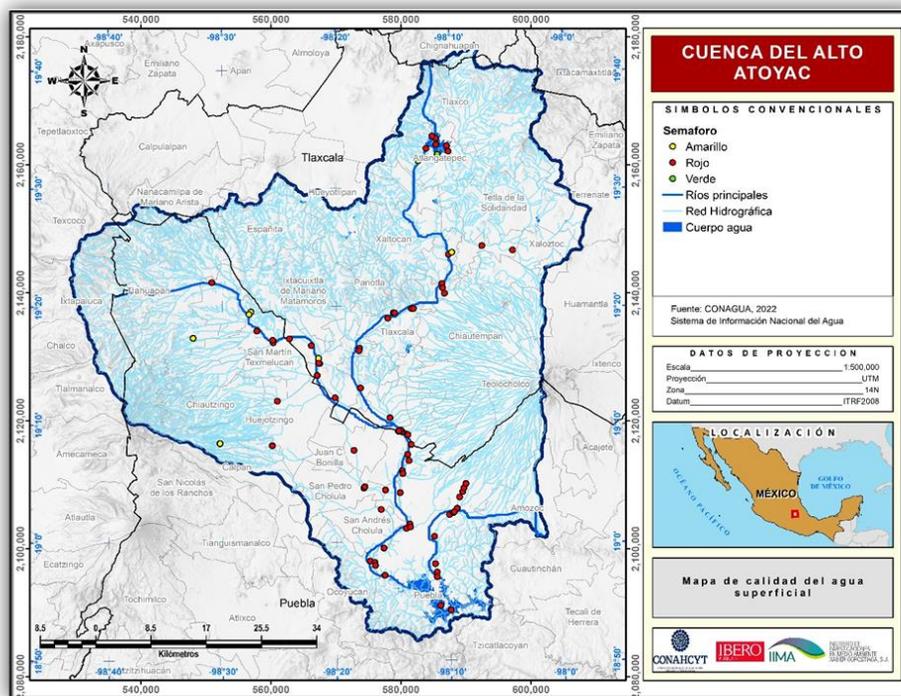


Figura A3.3. Ubicación de las estaciones de monitoreo de agua superficial

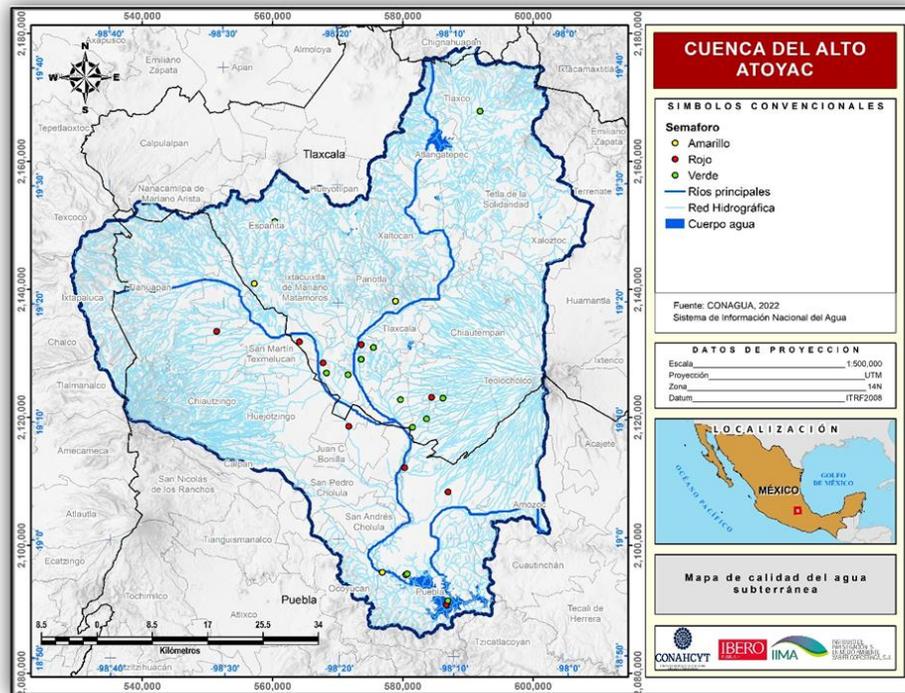


Figura A3.4. Ubicación de las estaciones de monitoreo de agua subterránea

A3.3. Calidad del aire

Para explicar la calidad del aire es necesario tomar en cuenta la dirección y velocidad de los vientos. La velocidad tanto a 2 metros de altura, como a 10 metros, en las microcuencas 3, 4 y 5 es mayor en comparación con el resto (**Cuadro A3.4**).

Cuadro A3.4. Velocidad y dirección de los vientos en las microcuencas.

Microcuenca	Velocidad de los vientos a 2 m de altura (m/s)	Velocidad de los vientos a 10 m de altura (m/s)	Dirección de los vientos de febrero a mayo	Dirección de los vientos de junio a septiembre	Dirección de los vientos de octubre a enero
1	1.60	2.58	SE-NO	NE-SO	SE-NO
2	1.68	2.65	SE-NO	NE-SO	SE-NO
3	1.80	2.79	SE-NO	E-O	E-O
4	1.89	2.89	SE-NO	E-O	E-O
5	1.82	2.79	SE-NO	E-O	E-O
6	1.70	2.62	SE-NO	E-O	E-O
7	1.55	2.44	S-N	E-O	SE-NO

Por otro lado, la dirección del viento varía según la temporada, siendo del sureste al noroeste y de este a oeste la mayor parte del año. Sin embargo, se observan cambios en la microcuenca 7 en la temporada de febrero a mayo y en las microcuencas 1 y 2 de junio a septiembre.

Al analizar la calidad del aire por medio de las concentraciones promedio anuales de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y formaldehído en el período comprendido entre 2000 y 2020 (AEE, 2021), se observa que las microcuencas 3, 4, 5 y 6 presentan las mayores concentraciones de formaldehído y dióxido de nitrógeno. Por otro lado, el dióxido de azufre muestra una mayor concentración en las microcuencas 5, 6 y 7 (**Cuadro A3.5**).

Cuadro A3.5. Parámetros de calidad del aire (AEE, 2021).

Microcuenca	Dióxido de azufre (mol/m ²)	Dióxido de nitrógeno (mol/m ²)	Formaldehído (mol/m ²)
1	0.33	0.56	0.55
2	0.49	0.74	0.72
3	0.49	0.78	0.76
4	0.50	0.76	0.75
5	0.62	0.72	0.78
6	0.56	0.72	0.75
7	0.54	0.60	0.68

Además, se observa que los contaminantes PM₁₀, PM_{2.5}, dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, así como los compuestos orgánicos volátiles (COV), emitidos por fuentes áreas y móviles muestran mayores concentraciones en las microcuencas 4, 5 y 6, ubicadas en la parte poniente de la CAA. Mientras que estos mismos contaminantes, pero emitidos por fuentes fijas, muestran concentraciones más altas en las microcuencas 4 y 6 (**Cuadro A3.6**).

Adicionalmente, se tiene que en la microcuenca se encuentra un mayor porcentaje de viviendas que utilizan la quema de basura como método de eliminación (15.8%), seguido por la microcuenca 7 (9%) y la microcuenca 6 (7.2%).

Por otro lado, los COV y PM_{2.5} producidos por la quema de basura a cielo abierto, la quema agrícola y los incendios forestales se presentan con mayores concentraciones en las microcuencas 1, 2 y 6 (**Cuadro A3.7**). Así como los COV emitidos por las aguas residuales.

Además de esto, los COV emitidos por el uso de pintura automotriz son mayores en las microcuencas 1,2 y 4. Los COV emitidos por el asfaltado en las microcuencas 1, 2 y 6. Los COV emitidos por el uso de solventes para la limpieza de superficies industriales en las microcuencas 4, 5 y 6 y los COV emitidos por los plaguicidas en las microcuencas 1. 6 y 7 (**Cuadro A3.8**).

Cuadro A3.6. Contaminantes emitidos por fuentes aéreas, móviles y fijas.

Microcuencia	PM10	PM2.5	SO2	NOX	COV
Fuentes aéreas					
1	3.25	3.00	1.48	2.51	3.59
2	2.89	2.67	1.23	2.31	3.59
3	2.52	2.26	0.83	1.90	3.15
4	3.06	2.74	1.11	2.69	4.25
5	3.94	3.89	2.84	2.73	3.52
6	3.73	3.67	2.59	2.64	3.57
7	2.66	2.48	1.05	2.01	2.97
Fuentes móviles					
1	2.60	2.64	2.14	3.71	3.25
2	2.56	2.60	2.19	3.75	3.37
3	2.13	2.17	1.75	3.31	2.93
4	3.16	3.20	2.77	4.33	3.94
5	2.48	2.52	2.06	3.63	3.23
6	2.44	2.48	2.00	3.57	3.13
7	1.70	1.73	1.27	2.83	2.40
Fuentes Fijas					
1	2.16	2.14	0.54	2.82	3.26
2	0.81	0.44	0.06	1.59	0.00
3	1.51	1.22	0.93	2.11	0.15
4	2.87	2.82	2.93	3.23	3.04
5	0.64	0.52	1.66	1.16	0.14
6	2.37	2.25	2.53	3.81	2.78
7	0.20	0.16	0.87	0.66	0.05



Cuadro A3.7. COV y PM2.5 emitidos por diversas acciones.

Microcuenca	Incendios forestales PM2.5 (t)	Incendios forestales COV (t)	Quema a cielo abierto PM2.5 (t)	Quema a cielo abierto COV (t)	Quema agrícola PM2.5 (t)	Quema agrícola COV (t)
1	1.51	1.43	0.15	0.04	2.76	2.69
2	1.65	1.57	0.13	0.04	2.20	2.11
3	1.17	1.09	0.06	0.02	1.66	1.54
4	1.20	1.12	0.12	0.03	1.99	1.87
5	0.85	0.77	0.09	0.02	2.09	1.98
6	1.72	1.63	0.14	0.04	2.38	2.29
7	1.48	1.40	0.03	0.01	2.20	2.11

Cuadro A3.8. COV emitidos por diversas acciones.

Microcuenca	Aguas residuales (t)	Plaguicidas (t)	Solventes para limpieza de superficies industriales (t)	Pintura automotriz (t)	Asfaltado (t)
1	2.37	1.58	2.45	1.89	1.29
2	2.48	0.84	2.38	1.93	1.08
3	1.72	0.17	2.25	1.46	0.63
4	3.33	1.04	3.22	1.64	0.91
5	0.89	0.91	2.48	0.56	0.61
6	1.61	1.33	2.61	1.34	1.03
7	1.50	1.36	1.36	0.88	0.66

A3.4. Desarrollo Industrial

La densidad industrial es mayor en la microcuenca 4 en todos los casos (pequeñas, medianas y grandes industrias), seguido por la microcuenca 5 en pequeñas industrias y la microcuenca 6 en medianas y grandes industrias (**Cuadro A3.9**). La menor densidad de pequeñas industrias se muestra en las microcuencas 1 y 2, mientras que las menores densidades de medianas y grandes se muestran en la microcuenca 7.

Cuadro A3.9. Densidad industrial en las microcuencas.

Microcuenca	Densidad de pequeñas Industrias (u/km ²)	Densidad de medianas Industrias (u/km ²)	Densidad de Grandes Industrias (u/km ²)
1	0.142	0.031	0.014
2	0.141	0.027	0.007
3	0.217	0.052	0.080
4	0.387	0.177	0.112
5	0.283	0.080	0.039
6	0.204	0.104	0.081
7	0.239	0.010	0.017

En la microcuenca 4 se ubican aproximadamente 900 industrias, concentradas en grandes parques industriales como Finsa, Parque Industrial Chachapa, Corredor Industrial Cuautlancingo, Parque Industrial 5 de mayo, Parque Industrial Volkswagen, entre otros. La microcuenca 6, por su parte cuenta con destacados parques industriales como el Corredor Industrial Ixtacuixtla, el Corredor Industrial Quetzalcóatl y el Parque Industrial El Carmen y se localizan alrededor de 180 industrias abarcando sectores como la fabricación de concreto, yeso, ladrillos, azulejos, vidrio, así como industrias textiles, metalmecánicas y de plásticos. Además, destaca la presencia del Complejo Petroquímico Independencia.

Por otro lado, la microcuenca 1 también presenta desarrollo industrial, aunque menor comparado con las otras microcuencas. Aquí se encuentran alrededor de 123 industrias de distintos tamaños, con mayor presencia en la Ciudad Industrial Xicotécatl. Estas industrias se enfocan principalmente en la confección, fabricación de plásticos y maquinaria.

En el caso de la microcuenca 2, se localizan 94 industrias pequeñas, medianas y grandes; un número considerablemente menor que en el caso de la microcuenca 4. Estas industrias se enfocan en su mayoría a la industria textil de fabricación de telas, hilos, fibras, confección y acabado de productos textiles y en menor medida a la fabricación de alimentos y la industria metalúrgica.

REFERENCIAS

- Al-Kindi, S. G., Brook, R. D., Biswal, S., & Rajagopalan, S. (2020). Environmental determinants of cardiovascular disease: lessons learned from air pollution. *Nature Reviews Cardiology*, 17 (10), 656-672. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0371-2>
- Alvarado, M., Reynoso R., Rosas I., & Colmenero, A. (2008). Indicadores de degradación ambiental en la Cuenca del Río Zahuapan, Estado de Tlaxcala.
- Anastassopoulou, J., Kyriakidou, M., Nisianakis, P., Papatheodorou, G., Rallis, M., & Theophanides, T. (2019). The Environmental Effects of Lead Concentrations on Protein and DNA Structures in Epileptic Patients from an Infrared Spectroscopic Study. *Journal of Basic & Applied Sciences*, 15, 56–63. <https://doi.org/10.29169/1927-5129.2019.15.07>
- Antlanger, M., Noordzij, M., Luijtgarden, M. van de, Carrero, J. J., Palsson, R., Finne, P., Hemmeler, M. H., Aresté-Fosalba, N., Reisæter, A. V., Cases, A., Traynor, J. P., Kramar, R., Massy, Z., Jager, K. J., & Hecking, M. (2019). Sex differences in kidney replacement therapy initiation and maintenance. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 14 (11), 1616–1625. <https://doi.org/10.2215/CJN.04400419>
- Arellano, O.; Solís, S.; Serrano, L.; Morales, E.; Méndez, A.; Montero, R. (2015). Use of the Zebrafish Embryo Toxicity Test for Risk Assessment Purpose: Case Study. *J Fisheries Sciences*, 9 (4), 52-62.
- Arenas-Jiménez, M. D., Martín-Gómez, M. A., Carrero, J. J., & Ruiz-Cantero, M. T. (2018). La nefrología desde una perspectiva de género. *Nefrología*, 38 (5), 463–465. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2018.04.001>
- Atilgan, B., Budak, T., & Karahan, S. (2021). Environmental impact assessment of ceramic tile manufacturing: a case study in Turkey. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 23 (4), 1295–1310. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02035-w>
- ATSDR. (2022). ToxFAQs™ – Mercurio (Azogue) (Mercury). Oficina de Innovación y Análisis, Sección de Toxicología.
- Bailey, M.J., Holzhausen, E.A., Morgan, Z.E.M., Naik, N., Shaffer, J.P., Liang, D., Chang, H.H., Sarnat, J., Sun, S., Berger, P.K., Schmidt, K.A., Lurmann, F., Goran, M.I., & Alderete, T.L. (2022). Postnatal exposure to ambient air pollutants is associated with the composition of the infant gut microbiota at 6-months of age. *Gut Microbes*, 14 (1), 2105096. doi: 10.1080/19490976.2022.2105096. PMID: 35968805; PMCID: PMC9466616.
- Bardají, A., & Martínez-Vea, A. (2008). Enfermedad renal crónica y corazón. Un continuo evolutivo. *Rev Esp Cardiol*, 61 (Supl 2), 41-51. <https://www.revespcardiol.org/es-enfermedad-renal-cronicacorazon-un-articulo-13124150#:~:text=La%20enfermedad%20renal%20cr%C3%B3nica%20esta,aumento%20de%20la%20morbimortalidad%20observada.>

Baviskar, J. B. (2016). Incidence of acute and chronic leukemias in rural area at tertiary care teaching hospital: a five years of study. *Indian Journal of Pathology and Oncology*, 3 (4), 710. <https://doi.org/10.5958/2394-6792.2016.00132.0>

Betha, R., Behera, S., & Balasubramanian, R. (2014). 2013 Southeast Asian Smoke Haze: Fractionation of Particulate-Bound Elements and Associated Health Risk. *Environmental, Science & Technology*, 48 (8), 4327–4335. <https://doi.org/10.1021/es405533d>.

Bonilla, M., Rossell, N., Salaverria, C., Gupta, S., Barr, R., Sala, A., Metzger, M. & Sung, L. (2009). Prevalence and Predictors of Abandonment of Therapy among Children with Cancer in El Salvador. *International Journal of Cancer*, 125 (9), 2144-2146. <https://doi.org/10.1002/ijc.24534>

Bonsor, O. (1899). Les colonies agricoles préromaines de la Vallée da Bétis. *Paris, Rêvue Archéologique*, 35.

Boschi, G., Masi, G., Bonvicini, G., & Bignozzi, M. C. (2020). Sostenibilidad en la Producción de Baldosas Cerámicas Italianas: Evaluación del Impacto Ambiental. *Aplicación ciencia*, 10 , 9063. <https://doi.org/10.3390/app10249063>

Bravo, L., Sánchez, J.J., Izurieta, J.L., Tomasini, A. (2015). *Evaluación toxicológica del río Atoyac, Pue., y su relación con los parámetros fisicoquímicos*. 2° Congreso Nacional AMICA.

Carrero, J., Hecking, M., Chesnaye, N. C., & Jager, K. J. (2018). Sex and gender disparities in the epidemiology and outcomes of chronic kidney disease. *Nature Reviews Nephrology*, 14 (3), 151-164. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2017.181>

Carrero, J. J. (2010). Gender differences in chronic kidney disease: Underpinnings and therapeutic implications. *Kidney and Blood Pressure Research*, 33 (5), 383-392. <https://doi.org/10.1159/000320389>

Catálogo de Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES). (2021). *Catálogo de Clave Única de Establecimientos de Salud-CLUES*. Secretaría de Salud, DGIS, Sistema de Información en Salud. http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinai/s_clues.html

Centros de Salud con Servicios Ampliados (CESSA). (s.f.). *20180531 Directorio Centros de Salud con Servicios Ampliados (CESSA)*. Secretaría de Salud del estado de Puebla, Datos abiertos. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/centro-de-salud-con-servicios-ampliados-cessa/resource/e2a1de85-f54d-4c02-aeae-8f099a60fc6a>

CFJG “Centro Fray Julián Garcés” Derechos Humanos y Desarrollo Local, A.C. (2018). Propuesta comunitaria para el saneamiento integral de la cuenca Atoyac-Zahuapan y la reparación del daño a las comunidades. México.

Chávez, E.; Acevedo, J.; Mungia, R., Avelino, F.; Castañeda, E. (2011). *Biocontaminación aérea generada por el Río Alseseca y patógenos presentes en su efluente*. XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. https://smbb.mx/congresos%20smbb/queretaro11/IV_ambiental.html



Choi, E., Yi, S. M., Lee, Y. S., Jo, H., Baek, S. O., & Heo, J. B. (2022). Sources of airborne particulate matter-bound metals and spatial-seasonal variability of health risk potentials in four large cities, South Korea. *Environmental Science and Pollution Research*, 29 (19), 28359–28374. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18445-8>

Chowdhury, R., Ramond, A., O’Keeffe, L. M., Shahzad, S., Kunutsor, S. K., Muka, T., Gregson, J., Willeit, P., Warnakula, S., Khan, H., Chowdhury, S., Gobin, R., Franco, O. H., & Di Angelantonio, E. (2018). Environmental toxic metal contaminants and risk of cardiovascular disease: Systematic review and meta-analysis. *BMJ (Online)*, 362, 14-16. <https://doi.org/10.1136/bmj.k3310>

Clínica Universidad de Navarra. (2023). *Epilepsia*. Clínica Universidad de Navarra. <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/epilepsia>

Collazo-Herrera, M., Venero-Fernández, S. J., & Chaviano-Pedroso, I. (2022). Panorámica económica de la atención de salud al paciente asmático. *Infodir*, (37).

Colton, M. D., Goulding, D., Beltrami, A., Cost, C., Franklin, A., Cockburn, M. G., & Green, A. L. (2019). A U.S. population-based study of insurance disparities in cancer survival among adolescents and young adults. *Cancer Medicine*, 8 (10), 4867-4874. <https://doi.org/10.1002/cam4.2230>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2018a). *Diagnóstico de la calidad del agua del Río Atoyac y sus afluentes*. Informe final. SEMARNAT.

Comisión Nacional del Agua. (2018b). *Diagnóstico de la calidad del agua del Río Zahuapan y sus afluentes*. Informe final. SEMARNAT.

Comisión Nacional del Agua. (2018). *Estadísticas del agua en México*. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Comisión Nacional del Agua. (2008). *Evaluación de Riesgo Sanitario Ambiental de las zonas aledañas al Río Atoyac*. Resumen Ejecutivo. CONAGUA, México.

Comisión Nacional del Agua. (2016). *Red Nacional de Monitoreo (RNM) datos 2016, México*. RNM-CONAGUA, México. <http://catalogo.datos.gob.mx/dataset/red-nacional-de-monitoreo-de-la-calidad-de-las-aguas-nacionales>

Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH). (2017). Recomendación por Contaminación del río Atoyac. No. 10 /2017 http://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Recomendaciones/2017/Rec_2017_010.pdf

CONAMET. *El expediente clínico electrónico universal en México*. Boletín CONAMET. <http://www.conamed.gob.mx/gobmx/boletin/pdf/boletin18/expediente.pdf>

Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2018). *¿De qué murió la población mexicana en 2018? Causas de muerte según entidad federativa de residencia, sexo y edad Jóvenes de 12 a 29 años*. Consejo Nacional de Población. Gobierno de México

Crews, D. C., Bello, A. K., Saadi, G., Kam Tao Li, P., Garcia-Garcia, G., Andreoli, S., Crews, D., Kalantar-Zadeh, K., Kernahan, C., Kumaraswami, L., Saadi, G., & Strani, L. (2020). Carga, acceso y disparidades en enfermedad renal. *Nefrología*, 40 (1), 4-11. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2019.03.001>

Cueto-Manzano, A. M., Cortés-Sanabria, L., Martínez-Ramírez, H. R., Márquez-Herrera, R.M., Solórzano-Rodríguez, E. C., & Rojas-Campos, E. (2017). Modelo de atención de la enfermedad renal crónica en la atención primaria de la salud. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 55 (2), 134-142. <https://www.redalyc.org/journal/4577/457755436005/html/>

De Jesús-Reyes, D., Menkes-Bancet, C., & Meza-Palmeros, J. A. (2016). Acceso y atención en servicios de salud en adolescentes de escuelas públicas de Nuevo León, México. *Población y Salud En Mesoamérica*, 13 (2). <https://doi.org/10.15517/psm.v13i2.18481>

Del Risco Kollerud, R., Blaasaas, K. G., & Claussen, B. (2015). Poverty and the risk of leukemia and cancer in the central nervous system in children: A cohort study in a high-income country. *Scandinavian Journal of Public Health*, 43 (7), 736-743. <https://doi.org/10.1177/1403494815590499>

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2022). *Acuerdo por el que se emite el Modelo de Atención a la Salud para el Bienestar (MAS-BIENESTAR)*. Secretaría de Salud. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5669707&fecha=25/10/2022#gsc.tab=0

Díaz-Medina, B. A., & Mercado-Martínez, F. J. (2019). Obstacles and coping strategies in renal care: A qualitative study in young people with chronic kidney disease in peritoneal dialysis. *Saude e Sociedade*, 28 (1), 275-286. <https://doi.org/10.1590/s0104-12902019180724>

Díaz de León-Martínez, L., Díaz-Barriga, F., Barbier, O., Ortíz, D. L. G., Ortega-Romero, M., Pérez-Vázquez, F., & Flores-Ramírez, R. (2019). Evaluation of emerging biomarkers of renal damage and exposure to aflatoxin-B 1 in Mexican indigenous women: a pilot study. *Environmental Science and Pollution Research*, 26 (12), 12205-12216. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04634-z>

Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). (2020). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=6>.

DOF. (1988). NORMA técnica número 322 para la prevención y control de la epilepsia en la atención primaria a la salud. Secretaría de Salud. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4771741&fecha=22/09/1988#gsc.tab=0

Domínguez, B., & Valdivia, C. (s.f.). Situación actual de la pediatría de atención primaria. [https://www.aepap.org/sites/default/files/situacion actual de la pediatria de apn.pdf](https://www.aepap.org/sites/default/files/situacion%20actual%20de%20la%20pediatria%20de%20apn.pdf)

Domínguez, B., & Valdivia, C. (2012). La pediatría de atención primaria en el sistema público de salud del siglo xxi. Informe SESPAS 2012. *Gaceta Sanitaria*, 26 (1) 82-87. ISSN 0213-9111. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2011.08.004>.

Dores, G. M., Devesa, S. S., Curtis, R. E., Linet, M. S., & Morton, L. M. (2012). Acute leukemia incidence and patient survival among children and adults in the United States, 2001-2007. *Blood*, 119 (1), 34-43. <https://doi.org/10.1182/blood-2011-04-347872>

Du, M., Chen, W., Liu, K., Wang, L., Hu, Y., Mao, Y., Sun, X., Luo, Y., Shi, J., Shao, K., Huang, H., & Ye, D. (2022). The Global Burden of Leukemia and Its Attributable Factors in 204 Countries and Territories: Findings from the Global Burden of Disease 2019 Study and Projections to 2030. *Journal of Oncology*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/1612702>

Ecoavant. (2021). *Niveles altos de contaminación pueden aumentar el riesgo de obesidad infantil*. Ecoavant, salud. https://www.ecoavant.com/salud/niveles-altos-contaminacion-pueden-aumentar-riesgo-obesidad-infantil_6739_102.html

El Colegio de la Frontera Sur. (2022). *Los desafíos de la enfermedad renal crónica en México (2000-2018)*. Editorial ECOSUR. ISBN - Digital: 978-607-8767-73-1. <https://www.ecosur.mx/libros/producto/los-desafios-de-la-enfermedad-renal-cronica-en-mexico-2000-2018/>

Elliot, S. J., Berho, M., Korach, K., Doublier, S., Lupia, E., Striker, G. E., & Karl, M. (2007). Gender-specific effects of endogenous testosterone: Female α -estrogen receptor-deficient C57Bl/6J mice develop glomerulosclerosis. *Kidney International*, 72 (4), 464-472. <https://doi.org/10.1038/sj.ki.5002328>

Esquivel, J. (2018). Analfabetismo y su relación con el desarrollo social de los seres humanos. *Revista Cientificadel*, 1 (1), 85-96. DOI: <https://doi.org/10.36958/sep.v1i01.8>

Fernández-Llamazares, Á., Garteizgogeoasca, M., Basu, N., Brondizio, E. S., Cabeza, M., Martínez-Alier, J., McElwee, P., & Reyes-García, V. (2020). A State-of-the-Art Review of Indigenous Peoples and Environmental Pollution. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 16 (3), 324-341. <https://doi.org/10.1002/ieam.4239>

Filippini, T., Hatch, E. E., Rothman, K. J., Heck, J. E., Park, A. S., Crippa, A., Orsini, N., & Vinceti, M. (2019). Association between outdoor air pollution and childhood leukemia: A systematic review and dose-response meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, 127 (4). <https://doi.org/10.1289/EHP4381>

Flores-Ramírez, R., Ortega-Romero, M., Christophe-Barbier, O., Meléndez-Marmolejo, J. G., Rodríguez-Aguilar, M., Lee-Rangel, H. A., & Díaz de León-Martínez, L. (2021). Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbon mixtures and early kidney damage in Mexican indigenous

population. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(18), 23060-23072. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12388-w>

Galicia-Zamalloa, A. L., & Díaz y Orea, M. A. (2020). Gastritis crónica y cáncer gástrico. *Alianzas y Tendencias - BUAP*, 5 (18), 26-42. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/9401/6%20Galicia-Zamalloa%20y%20Diaz%20y%20Orea%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García-García, G., & Jha, V. (2015). Chronic kidney disease in disadvantaged populations. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 48 (5), 377-381. <https://doi.org/10.1590/1414-431x20144519>

García, L. A., González, T., & Olvera, X. I. (2019). Nefropatías en Tepeji: Causas y Tipos Comunes. *TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*, 12, 20-26.

Garrity, B. H., Kramer, H., Vellanki, K., Leehey, D., Brown, J., & Shoham, D. A. (2016). Time trends in the association of ESRD incidence with area-level poverty in the US population. *Hemodialysis International*, 20 (1), 78-83. <https://doi.org/10.1111/hdi.12325>

Gentry, R., Thompson, C. M., Franzen, A., Salley, J., Albertini, R., Lu, K., & Greene, T. (2020). Using mechanistic information to support evidence integration and synthesis: a case study with inhaled formaldehyde and leukemia. *Critical Reviews in Toxicology*, 50 (10), 885-918. <https://doi.org/10.1080/10408444.2020.1854678>

Genovesi, S., Giussani, M., Orlando, A., Battaglino, M. G., Nava, E., & Parati, G. (2019). Prevention of Cardiovascular Diseases in Children and Adolescents. *High Blood Pressure and Cardiovascular Prevention*, 26 (3), 191-197. <https://doi.org/10.1007/s40292-019-00316-6>.

Green-Lott, A. M., Singaraju, R., Liu, M. L., & Ascensao, J. (2020). Hairy cell leukemia and ground water contamination with industrial solvents: A case report. *Military Medicine*, 185 (7-8), 1338-1340. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz484>

Greenpeace. (1997). *Impactos de la producción de papel. La industria, el gobierno y los consumidores pueden tener un mejor papel*. Primera edición. Greenpeace, Argentina.

Gómez-Mercado, C. A., Segura-Cardona, A. M., Pájaro-Cantillo, D. E., & Mesa-Largo, M. (2020). Incidencia y determinantes demográficos de la leucemia linfocítica aguda en pacientes con cáncer pediátrico, Antioquia. *Universidad y Salud*, 22 (2), 112-119. <https://doi.org/10.22267/rus.202202.182>

Guha, N., Loomis, D., Grosse, Y., Lauby-Secretan, B., Ghissassi, F. El, Bouvard, V., Benbrahim-Tallaa, L., Baan, R., Mattock, H., & Straif, K. (2012). Carcinogenicity of trichloroethylene, tetrachloroethylene, some other chlorinated solvents, and their metabolites. *The Lancet Oncology*, 13 (12), 1192-1193. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(12\)70485-0](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(12)70485-0)

Hernández-Rivera, J.C., Salazar-Mendoza, H., Pérez-López, M., González-Ramos, M. J., Espinoza-Pérez, J., Martínez-Álvarez, R., Trejo-Villeda, Miguel, J. C., & Paniagua-Sierra, R. (2019). Alelos HLA más comunes y asociados con riesgo o protección en enfermedad renal

crónica de etiología no determinada. *Gaceta médica de México*, 155 (3), 7.
<https://doi.org/10.24875/gmm.19005033>

IBERO, Puebla. (2020). *Seguridad hídrica en la cuenca del Alto Atoyac: Dimensión Ambiental*. IBERO, Puebla. <https://www.youtube.com/watch?v=3LNbZ0Q4Clk>.

Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). (2021). Global Burden of Disease. University of Washington. <https://vizhub.healthdata.org/cod/#0>

Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). (2020). *Guías de Práctica Clínica*. IMSS. <http://www.imss.gob.mx/profesionales-salud/gpc>.

IMSS. (2017). *Control prenatal con atención centrada en la paciente*. Instituto Mexicano del Seguro Social, Coordinación Técnica de Excelencia Clínica. México. <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/028GER.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017*. INEGI, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Tlaxcala 2017*. INEGI, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Comunicado de prensa núm. 225/21. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAP_Nino21.pdf.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Estadísticas a propósito del día mundial contra la obesidad (12 de noviembre)*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Comunicado de prensa núm. 528/20. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/EAP_Obesidad20.pdf

Instituto Nacional de Pediatría. (2018). *Transparencia Focalizada. Catálogo de Padecimientos por Nivel de Atención*. Instituto Nacional de Pediatría. https://www.pediatria.gob.mx/interna/transfocal_catapadeci.html

Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). (S/F). Leucemia infantil. Síntesis sobre políticas de salud, Instituto Nacional de Salud Pública. https://insp.mx/assets/documents/webinars/2021/CISP_Leucemia.pdf

Instituto Nacional de Salud Pública. (2017). *Brechas en la disponibilidad de médicos y enfermeras especialistas en el sistema nacional de salud*. Instituto Nacional de Salud Pública, Informe final. http://www.cifrhs.salud.gob.mx/site1/residencias/brechas_medico_enf_esp.pdf

Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio (INEM). (2016). *Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio*. SEMARNAT, INEM. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-contaminantes-criterio-inem>

IQAir. (2016). Amoníaco, ¿Qué es el amoníaco? . IQAir. <https://www.igair.com/mx/newsroom/ammonia>

Jiménez, R; Hernández M.L. (2011). *Zahuapan: río-región-contaminación*. Primera Edición Colegio de Tlaxcala, México.

Jung, K., Khan, A., Mocharnuk, R., Olivo-Marston, S., & McDaniel, J. T. (2022). Clinical encounter with three cancer patients affected by groundwater contamination at Camp Lejeune: a case series and review of the literature. *Journal of Medical Case Reports*, 16(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13256-022-03501-9>

Kang, D. S., Kim, H. S., Jung, J. H., Lee, C. M., Ahn, Y. S., & Seo, Y. R. (2021). Formaldehyde exposure and leukemia risk: a comprehensive review and network-based toxicogenomic approach. *Genes and Environment*, 43 (1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s41021-021-00183-5>

Kent, E. E., Sender, L. S., Largent, J. A., & Anton-Culver, H. (2009). Leukemia survival in children, adolescents, and young adults: influence of socioeconomic status and other demographic factors. *Cancer Causes & Control: CCC*, 20 (8), 1409-1420. <https://doi.org/10.1007/s10552-009-9367-2>

Lamas, G. A., Ujueta, F., & Navas-Acien, A. (2021). Lead and cadmium as cardiovascular risk factors: The burden of proof has been met. *Journal of the American Heart Association*, 10 (10), 1-7. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.018692>

Latapí, A., Guillén, D., Serrano, J. A., Vázquez, D., Sánchez, G., & Paredes, P. (2018). El futuro de los jóvenes pobres en México. El Colegio de Michoacán-El Colegio de San Luís. https://www.colsan.edu.mx/arch/colect/informe_p_jovenes.pdf

Lee, K. S., Min, W. K., Choi, Y. J., Jin, S., Park, K. H., & Kim, S. (2023). The Effect of Maternal Exposure to Air Pollutants and Heavy Metals during Pregnancy on the Risk of Neurological Disorders Using the National Health Insurance Claims Data of South Korea.

Linnet, M. S., Brown, L. M., Mbulaiteye, S. M., Check, D., Ostroumova, E., Landgren, A., & Devesa, S. S. (2016). International long-term trends and recent patterns in the incidence of leukemias and lymphomas among children and adolescents ages 0-19 years. *International Journal of Cancer*, 138 (8), 1862-1874. <https://doi.org/10.1002/ijc.29924>

Liu, Q., Yang, L., Gong, C., Tao, G., Huang, H., Liu, J., Zhang, H., Wu, D., Xia, B., Hu, G., Wang, K., & Zhuang, Z. (2011). Effects of long-term low-dose formaldehyde exposure on global genomic hypomethylation in 16HBE cells. *Toxicology Letters*, 205 (3), 235-240. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2011.05.1039>

Loomis, D., Guyton, K. Z., Grosse, Y., El Ghissassi, F., Bouvard, V., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N., Vilahur, N., Mattock, H., & Straif, K. (2017). Carcinogenicity of benzene. *The Lancet Oncology*, 18 (12), 1574-1575. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(17\)30832-X](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(17)30832-X)

Luyckx, V. A., Tuttle, K. R., Garcia-Garcia, G., Gharbi, M. B., Heerspink, H. J. L., Johnson, D. W., Liu, Z. H., Massy, Z. A., Moe, O., Nelson, R. G., Sola, L., Wheeler, D. C., & White, S. L. (2017). Reducing major risk factors for chronic kidney disease. *Kidney International Supplements*, 7 (2), 71-87. <https://doi.org/10.1016/j.kisu.2017.07.003>

Makunts, T., Cohen, I.V., Awdishu, L., & Abagyan, R. (2019). Analysis of postmarketing safety data for proton-pump inhibitors reveals increased propensity for renal injury, electrolyte abnormalities, and nephrolithiasis. *Sci Rep*, 9 (1), 2282. doi: 10.1038/s41598-019-39335-7. PMID: 30783195; PMCID: PMC6381091.

Martínez-Austria, P., & Patiño-Gómez, M. E. (2020). Seguridad hídrica en la Cuenca del Alto Atoyac. Descripción de la zona de estudio y revisión de indicadores.

Mechergui, N., Youssef, I., Charrada, N., Ben, A., Ben, N., Fredj, M., & Ladhari, N. (2019). Epileptic seizures and occupational exposure to solvents: A cases series. *Medicina Del Lavoro*, 110 (1), 56-62. <https://doi.org/10.23749/mdl.v110i6.7714>

Ming, Y., Linghui, Z., Anping, L., Suxia, L., & Kongming, W. (2020). Global burden and trend of acute lymphoblastic leukemia from 1990 to 2017. *Aging*, 12 (22), 22869-22891

Montero, R., Serrano, L., Araujo, A., Dávila, V., Ponce, J., Camacho, R., Morales, E., & Méndez, A. (2006). Increased cytogenetic damage in a zone in transition from agricultural to industrial use: comprehensive analysis of the micronucleus test in peripheral blood lymphocytes. *Mutagenesis*, 21 (5), 335-342. <https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2005/sp055c.pdf>

Morales-Mejía, C. (2016). *Tratamiento fotoquímico aplicado al agua residual de un hospital de la ciudad de Puebla*. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales. BUAP.

Moreno-Gómez, G.A., Duarte-Gómez, M.B., & Barriento-Gutiérrez, T. (2017). Pobreza multidimensional y determinantes sociales de la salud. Línea de base para dos comunidades vulnerables. *Revista de la Facultad de Medicina*, 65 (2), 267. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.57766>

Morgan, J. W., & Cassady, R. E. (2002). Long-Time Exposure to Perchlorate and Trichloroethylene in Drinking Water. *J Occup Environ Med*, 44, 616-621.

Moosa, M. R., & Norris, K. C. (2021). Sustainable social development: tackling poverty to achieve kidney health equity. *Nature Reviews Nephrology*, 17 (1), 3-4. <https://doi.org/10.1038/s41581-020-00342-x>

Muñoz-Aguirre, P., Huerta-Gutierrez, R., Zamora, S., Mohar, A., Vega-Vega, L., Hernández-Ávila, J. E., Morales-Carmona, E., Zapata-Tarres, M., Bautista-Arredondo, S., Perez-Cuevas, R., Rivera-Luna, R., Reich, M. R., & Lajous, M. (2021). Acute Lymphoblastic Leukaemia

Survival in Children Covered by Seguro Popular in Mexico: A National Comprehensive Analysis 2005–2017. *Health Systems and Reform*, 7 (1). <https://doi.org/10.1080/23288604.2021.1914897>

Muñoz-Juárez, S., & Ortiz-Espinosa, R. M. (2005). Muerte por anencefalia. Variables asociadas a los padres y peso al nacer. *Pediatría*, 72 (5), 226-229.

Murphy, C. C., Lupo, P. J., Roth, M. E., Winick, N. J., & Pruitt, S. L. (2021). Disparities in Cancer Survival among Adolescents and Young Adults: A Population-Based Study of 88 000 Patients. *Journal of the National Cancer Institute*, 113 (8), 1074-1083. <https://doi.org/10.1093/jnci/djab006>

Muthukannan, M., & Chithambar, G. (2018). The environmental impact caused by the ceramic industries and assessment methodologies. *International Journal for Quality Research*, 13 (2), 315–334. ISSN 1800-6450. <https://oaji.net/articles/2019/452-1559580876.pdf>

National Geographic (NG). (2022). *La polución de las ciudades afecta al intestino*. *Ciencia. Medicina*. National Geographic. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/polucion-ciudades-afecta-intestino_18970.

Navarro, I. (2003). *Evaluación ambiental y epidemiológica para identificar factores de riesgo a la salud por contaminación del río Atoyac, México*. Proyecto “Documentación y seguimiento de casos de leucemia y trombocitopenia por la contaminación del río Atoyac”. <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/navarro.pdf>

Neugarten, J., Acharya, A., & Silbiger, S. (2000). Effect of Gender on the Progression of Nondiabetic Renal Disease. *Journal of the American Society of Nephrology*, 11 (2), 319-329. <https://doi.org/10.1681/ASN.V112319>

NHI. (s.f.). *Epilepsias y crisis: Esperanza en la investigación*. Instituto Nacional de Trastornos Neurológicos y Accidentes Cerebrovasculares. <https://espanol.ninds.nih.gov/es/trastornos/forma-larga/epilepsias-y-crisis-esperanza-en-la-investigacion>

Nicholas, S. B., Kalantar-Zadeh, K., & Norris, K. C. (2013). Racial Disparities in Kidney Disease Outcomes. *Seminars in Nephrology*, 33 (5), 409-415. <https://doi.org/10.1016/j.semnephrol.2013.07.002>

Ochoa-Moreno, J. (2017). El Índice de Densidad de Recursos para la Salud (IDRS): una medición indispensable. *Boletín CONSMED-OPS*. http://www.conamed.gob.mx/gobmx/boletin/pdf/boletin12/densidad_recursos.pdf

Onyije, F. M., Olsson, A., Baaken, D., Erdmann, F., Stanulla, M., Wollschläger, D., & Schüz, J. (2022). Environmental Risk Factors for Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia: An Umbrella Review. *Cancers*, 14 (2), 1-25. <https://doi.org/10.3390/cancers14020382>

Ordóñez-Azuara, Y., Rodríguez Alanís, M. M., Gutiérrez Herrera, R. F., Aguilera Portales, R., & López Cabrera, N. G. (2019). Análisis hermenéutico de los dilemas bioéticos en la atención médica de los adolescentes en México. *Revista Iberoamericana de Bioética*, 9, 1-11. <https://doi.org/10.14422/rib.i09.y2019.005>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). *Contaminación del aire doméstico y salud. Centro de prensa. Notas descriptivas*. OMS. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>.

Organización Mundial de la Salud. (2021). *El cáncer infantil*. Organización Mundial de la Salud, Prensa, Notas descriptivas. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer-in-children>

Organización Mundial de la Salud. (2008). *La atención primaria de salud. Más necesaria que nunca*. Organización Mundial de la Salud, Informe sobre la salud en el mundo 2008. ISBN 978 92 4 356373 2. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43952/9789243563732_spa.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2021). *La OMS alerta de que el incremento rápido de los desechos electrónicos afecta a la salud de millones de niños*. Comunicados de prensa. <https://www.who.int/es/news/item/15-06-2021-soaring-e-waste-affects-the-health-of-millions-of-children-who-warns>

Organización Mundial de la Salud. (2023). *Trastornos congénitos*. OMS, Centro de prensa, Notas descriptivas. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/birth-defects>

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (s.f.). *Atención primaria de salud*. Organización Panamericana de la Salud, temas. <https://www.paho.org/es/temas/atencion-primaria-salud>

OPS. (s.f.). *Calidad del aire*. Organización Panamericana de la Salud, temas. <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>

OPS (s.f.). *Cáncer en la niñez y la adolescencia*. Oficina Regional para las Américas, Organización Mundial de la Salud. <https://www.paho.org/es/temas/cancer-ninez-adolescencia>

OPS. (2022). *Diagnóstico oportuno en la oncología pediátrica, Situación en América Latina y el Caribe*. Organización Panamericana de la Salud, OPS/NMH/NV/22-0029. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/56385/OPSNMHN220029_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OPS. (2014). *Diagnóstico temprano del cáncer en la niñez*. Organización Panamericana de la Salud, Washington, DC. ISBN 978-92-75-31846-1. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34851/9789275318461-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

OPS. (2015). *La OPS/OMS destaca la necesidad de formar más personal de enfermería en América Latina y el Caribe*. Organización Panamericana de la Salud, Enfermería en las Américas, Datos.

https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10947:2015-pahowho-highlights-need-train-more-nursing-personnel&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0

OPS. (s.f.). *Prevención de la obesidad*. Organización Panamericana de la Salud, temas. <https://www.paho.org/es/temas/prevencion-obesidad>

OPS. (2019). *Registros Médicos Electrónicos*. Organización Panamericana de la Salud, RELAC SIS. <https://www3.paho.org/relacsis/index.php/es/areas-de-trabajo/gt10-registros-medicos-electronicos/>

OPS. (2022). Salud del adolescente. <https://www.paho.org/es/temas/salud-adolescente#:~:text=La salud y el desarrollo,violencia%2C problemas nutricionales%2C etc>

Ordóñez-Azuara, Y., Rodríguez-Alanís, M. M., Gutiérrez-Herrera, R. F., Aguilera-Portales, R., & López-Cabrera, N. G. (2019). Análisis hermenéutico de los dilemas bioéticos en la atención médica de los adolescentes en México. *Revista Iberoamericana de Bioética*, 9, 1–11. <https://doi.org/10.14422/rib.i09.y2019.005>

Othman, M., Talib, M., & Fariz, A. (2018). Health impact assessment from building life cycles and trace metals in coarse particulate matter in urban office environments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 148, 293-302. ISSN 0147-6513, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.10.034>.

Ou, J. Y., Hanson, H. A., Ramsay, J. M., Kaddas, H. K., Pope, C. A., Leiser, C. L., VanDerslice, J., & Kirchoff, A. C. (2020). Fine particulate matter air pollution and mortality among pediatric, adolescent, and young adult cancer patients. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*, 29 (10), 1929-1939. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-19-1363>

Palacios-Ramírez, A., Flores Ramírez, R., Javier Pérez-Vázquez, F., Rodríguez-Aguilar, M., Schilman, A., Riojas-Rodríguez, H., Van Brussel, E., Díaz-Barriga, F., & Javier Pérez Vázquez, F. (2018). Evaluación de la exposición a hidrocarburos aromáticos policíclicos y partículas en suspensión (PM_{2.5}) por quema de biomasa en una zona indígena del Estado de. In *Ojs.Diffundit.Com* (Vol. 18, Issue 1, pp. 29–36). <https://www.ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/903>

Palomino, C., & Tomé, E. (2012). *Helicobacter pylori*: Rol del agua y los alimentos en su transmisión. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 25 (2), 85-93. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522012000200005&lng=es&tlng=es.

Pérez-Castresana, G., Castañeda, E., Cruz, A., Handall, A., García-Suastegui, W., & Morán-Perales, J. (2018). Evaluation of Health Risk Due to Heavy Metals in a Rural Population Exposed to Atoyac River Pollution in Puebla Mexico. *Water*, 11 (2), 277.



Pérez-Cuevas, R., Doubova, S. V., Zapata-Tarres, M., Flores-Hernández, S., Frazier, L., Rodríguez-Galindo, C., Cortes-Gallo, G., Chertorivski-Woldenberg, S., & Muñoz-Hernández, O. (2013). Scaling up cancer care for children without medical insurance in developing countries: The case of Mexico. *Pediatric Blood & Cancer*, 60 (2), 196-203. <https://doi.org/10.1002/pbc.24265>

PPE. (2023). Programa Prioritario de Epilepsia. <http://www.epilepsiamexico.gob.mx/>

Proaire Ciudad de México. (2011). Proaire Ciudad de México. Gobierno de la Ciudad de México. <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=Z6Bhnml=&dc=aA==>

Purdue University. (2019). Teratogens. Purdue University, Radiological and Environmental Management.

<https://www.purdue.edu/ehrs/rem/laboratory/HazMat/Chemical%20Materials/terat.htm>

Requena, M., Parrón, T., Navarro, A., García, J., Ventura, M. I., Hernández, A. F., & Alarcón, R. (2018). Association between environmental exposure to pesticides and epilepsy. *NeuroToxicology*, 68, 13-18. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2018.07.002>

Rodríguez-Gutiérrez, A. M. (2021). Nuestros adolescentes: una asignatura aún pendiente. *Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social*, 59 (1). <https://doi.org/10.24875/rmimss.m21000050>

Rodríguez, L., & Morales, J.A. (2014). *Contaminación del Atoyac, daños ambientales y tecnologías de mitigación*. Primera Edición. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). México.

Ruiz de Chávez, M.C., & Martínez-Narváez, M.C. (1988). El papel de la jurisdicción sanitaria en los sistemas estatales de salud. *Salud pública de México*, 30 (2), 197-201.

Sabath, E., & Robles-Osorio, M. L. (2012). Medio ambiente y riñón: Nefrotoxicidad por metales pesados. *Nefrología*, 32 (3), 279-286. <https://doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2012.Jan.10928>

Salud de Tlaxcala. (2016). *Boletín epidemiológico, Defectos de nacimiento, Tlaxcala*. Secretaría de Salud de Tlaxcala, Dirección de Servicios de Salud, Jefatura de Epidemiología. <https://intranet.saludtlax.gob.mx/documentos/epidemi/2016/sem44.pdf>

Salud de Tlaxcala. (2018). *Manual de organización para centros de salud de 1 y 2 NBSS*. Gobierno del Estado de Tlaxcala. Manual de organización. https://www.saludtlax.gob.mx/documentos/organizacion/ManualesOrganizacion/MANUAL_ORG_CSU1Y2.pdf

Salud Pública de México. (2011). Contaminación ambiental y salud infantil. *Salud Pública de México*, 53 (5), 459-460.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342011000500016&lng=es&tlng=es

Sandberg, K. (2008). Mechanisms underlying sex differences in progressive renal disease. *Gender Medicine*, 5 (1), 10-23. [https://doi.org/10.1016/S1550-8579\(08\)80004-6](https://doi.org/10.1016/S1550-8579(08)80004-6)

Sandoval, A.M., Pulido, G., Monks, S., Gordillo, A.J., & Villegas, E.C. (2009). Evaluación fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de la degradación ambiental del Río Atoyac, México. *Interciencia*, 34 (12), 880-887.

SANOFI. (s.f.). Día Mundial de la Púrpura Trombocitopénica Trombótica (PTT): 18 de septiembre. SANOFI, Información para pacientes. <https://www.sanofi.com.co/es/media/la-purpura-una-enfermedad-tan-mortal-como-desconocida>

Saraiva, D. da C. A., Santos, S. da S., & Monteiro, G. T. R. (2018). Tendência de mortalidade por leucemias em crianças e adolescentes nas capitais dos estados brasileiros: 1980-2015. *Epidemiologia e Serviços de Saude : Revista Do Sistema Unico de Saude Do Brasil*, 27 (3), 2017310. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742018000300004>

Schraufnagel, D.E., Balmes, J.R., Cowl, C.T., De Matteis, S., Jung, S.H., Mortimer, K., Perez-Padilla, R., Rice, M.B., Riojas-Rodriguez, H., Sood, A., Thurston, G.D., To, T., Vanker, A., Wuebbles, D.J. (2019). Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 2: Air Pollution and Organ Systems. *Chest*, 155 (2), 417-426. doi: 10.1016/j.chest.2018.10.041. Epub 2018 Nov 9. PMID: 30419237; PMCID: PMC6904854.

Schüz, J., & Erdmann, F. (2016). Environmental Exposure and Risk of Childhood Leukemia: An Overview. *Archives of Medical Research*, 47 (8), 607-614. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2016.11.017>

Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial (SMADSOT). (2020). *Informe 2020 de Calidad del Aire. Zona Metropolitana del Valle de Puebla, ZMVP. Diagnóstico de contaminantes criterio*. Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2012). *Programa de Gestión de Calidad del Aire 2012-2020 del Estado de Puebla*. Primera Edición. Puebla, México.

Secretaría de Salud (SSA). (2021). *Favorece el Trabajo Social la promoción y buenas prácticas de la salud*. Secretaria de Salud, Blog. <https://www.gob.mx/salud/es/articulos/favorece-el-trabajo-social-la-promocion-y-buenas-practicas-de-la-salud?idiom=es>

Secretaría de Salud. (2018). *Modelos de unidades de salud*. Secretaría de Salud, Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud Dirección General de Planeación y Desarrollo en Salud, Reunión Regional de Planeación de Infraestructura.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/329717/10_25_Modelos_de_Unidades_de_atencion_a_la_Salud_DGPLADES_LML.pdf

Secretaría de Salud. (2020). Panorama epidemiológico de las enfermedades no transmisibles en México, 2020. Secretaría de Salud, Dirección general de epidemiología. https://epidemiologia.salud.gob.mx/gobmx/salud/documentos/PANORAMA/panoepid_ENT2020.pdf

Sevim, Ç., Doğan, E., & Comakli, S. (2020). Cardiovascular disease and toxic metals. *Current Opinion in Toxicology*, 19, 88-92. <https://doi.org/10.1016/j.cotox.2020.01.004>

Silva, G. K., Rodríguez, Y., & Muñoz, J. L. (2015). Incidencia de los defectos congénitos asociados al uso de medicamentos en Las Tunas. *Rev Zoilo Marinello*, 40 (5), 14-14.

Silbiger, S., & Neugarten, J. (2008). Gender and human chronic renal disease. *Gender Medicine*, 5 (9), 3-10. <https://doi.org/10.1016/j.genm.2008.03.002>

Sinha, D., & Prasad, P. (2020). Health effects inflicted by chronic low-level arsenic contamination in groundwater: A global public health challenge. *Journal of Applied Toxicology*, 40 (1), 87-131. <https://doi.org/10.1002/jat.3823>

Spector, L. G., Pankratz, N., & Marcotte, E. L. (2015). Genetic and nongenetic risk factors for childhood cancer. *Pediatric Clinics of North America*, 62 (1), 11-25. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2014.09.013>

Stringer, K. D., Komers, R., Osman, S. A., Oyama, T. T., Lendsley, J. N., & Anderson, S. (2005). Gender hormones and the progression of experimental polycystic kidney disease. *Kidney International*, 68 (4), 1729-1739. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1755.2005.00589.x>

Suzuki, H. (2015). Differences between men and women with chronic kidney disease. *Nihon rinsho. Japanese journal of clinical medicine*, 73 (4), 629-633. <http://europepmc.org/abstract/MED/25936152>

Tai, E., Hallisey, E., Peipins, L. A., Flanagan, B., Lunsford, N. B., Wilt, G., & Graham, S. (2018). Geographic Access to Cancer Care and Mortality among Adolescents. *Journal of Adolescent and Young Adult Oncology*, 7 (1), 22-29. <https://doi.org/10.1089/jayao.2017.0066>

Tapia, J., Cedillo, L., Guzmán, M., & Giono, S. (2006). Diagnóstico de enterobacterias en el río Alse seca. *Rev Fac Med UNAM*, 49 (1).

Tomlinson, L. A., & Clase, C. M. (2019). Sex and the incidence and prevalence of kidney disease. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 14 (11), 1557-1559. <https://doi.org/10.2215/CJN.11030919>

Torres, A. M. (2014). El Mercurio Como Agente Inductor De Daño Renal. *Ciencia E Investigación*, 64 (5), 58-66.

Tran, H. Y., Coven, S. L., Park, S., & Mendonca, E. A. (2022). Social determinants of health and pediatric cancer survival: A systematic review. *Pediatric Blood and Cancer*, 69 (5), 1-11. <https://doi.org/10.1002/pbc.29546>

Treviño-Becerra, A. (2004). Insuficiencia renal crónica: enfermedad emergente, catastrófica y por ello prioritaria. *Cir Ciruj*, 72 (1), 3-4. <https://www.medigraphic.com/pdfs/circir/cc-2004/cc041a.pdf>

Triana-Velásquez, T.M., Montes-Rojas, C.M., Bernal-Bautista, M.H. (2013). Efectos letales y subletales del glifosato (ROUNDUP® ACTIVO) en embriones de anuros colombianos. *Acta Biolog Colombiana*, 18 (2), 271-278. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319028011004>

Tsai, S.S., Chiu, H.F., & Yang, C.Y. (2019). Ambient Air Pollution and Hospital Admissions for Peptic Ulcers in Taipei: A Time-Stratified Case-Crossover Study. *J Environ Res Public Health*, 16 (11), 1916. doi: 10.3390/ijerph16111916. PMID: 31151209; PMCID: PMC6603676.

UNFPA. (2019). Un llamado a la acción para la inversión en adolescencia y juventud en América Latina y el Caribe. UNFPA.

UNFPA. (2023). Adolescencia y Juventud. UNFPA. <https://mexico.unfpa.org/es/topics/adolescencia-y-juventud>

Valdés-Silva, Y., Sánchez-Ramírez, E., & Fuentes-Arencia, S. (2018). Malformaciones congénitas relacionadas con los agentes teratógenos. *Correo Científico Médico*, 22 (4), 652-666. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812018000400011&lng=es&tlng=es.

Velasco, P. (2017). *Ríos de Contradicción. Contaminación, ecología política y sujetos rurales en Nativitas, Tlaxcala*. UNAM, Instituto de Investigaciones Antropológicas México.

Ward, E., DeSantis, C., Robbins, A., Kohler, B., & Jemal, A. (2014). Childhood and adolescent cancer statistics, 2014. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 64 (2), 83-103. <https://doi.org/10.3322/caac.21219>

Waterkemper, A., Savi, L., Demarch, A., Pasini, D., Pereira, S., Arcaro, S., Joaquim, M., & Angioletto, E. (2023). Life cycle assessment in the ceramic tile industry: a review. *Journal of Materials Research and Technology*, 23, 3904-3915. ISSN 2238-7854, <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.02.023>.

Wei, C., Wen, H., Yuan, L., McHale, C. M., Li, H., Wang, K., Yuan, J., Yang, X., & Zhang, L. (2017). Formaldehyde induces toxicity in mouse bone marrow and hematopoietic stem/progenitor cells and enhances benzene-induced adverse effects. *Archives of Toxicology*, 91 (2), 921-933. <https://doi.org/10.1007/s00204-016-1760-5>

World Health Organization (WHO). (2021). WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. ISBN 9789240034228 (electronic version).

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Wu, M., Tang, M., Yu, Z., Mao, X., Chen, Y., Wang, J., Jin, M., & Yu, C. (2021). Association between short-term exposure to air pollution and peptic ulcer bleeding: A case-crossover study in China. *Atmospheric Environment*. 10.1016/j.atmosenv.2021.118438.

Xi, Y., Kshirsagar, A.V., Wade, T.J., Richardson, D.B., Brookhart, M.A., Wyatt, L., & Rappold, A.G. (2020). Mortality in US Hemodialysis Patients Following Exposure to Wildfire Smoke. *J Am Soc Nephrol*. 31 (8), 1824-1835. doi: 10.1681/ASN.2019101066. Epub 2020 Jul 16. PMID: 32675302; PMCID: PMC7460895.

Xu, W., Wang, S., & Jiang, L. (2022). The influence of PM2.5 exposure on kidney diseases. *Human & Experimental Toxicology*, 41. doi:10.1177/09603271211069982

Yang, A. M., Lo, K., Zheng, T. Z., Yang, J. L., Bai, Y. N., Feng, Y. Q., Cheng, N., & Liu, S. M. (2020). Environmental heavy metals and cardiovascular diseases: Status and future direction. *Chronic Diseases and Translational Medicine*, 6 (4), 251-259. <https://doi.org/10.1016/j.cdtm.2020.02.005>

Ye, X., Torabi, M., Lix, L. M., & Mahmud, S. M. (2017). Time and spatial trends in lymphoid leukemia and lymphoma incidence and survival among children and adolescents in Manitoba, Canada: 1984-2013. *PLoS ONE*, 12 (4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175701>

Zago, A. M., Faria, N. M. X., Fávero, J. L., Meucci, R. D., Woskie, S., & Fassa, A. G. (2022). Pesticide exposure and risk of cardiovascular disease: A systematic review. *Global Public Health*, 17 (12), 3944–3966. <https://doi.org/10.1080/17441692.2020.1808693>

Zamora, A. (2019). *Factores de vulnerabilidad socioambiental en relación con fuentes de contaminación en Puebla- Tlaxcala*. Tesis de Maestría. UNAM, México.

Zamora, J. (2016). *Evaluación de riesgo por la exposición a contaminantes atmosféricos en la Cuenca Alta del río Atoyac, Puebla, México*. Tesis de licenciatura. UNAM; México.

Zapata-Tarrés, M., Balandrán, J. C., Rivera-Luna, R., & Pelayo, R. (2021). Childhood Acute Leukemias in Developing Nations: Successes and Challenges. *Current Oncology Reports*, 23 (5). <https://doi.org/10.1007/s11912-021-01043-9>

Zhang, Y., McHale, C. M., Liu, X., Yang, X., Ding, S., & Zhang, L. (2016). Data on megakaryocytes in the bone marrow of mice exposed to formaldehyde. *Data in Brief*, 6, 948–952. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2015.12.058>
Zhang, Y., Liu, D., & Liu, Z. (2021). Fine Particulate Matter (PM2.5) and Chronic Kidney Disease. *Reviews Of Environmental Contamination and Toxicology*, 254 (December), 183-215. https://doi.org/10.1007/398_2020_62



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Instituto de Investigaciones
en Medio Ambiente
Xabier Gorostiaga, SJ /

Zheng, L., Kuo, C. C., Fadrowski, J., Agnew, J., Weaver, V. M., & Navas-Acien, A. (2014). Arsenic and Chronic Kidney Disease: A Systematic Review. *Current Environmental Health Reports*, 1 (3), 192-207. <https://doi.org/10.1007/s40572-014-0024-x>