



**Universidad Autónoma del Estado de México**



Facultad de Geografía

Doctorado en Geografía y Desarrollo Geotecnológico

**“Mortalidad materno infantil y vulnerabilidad social en salud: variabilidad espacial en la región del Pacífico Sur Mexicano, 2020”.**

## **TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Doctora en Geografía y Desarrollo Geotecnológico

Presenta:

Mtra. Iliana Villerías Alarcón

### **Comité de tutores:**

Dra. Giovanna Santana Castañeda

Dra. Marcela Virginia Santana Juárez

Dr. Rodrigo Huitrón Rodríguez

Octubre, 2022.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. CONSIDERACIONES TEÓRICAS-CONCEPTUALES.....</b>	<b>10</b>
1.1 Epistemología y evolución del pensamiento de la geografía de la salud...	10
1.2 Teorías de la dinámica poblacional.....	27
1.3 Vulnerabilidad social y en salud.....	37
1.4 Modelos de los Condicionantes socioespaciales de la salud y la producción de enfermedades e inequidades en salud.....	44
1.5 Una aproximación a la mortalidad materno infantil.....	51
1.6 Análisis espacial cuantitativo y las Geotecnologías en el contexto de la Geografía de la Salud.....	58
1.7 Discusión teórica.....	61
<b>CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO FÍSICO - GEOGRÁFICO Y SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN PACÍFICO SUR MEXICANO.....</b>	<b>64</b>
2.1 Universo de estudio.....	64
2.2 Características físico – geográficas.....	64
2.3 Características socioeconómicas.....	72
2.4 Discusión.....	92
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>94</b>
3.1 Metodologías y técnicas.....	94
3.2 Estrategia metodológica.....	108
3.3 Discusión metodológica.....	120
<b>CAPÍTULO 4. VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA MORTALIDAD MATERNO INFANTIL.....</b>	<b>122</b>
4.1 Análisis espacio temporal de la mortalidad materno infantil, 1990-2020.	122
4.2 Análisis de las principales causas de mortalidad materno infantil, 1990- 2020.....	131
4.3 Evaluación de estrategias de los Objetivos del Desarrollo Sostenible en el año 2010 y 2020.....	149
4.4 Discusión.....	155
<b>CAPÍTULO 5. LA MORTALIDAD MATERNO INFANTIL: UNA VISIÓN DESDE LA VULNERABILIDAD SOCIAL EN SALUD.....</b>	<b>158</b>

5.1	Análisis del índice de vulnerabilidad social en salud de la mortalidad materno infantil, 2020.....	158
5.2	Variabilidad espacial de la asociación de la mortalidad materno infantil y el índice de vulnerabilidad social en salud.....	168
5.3	Estrategias focalizadas para la disminución de la mortalidad materno infantil a través de escenarios deseables.....	200
	<b>DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>210</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>215</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>217</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>236</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Evolución de Geografía de la Salud .....	11
Figura 1.2	Mapa de mortalidad por cólera en Soho, Londres en 1854.....	16
Figura 1.3	Teoría de los Agentes Patógenos.....	22
Figura 1.4	Sistemas complejos de la enfermedad.....	24
Figura 1.5	Esquema conceptual de los determinantes sociales de la salud.....	46
Figura 1.6	Modelo de Dahlgren y Whitehead.....	48
Figura 1.7	Modelo de Diderichsen y Hallqvist.....	50
Figura 1.8	Herramientas técnicas para el análisis espacial.....	60
Figura 2.1	Región del Pacífico Sur: demarcación territorial y administrativa.....	65
Figura 2.2	Región del Pacífico Sur: relieve.....	67
Figura 2.3	Región del Pacífico Sur: cuerpos de agua superficiales.....	69
Figura 2.4	Región del Pacífico Sur: clima.....	70
Figura 2.5	Región del Pacífico Sur: principales tipos de vegetación y uso del suelo.....	71
Figura 2.6	Región del Pacífico Sur: densidad de población.....	74
Figura 2.7	Región del Pacífico Sur: dinámica poblacional 1900-2020.....	75
Figura 2.8	Región del Pacífico Sur: pirámide poblacional, 2020.....	76
Figura 2.9	Región del Pacífico Sur: distribución de las principales localidades.....	78
Figura 2.10	Región del Pacífico Sur: distribución de la población indígena.....	79
Figura 2.11	Región del Pacífico Sur: índice educativo.....	81
Figura 2.12	Región del Pacífico Sur: distribución de la población sin derechohabiencia.	83
Figura 2.13	Región del Pacífico Sur: distribución de la población derechohabiente por institución de salud.....	84
Figura 2.14	Región del Pacífico Sur: infraestructura de salud.....	85
Figura 2.15	Región del Pacífico Sur: distribución de la PEA.....	87
Figura 2.16	Región del Pacífico Sur: población ocupada por sector económico.....	88
Figura 2.17	Región del Pacífico Sur: percepción salarial.....	88
Figura 2.18	Región del Pacífico Sur: hacinamiento.....	89
Figura 2.19	Región del Pacífico Sur: infraestructura de la vivienda.....	90
Figura 2.20	Región del Pacífico Sur: mapa social.....	91
Figura 3.1	Propuesta de esquema metodológico.....	112
Figura 3.2	Matriz de Saaty.....	116
Figura 3.3	Correlación de variables.....	117
Figura 4.1	Región del Pacífico sur mexicano: agregaciones espacio – temporales de la mortalidad materna.....	124
Figura 4.2	Región del Pacífico sur mexicano: agregaciones espacio – temporales de la mortalidad infantil.....	127
Figura 4.3	Región del Pacífico sur mexicano: tasa de mortalidad materna, 1990-2020.	128
Figura 4.4	Región del Pacífico sur mexicano: tasa de mortalidad infantil, 1990-2020...	129
Figura 4.5	Región del Pacífico sur mexicano: tendencia de la tasa de mortalidad materna, 1990-2020.....	130

Figura 4.6	Región del Pacífico sur mexicano: tendencia de la tasa de mortalidad infantil, 1990-2020.....	132
Figura 4.7	Región del Pacífico sur mexicano: agregaciones espacio – temporales de las causas directas de la mortalidad materna, 1990-2020.....	136
Figura 4.8	Región del Pacífico sur mexicano: agregaciones espacio – temporales de las causas directas de la mortalidad infantil, 1990 -2020.....	138
Figura 4.9	Región del Pacífico sur mexicano: agregaciones espacio – temporales de las causas indirectas de la mortalidad infantil, 1990 – 2020.....	140
Figura 4.10	Región del Pacífico sur mexicano: defunciones maternas por causas directas, 1990-2020.....	141
Figura 4.11	Región del Pacífico sur mexicano: tendencia de las defunciones maternas por causas directas, 1990-2020.....	142
Figura 4.12	Región del Pacífico sur mexicano: defunciones maternas por causas indirectas, 1990-2020.....	143
Figura 4.13	Región del Pacífico sur mexicano: tendencia de las defunciones maternas por causas indirectas, 1990-2020.....	144
Figura 4.14	Región del Pacífico sur mexicano: defunciones infantiles por causas directas, 1990-2020.....	145
Figura 4.15	Región del Pacífico sur mexicano: tendencia de las defunciones infantiles por causas directas, 1990-2020.....	146
Figura 4.16	Región del Pacífico sur mexicano: defunciones infantiles por causas indirectas, 1990-2020.....	147
Figura 4.17	Región del Pacífico sur mexicano: tendencia de las defunciones infantiles por causas indirectas, 1990-2020.....	148
Figura 4.18	Región del Pacífico sur mexicano: evaluación de estrategias de los ODS, 2010.....	151
Figura 4.19	Región del Pacífico sur mexicano: evaluación de estrategias de los ODS, 2020.....	154
Figura 5.1	Índice de vulnerabilidad social en salud materno infantil, 2020.....	163
Figura 5.2	San Antonio Sinacahua (Mixteca), Oaxaca.....	162
Figura 5.3	Localidad de Hueycantenango, Mcpio. José Joaquín de Herrera, Guerrero.	164
Figura 5.4	San Cristóbal de las Casas, Chiapas.....	165
Figura 5.5	Acapulco y Taxco, Guerrero.....	166
Figura 5.6	Parteras tradicionales .....	167
Figura 5.7	Gráfica de distribución normal de los residuos (Q-Q) .....	170
Figura 5.8	Mortalidad materna: distribución de R2 local.....	172
Figura 5.9	Gráfica de distribución normal de los residuos (Q-Q) .....	175
Figura 5.10	Mortalidad infantil: distribución de R2 local.....	177
Figura 5.11	Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y población femenina en edad reproductiva e infantil menor a cinco años que vive en zonas rurales.....	171
Figura 5.12	Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y población femenina en edad reproductiva e infantil menor a cinco años que vive en zonas rurales.....	183
Figura 5.13	Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y población femenina en edad reproductiva perteneciente a un grupo originario.....	185

Figura 5.14	Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y población femenina en edad reproductiva e infantil menor a cinco años perteneciente a un grupo originario.....	187
Figura 5.15	Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y población femenina en edad reproductiva analfabeta.....	189
Figura 5.16	Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y población femenina en edad reproductiva analfabeta.	191
Figura 5.17	Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y tiempo de traslado a un servicio de primer nivel.....	193
Figura 5.18	Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y tiempo de traslado a un servicio de primer nivel.....	195
Figura 5.19	Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y densidad de carreteras.....	197
Figura 5.20	Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y densidad de carreteras.....	199
Figura 5.21	Escenario prospectivo al 2030: distribución espacial de la mortalidad materna en la región del Pacífico sur mexicano.....	202
Figura 5.22	Escenario prospectivo al 2030: distribución espacial de la mortalidad infantil en la región del Pacífico sur mexicano.....	206

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1	Tipos de vulnerabilidad.....	39
Cuadro 1.2	Clasificación de las causas de defunción de la mortalidad materno-infantil.....	53
Cuadro 2.1	Porcentaje de superficie de usos de suelo y vegetación.....	72
Cuadro 2.2	Región del Pacífico Sur: distribución de la población por tamaño de localidad.....	77
Cuadro 3.1	Disposición de los pares según su cercanía espacial y temporal.....	98
Cuadro 3.2	Escala de Likert de Saaty.....	102
Cuadro 3.3	Delimitación de las variables.....	110
Cuadro 3.4	Nivel explicativo del coeficiente de determinación de $R^2$ .....	118
Cuadro 3.5	Valoración del coeficiente Kappa.....	119
Cuadro 4.1	Disposición de los pares según su cercanía espacial y temporal de la mortalidad materna.....	123
Cuadro 4.2	Disposición de los pares según su cercanía espacial y temporal de la mortalidad infantil.....	125
Cuadro 4.3	Principales causas de mortalidad durante 30 años (1990-2020) .....	133
Cuadro 4.4	Disposición de los pares según su cercanía espacial y temporal de las causas directas de mortalidad materna, 1990 – 2020.....	134
Cuadro 4.5	Disposición de los pares según su cercanía espacial y temporal de las causas directas de mortalidad infantil, 1990-2020.....	137
Cuadro 4.6	Disposición de los pares según su cercanía espacial y temporal de las causas indirectas de mortalidad infantil, 1990 – 2020.....	139
Cuadro 4.7	Región del Pacífico sur mexicano: indicadores de la evaluación de las estrategias de los ODS, 2010 y 2020.....	150

Cuadro 5.1	Ponderación de las dimensiones.....	161
Cuadro 5.2	Diagnóstico de información.....	169
Cuadro 5.3	Prueba de multicolinealidad de Breusch y Pagan.....	169
Cuadro 5.4	Variables influyentes.....	171
Cuadro 5.5	Diagnóstico de información.....	174
Cuadro 5.6	Prueba de multicolinealidad de Breusch y Pagan.....	175
Cuadro 5.7	Variables influyentes.....	176
Cuadro 5.8	Resumen de estadísticas para variables locales de la mortalidad materna.....	178
Cuadro 5.9	Resumen de estadísticas para variables locales de la mortalidad infantil.....	179

## RESUMEN

La mortalidad materno infantil es un grave problema de salud pública a nivel internacional, ya que el fallecimiento de una mujer embarazada o posteriormente a él y la muerte de un infante dentro de los primeros cinco años de vida se convierte en un importante problema de justicia social debido a que vislumbra las inequidades socioeconómicas, de infraestructura y acceso a la salud (Freyermuth, 2016; Fernández, *et. al.*, 2016; Dheeshana y Subadra, 2011; UNICEF, 2011; Aguirre, 2009; Lozano, *et. al.*, 1994; Reyes, 1994); por lo que, estos tipos de mortalidad se consideran un importante indicador que evalúa el progreso de un territorio.

La Geografía de la Salud desde hace aproximadamente dos siglos y medio ha desarrollado diversos planteamientos en torno a la relación que existe entre el espacio geográfico y los problemas de salud, brindando una base teórica sólida para poder comprender el proceso hombre-salud-entorno (Tisnés, 2014; Jori, 2013; Gatrell y Elliott, 2002; Olivera, 1993). Aunado a ello, con la incorporación de metodologías derivadas de la Geografía cuantitativa como el análisis espacial cuantitativo y el empleo de las geotecnologías, como los Sistemas de Información Geográfica se fortalece la comprensión sobre las condiciones de salud en el territorio.

Entender las condiciones de salud en que vive una población se ha convertido en un tema prioritario (Juárez, *et al.*, 2014; OPS, 2012; OMS, 2009) debido a que simboliza la vulnerabilidad social entorno a la salud que posee una sociedad y en que un individuo es susceptible, convirtiéndose en un rasgo primordial que caracteriza un territorio, que además, deriva de diversos condicionantes sociales, económicos, culturales, políticos y ambientales; por lo que, conocer el grado de vulnerabilidad social en salud permite explicar en primera instancia la desigualdad social y en segundo el nivel de exposición de un individuo a condiciones que afecten su estado de salud y la capacidad de reponerse ante una enfermedad.

La región del Pacífico Sur está conformada por los Estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, muestra un panorama complicado, derivado de la características geográficas que han propiciado un crecimiento económico y poblacional desigual en su territorio (INEGI, 2020; Dieterlen, 2015), ya que al igual que otros estados o países en desarrollo, la población se enfrenta a diversos factores (sociales, económicos, ambientales, culturales, políticos, así como de accesibilidad a servicios de salud) que impiden satisfacer los niveles de bienestar en salud, donde las mujeres embarazadas y los infantes son uno de los principales grupos poblaciones más afectados.

En este sentido, el propósito de esta investigación es revelar la variabilidad espacial y temporal de la mortalidad materna infantil mediante el diseño e implementación de un índice de vulnerabilidad social en salud en la región del Pacífico Sur Mexicano, para proponer estrategias focalizadas, teniendo como base un escenario al 2030, propuesto a partir de la aplicación de herramientas geoespaciales, para que coadyuven a disminuir la mortalidad y a generar territorios saludables para las mujeres y niños.

Para alcanzar el objetivo de la investigación, se estructuró una base de datos conformada por 33 variables con información de diferentes fuentes, entre ellas, el Censo de Población y Vivienda de 2020 (INEGI, 2020), así como el Sistema de Información en Salud perteneciente a la Secretaría de Salud (SSA, 2020). La metodología que se utilizó incluye el uso y aplicación de una serie de técnicas, métodos y herramientas geotecnológicas, que incluyen un análisis de series de tiempo, así como un estudio multivariado, utilizando métodos como *Kendall* (Mann, 1945) y *Knox* (Knox, 1964) que se aplicaron para conocer agregaciones espacio temporales de la mortalidad materno infantil y las causas de mortalidad. Por otro lado, el Análisis Jerárquico Ponderado (AHP) (Saaty, 1998) se utilizó para ponderar las variables que conformaran el índice de vulnerabilidad; el Puntaje de Clasificación Espacial (PCE) (Villerías y Buzai, 2017; Buzai, 2015) se empleó para conocer el progreso de las metas de los ODS; la Regresión Geográficamente Ponderada (GWR) (Nakaya, 2016; Hadayeghi *et al.*, 2010; Fotheringham, *et. al.*, 2002) permitió conocer la variabilidad espacial de la mortalidad materna respecto a las variables del índice de vulnerabilidad y por último el análisis de la Red Neuronal y Automatas Celulares (Principi, 2022; Mas, 2017) coadyuvaron para conocer los escenarios al 2030 y para que basados en conocimiento científico se pudieran plantear estrategias para reducir la mortalidad materno infantil.

Los resultados dan a conocer gravedad del problema y la configuración espacial de la mortalidad materno infantil, así como, la variabilidad espacial de este tipo de mortalidad mostrando que la influencia de ciertos valores en las variables que conforman el índice de vulnerabilidad social en salud no son homogéneas en el territorio, exacerbando las inequidades de por sí ya marcadas. Aunado a ello, la metodología que se construyó en esta investigación, con el uso y aplicación de diferentes herramientas fortaleció el conocimiento y sirvió de apoyo para elaborar estrategias y propuestas para reducir la mortalidad materno infantil.

Por lo tanto, los resultados de esta investigación forman un cimiento firme y sólido que sirve para como base para la implementación de políticas públicas o estrategias dentro de los programas de salud para mejorar las condiciones de salud y de vida de la población femenina en edad reproductiva y de los niños menores de cinco años; esto no solo mejorará la calidad de vida de la población en estudio, sino la de la población en general, por lo que reducir la mortalidad materno infantil también creará territorios saludables para que puedan vivir plenamente.

**Palabras claves:** mortalidad materno infantil; geografía de la salud; vulnerabilidad social en salud; condicionantes socioespaciales de la salud; región del Pacífico sur mexicano

## ABSTRAC

Maternal and infant mortality is a serious public health problem at the international level, as the death of a pregnant woman or subsequently and the death of an infant within the first five years of life becomes a major social justice issue because it envisions socio-economic inequities, infrastructure and access to health (Freyermuth, 2016; Fernández, *et. al.*, 2016; Dheeshana and Subadra, 2011; UNICEF, 2011; Aguirre, 2009; Lozano, *et. al.*, 1994; Reyes, 1994); therefore, these types of mortality are considered an important indicator that evaluates the progress of a territory.

For approximately two and a half centuries, Health Geography has developed various approaches regarding the relationship between geographic space and health problems, providing a solid theoretical basis for understanding the man-health-environment process (Tisnés, 2014; Jori, 2013; Gatrell and Elliott, 2002; Olivera, 1993). In addition to this, with the incorporation of methodologies derived from quantitative Geography such as quantitative spatial analysis and the use of geotechnologies, such as Geographic Information Systems, the understanding of health conditions in the territory is strengthened.

Understanding the health conditions in which a population lives has become a priority issue (Juárez, *et. al.*, 2014; PAHO, 2012; WHO, 2009) because it symbolizes the social vulnerability around health that a society has and in which an individual is susceptible, becoming a primordial feature that characterizes a territory, which also derives from various social, economic, cultural, political and environmental conditions; therefore, knowing the degree of social vulnerability in health allows to explain in the first instance the social inequality and in the second the level of exposure of an individual to conditions that affect their state of health and ability to recover from a disease.

The South Pacific region is made up of the States of Guerrero, Oaxaca and Chiapas, shows a complicated panorama, derived from the geographical characteristics that have led to unequal economic and population growth in its territory (INEGI, 2020; Dieterlen, 2015), since like other states or developing countries, the population faces various factors (social, economic, environmental, cultural, political, as well as accessibility to health services) that prevent meeting the levels of well-being in health, where pregnant women and infants are one of the main population groups most affected.

In this sense, the purpose of this research is to reveal the spatial and temporal variability of maternal infant mortality through the design and implementation of an index of social vulnerability in health in the Region of the Mexican South Pacific, to propose focused strategies, based on a scenario to 2030, proposed from the application of geospatial tools, to help reduce mortality and generate healthy territories for women and children.

To achieve the objective of the research, a database was structured consisting of 33 variables with information from different sources, including the 2020 Population and Housing Census (INEGI, 2020), as well as the Health Information System belonging to the Ministry of Health (SSA, 2020). The methodology that was used includes the use and application of a series of techniques, methods and geotechnological tools, including a time series analysis, as well as a multivariate study, using methods such as Kendall (Mann, 1945) and Knox (Knox, 1964) that were applied to know temporal space aggregations of maternal and infant mortality and the causes of mortality. On the other hand, the Weighted Hierarchical Analysis (AHP) (Saaty, 1998) was used to weight the variables that made up the vulnerability index; the Spatial Classification Score (PCE) (Villeras and Buzai, 2017; Buzai, 2015) was used to learn about the progress of the SDG targets; Geographically Weighted Regression (GWR) (Nakaya, 2016; Hadayeghi *et. al.*, 2010; Fotheringham, *et. al.*, 2002) allowed to know the spatial variability of maternal mortality with respect to the variables of the vulnerability index and finally the analysis of the Neural Network and Cellular Automata (Principi, 2022; Mas, 2017) helped to know the scenarios to 2030 and so that based on scientific knowledge strategies could be proposed to reduce maternal and child mortality.

The results reveal the severity of the problem and the spatial configuration of maternal and child mortality, as well as the spatial variability of this type of mortality, showing that the influence of certain values on the variables that make up the index of social vulnerability in health is not homogeneous in the territory, exacerbating the inequities already marked. In addition, the methodology that was built in this research, with the use and application of different tools, strengthened knowledge and served as support to develop strategies and proposals to reduce maternal and child mortality.

Therefore, the results of this research form a firm and solid foundation that serves as a basis for the implementation of public policies or strategies within health programs to improve the health and living conditions of the female population of reproductive age and children under five years of age;

this will not only improve the quality of life of the population under study, but that of the population in general, so reducing maternal and infant mortality will also create healthy territories so that they can live fully.

**Keywords:** maternal and infant mortality; geography of health; social vulnerability in health; socio-spatial health conditions; Mexican South Pacific region

## INTRODUCCIÓN

En México a finales del siglo XIX, las investigaciones relacionadas con la vulnerabilidad en salud estaban enfocadas desde una visión médica, epidemiológica y antropológica, donde solo se consideran indicadores de mortalidad y morbilidad; siendo la mayoría de estos de carácter descriptivo y en ningún momento establecen alguna relación cuantitativa con factores socioeconómicos y físico-geográficos permitiendo identificar las áreas vulnerables en salud.

En este orden de ideas, la población femenina (en edad reproductiva) e infantil (menores de 5 años) es afectada por diferentes condicionantes socioespaciales de la salud, los cuales condicionan un desarrollo pleno cuando la mujer está embarazada, así como el crecimiento y desarrollo de los infantes coartando así sus esperanzas de vida.

Ante esta situación la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016a) al respecto señala que las disparidades en la supervivencia y las perspectivas de salud de las mujeres embarazadas o en edad reproductiva y también los niños menores de cinco años de distintos territorios no son aleatorios, sino son el reflejo sistemático de unas situaciones de desventaja social ligadas no sólo al nivel de ingresos sino también al origen étnico, al nivel educativo y a la diferencia entre las zonas rurales y urbanas, entre otros factores, que al final de cuentas se traduce en una vulnerabilidad social en salud

Por lo anterior, se pretenden examinar la variabilidad espacial de la mortalidad materno infantil mediante la creación de un índice de vulnerabilidad social en salud , el cual estará conformado por los condicionantes socioespaciales de las salud que repercuten en la mortalidad materno infantil; con la finalidad de proponer estrategias de manera focalizadas encaminadas a combatir la desigualdad y las inequidades sociales en materia de salud materno infantil, para hacer frente a las necesidades actuales y prever las condiciones que influirán en el futuro.

Esta investigación se desarrolla desde la Geografía de la Salud y el análisis espacial multivariado con la finalidad que desde esta disciplina y metodología muestre un panorama de la situación de vulnerabilidad social en salud materno infantil y contribuya a cumplir con los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

## **ANTECEDENTES**

A través de los años la vulnerabilidad social y la mortalidad materno infantil han sido un rasgo dominante que ha caracterizado a la población y el grado de desarrollo en un territorio, ya que expresan las desigualdades de las condiciones de vida y el acceso a los servicios de salud.

A este respecto existen diversas publicaciones a nivel nacional e internacional que abordan la vulnerabilidad social que resaltan aquellos factores en donde la población está inmersa y condicionan el incremento en la morbilidad o mortalidad en dicho territorio, algunos de ellos son de: Villerías y García (2018), Cabieses, B., Bernales, M., A. Obach, y V. Pedrero (2016), Departamento de salud pública de Georgia (2014) y Huang y London (2012).

En relación a las investigaciones sobre la mortalidad materno infantil, se han realizado análisis de localización y de evolución de la tasas de mortalidad, en algunas investigaciones solo mencionan aquellos factores que posiblemente incrementan o disminuyen la mortalidad, sin embargo no miden el grado de asociación de los factores; algunos estudios son los de: Novoa y Taylor (2018), Dahmm, H., Afsana, K., F., Rahman, L., Bhandari y J. Neuner (2018), Kurlat (2013) y el Ministerio de salud de Argentina (2012).

No obstante, cabe resaltar que no se encontraron estudios que analicen la vulnerabilidad social en salud como la mortalidad materno infantil en la misma investigación, sin embargo, debido a la contingencia de salud que predomina en el mundo por el COVID-19 se han realizado investigaciones de la vulnerabilidad social en salud para esta enfermedad, algunos estudios son los de Lastra, M., Valdés, C. y C. Galindo, *et. al.* (2020), Sánchez, R., Morales, E. y F. Lares (2020), Santana, G. (2020) y Villerías, S., Nochebuena, G. y A. Uriostegui (2020). De igual manera, existen otras investigaciones que involucran la vulnerabilidad con otra afección en la salud de las personas, como son los de Santana, M., Santana, G., Hernández, E., E. Rosales, A. Estrada, L. Manzano y R. Serrano (2016) y Pierre, J., Kienberger, S., Hagenlocher, M. y E. Twarabamenye (2016), que analizan problemas de salud desde la vulnerabilidad social en salud.

## **JUSTIFICACIÓN**

Cada año, mujeres embarazadas e infantes menores de 5 años mueren por causas evitables, estas muertes expresan y son el reflejo de las desigualdades e inequidades sociales entre territorios (Cabieses, *et. al.*, 2016), debido a la influencia de múltiples condicionantes socioespaciales

(ambientales, demográficos, socioeconómicos, culturales y políticos) que impiden alcanzar el máximo estado de salud, convirtiéndolos en población vulnerable.

En este sentido, la mortalidad materno infantil funge como un indicador que mide el grado de desarrollo de un país, ya que refleja la desigualdad económica, social y de salud, por lo que, la Organización Mundial de la Salud en el año 2015 reafirmo el compromiso de reducir este tipo mortalidad, convirtiéndolos en dos Objetivos del Desarrollo Sostenible, y así evaluar los progresos alcanzados en la lucha contra la desigualdad y marginación que se vive en los territorios.

Ante esta situación, la mortalidad materno infantil es un grave problema de salud pública y requiere ser analizado desde una perspectiva integral, ya que puede y debe prevenirse, es por eso, que desde la geografía de la salud y los condicionantes socioespaciales con la implementación de los sistemas de información geográfica (SIG) brindaran un soporte de análisis integral para determinar la vulnerabilidad social en salud por este tipo de mortalidad.

Para analizar las situaciones de vulnerabilidad en el territorio se han utilizado diversos enfoques, métodos y técnicas, como son los sistemas de indicadores o índices que permiten evaluar la realidad social, actualmente existen diversos índices (sociales, económicos y ambientales) que posibilitan comprender esa realidad a través de diversos factores; sin embargo en el tema de salud los índices principalmente son contruidos en función de las tasas de mortalidad o morbilidad y del desempeño del sistema de salud, el diseñar e implementar un índice de vulnerabilidad social en salud desde una perspectiva holística para la mortalidad materno infantil con base en los condicionantes socioespaciales de la salud, permitirá identificar las áreas críticas donde se puede suscitar este problema.

Los resultados de esta investigación coadyuvarán a establecer objetivos y metas por medio de estrategias, programas y prácticas para promover la salud, con el propósito de reducir los índices de mortalidad materno infantil y crear espacios geográficos de mayor calidad en la salud de la población.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La salud de las mujeres (en edad reproductiva y embarazadas) y de los niños, ha sido reconocido como un derecho humano fundamental, donde la supervivencia, la salud, el desarrollo pleno y el bienestar de ambos grupos considerados vulnerables son esenciales para disminuir la pobreza

extrema, fomentar el desarrollo y la resiliencia entre las sociedades, para así reducir la vulnerabilidad social en salud (ONU, 2016).

De acuerdo con la OMS (2019), mueren cada día en el mundo un promedio 830 mujeres embarazadas y al año 5,6 millones de niños antes de cumplir cinco años, la mayoría de estos decesos son prevenibles, y tratables mediante intervenciones simples y asequibles; donde los principales países afectados son aquellos en desarrollo.

Para el 2019, en el mundo fallecieron 290 000 mujeres durante el embarazo y el parto, como también 5.3 millones de infantes menores de 5 años, casi la mitad de ellos en el primer mes de vida, especialmente en África y Asia meridional. De los países del continente americano, México ocupa el noveno lugar con mayores tasas de mortalidad infantil y décimo primero en mortalidad materna (OMS, 2019).

En México, la región del Pacífico Sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas) muestra un panorama complicado, derivado de las características geográficas que han propiciado un crecimiento económico y poblacional desigual en su territorio, ya que al igual que otros estados o países en desarrollo, la población se enfrenta a diversos factores (sociales, económicos, ambientales, culturales, políticos, así como de accesibilidad a servicios de salud) que impiden satisfacer los niveles de bienestar en salud, donde las mujeres embarazadas y los infantes son uno de los principales grupos poblacionales más afectados.

En estos estados desde hace tres décadas han presentado las mayores tasas de mortalidad materno infantil (TMMI) ocupando las primeras posiciones a nivel nacional, en el año 1990 la tasa nacional de mortalidad materna (TMM) era de 5.68 por cada 100,000 mujeres en edad reproductiva y la tasa de mortalidad infantil (TMI) de 670.59 por cada 100,000 niños menores de cinco años, en este mismo año a nivel región las tasas fueron de 12.42 materna y 721.84 infantil, donde Oaxaca registro la mayor TMM con 13.82, mientras que Chiapas una TMMI de 922.51 (SS,1990).

En el 2000 con la instauración de los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM), se planteó la meta de reducir un 75% la mortalidad materna y dos terceras partes de la mortalidad infantil, a nivel nacional no se logró cumplir la meta, ya que en este año se registró una tasa de mortalidad materna de 4.88 y la infantil de 430.30, cuando la meta era de 1.2 TMM y 143.43 TMI. En los estados que conforman la región tampoco se logró la meta y las tasas fueron superiores a la nacional, por

ejemplo, Guerrero que fue el que presentó la mayor tasa de mortalidad materna con 7.62 y Oaxaca con una tasa de mortalidad infantil de 354.18 (SS, 2000).

A nivel nacional en el año 2010 las tasas se redujeron, pero tampoco se alcanzó la meta de los ODM (2.98 TMM y 257.05 TMI), en la región las tasas de mortalidad materna fueron elevadas, Oaxaca obtuvo los mayores registros con 5.60 de TMM y 245.06 de TMI ligeramente menor que la nacional (SS, 2010).

Tras finalizar los ODM en el 2015 y el surgimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) nuevamente se propuso la meta de reducir un 75% la mortalidad materna y dos terceras partes de la mortalidad infantil, para el año 2019 a nivel nacional se tenía una tasa de mortalidad materna de 2.24 por cada 100,000 mujeres en edad reproductiva, por su parte la región registró una tasa de mortalidad de 3.80, el estado más afectado fue Guerrero con una tasa de 3.69 (SS, 2019).

Con respecto a la mortalidad infantil, a nivel nacional se registró una tasa de 214.03 por cada 100,000 niños menores de cinco años, en la región fue de 217.94 ligeramente superior que la nacional; Chiapas fue el estado con la mayor tasa con 265.22 (SS, 2019).

Por consecuencia, la mortalidad materno infantil no se distribuye de manera homogénea en este territorio y por lo tanto no afecta por igual a la población, debido a su relación con el desarrollo social, cultural, tecnológico y económico de cada lugar, lo cual constituye una manera de acercarse a las desigualdades y a la injusticia social que existe en esta región y que denota en el país, esto favorece al aumento de la vulnerabilidad social en salud de las mujeres (en edad reproductiva y embarazadas) y niños, coartando así su esperanza de vida.

En este tenor, es necesario conocer y entender la variabilidad geográfica de la vulnerabilidad social en salud y la mortalidad materno infantil pues esta ayudará a definir estrategias específicas y focalizadas que apoyen a disminuir los problemas de salud, aunado a monitorear y evaluar los avances de los ODS, para así mejorar las condiciones de vida de la población mexicana, especialmente en los grupos de edad en estudio.

## **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

A partir del planteamiento anterior, se formulan los siguientes objetivos que darán forma a esta investigación, mencionando en primera instancia que el nivel de desagregación espacial será en municipio y la temporalidad abarca el periodo 1990-2020 y los años 2010 y 2020.

## **Objetivo general**

Revelar la variabilidad espacial de la mortalidad materna infantil mediante el diseño e implementación de un índice de vulnerabilidad social en salud en la región del Pacífico Sur Mexicano, para proponer estrategias focalizadas con un escenario al 2030, que coadyuven a disminuir la mortalidad y a generar territorios saludables para las mujeres y niños.

## **Objetivos particulares**

1. Realizar un análisis espaciotemporal de la mortalidad materno infantil en el periodo 1990-2020, mediante un estudio de tendencia, con el propósito de determinar los municipios con mayor vulnerabilidad de mortalidad.
2. Analizar la transición obstétrica e infantil durante el periodo 1990-2020, mediante las principales causas de mortalidad, con la finalidad de identificar los patrones espacio temporales de las causas de defunción que se presenta en cada unidad territorial.
3. Evaluar las estrategias implementadas por los Objetivos del Desarrollo Sostenible para la reducción de la mortalidad materno infantil en el 2010 y 2020, por medio de técnicas de análisis espacial multivariado, con el motivo de realizar un diagnóstico que permita comprender la perspectiva de la mortalidad previa y posteriormente de la instauración de las estrategias.
4. Diseñar e implementar un índice de vulnerabilidad social en salud materno infantil con base en los condicionantes socioespaciales de la salud, a través de técnicas de análisis espacial multivariado que permitan analizar el grado de asociación con la mortalidad, para así detectar y explicar el comportamiento de las zonas con mayor susceptibilidad.
5. Proponer estrategias de manera focalizada con un escenario al 2030 que coadyuven a la disminución de la mortalidad materno infantil en función de algunos condicionantes socioespaciales de la salud.

Derivado de lo anterior se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cómo es el comportamiento espacio temporal de la mortalidad materno infantil durante el período 1990 – 2020?
2. ¿Cómo se presenta la transición obstétrica e infantil en la región del Pacífico Sur Mexicano durante el período 1990 – 2020?

3. ¿Dónde se localizan y como están distribuidos los municipios con mayor vulnerabilidad de mortalidad materno infantil en el territorio?
4. ¿Qué condicionantes socioespaciales influyen en los municipios con mayor vulnerabilidad social en salud materno infantil?
5. ¿Cuáles son las estrategias según el escenario que se presente, que coadyuvan a reducir la mortalidad materno infantil en función de algunos condicionantes socioespaciales de la salud de mortalidad materno infantil?

### **HIPÓTESIS**

De acuerdo con lo antes planteado, se propone la siguiente hipótesis de investigación:

La variabilidad espacial de la mortalidad materno infantil en la región del Pacífico sur mexicano en el 2020 es explicada con base en los condicionantes socioespaciales que conforman el índice de vulnerabilidad social y la teoría de la transición obstétrica, cuyos hallazgos permiten aportar propuestas focalizadas en el territorio para el escenario al 2030.

La estructura capitular de esta investigación se estructura en cinco capítulos y tiene como finalidad analizar la variabilidad espacial de la mortalidad materno infantil en la región del Pacífico sur mexicano.

En el primer capítulo se desarrollan los diferentes postulados teóricos que guían y son la base de esta investigación, se analizan los posicionamientos teóricos de la Geografía de la salud que sirven para comprender la triada hombre – salud – entorno; asimismo se analizan las teorías de la transición demográfica y epidemiológica que dan origen a la transición obstétrica infantil, permitiendo entender la dinámica de la población y salud en cada territorio.

Posteriormente se incorpora el tema de vulnerabilidad y vulnerabilidad social hasta su relación con la salud, donde se relaciona con los condicionantes socioespaciales de la salud y como estos afectan a la mortalidad materno infantil. Por último, se analizan algunas técnicas de análisis espacial cuantitativo aplicadas a la geografía de la salud.

El segundo capítulo, se contextualiza los aspectos geográficos y socioeconómicos que presenta la población de la región del Pacífico sur mexicano y que influyen en la dinámica de la morbilidad y mortalidad para el año 2020. Dentro de los factores físicos se toman en cuenta la localización, relieve, hidrología y uso del suelo; asimismo algunas de las características sociales que se tomaron en cuenta fueron: los aspectos demográficos, características de la vivienda, acceso a la salud y cuestiones económicas, permitiendo elaborar el mapa social de la región, que presenta la distribución socio espacial y el resultado de un proceso de abstracción y generalización, que permite comprender la estructura de la sociedad de cada territorio.

En la tercera parte se desarrolla la estrategia metodología, donde se describen y analizan los métodos estadísticos a emplear para alcanzar los objetivos de esta investigación; se presentan algunas variables socioeconómicas agrupadas en dimensiones (social, económica, salud e infraestructura) que influyen en la mortalidad materno infantil y que permiten construir el índice de vulnerabilidad social en salud materno infantil, así como también se identifican las estrategias implementadas por los Objetivos del Desarrollo Sostenible para reducir la mortalidad materno infantil que son evaluadas en el próximo capítulo.

El cuarto capítulo aborda los resultados concernientes al análisis espacio temporal de la mortalidad materno infantil, así como también de las principales causas de mortalidad a través del análisis del test de Knox y tendencia de Mann-Kendall. Asimismo, se evaluaron las estrategias implementadas

por los Objetivos del Desarrollo Sostenible para reducir la mortalidad materno infantil por lo que se obtuvo un mapa síntesis, cuyo objetivo es verificar el progreso en el cumplimiento de metas de los objetivos y líneas de acción prioritarias enfocados a la mortalidad materno infantil de cada territorio.

El último capítulo, se presentan los resultados de la obtención del índice de vulnerabilidad social en salud materno infantil, para ello se realizó una consulta expertos a través de los métodos de ponderación recíproca y análisis de jerarquía, que dio como resultado la ponderación de los condicionantes socioespaciales de la salud y con ello los diferentes grados de vulnerabilidad en el territorio.

De igual manera, se muestra el mapa de variabilidad espacial materno infantil a nivel municipal empleando una regresión geográficamente ponderada y posteriormente se definen las estrategias en torno a reducir la mortalidad materno infantil con base a los escenarios de simulación prospectivos al 2030.

## **CAPÍTULO 1.**

### **CONSIDERACIONES TEÓRICAS-CONCEPTUALES**

Las reflexiones actuales sobre la Geografía de la Salud y como los factores sociales y ambientales influyen en los efectos de la salud humana, surgen de una herencia de diversos postulados teóricos en las que se exponen diversas tentativas para su comprensión, por ello en este capítulo se exponen los fundamentos teórico - conceptuales de la Geografía de la Salud desde los diversos paradigmas, así como también se aborda la vulnerabilidad social en salud, modelos de producción de inequidades en salud y una aproximación a la mortalidad materno infantil, de esta manera la integración de estos temas conformaran el sustento filosófico, teórico y metodológico que le darán forma a esta investigación y una buena comprensión del estudio de la mortalidad materno infantil y la vulnerabilidad social en salud.

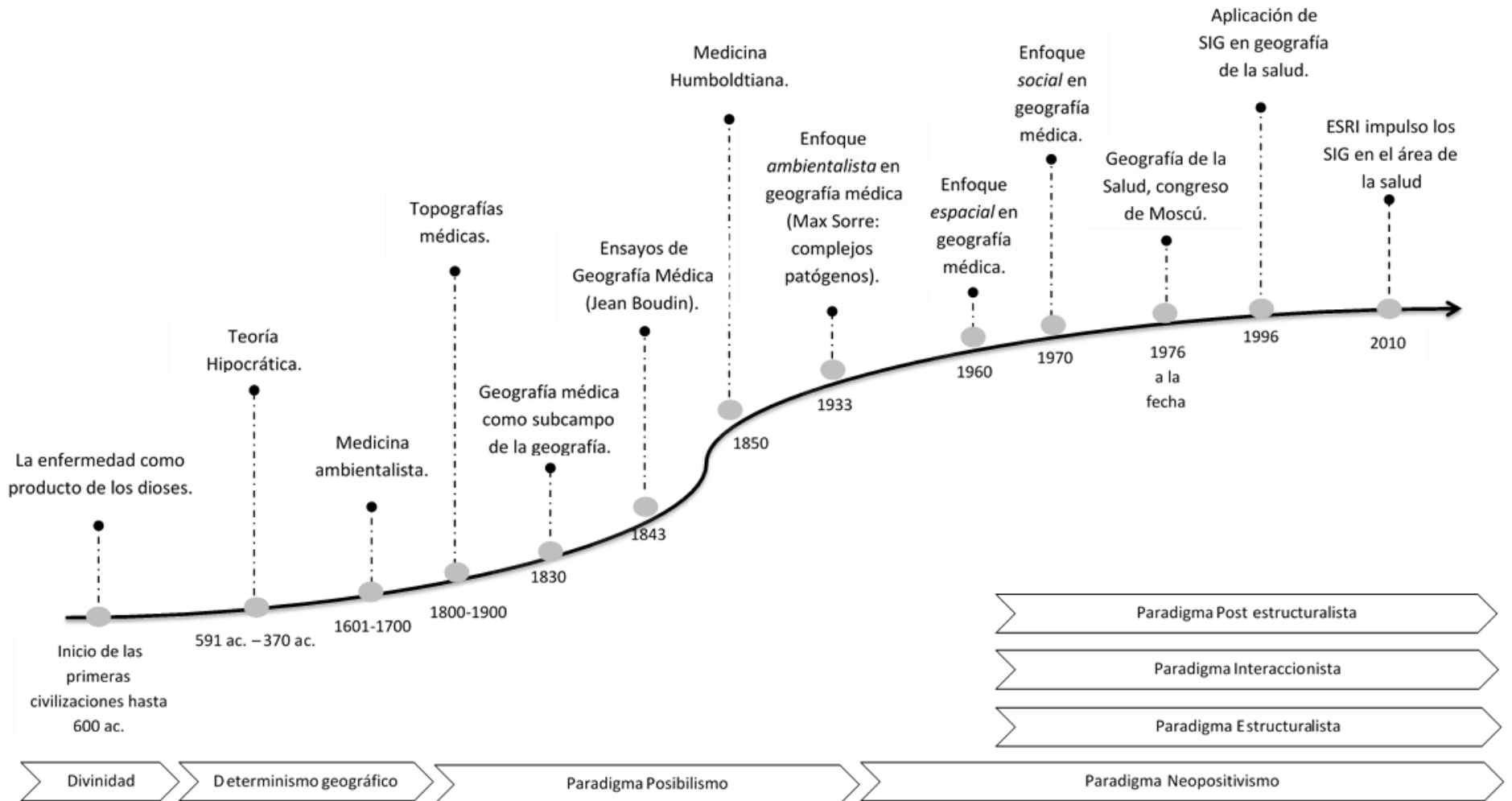
#### **1.1 Epistemología y evolución del pensamiento de la geografía de la salud**

El conocimiento científico es un producto histórico, resultado del desarrollo de la relación entre las sociedades y la realidad en la que se está inserta. En la geografía de la salud sus definiciones, epistemología y métodos, son construcciones humanas sujetas a las determinaciones de la época y de la sociedad que las produce; por lo tanto, la evolución de la geografía de la salud y la manera de analizar la incidencia de la naturaleza con los problemas de salud en el territorio ha tenido grandes etapas del pensamiento que la han llevado a consolidarse. Por lo tanto, los acontecimientos históricos y paradigmas de la geografía de la salud que sustentan la presente investigación se generalizan en las etapas siguientes (Figura 1.1):

##### **I. La enfermedad como castigo divino**

En las antiguas sociedades europeas, el proceso de enfermedad se relacionaba como un castigo de los Dioses, la aparición de epidemias infectocontagiosas como la peste se atribuía a la reducción de creyentes (Pandiani, 1998); y al depender solo de la medicina tradicional y brujos, estos problemas de salud se expandían de forma fulminante y diezaban la salud de la población, la cual pensaba que los Dioses castigaban la maldad de los seres humanos.

Figura 1.1. Evolución de Geografía de la Salud



Fuente: elaboración propia con base en Boudin, 1843; Sorre, 1933; Dubos, 1975; Urteaga, 1980; Ramírez, 2004; Cano, 2009; Jori, 2013.

En las culturas Mesoamericanas, cada padecimiento se relacionaba con un Dios o algún espíritu maligno, por ejemplo, Tláloc señor de las lluvias, causaba catarrros, neumonía y reumatismo, Xochiquetzal, Diosa del Amor y de la Fertilidad, producía enfermedades venéreas y complicaciones del embarazo y del parto, mientras que las fracturas se relacionaban a la presencia de chaneques, expertos en empujones y tropiezos (Pérez, 2012).

Las prácticas médicas que se ejercían para tratar estos padecimientos eran a través de sacrificios, exorcismo o rezos, dependiendo de la deidad que se había ofendido o enfermedad, así como también se empleaba el uso de la herbolaria para mejorar el estado de salud.

## II. Las primeras concepciones de salud y la medicina Hipocrática

Los cambios sociales y políticos que se suscitaron en las antiguas sociedades como la griega conllevaron a los habitantes a preguntarse el ¿Por qué de las cosas?, dejando a un lado las explicaciones mágicas, esotéricas y el poder divino de los Dioses; tomando a los elementos naturales como el origen de todas las cosas.

Anaximandro de Mileto (610-546 A.C.), filósofo y geógrafo, fue el primero que se interesó por el origen del todo considerando a los elementos naturales (agua, tierra, fuego, aire) como primordiales para la existencia de las cosas, por su parte, Anaxímenes, su discípulo, propuso el aire como origen del todo, mientras que Filolao de Tarento (145 A.C.) consideraba al fuego fundamental para la vida, tomando en cuenta el calor del cuerpo humano, y que la disminución de éste era signo de muerte. Posteriormente, Anaximandro argumentó que ninguno de los cuatro elementos podía ser considerado como origen, ya que si se admitía que un elemento es origen del todo resultaba una contradicción (Xirau, 2000).

Un siglo después (siglo V a.C) las ideas de Anaximandro sobre el origen del todo permearon en el razonamiento del médico Hipócrates de Cos (460 a.C. – 370 a.C.) quién consideró los aires, las aguas y los lugares como factores que inciden en la salud de la población, además señaló la importancia de los efectos que puede producir cada estación del año en la salud. También, desarrolló la teoría llamada “Los humores corporales: sangre, bilis, melancolía y flema” (cabe señalar que esta teoría se asociaba con los cuatro elementos naturales planteado por Anaximandro), la cual señalaba que la salud es el resultado de una relación armoniosa entre el hombre y su ambiente, que cuando se producía un desajuste de algún humor corporal o existía

una desarmonía y alteración entre la relación hombre – ambiente, se producía la enfermedad (Dubos, 1975).

De igual manera, Hipócrates se percató de que las condiciones en las que se encontraban las ciudades y la manera de vivir de los habitantes generaban enfermedades, ante esta situación predicada ante la sociedad griega que el ser humano obtendría mayores posibilidades de no contraer una enfermedad si vivieran razonablemente, teniendo buenas condiciones de higiene, una vivienda, alimentación y ropa adecuada; argumentando que los médicos solo iban a ser necesarios ante heridas o epidemias, y que no habría demanda de ellos siempre y cuando existiera una sociedad bien gobernada (Dubos, 1975).

En este sentido, los planteamientos de Hipócrates modificaron el paradigma referente a que la enfermedad era causada por los Dioses, a otro donde las condiciones ambientales y sociales eran el agente potencial para producirla.

### III. El determinismo geográfico y la medicina ambientalista

El paradigma del determinismo geográfico surgió en el siglo XVIII y prevaleció hasta a mediados del siglo XIX, influenciado por las teorías newtonianas de causalidad, donde toda causa va a tener un efecto. El principal exponente de este paradigma fue Ratzel, quien sostenía que las relaciones que se establecen entre el hombre y el medio son relaciones necesarias, es decir, determinadas por la naturaleza, donde se crea una dependencia del hombre respecto del medio en que vive (Hernández, 2010).

Las ideas de Ratzel sobre el determinismo se aplicaron en los estudios de salud. Por lo que a finales del siglo XVIII, surge la Teoría Higienista desarrollada por médicos como Peter Frank, Edwin Chadwick y Rudolf Virchow, quienes preocupados por las enfermedades y epidemias que afectaban a la población, plantearon que el origen de las enfermedades eran el resultado de la influencia del medio ambiente, mientras el médico inglés Thomas Sydenham siguiendo las ideas de Hipócrates intentaba explicar el motivo por el cual las epidemias eran más comunes en lugares de pobreza y con gran suciedad, así como también considero aspectos meteorológicos y del medio ambiente (aire, clima, suelo) como factores determinantes de las enfermedades respiratorias o bien enfermedades epidémicas y estacionales (Dubos, 1975).

Ante estos nuevos planteamientos, se determinó que algunos factores geográficos son capaces de condicionar el tipo de enfermedades que influye en la población de un territorio, creando así por primera vez una medicina ambientalista, no obstante, estas teorías desarrolladas, prevalecieron hasta finales del XIX y principios del siglo XX, posteriormente entraron en crisis debido a los avances microbiológicos y patológicos de las enfermedades.

#### IV. Posibilismo regional (Geografía regional) y las topografías medicas

En los últimos decenios del siglo XIX, surge una nueva corriente del pensamiento como contraparte del determinismo, impulsada por el historiador Lucien Febvre y denominada posibilismo, donde argumentaba que el hombre no es solo producto de la naturaleza, sino que existen además diversas circunstancias culturales, políticas, económicas, entre otras, que lo van formando; asimismo considera que el hombre participa activamente en la transformación de estas circunstancias y situaciones (Capel, 1981).

Al igual que Febvre, el francés Vidal de La Blache afirmaba que el medio ambiente no determina al hombre, sino que le ofrece posibilidades y que las aprovecharía de acuerdo con su cultura, tradición y formas de organización (Higueras, 2003); resaltando así la importancia de las particularidades de los territorios, de manera que estos debían de describirse para poder explicar las interrelaciones humanas con la naturaleza.

En este sentido, tras la ruptura del paradigma del determinismo geográfico ambiental (debido a los avances en patología) y el surgimiento de la geografía regional, la relación de la salud y medio ambiente (geografía) tomó un nuevo rumbo, surgiendo así las Topografías Médicas; que comprendían la descripción física del punto - situación, clima, suelo, hidrografía y la del entorno biológico: flora y fauna; los antecedentes históricos, el temperamento físico y el carácter moral de sus habitantes, las costumbres, las condiciones de vida, los movimientos demográficos, las patologías dominantes y la distribución de las enfermedades (Casco, 2001). Básicamente se encargaban de describir aspectos o características médicas de un determinado territorio, es decir eran auténticos estudios regionales que proporcionaban información muy detallada sobre el estado de salud de la población tomando en consideración la geografía física y humana de cada localidad, comarca o región (Urteaga, 1980).

Como resultado de las diversas aplicaciones topográficas, se decidió ampliar la escala de análisis, abriendo nuevas perspectivas de investigación basadas en un enfoque más nomotético, es decir

en busca de patrones, leyes, modelos de descripción y representación de la morbilidad, por lo tanto, se elaboró diversa cartografía sobre la distribución de las enfermedades que aquejaban a los continentes en ese tiempo (Urteaga, 1980).

#### *El inicio de la Geografía médica*

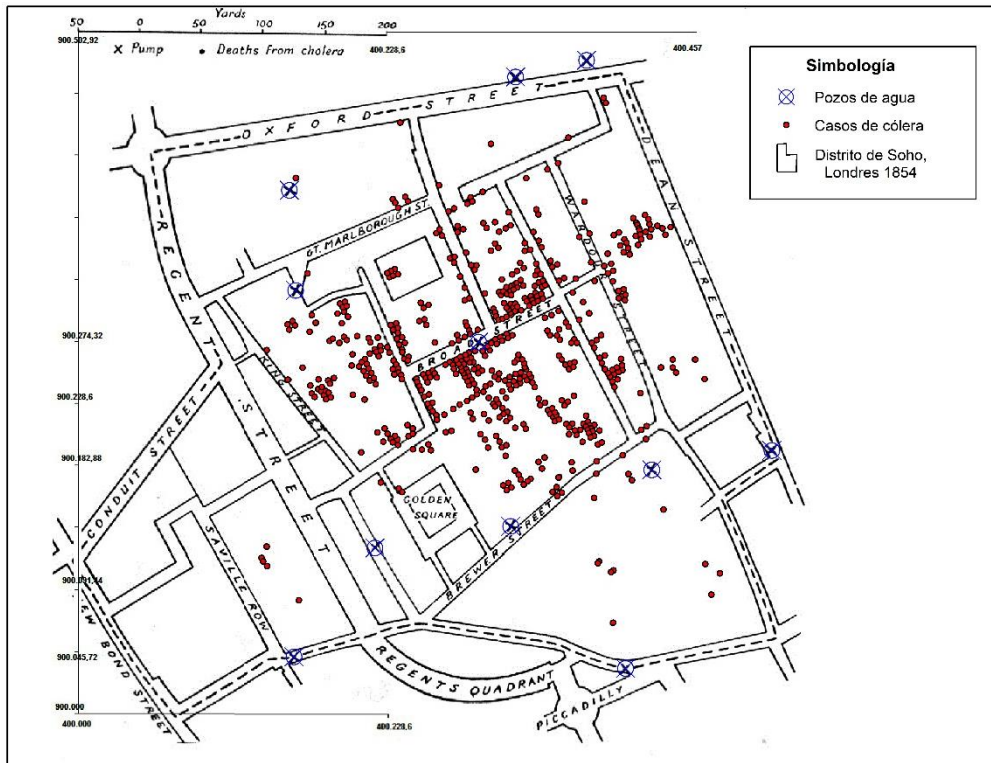
Debido a los diversos planteamientos que se habían desarrollado anteriormente sobre los orígenes de las enfermedades, donde se señalaba que los microorganismos son responsables de algunas enfermedades, aún no se encontraban las bases suficientes que relacionaran a estas con las cuestiones geográficas de los lugares.

Fue hasta 1843, cuando Jean Christian Marc Boudin observó que algunos condicionantes como la localización, altitud, geología, agua, viento, humedad y temperatura, ejercían influencia en la distribución geográfica de enfermedades, por lo que a Boudin se le atribuye como el primer autor en modificar el termino de “topografías medicas” a “Geografía médica”. En su obra *Essai de géographie médicale* (Ensayos de geografía médica) expone lo que anteriormente se menciona, además de que señala que los estudios de geografía médica debían apoyarse firmemente en las aportaciones de otras disciplinas como la meteorología, la estadística o la geografía física y política, debiendo tener un carácter aplicado (Boudin,1843).

Una aportación importante a la Geografía Médica fue la que realizó el médico inglés John Snow en 1854, cuando demostró que el cólera en la ciudad de Londres era causado por el consumo de aguas contaminadas con materias fecales, al comprobar que los casos de esta enfermedad se agrupaban en las zonas donde el agua consumida estaba contaminada con heces, por medio de cartografiar en un plano del distrito de Soho, los pozos de agua y las muertes por cólera (Figura 1.2).

En este sentido, la Geografía Médica como ciencia se ocupó de las relaciones del medio físico, social y la salud de la población a un nivel supra-regional o nacional, a diferencia de las topografías médicas que solo eran de carácter local y regional (Urteaga, 1980).

Figura 1.2 Mapa de mortalidad por cólera en Soho, Londres en 1854.



Fuente: elaboración propia con base a los datos de Snow, 1854

## V. El neopositivismo

A finales de la década de los 50's, el paradigma del Posibilismo (Geografía regional) fue cuestionado severamente por el geógrafo estadounidense Fred K. Schaffer debido a su enfoque ideográfico (existía un exceso de descripción y escasez de leyes), así mismo, señaló que la geografía tenía que ser concebida como una ciencia concerniente a la formulación de leyes que gobiernan la distribución de ciertos rasgos sobre la superficie de la tierra y que permitieran estudiar las estructuras y relaciones espaciales (Livingstone, 1992). Pero, además, debía de valerse de los recursos matemáticos, las técnicas de estadística y la cartografía (Schaefer, 1977), donde no solo se quedará en la simple recopilación de datos, sino que pudieran con ellos analizar y explicar los fenómenos a través de leyes y elaborar teorías.

Por consiguiente, la geografía médica adapta los métodos de las ciencias naturales, en busca del orden o patrones espaciales en un conjunto de datos. Sus estudios se basan en mediciones

precisas y en la búsqueda de regularidades, y creación de modelos asociados a la estadística, además, que se apoya principalmente en la cartografía y análisis espacial, es decir, lo que es observable y medible.

De igual manera, trata de descubrir las causas o factores que inciden en las enfermedades a través de las variables, para así detectar patrones de área o modelar la variación espacial de la incidencia de salud o enfermedad, que posteriormente ayuden al análisis de la distribución; cabe resaltar que en esta postura la población solo aparece como números que componen el espacio y no recopila datos a nivel individual. No obstante, se podrían recoger datos a nivel individual como son sexo, edad, historial de residencia, ingresos familiares, etc. Y solo se utilizarán como factores que ayuden a discriminar al individuo del resto de la población (Gatrell y Elliott, 2002).

Por lo tanto, el paradigma positivista se basa principalmente en el uso de métodos cuantitativos, generalmente a través de la aplicación estadística, donde en ocasiones realizan muestreos de la población buscando generalizar resultados, con la finalidad de buscar o establecer una ley o en dado caso realizar una generalización de lo analizado.

Algunos ejemplos de estudios desde este paradigma son los realizados por Arthur A. Brownlea Kwame M. Kwofie (Distribución de la hepatitis y el cólera) y Andy D. Cliff y Peter Haggett (Patrones de difusión espacial de las dolencias epidémicas) (Jori, 2013).

## **VI. Paradigmas sociales**

Desde la década de los 60's se empiezan a originar fuertes críticas al paradigma del positivismo por parte de autores como Lynch, Yves Lacoste y Yi Fu Tuan que eran de los principales representantes de la Geografía de la Percepción, Radical o Crítica y Humanista. Ellos argumentaban que el positivismo dejaba a un lado al individuo, es decir, lo que pensaba, experimentaba o vivía, ya que, el positivismo sólo aceptaría como hechos de conocimiento aquellos que pudieran ser demostrados científicamente (Harvey, 1983). Principalmente el método que se utiliza es el cualitativo, debido a que los investigadores les interesan una mayor comprensión de los procesos sociales y espaciales involucrados en la formación de los comportamientos y resultados de las relaciones con la salud.

**a) Paradigma interaccionista**

También conocido como construccionista, ya que se construye con las interacciones de los individuos por medio de conversaciones o encuentros que realizan día a día, cabe resaltar que este enfoque deriva de la obra fundamental de Erving Goffman, que fue un sociólogo que se interesaba en la interacción de los procesos micro sociales, su principal interés radicaba en el interaccionismo simbólico que en otras palabras era la influencia de los significados y los símbolos sobre la acción y la interacción humana (Goffman, 1959).

Por otro lado, algunos geógrafos se han referido a esta perspectiva de manera perceptiva y humanista, ya que implícitamente aborda las creencias humanas, los valores, los significados e intenciones, donde las personas son aquellas que construyen el conocimiento en materia de salud y enfermedades, y por lo tanto los investigadores se encargan de interpretar esos significados (Gatrell y Elliott, 2002).

Asimismo, desde este paradigma se estudia un pequeño número de personas, que geográficamente son comunidades o barrios, a diferencia del enfoque positivista que su área de estudio es mayor, limitando la posibilidad de llevar una investigación de lo general a lo particular. Esto es debido a que la experiencia del lugar es más importante que el registro preciso de un gran número de lugares o la gran cantidad de población que se encuentre dentro de un área.

**b) Paradigma estructuralista**

Este paradigma deriva en gran parte de las teorías marxistas, como son la opresión, la dominación y el conflicto de las clases sociales, donde las desigualdades están inmersas dentro de la sociedad, ya que proponen que las relaciones y las estructuras económicas sustentan todas las áreas de la actividad humana, incluyendo salud y acceso a servicios de salud y, además que determina la economía de la sociedad (Gatrell y Elliott, 2002).

Algunos autores ofrecen una interpretación explícitamente marxista de la salud y del cuidado de esta, sobre todo en el contexto de finales del colonialismo del siglo XIX y principios del siglo XX, debido a que el énfasis en estos contextos hacía más referencia de la medicina curativa, más que en la salud preventiva.

Cabe resaltar que este paradigma analiza las cuestiones de salud desde un punto de vista económico, en donde la experiencia desarrollada por el médico durante el entrenamiento de

varios años produce una mercancía (habilidad médica) que tiene un valor de cambio que se realiza mediante el tratamiento de aquellas personas que pueden pagar una consulta privada, otro punto que analiza este paradigma se refiere a que la pobreza es la principal causa de una mala salud, resultado del capitalismo (Castro, 2009). Asimismo, se propone que la generación del dinero en el sistema de salud debe proporcionar mayores soluciones médicas que incidan en la reducción de la pobreza, prevención de enfermedades y mejoren los problemas de salud.

Sin embargo, en ocasiones la medicina sirve para fijar las desigualdades sociales y ampliar la brecha entre ricos y pobres; no obstante, algunos economistas políticos critican a la medicina por no hacer nada para reducir esta brecha (Angus *et. al*, 2007).

De la misma forma, este paradigma afirma que a lo largo del tiempo se han realizado diversos estudios que han descrito a las enfermedades en relación con su medio ambiente, más sin embargo no han considerado las contradicciones estructurales en la organización capitalista de la producción como las enfermedades en recién nacidos y los principios de mortalidad que yacían en la organización de la producción económica y en el entorno social, por lo que al final, los seres humanos hacen su propia salud, pero no en las condiciones de su elegir (Watson, 2006).

### *c) Paradigma Post- Estructuralista*

Esta perspectiva (también conocida como posmodernismo) se refiere a la forma de construcción del conocimiento y la experiencia en el contexto de las relaciones de poder, aborda a la Geografía de la Salud desde el enfoque riesgo de la salud, que se refiere a las representaciones del cuerpo y de los grupos sociales, aunado a lo que significa ser un ciudadano sano (Gatrell y Elliott, 2002).

Por otra parte, Petersen y Lupton (1996) en este paradigma hacen referencia a los retos de la nueva salud pública, que su principal planteamiento es adoptar estilos de vida saludables, es decir, promoviendo una buena salud, ya que con esto ayudará la regularización y vigilancia de los cuerpos individuales y del cuerpo social en su conjunto, además de que incluyen por primera vez el término de ciudades saludables.

No obstante, Michel Foucault plantea otra visión diferente a la de Petersen y Lupton, esta se refiere a controles espaciales de cuarentenas, cordones sanitarios y de aislamiento; y hospitales de larga duración para aquellos con enfermedades, como también incluyó por primera vez el término de gubernamentalizado, que intenta moldear o disciplinar el comportamiento del

individuo, implementando dispositivos que Incluyen edificios (clínicas, hospitales), tecnologías (provisión de saneamiento o campañas de vacunación), instrumentos de medición y cartografía (censos de población y Encuestas cartográficas), junto con los agentes humanos que gestionan estos elementos (Gatrell y Elliott, 2002).

## VII. Consolidación de la Geografía de la Salud

Tras los diversos planteamientos teóricos, los temas de Geografía Médica aumentaron considerablemente, aunado a estudios relacionados a la distribución y accesibilidad a la infraestructura y servicios médicos, por lo que, a partir de la década de 1970, estos temas formaron parte de los estudios de Geografía Médica, ya que eran considerados primordiales para mejorar la salud y la falta de estos se tomaban como un factor de riesgo.

La incorporación de la infraestructura de salud aunado al medioambiental físico y social, generó el reconocimiento de la salud como positiva y multicausal, propiciando que en 1976 en el Congreso Internacional de Geografía (IGU) y por parte de la comisión de Geografía Médica se realizará un cambio de denominación de la disciplina a Geografía de la Salud (Olivera, 1993), incluyendo dos líneas de aplicación bien definidas; por un lado, la geografía de las enfermedades (campo tradicional de la geografía médica) y, por el otro, la geografía de los servicios de salud (campo tradicional de la geografía de los servicios).

En esta nueva etapa, los métodos utilizados en el paradigma positivista, como el de asociación espacial serían claves para la geografía médica y los de interacción para la geografía de los servicios, así como también el análisis de localización, distribución y evolución espacial se ocuparían en ambas líneas (Barcellos, Buzai y Santana, 2018).

A partir de la década de los ochenta, se observa un renovado interés por la distribución geográfica de las enfermedades en algunos países de Europa (Francia, Inglaterra, Holanda) y se impulsa en América Latina por primera vez la relevancia del espacio y del territorio en la salud pública; enriquecida o complementada con la conceptualización del espacio geográfico y los métodos cuantitativos. El planteamiento de que a través de un nicho ecológico específico donde se producen algunos problemas de salud y la complejidad de los sistemas ecológicos y sociales fue descartado, promoviendo así la incorporación de conceptos geográficos esenciales como el de organización y dinámica espacial en los estudios de distribución de las enfermedades (Tisnés, 2014).

### *Enfoques de la Geografía de la salud*

La geografía es una ciencia muy antigua que a lo largo de su historia estuvo inmersa en diferentes acepciones epistemológicas o paradigmáticas, conceptuales y metódicas; donde la geografía que se presentaba en la antigüedad no es la misma de esta época moderna, ya que, al redefinirse en su significado y objeto de estudio se delimitan nuevos campos de investigación geográfica, como lo fue la geografía de la salud, donde en sus primeros inicios estudiaba solo la relación salud-enfermedad-geografía y posteriormente paso a analizar los procesos de salud - enfermedad relacionados con el espacio geográfico y su variación espacial y temporal a gran escala.

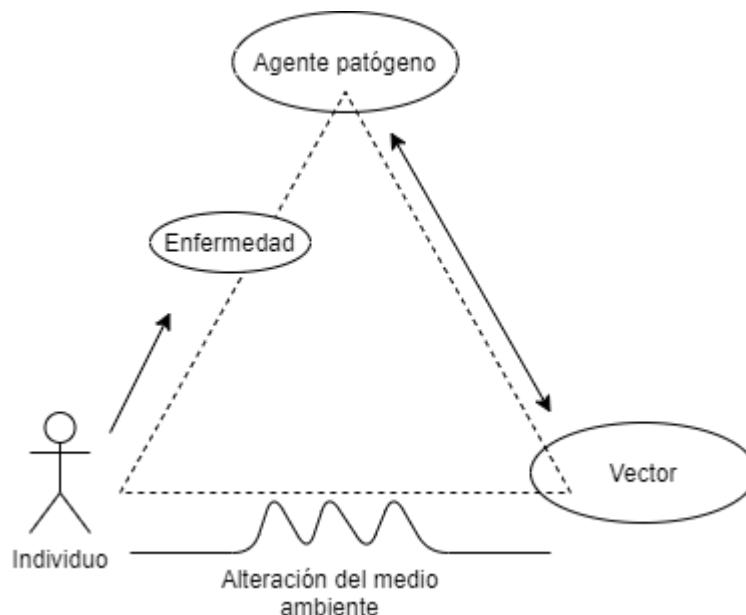
Sin embargo, otro cambio que apoyo la consolidación de la geografía de la salud respondía al nuevo concepto de salud propuesto por la Organización Mundial de la Salud en 1946, el cual señala que “La salud es el completo estado de bienestar, físico, psicológico y social y no meramente la ausencia de enfermedad” (OPS, 2012). Ante este nuevo concepto, los estudios de salud debían ser holísticos e integradores, complementando las descripciones y distribuciones de las enfermedades con cuestiones ambientales, sociales, económicas e infraestructura de salud; que posteriormente coadyuvaran a analizar los problemas de salud en los territorios y generar políticas públicas.

En este sentido, a lo largo de la evolución de la geografía de la salud y el desarrollo de los diversos paradigmas, se establecieron algunos enfoques que apoyan a analizar los problemas de salud en el espacio geográfico, como son: el ambientalista, regional, espacial y social (Jori, 2013; Barroto, *et. al.* 1994).

#### **a) Enfoque ambientalista**

El principal representante de este enfoque fue Max Sorre (1933), influenciado por los pensamientos ecologistas señalaba que el desarrollo de las enfermedades infecciosas y parasitarias estaba condicionado por el medio ambiente. Además, planteó la Teoría de los complejos patógenos, la cual consistía en la existencia de un agente infeccioso que se transmitía por un vector, que a la vez se incubaba en un individuo y producía la enfermedad (Figura 1.3).

**Figura 1.3 Teoría de los Agentes Patógenos**



Fuente: elaboración propia con base en Sorre, 1933

Sin embargo, se percató de que el ser humano modificaba al medio ambiente y como consecuencia alteraba las condiciones de vida de los agentes infecciosos, argumentando que la geografía médica debía de abordar el estudio de las áreas de incidencia de los complejos patógenos, de sus movimientos, de avances y retrocesos, y de las características ambientales que condicionan su configuración y evolución (Jori, 2013).

En 1950, el médico Jaques M. May dio continuidad a lo planteado por Sorre, dividiendo en dos tipos a los factores que producen una enfermedad: factores patológicos o patógenos (pathogens) (microorganismos, transmisores de agentes causativos, receptores intermedios, reservorios y el humano) y los factores geográficos (geogens), los primeros se refieren a los componentes biológicos de los patógenos, mientras que los segundos están conformados por: el medio ambiente físico, social o humano y biológico (May, 1954).

- El medio ambiente físico lo constituye la climatología con sus variables correspondientes que le determinan: latitud, temperatura, precipitación y humedad, presión barométrica, sol y nubosidad, dirección y velocidad del viento, radiación, energía estática, ionización. También el relieve, suelo, hidrografía y magnetismo terrestre.

- El medio humano o social, se conforma por las características de distribución y densidad de población, el nivel de vida con el que cuenta la población en la que engloba: vivienda, dieta, vestido, saneamiento e ingresos.
- El medio biológico que se compone por la vida vegetal, la vida animal tanto terrestre como acuática, el parasitismo humano y animal, las enfermedades prevalentes y los grupos dominantes de sangre.

Cabe resaltar que todos estos estímulos tienen un efecto directo en la salud, no obstante, poseen un efecto diferente de acuerdo con la ubicación geográfica o cultural; así como también, dependerá de la composición genética del individuo (receptor) y se producirá una enfermedad cuando exista una convergencia negativa de ambos factores.

#### **b) Enfoque regional**

De acuerdo con Barroto, *et. al.* (1994) este enfoque toma como referencia a la geografía regional, por tanto, está orientado a identificar los caracteres distintivos de cada región, ya sea respecto al tipo y nivel del problema de salud o a sus factores con los que se relaciona. Para ello, se realiza una clasificación de las unidades territoriales portadoras de la información según los niveles de incidencia del problema de salud y los factores causales y/o condicionales asociados. Dicha clasificación debe agrupar los territorios contiguos en unidades territoriales que minimicen la varianza intrarregional y maximicen la varianza interregional.

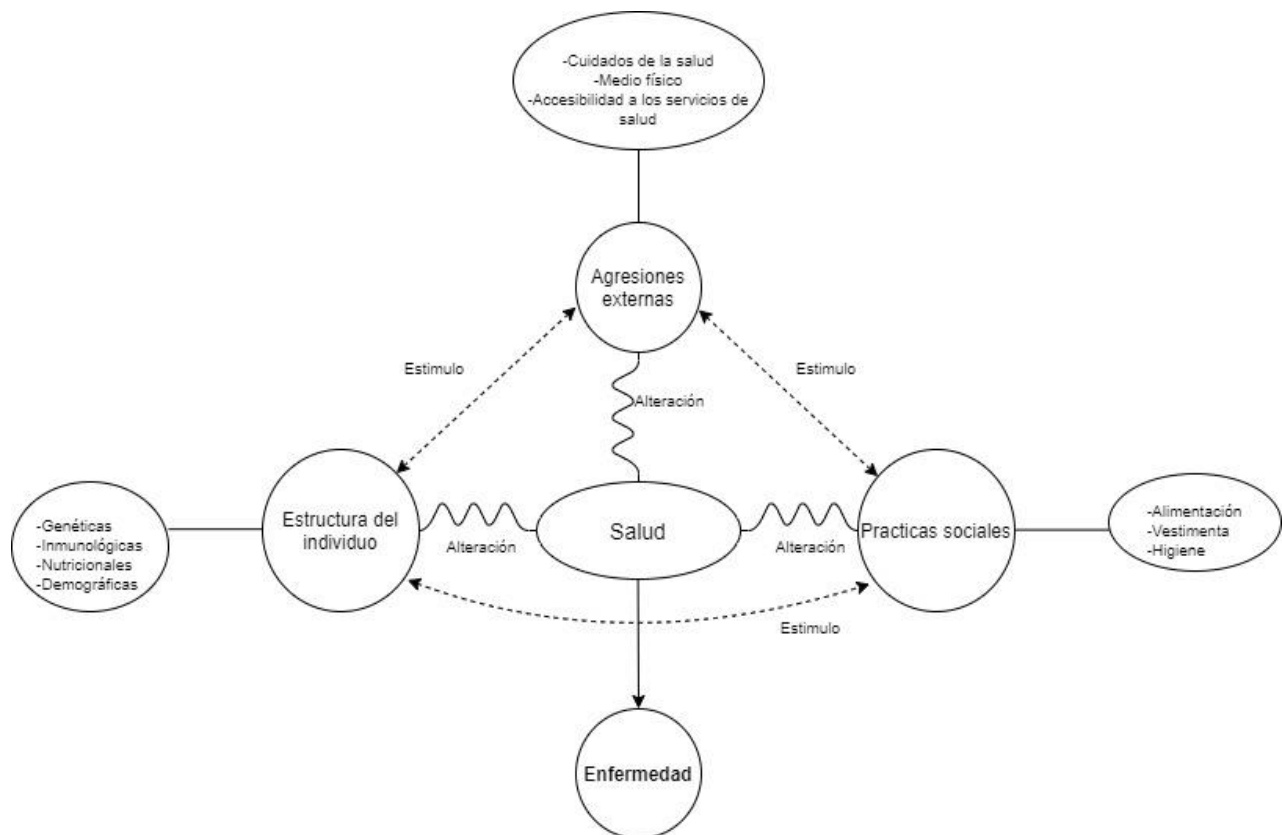
#### **c) Enfoque espacial**

Desde la década de 1950 con el paradigma Neopositivista y la implementación de métodos estadísticas se empezaron espacializar los fenómenos geográficos, dando origen al enfoque espacial; el cual tiene como objetivo la búsqueda de regularidades espaciales y cartográficas para identificar las pautas de distribución, interacción, etc. de las enfermedades, generando un análisis de índole dinámico-temporal. De igual manera, este enfoque permite la predicción de las diferencias espaciales en salud, a través de los indicadores de salud humana como resultado de asumir el comportamiento futuro de las variaciones ambientales y sociales que causan o condicionan los problemas de salud (Barroto, *et. al.*, 1994; Jori, 2013).

#### d) Enfoque social

El enfoque social surgió desde el año de 1970, donde la evolución de la geografía médica estuvo marcada por el cambio epistemológico que llevó a cabo la geografía al conceder prioridad a la comprensión de la acción social. La principal representante de este enfoque fue Meade en 1977 con su trabajo “Medicale Geography as Human Ecology: The Dimension of Population Movement”; en el señala que la salud está en función de la capacidad del ser humano para adaptarse a su entorno físico y social, conceptualizando a la enfermedad, no solo como una entidad biológica, sino como producto de la inadaptabilidad del hombre a la triada formada por la población, el medio y la cultura (Figura 1.4) (Jori, 2013).

**Figura 1.4 Sistemas complejo de la enfermedad**



Fuente: elaboración propia con base en Jori, 2013, Meade, 1997.

De acuerdo con el modelo, la primera dimensión corresponde a las variables genéticas, inmunológicas, nutricionales y demográficas que correspondían a la estructura del individuo, la segunda comprende las agresiones externas que recibe el cuerpo, como los cuidados para la salud, medio físico y la accesibilidad a los servicios de salud, mientras que la tercera hace énfasis a la percepción y las prácticas sociales que lleva a cabo el individuo, como la alimentación, la vestimenta o la higiene que podría englobarse en la cultura del ser humano (Meade, 1977).

Otra perspectiva que se brinda desde este enfoque es aquella que considera las enfermedades como consecuencia de la desigualdad, la distribución de los recursos en las tres escalas de gobierno, la adquisición de hábitos de riesgo, entre otras; que son producto del sistema capitalista que se vive en las sociedades (Jori, 2013).

### *Modelos de salud*

El ser humano a través de la historia ha planteado diferentes modelos teóricos que hacen referencia al proceso salud-enfermedad, en los cuales hacen un extensivo análisis de los determinantes y condicionantes que inciden en esta dicotomía. De acuerdo con Arredondo (1993) son los siguientes:

- a) **Modelo Mágico – Religioso:** la enfermedad representa un castigo divino, o bien se trata de un estado de purificación que pone a prueba la fe religiosa. Las fuerzas desconocidas y los espíritus constituyen las variables determinantes y condicionantes del estado de salud-enfermedad que afecta a un individuo o una sociedad.
- b) **Modelo Sanitarista:** el proceso de salud-enfermedad es consecuencia de las condiciones insalubres que rodean al hombre, mientras los determinantes son las medidas de higiene que se implementan para disminuir la movilidad y mortalidad en la sociedad.
- c) **Modelo Social:** propone que la salud-enfermedad se genera en las condiciones de trabajo y de vida del hombre, así como de cada conjunto poblacional. Introduce como variables determinantes el estilo de vida, factores del agente y factores del ambiente.
- d) **Modelo Unicausal:** La salud-enfermedad es la respuesta a la presencia activa de agentes externos.

- e) **Modelo Multicausal:** este modelo explica la influencia simultánea de factores que corresponden al agente, al huésped y al ambiente y representan los condicionantes del estado de salud que guarda el individuo o un conjunto poblacional.
- f) **Modelo Epidemiológico:** se incorpora el modelo multicausal y presenta un análisis colectivo del proceso salud-enfermedad e introduce la red de causalidad, donde el elemento central de análisis es la identificación de los factores de riesgo.
- g) **Modelo Ecológico:** el proceso de salud-enfermedad resulta de la interacción de la triada ecológica (agente-huésped-ambiente), donde se analizan las relaciones de factores causales entre sí, como las relaciones directas con el efecto.
- h) **Modelo Histórico-Social:** este modelo propone que existen perfiles diferenciales de salud-enfermedad que guardan una estrecha relación con el contexto histórico, el modo de producción y las clases sociales.
- i) **Modelo Geográfico:** La enfermedad resulta de la interacción de factores patológicos y factores propios del ambiente geográfico (factores geógenos); así como privilegia el ambiente geográfico como factor determinante del proceso salud-enfermedad.
- j) **Modelo Económico:** conceptualiza a la salud como un bien de inversión y de consumo para estar alerta ante la enfermedad. Incorpora y justifica el valor económico en el estudio del proceso en cuestión y da una visión más amplia del determinante social.
- k) **Modelo Interdisciplinario:** El estado de salud-enfermedad, resulta de la interacción de factores que se abordan de manera interdisciplinaria y que operan jerárquicamente en diferentes niveles de determinación (determinantes básicos, estructurales y próximos a nivel institucional-familiar).

#### **VIII. Las geotecnologías como apoyo en la Geografía de la Salud**

En el año de 1983, se da la integración de tecnologías de información espacial (geotecnologías) el cual surge por medio del paradigma cuantitativo, cuyo objetivo fue una nueva forma de tratar y analizar los datos geográficos de manera espacial (Buzai, 2001). El empleo de los SIG en el área de Geografía de la Salud fue a partir del año 1996, cuando su uso se asociaba frecuentemente a la descripción espacial de un evento de salud, al análisis de situaciones de esta índole dentro de

un territorio, análisis de patrones o diferencias de la situación del bienestar físico y mental de la sociedad, identificación de grupos de alto riesgo, de espacios saludables, entre otros (OPS, 1996).

Dicho lo anterior, dentro de la Geografía de la Salud, los SIG son tecnologías de amplio alcance, ya que brindan el vínculo entre datos demográficos (edad, sexo, educación, etc.), de salud (tipos de enfermedades, morbilidad, mortalidad, etc.), de infraestructura (unidades médicas) y características del medio natural (clima, altitud, precipitación, etc.) para así, analizar la distribución, asociación y evolución de la morbilidad y mortalidad con base a los determinantes socioespaciales y ambientales, y de este modo mostrar un panorama integral de la salud poblacional, que además permita identificar aquellas zonas más vulnerables. En este sentido se considera a los SIG como tecnologías idóneas para la toma de decisiones de carácter territorial con énfasis en este aspecto.

Además, otra de las principales contribuciones de la aplicación de los SIG es la facilidad de integrar y emplear grandes cantidades de información permitiendo el intercambio de conocimientos en sus diferentes niveles institucionales; lo que contribuye a cumplir metas y objetivos que permitan dar respuesta a los diversos problemas de salud, que coadyuven a prevenir y combatir la morbilidad y mortalidad; así como disminuir las disparidades en salubridad, por lo que se convierten en un soporte de análisis primordial para planificar, programar y evaluar actividades e intervenciones dentro del sector salud de cualquier espacio geográfico.

## **1.2 Teorías de la dinámica poblacional**

Las teorías de la dinámica poblacional muestran una aproximación del panorama actual sobre el estado de salud, de acuerdo con Welti (2011) factores como el volumen, estructura y distribución geográfica de la población inciden directamente en la salud. Las principales teorías de la dinámica poblacional son tres: a) Teoría de la transición demográfica, b) Teoría epidemiológica, c) Teoría de salud y d) Teoría de la transición obstétrica e infantil; las cuales son base para entender los cambios y tener una visión a futuro del porvenir de las enfermedades y de la estructura de la sociedad.

### **a) Teoría de la transición demográfica**

Las transformaciones sociales y económicas que se originarán por la revolución industrial en los países europeos en el siglo XVIII conllevaron que la mortalidad y la fecundidad ya no estuvieran

determinadas por factores naturales, sino que, los diversos cambios que se habían efectuado en la sociedad, como el aumento en la calidad de vida, el adoptar nuevas costumbres y el progreso médico, permitieron disminuir la enfermedad, la mortalidad y controlar la fecundidad. Ha estos cambios se le reconoció como la Teoría de la Transición o Revolución Demográfica.

Esta teoría puede interpretarse como el proceso de quiebre del movimiento de la hasta un momento determinado; es decir, trata de explicar el paso de niveles altos a bajos de mortalidad y fecundidad, partiendo de la hipótesis que las poblaciones tienden a pasar ciertas etapas de cambio demográfico, donde el proceso está determinado por diversos factores derivados de la industrialización y la urbanización (Barros, 2002).

Las primeras aproximaciones a la teoría las realizó el economista Thomas Robert Malthus. En 1798 publicó el libro *Essay on the Principle of Population*, donde expresa su preocupación del crecimiento poblacional con relación a los recursos económicos y alimentarios, argumentando que la población crecía más deprisa que la capacidad de dar alimento a las nuevas generaciones. Por tal motivo, sugirió que se debía mantener un nivel bajo de crecimiento demográfico, mediante controles o frenos, y así reducir tasas de mortalidad por hambruna u otros problemas (Malthus, 1998).

Uno de los controles o frenos preventivos ideados por Malthus fue “la restricción moral” que consistía en casarse a mayor edad y que sólo podían hacerlo sí estuvieran en condiciones de mantener una familia. Así mismo, calificó como “controles o frenos positivos” a cualquier factor que contribuyera a disminuir la esperanza de vida, por ejemplo, condiciones de vida y trabajo insalubres, que hacían a las personas más vulnerables a las enfermedades, epidemias, guerras y hambrunas (Nelli, 2017).

Años más tarde, en 1909 Landry sistematizó y analizó la información relativa a la disminución de los nacimientos en países desarrollados (aquellos con mayor productividad), denominando al cambio de patrones “cambio demográfico”, en su obra *La révolution démographique: études et essais sur les problèmes de la population* publicada en 1934, propone tres etapas basadas en el desarrollo económico de la sociedad denominadas: primitiva, intermedia y moderna; etapas que son sucesivas y por las que las poblaciones de los países atraviesan (Soriot, 2002).

Po otra parte, el estadounidense Warren Simpson Thompson retomó las ideas de Landry e incorporó y asoció el fenómeno de baja mortalidad con los diferentes grados de desarrollo

económico en las sociedades, por lo que señaló que las tasas de fecundidad y mortalidad eran esenciales para determinar los cambios demográficos; por lo que postuló tres tipos básicos de regímenes demográficos que daban pauta al crecimiento poblacional, los cuales eran estado de crecimiento potencial, efectivo y estacionario o de disminución (Nelli, 2017).

Tiempo después, en 1945 el inglés Frank Notestein se interesó por los hallazgos encontrados por Thompson, profundizando y ampliando en la teoría de la transición demográfica. Ante esto, Notestein (1953) planteó un modelo teórico de la transición demográfica que consta de cuatro etapas:

*Fase 1 Antiguo régimen demográfico:* en esta etapa las tasas de natalidad y de mortalidad son muy elevadas especialmente la mortalidad infantil y juvenil, debido a las guerras, a las hambrunas, a las epidemias, provocando que las familias tuvieran más hijos para contrarrestar la pérdida de uno; por lo tanto, el crecimiento natural de la población es muy lento o nulo y principalmente se originaba en las sociedades preindustriales.

*Fase 2 Comienzo de la transición:* se presenta en países en vías de desarrollo con bajas tasas de mortalidad e incremento de la natalidad, debido a los diversos avances tecnológicos, médicos, mejoramiento de las condiciones sanitarias y alfabetización. Estos cambios contribuyeron decisivamente a alargar la esperanza de vida de las personas y a reducir la mortalidad.

*Fase 3 Final de la transición:* la tasa de mortalidad continúa con su tendencia descendiente mientras que las tasas de natalidad comienzan un notable y continuo descenso; propiciado por el acceso a los métodos anticonceptivos, incorporación de la mujer al sector educativo y mercado laboral, como también acceso al estado del bienestar, y proceso de urbanización, donde se origina un cambio en la agricultura de subsistencia a una agricultura de mercado.

*Fase 4 Régimen demográfico moderno:* esta etapa se presenta en las sociedades postindustriales y se caracteriza porque la tasa de mortalidad llega a sus mínimos históricos universales y el valor de la tasa de natalidad se iguala que la mortalidad, existiendo un equilibrio que conlleva a un estancamiento del crecimiento poblacional. Esta etapa es consecuencia de la existencia de la planificación familiar, el aumento de la calidad de vida en la sociedad y a una estructura económica estable.

*Fase 5 Crecimiento natural negativo en la población:* en esta nueva etapa comenzó a finales del XX y principios del XXI principalmente en países europeos, donde la tasa de natalidad es menor que la de mortalidad, aumentando la población de la tercera edad. Ante esta situación, algunos gobiernos han optado por recibir migrantes para regenerar su población.

Estos patrones de transición principalmente están basados en el desarrollo económico de una población, ejemplo de ello es que, en sociedades más desarrolladas (como algunos países europeos) muestran tasas bajas de fertilidad, no obstante, en territorios en vías de desarrollo presentan tasas mayores de fertilidad (caso de algunos países de América Latina).

#### **b) Teoría de la transición epidemiológica**

La teoría de la transición epidemiológica tiene como base los fundamentos de la transición demográfica, que hace referencia a un proceso continuo en el cual los patrones de salud - enfermedad de una sociedad se van transformando en respuesta a diversos cambios: demográficos, socioeconómicos, tecnológicos, políticos, culturales y biológicos (Omran, 1971).

En 1969, Frederiksen planteó un primer modelo explicativo sobre los cambios de salud de las poblaciones, fundamentado en la transición demográfica y económica de los países. Él proponía que los patrones de mortalidad, morbilidad, fertilidad y los servicios de salud, configuraban una transición epidemiológica (TE), la cual se dividía en cuatro estadios de la sociedad: la tradicional, la transicional temprana, la transicional tardía y la moderna (Frederiksen, 1970):

- **Sociedad tradicional:** principalmente se presentaba en el entorno rural y se caracterizaba por la contaminación de agua y escases de alimentos, abundantes insectos y roedores. Las enfermedades que predominaban eran las endémicas infecciosas, parasitarias y deficiencias nutricionales. El sistema de salud que utilizaban era la medicina tradicional, como también, la creencia en sus deidades.
- **Sociedad con transición temprana:** Al igual que el primer estadio, se presentaba en ambientes rurales con existencia de contaminación de agua y con escases de alimentos, no obstante, se empezaba generar alimentos más resistentes a las condiciones climáticas, medicinas y programas sociales que ayudaran a mejorar las condiciones de la sociedad; con ello se empezaron a reducir las tasas de mortalidad por enfermedades infecciosas,

parasitarias y de deficiencia nutricional; sin embargo, la población se vio afectada por la viruela, lo que conllevó a seleccionar áreas para identificar las enfermedades infecciosas y realizar saneamientos del entorno.

- **Sociedad con transición tardía:** En este tipo de sociedades existe un entorno rural como un urbano, las enfermedades en la parte rural se asemejan a las que padece una sociedad tradicional (infecciosas, parasitarias y desnutrición), mientras que en la parte urbana predominan las enfermedades de una sociedad moderna. Por lo tanto, se reducen las tasas de mortalidad y la tasa de natalidad es intermedia, debido a que se incentiva la planificación familiar, se propone la integración de un sistema de prevención y cuidado de la salud, por ejemplo, educación para la salud, control de enfermedades, esquemas de nutrición y vacunación.
- **Sociedad moderna:** Se denomina sociedad moderna al entorno urbano, se caracteriza por la contaminación del aire, agua y alimentos; además por problemas de salud como los pulmonares, cardiovasculares, cáncer, obesidad, entre otros; que son causados por el cigarro, alcohol, drogas, narcóticos, los conservadores de los alimentos, etc. En este estadio, existe un sistema de salud macro de prevención y curación, donde los servicios de salud se encuentran distribuidos y clasificados con base en los requerimientos de la población y cuentan con el personal especializado. Por tanto, las tasas de mortalidad son bajas al igual que las de natalidad.

En el año de 1971, Abdel R. Omran publicó su artículo denominado *Transición epidemiológica, una teoría epidemiológica del cambio poblacional*; en el argumenta que los cambios en la mortalidad generan patrones de salud y enfermedad, configurado por un sistema complejo de estrecha interacción con determinantes demográficos, económicos y sociológicos. Ante esto, propuso tres etapas que caracterizan esta transición epidemiológica (Omran, 1971):

- **La etapa de pestilencia y hambrunas:** es cuando la mortalidad es alta e inestable (principalmente en niños y mujeres jóvenes), lo que impide el crecimiento sostenido de la población, la esperanza media de vida al nacer es baja y variable (20 a 40 años). Las principales defunciones derivan de epidemias, enfermedades parasitarias (diarrea), infecciosas (neumonía y tuberculosis), desnutrición y fiebres puerperales (en mujeres embarazadas).

- La etapa de descenso y desaparición de las pandemias: las tasas de mortalidad descienden progresivamente y los cuadros epidémicos se vuelven menos frecuentes o desaparecen, predominando solo las enfermedades parasitarias y deficitarias; mientras que las tasas de natalidad siguen siendo elevadas. Ante esto, el promedio de la esperanza de vida al nacer aproximadamente era de 30 a 50 años; por lo que se empieza a generar un crecimiento demográfico sostenido. No obstante, los grupos con mayor vulnerabilidad son los niños y mujeres jóvenes, ya que ambos grupos son afectados por patologías de tipo infeccioso principalmente relacionadas al período materno-infantil,
- La etapa de las enfermedades degenerativas y producidas por el hombre: esta etapa se caracteriza por que las tasas de mortalidad siguen disminuyendo, la esperanza de vida supera los 50 años, la natalidad se convierte en un factor crucial en el crecimiento demográfico. Las principales enfermedades son las cardiovasculares y el cáncer, que se presentan en sociedades modernas, mientras que las parasitarias-infecciosas siguen siendo propias de poblaciones pobres. De igual manera, surgen enfermedades provocadas por factores antrópicos del entorno (problemas de salud por la contaminación) y adicciones a las drogas y narcóticos.

En 1998, Omran publicó en su artículo *The epidemiologic transition theory revisited thirty years* dos etapas más, la cuarta etapa corresponde a la disminución de la mortalidad cardiovascular, el envejecimiento, la modificación de los estilos de vida y las enfermedades emergentes (Omran, 1998), donde las sociedades en desarrollo pueden disminuir la morbilidad y mortalidad de estas enfermedades, no obstante, la atención médica sería desigual entre la población.

Por último, la quinta etapa que propone hace referencia al control de enfermedades, promoción de la salud y mayor prolongación de la vida sana; donde la humanidad alcanza la asíntota superior de supervivencia, lo que significa más años para vivir y contribuir; pero también mayor posibilidades de morbilidad crónica, impedimentos físicos y psicológicos, aislamiento, separación, depresión, pérdida de independencia y declive social. Por lo tanto, el proceso de envejecimiento podría significar el aumento de las necesidades sociales, económica y de salud en las sociedades (Omran, 1998).

Si bien, la transición epidemiológica se presenta de manera diferenciada en los países, las variaciones en ritmo e intensidad se relacionan con la reducción de la mortalidad y las variaciones en la fecundidad, que son producto de un complejo conjunto de factores ligados al proceso de modernización de las diferentes sociedades; por ejemplo, el progreso socioeconómico coadyuvó a mejorar los niveles de vida en la sociedad, así como también, los avances científicos - médicos y las mejoras en el campo de la salud pública serían las causas, más relevantes (Gil y Cabre, 1997).

En este tenor, el modelo de transición epidemiológica se puede definir como un proceso gradual que analiza e interpreta la realidad a partir de parámetros socioeconómicos y culturales de una sociedad, con la finalidad de explicar la dinámica social generada por la incorporación de nuevas tecnologías y mejoras en la salud, aunado a otros condicionantes sociales que repercuten en la salud del individuo.

### c) Teoría de la transición en salud

La teoría de la transición de salud tiene sus bases en la transición epidemiológica de Omran y fue desarrollada inicialmente por Lerner (1973), donde señalaba tres estadios secuenciales: baja vitalidad, control creciente de la mortalidad y ampliación de la noción de salud; también incluía elementos de las concepciones y las conductas sociales en torno a los determinantes de la salud para comprender las condiciones de salud de la población.

Motivados por Lerner, Frenk, Bobadilla, Stern, Frejka y Lozano realizan una crítica a la teoría de transición epidemiológica, argumentando que la morbilidad era una variable de mayor importancia que la mortalidad y que era insuficiente para determinar la naturaleza de la transición en cada territorio, ya que una sociedad podría estar no solo en un estadio epidemiológico (Frenk, *et. al.*, 1991); es decir, en un sector de la sociedad podría estar originándose el descenso de las enfermedades infecciosas de manera lenta o bien seguir estancada, mientras que, en otra parte de la misma población, ocurriría de manera rápida el aumento de las enfermedades no transmisibles.

En este sentido, la transición en salud se va a caracterizar como un proceso dinámico de transformaciones, donde la salud y enfermedad emergen, desaparecen o reemergen como respuesta a los cambios demográficos, socioeconómicos, tecnológicos, políticos, culturales y biológicos de cada sociedad.

Por otra parte, Frenk, *et. al.* (1991) señalan que el estudio de la salud poblacional tiene dos grandes objetos: las condiciones de salud y la respuesta a dichas condiciones; de acuerdo con esta dicotomía simplificadora, la transición de la salud puede dividirse en dos grandes componentes. El primero es la transición epidemiológica, entendida como el proceso de cambio de largo plazo en las condiciones de salud de una sociedad determinada, incluyendo cambios en los patrones de enfermedad, incapacidad y muerte. El segundo componente, puede denominarse "transición de la atención a la salud", que se refiere al proceso de cambio en los patrones de la respuesta social organizada a las condiciones de salud.

Por lo cual, la transición en salud al mismo tiempo que analiza los perfiles de salud explica los cambios epidemiológicos con base a tres mecanismos (Gómez, 2001):

- El incremento de adultos en la población debido a la baja natalidad.
- Los cambios en los diferentes factores de riesgo (biológicos, ambientales, ocupacionales, sociales y comportamentales), que actúan sobre la incidencia de las enfermedades; disminuyendo los padecimientos infecciosos o parasitarios y aumentando las morbilidades por enfermedades no transmisibles y traumatismos.
- La reducción de la letalidad de muchas enfermedades transmisibles y no transmisibles, logradas gracias a los avances tecnológicos y médicos.

Dicho lo anterior, esta teoría es importante para comprender y prever los cambios de salud del individuo, y no solo aplicar medidas emergentes cuando hayan ocurrido, tomando en cuenta las particularidades del territorio.

#### **d) Teoría obstétrica e infantil**

A través de los años y con el desarrollo continuo de las sociedades, se han observado y analizado los patrones evolutivos de la población que conllevaron a tres grandes teorías. La teoría de la transición demográfica propuesta por Notestein, que se caracterizó por los cambios graduales que presentaban las tasas de mortalidad y natalidad; la teoría de la transición epidemiológica desarrollada por Omram, la cual hace referencia a la modificación de la prevalencia de enfermedades transmisibles a no transmisibles; y por último la teoría de la transición en salud que incluye a los determinantes de la salud para comprender las condiciones de salud de la población.

Derivado de estas teorías y de los cambios socioeconómicos y culturales surge la transición obstétrica e infantil. Esta transición fue propuesta por Souza, Tunçalp, Vogel, *et. al.* (2014) y Aguirre y Vela (2015), en la cual señalan que los países están evolucionando paulatinamente de un patrón de alta mortalidad materno-infantil a baja mortalidad materno-infantil, que se origina principalmente por la disminución de las disparidades sociales, económicas y de acceso a la salud de las mujeres y de los infantes; así como también al incremento de la tasa de intervención obstétrica y atención al recién nacido.

En este sentido se han planteado cinco etapas que caracterizan esta transición (Souza, Tunçalp, Vogel, *et. al.*, 2014; Aguirre y Vela, 2015):

- Etapa I: se caracteriza por una mortalidad materna muy alta y alta fertilidad, que se traduce en tasas altas de mortalidad infantil; ambas muertes se atribuyen a enfermedades prevenibles mediante vacunación, como también enfermedades transmisibles (tuberculosis, malaria, transmitidas por vectores, etc.) en las mujeres y en los infantes por parasitarias, respiratorias y nutricionales. De igual manera, se presenta en sociedades donde los factores culturales, sociales y económicos superan los esfuerzos limitados para influir en la historia natural del embarazo y el parto.
- Etapa II: en esta etapa la mortalidad y la fertilidad siguen siendo muy altas, no obstante, las tasas de mortalidad infantil comienzan a disminuir; debido a que las mujeres comienzan a buscar atención en los centros de salud. Sin embargo, el acceso al servicio de salud se ve restringido debido a que carecen sustancialmente de infraestructura básica (como carreteras, transporte e instalaciones de salud), personal médico o parteras calificadas para la atención de partos o complicaciones médicas de la madre y del niño; por lo tanto, la mala calidad de la atención funciona como un elemento disuasorio para generar demanda de servicios de salud.

Algunas de las características sociales y económicas que predominan en sociedades que se encuentran en esta etapa son niveles de educación muy bajos (particularmente alfabetización femenina) pobreza y carecen de los servicios básicos para satisfacer sus necesidades básicas.

- Etapa III: la mortalidad sigue siendo alta pero la tasa de fertilidad es variable, mientras que la tasa de mortalidad infantil disminuye ligeramente, las causas directas de mortalidad materna e infantil siguen predominando. El acceso a los servicios de salud sigue siendo un factor importante que incide en ambas mortalidades, pero a medida que este sector de la población puede acceder tanto a la infraestructura como a la derechohabencia, la calidad de la atención se convierte en un determinante importante de los resultados de salud, es decir, la calidad de la atención, con asistencia calificada al parto y el manejo adecuado de las complicaciones y discapacidades, es esencial para reducir la mortalidad materna infantil, pero además la implementación de programas nutricionales y esquemas de vacunación en los niños son básicos para su sobrevivencia.

Las sociedades en esta etapa se caracterizan por presentar de bajos a medios niveles de educación (en las mujeres) y por apenas cumplir con los ingresos e infraestructura y servicios de vivienda necesarios que permitan satisfacer sus necesidades básicas.

- Etapa IV: la mortalidad materna es moderada o baja, hay baja fertilidad, y baja mortalidad infantil; las causas indirectas de mortalidad materno infantil disminuyen y en algunas sociedades desaparecen y dan paso a las enfermedades no transmisibles, por ejemplo, en las mujeres después del parto se pueden suscitar infecciones puerperales, hemorragias postparto, mientras que en los infantes se presentan las afecciones perinatales (prematuros, traumatismo de nacimiento, etc.) y anomalías congénitas (malformación cardíaca, defectos del tubo neural, etc.).

Principalmente, esta fase se relaciona con la calidad de atención del personal médico y de la infraestructura de salud, pero también se vincula a la exposición a productos químicos tóxicos como plaguicidas, así como a ciertos medicamentos, alcohol, tabaco, al exceso de ciertas vitaminas y la radiación, estos factores pueden aumentar el riesgo de que el feto o el neonato sufra anomalías congénitas o afecciones perinatales.

- Etapa V: se evitan todas las muertes maternas e infantiles evitables: en esta etapa ambas mortalidades son muy bajas, las principales causas de muerte son las enfermedades no transmisibles o bien causas obstétricas y neonatales indirectas. Esta fase la consideran aspiracional, debido a que los niveles de mortalidad siguen siendo inciertos, pero se espera que sean menores de cinco muertes maternas por cada 100

000 nacimientos vivos y la mortalidad infantil a 25 por cada 100 000 nacidos vivos. Algunos de los principales problemas que se presentan en las sociedades es la carencia de protocolos contra la violencia y desigualdad de género, pero además deben de garantizar la sostenibilidad de la excelencia en la calidad de la atención.

Al igual que en las teorías analizadas anteriormente, las etapas que se proponen no presentan límites definidos por lo que el paso de una etapa a otra no siempre será determinado; es decir, en un mismo territorio o sociedad podrán estar inmersas en una o más etapas, debido a las disparidades sociales, económicas, de infraestructura y geográficas que se presentan.

Por consiguiente, el conocer y analizar la transición obstétrica e infantil permite comprender el proceso dinámico de reducción de la mortalidad materna infantil y puede funcionar como un marco conceptual para explicar la coexistencia de diferentes estrategias para reducir este tipo de mortalidades a través del desarrollo e implementación de políticas públicas y programas de salud (Souza, Tunçalp, Vogel, *et. al.*, 2014).

El analizar este conjunto de teorías es importante ya que resultan útiles para comprender la variabilidad espacial de la mortalidad materno infantil y su vulnerabilidad social en salud, debido a que tienen un papel central en las características demográficas, socioeconómicas, geográficas, de mortalidad y de cobertura de servicios de salud, puesto que explican los diferentes patrones de salud y ritmos de transición existentes entre los municipios de la región.

### **1.3 Vulnerabilidad social y en salud**

En la actualidad, la vulnerabilidad social y en salud son temas relevantes, debido a lo dinámico y multidimensional que pueden llegar a ser, permitiendo identificar territorios con condiciones de vulnerabilidad específicas. De modo que, el enfoque de la vulnerabilidad social en salud permite comprender la diversidad de las desigualdades sociales y como estas afectan a la salud de la población. Por lo tanto, su estudio resulta relevante para el diseño de intervenciones sociales y de salud de manera focalizada.

#### **1.3.1 Vulnerabilidad social**

Las primeras conceptualizaciones y estudios sobre la vulnerabilidad surgieron en las ciencias ambientales, enfocados al estudio de la población afectada por los riesgos naturales (Prowse,

2003), en la cual, expresaba la exposición al riesgo y la capacidad para enfrentarlo a través de una respuesta. Por lo que, la vulnerabilidad se expresó de la siguiente manera [1]:

$$Vulnerabilidad = \frac{Exposicion * Susceptibilidad}{Resiliencia} \quad [1]$$

Donde:

Exposición: es la condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo.

Susceptibilidad: es el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso.

Resiliencia: es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

No obstante, en 1974 White menciona que, la posibilidad de que una persona se encontrara en una situación de riesgo o desastre no dependía solo de la intensidad de la amenaza natural, sino que también de la vulnerabilidad de la sociedad expuesta a dicho evento; es decir, las condiciones sociales, económicas y políticas influían en dicha vulnerabilidad (Calderón, 2018).

De igual manera, Terry Cannon (1991), argumento que las características sociales y económicas de los grupos poblacionales influyen en evitar o no un desastre; y los procesos que hacen a la población más o menos vulnerable son en gran medida iguales a aquellos que generan diferencias en riqueza, control sobre los recursos y poder, en las diferentes escalas geográficas.

Por su parte, Wilches-Chaux en 1989, señaló que una persona puede estar expuesta a diferentes tipos de vulnerabilidad e intensidades, por lo que, las clasifico de la siguiente manera (cuadro 1.1):

**Cuadro 1.1. Tipos de vulnerabilidad**

<b>Tipo de vulnerabilidad</b>	<b>Definición</b>
Natural	Los seres vivos poseen una vulnerabilidad intrínseca determinada por los límites ambientales, donde es posible la vida.
Física	Se refiere a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo y las deficiencias de sus estructuras físicas para absorber los efectos de esos riesgos.
Ecológica	La vulnerabilidad de los ecosistemas naturales debido a las acciones humanas directas o indirectas y la incapacidad de compensar esos efectos propician un riesgo alto para las comunidades que los explotan o habitan.
Social	Se refiere al nivel de cohesión interna que posee una comunidad.
Económica	Este tipo de vulnerabilidad es resultante de la pobreza y la desigualdad económica de los territorios.
Educativa	Se define como el procesamiento de información con el propósito explícito de reducir la vulnerabilidad.
Cultural	La identidad cultura e ideología influyen en las características sociales de cómo afrontar un riesgo, pero a la vez en ocasiones esas características se convierten en factores que los conllevan a la vulnerabilidad.
Política	Constituye el nivel de autonomía que posee una comunidad para la toma de decisiones y dar soluciones a los problemas que se susciten en su entorno.
Institucional (instituciones de gobierno)	Se refiere a la incapacidad de las instituciones gubernamentales y a la ineficacia de las políticas públicas, para proporcionar una respuesta ágil y oportuna ante los diversos cambios (sociales, económicos, políticos y ambientales) que se suscitan en el territorio y vuelven a la población más vulnerable.

Fuente: elaboración propia con base en Wilches, 1989.

En este sentido, desde 1980 se comienza a desarrollar un enfoque social de la vulnerabilidad, resaltando la importancia de la configuración y procesos socioespaciales, los determinantes sociales, económicos, culturales y geográficos que inciden en la vulnerabilidad de las personas, como también se comienza el proceso de identificación de estrategias para enfrentar y reducir esta vulnerabilidad.

De acuerdo con Blaikie, *et. al.* (2004) la vulnerabilidad social se refiere a las características de un individuo o grupo y su capacidad de anticipar, enfrentar, resistir y reponerse de una situación negativa. Dicho lo anterior, Moser (1998) menciona que los cambios en el entorno económico, social y político, repentinos o transformaciones de carácter estructural, pueden ser tan adversos sobre las familias y comunidades como los desastres naturales.

Ante esto, la vulnerabilidad social presenta dos componentes explicativos: el primero se refiere a la inseguridad y el abandono que experimentan las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida a consecuencia del impacto provocado por algún tipo de evento socioeconómico; mientras que el segundo es el manejo de recursos y las estrategias que utilizan las comunidades, familias y personas para enfrentar los efectos de ese evento (Pizarro, 2001).

Asimismo, cabe mencionar que referirse a la vulnerabilidad social no va a ser sinónimo de pobreza, ya que como se mencionó anteriormente existen diversos factores que modifican el equilibrio o bienestar de una sociedad, por lo tanto, pueden existir más territorios vulnerables que pobres (Hench, 2010), que no cuentan con la capacidad y la estructura necesaria para mejorar su calidad de vida.

En este sentido, la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2002) plantea que puede entenderse como vulnerabilidad social, la exposición a riesgos que involucran una incapacidad para enfrentarlos y una inhabilidad para adaptarse activamente a dicha situación, es decir [2]:

***Vulnerabilidad social (VS) =***

*Exposición a riesgos + Incapacidad para enfrentarlos*

*+ Inhabilidad para adaptarse activamente*

[2]

Por lo tanto, la vulnerabilidad social se va a relacionar con los grupos socialmente vulnerables, cuya identificación va a obedecer a diferentes criterios: a) la existencia de algún factor contextual que los hace más propensos a enfrentar circunstancias adversas para su inserción social y desarrollo personal (grupos “en riesgo social”), b) el ejercicio de conductas que entrañan mayor exposición a eventos dañinos y c) la presencia de un atributo básico compartido (edad, sexo o condición étnica) que se supone les origina riesgos o problemas comunes (CEPAL, 2002).

En este tenor, puede considerarse una construcción social, propiciada por las desigualdades sociales, la falta de oportunidades y de acceso a programas del sector gubernamental que les permitan tener una buena calidad de vida. Existiendo una diversidad de situaciones intermedias que pueden conllevar a un individuo de pasar de una condición estable a una vulnerable o bien a la exclusión (Castel, 1992).

### 1.3.2 Vulnerabilidad social en salud

La vulnerabilidad social en salud es uno de los principales problemas de salud pública, ya que es la susceptibilidad de la población a enfermedades específicas y/ o a los obstáculos y desventajas que tiene para resolverlas, donde esta situación depende de las características sociales, económicas y geográficas (Juárez, *et. al.*, 2014); ante esto la Organización Mundial de la Salud (2016b) señala la reducción de la vulnerabilidad en salud como un objetivo prioritario de la agenda del Desarrollo Sostenible de las Naciones y así coadyuvar a que los individuos alcancen una buena calidad de vida.

El concepto de vulnerabilidad social en salud se puede considerar en primera instancia multidimensional y compleja, debido a que, se analiza una aproximación a la realidad de la situación de salud que se tiene en la población y que puede ser entendida como un sistema, donde los condicionantes socioespaciales (sociales, económicos y geográficos) no pueden ser analizados por separado, ya que las relaciones que se generan entre cada uno de ellos explica una parte de esa realidad y en conjunto muestran el grado de vulnerabilidad integral en salud al que un individuo es susceptible. En segunda instancia se considera dinámica, debido a que la no es un estado único o permanente que caracterice a ciertos grupos sociales, sino que es el resultado de la interacción antes mencionada, aunada al tiempo de exposición a un riesgo en salud específico (Juárez, *et. al.*, 2014).

Por lo que, los sectores de la población vulnerables (indígenas, mujeres, ancianos, infantes, etc.) no son vulnerables per se, sino que las condiciones sociales en las que viven y se desarrollan, definen su condición de vulnerabilidad ante un riesgo en salud.

Desde la Geografía de la Salud, se ha tenido un acercamiento cognoscitivo a la vulnerabilidad en salud, la cual se presenta como un proceso multidimensional que influye en inseguridad o en la probabilidad de que las personas puedan modificar su estado de salud ante cambios o permanencia de situaciones externas y/o internas (Busso, 2001), también conocidos como factores de riesgo.

Los factores de riesgos hacen alusión a las características, exposición o conducta de un individuo que incrementa la probabilidad de padecer una enfermedad o lesión, donde la exposición a ellos se encuentra vincula con la clase social de las personas, por ejemplo, los bajos ingresos y el bajo grado de educación incrementan los riesgos de mala salud en la población. Por su parte, el termino exposición en salud va a indicar que una persona ha estado en contacto o posee el factor de riesgo debido al contacto en un lapso corto o largo de tiempo y en determinados grados.

El concepto de riesgo incluye la presencia de una característica o factor que aumenta la probabilidad enfermar o morir. Calcular el grado de riesgo constituye un elemento esencial y fundamental en la formulación de políticas y prioridades que no deben dejar hueco a la intuición ni a la casualidad, pero además sirve para evaluar el estado de salud en la población e identificar a los grupos propensos a enfermar, y que son vulnerables; a partir de cualquier característica, exposición o conducta de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión (Toledo, 2004; Araujo, 2015), es decir el conocimiento del riesgo implica la exploración de los factores que lo condicionan y se calcular a través del riesgo relativo (Pita, *et. al.*, 2002).

El riesgo relativo mide la fuerza de la asociación entre la exposición y la enfermedad. De acuerdo con Pita, *et. al.*, (2002) indica la probabilidad de que se desarrolle la enfermedad en los expuestos a un factor de riesgo en relación con el grupo de los no expuestos. Su cálculo se estima dividiendo la incidencia de la enfermedad en los expuestos ( $I_e$ ) entre la incidencia de la enfermedad en los no expuestos ( $I_o$ ) [3].

$$Riesgo\ relativo = \frac{Incidencia\ en\ expuestos}{Incidencia\ en\ no\ expuestos} = \frac{I_e}{I_o} = \frac{a/(a+b)}{c/(c+d)} \quad [3]$$

Donde:

a: número de personas expuestas enfermas

b: número de personas expuestas no enfermas

c: número de personas no expuestas enfermas

d: número de personas no expuestas ni enfermas.

Mientras que el riesgo total sería  $I/n$ , donde  $I$  es igual a toda la población enferma expuesta y no expuesta entre la población total del estudio, suponiendo un riesgo igual para todos los sujetos en estudio.

Y su interpretación es de la siguiente manera (Bonita, *et.al.*, 2006):

- Si el RR es igual a 1 no existe relación causal porque la incidencia de la enfermedad es igual en ambos grupos.
- Si el RR es mayor de 1 entonces existiría relación causal y mientras mayor sea el riesgo relativo mayor será la fuerza de asociación de esa relación causal, y entonces podríamos estar ante un factor de riesgo.
- Si el RR es menor a 1, implica que la incidencia en expuestos es menor que en los no expuestos, existiría relación causal preventiva o efecto terapéutico.

De esta manera, la vulnerabilidad en la salud es considerada la exposición de un individuo o sociedad a determinados riesgos, que van a relacionarse con las características demográficas (edad, sexo, etc.) y morbilidades; dando lugar a una condición dinámica y contextual. Por ende, está fungirá como un indicador de inequidad y de desigualdad social, mientras que el riesgo será la probabilidad de ocurrencia a una modificación al estado de salud del individuo provocada por diversos factores que conjunto muestran un panorama de la realidad.

A partir de los argumentos presentados, la vulnerabilidad social y en salud representa un objeto de estudio complejo, debido a que debe de entenderse como un sistema donde están involucrados diversos factores de riesgo (condicionantes sociales de la salud), que se traducen en desigualdad social e inaccesibilidad a servicios básicos y de salud, que repercuten en la calidad de vida del individuo.

El combinar las características sociales (factores de riesgo) que inciden en la salud de la población junto con las morbilidades y mortalidades permitirán la construcción de un sistema de indicadores que servirán para calcular la vulnerabilidad en salud de manera integral, y no solo analizar el riesgo de prevalencia de una enfermedad o mortalidad sin tomar en cuenta las condiciones sociales de la población, ya que al realizar un análisis de este índole contribuirá a proponer estrategias que apoyen a reducir los riesgos en salud a los que están sometidos como también su mortalidad de manera más eficaz.

#### **1.4 Modelos de los Condicionantes socioespaciales de la salud y la producción de enfermedades e inequidades en salud.**

Desde la aparición del hombre hasta la época actual, las condiciones sociales en las que se desarrollan los individuos han definido de alguna manera sus oportunidades de vida o de muerte, características como el género, etnia, pobreza, entre otras; determinan el acceso que el individuo tiene a la salud (Dieterlen, 2015). Ante esto, se analiza la evolución e importancia de los condicionantes socioespaciales de la salud y se describen los principales mecanismos de producción de inequidades en salud a través de dos modelos teóricos: modelos de Dahlgren y Whitehead; y Diderichsen.

##### *De los determinantes a los condicionantes socioespaciales de la salud*

El estudio relacional entre las enfermedades y el entorno donde viven los individuos (caracterizados por factores geográficos, sociales, económicos, culturales y políticos), han sido esenciales desde la época de Hipócrates para comprender el proceso salud-enfermedad y como se relaciona con el espacio geográfico, y el ser humano. En este tenor, se creía que la sociedad podía llevar a cabo sus actividades dentro de un ambiente propenso para salvaguardar su salud dentro del bienestar social, donde es responsabilidad del estado de proveerlos (Sigerist, 1984).

Fue a partir del planteamiento anterior que empieza a surgir interés por parte de los gobiernos para salvaguardar y promover la salud en las sociedades, a consecuencia en 1978 se lleva a cabo una conferencia internacional denominada declaración de “Alma Ata” en Kazajstán. En esta conferencia, el término de salud se actualizó y pasa a ser el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades; considerándose un derecho humano esencial. Además, se proponía que para llegar a un grado adecuado de salud en la población era necesario la intervención de los diversos sectores de la sociedad (económicos,

educativos, salud, etc.) y la población, para coadyuvar a la elaboración de políticas públicas de salud y sociales, que disminuyan las brechas de desigualdad social y poder contrarrestar las enfermedades, como también mejorar la calidad de la vida (OPS, 2012).

Una de las estrategias que sobresalió por parte de los gobiernos en esta conferencia fue la incorporación de la Atención Primaria en Salud (APS), en la cual, el cuidado de la salud debe generarse a partir de acciones intersectoriales, participativas y comprometidas a impulsar y desarrollar los aspectos sociales, basados en el conocimiento científico y adaptadas a las características sociales y culturales de cada población (Castro, 2011), así los individuos tendrían los conocimientos, habilidades, competencias y herramientas necesarias para mejorar sus condiciones de salud y vida.

Posteriormente, en 1986 se realizó la primera conferencia internacional sobre la Promoción de la Salud en Ottawa, proclamando una carta donde se señalan las condiciones necesarias para instaurar un estado óptimo de salud en las sociedades

A partir de esto, la Organización Mundial de la Salud (2010) señaló que los factores políticos, económicos, sociales, culturales, los estilos de vida, biológicos y el medio ambiente pueden intervenir en favor o detrimento de la salud; por lo que es imperante que esas condiciones sean favorables para promover la salud.

Las conferencias y estrategias anteriores tenían la finalidad de contribuir a alcanzar el objetivo “Salud para todos en el año 2000”, que tenía como finalidad suprimir los obstáculos que se oponen a la salud, por ejemplo, la malnutrición, ignorancia, agua no potable, hacinamiento, drenaje, etc., así también resolver problemas de infraestructura de salud, como la falta de médicos, de camas de hospital, de medicamentos y de vacunas (OPS, 1982). Sin embargo, al analizar las condiciones de salud en el año 2001, se reconocieron las mejoras en la situación sanitaria mundial a partir de las estrategias planteadas, no obstante, era evidente que los servicios de salud no habían conseguido llegar y atender a toda la población, por lo que aun existían individuos que seguían privados de ellos; lo cual se veía reflejado en las altas tasas de mortalidad maternas e infantiles, pero además en el aumento de enfermedades parasitarias (Malher, 2009).

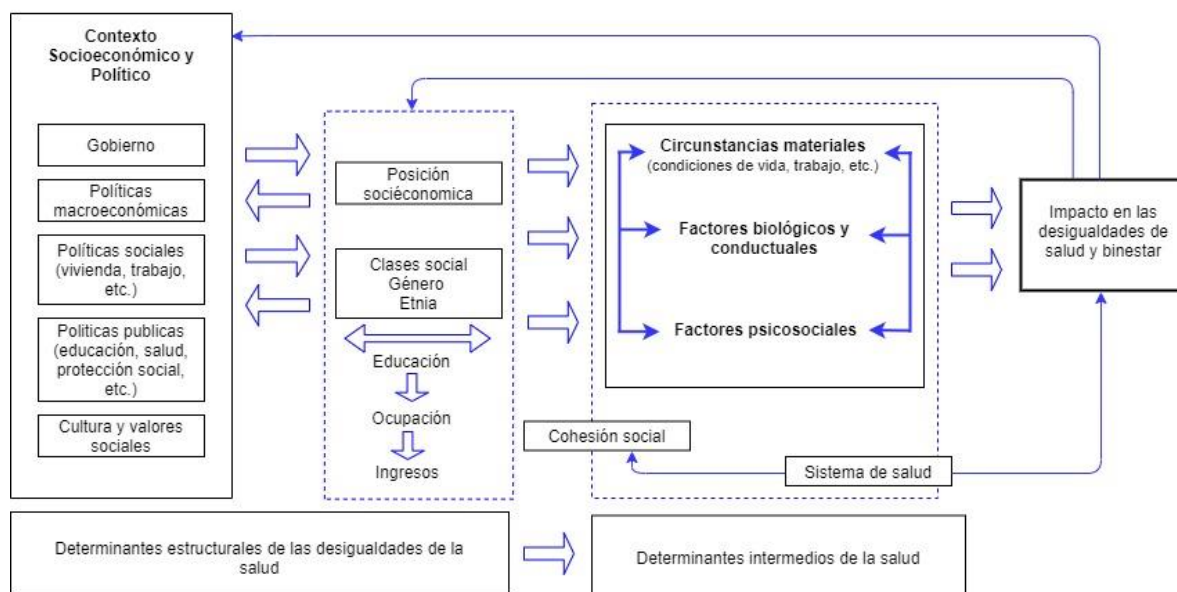
En este sentido, las posibilidades de mejorar las condiciones sociales eran requeridas y urgentes, para salvaguardar y reestablecer la salud. Fue entonces que en el año 2005, la OMS integro una

comisión que se encargó de estudiar más a fondo los factores sociales y ambientales que incidían en la salud para así elaborar recomendaciones y mejorarla, cabe resaltar que a esta comisión se le denominó “La Comisión de Determinantes Sociales de la Salud” (DSS); donde los determinantes sociales y ambientales de la salud son las circunstancias en que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen, siendo el resultado de la distribución del dinero, el poder y los recursos dentro de las tres escalas (mundial, nacional y local) (Castro, 2011).

Asimismo, la comisión planteó un marco conceptual de las principales categorías y vías de acción de los determinantes, que enmarca el contexto sociopolítico en un nivel macro (determinantes estructurales), la posición social y económica, y condiciones materiales ambas en el nivel individual (determinantes intermedios), que en conjunto generan alteraciones en la salud y en el bienestar humano (Figura 1.5).

En este sentido, con apoyo de los determinantes sociales y ambientales de la salud se presenta una visión de los problemas de salud en la sociedad, propiciado por la distribución desigual del poder, ingresos, bienes y servicios, que influyen en la salud y que expresan inequidad dentro de la misma sociedad.

**Figura 1.5. Esquema conceptual de los determinantes sociales de la salud.**



Fuente: elaboración propia con base en OMS, 2009

Por otra parte, en el ámbito geográfico el término de Determinantes Sociales de la Salud aún es cuestionado, debido a que se cree que hace referencia al Determinismo Geográfico de Ratzel (analizado en la primera parte de este capítulo), por lo que, Buzai y Santana (2018) señalan que al ser "...contextualizado en el marco de las consideraciones precedentes contiene en su interior una perspectiva extrema que surge de considerar que la salud está determinada por el contexto social mediante una relación permanente y unívoca." (p.11), en este sentido plantean tres conceptos que se analizan desde la perspectiva del paradigma determinista (referido a que las características de un lugar influyen directamente en la sociedad) y posibilista o indeterminismo (se refiere a que el medio constituye un agente o factor positivo más no activo, es decir el individuo es capaz de modificar o alterar las características espaciales), con los cuales definen el grado de determinación:

Determinismo: DSS (Determinantes)

Determinismo parcial: CSS (Condicionantes)

Indeterminismo: ASS (Aspectos)

El término de aspecto es considerado como un importante componente del análisis, sin embargo, carece de sustento espacial. Mientras que el concepto de condicionantes modera la perspectiva determinista, es decir, la biología, el estilo de vida del individuo y las características sociales, y geográficas; se consideran condiciones espaciales que influyen en el estado de salud más no la determinan, debido a que existe un margen de incertidumbre que surge de las características individuales y de las respuestas del hombre ante los problemas de la salud. Dicho lo anterior, se propone que el término DSS sea sustituido por Condicionantes socioespaciales de la Salud (CSS) (Buzai & Santana, 2018); ya que como se mencionó anteriormente, la salud va a depender los comportamientos individuales, pero además del contexto socioeconómico y político de las sociedades.

#### *Dahlgren y Whitehead: Modelo de producción de inequidades en salud*

La inequidad en salud y en los distintos aspectos de la vida constituye un problema mundial, ya que los individuos se encuentran en un entorno incapaz de coadyuvar a poseer una buena calidad de vida, es decir, la existencia de factores sociales y biológicos intervienen en el estado de salud de las personas, de manera que son responsables en el desarrollo de una enfermedad.

En este sentido tras la primera conferencia internacional de Promoción de la Salud en Ottawa, Dahlgren y Whitehead propusieron el *Modelo de producción de inequidades en salud*, que explica cómo las inequidades en salud son resultado de las interacciones entre distintos niveles de determinantes causales, desde lo individual hasta el contexto social (Gunning, 1999).

Asimismo, clasificaron y conceptualizaron los determinantes de la salud en estratos de influencia que se interrelacionan entre sí y repercuten en la salud individual (Figura 1.6).

De acuerdo con el modelo, en el centro se encuentran los individuos, que poseen edad y sexo, además de características específicas (genética) que afectan a la salud y que de ninguna manera pueden ser modificables. No obstante, en torno a ellos existen factores relacionados al estilo de vida del individuo que modifica su estado de salud, por ejemplo, la actividad física y la alimentación saludable. Pero, además los individuos al estar insertados en una sociedad interaccionan con otras personas de esa comunidad, por lo que, las prácticas y normas sociales, y las características culturales que se practican, ejercen una influencia que modifica algunas conductas individuales que repercuten en la salud.

**Figura 1.6. Modelo de Dahlgren y Whitehead**



Fuente: Dahlgren y Whitehead, 1991.

Sí bien, el concepto de determinantes sociales de la salud hace referencia a las circunstancias en que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen, el tercer estrato del modelo representa parte de esta definición, porque es aquí donde se puede definir la capacidad de un

individuo para proteger y cuidar de su salud, debido a que se ve afectada por las condiciones de vida y de trabajo, alimentación y acceso a bienes y servicios esenciales, que le permiten mantener una adecuada salud y calidad de vida.

El último estrato del modelo analiza las condiciones socioeconómicas, culturales y medioambientales que actúan sobre los demás estratos y afectan directamente a la sociedad, ejemplo de ello, son las políticas públicas implementadas o las formas de gobierno de cada territorio que influyen en las condiciones de estratificación social y producen inequidades sociales (Dahlgren y Whitehead, 1991).

*Diderichsen y Hallqvist: estratificación social y producción de enfermedades.*

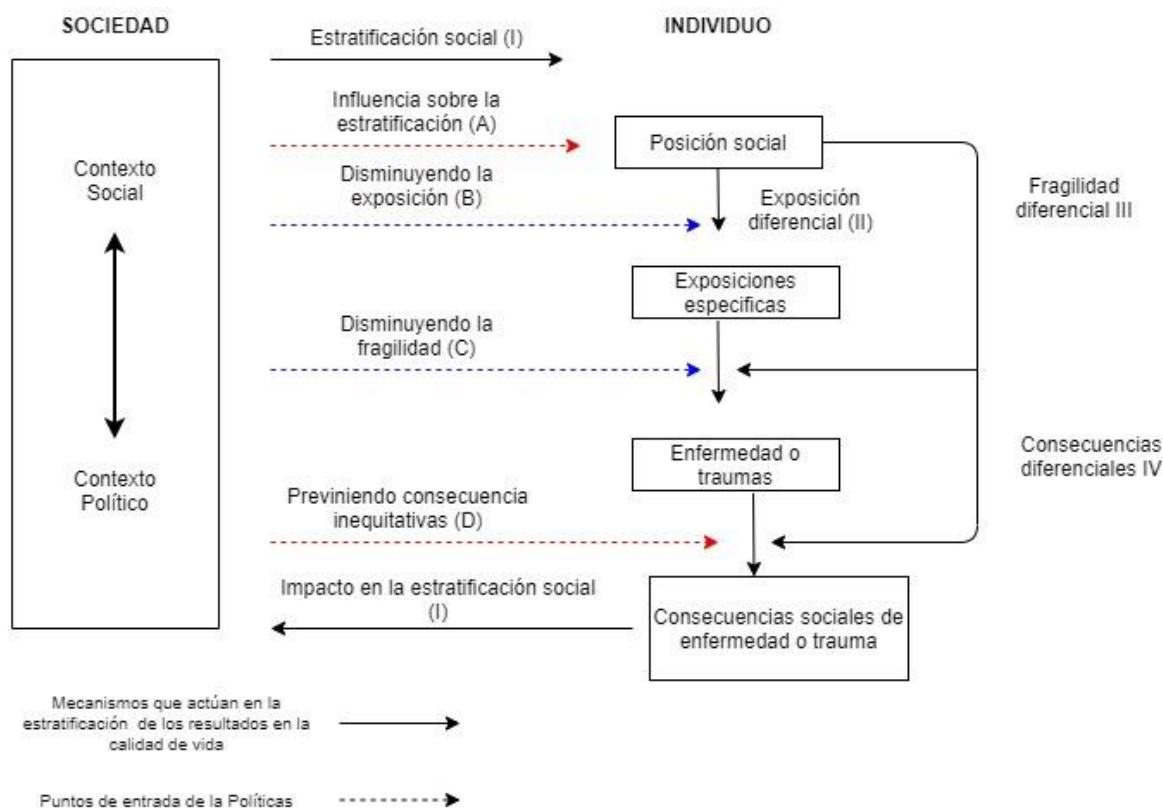
El ser humano desde que se convirtió en sedentario comenzó a formar sociedades, las cuales mostraban una estructura jerarquizada en la que existe un orden y cada individuo tiene una posición dentro de ella. Bajo esta premisa Diderichsen y Hallqvist (1998) señalan que esta organización propicia y ratifica la posición social de cada individuo y que esta va a determinar sus oportunidades de salud a través de los supuestos de intervención, como el contexto social, económico y político, la exposición diferencial, la vulnerabilidad diferencial y las consecuencias diferenciales, teniendo como punto de partida la implementación o intervención de políticas públicas.

Dicho lo anterior, proponen el modelo de estratificación social y producción de enfermedades (Figura 1.7), en el plantean un análisis que relaciona el contexto social y político con las enfermedades, lesiones y consecuencias; de manera que la aplicación y el resultado de las políticas públicas en el contexto social, económico y político, determina la posición socioeconómica de las personas en la sociedad, por tanto, se generan exposiciones diferenciales de vulnerabilidad que son específicas para cada posición socioeconómica (Diderichsen y Hallqvist, 1998).

El primer supuesto de intervención de este modelo es la estratificación social (I) que se refiere a la manera en que la sociedad genera y distribuye el poder, y la riqueza; por ejemplo, las políticas económicas y laborales, el tipo de sistema educativo, las normas en torno al género y el tipo de organización del Estado. Pero también, es aquí donde se expresan las condiciones de mayor o

menor perjuicio para la salud de las personas y en sus capacidades reales para hacer frente a tales condiciones sanitarias (Diderichsen y Hallqvist, 1998).

**Figura 1.7. Modelo de Diderichsen y Hallqvist**



Fuente: elaboración propia con base en Diderichsen y Hallqvist, 1998.

Por su parte, la exposición diferencial (II), alude a la posición socioeconómica de los individuos, específicamente a aquellas condiciones materiales y psicosociales en las que viven, reflejándose en las conductas adoptadas, las cuales se van a relacionar de manera positiva o negativa con los problemas de salud, dando como resultado una exposición específica que el ser humano enfrenta ante un particular daño o riesgo de enfermar. De igual manera, estas características mencionadas generan grupos con características sociales comunes, de ahí que comparten condiciones de vulnerabilidad similares, propiciando una vulnerabilidad diferencial (III) en la sociedad. De este modo, la exposición diferencial y la vulnerabilidad diferencial en la población se puede inferir que se acumula en el transcurso de la vida, por lo que establecen el supuesto de

intervención de selección para enfermar, lo cual es importante para la comprensión de la generación de enfermedades desde una perspectiva histórica y para proponer soluciones efectivas o políticas públicas orientadas a ese fin (Diderichsen y Hallqvist, 1998).

El último supuesto de intervención es la consecuencia diferencial (IV), que recae en la posición socioeconómica del individuo, ya que las consecuencias sociales ante un impacto de un evento de salud pueden tener mayores o menores repercusiones económicas y sociales para el individuo y su familia, o bien la posibilidad de enfermar o morir va a depender de la posición social (OMS, 2005).

Sí bien, solucionar los problemas de las enfermedades ha sido de gran preocupación de la humanidad y de los gobiernos, han acertado en reconocer la existencia de condicionantes sociales y ambientales que influyen en la salud. Los cuales se han plasmado en diversas teorías y modelos, ejemplo de ello los de Dahlgren y Whitehead, y Diderichsen y Hallqvist; que en ambos explican los elementos claves para lograr cambios en los entornos de vida del individuo y con ello mejorar las condiciones de trabajo y de vida de las personas, esto a través de estrategias de salud pública, apoyos sociales y comunitarios, por ejemplo, en el empoderamiento de las personas, la participación social, programas enfocados a mejorar los estilos de vida y las actitudes individuales, pero también a través de la implementación de políticas públicas que coadyuven a la disminución de las desigualdades sociales y en salud.

### **1.5 Una aproximación a la mortalidad materno infantil**

El nacimiento de un niño sano es un suceso que se celebra en todas las sociedades del mundo y es bien visto por parte de los gobiernos, porque significa la culminación exitosa del proceso de reproducción con resultados positivos, que se traducen en la sobrevivencia y bienestar de la madre y el niño. No obstante, en algunas familias este proceso se convierte en un acontecimiento oscuro y peligroso, debido a un mal seguimiento en el cuidado del embarazo y del recién nacido, provocando en algunas ocasiones morbilidades, secuelas y hasta la muerte de la madre, del recién nacido o bien del infante durante los primeros cinco años de vida (Gutiérrez, 1994).

En las últimas décadas la salud materno-infantil se ha convertido en un tema prioritario a escala internacional y nacional, debido a que es un problema de salud pública asociado a diversas condiciones socioespaciales y a la calidad de los servicios de salud; de acuerdo con la Organización Mundial de la salud (2019) la mortalidad materno infantil, es el fallecimiento de una mujer mientras

está embarazada o dentro de los 42 días posteriores de la terminación del embarazo, así como también la muerte del infante dentro de los primeros 5 años de edad; ambas defunciones deben ser por circunstancias o causas relacionadas con el embarazo, o bien por alguna enfermedad o estado nutricional del infante, excepto por causas accidentales o incidentales.

A pesar de que las defunciones maternas e infantiles se encuentre después de las 10 principales causas de mortalidad en la población son de gran trascendencia y vulnerabilidad, ya que ambas son un indicador de los servicios de salud, del desarrollo económico de los países y del bienestar social de la población.

En este sentido, existen diferencias marcadas de este tipo de mortalidad entre las regiones, naciones y hasta en un mismo territorio, debido a su nivel de desarrollo; donde los territorios con mejores condiciones están logrando abatir este problema a diferencia de aquellos lugares que se encuentran en crisis económicas o en vías de desarrollo, es decir, las defunciones maternas e infantiles se convierten en un acontecimiento excepcional y espaciado, donde su incidencia y prevalencia destaca en los países pobres, en las áreas rurales y entre familias, mujeres e infantes pobres (Reyes, 1994).

De acuerdo con la OMS (2019), en el parto y el posparto son los momentos en que las mujeres y los recién nacidos son más vulnerables, se estima que cada año mueren 2,8 millones de embarazadas y recién nacidos, esto es, 1 cada 11 segundos, la mayoría por causas prevenibles. En 2018, más de 290 000 mujeres murieron debido a complicaciones durante el embarazo y el parto; y 5,3 millones de infantes murieron dentro los primeros 5 años de vida, casi la mitad de ellos en el primer mes, donde las mayores tasas se encuentran en África Subsahariana y Asia Sudoriental.

#### *Principales causas de mortalidad materno infantil*

La mayoría de las muertes materno infantil son prevenibles, debido a que fallecen por complicaciones que se producen durante el embarazo, el parto o después de ellos. La mayoría de las complicaciones en las mujeres aparecen durante la gestación o pueden estar presentes desde antes del embarazo, pero se agravan durante el mismo; en el caso de los niños más de la mitad muere debido a enfermedades prevenibles y tratables que parte de ellas derivan del estado nutricional de la madre y del niño.

Las principales causas de defunción se dividen en causas directas e indirectas (Cuadro 1.2). Las causas directas son aquellas que resultan de complicaciones obstétricas del embarazo (embarazo, parto y puerperio) y de nacimiento, relacionadas al periodo perinatal, generadas por intervenciones deficientes, omisiones, tratamiento incorrecto o de una cadena de acontecimientos originada en cualquiera de las circunstancias mencionadas. Mientras que las causas indirectas se consideran aquellas enfermedades preexistentes antes del embarazo y para los infantes aquellas que se producen por factores de riesgo relacionados a sus condiciones de vida (OPS, 2016a; Fernández, *et. al.*, 2016).

**Cuadro 1.2. Clasificación de las causas de defunción de la mortalidad materno-infantil**

Defunción	Tipo de causas	Causa
Materna	Directa	Hemorragias graves
		Infecciones puerperales
		Hipertensión gestacional (preclamsia y eclampsia)
		Embolia de líquido amniótico
		Aborto
	Indirecta	Hipertensión
		Paludismo
		Edad
		Infección por VIH
Infantil	Directa	Circular de cordón umbilical
		Distocia de hombro
		Nacimiento prematuro
		Asfixia perinatal
		Frecuencia cardíaca anormal del bebé
		Sepsis bacteriana
	Indirecta	Neumonía u otras infecciones respiratorias agudas
		Diarrea infantil

	Paludismo
	Malformaciones congénitas del corazón
	Encefalopatía neonatal o problemas con el funcionamiento del cerebro después de nacer.

Fuente: elaboración propia con base en OMS, 2019; Fernández, *et. al.*, 2016, CDC, 2012; Elixhauser, *et. al.*, 2011.

En este sentido, las defunciones por estas causas son evitables al emplear recursos sanitarios inmediatos para prevenir o tratar las complicaciones, para ello, las mujeres necesitan acceso a la atención prenatal durante la gestación (acudir a las consultas de atención prenatal, vacunándose contra el tétanos, etc.), atención especializada durante el parto, atención y apoyo en las primeras semanas tras el parto, como también precisan llevar una alimentación saludable libre de tabaco y alcohol; estas medidas no solo evitaran la muerte materna si no dará mayores probabilidades de supervivencia tanto para la madre y el niño.

#### *Factores de riesgo asociados a la mortalidad materno infantil*

Los factores de riesgos se consideran aquellos que aumentan la probabilidad de enfermar y es posible encontrarlos en cualquier ámbito (contexto social o individual), de manera que se condiciona la aparición de una enfermedad que puede conllevar a una mortalidad. De acuerdo con Lozano y Langer, (1994) las muertes maternas e infantiles son el resultado de una serie de factores de riesgo que acrecientan este problema y pueden clasificarse de la siguiente manera: a) Biológicos e individuales, b) Del contexto social y condiciones de vida, y c) servicios de salud.

##### a) Factores biológicos e individuales

Existen diversos condicionantes capaces de originar o acrecentar una enfermedad, algunos de ellos son los factores biológicos son parte de la fisiología del organismo y que influyen de forma relevante en la mortalidad de los niños menores de 5 años y mujeres embarazadas. De igual manera, existe evidencia que el comportamiento, los estilos de vida, la distribución de los recursos económicos destinados a los servicios sanitarios influye en el binomio salud-enfermedad. Algunos de los factores son los siguientes:

- *Edad*: es uno de los condicionantes de la salud que es sumamente importante como factor de riesgo para mortalidad materna infantil, debido a que se considera la existencia de mayor

riesgo a morir por parte de las mujeres embarazadas cuando son muy jóvenes o añosas (menores de 15 años y mayores de 40); mientras que la edad ideal en la que se presenta menor riesgo en el proceso de reproducción y evitar una complicación del embarazo que conlleve a una defunción es de 20 a 24 años. Para los infantes, la mayor probabilidad de morir es cuando tienen menos de un año debido a alteraciones congénitas y hereditarias, sin embargo, conforme van creciendo la mortalidad por edad se ve influenciada por enfermedades relacionadas a otros factores de riesgo (Aguirre, 2009).

- *Desnutrición:* las mujeres embarazadas, niños y niñas, sin importar su etnia o su origen, tienen las mismas posibilidades de tener un embarazo adecuado (en caso de las mujeres), o bien, un crecimiento y desarrollo de manera saludable durante su gestación hasta los primeros 5 años de vida (para los niños), si se tiene una nutrición adecuada para ambos. De lo contrario, el problema de desnutrición en las mujeres embarazadas conlleva a tener un parto antes de término poniendo su vida y la del bebé en riesgo; pero además se perjudica la salud del bebé durante la gestación, provocando la posibilidad de que el futuro bebé sufra diferentes patologías al nacer. Cuando los infantes menores de 5 años padecen desnutrición se predispone a que se enfermen con mayor frecuencia y que su riesgo de morir sea el doble del que tienen los niños bien nutridos (UNICEF, 2011).

#### b) Contexto social y condiciones de vida

La estructura socioeconómica de la sociedad y las condiciones de vida se componen de una serie de condicionantes fundamentales que permiten conocer el panorama de salud de la población, debido a que son elementos importantes que influyen en todos los niveles de la sociedad, generando una desigualdad social en salud, donde el nivel social y económico más bajo sufre de una privación en el consumo de bienes y servicios, como también un acceso restringido a los servicios de salud; afectando directamente la salud individual y grupal debido a comportamientos de alto riesgo (Reyes, 1994). Dentro de los condicionantes socioespaciales que influyen en la mortalidad materno infantil son:

- *Distribución poblacional áreas urbanas y rurales:* el riesgo de morir por una causa materna y el fallecimiento de un niño menor de 5 años es dos veces mayor en el medio rural disperso que en el medio urbano, mientras que en el medio rural concentrado la probabilidad es 1.4 veces mayor que en el medio urbano. Estas diferencias se deben a la disponibilidad de

servicios básicos y de salud, a las barreras geográficas y económicas que imposibilitan el acceso a estos servicios (Lozano y Langer, 1994).

- *Etnicidad*: este factor representa una cruda realidad de algunas poblaciones que afecta principalmente a las mujeres, donde la inverosimilitud sobre los fenómenos biológicos como la menstruación, la gestación, el parto y el puerperio, el coito, la confianza en el médico y la medicina, los mitos alrededor del sexo, la religiosidad, la anticoncepción, etc.; aumento el riesgo a sufrir complicaciones durante el embarazo, parto y puerperio. Asimismo, existen grupos étnicos o culturales que impiden la incorporación de sus pobladores a las estructuras de la modernidad, es decir, no permiten que vayan al médico o que tengan un tratamiento ante una enfermedad (Reyes, 1994).
- *Educación*: el nivel educativo de las mujeres en edad reproductiva es un factor importante, ya que los bajos niveles de educación se relacionan con una salud más deteriorada, con presencia de estrés y baja autoconfianza. Pero, además es posible que las mujeres que no recibieron una educación tienen mayor probabilidad de estar mal informadas acerca de los cuidados durante el embarazo, puerperio y en el cuidado de su hijo; por lo que tienen mayor susceptibilidad a padecer una complicación (Lozano y Langer, 1994)
- *Ocupación e ingresos*: la condición laboral las mujeres es importante debido a que, mejorar e incrementar sus oportunidades de empleo puede ayudar a disminuir la mortalidad materna e infantil, ya que al tener un empleo formal puede elevarse su nivel económico, así como sus posibilidades a servicios de salud donde ella y su familia pueden atenderse. Asimismo, se cree que a mayores ingresos las mujeres y los niños tienen mayor probabilidad de sobrevivir (Reyes, 1994).
- *Estructura de la familia*: tradicionalmente las familias se conforman por el papá, la mamá y los hijos, donde cada integrante posee un rol y al combinarse con otros factores como el nivel socioeconómico y la educación, influyen en la decisión del embarazo y del cuidado de la salud. No obstante, cuando la mujer se encarga de la familia debido a circunstancia de abandono, separación o fallecimiento de su cónyuge, esta toma la jefatura de la familia. Se cree que una mujer embarazada soltera o jefa de familia tiene mayor riesgo de padecer una complicación durante el embarazo y parto, como también la vulnerabilidad del recién

nacido es mayor, a diferencia de una mujer casada que tiene un apoyo moral y económico (Rodríguez y Verdú, 2013; Reyes, 1994).

- *Acceso a los servicios básicos (agua potable, luz, drenaje, teléfono y estufa):* se estima que el 12% de los partos ocurren en casa (INEGI, 2018) y al no contar con agua potable, luz, drenaje, teléfono y estufa ponen en riesgo su vida, ya que dar a luz en condiciones insalubres pueden conllevar a infecciones, pero también contar con electricidad, estufa y un teléfono permiten atender de manera adecuada a la embarazada durante el labor de parto en la madrugada o bien comunicarse con el médico o partera ante una emergencia. En el caso de los infantes, el problema de carecer estos servicios básicos se refleja en su retraso del crecimiento y a la existencia de enfermedades como la diarrea (Dheeshana y Subadra, 2011).

#### c) Servicios de salud

El acceso equitativo, oportuno y de calidad a los servicios de atención médica, ya sea preventiva o curativa, influye en estado de salud. La limitación de los recursos humanos, de infraestructura y financieros en las instituciones de salud tienen una repercusión importante en la cobertura, la accesibilidad y la calidad de la atención que se proporciona a la mujeres embarazadas e infantes. El no tener acceso a un servicio médico o ser derechohabiente de una institución proveedora de servicios de salud aumenta la probabilidad de morir por una complicación durante el embarazo o en los primero cinco años de vida del niño (Vázquez y Ruvalcaba, 2016).

Existen diversas barreras que impiden la accesibilidad a los servicios de salud, por ejemplo, las barreras geográficas (va a depender de las vías de comunicación y de los factores naturales que impidan su acceso), culturales (el pertenecer a un grupo étnico y hablar un idioma diferente dificulta el poder ser tratadas por un especialista, además que de que prefieren ser atendidas por parteras tradicionales) y económicas (al no tener una condición económica favorable dificulta el acceso a los medicamentos requeridos por lo que los tratamientos son abandonados y prefieren optar por medicina tradicional que en algunas ocasiones puede favorecer o empeorar la condición de salud (Reyes, 1994).

Tras los planteamientos anteriores se puede resumir que la mortalidad materno infantil es un problema de preocupación social debido a que puede prevenirse, por lo que expresa las desventajas de los sectores sociales en que se presenta. En este sentido, es el resultado de un vasto conjunto de

problemas biológicos, sociales, económicos y de servicios de salud que acrecientan este problema; el mejorar estos factores propicia que el proceso de embarazo y el nacimiento de los niños y niñas sean seguros, dando la oportunidad de comenzar una vida saludable.

### **1.6 Análisis espacial cuantitativo y las Geotecnologías en el contexto de la Geografía de la Salud**

La importancia de la espacialidad de los fenómenos se originó en la década de 1950 y 1960, tras la implementación de métodos estadísticos y del uso de tecnologías cibernéticas que tenían como finalidad representar las distribuciones, relaciones, organización y la estructura de los hechos geográficos físicos, económicos y humanos en el territorio, a través de modelos espaciales que mostraban una abstracción de la realidad con el afán de dar respuesta a una parte de esa gran complejidad (Fuenzalida y Cobs, 2013).

Ante esto, el análisis espacial cuantitativo (AEC) se vale de metodologías y tecnologías, como los Sistemas de Información Geográfica que ayudan a dar respuesta a la dinámica de la sociedad dentro del espacio (Goodchild, 1987; Ripley, 1981; Getis y Boots, 1978; Fischer y Nijkamp, 1992; Gatrell, 1987; Anselin y Getis, 1993, citado por Gastón, 2014), de manera que el análisis espacial cuantitativo puede ser concebido de diferentes maneras, una de ellas es cuando se concibe como un proceso de consulta espacial o cuando se le considera dentro del campo de la geometría espacial, ya sea a través de aplicación de procedimientos cuyos resultados van a depender de su localización espacial y se modifican cuando cambian de posición (Berry 1996, citado en Buzai y Baxendale, 2013).

Además, se basa en cinco conceptos principales (Buzai, 2010): a) localización, b) distribución espacial, c) asociación espacial, d) interacción espacial y e) evolución espacial. Por lo que el análisis espacial cuantitativo, requiere de establecer supuestos o bien obtener conclusiones sobre los datos que describen las diversas relaciones espaciales, o las interacciones espaciales entre las unidades espaciales (Goodchild y Haining, 2005).

Sí bien el análisis espacial es definido como un conjunto de metodológicas cuyos insumos corresponden a la localización y relación espacial o geográfica de los objetos o eventos que se analizan, en los estudios de salud permiten la descripción de patrones espaciales, la identificación de grupos de enfermedades y la explicación o predicción del riesgo de enfermedad (Goodchild, *et. al.*, 1992).

Los primeros inicios de la incorporación del AEC en los estudios de salud datan de los siglos XVIII y XIX, donde se utilizaron exitosamente los mapas como un instrumento descriptivo útil durante las investigaciones de brotes, por ejemplo, el de fiebre amarilla en 1798 y el trabajo de Snow durante la epidemia de Cólera en Londres en 1854; ambos son trabajos iniciales del análisis espacial en salud.

La implementación del AEC en la geografía de la salud tiene como finalidad el estudio de la frecuencia y la distribución de las enfermedades en el espacio y en el tiempo, así como los factores asociados a su aparición en la población; permitiendo profundizar en el conocimiento y el comportamiento de las enfermedades, la identificación de espacios saludables y de factores promotores, y protectores de salud (Buzai, 2015). Por lo que se brindan importantes posibilidades metodológicas a la Geografía de la Salud y así contribuir a la reflexión sobre el pasado, presente y futuro de la salud de la población.

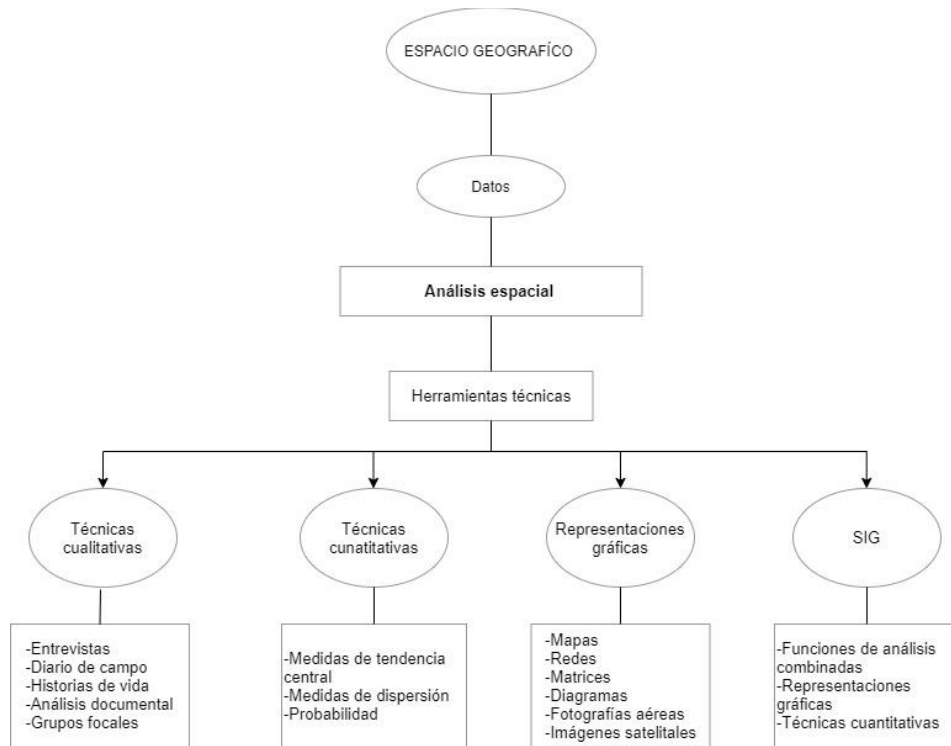
#### *Técnicas de análisis espacial cuantitativo aplicadas a la geografía de la salud.*

Los métodos y técnicas espaciales en la geografía de la salud comprenden un conjunto de conceptos, procedimientos e instrumentos utilizados para abordar las investigaciones en salud y las asociaciones territoriales derivado de las diversas variables sociales, económicos y de salud de las entidades geográficas.

De acuerdo con Madrid y Ortiz (2005) las técnicas del análisis espacial sirven para identificar los componentes del espacio y se centran en el procesamiento o tratamiento de datos objetivos del AEC y las clasifica en *técnica cualitativa*, que comprende entrevistas, encuestas, diarios de campo, análisis documental, entre otras; *técnica cuantitativa*, que se refiere a las medidas de tendencia central, medidas de dispersión y probabilidades; *representaciones gráficas*, como los mapas, matrices, diagramas, fotografías aéreas, imágenes de satélite ente otras; y *los SIG*, donde se llevan a cabo las funciones de análisis geográfico y análisis espacial (Figura 1.8).

La creciente aplicación de métodos de análisis espacial para estudiar las condiciones de salud aumenta la capacidad de formular y evaluar hipótesis sobre la distribución espacial de las situaciones de salud y su relación con las condiciones sociales y físicas del territorio. Existen diversas aplicaciones de métodos de análisis espacial cuantitativo que permiten analizar de manera asertiva los problemas de salud, pero además cumplir con el objetivo de la Geografía de la Salud.

**Figura 1.8. Herramientas técnicas para el análisis espacial**



Fuente: elaboración propia con base en Madrid y Ortiz, 2005.

Dentro de las principales técnicas para analizar los problemas de salud son aquellas que permiten en primera instancia conocer la distribución, por ejemplo, la representación cartográfica de las variables a través de puntajes de clasificación espacial (puntaje omega o Z score), métodos de dispersión espacial, concentración espacial, entre otros.

Por otra parte, las aplicaciones relacionadas a la autocorrelación espacial sirven para medir la relación entre dos o más variables aleatorias, por ejemplo, mortalidad general y condiciones educativas; de esta manera se pueden usar diferentes métodos como el índice de Moran, coeficientes de correlación, regresiones (lineales, exponenciales, geográficamente ponderadas) análisis exploratorio de datos, análisis de clúster y análisis de componentes principales. Mientras que los métodos de interacción espacial van a relacionar los movimientos que tienen lugar en el espacio, como consecuencia de un complejo proceso de toma de decisiones, por ejemplo, el desplazamiento de una persona a un centro de salud, algunos de los métodos utilizados son evaluación, multicriterio, análisis de caminos óptimos, análisis de localización y asignación, entre otros (Fotheringham y O'Kelly, 1989). Por último, una de varias aplicaciones que permiten analizar

la evolución y tendencia espacial de las enfermedades y mortalidades es a través del test de Knox, entre otros.

En este sentido, el estudio de la dimensión espacial de la salud cuenta con elementos metodológicos suficientes para su análisis, por lo que brindan múltiples posibilidades que permiten realizar un análisis integral de las condiciones de salud de la población y así coadyuvar a la toma de decisiones que permitan mejorar las circunstancias de salud de cada individuo e ir creando territorios más saludables.

### **1.7 Discusión teórica**

A través del tiempo, la manera de analizar los problemas de salud desde la perspectiva territorial ha ido evolucionando en conjunto con la geografía, hasta conformar lo que se conoce como geografía de la salud; es evidente que este progreso es complejo, debido a la influencia de los diversos paradigmas (determinismo, posibilismo, positivismo, humanismo) y enfoques de la Geografía (espacial, geotecnológico, social, regional, ambiental) que permiten comprender la relación espacio geográfico-salud-enfermedad. Si bien cada paradigma se desarrolló bajo ciertas circunstancias sociales y políticas que coadyuvaban a entender estos problemas territoriales, hoy en día la combinación de estos permite realizar un análisis integral; cabe resaltar que estas posturas son igual de importantes y no es correcto señalar que una es mejor que otra como anteriormente se mencionaba, al contrario todas las posturas y enfoques complementan las investigaciones, debido a que cada vez, es más necesario integrar los métodos o técnicas empleada por estos, para que contribuyan de manera integral y no separadamente a enfrentar las desigualdades en salud, como también analizar la distribución espacial de los factores de morbilidad, mortalidad y sistemas de salud en el territorio.

Asimismo, integrar a las investigaciones las teorías de la dinámica poblacional, muestran importantes desarrollos y etapas que permiten entender el estado de salud de la población que principalmente se relacionan con el mejoramiento de sus condiciones de salud y de higiene, y el desarrollo socioeconómico, que han conllevado al aumento de la esperanza de vida de la población. En este sentido, comprender las teorías de transición demográfica, epidemiológica y salud, es fundamental para conocer las consecuencias de los cambios en los perfiles de mortalidad y morbilidad, con la finalidad de establecer políticas públicas que priorice las necesidades en materia

de salud, sin descuidar aquellos territorios que han sido exitosos, como en la disminución significativa de la mortalidad materna e infantil.

Por otra parte, analizar el concepto de vulnerabilidad puede entenderse como la defensa del territorio ante un problema o fenómeno, por ejemplo, frente a un desastre o amenaza ya sea natural, antrópica o social. Anteriormente la vulnerabilidad estaba enfocada a cuestiones ambientales, no obstante, el término se empleó en otras áreas del conocimiento surgiendo nuevos tipos de vulnerabilidad, como es la vulnerabilidad social.

De acuerdo con diversos autores referidos en este capítulo, la vulnerabilidad social es producto de los procesos sociales que generan una exposición desigual a los riesgos, donde determinados individuos y grupos son más propensos a la exposición de estos. Al relacionar la vulnerabilidad social con la salud, se hace referencia a la situación socioeconómica en la que se encuentra el individuo, que influye e impacta en el acceso a las herramientas necesarias para afrontar diversas amenazas a su salud; por consiguiente, existen diversos factores de riesgo que influyen en el proceso de salud – enfermedad.

El reconocimiento de la influencia de factores de riesgo o bien de los condicionantes sociales y ambientales en el estado de salud, ha conllevado a que los gobiernos y organismos internacionales modificaran el concepto de salud. Tras esta modificación se plantearon diversas teorías y modelos como los desarrollados en este capítulo, los cuales dan pauta para analizar las condiciones de salud desde el ámbito individual, social y macrosocial. De esta manera, los determinantes sociales de la salud explican en gran medida las disparidades e inequidades en salud y son sumamente importantes para comprender las condiciones de salud en la población, además de proponer estrategias que vayan enfocadas a cada dimensión social.

Por otro lado, la mortalidad materna infantil es un grave problema de salud pública que refleja uno de los indicadores más sensibles del desarrollo de una nación debido a que sus niveles reflejan la inequidad socioeconómica, la falta de acceso a los servicios médicos y la calidad de la atención obstétrica, por lo que se convierte en un problema multifactorial.

Disminuir este tipo de mortalidad requiere la implementación de políticas públicas que modifiquen las dimensiones de los condicionantes socioespaciales de la salud, por ejemplo combatiendo la desigualdad, la pobreza, asignando mayores recursos para la preparación del personal médico e infraestructura de salud, implementando programas sociales que incorporen la protección a la salud

y permitan salvar la vida de las mujeres e infantes, ya que estas defunciones como señalan diversos autores son prevenibles.

Por consiguiente, la mortalidad materno infantil es un problema grave de salud pública y requiere ser analizado desde una perspectiva integral, la Geografía de la Salud con sus múltiples paradigmas, enfoques y técnicas brindan un sustento teórico y metodológico que permite explicar la variabilidad espacial de este problema. Asimismo, con apoyo de las teorías de la dinámica poblacional y de los modelos de condicionantes socioespaciales de la salud permitirán conocer los factores de riesgo y el grado de vulnerabilidad a la que se enfrenta este sector de la población; ya que cada muerte es evitable y se deben de implementar estrategias y políticas públicas en materia de salud acorde al territorio, para disminuir el riesgo de mortalidad materno infantil.

## **CAPÍTULO 2.**

### **DIAGNÓSTICO FÍSICO - GEOGRÁFICO Y SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN PACÍFICO SUR MEXICANO**

Para comprender la dinámica de la mortalidad materno infantil y la vulnerabilidad social en salud, es necesario conocer las características territoriales que prevalecen en la región, debido a son territorios complejos y diversos, tanto en sus características ambientales como sociales lo que permite que estas condiciones se presenten de manera heterogeneidad en el territorio.

#### **2.1 Universo de estudio**

La región del Pacífico Sur mexicano o también conocida como el Suroeste de México, es una de las 8 regiones de la república mexicana y está conformada por los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Limita al norte con el Estado de México, Morelos, Puebla, Veracruz y Tabasco, al sur con el Océano Pacífico, al este con Guatemala y al oeste con Michoacán. Tiene una extensión de 231.262 km<sup>2</sup> es la tercera más extensa del país, la cual está distribuida de la siguiente manera, el estado de Guerrero con 64.281 km<sup>2</sup>, Oaxaca con 93.952 km<sup>2</sup> y Chiapas con 73.211 km<sup>2</sup>. Asimismo, está dividida en 775 municipios, de los cuales 81 son de Guerrero, 124 de Chiapas y 570 de Oaxaca (Figura 2.1).

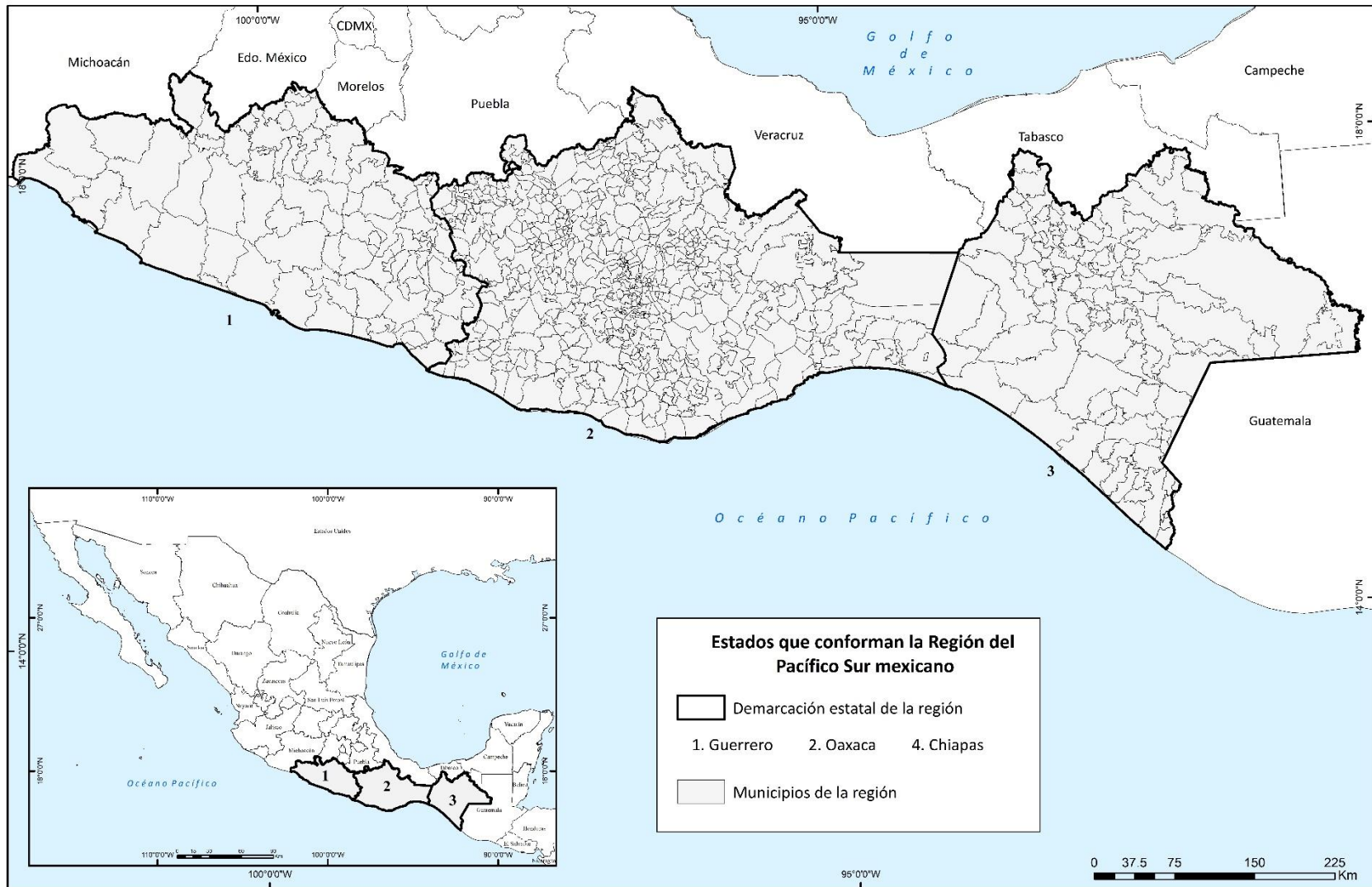
#### **2.2 Características físico – geográficas**

Conocer las características físico-geográficas que presenta los estados de la región permitirá entender la interrelación entre los factores ambientales y el desarrollo social y económico del territorio, y como incide en la vulnerabilidad materno infantil. Debido a que la región es un espacio diverso y cambiante, donde diversos procesos interactúan de varias maneras generando una exposición del estado de salud de la población.

##### **a) Relieve**

La complejidad morfológica que presenta la región es el resultado de la combinación de procesos geodinámicos de la corteza terrestre, principalmente a lo largo de las zonas de articulación interplacas e intraplacas (placa tectónica de Cocos y la norteamericana), donde estas manifestaciones endógenas generan repercusiones exógenas (Hernández, Ortiz y Zamorano, 1995), que se encargan de modelar la superficie del territorio (formación del relieve) con apoyo de agentes erosivos.

Figura 2.1 Región del Pacífico Sur: demarcación territorial y administrativa.



Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2019a.

El relieve está compuesto principalmente por la Sierra Madre del Sur que atraviesa al estado de Guerrero y cubre un 70% del territorio de Oaxaca, mientras que en Chiapas se encuentra la Sierra Madre de Chiapas o también conocida como Cordillera Centroamericana que es una continuación de la Sierra Madre del Sur, ambas propiciadas por la actividad volcánica y tectónica del lugar. Asimismo, se encuentran formaciones de llanura costera, mesetas, valles como los de Oaxaca y planicies como las del Istmo de Tehuantepec (Figura 2.2).

Los puntos más altos de esta región son la montaña Nube Flane (Quié Yelaag) 3,720 msnm en Oaxaca, Montaña de Tiotepéc que tiene una elevación de 3,550 msnm localizado en Guerrero, ambos pertenecientes a la Sierra Madre del sur, mientras que en la sierra de Chiapas se halla el punto de mayor altitud del estado y de la región del Pacífico Sur y es el volcán Tacaná con 4,092 msnm (INEGI, 2019b).

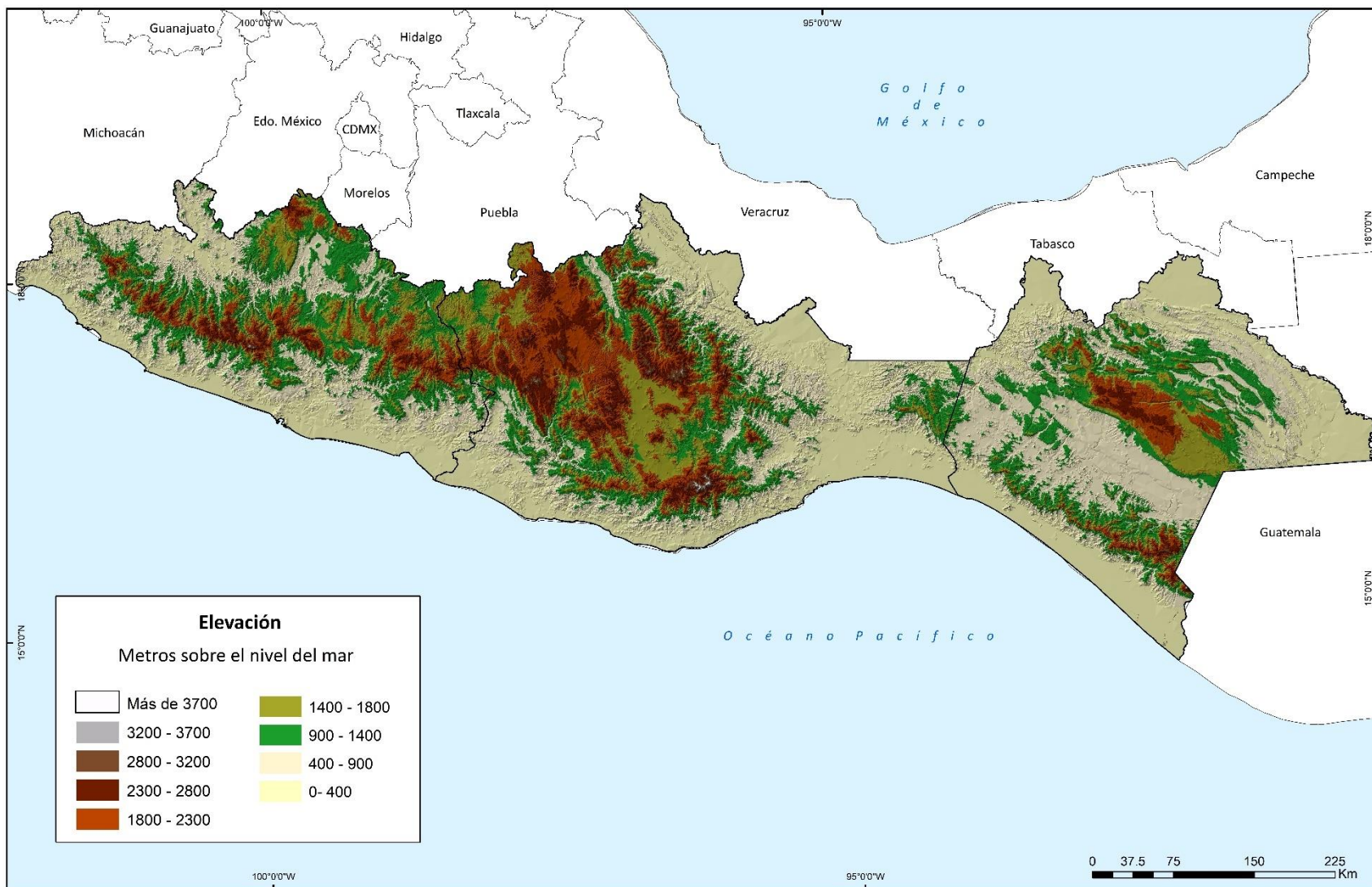
#### b) Hidrología

La región del Pacífico Sur mexicano es uno de los territorios que cuenta con mayor proporción de caudales hidrológicos de México, debido a la condición orográfica que presenta; donde la evaporación que se produce en el océano Pacífico, se condensa en formas de nube y son trasladadas por los vientos hacia el norte, que al encontrarse con las grandes elevaciones como la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre de Chiapas, se transforman en precipitaciones; la cual desciende por la vertiente meridional de la sierra para formar a los ríos y arroyos que los llevan directamente al océano (Torres, 2011).

La disponibilidad acuífera media anual de la región se encuentra entre las primeras cinco del país con 3,658.74 millones de m<sup>3</sup>, el principal estado que presenta mayor disponibilidad es Chiapas con 2746.66 millones de m<sup>3</sup> de un total de 15 acuíferos, seguido de Guerrero con 656.48 millones de m<sup>3</sup> de 35 acuíferos y por último Oaxaca con 255.6 millones de m<sup>3</sup> de 21 acuíferos, la baja disponibilidad de agua en este último estado se debe a que en algunos acuíferos se extrae más de la que se recarga (CONAGUA, 2019).

Por otra parte, la Sierra Madre de Sur y Chiapas sirven como punto divisorio de las nueve regiones hidrológicas de la región, entre ellas la región hidrológica del Balsas y Usumacinta - Grijalva que son las que mayor escurrimiento superficial tienen al año.

Figura 2.2 Región del Pacífico Sur: relieve



Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2019b.

Además, en la región existen aproximadamente 100 ríos principales, algunos de ellos son el río Balsas, Papagayo, Atoyac, Papaloapan, Coatzacoalcos, Usumacinta y Grijalva; este último una importante fuente de energía hidroeléctrica gracias a su gran caudal (Figura 2.3).

#### c) Clima

La región del Pacífico Sur mexicano presenta una diversa gama de climas en su territorio, desde climas cálidos, semicálidos, templados, semisecos y secos; propiciados por el relieve. El clima que predomina en mayor extensión de la región es el cálido subhúmedo (Aw0) y cálido húmedo (Am(f)), este último con mayor presencia en el estado de Chiapas, debido a que sus zonas montañosas funcionan como cortinas meteorológicas que retienen la humedad (Figura 2.4).

La temperatura media anual de la región oscila de 22 °C a 25 °C, mientras que la media máxima es de 31.5 °C y la media mínima es aproximadamente de 15°C. Las mayores temperaturas se registran en el estado de Chiapas y la menor temperatura predomina en la sierra Oaxaqueña.

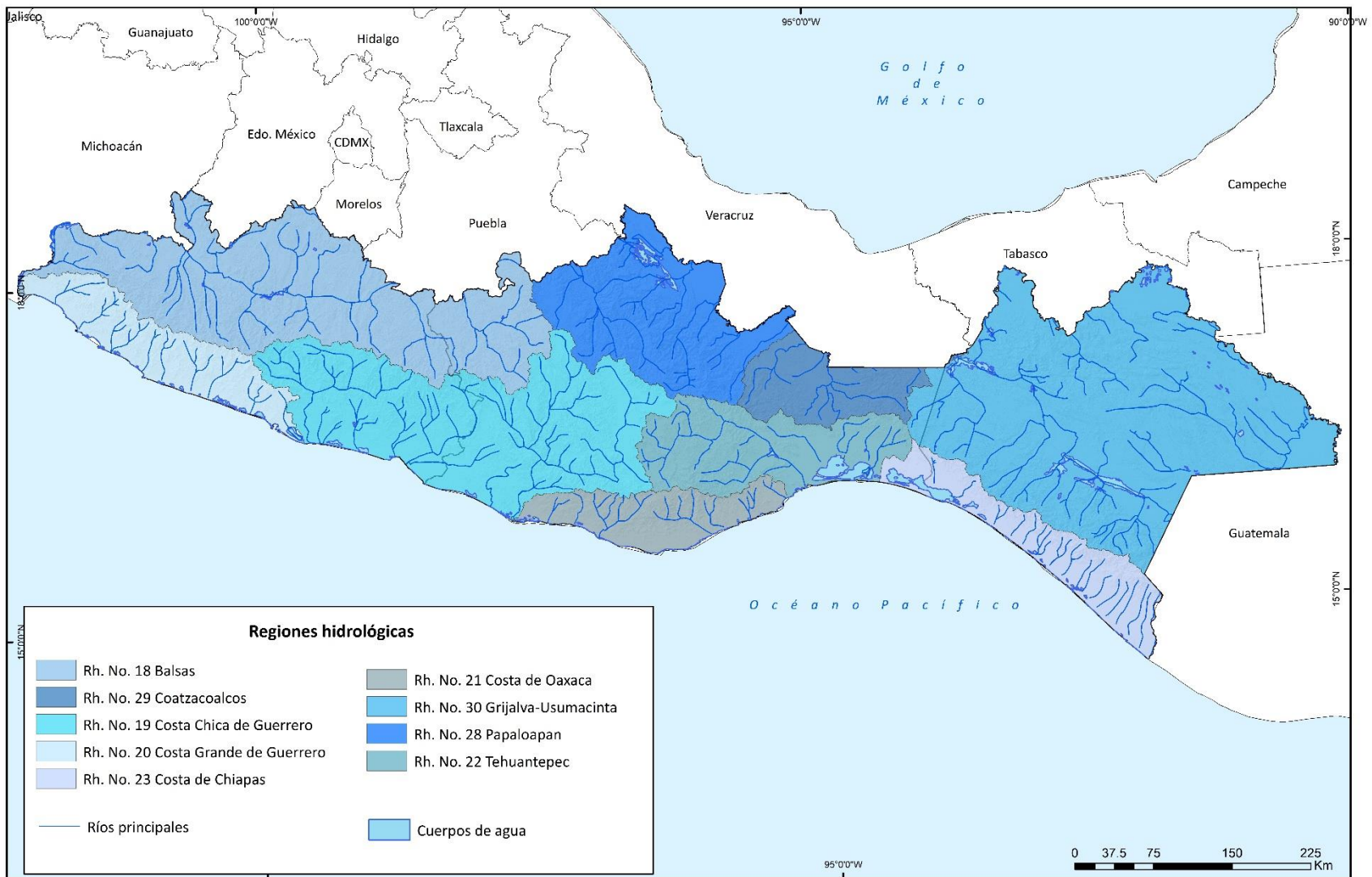
Por su parte, las lluvias se presentan durante el verano en los meses de junio a septiembre, la precipitación media anual de la región es de 4,719 mm, no obstante, en algunas partes de la región como en el estado de Chiapas hay lluvias casi todo el año (de junio a noviembre y cesan de enero a mayo) donde la precipitación anual es de 1 200 mm a 4 000 mm (INEGI, 2019c).

#### d) Uso del suelo y vegetación

La gran diversidad biológica que presenta la región del Pacífico Sur es producto de la combinación de las variaciones del relieve y el clima, encontrados en su superficie, que al mezclarse crean un mosaico de condiciones ambientales y micro ambientales que favorecen una diversidad biológica muy relevante (Figura 2.5).

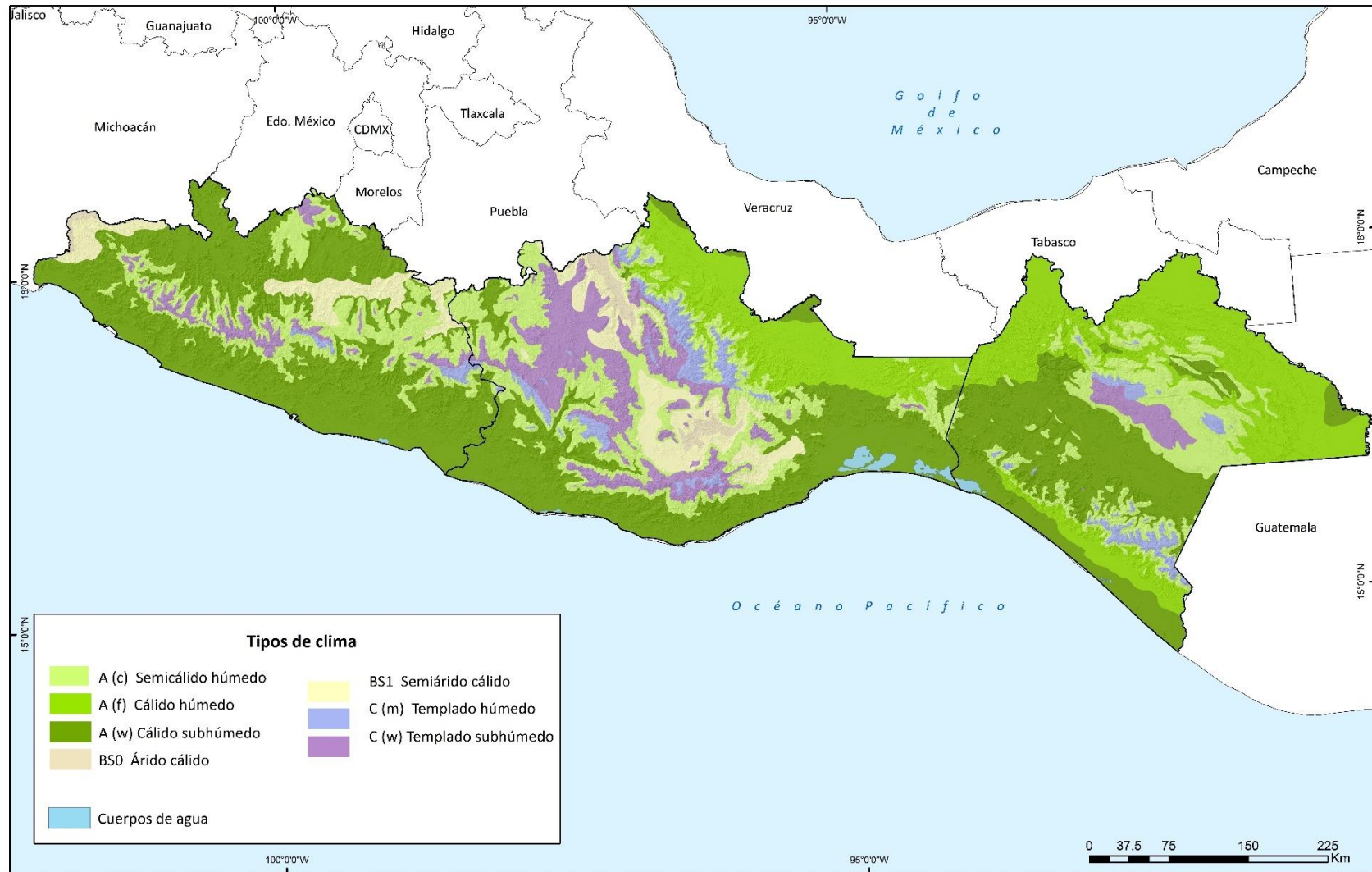
En este sentido, la vegetación y uso del suelo que predomina en la región son los bosques de coníferas, pino y encino; la selva caducifolia, subcaducifolia y alta perennifolia, los suelos agrícolas y en menor proporción las zonas de manglar, tular y matorral (CONABIO, 2020) (Cuadro 2.1).

**Figura 2.3. Región del Pacífico Sur: cuerpos de agua superficiales**



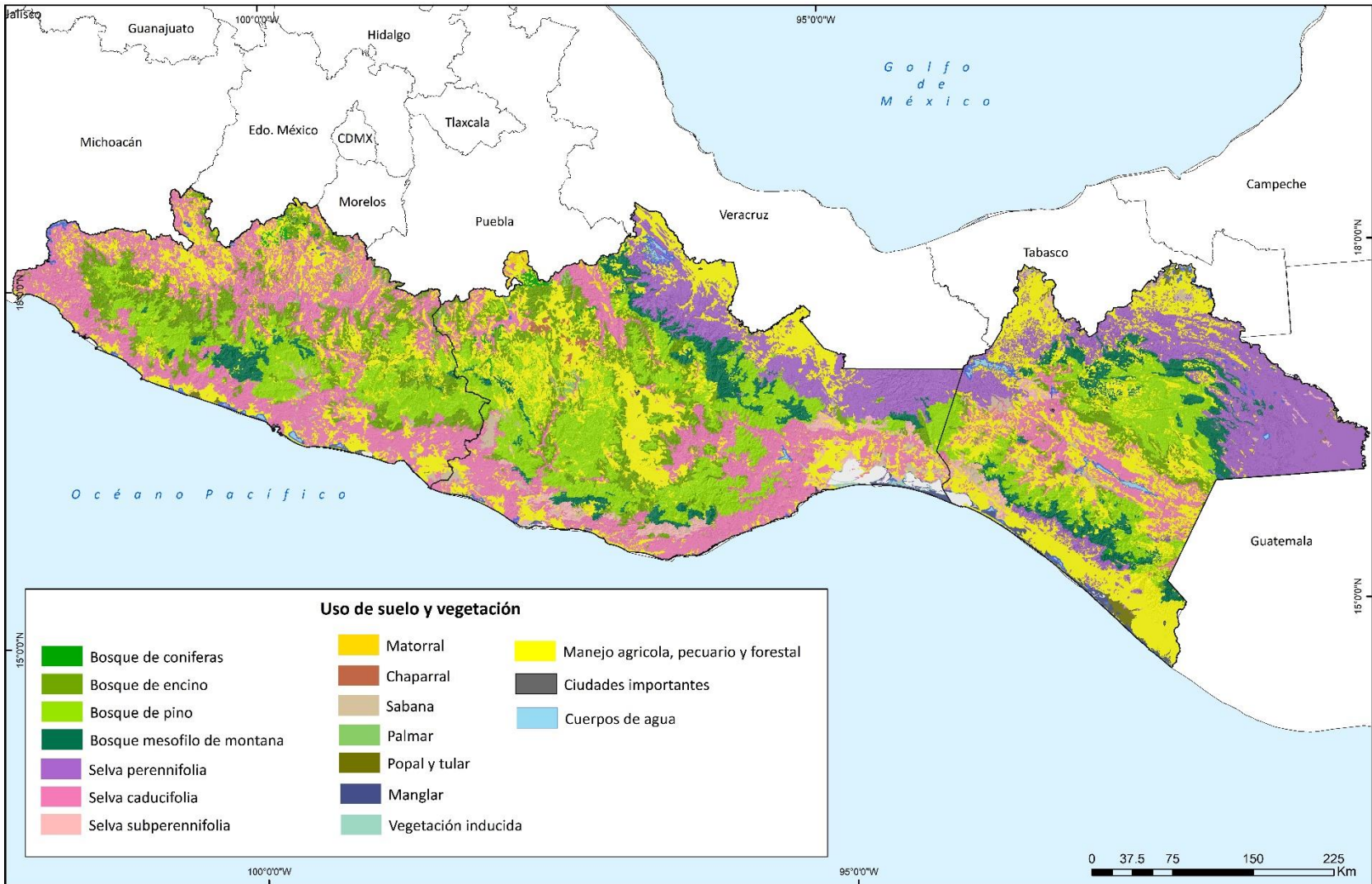
Fuente: elaboración propia con base a CONAGUA, 2020.

Figura 2.4. Región del Pacífico Sur: clima



Fuente: elaboración propia con base en García, E., 2004; CONABIO, 2020.

**Figura 2.5. Región del Pacífico Sur: principales tipos de vegetación y uso del suelo**



Fuente: elaboración propia con base en CONABIO, 2020.

**Cuadro 2.1. Porcentaje de superficie de usos de suelo y vegetación**

<b>Tipo Entidad</b>	<b>Chiapas (%)</b>	<b>Oaxaca (%)</b>	<b>Guerrero (%)</b>	<b>Total de la región (%)</b>
Bosque	24.4	37.8	38.6	33.6
Selva	28.3	29.7	35.1	31.03
Pastizal	25.1	15.4	3.3	14.6
Manglar	0.9	0.6	0.8	0.76
Tular	0.4	0	0.7	0.36
Matorral	0	0.7	0	0.23
Agricultura	20.9	15.8	21.5	19.4

Fuente: elaboración propia con base en CONABIO, 2020.

Los bosques de coníferas, encino y pino se encuentran distribuidos en las partes altas de la Sierra Madre del Sur, mientras que las selvas parten desde la presión del Balsas y vertiente del Pacífico, pasando por el Istmo hasta llegar a la parte noroeste de la región donde se encuentra la selva Lacandona. Por su parte, los pastizales están distribuidos a lo largo de la franja costera, parte de la depresión del Balsas y en los Valles centrales de Oaxaca. De este modo la región del Pacífico sur mexicano se encuentra en las primeras tres regiones del país con mayor biodiversidad de especies de flora y de fauna, además de proveer gran cantidad de bienes y servicios ambientales.

### **2.3 Características socioeconómicas**

Dentro del ámbito de la salud, las condiciones sociales y económicas que presenta una población son factores importantes que permiten conocer el estado de salud de la población, ya que son el reflejo de las políticas sociales implementadas por el gobierno y la calidad de vida que ejercen.

#### a) Distribución de la población

La dinámica demográfica de una población es su desarrollo en el tiempo y en el espacio, y está determinada por factores como la dispersión, la densidad y al crecimiento. En el año 2020 la región del Pacífico sur mexicano tiene una población total de 13 216 661 habitantes que representa el 10.48% a nivel nacional, el Estado de la región que concentra mayor población es Chiapas, por su parte el municipio de Acapulco registra 779 566 hab. siendo el más poblado de la zona, seguido de Tuxtla Gutiérrez y Tapachula (INEGI, 2020).

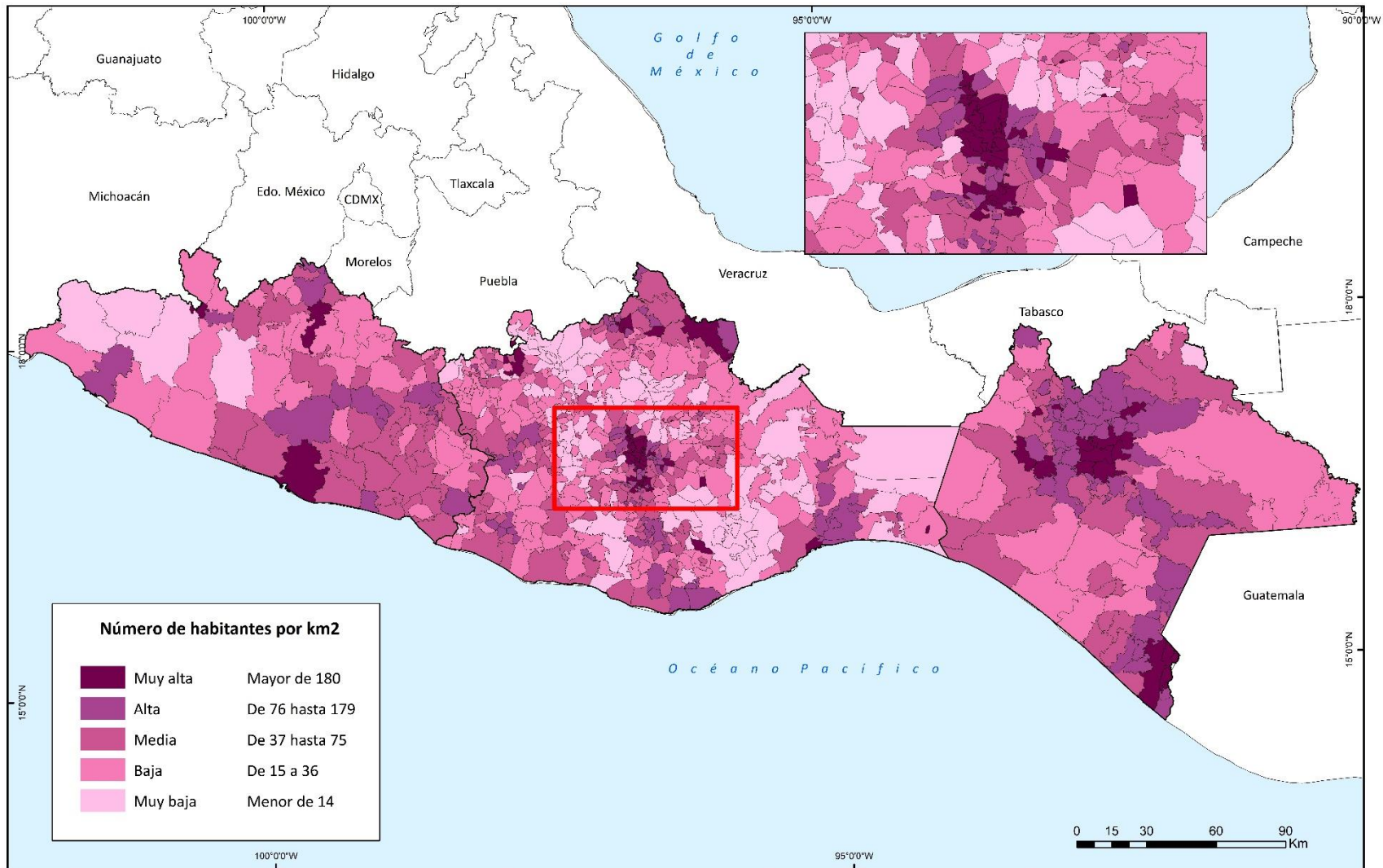
La población se distribuye de manera desigual en el territorio y una manera de conocer su concentración o dispersión es a través de la densidad poblacional, la cual busca la relación que hay entre la cantidad de personas que viven en un lugar y la extensión del espacio que habitan. La región tiene una densidad poblacional total de 57.10 hab/km<sup>2</sup>, el Estado de Chiapas presenta una densidad de 76 hab/km<sup>2</sup>, Guerrero de 56 hab/km<sup>2</sup> y Oaxaca de 44 hab/km<sup>2</sup>. Los tres principales municipios que tienen Muy alta densidad son Santa Cruz Amilpas, Santa Lucía del Camino y San Jacinto Amilpas localizados en los Valles Centrales de Oaxaca (Figura 2.6).

Es notorio que en la región sobresalen concentraciones puntuales que responden a territorios con actividad turística y otros como nodos económicos, además alrededor de ellos se empieza a observar un incremento en la densidad de la población y esto se debe a la red de comunicaciones que propicia relaciones funcionales entre las zonas.

El crecimiento de una población forma parte de su dinámica y muestra como ha sido el incremento o disminución de la población en un lugar y tiempo específico. En el último siglo, la región ha sufrido una profunda transformación demográfica, en 1900 había una población de 1 788 637 para el 2020 se alcanzaron los 13 millones. De acuerdo con la Figura 2.7 durante el período de 1910 a 1921 la tasa de crecimiento disminuyó, debido a que, durante este período histórico de conflictos armados, la cifra de población autóctona se redujo de manera muy considerable, ya que el número de defunciones superó ampliamente al de nacimientos.

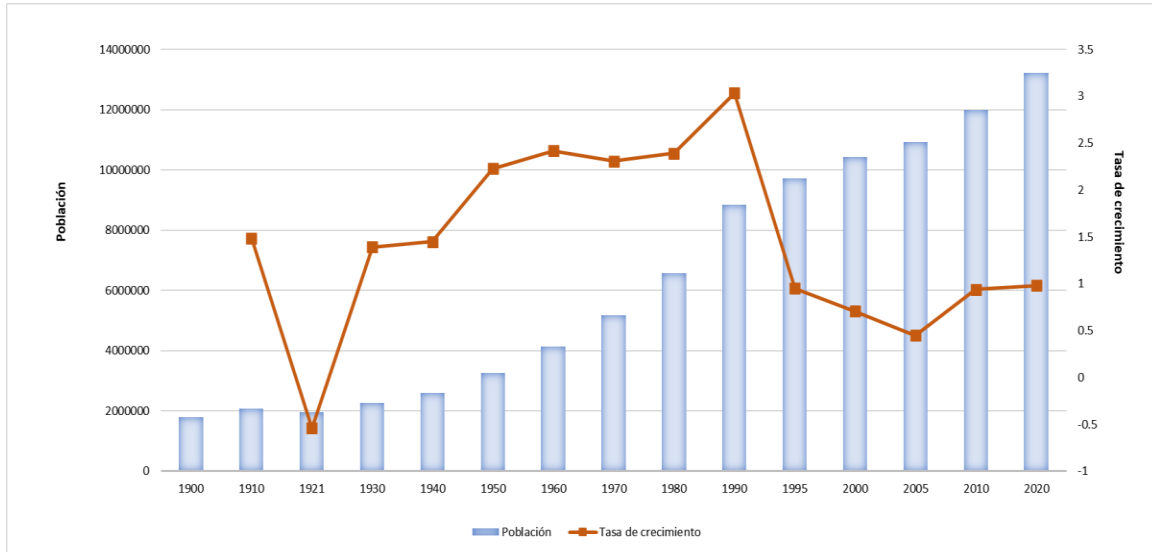
Posterior a este período, la población empieza a incrementarse paulatinamente y de manera moderada, esto se debe a las políticas sociales implementadas por el Gobierno enfocadas a reducir la mortalidad infantil e incrementar la esperanza de vida. Del año de 1980 a 1990 se origina la mayor tasa de crecimiento de todo el período con 3.03%.

Figura 2.6 Región del Pacífico Sur: densidad de población



Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2020.

**Figura 2.7 Región del Pacífico Sur: dinámica poblacional 1900-2020**



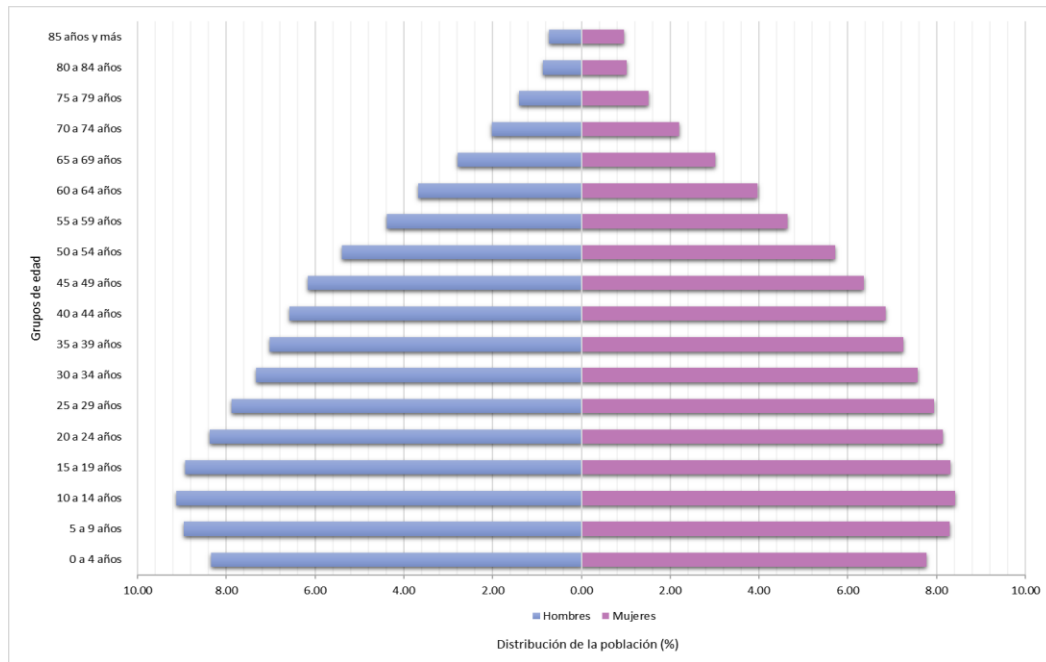
Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 1900 al 2020.

La preocupación del Gobierno por el acelerado y descontrolado crecimiento poblacional en el país llevó a la implementación de campañas de educación sexual y planificación familiar con el propósito de reducir y controlar el crecimiento demográfico, en la región después de 1990 empezó a reducir la velocidad con la que venía creciendo su población, por lo que disminuyó consistentemente desde 1995 hasta el 2005, para volver a incrementarse en los últimos 15 años.

#### b) Estructura de la población por edades

La estructura de la población de un territorio se basa en características como el sexo y la edad, donde ambas permiten explicar diversos fenómenos demográficos y socioeconómicos sobre la población, como la natalidad y mortalidad. En la región hay 13 216 661 de personas, de éstas el 51.71% son mujeres y el 48.29 son hombres; en cuanto a la estructura por edad en el 2020 presenta una pirámide poblacional estacionaria (Figura 2.8), es decir su base y el centro tienen una misma proporción, debido a tasas de natalidad y mortalidad muy bajas, por lo que se produce un crecimiento natural a un ritmo muy bajo.

**Figura 2.8 Región del Pacífico Sur: pirámide poblacional, 2020**



Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2020.

La mayor concentración se encuentra entre las edades de 10 a 19 años, por lo que se considera que la población de la región es joven, así como también el 71.22% corresponde a los habitantes en edad productiva. No obstante, se observa una reducción de jóvenes de 25 años hasta 30 años, esto se debe a que es la edad donde se empieza a demandar empleos y este sector se ve obligado a migrar hacia otros lugares para conseguirlos. A partir del sector poblacional de 60 años la población tiende a disminuir, sin embargo, entre los sectores subsecuentes el decremento entre cada uno es apenas de 1%, asimismo existe mayor porcentaje de mujeres en estas edades, lo que significa que este grupo su esperanza de vida es mayor que los hombres en la región.

c) Población urbana y rural

En la región la distribución de la población es sumamente irregular, ya que la influencia de factores físicos y socioeconómicos, condicionan la concentración o dispersión de los asentamientos humanos. De acuerdo con la propuesta de clasificación de Unikel y Garza (1971), el 55.64% de las personas se encuentran asentadas en localidades rurales, mientras que el 33.60% en localidades urbanas, el Estado que tiene mayor población en áreas urbanas es Guerrero (Cuadro 2.2).

**Cuadro 2.2 Región del Pacífico Sur: distribución de la población por tamaño de localidad**

<b>Población</b>				
	<b>Rural &lt;5000</b>	<b>Mixta rural 5000 a 10000</b>	<b>Mixta urbana 10000 a 15000</b>	<b>Urbana &gt; 15000</b>
<b>Región</b>	55.65	7.18	3.57	33.60
<b>Chiapas</b>	57.64	6.67	2.98	32.71
<b>Guerrero</b>	48.15	7.04	2.92	41.90
<b>Oaxaca</b>	59.40	7.99	4.93	27.68

Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2020.

Las principales localidades urbanas de la región son Acapulco (Guerrero), Tuxtla Gutiérrez (Chiapas) y Oaxaca de Juárez, es importante destacar, que estos territorios son los principales centros de economía de la región, ya que es aquí donde se encuentran la mayor parte de los servicios, además de que son centros turísticos o ciudades mercados por lo que fungen como abastecedoras de productos para las comunidades que se encuentran en la periferia (Figura 2.9).

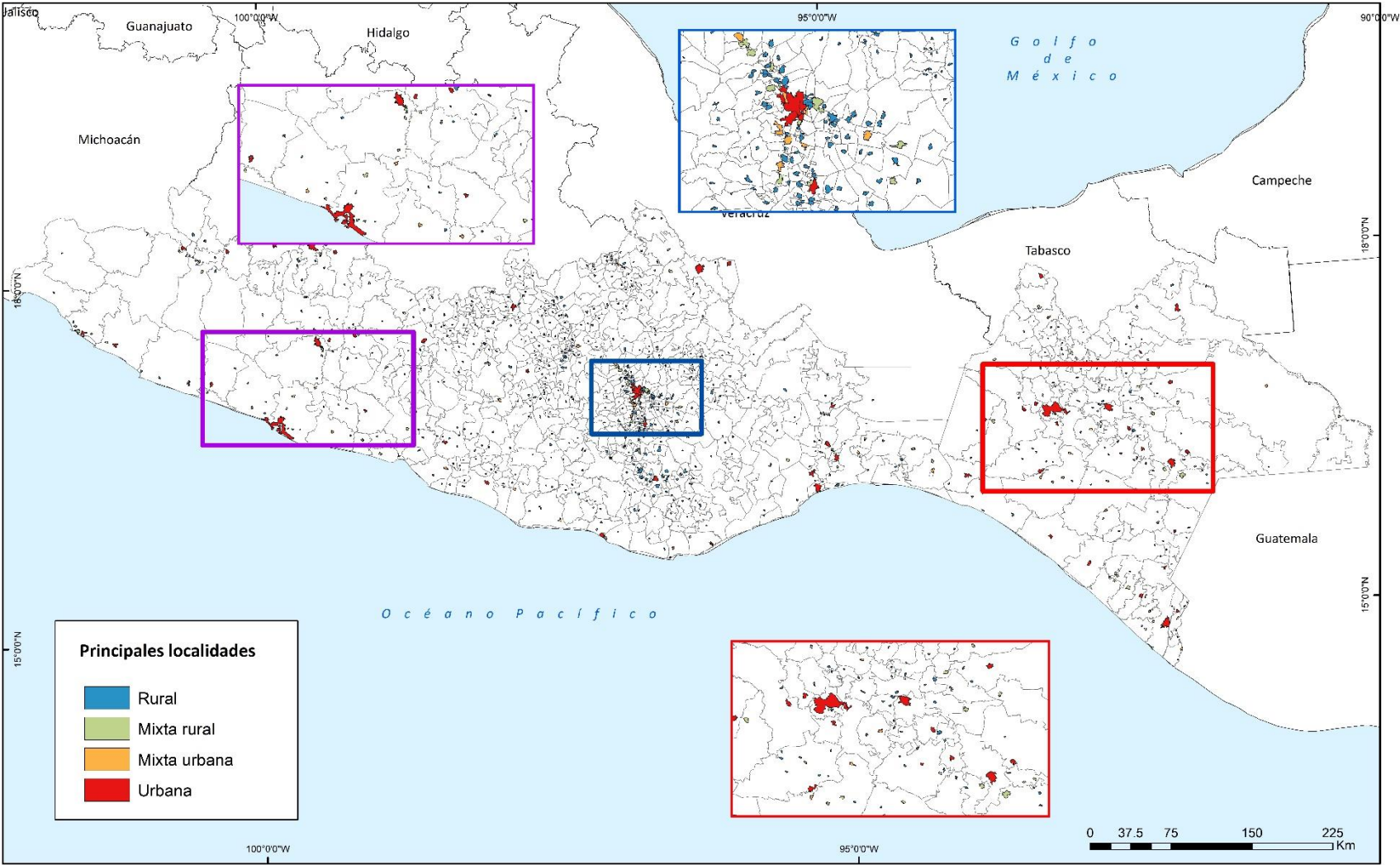
#### d) Población indígena

Los habitantes indígenas son un sector importante dentro de la población, ya que son uno de los sectores más vulnerables y se encuentran al margen del desarrollo de la sociedad; por lo que son más pobres, tienen un menor nivel de educación, tienen la menor afiliación a un servicio de salud o bien al tener acceso a una unidad de salud se dificulta su atención por el idioma propiciando que mueran a una edad más temprana (IWGIA, 2006).

De acuerdo con el último Censo de Población y Vivienda 2020, el 24.18% de la población total de la región es indígena, donde el 47.88% son hombres y 52.11% mujeres. A nivel estado la mayor distribución de la concentración de este tipo de población se presenta en Chiapas (11.04%), Oaxaca (9.24%) y por último Guerrero (3.90%). Las principales lenguas más habladas en la región son el tseltal en Chiapas, el mixteco en Oaxaca y el náhuatl en Guerrero.

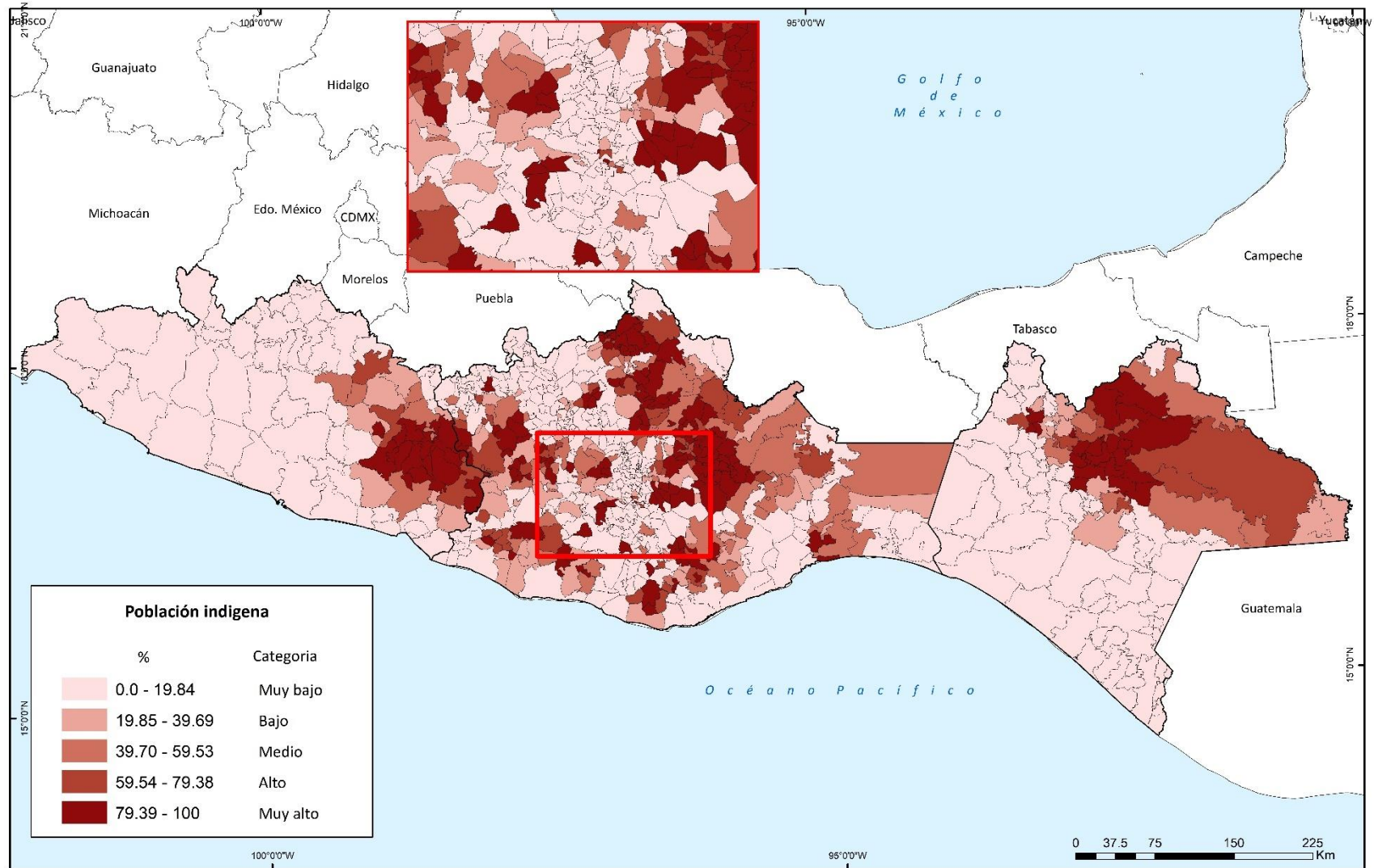
Los territorios donde más del 90% su población es indígena se encuentran localizados en la región de la Montaña de Guerrero que colinda con la región de la Mixteca en Oaxaca, también en la Sierra norte y en el Alto Papaloapan (Oaxaca), mientras que en Chiapas se ubican en los Altos de Chiapas y la zona Selvática (Selva Lacandona) (Figura 2.10).

Figura 2.9 Región del Pacífico Sur: distribución de las principales localidades



Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2020.

**Figura 2.10 Región del Pacífico Sur: distribución de la población indígena**



Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2020.

## e) Educación

La educación juega un papel importante en el desarrollo de una sociedad y condiciones de salud, ya que provee a los individuos los conocimientos, capacidades y competencias necesarias para participar de manera activa en la sociedad, en la economía y tener un adecuado cuidado en la salud.

La dinámica que presenta el sistema educativo aunado a las características generales de la región expone un panorama de diversos desafíos y debilidades, donde la desigualdad entre las zonas urbanas y rurales, la deficiencia en cobertura y la calidad de escuelas impiden hablar de un sistema consolidado y homogéneo; provocando que el nivel de escolaridad entre la población sea desigual (CONEVAL, 2018).

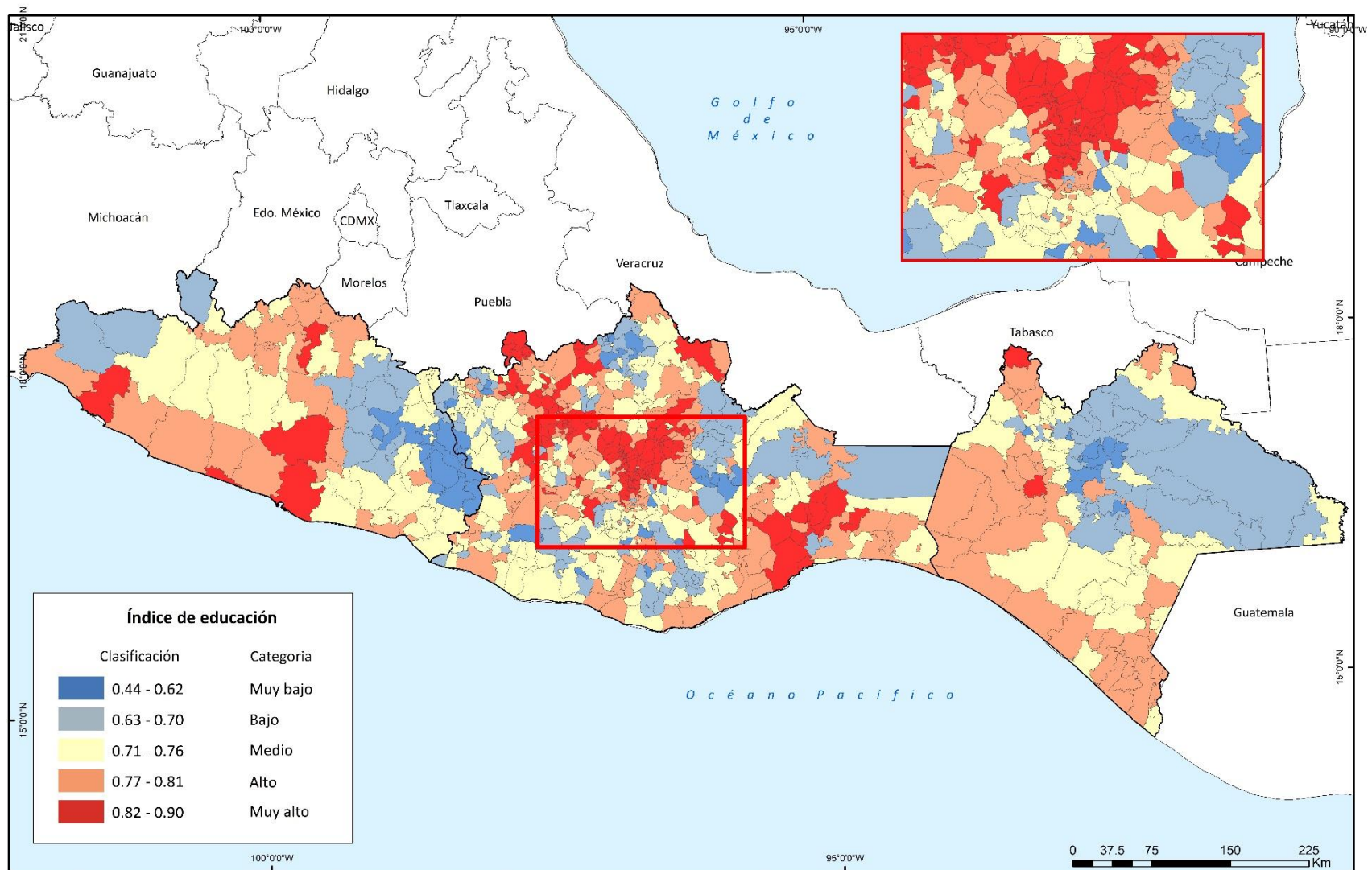
En el 2020 la región ocupa el primer lugar a nivel nacional con mayor población analfabeta, donde 13 de cada 100 personas de 15 años y más, no saben leer ni escribir; el grado promedio de escolaridad es de 8.22, lo que equivale a segundo año de secundaria.

El Estado con mayor número de población analfabeta es Chiapas con 43.65%, mientras que los municipios que tiene el 50% de sus habitantes con esta condición es Cochoapa el Grande (Guerrero) y Santa María la Asunción (Oaxaca) (INEE, 2020).

El índice de educación mide el progreso relativo de un país o un estado en materia de alfabetización de adultos y de la población que asiste en educación básica, media y superior (González, 2009); para el 2020 la tasa de alfabetización de adultos en la región es del 66.3% y la tasa de matriculación bruta combinada en los tres niveles educativos fue de 77.2%, presentando un índice de educación de 0.75.

Oaxaca es la entidad que tiene el mayor índice de educación con 0.75 y es aquí donde se encuentran los municipios de Capulálpam de Méndez y Guelatao de Juárez que tienen el mejor índice en la región (Figura 2.11).

Figura 2.11 Región del Pacífico Sur: índice educativo



Fuente: elaboración propia con base al Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), 2020.

Si bien la distribución territorial del índice de educación con valores muy altos se asemeja a la densidad de la población y la concentración de la población indígena con valores muy bajos, refleja la inequidad y el acceso a la educación en el territorio; lo cual se genera por la falta de infraestructura educativa y personal docente capacitado que puede enseñar a poblaciones indígenas.

f) Salud

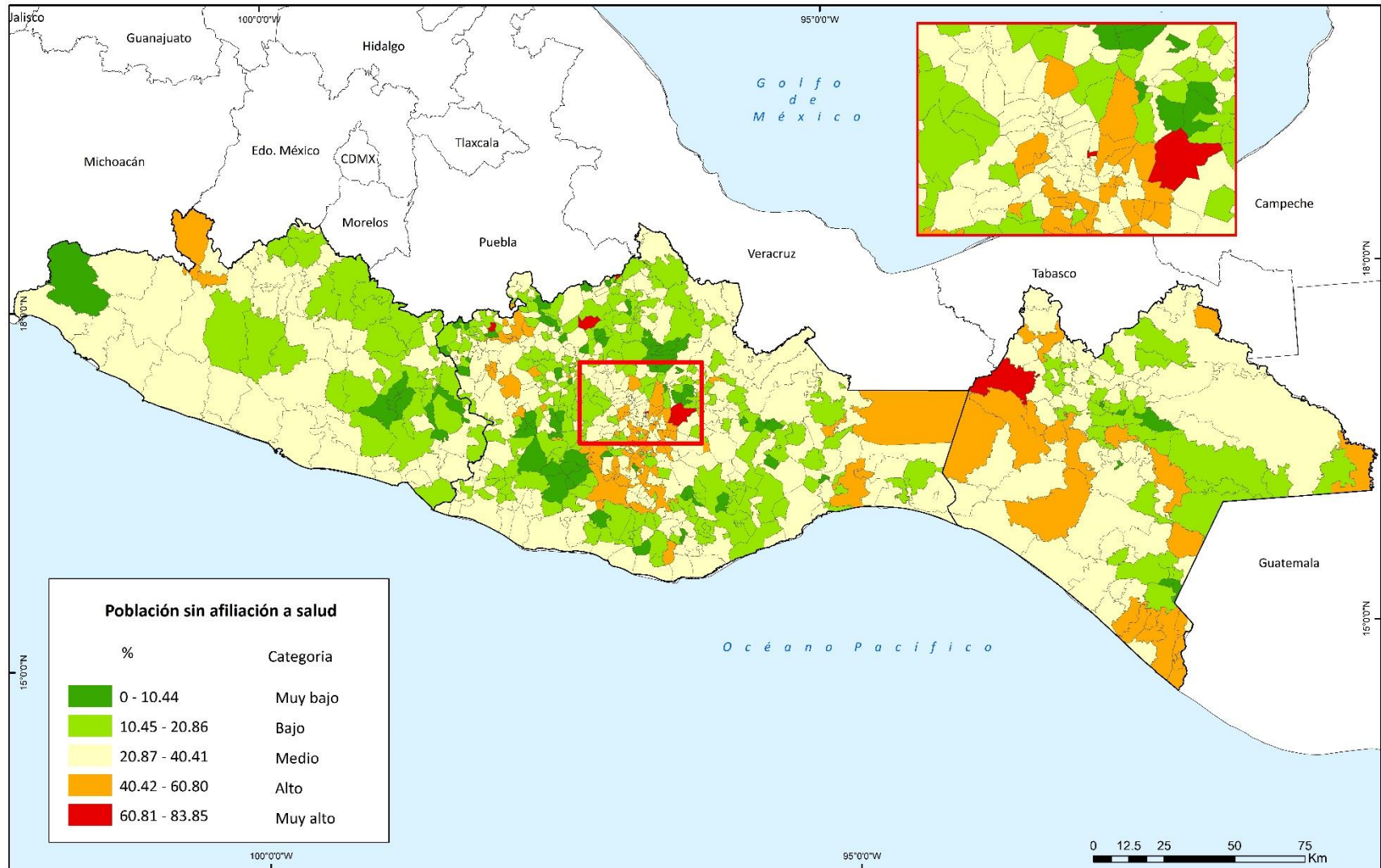
La propuesta institucional de los servicios de salud, plateada en la década de los 40<sup>s</sup>, tenía como finalidad la protección de los trabajadores y sus familias, con la esperanza que los servicios de salud fueran suficientes para casi toda la población. No obstante, el incremento de formas de trabajo no remunerado y sin prestaciones obligo al Gobierno a la búsqueda e implementación de nuevos programas de aseguramiento, disociados del empleo, para proveer la protección en salud a toda la población (Mercedes, *et. al.*, 2013).

En el 2020, el 70.3% de la población que habita la región es derechohabiente a algún tipo de servicios de salud, es decir de cada 100 personas 70 tienen derecho a servicios médicos de alguna institución pública o privada. En Chiapas apenas 67% de sus habitantes está afiliado a una institución o programa de salud, mientras que en Oaxaca es de 71% y en Guerrero el 75%.

El principal municipio que tiene la mayor población sin afiliación a la salud es Santa Ana Ateixtlahuaca (Oaxaca) donde 83 de 100 no son derechohabientes. Asimismo, cabe resaltar que los principales municipios de la región como son Acapulco, Oaxaca de Juárez y Chiapas de Corzo, la cobertura de salud en promedio es de 35 por cada 100 habitantes, es importante resaltar que son en estos territorios donde se concentra la mayor infraestructura de salud (Figura 2.12).

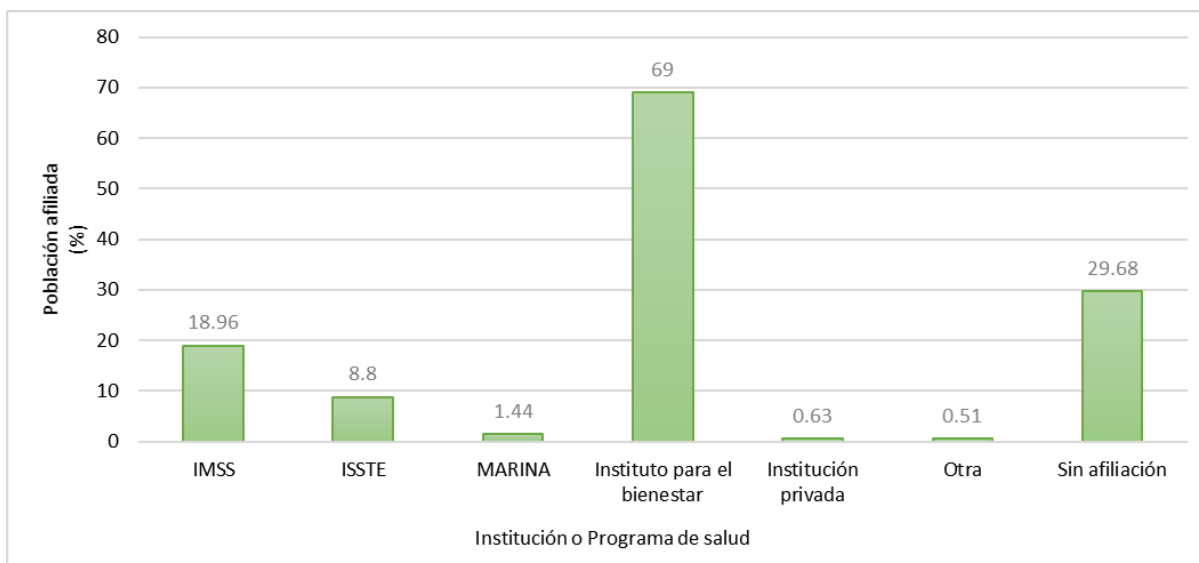
La institución que atienden la mayor cantidad de la población es el instituto para el Bienestar con 69%, seguido del IMSS con 18.96% y por último el ISSTE con 8.8%, cabe señalar que solo el 0.63% se atiende en instituciones privadas (Figura 2.13).

Figura 2.12 Región del Pacífico Sur: distribución de la población sin derechohabiencia



Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2020.

**Figura 2.13 Región del Pacífico Sur: distribución de la población derechohabiente por institución de salud**



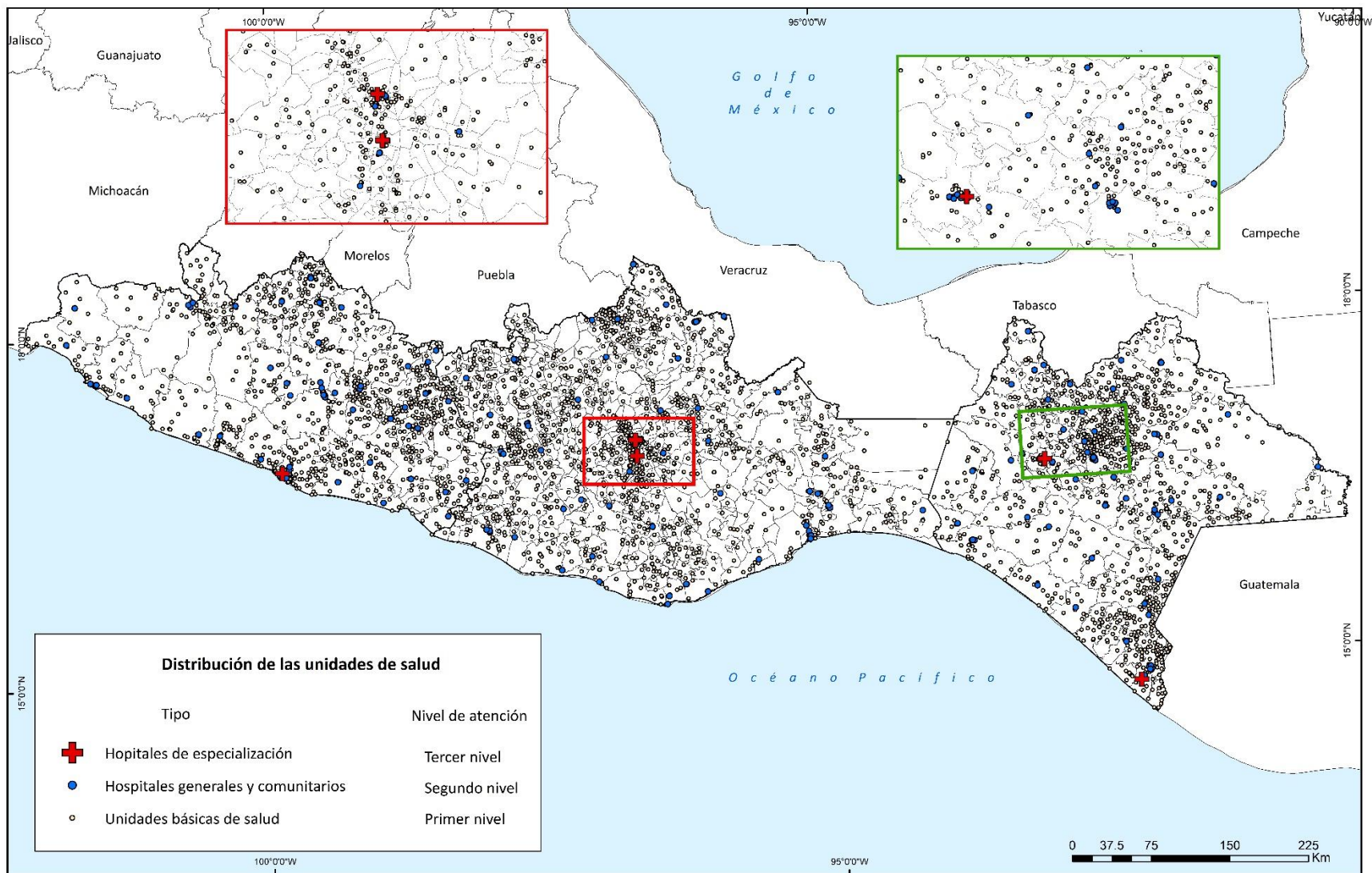
Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2020.

Hasta el año 2020, la región tiene un total de 4 033 unidades médicas públicas, de las cuales seis son hospitales de alta especialización o también conocidos de tercer nivel, 205 son hospitales generales o comunitarios y 3 822 son unidades de atención primaria o primer nivel (Figura 2.14).

El estado que concentra el mayor porcentaje de unidades de salud es Oaxaca con 39.64%, seguido de Chiapas con 31.51 y por último Guerrero con 28.83%; cabe señalar que en el primer Estado se encuentran distribuidos tres unidades de tercer nivel.

Asimismo, se tiene un total de 11 271, es decir 8.5 camas por cada 10 000 habitantes, de igual manera la región dispone 50 558 de personal médico donde la proporción de doctores por 10 000 habitantes es de 13.65 y para las enfermeras es de 24.60, a nivel nacional es de 21 doctores y 19 enfermeras por cada 10 000 hab.; el Estado que tiene mayor proporción de personal médico es Guerrero con 16.93 por cada 10 000 habitantes.

Figura 2.14 Región del Pacífico Sur: infraestructura de salud



Fuente: elaboración propia con base a la Dirección General de Información de Salud (DGIS) de la Secretaría de Salud, 2020b.

g) Economía: población económicamente activa y ocupa por sector

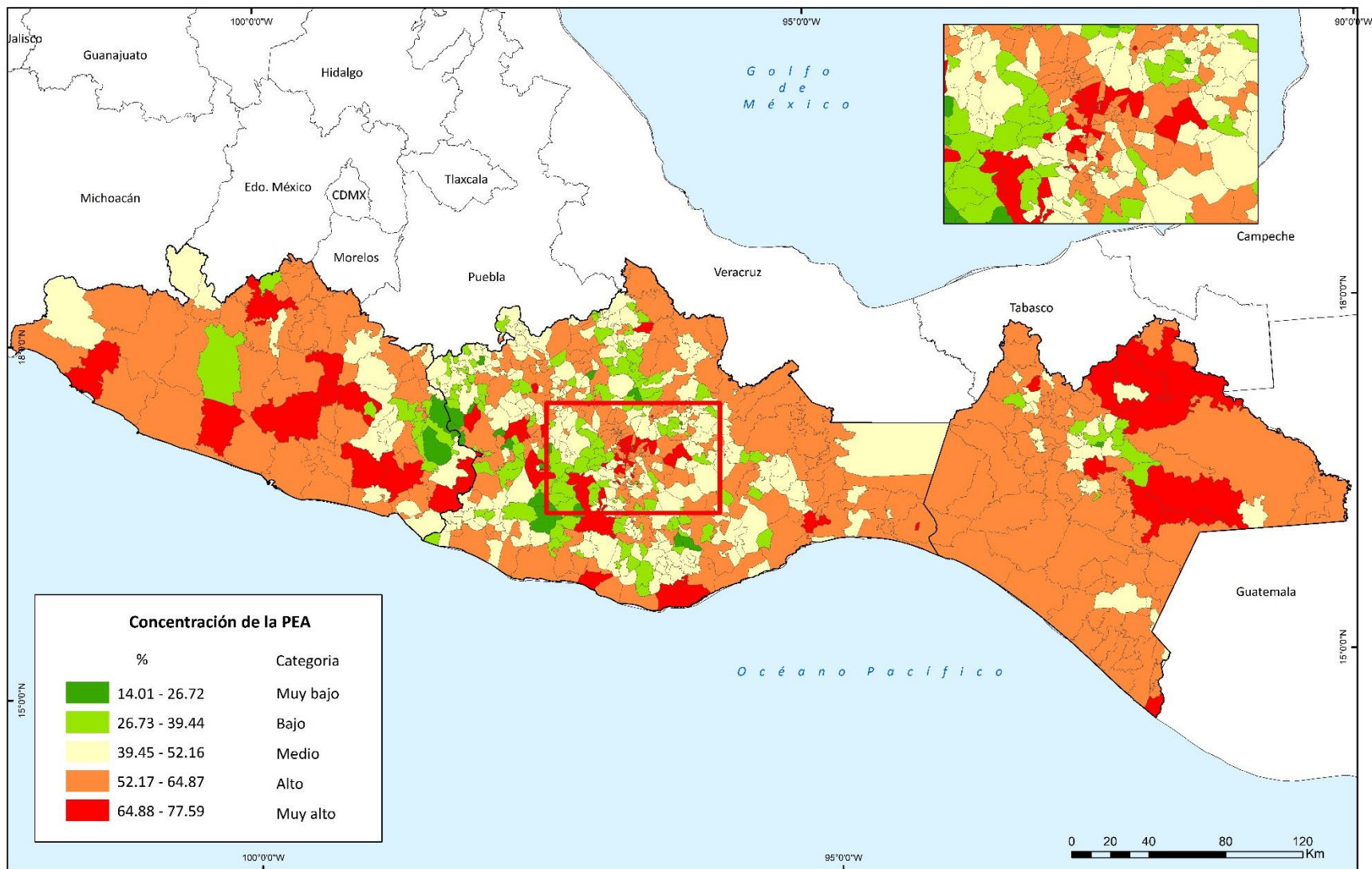
La Población Económicamente Activa (PEA) es un término introducido por la ONU en 1958, que hace referencia al grupo de personas, de cualquier sexo que proporcionan la mano de obra para la producción de bienes y servicios (ONU, 1978), en México la edad que se considera para ser una persona económicamente activa es a partir de los 12 hasta 64 años.

De acuerdo con INEGI (2020) el 75.33% de la población se encuentra en edad activa, a nivel estado Chiapas presenta el mayor porcentaje de PEA activa con 60.78, seguido de Guerrero y Oaxaca; asimismo los tres municipios con PEA muy alta son Chilón, Las Margaritas (ambos en Chiapas) y Chilapa de Álvarez (Guerrero), en cambio los de menor son Abejones, San Bartolomé Zoogocho y San Lorenzo Texmelúcan que tienen menos del 20% de PEA (Figura 2.15).

Del total de la PEA de la región el 91.19% se encuentra ocupada, en Chiapas solo es el 82.13% en los otros dos estados es más del 90%. Con respecto a las actividades económicas desarrolladas por los habitantes en edad a trabajar, el sector primario concentra el 32%, el secundario con 17% y el terciario con 51% de la PEA ocupada; este último porcentaje es producto de que es una región dedicada al turismo y al comercio al por menor (Figura 2.16).

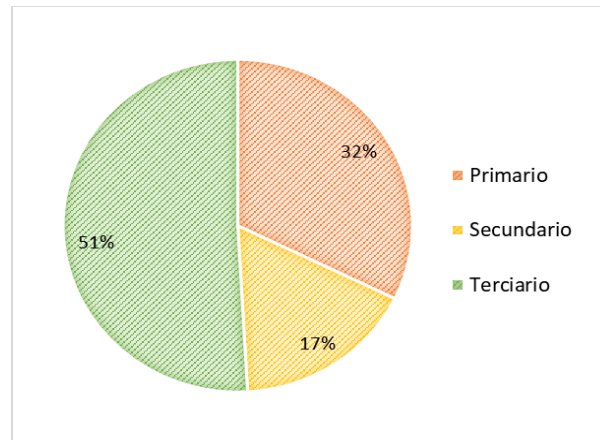
En cuanto a la distribución del salario el 36% recibió un salario mínimo, el 27% hasta dos salarios mínimos y el 19% no recibió ingresos, cabe resaltar que solo el 1% recibe más de cinco salarios mínimos. En el sector primario 44% de la población dedica a estas actividades no reciben salario, en el secundario el 38% reciben hasta dos salarios y en el sector terciario el 34% gana de uno a dos salarios mínimos (Figura 2.17); a nivel estado en Oaxaca y Chiapas su población gana un salario mínimo y en Guerrero hasta dos salarios.

Figura 2.15 Región del Pacífico Sur: distribución de la PEA



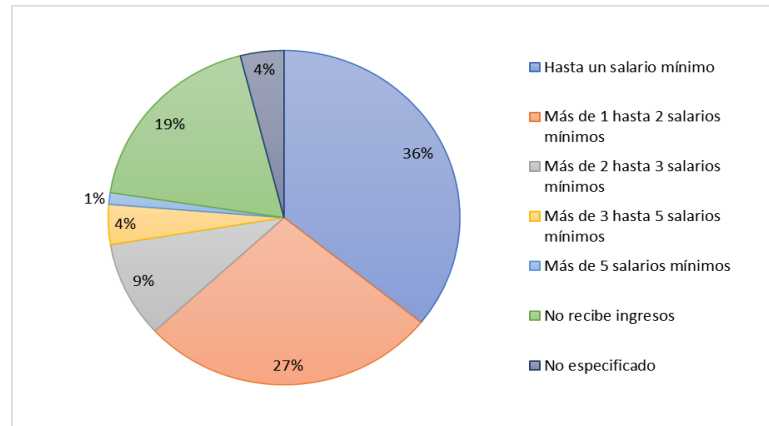
Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2020.

**Figura 2.16 Región del Pacífico Sur: población ocupada por sector**



Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2019c.

**Figura 2.17 Región del Pacífico Sur: percepción salarial**



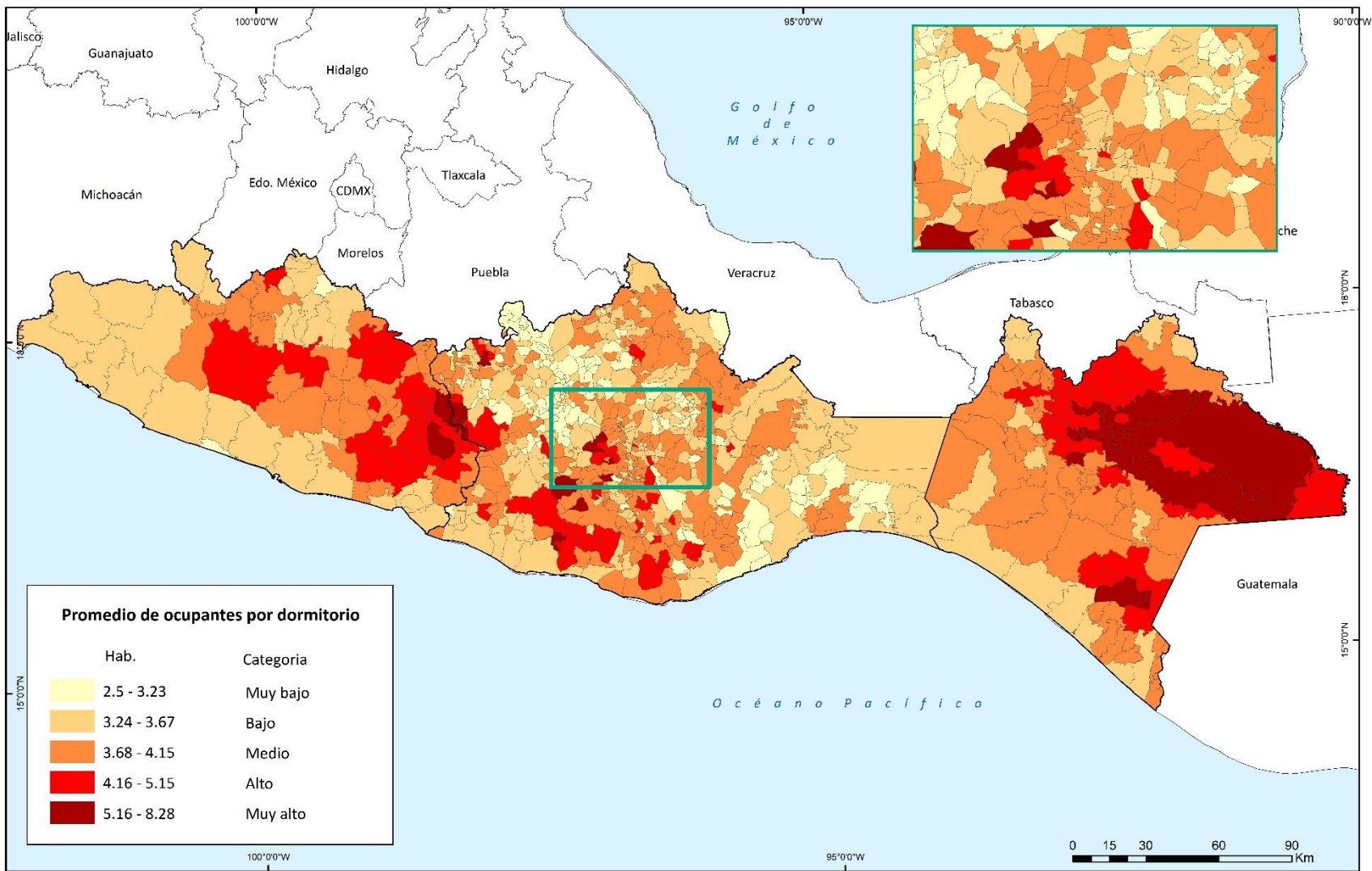
Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2019c.

#### h) Vivienda

Contar con una vivienda digna y decorosa es un derecho humano fundamental, donde cualquier mujer, hombre, niño o joven tenga un hogar; pero que además cumpla con las disposiciones jurídicas aplicables en materia de asentamientos humanos y construcción, salubridad, y cuente con espacios habitables y con los servicios básicos (ONU, 2019).

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020) en la región hay un total de 3 418 958 viviendas particulares habitadas, de las cuales tienen el promedio de ocupación 1.5 persona por cuarto, no obstante, los municipios que rebasan esta condición y sus habitantes se encuentran en hacinamiento es San Simón Zahuatlán en Oaxaca con 8.28 habitantes por cuarto y Chanal en Chiapas con 6.23 hab (Figura 2.18).

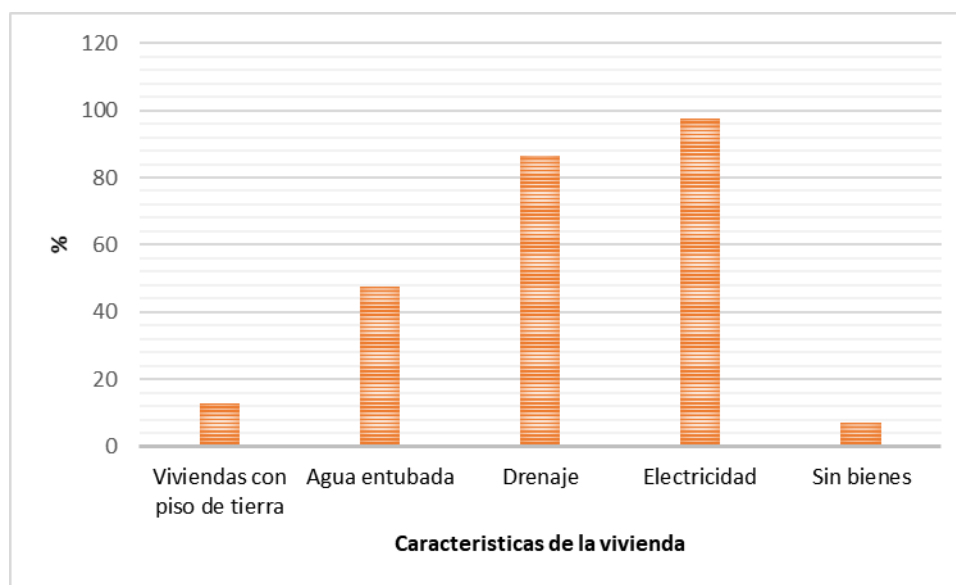
Figura 2.18 Región del Pacífico Sur: hacinamiento



Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2020.

Así mismo, el 12.80% de las viviendas habitadas tienen piso de tierra, el Estado de Guerrero concentra la mayor cantidad de viviendas con esta característica y son ocho municipios principalmente localizados en Oaxaca que más del 50% de las viviendas tiene piso de tierra. En cuanto a servicios básicos, en la región se tiene el 47.44% de viviendas con agua potable y más de 80% poseen electricidad y drenaje (Figura 2.19). Sin embargo, en 681 municipios más del 50% de las viviendas carecen de agua y 187 de drenaje, principalmente ubicados en el Estado de Oaxaca; por último, el 7.4% no posee ningún bien (televisión, radio, refrigerador, teléfono fijo).

**Figura 2.19 Región del Pacífico Sur: infraestructura de la vivienda**



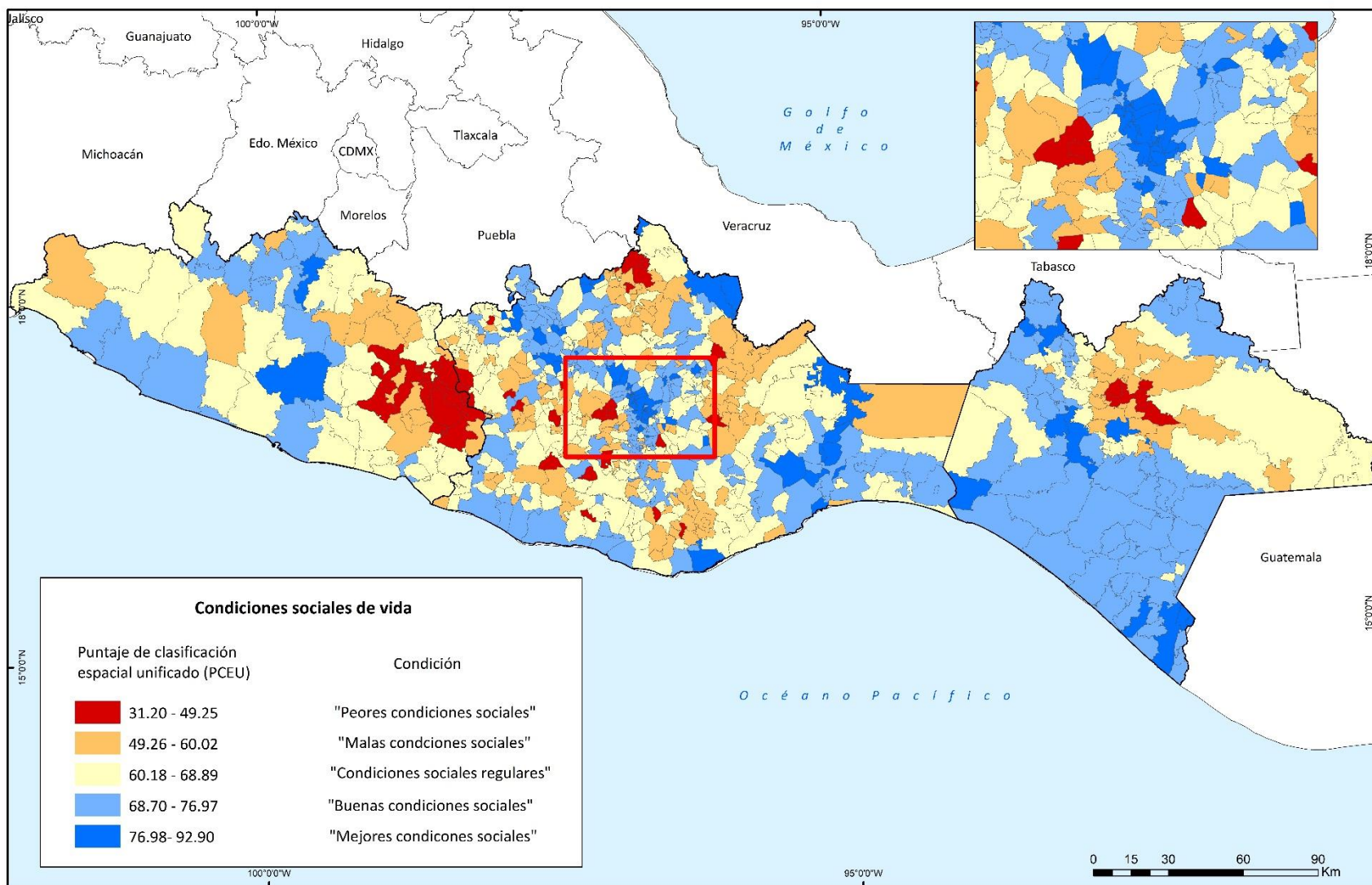
Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2020.

#### i) Mapa social

Los mapas sociales tienen una amplia y extensa tradición como parte de los estudios correspondientes a la distribución espacial de las características sociales, ya que su origen proviene del estudio de las desigualdades intraurbanas (Buzai, 2014).

La aplicación de la metodología de Puntajes de Clasificación Espacial (PCE) permitió definir las áreas homogéneas basadas en variables de beneficio y costo, resaltando aquellas zonas que reúnen las mejores y peores condiciones sociales, económicas, educativas, de salud y de servicios de la vivienda; denotando una marcada diferencias socioespaciales en el territorio (Figura 2.20).

Figura 2.20 Región del Pacífico Sur: mapa social



Fuente: elaboración propia con base al INEGI, 2020.

El resultado del análisis identifica que el 9.10% de los municipios presentan las “mejores” condiciones de vida, ejemplo de ello es el municipio de Chilpancingo en Guerrero, Oaxaca de Juárez y Chiapas de Corzo, estos municipios se caracterizan por ser la capital de cada estado, por ende es aquí donde se concentran las mayores oportunidades de empleo, de infraestructura de salud y educativa; asimismo, el Estado de Oaxaca agrupa las mayores unidades territoriales con las mejores condiciones sociales a diferencia de Guerrero que solo fueron dos municipios.

De igual manera, dentro de la región el 28.34% son municipios que tienen “buenas” condiciones sociales, donde la mayor parte se localizan en el Estado de Chiapas y Oaxaca; las particularidades de estos lugares son similares a los anteriores, con alto grado de escolaridad y viviendas que cuentan con todos los servicios básicos, no obstante, la variable de derechohabiencia hace la diferencia entre estas dos clasificaciones.

El 34.46% de las unidades territoriales poseen condiciones sociales “regulares” la distribución muestra que se encuentran localizados en la parte de la Sierra Madre del Sur y Sierra de Chiapas; algunas características que tienen estos municipios es que el grado de escolaridad en la población es secundaria o segundo año de bachillerato, así como también tienen ingresos bajos, ejemplo de ello es Coyuca de Catalán (Guerrero), Ocosingo (Chiapas) y Santiago Yosondúa (Oaxaca).

Por otra parte, el 22.62% de los municipios tienen las condiciones de vida “malas” y el 5.46% las “peores”, principalmente se localizan en los límites de los Estados de Guerrero y Oaxaca; los principales municipios que presentan esta condición son San Simón Zahuatlán (Oaxaca), Cochoapa el Grande (Guerrero), Copanatoyac (Oaxaca), Metlatónoc (Guerrero) y Coicoyán de las Flores (Chiapas). En este sentido, socialmente las poblaciones de estos lugares se encuentran en condiciones sociales, económicas, de salud y de vivienda desfavorables, impidiendo satisfacer sus necesidades básicas y su derecho a tener una calidad de vida digna.

## **2.4 Discusión**

La región del Pacífico sur mexicano es un territorio vasto de recursos naturales e hídricos debido a su privilegiada ubicación geográfica, por lo que fue un lugar óptimo para el desarrollo de diversas civilizaciones. En la actualidad, ciertas características de la región como el relieve funcionan como líneas de desigualdad entre la población derivado de la falta de desarrollo económico e infraestructura, generando zonas de mayor vulnerabilidad social y económica.

Las características socioeconómicas en la región denotan que la mitad de la población vive en zona rurales, carece de agua entubada, 13 de cada 100 son analfabetas, el grado máximo de estudios es hasta segundo año de secundaria, perciben hasta dos salarios mínimos y las principales actividades económicas que se desarrollan son las terciarias; esto genera que aproximadamente el 56% de la población se encuentre en condiciones de vida de “regulares a pésimas” que hasta cierto punto contribuyen al desplazamiento interno y externo de la población de jóvenes entre las edades de 20 a 30 años en busca de mejores oportunidades.

En este sentido, la distribución y concentración desigual de la población en la región ha generado una asignación desproporcionada de recursos económicos, que se refleja en el desarrollo socioeconómico y capacidades de cada municipio y población, originando territorios marginados y segregados expuestos a un continuo deterioro de su estado de salud.

## **CAPÍTULO 3.**

### **METODOLOGÍA**

En este capítulo, se analizan algunas técnicas empleadas para desarrollar el índice de vulnerabilidad social en salud y la variabilidad espacial del mismo y de la mortalidad materno infantil. De igual manera, se propone un esquema metodológico, el cual está conformado por una serie de variables y métodos estadísticos, que tienen el propósito de encontrar patrones de distribución espacial y temporal, además de conformar el índice de vulnerabilidad social en salud y la posible asociación con la mortalidad materno infantil.

#### **3.1. Metodologías y técnicas**

En los últimos años se han desarrollado diversas metodologías apoyadas en el uso de las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y modelos espaciales, ejemplo de ello es el análisis multivariado, que son diversos métodos estadísticos utilizados para determinar la contribución de varios factores en un simple evento o resultado, valorando los juicios u opiniones del decisor para analizar, evaluar, jerarquizar o descartar factores con base a una evaluación (Buzai, 2015), generando resultados que coadyuvan a la toma de decisiones.

Una de las características de esta metodología es que la gran mayoría de los métodos multivariados tienen un carácter exploratorio y no tanto inferencial, que tiene como objetivo la agrupación, asociación y dependencia de las variables elegidas, así como su dimensión; no obstante, algunos métodos multivariados inferenciales sirven para componer patrones en los datos y extraer inferencias acerca de las sociedades que se analizan, ejemplo de ello son los análisis de regresión o series de tiempo.

De acuerdo con Lozares y López (1991) los métodos multivariados se pueden clasificar de acuerdo con el diseño de la investigación en:

- Métodos o técnicas exploratorias como: las escalas multidimensionales, análisis de componentes principales, análisis de correspondencias, puntajes de clasificación espacial, series de tiempo, etc.

- Métodos o técnicas vinculados al análisis explicativo causal como: los de estructura causal, análisis del camino (Path Analysis), análisis factoriales confirmativos, regresiones y varianzas múltiples, series de tiempo, etc.

De igual manera, el análisis multivariado puede aplicarse desde dos perspectivas: la primera, centrada en la clasificación de las variables, para lograr macro variables o componentes del problema en cuestión; y la segunda, centrada en la correlación de unidades espaciales, para la obtención de áreas o regiones geográficas, donde el resultado es la construcción de áreas homogéneas, como un modelo socioespacial, que evidencia las heterogeneidades espaciales internas del área de estudio, mostrando una aproximación de la realidad (Humacata, 2014).

En este sentido, algunas de las técnicas del análisis multivariado que se utilizan para analizar la variabilidad espacial de la mortalidad materno infantil y el desarrollo del índice de vulnerabilidad son las siguientes:

- a) Métodos de series de tiempo: tendencia monótona de Man Kendall y test de Knox

Las observaciones de varias variables relacionadas a través del tiempo son una herramienta esencial en cualquier proceso de toma de decisiones. Por lo que, el análisis de series de tiempo es un método cuantitativo que se utiliza para establecer patrones de comportamiento en los datos, ya sean de cambios o permanencia en la información estadística en intervalos o periodos regulares; en este sentido, las series de tiempo apoyan a predecir la incertidumbre asociada con los acontecimientos futuros.

De acuerdo con Peña (2005), existen cuatro tipos de cambio o variación implicados en el análisis de series de tiempo, estos son:

- Tendencia secular o variación secular: el valor de la variable tiende a aumentar o disminuir en un periodo muy largo.
- Fluctuación cíclica o variación cíclica: los movimientos cíclicos no siguen ningún patrón regular, sino que se mueven de manera tanto impredecible.
- Variación estacional: este tipo de variación implica patrones de cambio en el lapso de un año que tienden a repetirse anualmente.
- Variación irregular: el valor de una variable puede ser completamente impredecible cambiando de manera aleatoria.

Las tendencias pueden ser rectas o curvilíneas (logarítmicas, exponenciales, potenciales y polinómicas), por lo que existen diversos métodos para describir y analizar tendencias, como lo es la prueba Mann-Kendall.

La prueba Mann-Kendall es un teste no-paramétrico para evaluar la tendencia en series de datos, que consiste básicamente en la comparación entre los valores que componen una misma serie temporal de manera secuencial (Silva, 2007), es decir, compara las magnitudes relativas de datos de la muestra en lugar de los valores de datos propios.

Por lo que, se propone dos hipótesis, donde la hipótesis nula (H0) será verdadera cuando los datos que componen la serie temporal son aleatorios, independientes e igualmente distribuidos. Para que la hipótesis alternativa (H1) se aceptara cuando los datos de la serie temporal siguen una tendencia monoatómica. La prueba Mann-Kendall se representa con la siguiente ecuación [4]:

$$s = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad [4]$$

$X_j$  representa los datos estimados de la secuencia de valores,  $n$  representa el tamaño de la serie temporal. Reciben valor cero (0) si  $(X_j - X_k) = 0$ ; y [-1] si  $(X_j - X_k) > 0$ , por fin, [1] si  $(X_j - X_k) < 0$ . Supone que H0 sea verdadera, S debe presentar una distribución aproximadamente normal con media cero y variancia  $\text{Var}(S) = [(n*(n-1) *(2*n+5)]/18$ . El resultado de S indica la posible existencia de tendencias, desde que el valor de S sea significativamente diferente de cero. Siendo S diferente de cero, la hipótesis nula H0 puede ser rechazada, y la hipótesis alternativa H1 sería aceptada (Mann, 1945)

De acuerdo con Yue (2002), la estadística Mann Kendall toma como valor inicial la desviación estándar, donde es 0, y cuando un valor es más alto que el valor del periodo anterior, la desviación estándar incrementa en 1, y cuando el valor en un periodo es inferior a los valores de datos de la muestra anterior, disminuye la desviación estándar en -1; por lo que se puede inferir que un valor positivo muy elevado en la desviación estándar es un indicador de una tendencia ascendente, y un valor negativo muy bajo es una tendencia a la baja.

Por otra parte, otro método para realizar y analizar series de tiempo es el test Knox, que a diferencias de la prueba Mann Kendall, este no solo considera la componente temporal, sino

que también la espacial, por lo que se convierte en un modelo estadístico temporalmente dinámico y espacialmente descriptivo, que permite encontrar agregaciones espaciotemporales.

El método de Knox es quizá uno de los primeros reportado en la literatura para la detección de conglomerados espacio - temporales. En el cual se plantean un sistema de hipótesis, donde la hipótesis nula se refiere a que el tiempo de ocurrencia de los eventos están distribuidos aleatoriamente a través de la ubicación de los casos, es decir, la distancia en el tiempo entre pares de casos es independientes de las distancias espaciales; mientras que la hipótesis alternativa plantea que los casos cercanos en el espacio tienden a estar próximos en el tiempo. (Knox, 1964).

En este sentido el método consiste en calcular distancias espaciales y temporales entre todos los pares de casos e instaurar ciertos criterios en espacio – tiempo, por ejemplo, cuando la distancia geográfica calculada es menor que la distancia crítica predefinida anteriormente, se considera que los casos están cerca, de lo contrario están lejos.

En otras palabras, el investigador define los valores críticos de  $e$  (espacio) y  $t$  (tiempo), los cuales constituyen respectivamente la distancia máxima aceptada entre dos casos para que puedan ser considerados cercanos espacialmente (distancia espacial crítica) y el tiempo máximo entre la ocurrencia de dos casos para considerarse próximos en tiempo (distancia temporal crítica); cabe señalar que estas variables dependerán de la característica epidemiológica de la enfermedad (Casas, *et. al.*, 2004). No obstante, se recomienda seleccionar las distancias críticas con base en los percentiles, ya que así se tendrá que las distancias sean independientes de la escala medida.

Para calcular la distancia espacial entre dos casos  $(x_i, y_i)$  y  $(x_j, y_j)$  se utiliza la distancia euclidiana [5].

$$e_{ij} = + \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad [5]$$

Mientras que, para la distancia temporal se toma la diferencia entre las fechas de ocurrencia de los dos casos, siempre en valores absolutos [6].

$$t_{ij} = |f_i - f_j| \quad [6]$$

Los resultados se exhiben en una tabla de contingencia (2x2), mostrando las cuatro posibilidades que existen (Cuadro 3.1).

**Cuadro 3.1 Disposición de los pares según su cercanía espacial y temporal**

<b>Dimensión temporal</b>			
<b>Dimensión espacial</b>	<i>Cerca</i> ( <i>dist.temp. &lt; dtc</i> )	<i>Lejos</i> ( <i>dist.temp. &gt; dtc</i> )	<i>Total</i>
<i>Cerca</i> ( <i>dist.esp. &lt; dec</i> )	<b>A</b> (pares cercanos en espacio y tiempo)	<b>B</b> (pares cercanos solo en espacio)	A+B = N <sub>1T</sub>
<i>Lejos</i> ( <i>dist.esp. &gt; dec</i> )	<b>C</b> (pares cercanos sólo en tiempo)	<b>D</b> (pares sin cercanía de tiempo ni espacio)	C+D
<i>Total</i>	<b>A+C = (N<sub>1S</sub>)</b>	<b>B+D</b>	n=A+B+C+D

Nota: N<sub>1S</sub>: representa el número total de pares de casos cercanos espacialmente, N<sub>1T</sub>: representa el número total de pares de casos cercanos temporalmente; dec: distancia espacial crítica y dtc: distancia temporal crítica, estos valores son otorgados por el investigador.

Fuente: elaboración con base a Casas, *et. al.*, 2004.

Para calcular la probabilidad de observar n o más números de casos cercanos en espacio y tiempo se calcula de la siguiente manera [7], que corresponden a la distribución de Poisson con media y con esta asunción se calcula el valor p de la prueba [8].

$$Probabilidad = \frac{N_{1S} * N_{1T}}{n} \quad [7]$$

$$P \text{ value} = PR |Poisson (\lambda) \geq A| \quad [8]$$

Una de las desventajas de este método es que solo detecta clúster en ambas dimensiones, ya que, si se encontraran agregaciones que ocurren en un corto período de tiempo, pero separadas espacialmente en áreas distantes, no podrán ser detectadas (Casas y Grau, 1999).

#### b) Puntajes de clasificación espacial

Uno de los métodos exploratorios del análisis multivariado son los Puntajes de Clasificación Espacial (PCE), que se basa en la estandarización de las variables con el propósito de obtener un valor final que muestre y permita analizar la distribución espacial de cada variable (Villerías y Buzai, 2017), es decir, se obtienen de la síntesis de los valores que adquiere cada conjunto de

variables de beneficio (VB) [9] y de costo (VC) [10] en cada unidad espacial. Donde las variables de beneficio son aquellas que en sus valores más altos representan un estado óptimo, mientras que las variables de costo se refieren aquellas que sus máximos valores tiene una pésima condición.

$$PCEB = \sum \frac{VB}{n} \quad [9]$$

$$PCEB = \sum \frac{VC}{n} \quad [10]$$

Cabe señalar que antes de llevar a cabo la sumatoria de las variables estas deben estar previamente normalizadas o estandarizadas, para ser perfectamente comparables entre sí. Las variables se hacen comparables a través de dos procedimientos, el cálculo de puntaje omega ( $\Omega$ ) [11] y del puntaje Z score [12].

$$\Omega = \left( \frac{X-m}{M-m} \right) 100 \quad [11]$$

Donde X es el dato de cada unidad espacial, m y M son respectivamente los datos menor y mayor de la serie de datos; el resultado lleva los datos en un rango de 0 a 100.

$$Z = \frac{X-x}{\sigma} \quad [12]$$

Z es el puntaje estándar, X el dato de la variable en cuestión, menos la media, entre la desviación estándar de la variable. Los resultados brindaran valores positivos y negativos respecto a la media en 0 con desvió estándar 1 (Buzai,2015). En este sentido, los puntajes de clasificación espacial se calculan de la siguiente manera [13]:

$$PCE = \frac{\sum \text{Dim}(\Omega \text{ o } Z)}{n} \quad [13]$$

Donde los PCE es la sumatoria de las n dimensiones de variables previamente normalizadas entre el número total de las dimensiones.

Una de las ventajas de esta técnica es que categoriza un área de estudio a partir de una serie de variables, además de que es una primera aproximación para conocer el territorio y conllevar a otros análisis más complejos.

### c) Métodos de ponderación

Ponderar un conjunto de variables para construir un indicador, es en esencia un juicio de valores que explica el objetivo que subyace al diseño del indicador, por lo que no existe metodología estadística objetiva que establezca los pesos de las variables, en este sentido se recurre a la opinión experta y a la búsqueda de consensos con grupos de interés que contribuyen con su conocimiento, priorizando algunas variables sobre otras a través de la asignación de pesos relativos (Schuschny y Soto, 2009).

De acuerdo con Schuschny y Soto (2009) existen diversas técnicas que permiten asignar ponderaciones, algunas de ellas son las siguientes:

- Ponderación mediante cálculos de regresión: los modelos de regresión lineal pueden proporcionar valiosa información acerca del vínculo entre un conjunto de variables y una variable dependiente, además de que permiten a través del coeficiente estimado de las variables independientes ser factores de ponderación.

No obstante, subyace la suposición de que las variables tienen un comportamiento lineal en relación con objetivo planteado y que éstas deberían ser independientes entre sí puesto que si hay multi colinealidad el análisis se torna deficiente.

- Análisis de componentes principales: esta técnica se puede utilizar para ponderar cuando se está en presencia de colinealidad en las variables, ya que unifica variables de acuerdo con su posible asociación y la información común que poseen.

Una de las principales desventajas del ACP para ponderar variables es que minimiza la contribución de variables que poseen una evolución distinta, es decir, en este tipo de análisis no se puede llegar a un resultado concluyente, ya que algunas relaciones pueden no ser significativas o se pueden generar relaciones distintas a las que se busca.

- Análisis envolvente de datos: este análisis permite identificar aquellas unidades de análisis que mejor desempeño tienen y de allí establecer un indicador global del cual se evalúan las demás unidades, es decir, se basa en analizar el comportamiento comparando el de las demás unidades, de manera que cuanto mayor sea su valor, mejor será el desempeño de la dimensión de la variable (Schuschny, 2007).

Una desventaja es que, es un método que sustituye la opinión de los expertos por la del analista, lo que conlleva a que los resultados sean cuestionables y carezcan de transparencia.

- Modelos de componentes no observados: en este método se plantea que las variables que podrían conformar el indicador se suponen dependientes de una variable no observada (variable dependiente no conocida) más un término de error, que al estimar la variable no observada será posible obtener algún conocimiento acerca de las relaciones que pudieran darse entre el indicador compuesto y sus variables constitutivas; dicho de otra manera, los pesos se asignarán de acuerdo aquellos que minimizan el termino de error resultante. Este método no es adecuado cuando las variables están altamente correlacionadas.
- Análisis Conjunto: es una técnica estadística cuyo objetivo es determinar qué combinación de un número limitado de atributos es el preferido por un grupo de encuestados. La diferencia que existe del AHP y el análisis de conjunto, es que el primero valoriza las alternativas agregando el valor individual de las variables y el segundo lo hace desagregado; es decir, los encuestados eligen el conjunto de variables preferidas por ellos asignando un puntaje de preferencia o también llamado puntaje de Likert de 9 puntos, donde 1 no es preferible y 9 es muy preferido. Cabe resaltar que este análisis es idóneo cuando se tiene un máximo de 10 variables, de lo contrario puede dificultar la evaluación por parte del encuestado.
- Procesos de Jerarquía Analítica (AHP): esta es una técnica participativa de ponderación, donde se consideran múltiples aspectos ya sean cualitativos o cuantitativos en una decisión, lo que la convierte en un método racional para estimar factores de ponderación de las variables.

De acuerdo con Saaty (1998) el AHP se basa en asignar pesos de acuerdo con la importancia de la variable, esta intensidad de preferencia se mide en una escala Likert (Cuadro 3.2).

**Cuadro 3.2 Escala de Likert de Saaty**

<b>Escala numérica</b>	<b>Escala verbal</b>	<b>Escala explicativa</b>
1	Igual importancia.	Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad o criterio
3 y 1/3	Igual y moderadamente preferible.	El juicio y la experiencia previa favorecen o desfavorecen a un elemento frente al otro.
5 y 1/5	Fuertemente más importante un elemento que en otro.	El juicio y la experiencia previa favorecen o desfavorecen fuertemente a un elemento frente al otro.
7 y 1/7	Mucho más fuerte la importancia de un elemento que la del otro.	Un elemento domina fuertemente o es dominado. Su dominación está probada en práctica.
9 y 1/9	Importancia extrema de un elemento frente al otro.	Un elemento domina o es dominado con el mayor orden de magnitud posible
2,4,6,8 1/2, 1/4, 1/6 y 1/8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes.	Usados como valores de consenso entre dos juicios adyacentes

Fuente: elaboración propia con base en Saaty, 1998.

El resultado de este método es una matriz de comparaciones pareadas, de forma que cada uno de los componentes reflejan la intensidad de preferencia de un elemento frente a otro respecto del atributo considerado. Posteriormente se realiza un análisis de consistencia para evaluar la lógica de los valores asignados en la matriz de comparación de las variables.

Dada la bondad y las ventajas del método de AHP que tiene en comparación de los anteriores mencionados, este método es el indicado para asignar las ponderaciones de las variables que conformaran el índice de vulnerabilidad.

#### d) Métodos de agregación

Los métodos de agregación son diversas técnicas estadísticas multivariadas que permite clasificar en grupos o clúster, diversas unidades espaciales de análisis a través del procesamiento de numerosas variables o indicadores que describen la condición territorial de esas unidades. Existen diversos métodos de agregación, entre los principales se encuentran (Schuschny y Soto, 2009):

- Análisis de conglomerados: este tipo de análisis tiene como objetivo establecer tipologías para las unidades de análisis que sean homogéneas entre sí, las cuales se construyen maximizando la distancia de las unidades de tipológicas diferentes y minimizando la distancia de las unidades de una categoría particular (Schuschny y Soto, 2009).

Existen dos grandes tipos de análisis de clústers: no jerárquicos y jerárquicos. Los no jerárquicos son aquellos que asignan los casos o grupos diferenciados, generando clústeres disjuntos que se caracterizan por que cada caso pertenece sólo a un grupo o bien clústeres solapados que pueden pertenecer a más de un grupo; los clústeres jerárquicos son aquellos que configuran grupos con estructura arborescente, de forma que clústers de niveles más bajos van siendo englobados en otros clústers de niveles superiores (De la Fuente, 2011).

De acuerdo con Spath (1980) existen diversos métodos que permiten la distancia ente grupos, algunos de ellos son: agrupación por vecinos cercanos (enlace simple), agrupación por los vecinos más lejanos (enlace completo), promedio de todas las distancias (enlace promedio), promedio pesadamente de todas las distancias (enlace promedio ponderado) y el método de Ward.

- Suma de rankings: es el método más simple de agregación, consiste en sumar cada unidad de análisis [14], el orden o ranking que posee cada una de las variables, en relación con el resto de las demás unidades. La ventaja de este método es la

simplicidad y la supuesta independencia que se genera respecto de los datos atípicos.

$$I_t^j = \sum_{i=1}^p \text{Ranking } ij_{yt} \quad [14]$$

- Conteo de las variables que superan o exceden una referencia dada: esta técnica contabiliza el número de indicadores que están por debajo o encima de valores de referencia preestablecidos, es decir, se define previamente un umbral el cual permite determinar aproximadamente el rango de los valores que adquieren las variables.
- Media aritmética ponderada: es el método más utilizado, ya que están normalizadas las variables y asignados los pesos se aplica la siguiente formula, donde Y es el peso y W es la variable [15].

$$I_t^j = \sum_{i=1}^p w^i * y_t^{ij} = w^1 * y_t^{1j} + \dots + w^p * y_t^{pj} \quad [15]$$

Una de desventaja son los valores extremos y otro problema es que los valores positivos y negativos se anulan mutuamente.

- Media geométrica ponderada: al igual que la media aritmética ponderada multiplica los valores por el peso asignado de las variables y posteriormente se obtiene la raíz n-ésima del producto de todos los números [16].

$$I_j^i = \left( \prod_{i=1}^n w_i^{y_i} \right)^{\frac{1}{\sum_i a_i}} = (w_1^{y_1} + w_2^{y_2} + \dots + w_n^{y_n})^{\frac{1}{a_1 + \dots + a_n}} \quad [16]$$

Esta técnica a diferencia de la anterior considera todos los valores de la distribución y es menos sensible que la media aritmética a los valores extremos. No obstante, el significativo estadístico que se obtiene es menos intuitivo que la media aritmética ponderada y cuando el valor de la media es igual a 0 este se anula o queda indeterminado.

- Aproximación multicriterio: esta técnica se utiliza cuando se tienen numerosas variables en un conjunto de unidades de análisis y se desea establecer un ordenamiento o ranking para analizar desempeños relativos, es decir algunas

variables favorecen más a unas unidades espaciales que otras. Para ello se crea una matriz donde se suman los pesos y posteriormente se establece un orden de prioridad atendiendo la puntuación obtenida, tendrá mayor importancia el que obtenga mayor puntaje en la sumatoria.

- Algoritmo Max-P: es un método propuesto por Duque, Anselin y Rey (2012) el cual agrega  $n$  áreas en la cantidad máxima de regiones espacialmente contiguas, de manera que cada agregación satisfaga un valor umbral mínimo predefinido para alguna característica regional espacial, además este método debe de contener una contigüidad explícita y minimiza la heterogeneidad intrarregional (Duque, Royuela y Noreña, 2012).

De acuerdo con Sáenz (2016) el objetivo es buscar la participación óptima  $P_p$ , siendo la sumatoria ( $\Pi$ ) el conjunto de las posibles particiones de un territorio, y  $H$  corresponde a la función que mide la heterogeneidad total de la participación, de modo que la fórmula para calcular las agregaciones es la siguiente, donde el primer término representa el número de regiones [17] y el segundo término representa la heterogeneidad intrarregional [18]:

$$|P_p| = \max(|P_p| : P_p \in \Pi) \quad [17]$$

$$\exists P_p \in \Pi : |P_p| = |P_p| \lambda H(P_p) < H(p_p) \quad [18]$$

La comprobación de los resultados del Max-P se obtiene comparando la suma de cuadrados de la solución contra soluciones simuladas, cuando el pseudo p-valor es menor a 0.05 indica que la agregación obtenida es significativamente diferente a una partición aleatoria (Saénz, 2016).

De acuerdo con Duque, Royuela y Noreña (2012) algunas de las ventajas de este método es que minimiza la pérdida de información al realizar el número mínimo de agregaciones necesarias para formar regiones adecuadas y homologa el número de regiones, es decir solo se tiene que especificar el número de observaciones por región; donde la forma de las regiones va a depender del patrón espacial de las variables de agregación.

#### e) Análisis de regresiones

El análisis de regresión es una técnica de análisis que permite calcular y analizar la relación que existe entre una variable dependiente y una o varias variables explicativas, por lo que se obtiene una ecuación matemática que describe la relación referida de estimación o predicción.

Los modelos de regresión se van a clasificar en función del número de variables y la forma de interactuar entre ellas, por lo que se proponen los siguientes (Elorza, 2008):

- Modelo de regresión lineal simple: es un proceso estadístico que permite modelar una relación entre dos variables, es decir, considera una variable predictora (x) y una variable dependiente (Y); calculando la relación entre ambas a través de la siguiente ecuación [19]:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_n X_n + \epsilon_i \quad [19]$$

Donde  $Y_i$  es el valor observado de la variable dependiente en el punto  $i$ ;  $B_0$  es la intersección real con el eje "Y" ordenada al origen,  $B_n$  es el coeficiente de regresión o pendiente de la variable explicativa  $n$  en punto  $i$ ;  $X_n$  es el valor de la variable  $N$  en el punto  $i$ . El modelo de regresión lineal también contiene un término de error representado por  $E$ , o la letra griega épsilon. El término de error se usa para explicar la variabilidad en  $y$  que no puede explicarse por la relación lineal entre  $X$  e  $Y$ .

- Modelo de regresión lineal múltiple: este modelo permite relacionar más de dos variables independientes y se utiliza cuando se cree que hay más de una variable o factor que afecte la variable dependiente. El modelo de regresión lineal múltiple puede ser descrito a partir de la siguiente ecuación [20]:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \epsilon_i \quad [20]$$

Al igual que en la ecuación anterior  $Y_i$  representa la variable dependiente que se está analizando y  $B_1, B_2, B_n$  son las variables independientes que pueden afectar al valor de la variable dependiente  $Y$ ; mientras que  $E$  representa el posible error existe o variación entre las variable dependientes e independientes.

- Modelo de regresión no lineal: este tipo de modelos se presenta cuando no existe un desarrollo lineal, por lo que permite obtener una aproximación de los valores de

la variable dependiente a través de añadir una curvatura al modelo introduciendo nuevos predictores que se obtienen al elevar todos o algunos de los valores originales a distintas potencias, por ejemplo: regresión exponencial, regresión potencial, regresión parabólica, etc.

Para confirmar la validez del modelo de regresión es necesario obtener el  $R^2$  (también conocido como coeficiente de determinación, o coeficiente de determinación múltiple si se trata de regresión múltiple) que es una medida estadística que permite identificar qué tan cerca están la línea de regresión ajustada; por lo que se muestra el porcentaje (0 a 100) de la variación en la variable de respuesta explicada en el modelo lineal, cuando el resultado es 0% infiere que el modelo no explica ninguna porción de la variabilidad de los datos de respuesta en torno a su media o cuando es 100% el modelo explica toda la variabilidad de los datos de respuesta en torno a su media; es decir, cuanto mayor es  $R^2$  mejor se ajusta el modelo a los datos.

Asimismo, en los análisis de regresión se plantean un sistema de hipótesis, la hipótesis nula va a hacer referencia a que no existe relación entre la variable dependiente y las variables explicativas; un modelo sin ninguna relación tendría valores de pendiente de cero; no obstante, cuando los elementos del análisis son estadísticamente significativos, se puede rechazar la hipótesis nula, es decir, existe una relación entre la variable dependiente y las explicativas (Ritchey, 2005).

De igual manera los modelos de regresión presentan un valor P, que indica la probabilidad de que las relaciones de sus datos se produzcan por casualidad. Los valores de P se encuentran en un rango de 0 a 1, para probar que el modelo es correcto es necesario que el P-value sea menor o igual de 0.05 y así señalar que las relaciones del modelo son no aleatorias, es decir, que la relación no se produce por casualidad y así poder descartar la hipótesis nula.

Una de las desventajas de los modelos tradicionales de regresión, es que enmascara las variaciones geográficas de las relaciones de las variables (Lloyd y Shuttleworth, 2005), es decir, ignora la posibilidad de que existan variaciones locales a causa de la heterogeneidad propia del espacio (Páez, 2006).

La Regresión Geográficamente Ponderada (GWR), es un modelo de regresión ajustado al espacio, que permite visualizar las variaciones espaciales de los parámetros estimados, ya que

incorpora el valor de las coordenadas geográficas de las observaciones, teniendo como finalidad saber dónde y cuánto es el efecto de una variable explicativa sobre la dependiente; que a diferencia de un modelo global donde solo se obtiene un coeficiente por cada variable independiente (Brunsdon *et. al.*,1996), en este sentido la GWR se representa en la siguiente ecuación [21]:

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)X_1 + \beta_2(u_i, v_i)X_2 + \dots + \beta_p(u_i, v_i)X_p + \varepsilon(u_i, v_i) \quad [21]$$

Donde  $Y_i$  es la variable dependiente,  $X_1$  y  $X_n$  son los atributos analizados,  $B_0, B_1...$  son los parámetros a ser estimados;  $E$  es el error de la ecuación, y  $(u,v)$  son las coordenadas de la posición de cada elemento.

Una de las bondades de este modelo de regresión es que genera una estimación de los parámetros de la ubicación y un valor previsto o estimado aplicando una ponderación geográfica, de tal forma que a los datos más cercanos en coordenadas  $(u, v)$  se les asigna un mayor peso, por lo que son más significantes en el modelo que los datos alejados (Fotheringham, *et. al.*, 2002); además la GWR genera errores de estimación más pequeños que el modelo tradicional y reduce el problema de la autocorrelación espacial (Hadayeghi *et. al.*, 2010).

### 3.2 Estrategia metodológica

El propósito final de esta investigación es explicar la variabilidad espacial de la mortalidad materna infantil mediante el índice de vulnerabilidad social en salud y los condicionantes socioespaciales en la región del Pacífico Sur Mexicano, para proponer estrategias focalizadas que coadyuven a disminuir la mortalidad y generar territorios saludables para las mujeres y niños; por lo cual se siguió una estrategia metodológica que se concentra en los siguientes incisos.

#### a) Tipo de estudio

El tipo de estudio a realizar es de tipo transversal y longitudinal, transversal porque mide la prevalencia de una exposición en una población definida en un punto específico de tiempo, es decir, se calcula la tasa de mortalidad materno infantil y la vulnerabilidad social para el año 2020, así como también se evalúan las estrategias de los ODS para los años 2010 y 2020; es longitudinal, porque se realiza un análisis de evolución de las tasas de mortalidad materno infantil, así como también la transición obstétrica e infantil en un periodo de 30 años (1990 al 2020).

La investigación es de tipo cuantitativo, debido a que utiliza la recolección y el análisis de datos por medio de procedimientos estadísticos y el uso de SIG, con la finalidad de explicar la variabilidad espacial de la mortalidad materna infantil mediante el índice de vulnerabilidad social en salud.

#### b) Fuentes de información

Los datos socioeconómicos y de vivienda del año 2010 y 2020 se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), a través del Censo de Población y Vivienda 2010 y 2020. Así como también, las variables de accesibilidad referida a la densidad de carreteras y tiempo de traslado a un servicio de salud fueron de la Secretaría de Caminos y Transporte, y de la Plataforma para el Análisis Territorial de la Pobreza del Consejo Nacional de Evaluación de la Política del Desarrollo Social (CONEVAL).

La cifra de defunciones y las causas de mortalidad materno infantil se recabaron del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), de igual manera la información de infraestructura de salud fue del Catálogo de Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES), mientras que los datos de vacunación fueron de Servicios otorgados y la cantidad de inversión de dinero al sector salud se adquirió del Sistema de Cuentas en Salud a Nivel Federal y Estatal (SICUENTAS), pertenecientes a la Secretaría de Salud (SS).

Ante esto, la base de datos en su nivel cartográfico está conformada por 775 polígonos municipales distribuidos en tres Estados mexicanos y en su nivel alfanumérico por 34 variables, de las cuales una es la variable dependiente que es la tasa de mortalidad materno infantil y 33 independientes, que corresponden a variables de aspecto social, económica e infraestructura de salud, que coadyuvan al desarrollo del índice de vulnerabilidad social en salud.

De acuerdo con la literatura desarrollada en el primer capítulo, se proponen los siguientes factores de riesgo que incrementan la mortalidad materno infantil, clasificados en el contexto social, economía, infraestructura y accesibilidad (Cuadro 3.3)

**Cuadro 3.3. Delimitación de las variables**

<b>Contexto</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Variable</b>
<b>Socioeconómico</b>	Distribución poblacional	1. Población femenina e infantil en zonas urbanas
		2. Población femenina e infantil en zonas rurales
	Composición del hogar	3. Población femenina en edad reproductiva jefa de familia
		4. Hacinamiento
	Escolaridad	5. Población femenina en edad reproductiva hasta con educación básica
		6. Población femenina en edad reproductiva hasta con educación media superior
		7. Población femenina en edad reproductiva hasta con educación superior
		8. Población femenina en edad reproductiva analfabeta
		9. Niños de 3 a 5 años sin asistir a la escuela
	Economía	10. Población femenina edad reproductiva ocupada
		11. Población que recibe hasta 2 salarios mínimos
		12. Dependencia económica
		13. Inversión al sector salud
<b>Infraestructura</b>	Salud	14. Población femenina en edad reproductiva y niños menores de 5 años sin derechohabencia
		15. Niños de 0 a 1 año con esquema incompleto de vacunación
		16. Proporción unidades de primer nivel
		17. Proporción unidades de segundo nivel
		18. Proporción unidades de tercer nivel
		19. Proporción de consultorios
		20. Proporción de camas
		21. Proporción de cunas
		22. Proporción de médicos
23. Proporción de enfermeras		

### Continuación del cuadro 3.3. Delimitación de las variables

<b>Infraestructura</b>	Vivienda	24. Viviendas sin energía eléctrica
		25. Viviendas sin drenaje
		26. Viviendas sin agua potable
		27. Viviendas sin refrigerador
		28. Viviendas con piso diferente de cemento
		29. Vivienda con techo diferente a concreto
	Accesibilidad	30. Tiempo de traslado a un servicio de primer nivel
		31. Tiempo de traslado a un servicio de segundo
		32. Tiempo de traslado a un servicio de tercer
		33. Densidad de carreteras

Fuente: elaboración propia con base en Lozano y Langer, 1994; Reyes, 1994; Aguirre, 2009; Dheeshana y Subadra, 2011; UNICEF, 2011; ODS, 2015.

#### c) Procesamiento de la información

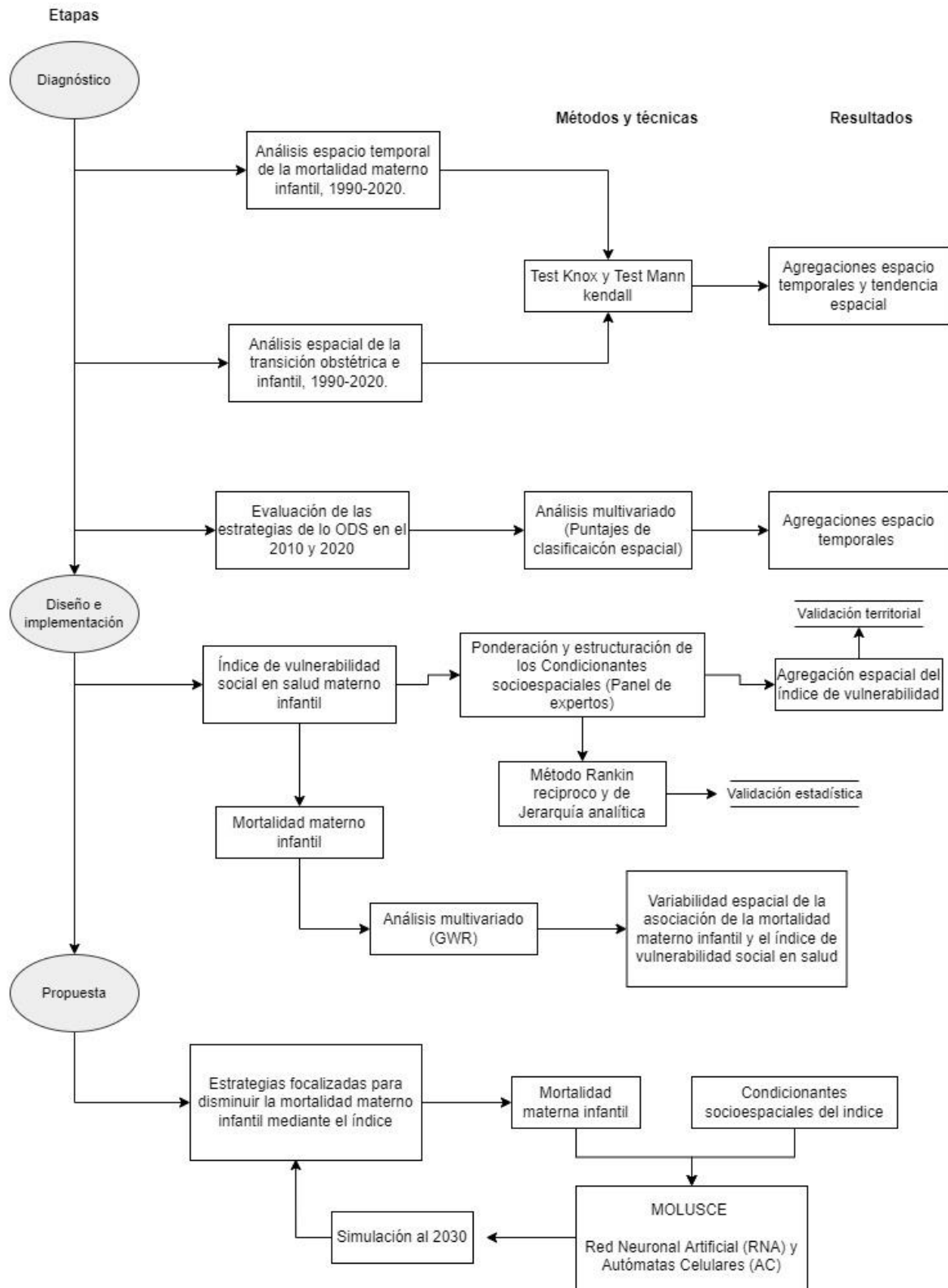
Para llegar al objetivo principal se desarrollaron diversos procedimientos planteados en el siguiente esquema metodológico (Figura 3.1).

El esquema metodológico se divide en tres etapas: diagnóstico, diseño e implementación y propuesta. La etapa de diagnóstico se considera la primera aproximación al análisis de la mortalidad materno infantil, ya que es aquí donde se analiza la evolución y distribución espacial de la tasa de mortalidad, y las principales causas de defunción, ambas a través de la prueba de Knox; que da origen a agregaciones espaciales y a la transición obstétrica e infantil.

Se calcula la tasa de crecimiento para la población femenina en edad fértil (12 a 49 años) y niños menores de 5 años [22] en el periodo 1990 al 2020, esta técnica se aplica debido a que el censo y la encuesta intercensal solo se llevan a cabo cada 5 y 10 años, por lo que la tasa de crecimiento permite generar una estimación de la población en estudio en los años que no hubo una encuesta.

$$Tasa\ de\ Crecimiento = \left( N \sqrt{\frac{Cantidad\ final}{Cantidad\ inicial}} - 1 \right) * 100 \quad [22]$$

**Figura 3.1 Propuesta de esquema metodológico**



Posteriormente se obtiene la tasa bruta de mortalidad materno infantil por cada 100,000 hab. Mujeres en edad reproductiva y niños menores de cinco años [23] para cada año del periodo, la cual muestra un panorama aproximado de la distribución espacial del problema.

$$MMI = \frac{No.Def.Me.I.05}{No.Tot.de.Pob.Fe.I} * 100,000 \quad [23]$$

Después de realizar el cálculo de la tasa de mortalidad se procede a identificar agregaciones espacio temporales, con la finalidad de conocer la prevalencia de esta mortalidad en el espacio y tiempo, para ello se aplica el método del test de Knox el cual detecta agregaciones espaciales en función del tiempo, que ocurren cuando los datos esperados de una morbilidad o mortalidad en un determinado territorio guardan cercanía en ambas dimensiones (Knox, 1964).

Para aplicar este método fue necesario obtener las coordenadas XY de los centroides de cada municipio y estructurar la base de datos de las tasas de mortalidad materno infantil por año. Posteriormente se calcula la distancia euclidiana [5] entre cada municipio y para la distancia temporal se tomó la diferencia entre los años de registro de tasas de mortalidad [6].

Asimismo para identificar las agregaciones se establecieron valores críticos en espacio y tiempo, para definir el valor crítico espacial se realizó una matriz de comparación entre las distancias de cada municipio, posteriormente se utilizó el decil 2.5 que se multiplica por la máxima distancia y se divide entre 100; para el valor crítico temporal se definió el 25% de los años que fue ocho años consecutivos, además se tomó en cuenta solo los municipios que registraron mayores tasas que la nacional.

El resultado del procedimiento anterior es un matriz de contingencia de 2x2 en donde se clasifican los casos de acuerdo con su cercanía espacial y temporal, asimismo se calcula la probabilidad [7] de observar el número de eventos cercanos en ambas dimensiones y el p-value [8] con el cual se verifica el sistema de hipótesis, de igual manera se determina el riesgo relativo [3] que da a conocer la probabilidad de morir o que se desarrolle una enfermedad en un grupo de población.

Para conocer la tendencia la mortalidad materno infantil se aplicó un análisis de serie de tiempo Mann-Kendall [4] en el software XLSTATA®, cuyo resultado muestra espacialmente las tendencias ya sean en aumento o decremento en cada territorio, así como su intensidad.

Para analizar la transición obstétrica e infantil durante el periodo 1990 al 2020, primero se identifican las principales causas de mortalidad por año con base al número de defunciones, posteriormente se agrupan en un cuadro para conocer cuales han ido cambiando con el paso del tiempo y se clasifican en causas directas e indirectas; y se calcula la tasa de mortalidad materno infantil por causas de mortalidad [24] (las diez primeras).

$$MMI_{caus} = \frac{No.Def.por\ causa}{No.\ Tot\_def\_muj\_ni05} * 100,000 \quad [24]$$

Consecutivamente se aplica el método de Knox para identificar las agregaciones espacio temporales de las tasas de mortalidad por causas durante el periodo a nivel municipal, se calcula el riesgo relativo y se realiza el análisis de serie de tiempo con el método Mann-Kendall.

Asimismo, en esta etapa de diagnóstico se evalúan las estrategias implementadas por los Objetivos del Desarrollo Sostenible para la reducción de la mortalidad materno infantil (ONU, 2015), para los años 2010 y 2020, con el motivo de conocer y analizar el panorama de este tipo de mortalidad antes y después de la instauración de las estrategias.

Dicho lo anterior, las estrategias que se evalúan y que fueron planteadas en el año 2015 son:

- Abordar las desigualdades en el acceso a los servicios de atención de salud.
- Garantizar una cobertura sanitaria universal de las mujeres y niños menores de 5 años.
- Fortalecer los sistemas de salud para responder las necesidades y prioridades de las mujeres y niños menores de 5 años.
- Fortalecer las acciones de vacunación a la población infantil menores de 5 años, asegurando el esquema básico completo.
- Promover conductas de alimentación saludable en la población de mujeres embarazadas y menores de 5 años, para reducir la prevalencia de desnutrición en este grupo de edad.

El procedimiento que se utiliza para evaluar las estrategias planteadas para reducir la mortalidad materna e infantil consta primeramente de definir las variables sociales, económicas, de salud e infraestructura médica que las representan, posteriormente se elabora una matriz de datos índice (MDI), es decir, los valores de las variables se convierten en porcentajes para lograr un primer nivel de comparación, seguido se crea una matriz de datos estandarizados (MDE) a través del cálculo de

puntaje omega, esto permitirá llevar los valores a una misma unidad de medida y hacerlos perfectamente comparables.

Después las variables se clasifican en dimensiones de costo y beneficio, consecutivamente se emplea un análisis multivariado a través del método de Puntajes de Clasificación Espacial (PCE), el cual calcula el promedio de ambas dimensiones y da un mapa síntesis de agregación espacial de las propuestas planteadas por los ODS.

La etapa metodológica de diseño e implementación consta de elaborar un índice de vulnerabilidad social en salud materno infantil, que detecta y explica el comportamiento de las zonas con mayor susceptibilidad. Para su diseño se utilizan un conjunto de variables relacionados a los condicionantes socioespaciales de la salud que influyen en la mortalidad materno infantil que previamente son validados en teoría (cuadro 3.1).

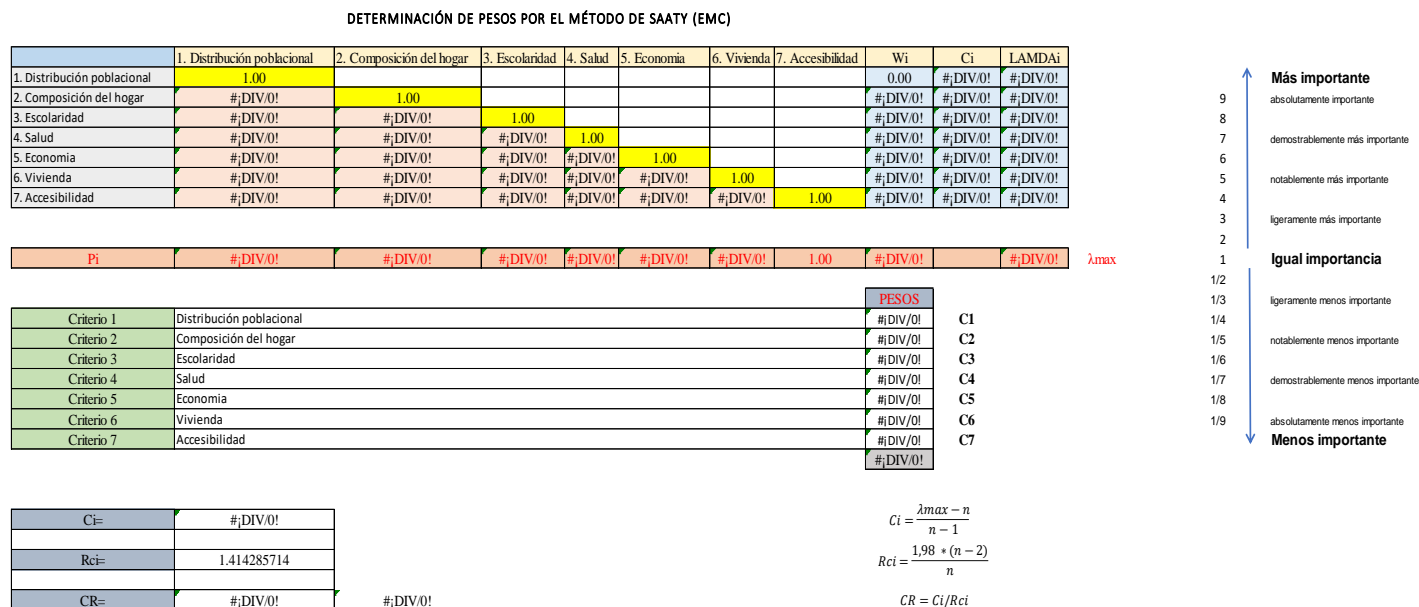
Posteriormente, se conformó un panel de ocho expertos:

- Dr. Gustavo Buzai, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján.
- Dra. Noelia Principi, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján.
- Dra. Mirta Liliana Ramírez, especialista en Geografía de la Salud, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Nordeste.
- Dra. María del Carmen Juárez Gutiérrez, Departamento de Geografía Social. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Dra. Graciela Freyermuth Enciso, Departamento de Antropología Médica, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social Unidad Sureste.
- Dra. Marcela Virginia Santana Juárez, Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Dr. Antonio Reyna Sevilla, subjefe de División de Proyectos Especiales en Salud, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).
- Lic. Alejandra Villalba Radilla, jefa del Programa Salud Materna y Perinatal, Jurisdicción Sanitaria 03, secretaria de Salud Guerrero.

Se les pide aplicar un análisis multivariado factorial de agregación espacial, esto a través del método de rankin reciproco con el cual se realiza una primera ponderación de las variables, después se aplica una Evaluación Multicriterio (EMC) con el método de Jerarquía Analítica (AHP), por lo que se

estructura una matriz de comparación de Saaty donde las variables se agrupan por dimensión, se les asigna un valor de acuerdo con la escala de Likert de Saaty y se comprueba la consistencia de la matriz; este resultado se multiplica por los pesos obtenidos del rankin reciproco de las variables (Figura 3.2).

**Figura 3.2 Matriz de Saaty**



Fuente: elaboración propia con base en Saaty, 1998.

Consecutivamente se aplica la siguiente formula de sumatoria lineal ponderada [25] para la combinación de las variables donde  $X_j$  es el valor de una variable y  $Y_j$  representa el peso asignado a la variable, permitiendo así obtener el índice de vulnerabilidad social en salud para cada unidad territorial. Para elaborar la cartografía los valores del índice se clasificaron por desviación estándar, ya que muestra la diferencia entre el valor de atributo de una entidad y el valor medio.

$$IVSSMI = \sum (x_i)(y_j) + (x_i)(y_j) + \dots + (x_n)(y_n) \quad [25]$$

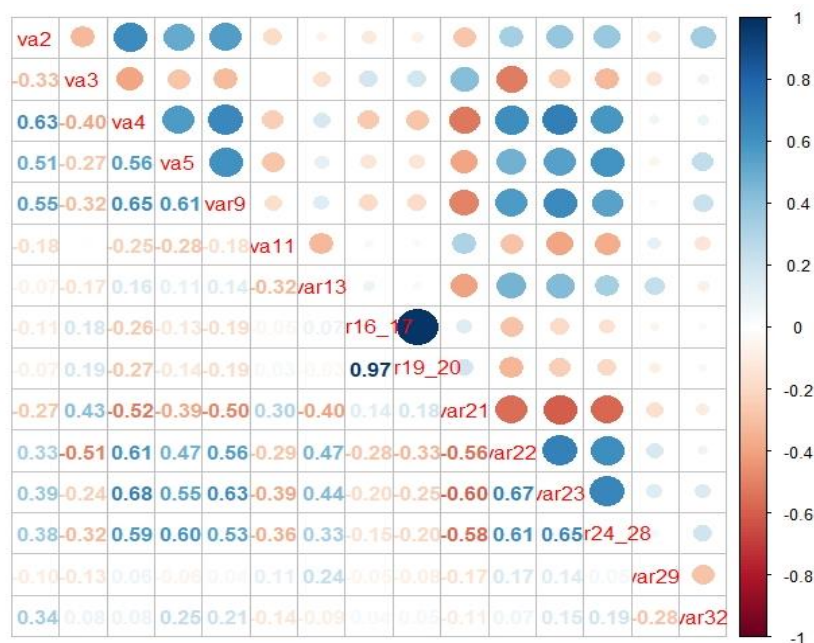
Es importante resaltar que en esta etapa existe también una validación estadística del método y territorial del índice, ya que están en función de las limitaciones y potencialidades que representan de manera espacial.

La última etapa se caracteriza por proponer estrategias de manera focalizada, que coadyuven a la disminución de la mortalidad materna infantil mediante el índice de vulnerabilidad social en salud. Para lograr lo anterior, el primer paso consistió en calibrar un modelo de regresión geográficamente

ponderada (GWR); para ello, algunas de las variables independientes se agruparon por dimensiones con la finalidad de reducir el número quedando un total de 17 variables, después se normalizaron mediante el método de puntaje Omega y solamente a la variable de mortalidad infantil se aplicó la función de logaritmo para obtener una distribución normal.

Posteriormente se realizó un análisis de correlación de Pearson (Figura 3.3), identificando las variables menos correlacionadas entre sí y descartando aquellas que fueran mayores a 0.8 (Bocco, et. al., 2001; Martínez y Rojas, 2015; Loya y Mass, 2020).

**Figura 3.3 Correlación de variables**



Fuente: elaboración con base en Rstudio, 2020.

Para la construcción del modelo GWR se utilizó el programa estadístico de uso libre GWR4 (Nakaya, 2009). Este modelo fue de tipo Gaussiano o mixto, el cual utiliza un el esquema de modelado semiparamétrico; para calcular la matriz de ponderación y estimar los coeficientes locales, se escogió un Kernel tipo “adaptativo bi square”, este esquema asigna un valor de uno a las entidades de regresión y va ponderando las entidades circundantes donde los pesos disminuyen gradualmente a medida que aumenta la distancia de la entidad de regresión (Nakaya, 2016).

Para la selección de banda se optó por la opción de búsqueda de sección de oro (Golden Section Search), que identifica de manera eficiente el tamaño de ancho de banda óptimo; asimismo se aplicó el coeficiente de información de Akaike con corrección de sesgo de muestra pequeña (AICc), el cual

brinda una medida del rendimiento del modelo y se puede utilizar para comparar modelos de regresión, mientras el valor del AICc se más bajo va a proporcionar un mejor ajuste a los datos observados.

Una vez obtenidos los modelos de la GWR de la mortalidad materna e infantil, se revisaron los resultados, comprobando el nivel del modelo explicativo del modelo en función a lo propuesto por Rojo (2007) (Cuadro 3.4), no obstante, en vez de utilizar la clasificación de casos sospechosos las  $R^2$  que sobrepasan el 85% de la variación se opta por considerarlos como casos que tienen una elevada capacidad predictiva con respecto a otros municipios (Montes, 2022; Molinero, Aguilera y Gómez, 2021; López, Aceros y Luzardo, 2019; Martínez y Rojas, 2015) y se eliminaron los residuos que sobrepasan las tres desviaciones estándar.

**Cuadro 3.4 Nivel explicativo del coeficiente de determinación de  $R^2$**

< 30%	30% a 40%	40% a 50%	50% a 85%	> 85%
Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Sospechoso

Fuente: elaboración con base en Rojo, 2007.

Posteriormente, los modelos se validaron mediante varias pruebas estadísticas en el software Rstudio, tales como: test de Shapiro-Wilk (Shapiro y Wilk, 1965), donde se confirma la distribución normal de los residuos, el de Breusch-Pagan o también conocido como el test de homocedasticidad (Breusch y Pagan, 1979), el cual asegura que la varianza de la variable dependiente no varía en el transcurso de la variable independiente. Asimismo se aplicó el criterio de Factor de Inflación de Varianza (VIF) para conocer la multicolinealidad de las variables, cuando el  $VIF = 1$  se dice que hay ausencia de colinealidad,  $1 < VIF < 5$  existe una correlación moderada y  $VIF = > 5$  indica una correlación severa (Kutner, *et.al*, 2005) y por último se empleó la función  $lm.beta$  (Dobson, 1990), que brinda la importancia de cada variable en el modelo. La representación cartográfica se llevó en el software de Arcgis.

Para realizar los escenarios prospectivos se utiliza la herramienta MOLUSCE (Modules for Land Use Change Evaluation) que analiza, evalúa, modeliza y simula cambios y escenarios futuros, a partir de una Red Neuronal Artificial (RNA) y Autómatas Celulares (AC) (Principi, 2022). Para llevar a cabo la modelización se definen las variables impulsoras de cambio (se caracterizan por no cambiar a lo largo de las interacciones del modelo), las cuales se obtienen de los modelos de GWR, asimismo se utiliza la mortalidad materno infantil del año 2010 y 2020.

Lo primero que se realiza es un análisis de cambio de la mortalidad materno infantil, donde el año 2010 es el tiempo inicial y el 2020 el final, el resultado es una matriz de transición que muestra el porcentaje de cambio; la cual es base para realizar la proyección futura.

Ya identificadas las variables impulsoras, se aplica la Red Neuronal Artificial conformada por una serie de neuronas encardadas de recibir, procesar y enviar datos hacia otras, con la finalidad de que al recibir la información se pondere y sume; el resultado final es la predicción (Mas, 2017). Para aplicar este proceso se seleccionaron aleatoriamente 5,000 puntos de muestra que se utilizaran para la calibración y validación del modelo, se definió una vecindad 1px, la tasa de aprendizaje de 0.005, el número máximo de interacciones fue de 10,000 y la cantidad de capas ocultas de 8.

Se continua con el modelado a partir de los Autómatas Celulares (AC), el cual considera las probabilidades de cambio según la matriz de evolución, para ello hace un recuento de las celdas que deben modificarse para cada clase, esto es a través de un análisis de vecindad de Moore (todas las celdas rodean una celda central en un enrejado cuadrado bidimensional); donde el modelo busca las evoluciones más probables realizando un recuento de celdas con la mayor confianza y modifica la categoría de las mismas según sea el caso (Principi, 2022).

Para validar la simulación del modelo se utiliza la estadística Kappa ( $k$ ) que mide el grado de concordancia entre dos observaciones y toma valores entre -1 y +1. Mientras más cercano a +1, mayor es el grado de concordancia, por el contrario, más cercano a -1, mayor es el grado de discordancia; cuando el valor de  $k$  es igual a 0 se afirma que la concordancia observada es causa del azar (Cerde y Villarroel, 2008). Landis y Koch (1977) proponen una escala para expresar cualitativamente la fuerza de la concordancia (Cuadro 3.5).

**Cuadro 3.5 Valoración del coeficiente Kappa**

<b>Coeficiente Kappa</b>	<b>Fuerza de concordancia</b>
< 0.00	Pobre
0.01 – 0.20	Leve
0.21 – 0.40	Aceptable
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Considerable
0.81 - 1	Casi perfecta

Fuente: elaboración con base en Landis y Koch, 1977.

Los pasos metodológicos de la herramienta MOLUSCE se llevaron a cabo en el software Qgis 2.18.

### **3.3 Discusión metodológica**

Durante el desarrollo del capítulo se abordan diferentes métodos que conforman el análisis multivariado, el cual se caracteriza por analizar el comportamiento de tres o más variables al mismo tiempo y determinar las posibles relaciones. Los métodos de análisis multivariado permiten satisfacer objetivos metodológicos ya sean descriptivos, explicativos, predictivos y al introducir el factor tiempo posibilitan realizar análisis temporales (series de tiempo).

Las bondades de este tipo de análisis es que permite observar las relaciones entre las variables de una manera general y cuantificar esa relación, además de comprobarlas mediante diversos métodos estadísticos como una correlación o una regresión, obteniendo un resultado con mayor significancia a diferencia de las técnicas univariadas. Sin embargo, los métodos que integran el análisis multivariado son complejos y en algunas ocasiones no son fáciles de interpretar, para que los resultados sean significativos se requieren una amplia muestra de datos, de lo contrario pueden ser erróneos.

En este sentido se optó utilizar el análisis multivariado en la investigación debido a los objetivos que se persiguen, como es crear un índice de vulnerabilidad el cual está compuesto por diversas variables y su relación con la mortalidad materna infantil, además de conocer las variaciones en el tiempo; es importante mencionar que se tiene una amplia muestra de datos por lo que los resultados están dentro de un intervalo de confianza idóneo.

Por otra parte, como se mencionó anteriormente existen diversos métodos multivariantes, no obstante, en el capítulo solo se muestran aquellos más relevantes en las investigaciones y los que pueden utilizarse para cumplir los objetivos de la investigación.

La prueba Mann Kendall es la más utilizada en estudios de identificación de tendencias en una serie de variables, en la cual se describe una tendencia creciente o decreciente pero no proporciona una estimación de su magnitud en el territorio, a diferencia del test de Knox que además de la variable tiempo incorpora la espacial, convirtiéndola en una herramienta de estadística no paramétrica basada en el recuento de pares de eventos cercanos en el espacio y el tiempo.

Asimismo, existen diversos métodos de ponderación y agrupación espacial, sin embargo, cada uno de ellos cuenta con ciertas características (antes mencionadas en el capítulo) por lo que escoger uno va a depender de lo que se quiere lograr como también de los datos que se tienen.

En este sentido el método que se eligió para realizar las ponderaciones fue el de jerarquía analítica, donde las bondades que presenta este método radican en que es una jerarquización de prioridades a través de expertos, realiza una combinación binaria entre los elementos, mide variables cualitativas y cuantitativas mediante una escala común, entre otras; a diferencia de los otros métodos donde la ponderación es obtenida estadísticamente o arbitrariamente por el investigador causando un sesgo en la información, o bien en otras técnicas el número de variables que se permite utilizar son limitadas y no deben estar correlacionadas.

El análisis de regresión como bien se explicó en el capítulo, es un proceso o modelo que analiza el vínculo entre una variable dependiente y una o varias variables independiente. Para la investigación se optó por utilizar la regresión geográficamente ponderada (GWR), la cual es un modelo que se encuentra dentro de las no lineales, que a diferencia de las regresiones tradicionales se obtiene la estimación de parámetros locales y no solo globales; de igual manera identifica la presencia de regiones geográficas donde se observan cambios discretos en la distribución de las variables (media, varianza) y reduce la autocorrelación espacial.

La implementación de la herramienta MOLUSCE y en específico los análisis de Red Neural Artificial y Autómata Celulares mostraron en gran medida la capacidad de simular los cambios para un determinado tiempo, por lo que, es una excelente herramienta que coadyuva a la toma de decisiones territoriales.

## **CAPÍTULO 4.**

### **VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA MORTALIDAD MATERNO INFANTIL**

En este capítulo se analiza la distribución espacio-temporal de la mortalidad materno infantil y sus principales causas durante un periodo de 30 años (1990-2020) en la región del Pacífico sur mexicano, permitiendo identificar las unidades territoriales predominantes y su tendencia espacio-temporal con respecto a la mortalidad materno infantil. Así mismo, se evalúan las estrategias planteadas por los Objetivos del Desarrollo Sostenible en 2015 para reducir la mortalidad materno infantil, esta evaluación se emplea para los años 2010 y 2020 con la finalidad de realizar un diagnóstico y conocer el estado de la región, es decir, si han mejorado o empeorado sus condiciones basadas en las estrategias de reducción de mortalidad materno infantil.

#### **4.1 Análisis espacio temporal de la mortalidad materno infantil, 1990-2020.**

La distribución de las agregaciones espacio temporales son un elemento muy importante en los estudios territoriales, debido a que permiten explicar la existencia de dependencia y/o heterogeneidad espacial, así como también posibilita identificar regiones con mayor o menor riesgo; brindando un acercamiento de la configuración espacial de la tasa de mortalidad infantil durante 30 años.

En este sentido, la mortalidad materno infantil ha sido un problema de salud que afecta gravemente a los municipios de la región del Pacífico sur mexicano, ya que durante este lapso los territorios que han registrado tasas de mortalidad superan la nacional, ejemplo de ello es el municipio de Comitán de Domínguez en Chiapas, durante todo este tiempo ha presentado un promedio de tasa de mortalidad materna 12.97 por cada 100,000 mujeres y una tasa de mortalidad infantil de 825.81 por cada 100,000 menores de cinco años, superior a la nacional que es de 3.77 MM y 347.22 MI; asimismo existen cuatro municipios en la región que no han registrado ninguna defunción materno infantil, los cuales son Santa Magdalena Jicotlán, San Andrés Yaá, Santa María Tataltepec, Santiago Nejapilla ubicados en el estado de Oaxaca.

De acuerdo con el procedimiento metodológico de la prueba de Knox previamente expuesta y desarrollada en el capítulo anterior, se plantea un sistema de hipótesis. La hipótesis nula (H0) se refiere a que el tiempo de ocurrencia de los eventos de salud se distribuyen de manera aleatoria

entre las ubicaciones de los casos, es decir, la agregación espacio temporal entre los casos cercanos en el tiempo y espacio son aleatorios, no obstante, los eventos que se presenta en los cuadrantes lejos para ambas dimensiones son significativo. En cambio, cuando se acepta hipótesis alternativa (H1) y se rechaza la H0, se establece que las agregaciones espacio temporales no se generan de manera causal en todos los cuadrantes, por lo que existe una asociación en los eventos entre ambas dimensiones.

Los resultados obtenidos para la mortalidad materna (Cuadro 4.1), indican que el número de eventos cercanos en espacio y tiempo es de 33, mientras que la probabilidad esperada de observar el número de casos en ambas dimensiones es de 29.02. Para este test se aprueba la H0 con un p-value de 0.0533, señalando que las agregaciones en el cuadrante cercano-cercano son aleatorias, no obstante, para los 261 casos en el cuadrante lejos en ambas dimensiones no son causales.

**Cuadro 4.1 Disposición de los pares según su cercanía espacial y temporal de la mortalidad materna**

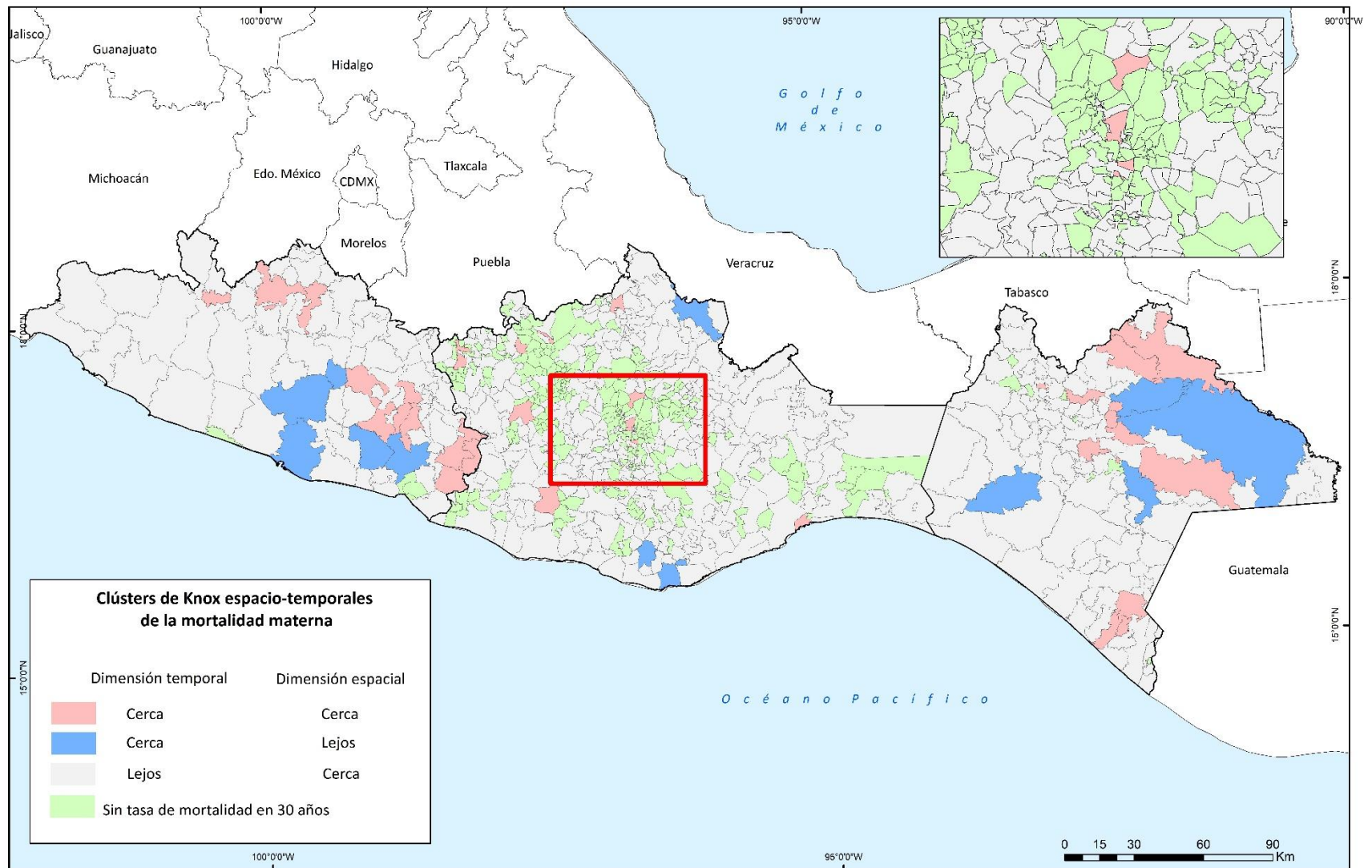
<b>Dimensión espacial</b>	<b>Dimensión temporal</b>		<b>Total</b>
	<i>Cerca (dist.temp. &lt; dtc)</i>	<i>Lejos (dist.temp. &gt; dtc)</i>	
<i>Cerca (dist.esp. &lt; dec)</i>	33	463	496
<i>Lejos (dist.esp. &gt; dec)</i>	12	261	273
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>724</b>	769

Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

El riesgo relativo en la región es de 114.67, que significa que es aproximadamente 115 veces más probable que en los municipios cercanos en tiempo y distancia registren defunciones maternas en un periodo de ocho o más años continuos que el resto de los municipios.

La distribución espacial de la prueba de Knox (Figura 4.1) muestra que los municipios que están dentro del cuadrante cercano en ambas dimensiones se encuentran distribuidos de manera proporcional en los tres estados de la región, por ejemplo, San Cristóbal de la Casas (Chiapas), Oaxaca de Juárez (Oaxaca) e Iguala de la Independencia (Guerrero); estos municipios al pertenecer en este cuadrante indican que en un periodo de ocho años continuos registraron una mayor tasa

**Figura 4.1. Región del Pacífico sur mexicano: agregaciones espacio – temporales de la mortalidad materna**



Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 1990-2020 e INEGI, 2019.

que la nacional, así como también espacialmente se encontraban cerca de otros municipios con estas características.

Asimismo, son 12 municipios que están cerca en la dimensión temporal pero lejos en la espacial, por ejemplo, Acapulco, Chilpancingo, Comitán Domínguez, Ocosingo y San José Chiltepec. Por otro lado, son 463 municipios que temporalmente se encuentran lejos pero espacialmente cerca, es decir, a lo largo de los 30 años presentaron casos de mortalidad materna; sin embargo, estas tasas de MM son menores a la nacional y no presentan una continuidad en los años por lo que se consideran lejos en la dimensión temporal, mientras que 261 territorios durante este periodo no registraron ninguna tasa de mortalidad materna y principalmente se encuentran ubicados en el estado de Oaxaca.

En cuanto a la mortalidad infantil la prueba indica (Cuadro 4.2) que son 207 casos cercanos en espacio y tiempo, mientras que la probabilidad esperada de observar el número de eventos en ambas dimensiones es de 225.90. Para esta prueba la H0 se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa con un p-value de 0.0122, argumentando que las agregaciones espacio temporales en todos los cuadrantes no se producen de manera aleatoria, por lo que existe evidencia de clústers.

**Cuadro 4.2 Disposición de los pares según su cercanía espacial y temporal de la mortalidad infantil**

<b>Dimensión temporal</b>			
<b>Dimensión espacial</b>	<i>Cerca</i> <i>(dist.temp. &lt; dtc)</i>	<i>Lejos</i> <i>(dist.temp. &gt; dtc)</i>	<i>Total</i>
<i>Cerca</i> <i>(dist.esp. &lt; dec)</i>	207	526	733
<i>Lejos</i> <i>(dist.esp. &gt; dec)</i>	30	6	36
<i>Total</i>	<b>237</b>	<b>532</b>	769

Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

El riesgo relativo en los casos cercanos en ambas dimensiones es de 33.8, en este sentido, es aproximadamente 34 veces más probable que en estos municipios mueran niños menores de cinco años en un periodo de ocho o más años continuos que el resto.

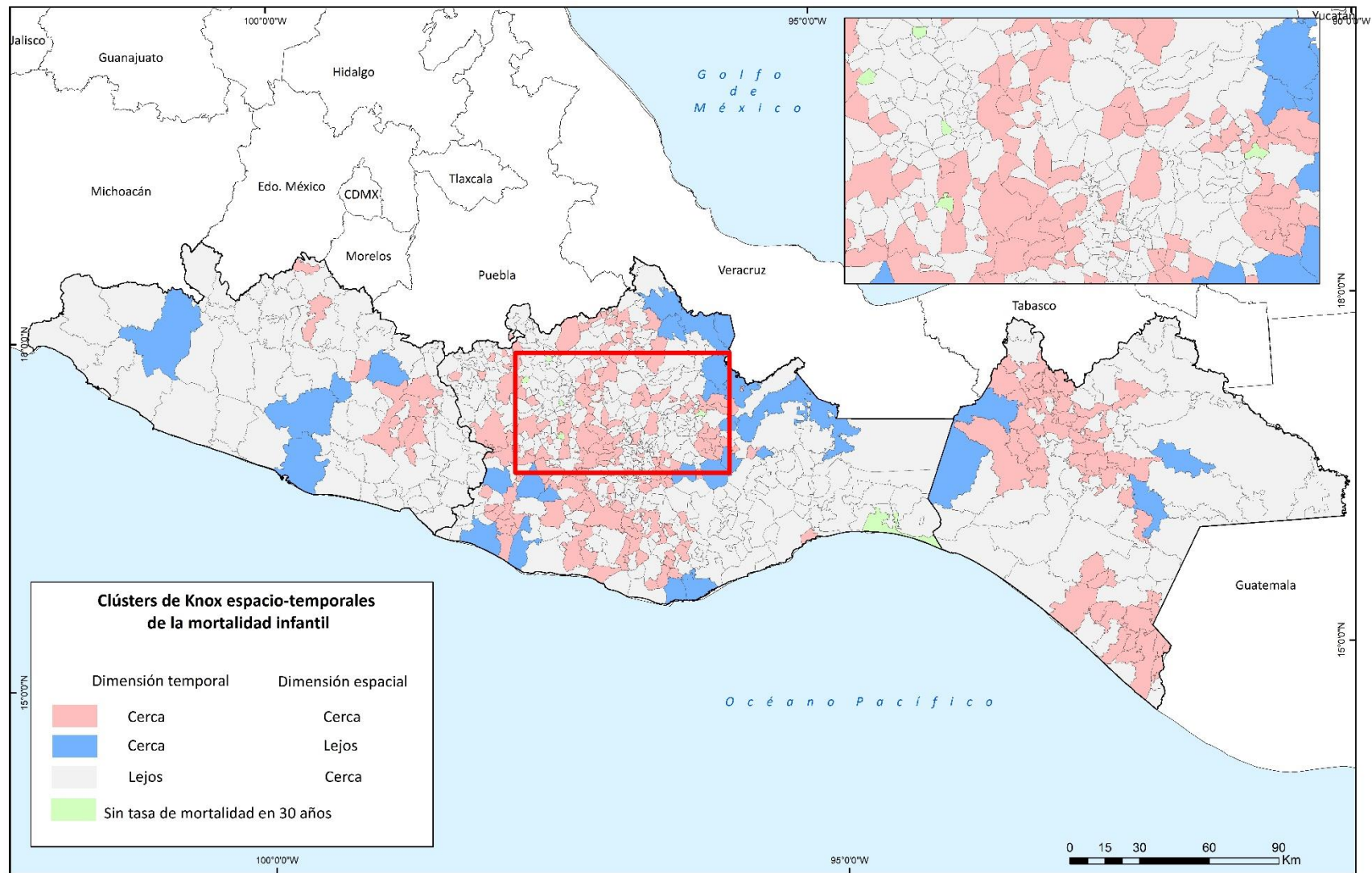
La cartografía de la prueba de Knox (Figura 4.2) evidencia que el 67% de los municipios que están dentro del cuadrante cercano en espacio y tiempo, es decir, aquellos que durante un periodo de ocho años o más registraron una mayor tasa de mortalidad que a nivel nacional y espacialmente se encontraban cerca de otros municipios con estas características; se localizan en el estado de Oaxaca, algunos de los municipios en este cuadrante son Tuxtla Gutiérrez, Oaxaca de Juárez, Iguala de la Independencia, Tlapa y Tapachula.

De igual manera, son 30 las unidades que se encuentran en el cuadrante cerca en la dimensión temporal pero lejos en la espacial, ejemplo de ello son Acapulco, Chilpancingo, Comitán Domínguez y Santa Huatulco. Mientras que un total de 526 municipios registraron tasas de manera interrumpida durante estos 30 años o bien fueron menores a la tasa nacional, por lo que no se encuentran dentro del rango de los valores críticos establecidos (tasas de MI superior a la nacional y continuidad de ocho o más años), considerándose temporalmente lejos pero espacialmente cerca.

Cabe resaltar que durante los 30 años analizados solamente seis municipios no registraron ninguna tasa de mortalidad infantil, los cuales son San Francisco del Mar, Santiago Nejapilla, Santo Domingo Yodohino, Santa Magdalena Jicotlán, San Andrés Yaá y Santa María Tataltepec, todos localizados en el estado de Oaxaca.

Por otra parte, la dimensión temporal como factor único permite analizar el comportamiento de la distribución de ciertos procesos y fenómenos que ocurren en el territorio, ya que nada es estático y conforme el tiempo transcurre se van modificando. En este sentido, el método Mann Kendall desarrollado muestra la tendencia de la mortalidad materno infantil en la región del Pacífico sur mexicano y con ello aquellos territorios donde la tasa de mortalidad ha ido en incremento o decremento en los últimos 30 años.

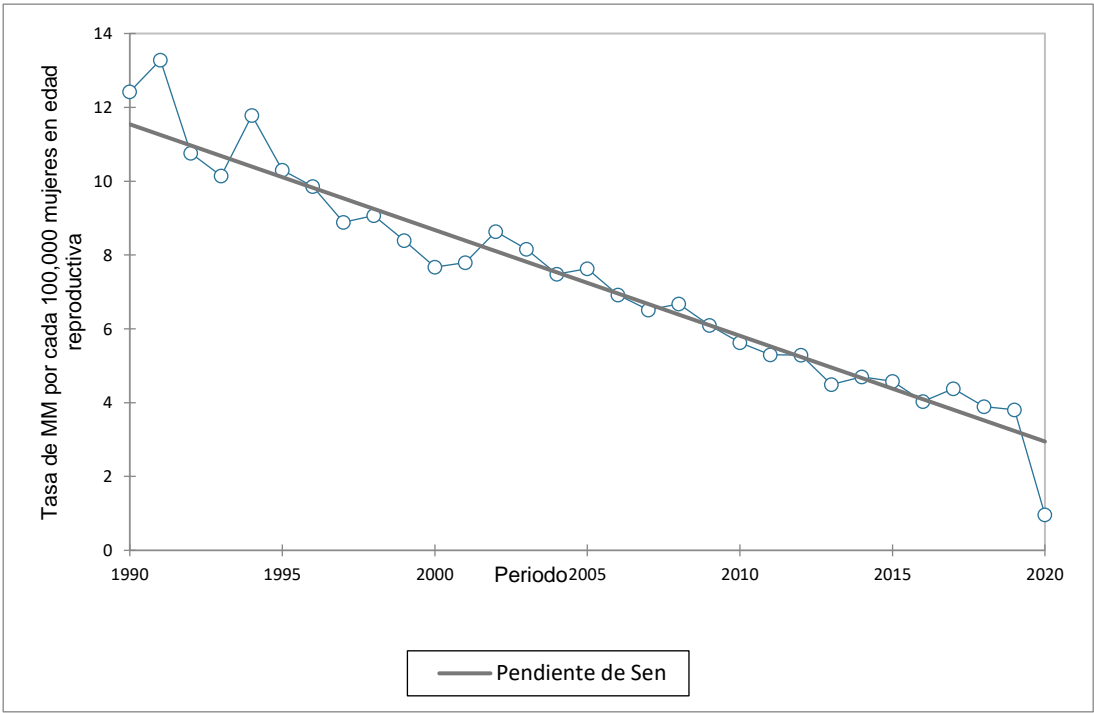
Figura 4.2. Región del Pacífico sur mexicano: agregaciones espacio – temporales de la mortalidad infantil



Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

De acuerdo con la Figura 4.3, la tasa de mortalidad materna en 1990 registra una TMM de 12.42 y al siguiente año de 13.28 la más alta en la región. En años posteriores se presenta una disminución ligeramente constante, no obstante, con base a los datos preliminares de la Secretaría de Salud Pública en el 2020 se tiene una tasa de mortalidad materna de 0.96 por cada 100,000 mujeres en edad reproductiva, siendo la menor tasa registrada en el periodo. La variación temporal que se obtiene del método Mann Kendall indica un Tau de Kendall de -0.931 y un p-value de <0.0001, que significa una tendencia decreciente muy alta y significativa en este periodo.

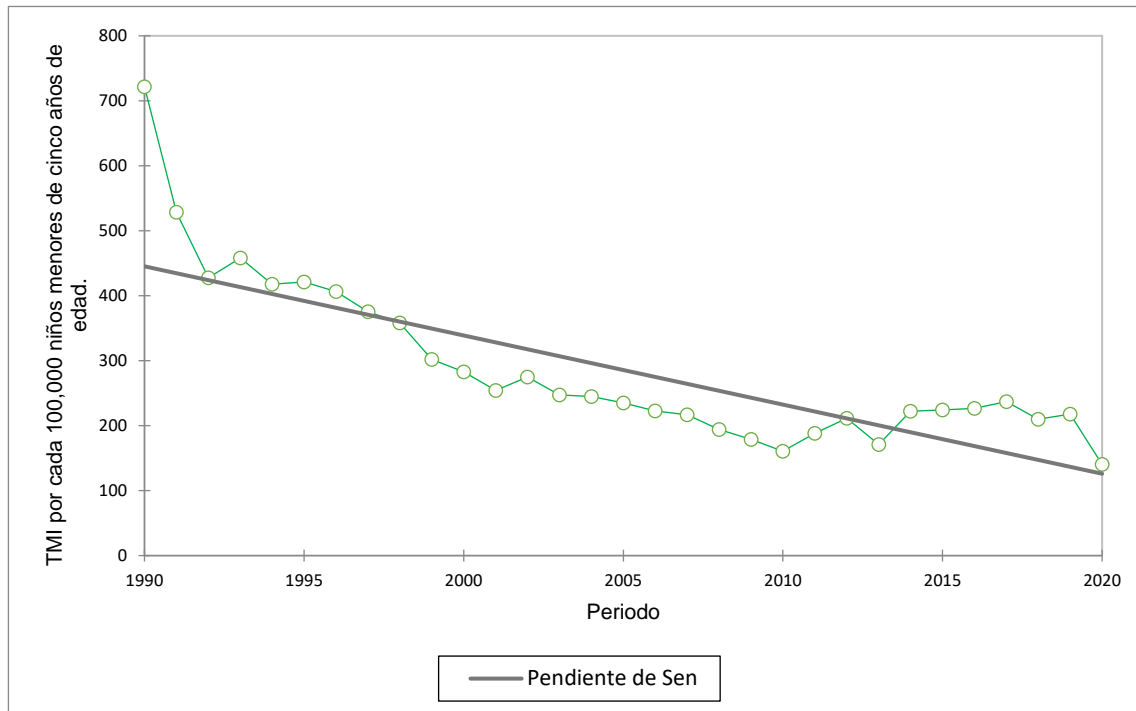
**Figura 4.3. Región del Pacífico sur mexicano: tasa de mortalidad materna, 1990-2020**



Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

Por otra parte, el patrón temporal de la mortalidad infantil (Figura 4.4) indica que en 1990 se presenta la mayor tasa de mortalidad en el periodo con 721.84 por cada 100,000 niños menores de cinco años, en los siguientes años se da una disminución en este tipo de defunción hasta el año 2011 cuando las tasas vuelven a incrementarse pasando en el 2010 de 160.71 a una TMI de 217.94 en el 2019.

**Figura 4.4. Región del Pacífico sur mexicano: tasa de mortalidad infantil, 1990-2020**



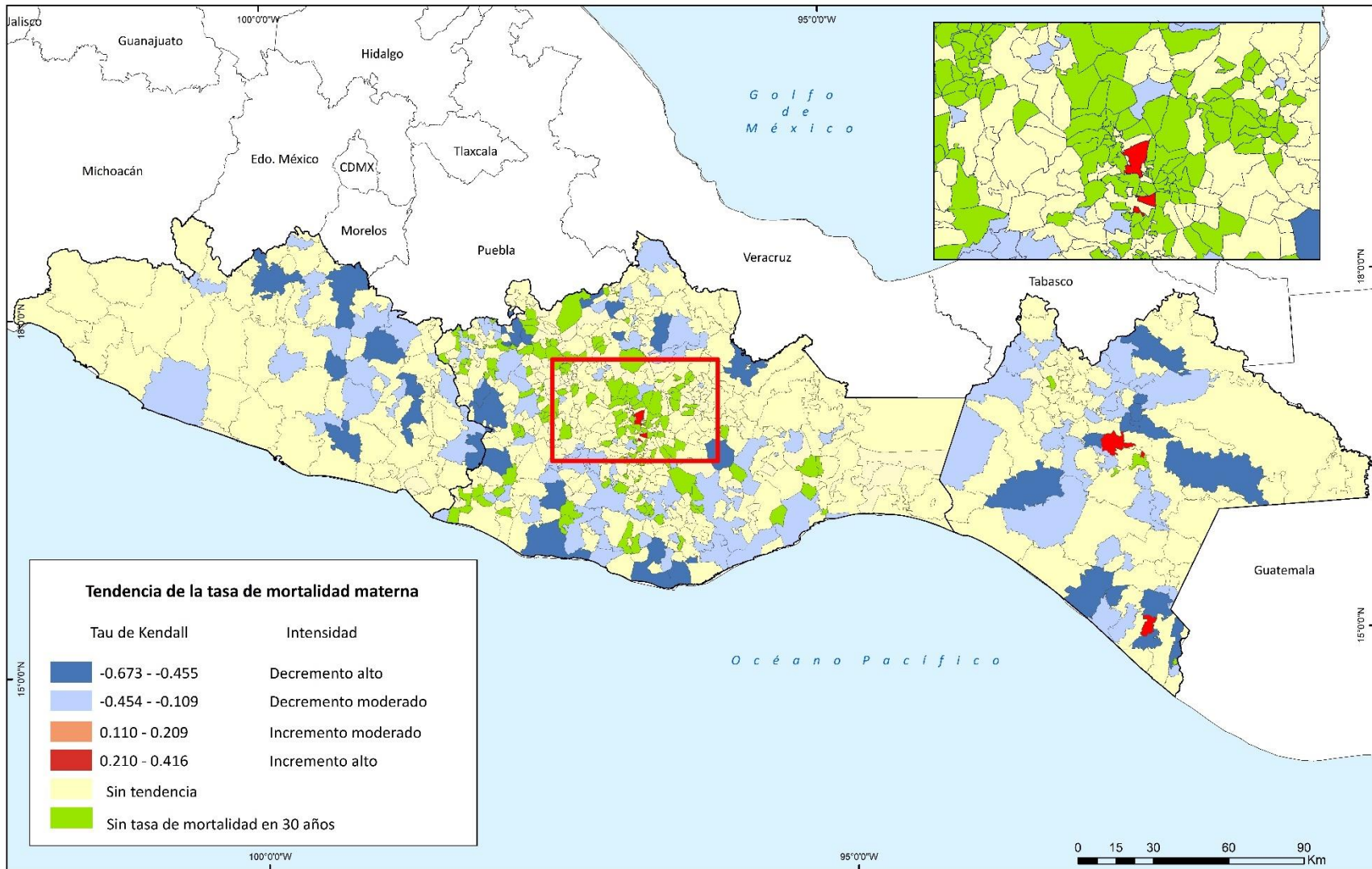
Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

De acuerdo con datos preliminares publicados por la Secretaría de Salud Pública en el año 2020 se tiene una tasa de mortalidad materna de 140.37 por cada 100,000 niños menores de cinco años, siendo la menor tasa registrada en el periodo. La variación temporal que se obtiene del método Mann Kendall indica un Tau de Kendall de -0.738 y un p-value de <0.0001, que significa la existencia de una tendencia decreciente alta y significativa en este lapso.

Si bien, los patrones temporales demuestran que las tasas de mortalidad materno infantil en la región van en decremento, esta tendencia no se produce de manera homogénea en el territorio, de manera que en ciertos municipios el comportamiento de las tasas pudo haberse incrementado, sufrir un decremento o bien no presentaron una tendencia consistente a lo largo de este periodo.

La tendencia temporal de la mortalidad materna a nivel municipal (Figura 4.5) indica que solo cuatro municipios presentan un incremento alto en esta mortalidad, los cuales son Tuzantán y San Cristóbal de las Casas en Chiapas, San Bartolo Coyotepec y Oaxaca de Juárez en el estado de Oaxaca.

**Figura 4.5. Región del Pacífico sur mexicano: tendencia de la tasa de mortalidad materna, 1990-2020**



Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

Asimismo, el 12% de las unidades espaciales presenta un decremento moderado, el 5% tienen una alta tendencia a la baja, ejemplo de ello es el municipio de Xochistlahuaca en Guerrero quien en este lapso logro disminuir la TMM de 65.99 a 11.20 por cada 100, 000 mujeres en edad reproductiva; mientras que el 48.37% de los municipios de las regiones no presentan una tendencia consistente, es decir, las tasas de mortalidad materna no muestran un patrón gradual.

El patrón temporal a nivel municipal de la MI (Figura 4.6) muestra seis municipios con un incremento alto, donde los dos principales son Benemérito de las Américas ubicado en la frontera de Chiapas y Guatemala, y José Joaquín de Herrera localizado en Guerrero.

De igual manera el 1.71% tienen un incremento moderado en la TMI, ejemplo de ellos es Acapulco y Oaxaca de Juárez; mientras que el 31.33% de las unidades territoriales presentan un decremento moderado y el 32.76% alto, El Bosque (Chiapas), Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo (Oaxaca) y Tixtla (Guerrero) son los principales lugares donde la tasa de mortalidad infantil ha disminuido de manera constante y significativa en este periodo. Por otra parte, el 33.94% del territorio no presenta una tendencia consistente.

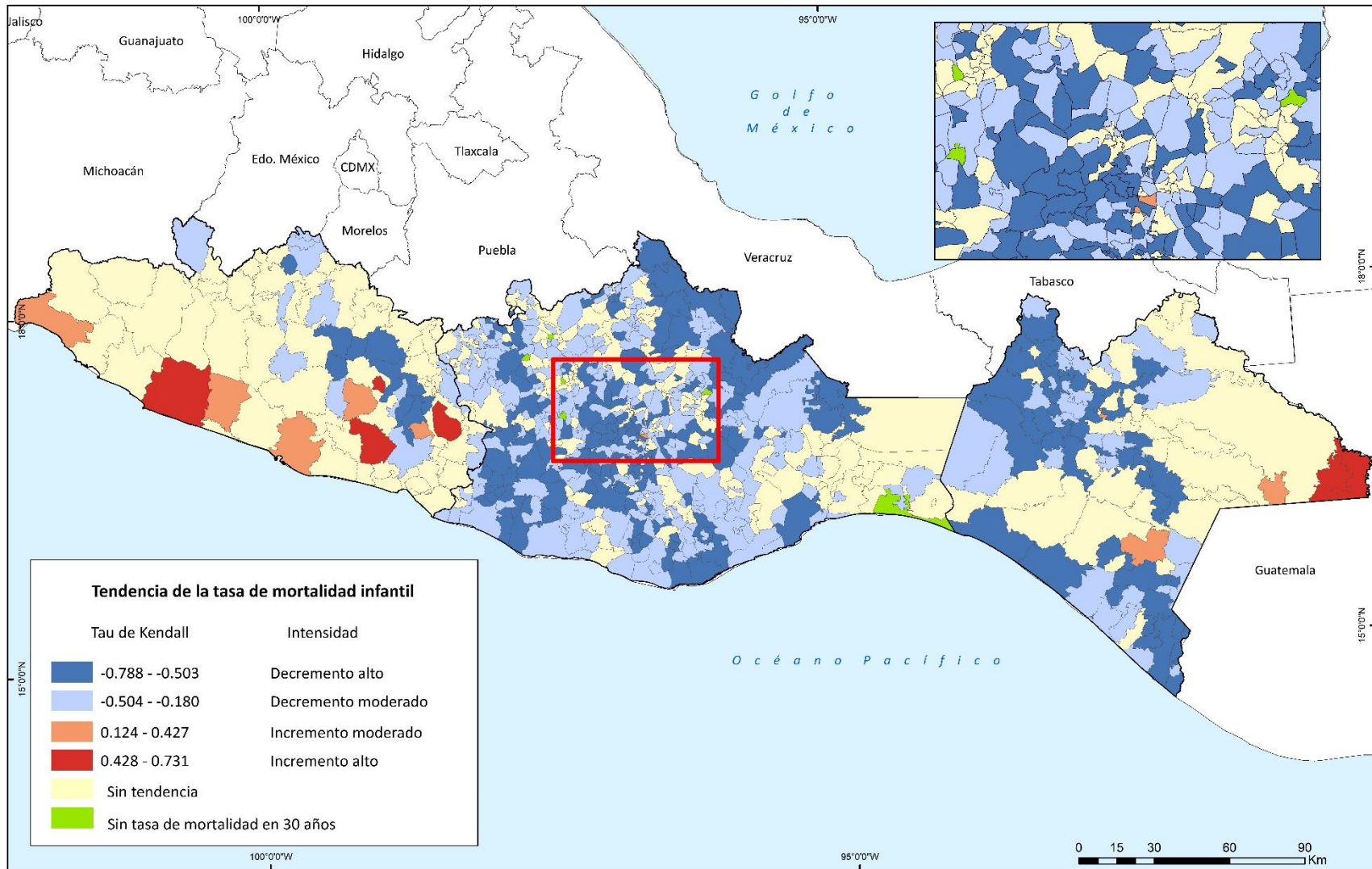
#### **4.2 Análisis de las principales causas de mortalidad materno infantil, 1990-2020**

El análisis de las causas que determinan la manera en que cada individuo o sociedad enferma o muere, es considerado un elemento importante, ya que permite conocer los problemas de salud que los aquejan, para que posteriormente se implementen estrategias que coadyuven a mejorar su supervivencia.

Para el caso de la mortalidad materno infantil, las principales causas de mortalidad durante estas últimas tres décadas corresponden principalmente a causas directas, es decir, aquellas que resultan de complicaciones obstétricas del embarazo (embarazo, parto y puerperio) y de nacimiento, relacionadas al periodo perinatal, generadas por intervenciones deficientes, omisiones o tratamiento incorrecto (Cuadro 4.3).

Durante estos últimos 30 años el 34.96% de los fallecimientos maternos se deben a hemorragias obstétricas, 16.76% problemas relacionados con eclampsia y 16.67% a complicaciones en el trabajo de parto; estas causas de muerte son prevenibles debido a que pueden ser identificadas en la etapa prenatal o bien llevadas a un buen manejo por las habilidades y destrezas clínico-quirúrgica de los médicos ginecoobstetras.

**Figura 4.6. Región del Pacífico sur mexicano: tendencia de la tasa de mortalidad infantil, 1990-2020**



Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

**Cuadro 4.3 Principales causas de mortalidad durante 30 años (1990-2020)**

	<b>Materna</b>	<b>Infantil</b>
1	Hemorragias obstétricas	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal
2	Eclampsia	Enfermedades infecciosas y parasitarias
3	Complicaciones en el trabajo de parto	Enfermedades del aparato respiratorio
4	Embarazo terminado en aborto	Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas
5	Enfermedades especificadas y afecciones que complican el embarazo, el parto y el puerperio	Deficiencias nutricionales
6	Preeclampsia	Síntomas y signos mal definidos
7	Complicación puerperal	Enfermedades del Sistema nervioso y órganos de los sentidos
8	Sepsis	Enfermedades del aparato digestivo
9	Síndrome HELLP	Enfermedades del aparato circulatorio
10	Atención materna por muerte intrauterina	Tumores

Nota: Causas directas ○ Causas indirectas ○

Fuente: elaboración propia con base en SS, 2020a; SS, 1990.

Por otra parte, la mortalidad por aborto es del 10.38%, mientras que 6.12% se relaciona a defunciones donde la mujer embarazada presenta una enfermedad preexistente y complica el embarazo, parto y puerperio; estas dos últimas causas al igual que las anteriores son prevenibles, no obstante, influyen factores socioeconómicos y políticos que acrecientan este tipo de causas; ejemplo de ello es la penalización del aborto, al ser considerado un delito las mujeres buscan clínicas clandestinas para efectuarlo, arriesgando su vida.

En cuanto a la mortalidad infantil, el 32.31% de las defunciones son atribuidas a ciertas afecciones en el periodo perinatal, ejemplo de ellos son los problemas respiratorios del recién nacido, sepsis bacteriana, anencefálica y anomalías congénitas del corazón. Asimismo, el 19.58% de las muertes de niños menores de cinco años se deben a infecciones y parasitarias, 14.40% enfermedades respiratorias, 9.87% malformaciones congénitas y deformidades; y el 4.40% a deficiencias nutricionales, de manera que estas defunciones son derivadas de causas indirectas, por lo que el medio en que se desarrollan influye en su supervivencia.

Si bien las causas mencionadas en los párrafos anteriores son las principales consecuencias de la mortalidad materno infantil, en el último año debido a la emergencia sanitaria que se suscita en el

mundo, la OMS agregó una nueva clasificación de mortalidad denominada *Asignación provisoria de nuevas afecciones de etiología incierta o de uso emergente*, en la cual se incluyen los casos y defunciones por el virus de Sars-Cov-2 (COVID-19) y todas sus variantes.

De acuerdo con datos de la Secretaría de Salud en la región del Pacífico sur se han registrado 10,065 casos positivos y fallecido 48 niños menores de cinco años, mientras que en mujeres embarazadas han sido 413 positivas y 94 defunciones, por lo que, la tasa de letalidad que se presenta en estos dos grupos es de 0.47% para menores de cinco años y 22.76% en las mujeres embarazadas.

Por otra parte, los resultados de la prueba de Knox permiten analizar de manera espacial y temporal el comportamiento de las causas directas o indirectas de la mortalidad materno infantil, e identifican aquellos territorios donde han prevalecido durante estos 30 años.

Los resultados de la prueba aplicada a las causas directas de la MM (Cuadro 4.4) indican que el número de eventos cercanos en espacio y tiempo es de siete, la probabilidad esperada de observar el número de casos en ambas dimensiones es de 7.84. Para esta prueba se aprueba la H0 con un p-value de 0.1420, señalando que el tiempo de ocurrencia de los eventos están distribuidos aleatoriamente a través de la ubicación de los casos, es decir, la distancia en el tiempo entre pares de casos es independiente de las distancias espaciales.

**Cuadro 4.4 Disposición de los pares según su cercanía espacial y temporal de las causas directas de mortalidad materna, 1990 - 2020**

<b>Dimensión temporal</b>			
<b>Dimensión espacial</b>	<i>Cerca</i> <i>(dist.temp. &lt; dtc)</i>	<i>Lejos</i> <i>(dist.temp. &gt; dtc)</i>	<i>Total</i>
<i>Cerca</i> <i>(dist.esp. &lt; dec)</i>	7	496	503
<i>Lejos</i> <i>(dist.esp. &gt; dec)</i>	5	261	266
<i>Total</i>	<b>12</b>	<b>757</b>	769

Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

Asimismo, el riesgo relativo en los casos cercanos en espacio y tiempo es de 74.03, dicho de otra manera, en estos municipios la probabilidad de que se registren defunciones maternas por causas

directas en un periodo de ocho o más años continuos es de 74 veces que el resto de los demás municipios.

La cartografía de la prueba de Knox (Figura 4.7) muestra que seis de los siete municipios que están cercanos en espacio y tiempo se ubican en el estado de Chiapas, por ejemplo, Tuxtla Gutiérrez, Tuxtla el Chico y Palenque; y se caracterizan porque en un periodo de ocho años continuos prevalecen estas causas de mortalidad. Asimismo, son cinco unidades espaciales cerca en la dimensión temporal y lejos en la espacial, como son Acapulco, Tonalá, Ocosingo, Ahuacuotzingo y Comitán de Domínguez.

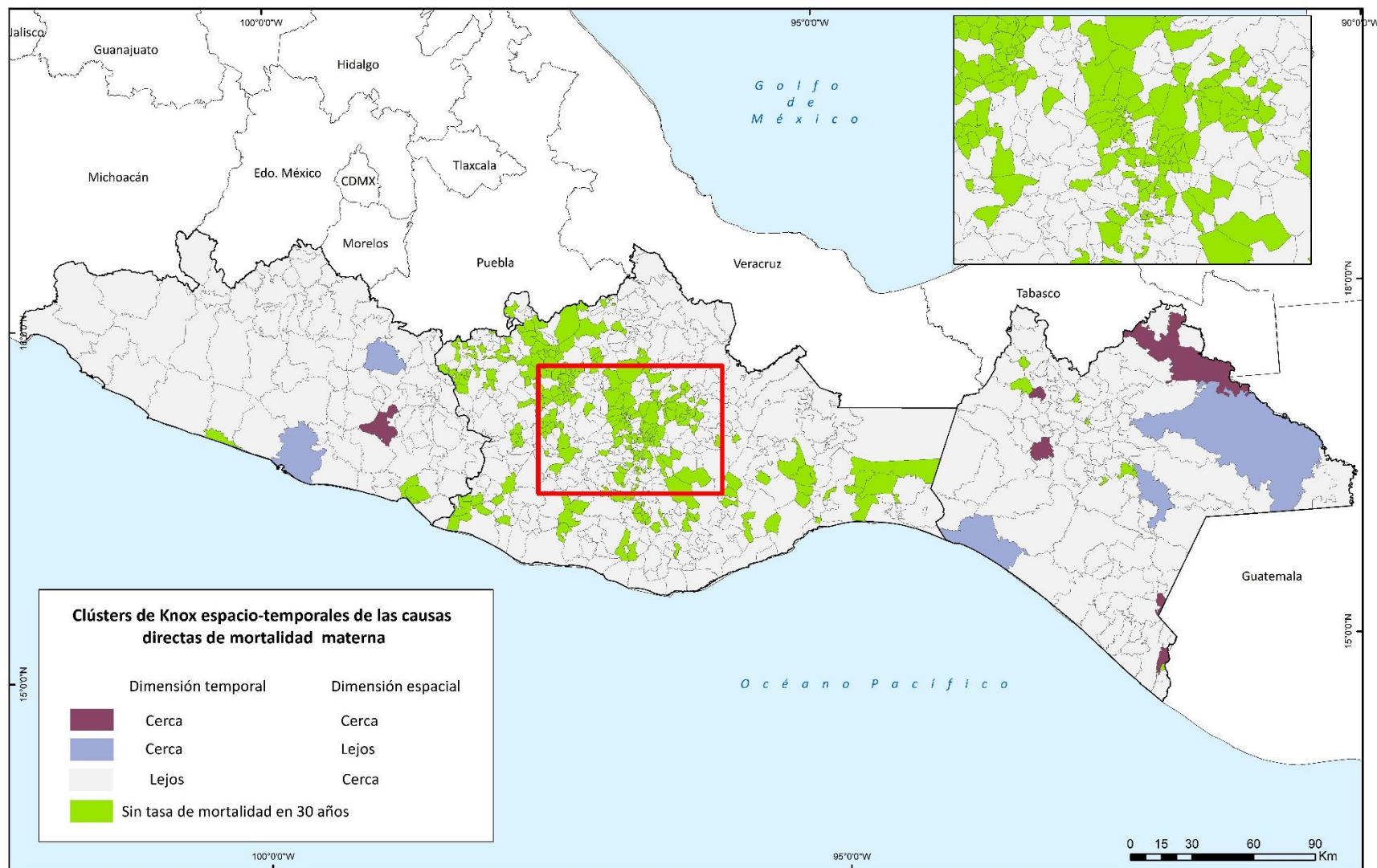
Por último, el 64% del territorio se agrupan cercanos en el espacio, pero lejos temporalmente, es decir, durante estos 30 años las defunciones por estas causas no fueron continuas durante un periodo de ocho años o bien fueron aleatorias en los municipios, ejemplo de ello son las unidades espaciales localizadas en Oaxaca.

Para el caso de las defunciones maternas por causas indirectas, la prueba de Knox no se aplicó debido a que ningún municipio cumplía con el criterio establecido de los ocho años continuos, debido a que la mayoría de las defunciones por este tipo fueron aleatorias durante este periodo.

Con respecto a las causas directas de la mortalidad infantil, los resultados de la prueba de Knox revelan (Cuadro 4.5) que existen 64 casos cercanos en espacio y tiempo, y que la probabilidad esperada de observar el número de eventos en ambas dimensiones es 78.57. Para esta prueba la  $H_0$  se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa con un p-value de 0.0117, argumentando que los casos cercanos en el espacio tienden a estar próximos en el tiempo.

El riesgo relativo en los casos cercanos en espacio y tiempo es de 11.60, dicho de otra manera, en estos municipios la probabilidad de que se registren defunciones en niños menores de cinco años por causas directas en un periodo de ocho o más años continuos es de 12 veces que el resto de los demás municipios.

**Figura 4.7. Región del Pacífico sur mexicano: agregaciones espacio – temporales de las causas directas de la mortalidad materna, 1990-2020**



Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

**Cuadro 4.5 Disposición de los pares según su cercanía espacial y temporal de las causas directas de mortalidad infantil, 1990-2020.**

<b>Dimensión temporal</b>			
<b>Dimensión espacial</b>	<i>Cerca</i> <i>(dist.temp. &lt; dtc)</i>	<i>Lejos</i> <i>(dist.temp. &gt; dtc)</i>	<i>Total</i>
<i>Cerca</i> <i>(dist.esp. &lt; dec)</i>	64	682	746
<i>Lejos</i> <i>(dist.esp. &gt; dec)</i>	17	6	23
<i>Total</i>	<b>81</b>	<b>688</b>	769

Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

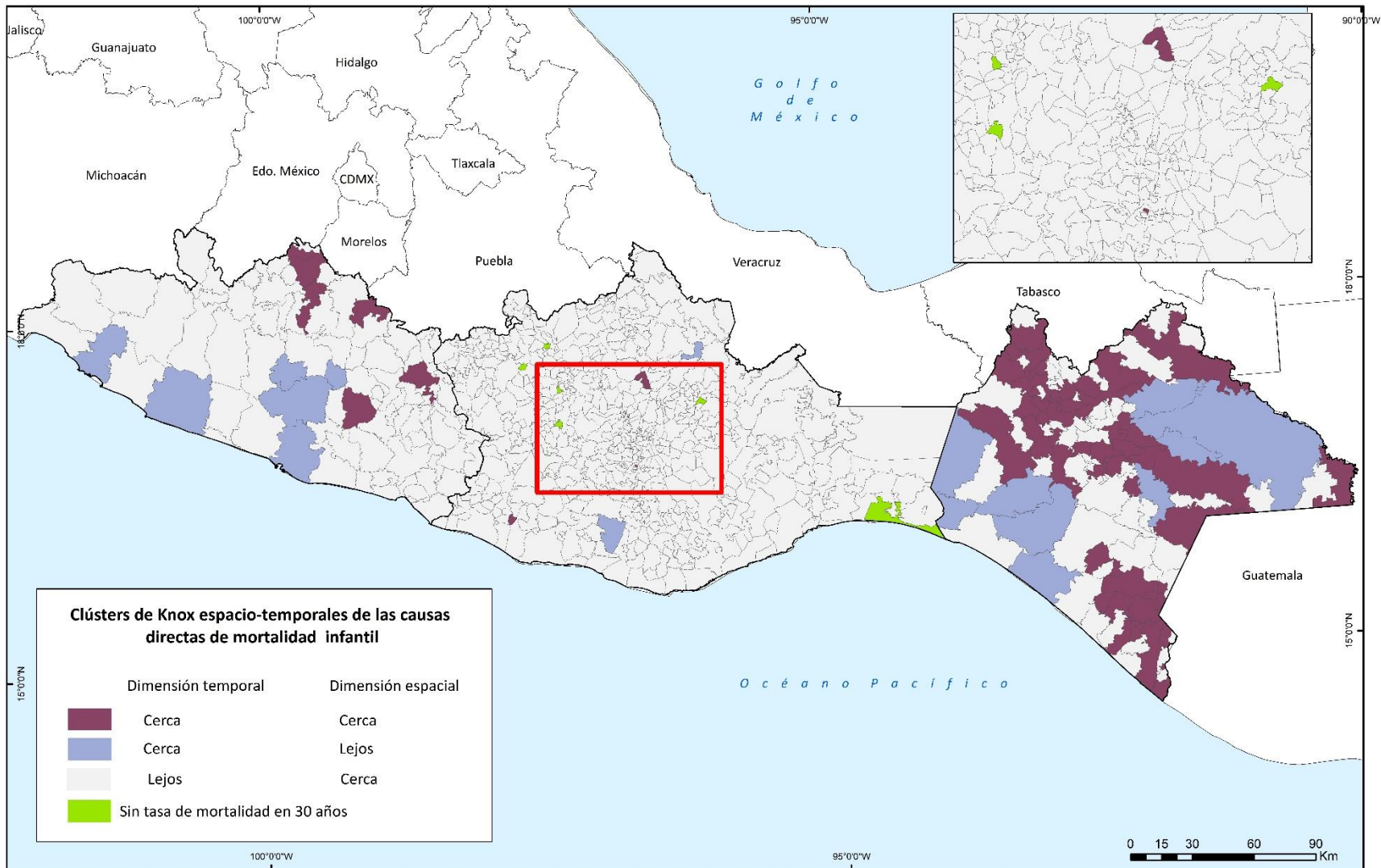
La representación cartográfica de la prueba (Figura 4.8) muestra que la mayoría de los casos cercanos en espacio y tiempo se ubican agrupados en el estado de Chiapas, mientras que cinco en Guerrero y dos en Oaxaca, estos municipios se singularizan por que un periodo de ocho o más años registró de manera constante defunciones igual o mayor que su promedio en 30 años.

De igual manera, son 17 municipios que comparten la característica de estar cerca temporalmente pero lejos espacialmente, ejemplo de ello son Acapulco, Chilpancingo, Pijijiapan, Ocosingo y Villa Sola de Vega. Por otra parte, el 88.8% de los municipios se encuentran lejos en la dimensión temporal pero cerca en el espacio.

El test de Knox aplicado a las causas indirectas de la mortalidad infantil infiere (Cuadro 4.6) que son 83 casos cercanos en espacio y tiempo, y que la probabilidad esperada de observar el número de eventos en ambas dimensiones es 100.34. El p-value es 0.0088 por lo que la H0 se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa, señalando que los casos cercanos en el espacio tienden a estar próximos en el tiempo.

El riesgo relativo para los municipios cercanos en espacio y tiempo es de 14.38, de manera que la probabilidad de se registren defunciones infantiles por causas indirectas en un periodo de ocho o más años continuos en estos municipios es de 14 veces que el resto de los demás.

**Figura 4.8. Región del Pacífico sur mexicano: agregaciones espacio – temporales de las causas directas de la mortalidad infantil, 1990 -2020.**



Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

**Cuadro 4.6 Disposición de los pares según su cercanía espacial y temporal de las causas indirectas de mortalidad infantil, 1990 - 2020**

<b>Dimensión temporal</b>			
<b>Dimensión espacial</b>	<i>Cerca</i> <i>(dist.temp. &lt; dtc)</i>	<i>Lejos</i> <i>(dist.temp. &gt; dtc)</i>	<i>Total</i>
<i>Cerca</i> <i>(dist.esp. &lt; dec)</i>	83	659	742
<i>Lejos</i> <i>(dist.esp. &gt; dec)</i>	21	6	27
<i>Total</i>	<b>104</b>	<b>665</b>	769

Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

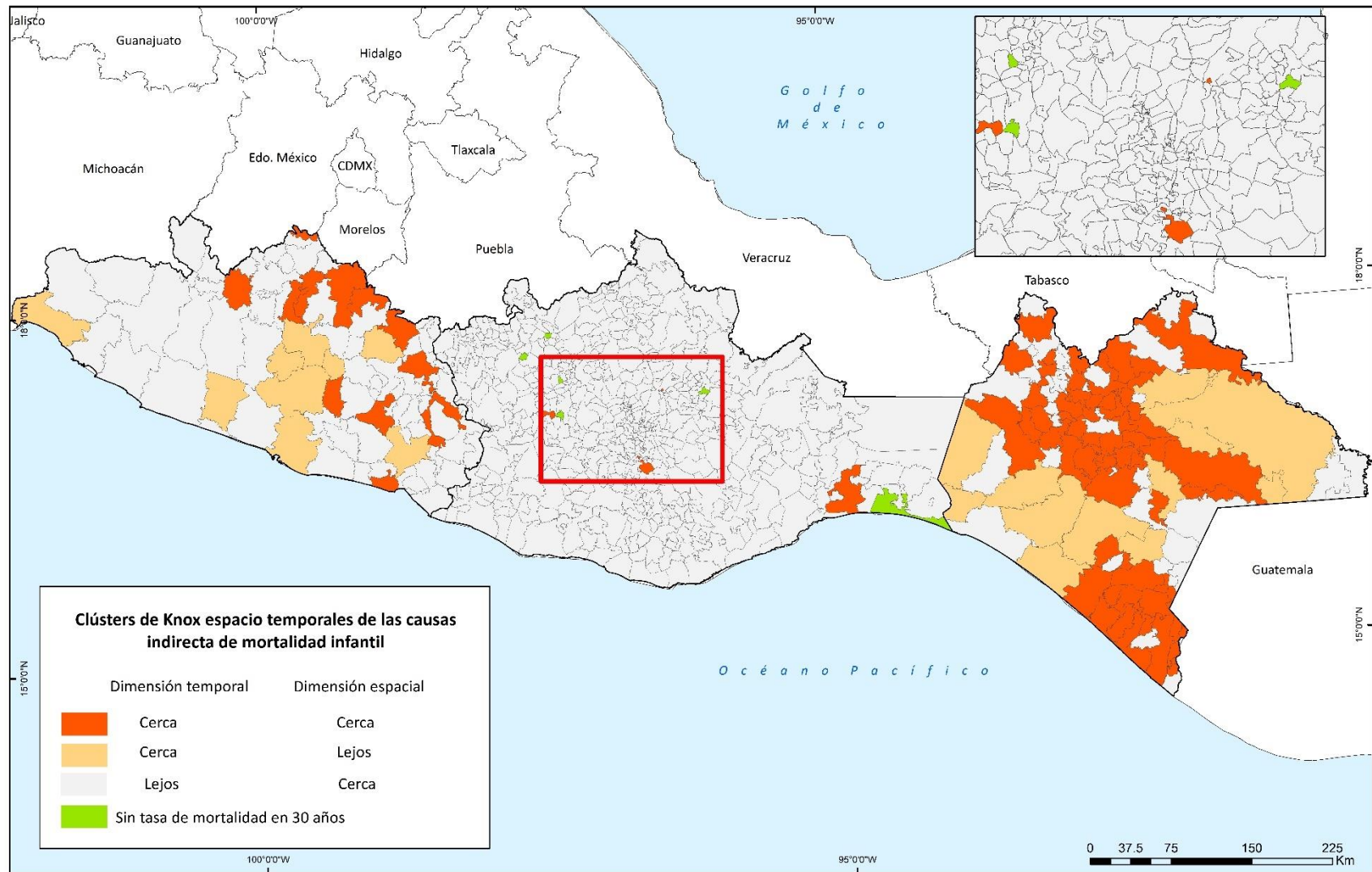
La distribución territorial de los casos de la prueba de Knox de las causas indirectas de la mortalidad infantil presenta un patrón similar a las causas directas (Figura 4.9), donde el estado de Chiapas alberga la mayor cantidad de municipios cercanos en espacio y tiempo, mientras que en el estado de Oaxaca casi en su 99% de su territorio no tienen una relación temporal pero si espacial, esto se debe a que las defunciones por estas causas se registraron de manera aleatoria y discontinua en los 30 años.

Al igual que el subcapítulo anterior se analizan las tendencias de las causas directas e indirectas para la mortalidad materno infantil, con la finalidad de identificar los municipios donde las defunciones por estas causas han ido en incremento o decremento en los últimos 30 años.

A nivel región, las defunciones maternas por causas directas registran una tendencia de Kendall de -0.83 y un p-value de <0.0001, es decir en estos 30 años la mortalidad materna por CD ha disminuido de manera significativa, esto se observa en la Figura 4.10 donde los primeros años se registraban más de 200 defunciones por esta causa.

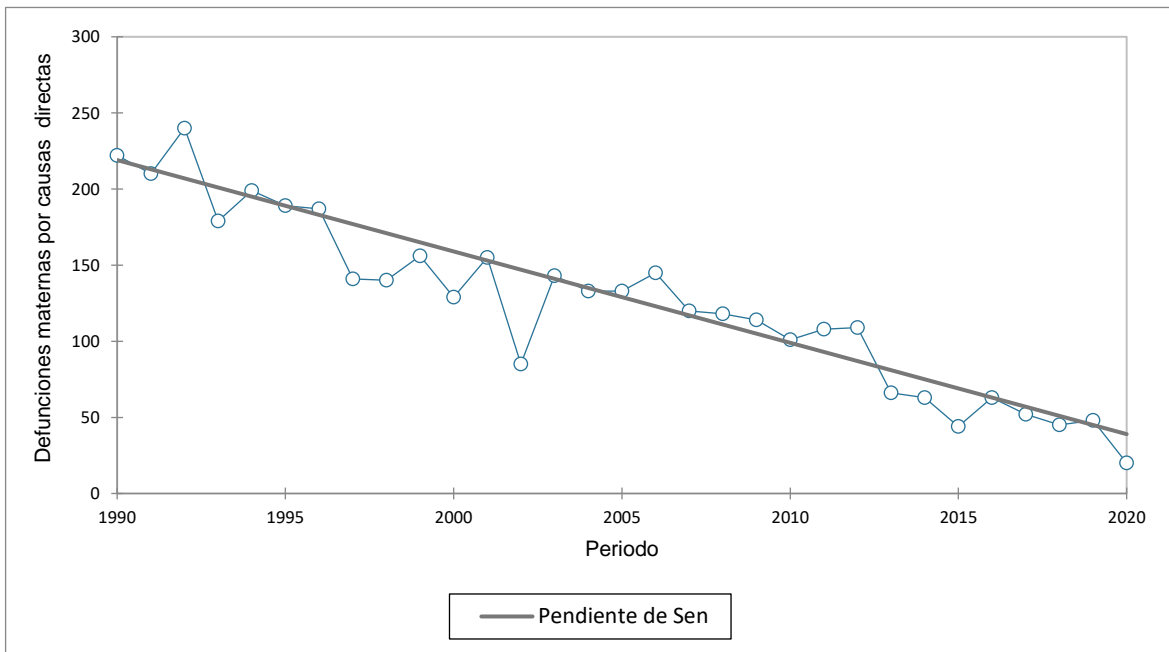
Posteriormente en 1997 se registra una disminución significativa respecto a los años anteriores, después de ese año existieron ligeros incrementos y decrementos, hasta el año 2002 cuando existe un decremento de casi el 50% respecto al 2001. Para el siguiente año las muertes vuelven a aumentar el doble y para los años subsecuentes se genera una disminución no tan significativa pero constante.

**Figura 4.9. Región del Pacífico sur mexicano: agregaciones espacio – temporales de las causas indirectas de la mortalidad infantil, 1990 – 2020.**



Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

**Figura 4.10. Región del Pacífico sur mexicano: defunciones maternas por causas directas, 1990-2020**



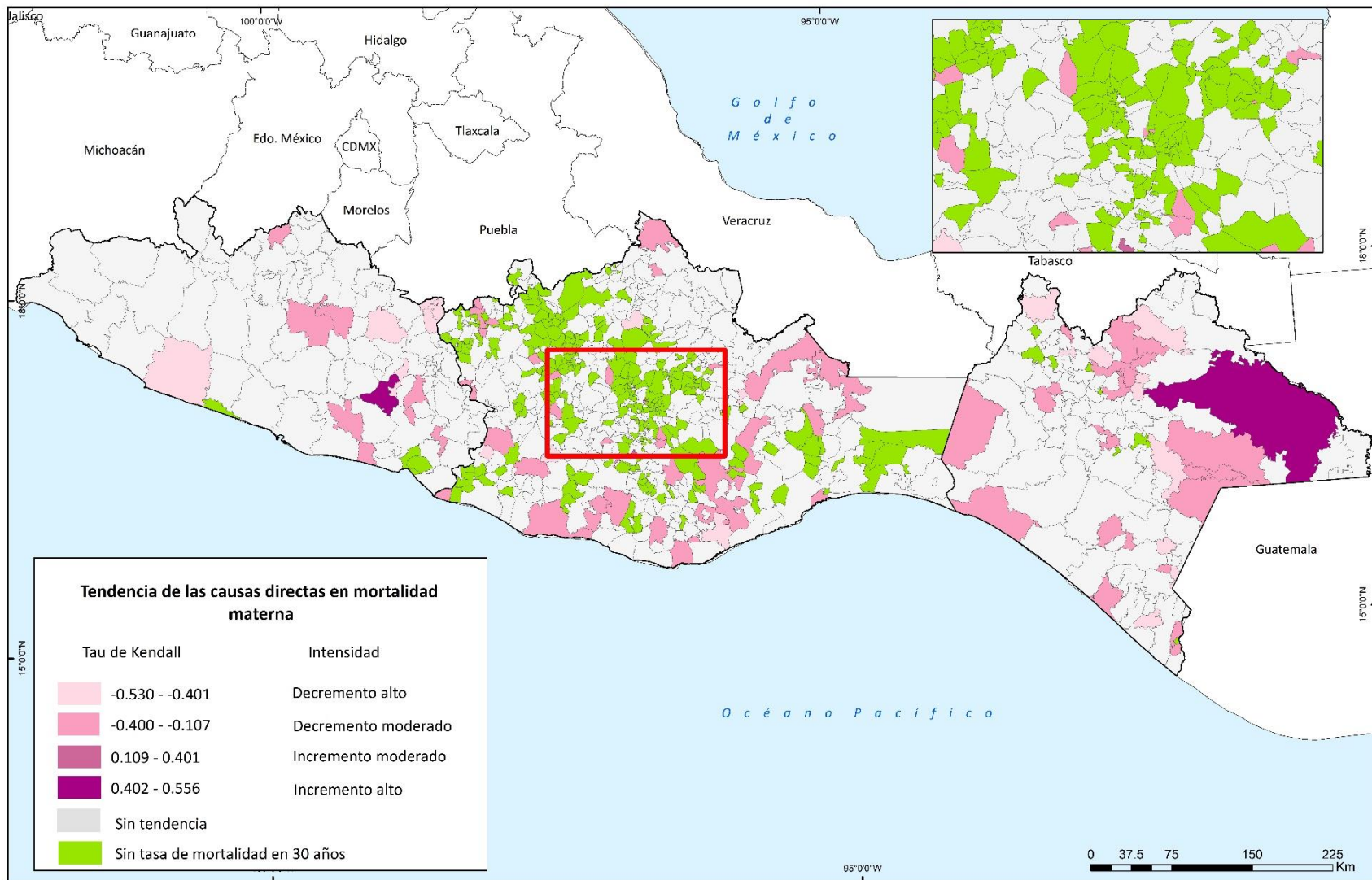
Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

La tendencia temporal de las defunciones maternas por causas directas a nivel municipal (Figura 4.11) indica que dos municipios presentan un incremento alto en las muertes por estas causas, los cuales son Ocosingo y Ayutla de los Libres.

Por el contrario 22 territorios tienen un decremento alto, ejemplo de ello son San Juan Cancuc, Salto de Agua y Comitán Domínguez, mientras que 73 de 769 unidades espaciales que conforman la región registran un decremento moderado. El resto del territorio no presenta una tendencia consistente, debido a los cambios abruptos que se producen en las defunciones por estas causas generando la inexistencia de un patrón gradual y consistente.

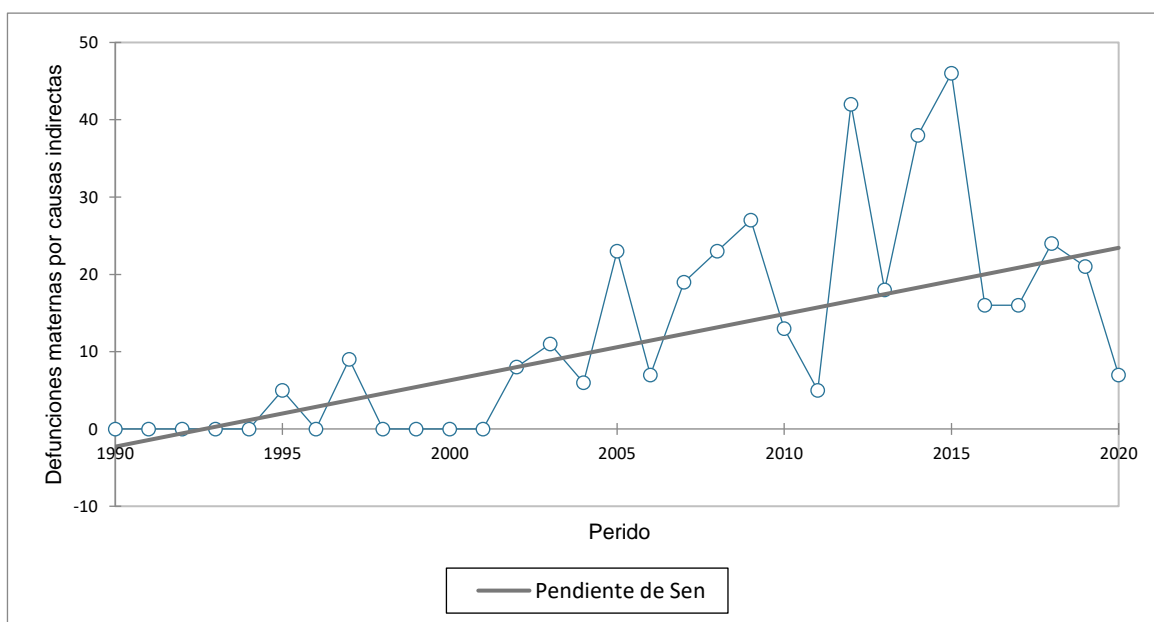
La tendencia de las causas indirectas para la MM a nivel región presenta un incremento moderado, con un Tau de Kendall de 0.578 y un p-value de 0.0001. De acuerdo con la Figura 4.12 al inicio del periodo no se registraban defunciones por estas causas, sino que fue en 1995 y posteriormente en 1997 cuando aparecen.

**Figura 4.11. Región del Pacífico sur mexicano: tendencia de las defunciones maternas por causas directas, 1990-2020**



Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

**Figura 4.12. Región del Pacífico sur mexicano: defunciones maternas por causas indirectas, 1990-2020.**



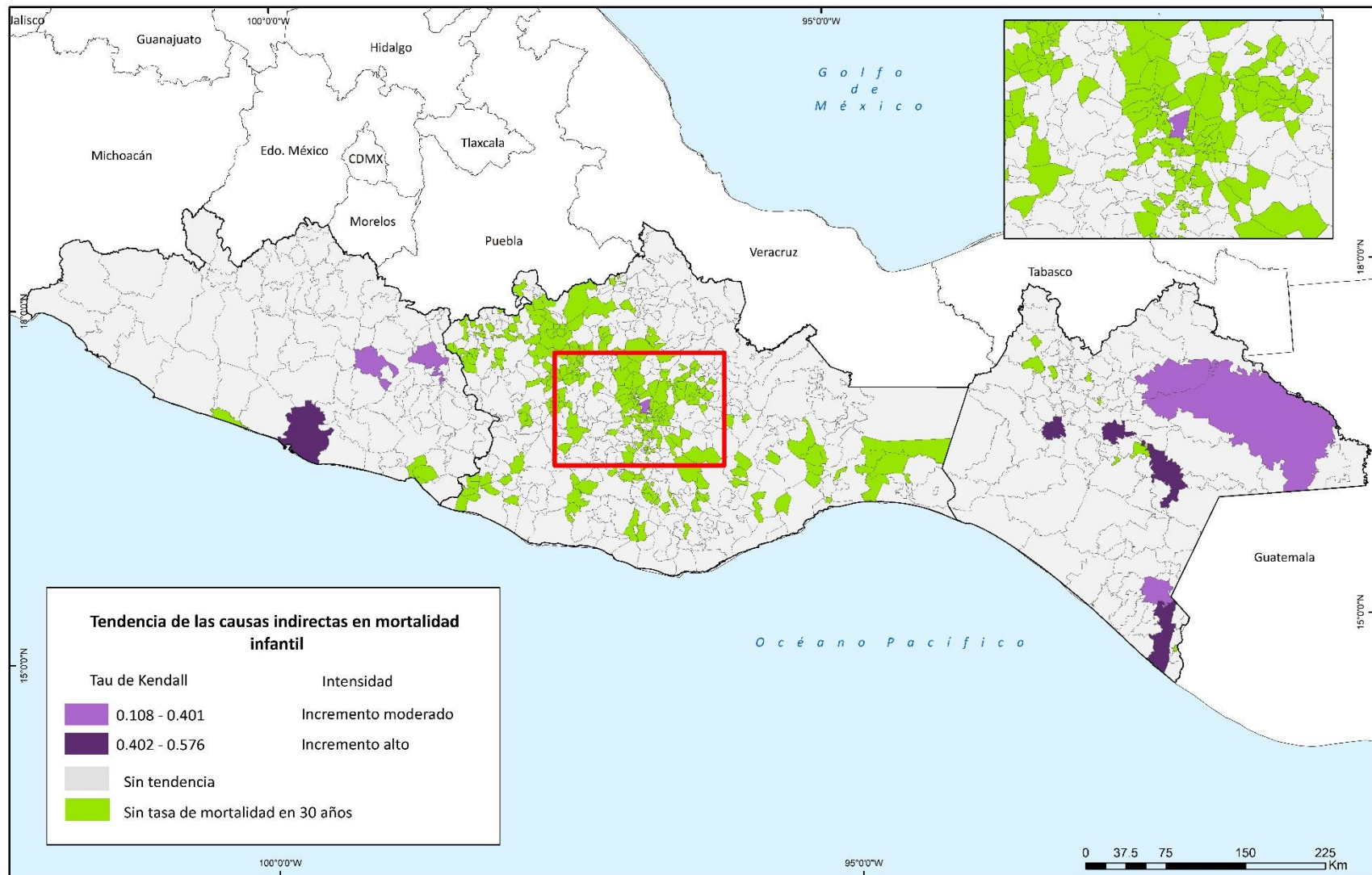
Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

En el año 2002 vuelve a resurgir el aumento de estas defunciones, dos años después disminuye el 50% respecto al año anterior y al siguiente año se registran cuatros veces más muertes que el año pasado. El máximo de mortalidad por CI fue en el 2015, para los años consecutivos las defunciones disminuyen.

Si bien a nivel regional la tendencia señala un incremento, solamente cinco municipios coinciden con el aumento en las defunciones maternas por CI y son Acapulco, Comitán Domínguez, Tuxtla Gutiérrez, San Lucas y Tuxtla el chico. Por el contrario, Chilapa, Tlapa de Comonfort, Ocosingo, Chilón y Motozintla su tendencia va en decremento (Figura 4.13).

Por otra parte, las causas directas que afectan a la mortalidad infantil presentan una tendencia de Kendall de -0.65 y un p-value de 0.0001, se rechaza la H0 y se acepta la alternativa indicando una disminución moderada y significativa en las defunciones infantiles por CD.

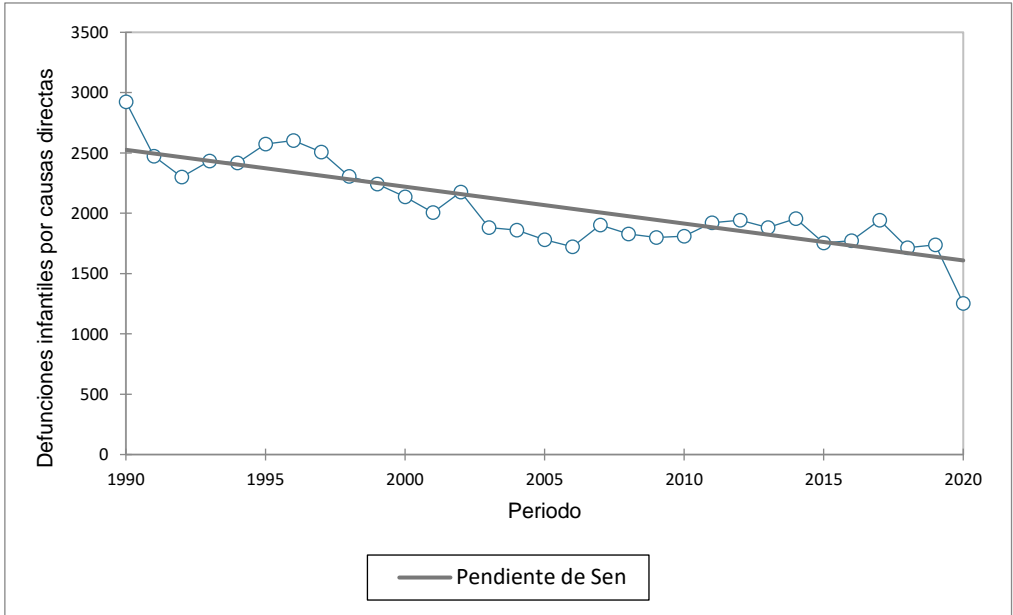
**Figura 4.13. Región del Pacífico sur mexicano: tendencia de las defunciones maternas por causas indirectas, 1990-2020**



Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

De acuerdo con la Figura 4.14 se puede observar que en 1990 se registra el mayor número de muertes, para los siguientes dos años disminuyen considerablemente, pero en 1993 vuelven a tener un ligero incremento; a partir de ese año la variación en el aumento y disminución de los casos es pequeña hasta el 2020 que donde existe una disminución considerable respecto a los años anteriores.

**Figura 4.14. Región del Pacífico sur mexicano: defunciones infantiles por causas directas, 1990-2020**

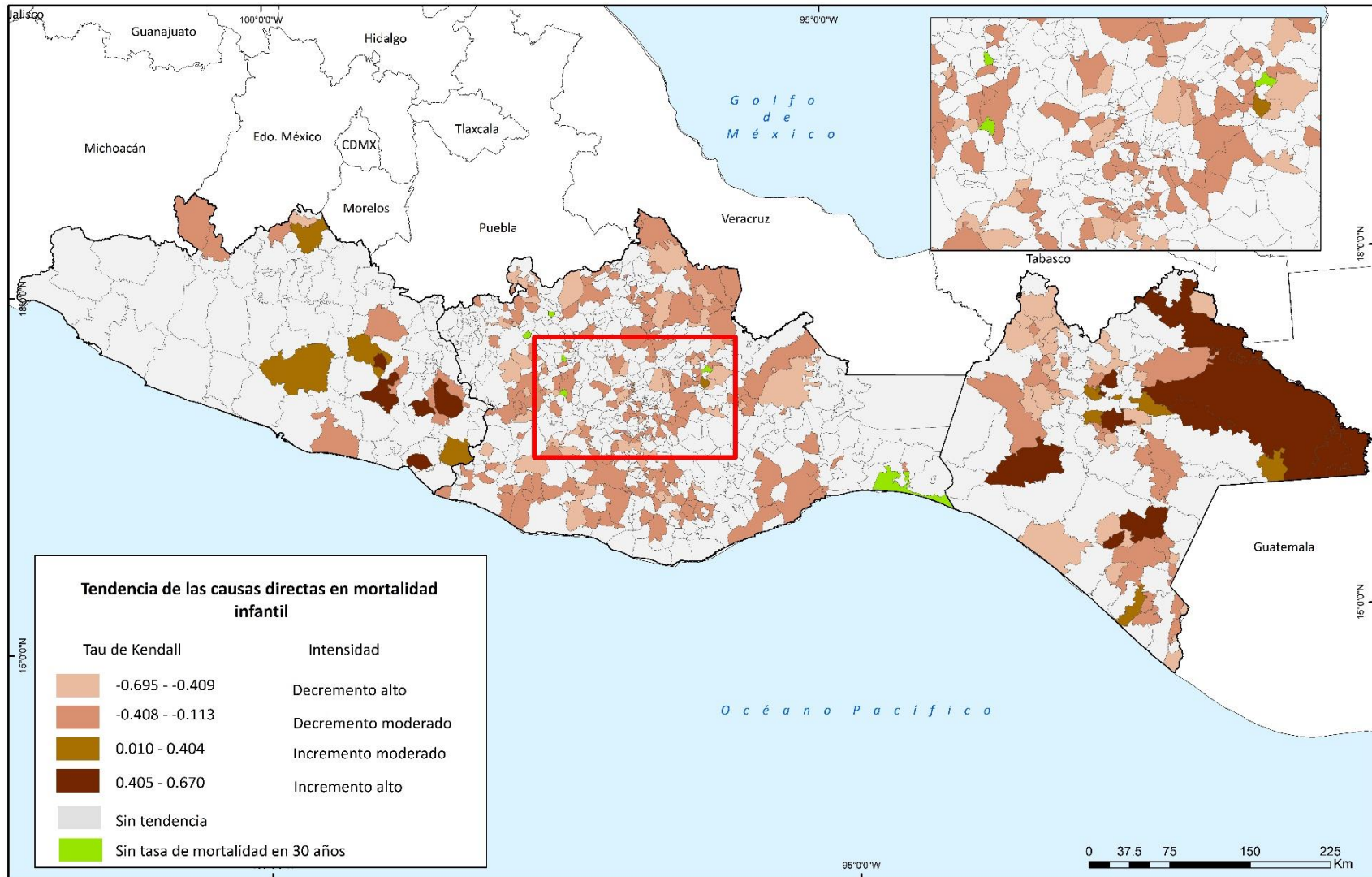


Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

A nivel municipal la tendencia difiere en algunos territorios de la región, tal es el caso de 16 municipios que presentan un incremento alto en sus defunciones, por ejemplo, Benemérito de las Américas, José Joaquín de Herrera y San Cristóbal de las Casas; en cambio municipios como Chilpancingo, Taxco y Santiago del Pinar por mencionar algunos presentan un incremento moderado.

Por el contrario 146 municipios registran un decremento moderado y principalmente se concentra en el estado de Oaxaca, mientras que 78 presenta un decremento alto, tal es el caso de San Fernando, Bejujal de Ocampo y La Libertad en Chiapas. El resto del territorio no presenta una tendencia significativa en este periodo (Figura 4.15).

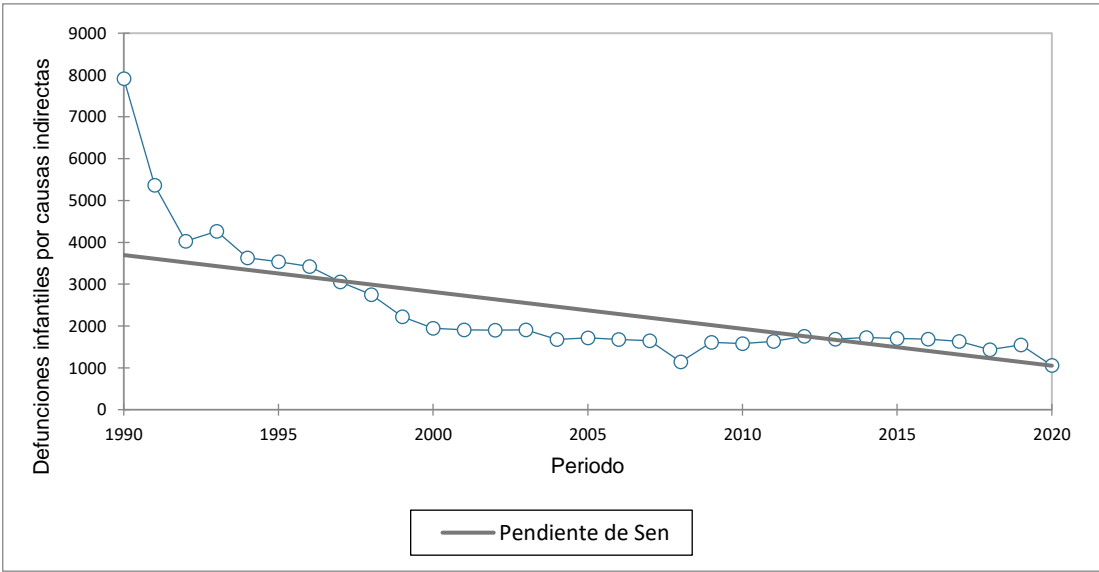
**Figura 4.15. Región del Pacífico sur mexicano: tendencia de las defunciones infantiles por causas directas, 1990-2020**



Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

Con relación a la tendencia de las causas indirectas en la mortalidad infantil, esta presenta un Tau de Kendall de  $-0.768$  y un p-value de  $0.0001$ , por lo que hay una tendencia de decremento alto en serie. La Figura 4.16 muestra estas variaciones que existen durante los 30 años, cabe resaltar que en 1990 hubo 8000 defunciones por estas causas, en los siguientes dos años disminuyeron casi el 50% y para los años posteriores las muertes redujeron de manera constante pero no tan significativa.

**Figura 4.16. Región del Pacífico sur mexicano: defunciones infantiles por causas indirectas, 1990-2020**

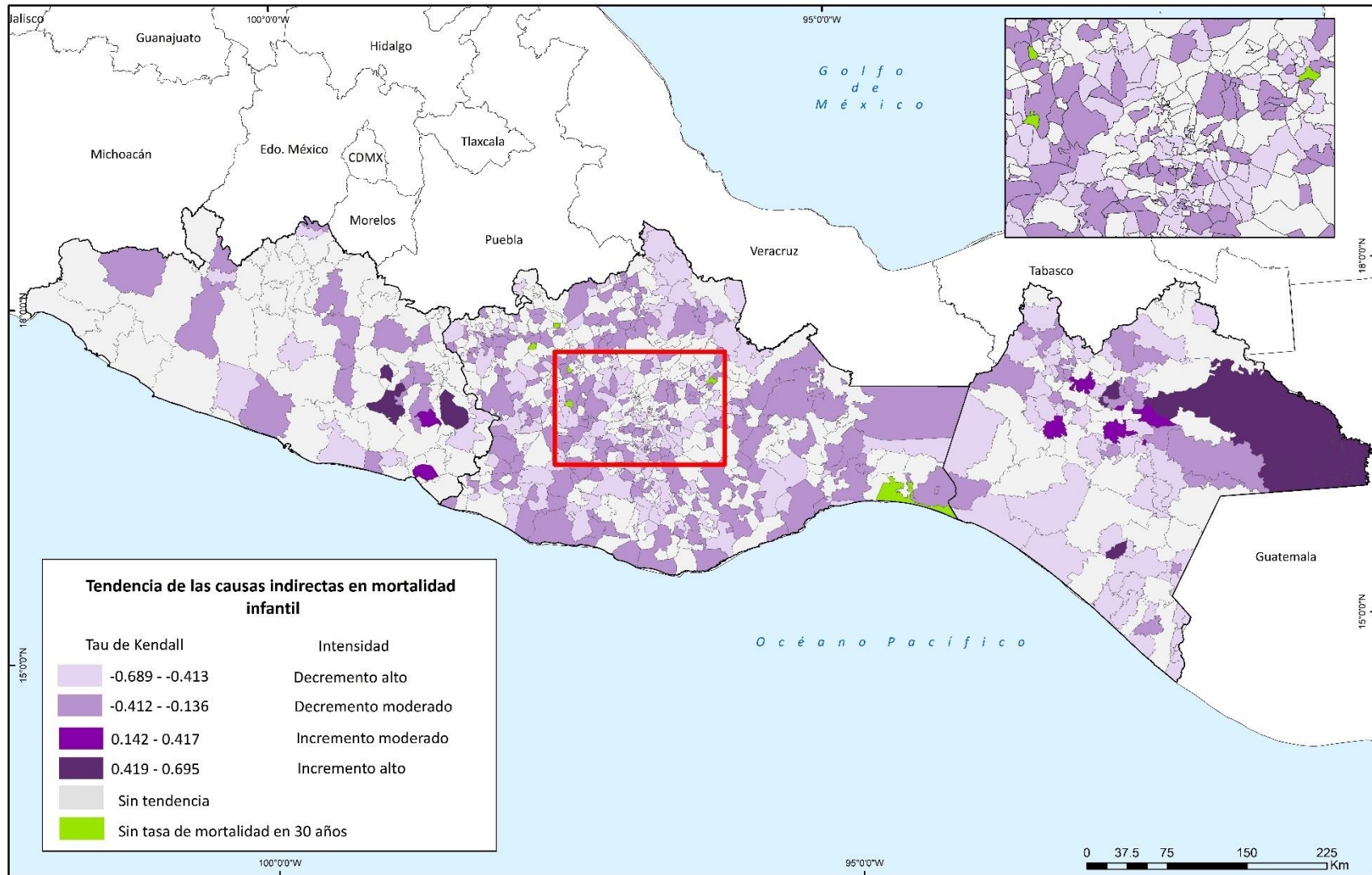


Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

El patrón temporal de la tendencia que se presenta a nivel municipal (Figura 4.17) indica que el 50% del territorio presenta una disminución alta y moderada, por ejemplo, en Siltepec, Tuzantán, El Bosque, Sitalá, Berriozábal y San Marcos.

El 47.46% son municipios que no presentan una tendencia consistente, debido a que los datos que componen la serie temporal son aleatorios e independientes. Por otra parte, únicamente el 2.47% de la región presenta un incremento de moderado a alto, tal es el caso de José Joaquín de Herrera (Guerrero), Benemérito de las Américas y Aldama (Oaxaca) quienes presentaron los aumentos más altos por causas indirectas en la región.

**Figura 4.17. Región del Pacífico sur mexicano: tendencia de las defunciones infantiles por causas indirectas, 1990-2020**



Fuente: elaboración propia con datos de la SS, 2020a e INEGI, 2020.

### **4.3 Evaluación de estrategias de los Objetivos del Desarrollo Sostenible en el año 2010 y 2020.**

En el año 2015, tras finalizar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y corroborar el éxito de las metas establecidas en algunos países, se crea la Agenda 2030, la cual establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de manera incluyente; por lo que aborda temas como la reducción de la desigualdad en todas sus dimensiones, mejorar las condiciones de salud de la población, un crecimiento económico inclusivo con trabajo decente para todos, ciudades sostenibles y cambio climático, entre otros (ONU, 2015).

Asimismo, en esta agenda se establecen 17 objetivos con 169 metas y 231 indicadores, el tercer objetivo se enfoca en garantizar una vida sana y promover el bienestar en todas las edades, dos de las metas principales de este, son reducir la tasa mundial de mortalidad materna y poner fin a las muertes evitables de recién nacidos y de niños menores de 5 años.

Para poder lograr las metas mencionadas, los gobiernos establecieron algunas estrategias para alcanzar el objetivo, ejemplo de ello son (ONU, 2015):

- Abordar las desigualdades en el acceso a los servicios de atención de salud.
- Garantizar una cobertura sanitaria universal de las mujeres y niños menores de 5 años.
- Fortalecer los sistemas de salud para responder las necesidades y prioridades de las mujeres y niños menores de 5 años.
- Fortalecer las acciones de vacunación a la población infantil menores de 5 años, asegurando el esquema básico completo.
- Promover conductas de alimentación saludable en la población de mujeres embarazadas y menores de 5 años, para reducir la prevalencia de desnutrición en este grupo de edad.

Evaluar estas estrategias a través de una serie de indicadores permiten verificar el progreso en el cumplimiento de metas de los objetivos y líneas de acción prioritarias enfocados a la mortalidad materno infantil. De acuerdo con la metodología aplicada de Puntajes de Clasificación espacial (PCE), las variables se catalogaron en grupos de beneficio (puntajes máximos indican un estado óptimo) y costo (puntajes máximos indican mal estado) (Cuadro 4.7); las cuales evalúan las estrategias para los años 2010 y 2020, con la finalidad de conocer la situación previa y posterior a la instauración de estas.

El resultado del análisis de las estrategias a nivel región en el 2010 (Cuadro 4.7), indica que el Estado de Oaxaca posee el indicador más alto de la región con un PCEU de 71.61, esto se debe a que en las variables de beneficio enfocadas a la infraestructura de salud y personal médico el Estado presenta los más altos puntajes; mientras que Chiapas tiene el indicador de PCEU más bajo con 34.93, derivado de altos valores en las variables de costo y bajos en las de beneficio, por ejemplo, índice de ingreso e infraestructura de salud y personal médico.

**Cuadro 4.7. Región del Pacífico sur mexicano: indicadores de la evaluación de las estrategias de los ODS, 2010 y 2020.**

Puntajes de clasificación espacial (PCE)						
Entidad	2010			2020		
	Beneficio	Costo	Unificado	Beneficio	Costo	Unificado
Chiapas	16.68	46.82	34.93	1.45	43.38	29.03
Guerrero	54.18	31.27	61.45	92.96	47.75	72.60
Oaxaca	80.05	36.82	71.61	68.61	42.07	63.27

Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2010 y 2020; CONEVAL 2010 y 2018; PNUD, 2010 y 2018.

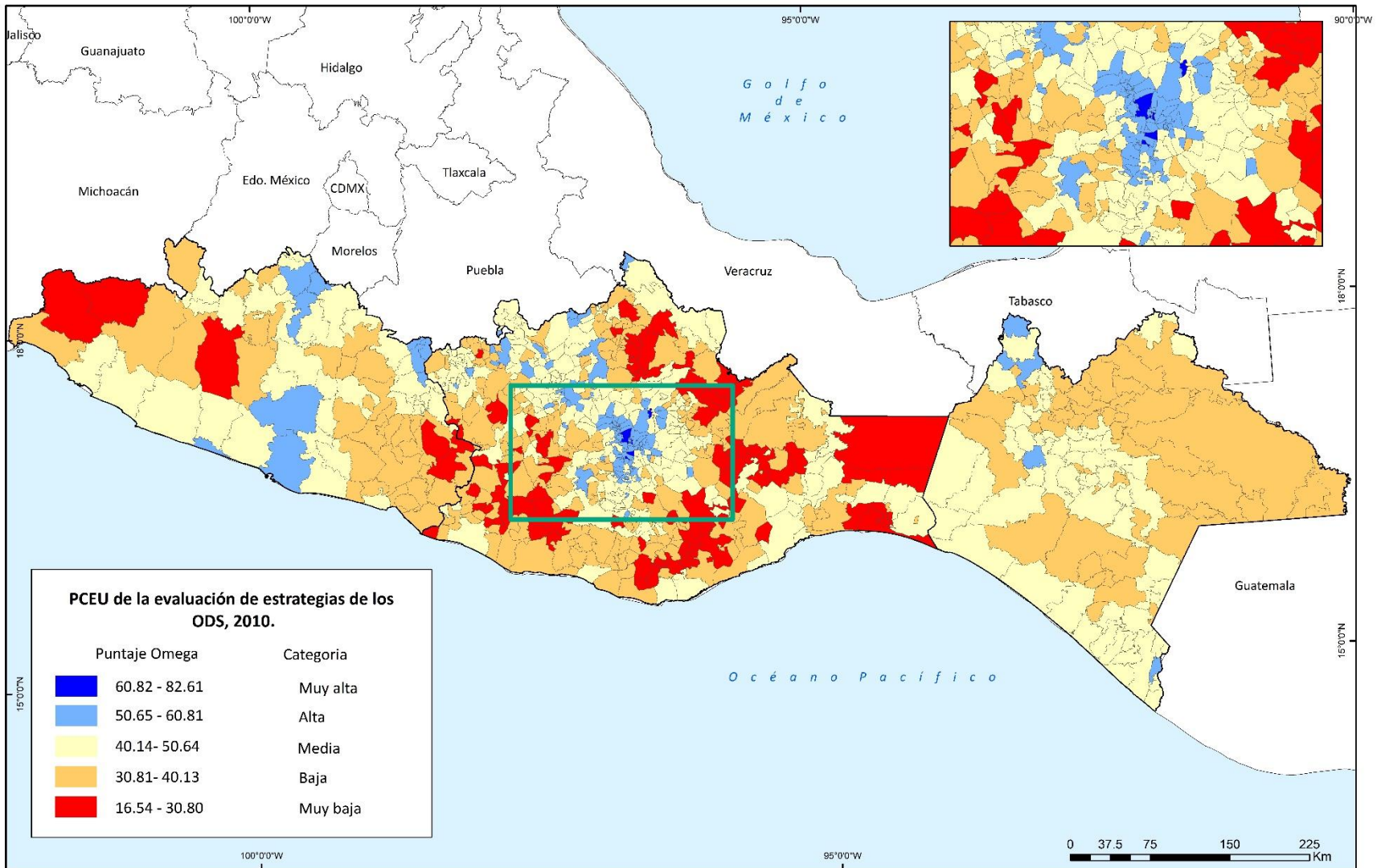
Para el año 2020, el más alto indicador lo presenta el Estado de Guerrero con 72.60, producto de mejorar las variables de beneficio casi en un 50%, en cambio en Oaxaca y Chiapas los valores de VB disminuyeron en este año 12 y 15 puntos respectivamente; este último Estado volvió a registrar el más bajo PCEU con 29.03 en este año.

Es posible que los valores que se registran las variables de beneficio y costo en este año sean producto del problema de salud pública que se vive en México y en el mundo, debido a que al implementar la mayoría de los esfuerzos económicos e infraestructura y personal de salud para tratar de combatir esta enfermedad emergente se descuidaran ciertos programas y niveles de atención, así como también el aumentó pobreza y la carencia a una alimentación segura.

La evaluación de las estrategias a nivel municipal expone una diferenciación espacial en la región, permitiendo identificar aquellos territorios donde los indicadores relacionados a las estrategias están cerca o lejos de ser positivos y coadyuven a disminuir la mortalidad materno infantil.

La distribución espacial de los indicadores cinco años antes de la instauración de las estrategias (Figura 4.18) indica que el 10.93% de los territorios presentaban indicadores muy bajos,

**Figura 4.18. Región del Pacífico sur mexicano: evaluación de estrategias de los ODS, 2010.**



Fuente: elaboración propia con datos del CONEVAL, 2010; INEGI, 2010 y SS, 2010.

principalmente ubicados en el Estado de Oaxaca y Guerrero; los tres principales municipios con los menores valores son San Francisco Ozolotepec, San Juan Ozolotepec y San Juan Bautista Tlacoatzintepec, localizados sobre la Sierra Juárez y Sierra Madre del Sur.

De acuerdo con las VB y VC analizadas de estos municipios se caracterizan por tener aproximadamente el 97% de la población en condición de pobreza, 59.2% con una carencia alimentaria, un índice de ingreso de 0.437 que indica un nivel de acceso a recursos económicos similar que en África Subsahariana; en cuanto a la derechohabencia de los niños menores de cinco años y mujeres en edad reproductiva apenas se tiene 30% de este grupo afiliado a un Servicio de salud.

Asimismo, la infraestructura de salud y personal médico es deficiente, debido a que la proporción de médicos y de enfermeras es apenas de uno para cada 1000 habitantes, solo cuentan con una o dos unidades de salud de primer nivel, la proporción de camas y consultorios para atender a la población es de uno, de igual manera no se cuenta con cunas e incubadoras para atender a recién nacidos y el tiempo de traslado a un servicio médico de primer nivel es de 30 min hasta 1hr., para un segundo es de 1:30 a 2:00 hrs. y tercer nivel de tres horas.

De igual manera el 36.41% de los municipios presenta un indicador de evaluación bajo, estos territorios se encuentran ubicados en las principales serranías de la región y en parte de la selva Lacandona en Chiapas, se singularizan por alto porcentaje de pobreza y carencia alimentaria, un 30% en el esquema de vacunación completo en niños menores de un año, y apenas la mitad de la población de niños menores de cinco años y mujeres en edad reproductiva son derechohabientes; tampoco no cuentan con la infraestructura de salud y personal médico necesario para atender a su población.

Asimismo, debido a las condiciones geográficas en las que se encuentran localizados y a la densidad de infraestructura vial los habitantes tardan aproximadamente en llegar a un servicio básico de salud aproximadamente entre 20 y 25 minutos, a una unidad de salud que brinda hospitalización y otros estudios es de 40 min hasta 1:30 hrs, y para un hospital o clínica de especialidades el tiempo es de dos a tres horas.

El 40.44% de los territorios que conforman la región tienen un indicador de evaluación regular, localizados en las zonas costeras de la región, en los Valles centrales de Oaxaca y la altiplanicie central en Chiapas, se caracterizan por poseer un alto índice de ingreso, más del 50% de niños

menores de cinco años y mujeres en edad reproductiva cuentan con derecho a servicios de salud, del 70 al 80% de niños menores de un año tienen el esquema de vacunación completo, mientras que el porcentaje de población en condición de pobreza varía entre 50% y 60%, y el de carencia alimentaria en 30% y 40%.

El porcentaje de municipios que tienen un alto indicador es de 10.66% mientras que el muy alto es de 1.56%, geográficamente están ubicados en lugares de fácil acceso y con alta densidad vial, el índice de ingreso es mayor que 0.60, la derechohabiencia en mujeres en edad reproductiva y menores de cinco años es más del 80%, tienen más de 15 unidades de primer nivel y por lo menos cuentan con dos hospitales de segundo nivel, la proporción de médicos y de enfermeras es aproximadamente de cuatro por cada 1000 habitantes; el tiempo de traslado a un servicio de primer nivel es de hasta 20 minutos, hasta 30 min a uno de segundo nivel y 1:30 hr. a un tercer nivel.

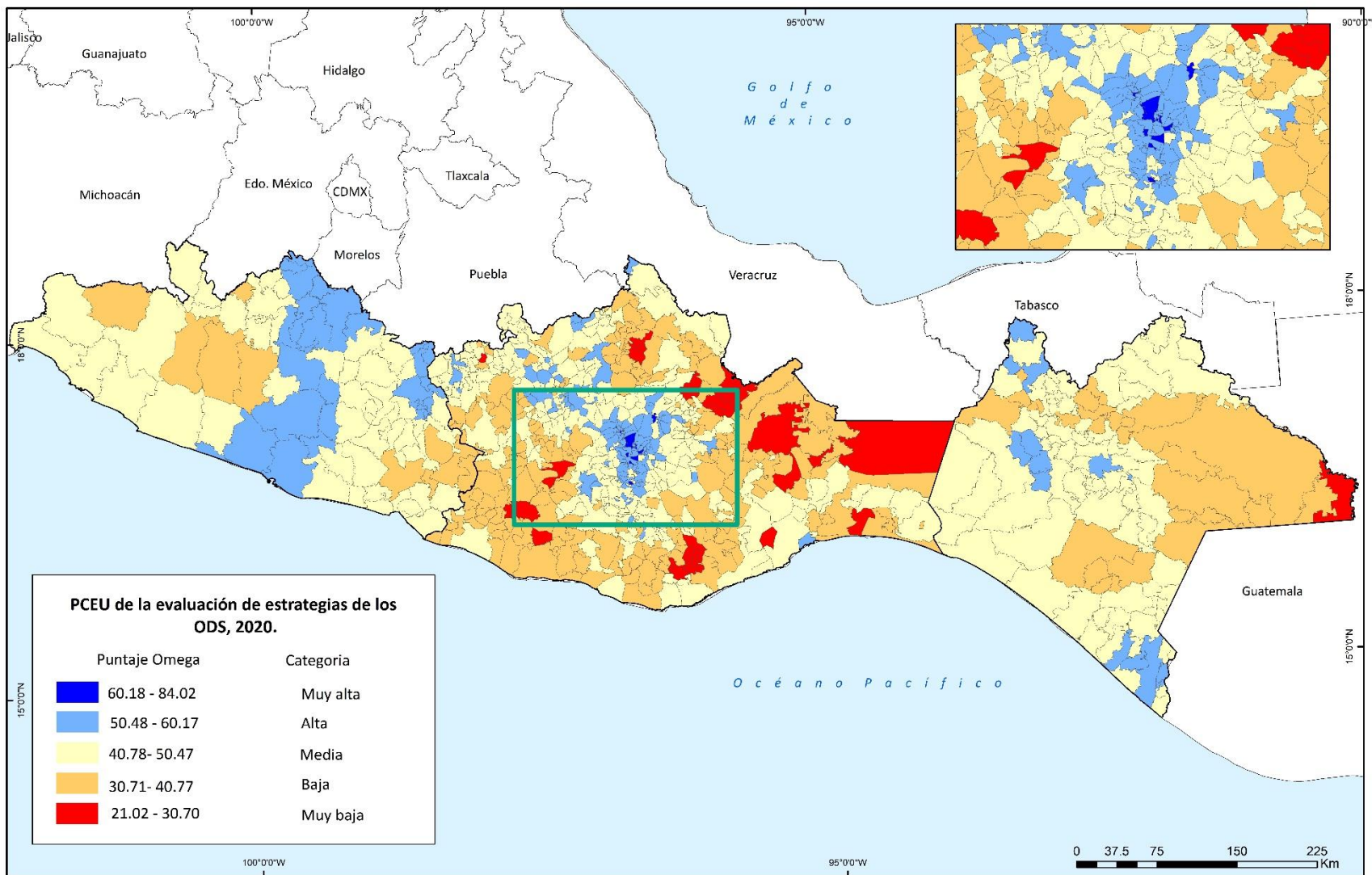
Los tres mejores indicadores se encuentran en los municipios de San Bartolo Coyotepec, Guelatao de Juárez y San Sebastián de Tutla localizados en los valles centrales de Oaxaca, se singularizan por cumplir con el 100% en los esquemas de vacunación y el apenas el 30% de su población se encuentra en condición de pobreza y el 8% con carencia alimentaria.

Tras el paso de cinco años del establecimiento de las estrategias para disminuir la mortalidad materno infantil, la distribución de los indicadores de la evaluación (Figura 4.19) muestra una mejoría en algunos territorios. A diferencia del 2010 donde 84 municipios presentaban un indicador muy bajo en el 2020 son 25, lo cual infiere que 59 mejoraron algunas variables; ejemplo de ello son Zirándaro (Guerrero) y San Francisco del Mar (Oaxaca).

En cuanto a las unidades espaciales con el más bajo indicador de evaluación le corresponden a San Miguel Tenango, Santa María Chimalapa y San Dioniso del Mar ubicados en el Istmo de Tehuantepec, si bien en el 2010 presentaban aproximadamente el 80% y 40% de habitantes se encontraban en condición de pobreza y carencia alimentaria, para el 2020 aumento el 8% y 6%.

De igual manera, disminuyó el porcentaje de municipios con un indicador de evaluación baja y se incrementó en la categoría media 9%, mientras que los municipios con una valoración alta aumento 7.41%; la mejoría de algunos lugares se debió al desarrollo de infraestructura de salud de primer nivel y mayor proporción de personal médico. Asimismo, la derechohabiencia de niños menores de cinco años y mujeres en edad reproductiva aumento aproximadamente el 25%, es decir en el 2020 más del 70% de este grupo tiene acceso a un servicio de salud.

Figura 4.19. Región del Pacífico sur mexicano: evaluación de estrategias de los ODS, 2020.



Fuente: elaboración propia con datos del CONEVAL, 2018; INEGI, 2020 y SS, 2020a.

Los mejores indicadores se presentan en 10 municipios dos menos que en el año 2010, nuevamente San Bartolo Coyotepec y Guelatao de Juárez son los dos municipios con los más altos indicadores de la región seguido de Oaxaca de Juárez, mientras que San Sebastián de Tutla ocupa el cuarto lugar.

Al igual que en la categoría anterior estos municipios mejoraron en las variables de infraestructura de salud, personal médico, derechohabencia, índice de ingreso y porcentaje de niños menores con esquema completo de vacunación; en cuanto a las variables de tiempo invertido para llegar a un servicio de salud ya sea de primer, segundo o tercer nivel se mantuvo igual que hace diez años, derivado de la baja densidad vial que existe.

Si bien al paso de 10 años los indicadores mejoraron en algunos municipios aún falta mucho por hacer para llegar a la meta planteada de reducir la mortalidad materna, es importante que en los territorios con los más bajo indicadores se implementen o refuercen programas para progresar en el combate de esta mortalidad.

#### **4.4 Discusión**

La detección de grupos de eventos espacio temporales son importantes para comprender el comportamiento de mortalidad dentro de una región geográfica, los modelos estadísticos de Knox y Kendall vislumbraron la gravedad de problema y la configuración espacial de la mortalidad materno infantil y sus principales causas en un periodo 30 años, resaltando aquellas zonas con mayor y menor riesgo durante este lapso.

La prueba de Knox aplicada a la mortalidad materna indico que el agrupamiento espacio temporal en el cuadrante cercano no fue significativo para la ventana de ocho años establecida, mientras que para el caso de la mortalidad infantil si lo fue. Asimismo, el método Kendall mostró una disminución muy significativa en las tasas a nivel región, no obstante, a una escala menor existen 10 municipios que presentan un incremento alto en las defunciones.

Por otra parte, las principales causas de mortalidad materno infantil en estas últimas tres décadas son resultado de complicaciones obstétricas del embarazo y relacionadas al periodo perinatal, generadas por intervenciones deficientes, omisiones o tratamientos incorrectos; en este sentido a nivel general la región se encuentra en una etapa III de la transición obstétrica infantil, esto debe a que las tasas de mortalidad siguen siendo altas a pesar de tener ligeros decrementos, aunado al

predominio de las causas directas para la mortalidad materna, mientras que en la infantil se da una transición de indirectas a directas.

El test de Knox reveló que el agrupamiento espacio temporal en el cuadrante cercano no fue significativo para las causas directas maternas en una ventana de ocho años, pero si lo fue para las directas e indirectas infantiles. Los resultados del análisis de Kendall muestran que ambas causas de mortalidad infantil han disminuido en estos 30 años, pero en el caso de la MM solo han disminuido las directas y cada vez aumentan las indirectas, que principalmente son relacionadas a enfermedades preexistentes no diagnosticadas. A nivel municipal se identificaron 16 unidades espaciales que han aumentado la tendencia de MI en ambas causas, mientras que en la materna han sido solo seis.

Las agrupaciones y tendencias espaciales en estos 30 años identificadas por la prueba de Knox y Kendall a nivel municipal evidencian las condiciones socioeconómicas en que la población está inmersa y la infraestructura de salud que tienen los territorios.

Por ejemplo los municipios que en estas tres décadas han presentado tasas muy altas durante un periodo continuo de más de ocho años y que su tendencia va en aumento se caracterizan por estar localizados en áreas geográficas como la Sierra Madre del Sur y la Cordillera Centroamericana, así como también la mayor parte de su población se encuentra distribuida en zonas rurales, son de origen indígena y hablan una lengua originaria, su índice educativo es bajo, apenas el 20% de la población es derechohabiente, se dedican principalmente a actividades primarias, su ingreso es hasta de dos salarios mínimos, las viviendas tienen piso de tierra, carecen de drenaje y agua potable, por lo que las condiciones socioeconómicas en la que vive esta población van de “mala a pésima”.

Por el contrario, los municipios que han mejorado las tasas de mortalidad MI se caracterizan por tener de “regulares a buenas condiciones”, es decir, más del 50% de la población está afiliada a un servicio de salud, tienen un índice educativo de medio a alto, su ingreso es superior a los dos salarios mínimos y se dedican principalmente a las actividades terciarias.

Es importante resaltar que durante estos 30 años hubo un total de 261 municipios que no registraron muertes maternas y seis municipios ninguna defunción infantil, es relevante debido a que a pesar de que algunos municipios tienen “malas o regulares” condiciones de vida, han podido afrontar este problema de salud, que posiblemente se deba a la atención que brinda el personal de salud, como también a la identificación temprana y tratamiento adecuado de los problemas relacionados con el embarazo y enfermedades en los niños menores de cinco años.

Los indicadores de evaluación desarrollados a través de la metodología de puntajes de clasificación espacial mostraron un panorama de la evolución de las estrategias planteadas para reducir la mortalidad materno infantil, si bien estas han sido acertadas existen municipios que presentan indicadores bajos, por lo que es posible que sea difícil alcanzar la meta.

Asimismo, es importante señalar que debido a la pandemia del COVID-19, algunas condiciones han mejorado, por ejemplo mayor porcentaje en la derechohabiencia en niños menores de cinco años y mujeres en edad reproductiva, el desarrollo nueva infraestructura de salud y el aumento de personal médico, no obstante, aún no se refleja el impacto económico en la población, es decir, el porcentaje real de personas en condición de pobreza, la carencia a acceso a una alimentación segura y el nivel de ingreso, por lo que hasta el momento se desconoce las repercusiones de la pandemia en la mortalidad materno infantil.

De manera general en este capítulo se pudo desarrollar un diagnóstico de la mortalidad materno infantil en la región del Pacífico sur mexicano, resaltando aquellos municipios donde este problema de salud predomina y las estrategias por los ODS no están teniendo los resultados esperados, ante esto la importancia de crear un índice de vulnerabilidad social en salud y relacionarlo con la mortalidad materno infantil no solo permitirá medir el grado de impacto hacia este problemas, sino también se identificarán los condicionantes a mejorar que contribuyan a disminuir la mortalidad materna.

## **CAPÍTULO 5.**

### **LA MORTALIDAD MATERNO INFANTIL: UNA VISIÓN DESDE LA VULNERABILIDAD SOCIAL EN SALUD**

Los diversos problemas de salud no se encuentran distribuidos aleatoriamente en el espacio, sino que están asociados a condicionantes físicos o socioeconómicos del entorno en el que se produce (OMS, 2005); en este sentido la mortalidad materno infantil se puede asociar estadísticamente a las características territoriales de cada municipio de la región y así conocer cuáles son los factores que influyen en la variabilidad espacial de este tipo de mortalidad.

Dentro de los objetivos de este capítulo es analizar el índice de vulnerabilidad social en salud materno infantil en el 2020, que fue elaborado con apoyo de un panel de expertos, este índice tiene la finalidad de mostrar los territorios con mayor y menor vulnerabilidad a la mortalidad materno infantil. Así mismo, se asocian los condicionantes socioespaciales que conforman el índice de vulnerabilidad con la mortalidad materno infantil a través de una regresión geográficamente ponderada para observar las variaciones espaciales en la región y la influencia que tiene cada variable.

Por último, se desarrollan escenarios tendenciales deseables en busca de condiciones socioeconómicas ideales que permitan proponer estrategias de manera focalizada que coadyuven a la disminución de la mortalidad materno infantil y alcanzar las metas de los ODS 2030.

#### **5.1 Análisis del índice de vulnerabilidad social en salud de la mortalidad materno infantil, 2020.**

A partir de los planteamientos hipocráticos, la teoría higienista y los modelos de Dahlgren y Whitehead; y Diderichsen, se comprende la dinámica y multi factorialidad de la vulnerabilidad social en salud, la cual es el resultado de un conjunto de condicionantes socioespaciales que interactúan de forma específica y que repercuten en el estado de salud de un individuo o sociedad.

Si bien, la mortalidad materno infantil ha sido un problema de salud que afecta gravemente a los municipios de la región del Pacífico sur mexicano, esta responde a ciertas características del territorio, por lo que desarrollar y analizar un índice de vulnerabilidad social en salud de la mortalidad materno infantil brinda un primer acercamiento a la identificación y configuración espacial de los sectores vulnerables por esta mortalidad.

Para desarrollar este índice se identificaron 32 condicionantes socioespaciales (Cuadro 3.3), los cuales parten de diversas investigaciones que abordan el problema de mortalidad materno infantil (Lozano y Langer, 1994; Reyes, 1994; Aguirre, 2009; Dheeshana y Subadra, 2011; UNICEF, 2011; ODS, 2015, Freyermuth, 2016; Novoa y Taylor, 2018; Dahmm, *et. al.*, 2018; Cordero, 2019).

Se conformó un panel de ocho expertos, quienes trabajan temas como geografía de la salud, vulnerabilidad social y mortalidad materno infantil; los cuales se dieron a la tarea de rankear y ponderar las variables conforme a su experiencia:

- Dr. Gustavo Buzai, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján.
- Dra. Noelia Principi, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján.
- Dra. Mirta Liliana Ramírez, especialista en Geografía de la Salud, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Nordeste.
- Dra. María del Carmen Juárez Gutiérrez, Departamento de Geografía Social. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Dra. Graciela Freyermuth Enciso, Departamento de Antropología Médica, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social Unidad Sureste.
- Dra. Marcela Virginia Santana Juárez, Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Dr. Antonio Reyna Sevilla, subjefe de División de Proyectos Especiales en Salud, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).
- Lic. Alejandra Villalba Radilla, jefa del Programa Salud Materna y Perinatal, Jurisdicción Sanitaria 03, secretaria de Salud Guerrero.

Primeramente, los expertos aplican el método de rankin reciproco con el cual se realiza una primera ponderación de las variables, donde el factor más importante adquiere el valor 1, el segundo en importancia el valor 2 y así sucesivamente, por último, el valor asignado se divide entre la sumatoria del valor de cada variable (Malczewski, 1999).

Como resultado de esta primera fase se obtuvo que los cinco condicionantes mejores rankeados por los expertos fueron:

1. Población femenina en edad reproductiva y niños menores de cinco años que viven en zonas rurales.
2. Población femenina en edad reproductiva y niños menores de cinco años que pertenecen a un grupo originario.
3. Población femenina en edad reproductiva y niños menores de cinco años sin afiliación a un servicio de salud.
4. Población femenina en edad reproductiva analfabeta.
5. Proporción de unidades de primer nivel.

Posteriormente, las variables se clasificaron en siete dimensiones (distribución poblacional, composición del hogar, escolaridad, salud, economía, vivienda y accesibilidad) y se aplicó el método de Jerarquía Analítica (AHP) a través de la matriz de comparación de Saaty (Figura 3.2), donde los expertos asignaron ponderaciones.

Seis de los ocho expertos coincidieron que la dimensión de la salud juega el rol más importante, ya que la salud al no ser solo considerada como la ausencia de una enfermedad esta se debe garantizar a cada individuo, brindando la oportunidad de tener una buena calidad de vida y desarrollo humano; mientras que dos señalan que es la escolaridad.

Cinco expertos concuerdan que la composición del hogar es la segunda dimensión con mayor significancia, debido a que el pertenecer a un grupo étnico, vivir en hacinamiento y en la estructura del hogar que el jefe de familia sea una mujer genera mayor vulnerabilidad ante un evento de salud; por su parte dos señalan que es la accesibilidad y uno la economía. Asimismo, la escolaridad es la tercera categoría con mayor relevancia, cinco expertos aseveran que es aquí donde se promueven los estilos de vida saludables, en cambio para el resto la composición del hogar, accesibilidad y salud deberían ocupar el tercer lugar.

La accesibilidad es la cuarta dimensión de mayor importancia al coincidir con cuatro expertos, mientras que los demás mencionan que es la distribución de la población, la vivienda, economía y salud. De igual manera, el mismo número de expertos que la dimensión anterior concuerdan que el criterio de distribución poblacional ocupa el quinto lugar en ponderación; por último, las categorías de economía y vivienda son las menos ponderadas (Cuadro 5.1), pero de acuerdo con los expertos no dejan de ser importantes para identificar la vulnerabilidad en salud.

**Cuadro 5.1 Ponderación de las dimensiones**

<b>Dimensión</b>	<b>Ponderación</b>
Salud	0.30
Composición del hogar	0.16
Escolaridad	0.14
Accesibilidad	0.13
Distribución poblacional	0.12
Economía	0.09
Vivienda	0.07

Fuente: elaboración propia con base a la matriz de Saaty.

Después de realizar la matriz de Saaty y obtener el promedio de las ponderaciones de todos los expertos, se multiplicó el valor obtenido de cada dimensión por el valor del ranqueo de cada variable que pertenece a ese grupo, por lo tanto, los primeros 10 condicionantes de mayor importancia con referencia a los pesos obtenidos y al panel de expertos son los siguientes:

1. Población femenina en edad reproductiva e infantil menores de cinco años que viven en zonas rurales.
2. Población femenina en edad reproductiva y niños menores de cinco años que pertenecen a un grupo originario.
3. Proporción unidades de primer nivel.
4. Población femenina en edad reproductiva analfabeta.
5. Población que recibe hasta 2 salarios mínimos.
6. Tiempo de traslado a un servicio de primer nivel.
7. Población femenina en edad reproductiva e infantil que viven en hacinamiento.
8. Densidad de carreteras.
9. Proporción de médicos y enfermeras.
10. Población femenina en edad reproductiva jefa de familia.

Una vez calculado todos los valores para cada variable se procedió a calcular el índice y a elaborar el mapa de vulnerabilidad social en salud materno infantil.

Las valoraciones combinadas de los condicionantes han evidenciado los territorios con menor y mayor vulnerabilidad en salud ante un evento de mortalidad materno infantil, el comportamiento espacial del índice (Figura 5.1) muestra que los municipios con un alto grado de vulnerabilidad representan el 8.91% y se encuentran ubicados principalmente en Oaxaca, y en la región de los Altos y Tulijá en Chiapas formando un importante grupo en este Estado; por su parte en Guerrero solo un municipio se encuentra en esta categoría y es Cochoapa el Grande que a nivel nacional ocupa el primer lugar en marginación. Los principales municipios en esta categoría son San Antonio Sinicahua, Santa María Yolotepec (Oaxaca) y Chalchihuitán (Chiapas).

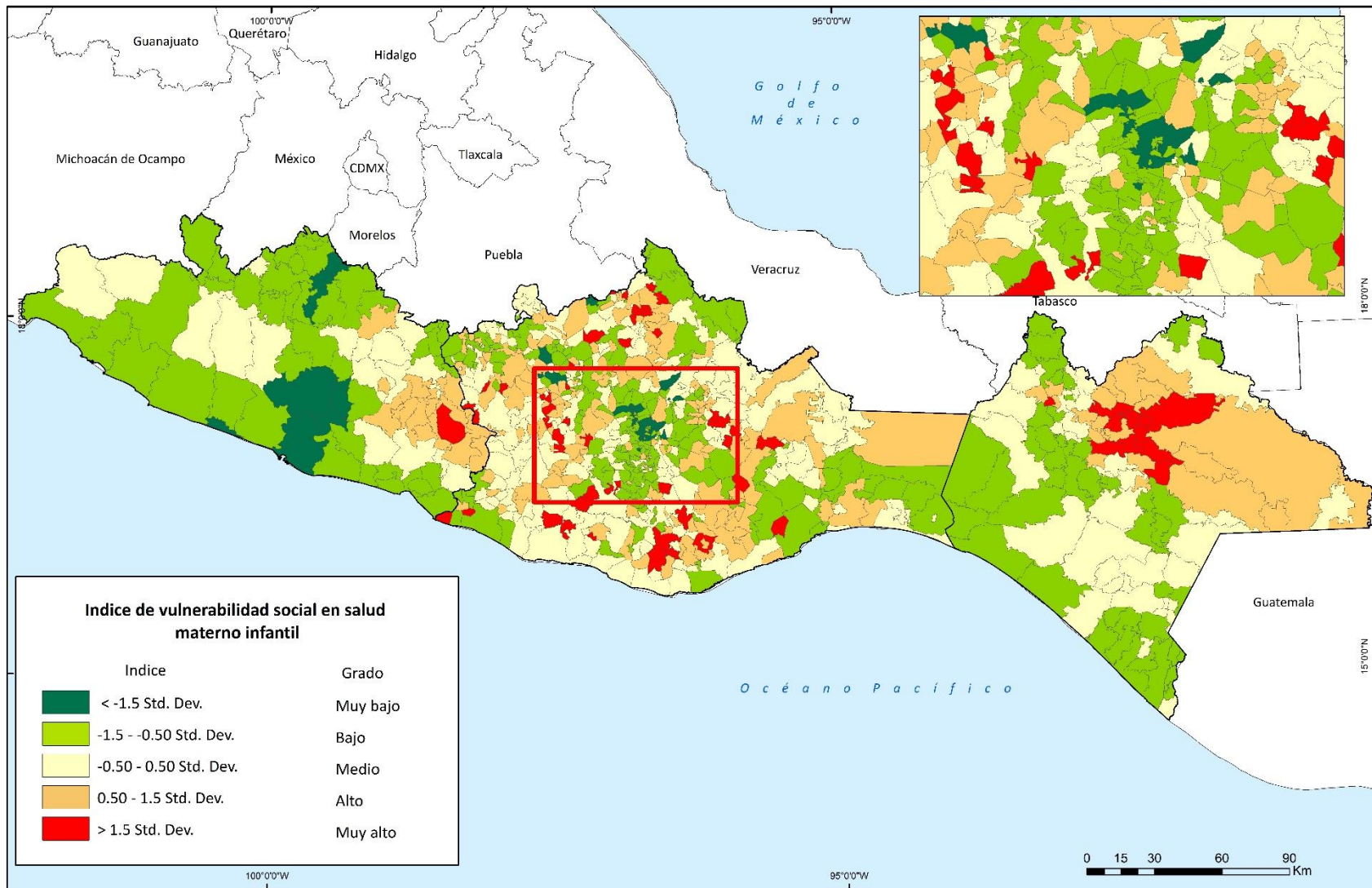
Los territorios con una muy alta vulnerabilidad se caracterizan por tener aproximadamente el 30% de la población femenina en edad reproductiva y niños menores de cinco años viviendo en zonas rurales, así como también más del 90% pertenece a un grupo étnico, el tiempo de traslado a un servicio de primer nivel oscila entre 40 a 50 minutos y el 58% aproximadamente vive en hacinamiento; de igual manera en promedio el 50% de las viviendas carecen de agua potable y drenaje en su vivienda (Figura 5.2 ).

**Figura 5.2. San Antonio Sinicahua (Mixteca), Oaxaca.**



Fuente: fotografías tomadas en recorrido de campo en San Antonio Sinicahua, Oaxaca; 2022.

**Figura 5.1. Índice de vulnerabilidad social en salud materno infantil, 2020.**



Fuente: elaboración propia.

El 23.4% de los municipios de la región denotan una vulnerabilidad alta y se encuentran localizados al igual que los de categoría anterior, sobre las principales serranías de los Estados, por ejemplo, en la Sierra Madre del Sur, Sierra Mazateca y Juárez (Oaxaca) y Cordillera Centroamérica (Chiapas). La mayoría de estos territorios se distribuyen aleatoriamente en el Estado de Oaxaca; mientras que en Chiapas y Guerrero se puede identificar conglomerados en las regiones más pobres, como lo son en la región de la Montaña (Guerrero), Tulijá y la Selva Lacandona (Chiapas).

En este grupo, el 70% pertenece a un grupo étnico, del 42% al 60% de la población no está afiliada a ningún servicio de salud, aproximadamente el 90% de los niños menores de cinco años no cuentan con el esquema de vacunación completo, apenas cuentan con un médico y una enfermera por cada 1000 habitantes, el tiempo de traslado a un servicio de primer nivel es de 30 a 40 min, tiene un bajo porcentaje de analfabetismo en las mujeres, no obstante, alrededor del 40% de los niños menores de cinco años no asisten a la escuela; algunos de los municipios con estas características son Ocosingo, Benemérito de las Américas, José Joaquín de Herrera, Metlatónoc, Heroica Villa Tezoatlán de Segura y Luna, y San Juan Mazatlán (Figura 5.3).

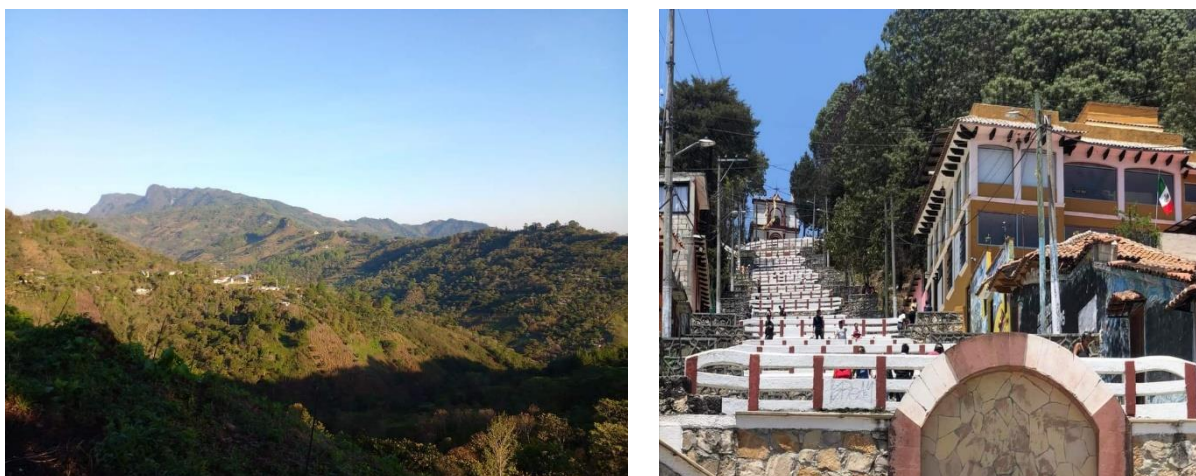
**Figura 5.3. Localidad de Hueycantenango, Mcpio. José Joaquín de Herrera, Guerrero.**



Fuente: fotografías tomadas en recorrido de campo en Hueycantenango, Mcpio. De José Joaquín de Herrera, Gro; 2022.

Los municipios que tienen una vulnerabilidad media representan el 30.8% de la región, por ejemplo, San Cristóbal de las Casas, La Frontera Comalapa, Ayutla de los Libres, San Miguel Totolapan, San Francisco del Mar, San Miguel del puerto y San Pedro Mixtepec (Figura 5.4); la mayoría de ellos se encuentran en colindancia con unidades espaciales con muy alta y alta vulnerabilidad, si bien algunos se encuentran localizados en las serranías, otras se ubican en zonas no tan abruptas del relieve, por lo que tienen mayor accesibilidad.

**Figura 5.4. San Cristóbal de las Casas, Chiapas.**



Fuente: fotografías tomadas en recorrido de campo en San Cristóbal de las Casas, Chiapas; 2021.

Entre las condiciones socioespaciales que definen a los territorios con este grado de vulnerabilidad se encuentra que las variables de la dimensión salud siguen siendo un problema para estos municipios ya que aproximadamente el 50% de la población femenina y niños menores de cinco años no cuenta con seguridad social, en algunos municipios se llega a registrar apenas el 40% del esquema de vacunación completo en los infantes y, el personal médico y de enfermeras sigue siendo escaso para cubrir las necesidades de la población; sin embargo, el número de consultorios en las unidades de primer nivel aumenta a tres, el número de camas disponibles en promedio son dos, algunos centros de salud cuentan con un área de parto y una cuna, por último cuentan con un hospital básico comunitario.

Por otra parte, la mayoría de la población reside en zonas urbanas, el porcentaje de población que pertenece a un grupo originario disminuye a menos del 25%, solamente en promedio el 15% de las mujeres son analfabetas, 30% de los infantes no asisten a la escuela, en cuanto a la infraestructura de la vivienda más del 80% cuenta con los servicios básicos (agua, luz y drenaje), pero aún persiste

el hacinamiento en un 40%; asimismo, la densidad de carreteras varía entre 0.07 km a 0.20 km lineales de carretera por cada kilómetro cuadrado de territorio considerándose baja y el tiempo de traslado a un servicio de primer nivel es hasta de 18 minutos, mientras que a uno de segundo nivel fluctúa entre 40 min y 1hr 20 min.

El 32.5% de los municipios registran una vulnerabilidad baja, mientras que solo el 4.3% muy baja. Los territorios que poseen estos grados se encuentran ubicados principalmente en la región norte, centro y la zona costera en el Estado de Guerrero, en la Mixteca colindando con Puebla, los Valles centrales y el Istmo en Oaxaca, en Chiapas en la región de la Costa, Valles Zoque y la metropolitana.

La distribución de estas categorías del índice denota un patrón en referencia a la densidad vial, ya que la mayoría de estos municipios poseen diversas vías de comunicación, lo que favorece el desarrollo económico y social de cada territorio. Por ejemplo, en el Estado de Guerrero los municipios con baja vulnerabilidad provienen desde La Unión que colinda con Michoacán pasa importantes lugares como Zihuatanejo, Coyuca de Benítez hasta llegar a Acapulco de ahí se puede seguir corredor del Pacífico hasta llegar a Tapachula y la Frontera Hidalgo en Chiapas o bien se puede seguir la autopista del sol a la ciudad de México.

De igual manera, algunos de los municipios que tiene muy baja vulnerabilidad se caracterizan por ser importantes centros turísticos o centro económicos como Acapulco, Chilpancingo, Oaxaca, Taxco, San Sebastián Tutla, Rojas de Cuauhtémoc y San Andrés Hueyapan, estos últimos con el menor índice de vulnerabilidad social en salud materno infantil (Figura 5.5).

**Figura 5.5. Acapulco y Taxco, Guerrero.**



Fuente: fotografías tomadas en recorrido de campo en Acapulco y Taxco, Gro.; 2022

Las condiciones socioespaciales que coadyuvan obtener este grado en los municipios son que más del 80% de sus mujeres en edad reproductiva y niños menores de cinco años viven en zonas urbanas, alrededor del 30% vive en hacinamiento, el porcentaje de población perteneciente a un grupo étnico varía entre 0.5% hasta el 25%, en promedio el 10% de mujeres en edad reproductiva son analfabetas y menos del 20% de las viviendas carecen de servicios básicos.

Con respecto a las variables económicas el comportamiento es similar en los diferentes grados de vulnerabilidad debido a que más del 46% recibe hasta dos salarios mínimos y la razón dependencia económica en la familia en promedio es de 69 por cada 100 habitantes; mientras el gasto en salud por parte del gobierno federal en el 2020 para cada estado represento el 14.81% (Guerrero), 15.19% (Oaxaca) y 17.81% (Chiapas) del presupuesto asignado al sector salud, siendo la Ciudad de México, Estado de México, Veracruz y Jalisco las entidades con mayor designación de presupuesto (SS, 2020c).

En cuanto a las variables relacionadas con la dimensión de la salud en algunos municipios se sigue registrando 45% de la población en estudio sin afiliación a un servicio de salud, hasta el 20% de los infantes siguen sin esquema de vacunación completa, por otro lado, la infraestructura de salud que tienen es amplia, ya que cuentan con mayor cantidad de unidades de primer nivel, hospitales básicos comunitarios y en algunas ocasiones con hospitales especiales de partería e infantiles, donde cuentan con infraestructura, personal médico, enfermeras y comadronas (parteras tradicionales) (Figura 5.6); y el tiempo de traslado a los servicios de salud son de menos de 15 min a uno de primer nivel, hasta 30 min a uno de segundo y 1hr 45 min a uno de tercer nivel.

**Figura 5.6. Parteras tradicionales**



Fuente: fotografías obtenidas por la Unidad de partería Alameda de Chilpancingo, Gro; 2018.

## **5.2 Variabilidad espacial de la asociación de la mortalidad materno infantil y el índice de vulnerabilidad social en salud.**

El análisis espacial de los condicionantes socioespaciales de la salud es sin duda uno de los grandes retos para comprender la mortalidad materno infantil, ya que medir la asociación de estos factores con las defunciones, permiten definir patrones de comportamiento y conocer su variabilidad dentro del espacio geográfico.

En este sentido, para conocer la variabilidad espacial de la mortalidad materno infantil se estimó su relación con los CSS que conforman el índice, para ello se empleó el modelo de regresión geográficamente ponderada (GWR) que a diferencia un modelo global lineal toma en cuenta las variaciones locales a causa de la heterogeneidad que presenta en las relaciones espaciales, por lo que permite explicar el por qué la mortalidad materno infantil se presentan con más frecuencia en algunos territorios más que en otros (Malczewski, *et. al.*; 2005).

El modelo GWR de mortalidad materna se calibro con 9 de 17 variables, estas resultaron significativas y presentaron variabilidad espacial:

1. Población femenina en edad reproductiva e infantil menores de cinco años que viven en zonas rurales.
2. Población femenina en edad reproductiva y niños menores de cinco años que pertenecen a un grupo originario.
3. Población femenina en edad reproductiva analfabeta.
4. Población femenina en edad reproductiva ocupada
5. Población que recibe hasta 2 salarios mínimos.
6. Tiempo de traslado a un servicio de primer nivel.
7. Densidad de carreteras.
8. Infraestructura de salud
9. Población femenina en edad reproductiva jefa de familia.

Los resultados del modelo de GWR materna arrojó mejores resultados respecto a un modelo lineal múltiple (Cuadro 5.2).

**Cuadro 5.2 Diagnóstico de información**

	<b>Modelo GWR</b>	<b>Modelo lineal múltiple</b>
Estimación sigma basada en ML	7.736	12.145
Estimación imparcial de la sigma	9.886	13.391
-2 logaritmo de probabilidad	1767.076	1997.122
AIC Clásico	1928.853	2019.122
AICc	<b>2005.38</b>	<b>2020.209</b>
BIC/MDL	2215.301	2058.076
CV	327.86	182.327
R cuadrada	0.7231	0.3177
R cuadrada ajustada	<b>0.5467</b>	0.2897

Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

El coeficiente de determinación ajustado  $R^2$  global de la GWR fue de 0.54 que de acuerdo con Rojo (2007) se encuentra dentro de los parámetros de un buen modelo, en este sentido el modelo explica un 54% de la variación de la tasa de mortalidad materna; asimismo el criterio de información de Akaike (AICc) de la GWR es de 2005.30 menor que la del modelo lineal múltiple, por lo que se proporciona un mejor ajuste a los datos observados.

De acuerdo con la Figura 5.7 se observa que la mayoría de los residuos siguen una distribución normal teórica y que se encuentran dentro de los parámetros de las 3 std, no obstante, existen seis casos que sobrepasan estos valores y fueron eliminados del modelo. En la prueba de homocedasticidad se obtuvo un p-value de  $<2.22e-16$ , por lo que, se cumple con el supuesto de que la distribución de la “Varianza del Error” es constante.

La prueba de multicolinealidad o colinealidad se aplicó a través del criterio de inflación de varianza (VIF), los resultados muestran la existencia de una correlación moderada entre las variables del modelo ( $1 < VIF < 5$ ), no obstante, no es lo suficiente grave para desestimar el modelo (Cuadro 5.3).

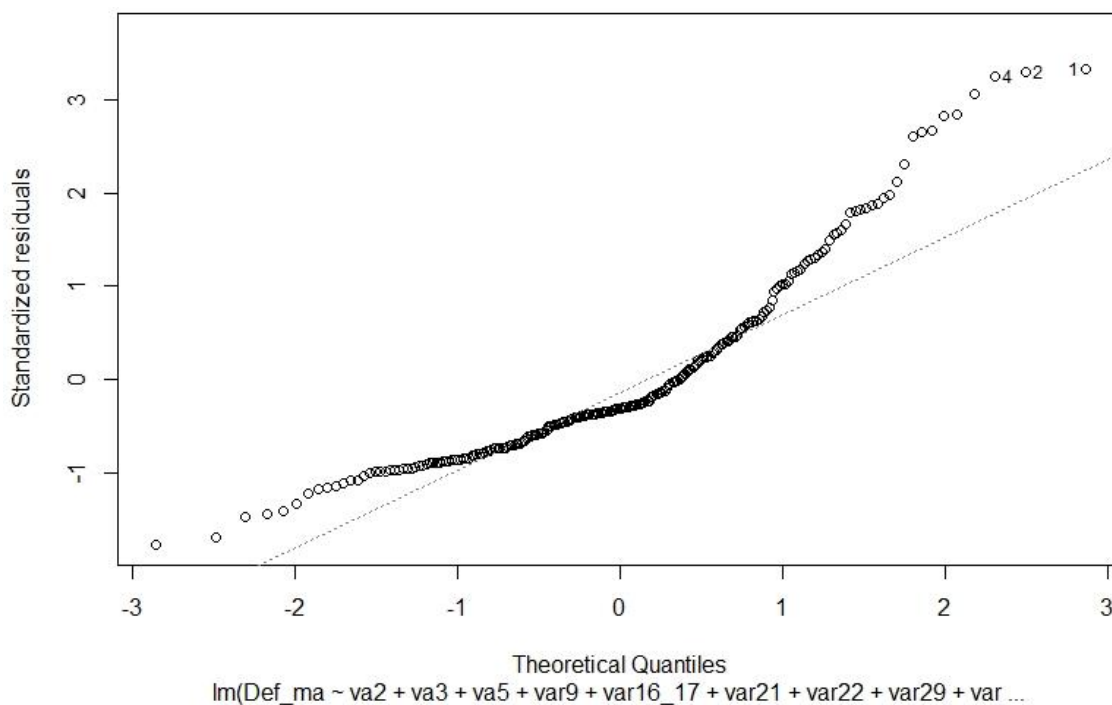
**Cuadro 5.3 Prueba de multicolinealidad de Breusch y Pagan.**

<b>Variables</b>	<b>VIF</b>
1. Población femenina en edad reproductiva e infantil menores de cinco años que viven en zonas rurales.	1.83

2. Población femenina en edad reproductiva y niños menores de cinco años que pertenecen a un grupo originario.	1.77
3. Población femenina en edad reproductiva analfabeta.	2.23
4. Población femenina en edad reproductiva ocupada	1.68
5. Población que recibe hasta 2 salarios mínimos.	1.91
6. Tiempo de traslado a un servicio de primer nivel.	1.17
7. Densidad de carreteras.	1.36
8. Infraestructura de salud	1.14
9. Población femenina en edad reproductiva jefa de familia.	1.51

Fuente: elaboración con base en el software RStudio

**Figura 5.7 Gráfica de distribución normal de los residuos (Q-Q).**



Fuente: elaboración con base en el software RStudio

Con la función `lm.beta` de RStudio se obtuvo el valor aportado de cada variable al modelo de regresión, donde la variable de población que recibe hasta 2 salarios mínimos ocupó el primer lugar de mayor influencia y la de menor fue la de población femenina en edad reproductiva jefa de familia (Cuadro 5.4).

**Cuadro 5.4 Variables influyentes.**

<b>Variables</b>	<b>Influencia (Im.beta)</b>
1. Población femenina en edad reproductiva e infantil menores de cinco años que viven en zonas rurales.	0.1674
2. Población femenina en edad reproductiva y niños menores de cinco años que pertenecen a un grupo originario.	0.0218
3. Población femenina en edad reproductiva analfabeta.	0.0369
4. Población femenina en edad reproductiva ocupada	0.1858
5. Población que recibe hasta 2 salarios mínimos.	-0.3708
6. Tiempo de traslado a un servicio de primer nivel.	0.1181
7. Densidad de carreteras.	0.3488
8. Infraestructura de salud	0.0295
9. Población femenina en edad reproductiva jefa de familia.	0.0164

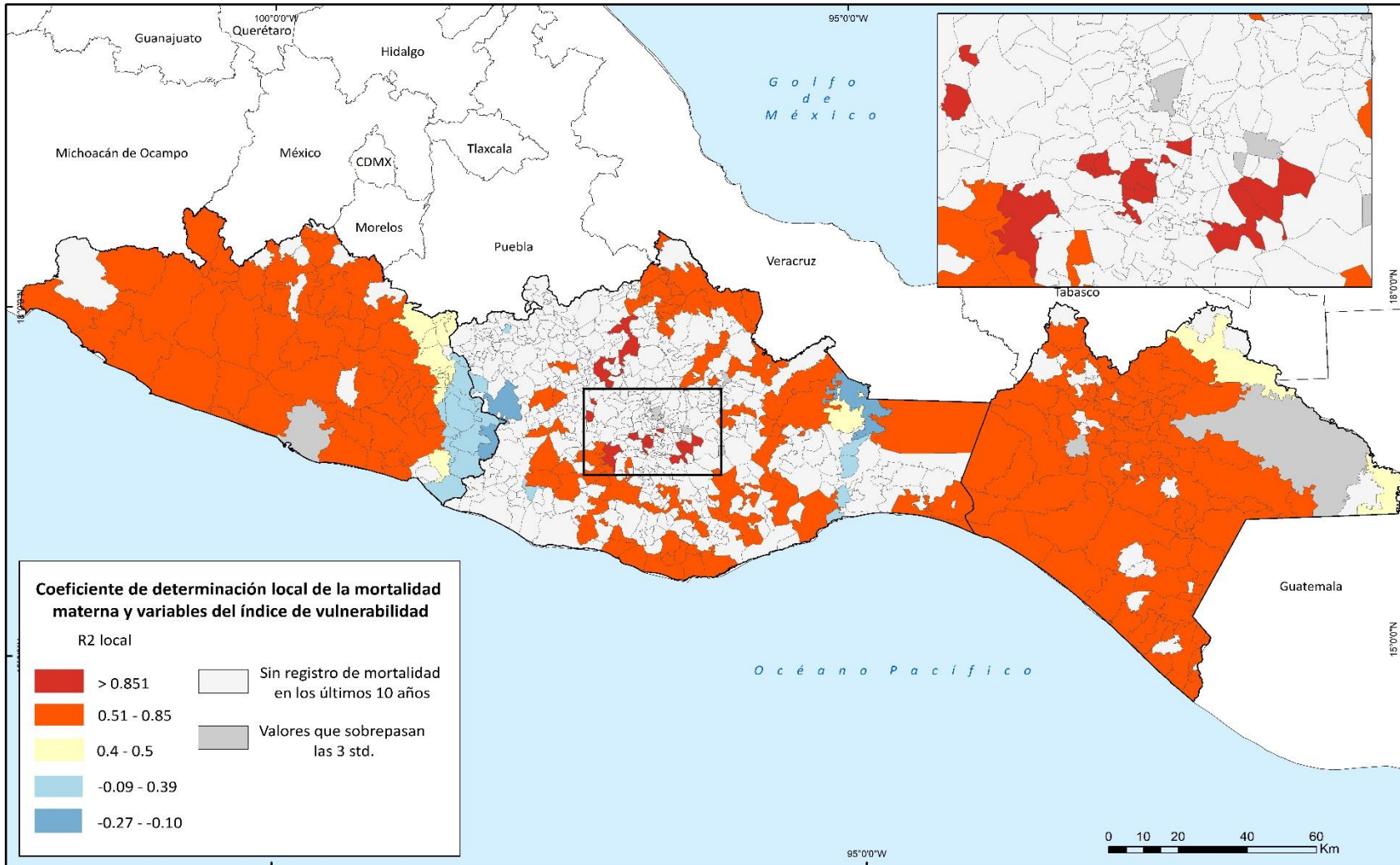
Fuente: elaboración con base en el software RStudio

Una vez conocido el  $R^2$  ajustado global de la GWR y comprobado la fiabilidad del modelo con las pruebas anteriores, el coeficiente de determinación  $R^2$  local reflejó (Figura 5.8) que el 85.36% de los municipios presenta una bondad de ajuste del modelo bueno, es decir, en estas unidades espaciales el modelo explica del 50% al 85% de la variación de la tasa de mortalidad materna con respecto a las variables del índice.

El 4.47% tiene un ajuste regular y expresa del 40% al 49.9%, en el 7.35% de los municipios se obtuvo un  $R^2$  malo y negativo, lo cual representa que el grado de intensidad o efectividad que tienen las variables independientes en explicar la variable dependiente es bajo; por otro lado, el 3% de los municipios registro un coeficiente de estimación superior a 0.851, por lo que se consideran casos que tienen una elevada capacidad predictiva con respecto a otros municipios.

De acuerdo con la distribución se observa que en la mayoría de los municipios del Guerrero y Chiapas presentan un ajuste del modelo bueno a diferencia de Oaxaca que estos se encuentran dispersos en su territorio, asimismo, los que presenta un coeficiente de determinación negativo y bajo, se localizan en los límites de Guerrero y Oaxaca, así como también en la región del Istmo.

**Figura 5.8 Mortalidad materna: distribución de R2 local.**



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

Los que tienen una elevada capacidad predictiva se ubican en los Valles Centrales de Oaxaca, mientras que los municipios que sobrepasaron las tres desviaciones fueron Acapulco, Ocosingo, Oaxaca, Tuxtla, Tlacolula y San Idelfonso.

Por otra parte, para calibrar el modelo de regresión geográficamente ponderada infantil se utilizaron 12 de 17 variables, las cuales resultaron significativas y presentaron variabilidad espacial:

1. Población femenina en edad reproductiva e infantil menor a 5 años que vive en zonas rurales.
2. Población femenina en edad reproductiva e infantil menor a 5 años que vive en hacinamiento.
3. Población femenina en edad reproductiva e infantil menor de 5 años perteneciente a un grupo originario.
4. Población femenina en edad reproductiva analfabeta.
5. Niños de 3 a 5 años sin asistir a la escuela.
6. Proporción unidades de primer nivel.
7. Infraestructura médica.
8. Personal de salud.
9. Población femenina edad reproductiva ocupada.
10. Servicios de vivienda.
11. Tiempo de traslado a un servicio de primer nivel.
12. Densidad de carreteras.

Los resultados del modelo de GWR infantil arrojó mejores resultados respecto a un modelo lineal múltiple (Cuadro 5.5)

**Cuadro 5.5 Diagnóstico de información**

	<b>Modelo GWR</b>	<b>Modelo lineal múltiple</b>
Estimación sigma basada en ML	0.266	0.513
Estimación imparcial de la sigma	0.366	0.519
-2 logaritmo de probabilidad	105.053	812.327
AIC Clásico	518.569	840.327
AICc	<b>777.941</b>	<b>841.127</b>
BIC/MDL	1406.829	900.409
CV	0.373	0.370
R cuadrada	0.850	0.445
R cuadrada ajustada	<b>0.716</b>	0.431

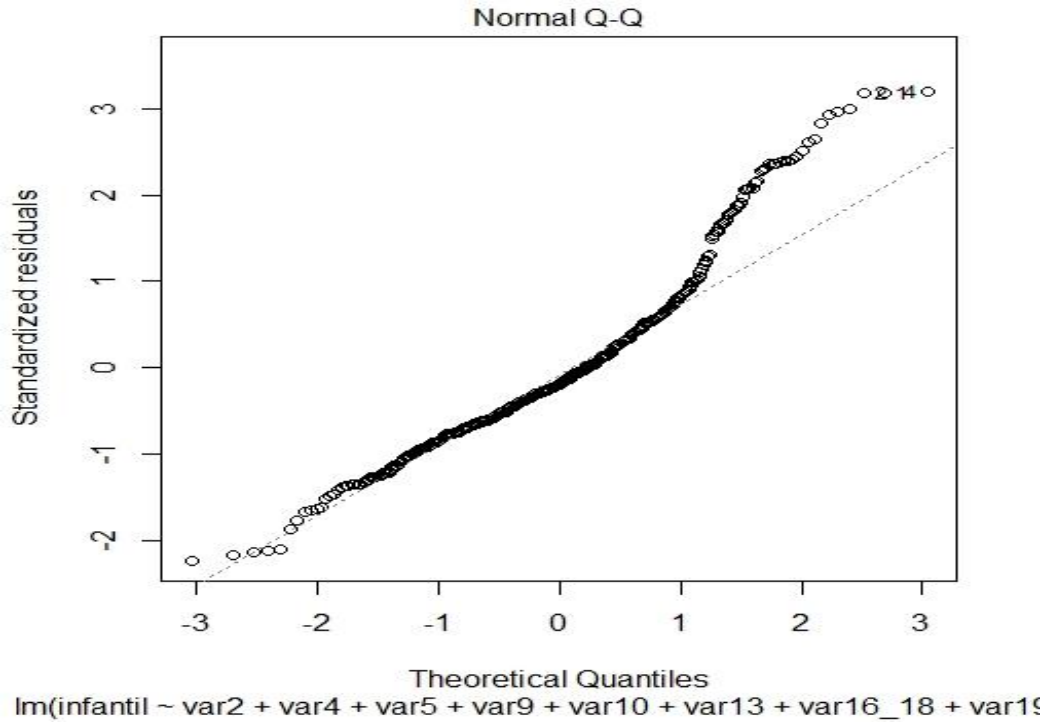
Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

El coeficiente de determinación ajustado R<sup>2</sup> global de la GWR fue de 0.716 que de acuerdo con Rojo (2007) se encuentra dentro de los parámetros de un buen modelo, en este sentido el modelo explica un 71.6% de la variación de la tasa de mortalidad materna; asimismo el criterio de información de Akaike (AICc) de la GWR es de 777.941 menor que la del modelo lineal múltiple, por lo que se proporciona un mejor ajuste a los datos observados.

De acuerdo con la Figura 5.9 se observa que la mayoría de los residuos siguen una distribución normal teórica y que se encuentran dentro de los parámetros de las 3 std, no obstante, existen cinco casos que sobrepasan estos valores y fueron eliminados del modelo. La prueba de homocedasticidad arrojó un p-value de < 3.565e-12, por lo que, se cumple con el supuesto de que la distribución de la “Varianza del Error” es constante.

En la prueba de multicolinealidad o colinealidad los resultados muestran la existencia de una correlación moderada entre las variables del modelo ( $1 < VIF < 5$ ), no obstante, no es lo suficiente grave para desestimar el modelo (Cuadro 5.6).

**Figura 5.9. Gráfica de distribución normal de los residuos (Q-Q).**



Fuente: elaboración con base en el software RStudio

**Cuadro 5.6 Prueba de multicolinealidad de Breusch y Pagan.**

Variable	VIF
1. Población femenina en edad reproductiva e infantil menor a 5 años que vive en zonas rurales	1.76
2. Población femenina en edad reproductiva e infantil menor a 5 años que vive en hacinamiento	2.37
3. Población femenina en edad reproductiva e infantil menor de 5 años perteneciente a un grupo originario	1.24
4. Población femenina en edad reproductiva analfabeta	1.94
5. Niños de 3 a 5 años sin asistir a la escuela	1.35
6. Proporción unidades de primer nivel	1.49
7. Infraestructura médica	2.46
8. Personal de salud	2.60
9. Población femenina edad reproductiva ocupada	1.49

10. Servicios de vivienda	1.56
11. Tiempo de traslado a un servicio de primer nivel	1.17
12. Densidad de carreteras	1.08

Fuente: elaboración con base en el software RStudio

Al igual que el modelo anterior el valor aportado de cada variable al modelo de regresión se obtuvo con la función `lm.beta` donde la variable de densidad de carreteras ocupó el primer lugar de mayor influencia y la de menor fue la de niños de 3 a 5 años sin asistir a la escuela (Cuadro 5.7).

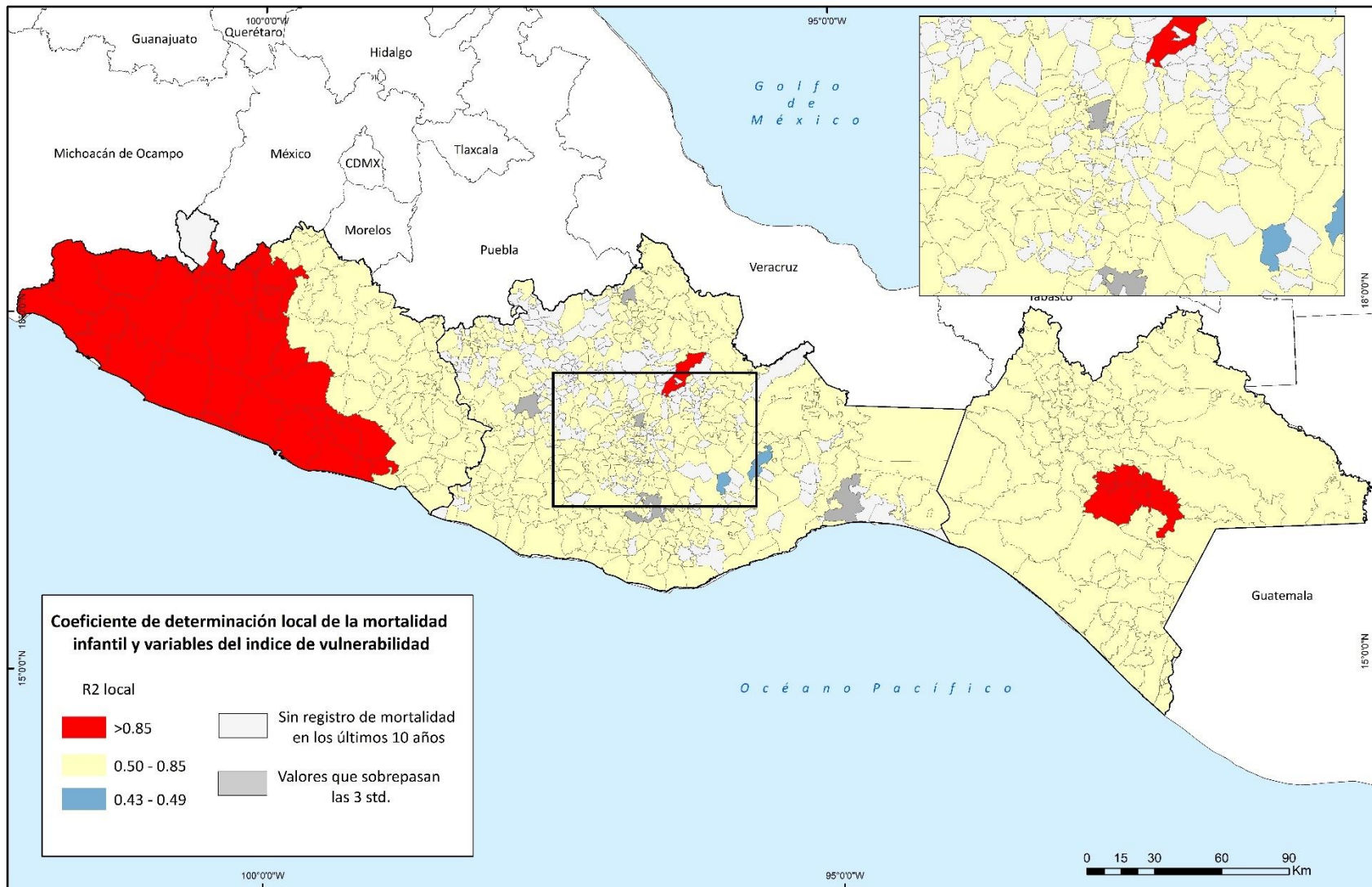
**Cuadro 5.7 Variables influyentes.**

Variable	Influencia (lm.beta)
1. Población femenina en edad reproductiva e infantil menor a 5 años que vive en zonas rurales	0.20
2. Población femenina en edad reproductiva e infantil menor a 5 años que vive en haciamiento	0.33
3. Población femenina en edad reproductiva e infantil menor de 5 años perteneciente a un grupo originario	-0.06
4. Población femenina en edad reproductiva analfabeta	0.10
5. Niños de 3 a 5 años sin asistir a la escuela	0.01
6. Proporción unidades de primer nivel	-0.05
7. Infraestructura médica	-0.12
8. Personal de salud	0.29
9. Población femenina edad reproductiva ocupada	0.31
10. Servicios de vivienda	-0.07
11. Tiempo de traslado a un servicio de primer nivel	0.32
12. Densidad de carreteras	0.37

Fuente: elaboración con base en el software RStudio

Conocido el  $R^2$  ajustado global de la GWR y comprobado la fiabilidad del modelo con las pruebas anteriores, el coeficiente de determinación  $R^2$  local reflejó (Figura 5.10) que 92.5% de los municipios presenta una bondad de ajuste del modelo bueno, es decir, en estas unidades espaciales el modelo

Figura 5.10 Mortalidad infantil: distribución de R2 local.



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

explica del 50% al 85% de la variación de la tasa de mortalidad infantil con respecto a las variables del índice. Solo un municipio tiene un ajuste regular con una variación del 43% y el 7.3% del territorio registro un coeficiente de estimación superior a 0.851, por lo que se consideran una elevada capacidad predictiva con respecto a otros municipios.

La distribución del R2 local muestra que los municipios donde se tiene una elevada capacidad predictiva se ubican principalmente en el Estado de Guerrero, localizados en la franja costera, región de la Sierra y parte de la norte, en Chiapas se encuentran en Comitán, Venustiano Carranza, Las Rosas, Teopisca y Amatenango del Valle; mientras que en Oaxaca es en Calpulalpan ubicado en la Sierra Norte. Asimismo, en este último Estado se localizaron 228 municipios que no registraron ninguna defunción infantil en un periodo de 10 años.

Una vez conocido el nivel explicativo de cada municipio y descartados los territorios que sobrepasan las tres desviaciones estándar, se analiza la variabilidad espacial de los coeficientes locales de las variables explicativas que conforma el modelo; así como también el nivel de confianza obtenido con el valor t estadísticamente significativo (al nivel 80%, con valor de t mayor a 1.28), el cual permite resaltar aquellas áreas donde ocurren relaciones de interés (Fotheringham et. al., 2002).

Los resultados que arroja el modelo GWR materna en los coeficientes locales de cada variable muestra que existe variaciones en la región de estudio, es decir, en ciertos municipios las variables puede tener significancia positiva o negativa en relación a la mortalidad materna; otro aspecto importante del modelo es el intercepto que al igual que las variables presenta diferencia de signos, lo cual indica que en algunos territorios la mortalidad materna se interpretara en aumento y en otros en decremento cuando la variable independiente sea igual a cero (Cuadro 5.8).

**Cuadro 5.8 Resumen de estadísticas para variables locales de la mortalidad materna.**

<b>Variable</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Rango</b>
Intercepto MM	-2.565	21.612	24.177
Población femenina en edad reproductiva e infantil menor a 5 años que vive en zonas rurales	-3.353	12.326	15.679
Población femenina en edad reproductiva jefa de familia	-10.461	11.256	21.716
Población femenina en edad reproductiva e infantil menor de 5 años perteneciente a un grupo originario	-8.646	8.391	17.037
Población femenina en edad reproductiva analfabeta	-7.266	5.733	12.999

Infraestructura de salud	-11.317	20.574	31.891
Población femenina edad reproductiva ocupada	-5.203	9.677	14.88
Población que recibe hasta 2 salarios mínimos	-15.912	2.223	18.135
Tiempo de traslado a un servicio de primer nivel	-3.267	7.859	11.125
Densidad de carreteras	-3.73	19.721	23.451

Fuente: elaboración con base en el software RStudio

En relación con los resultados de la GWR infantil, los coeficientes locales de las 11 variables presentan variaciones en toda la región y el intercepto al tener el mismo signo positivo en el máximo y mínimo indica que la mortalidad infantil se interpretara en aumento, cuando la variable independiente sea igual a cero (Cuadro 5.9).

**Cuadro 5.9 Resumen de estadísticas para variables locales de la mortalidad infantil.**

Variable	Mínimo	Máximo	Rango
Intercepto MI	0.489	2.012	1.523
Población femenina en edad reproductiva e infantil menor a 5 años que vive en zonas rurales	-0.247	0.624	0.872
Población femenina en edad reproductiva e infantil menor a 5 años que vive en haciamiento	-0.338	0.616	0.954
Población femenina en edad reproductiva e infantil menor de 5 años perteneciente a un grupo originario	-0.336	0.887	1.223
Población femenina en edad reproductiva analfabeta	-0.707	0.349	1.056
Niños de 3 a 5 años sin asistir a la escuela	-0.216	0.639	0.855
Proporción unidades de primer nivel	-0.814	0.199	1.013
Infraestructura médica	-0.671	1.440	2.111
Personal de salud	-0.621	1.130	1.751
Población femenina edad reproductiva ocupada	-0.072	0.534	0.605
Servicios de vivienda	-0.748	1.141	1.889
Tiempo de traslado a un servicio de primer nivel	-0.191	0.756	0.948
Densidad de carreteras	-0.174	0.410	0.585

Fuente: elaboración con base en el software RStudio

Considerando los resultados anteriores de cada modelo se analizarán las cinco variables que obtuvieron el mejor ranqueo por parte del grupo de expertos (la variabilidad espacial de las variables restantes se podrá consultar en el anexo 1), esto con la finalidad de conocer la variabilidad espacial de cada una en la región de estudio e identificar los territorios vulnerables.

*a) Mortalidad materno infantil con respecto a la distribución de la población femenina en edad reproductiva e infantil menor a cinco años que vive en zonas rurales.*

El vivir en una zona rural acrecienta el riesgo de morir de una mujer embarazada o posterior a su embarazo y el de un infante menor de cinco años, debido a la disponibilidad de servicios de salud y de vivienda; así como también a la infraestructura carretera y de transporte que influye en el tiempo de traslado ante una urgencia médica.

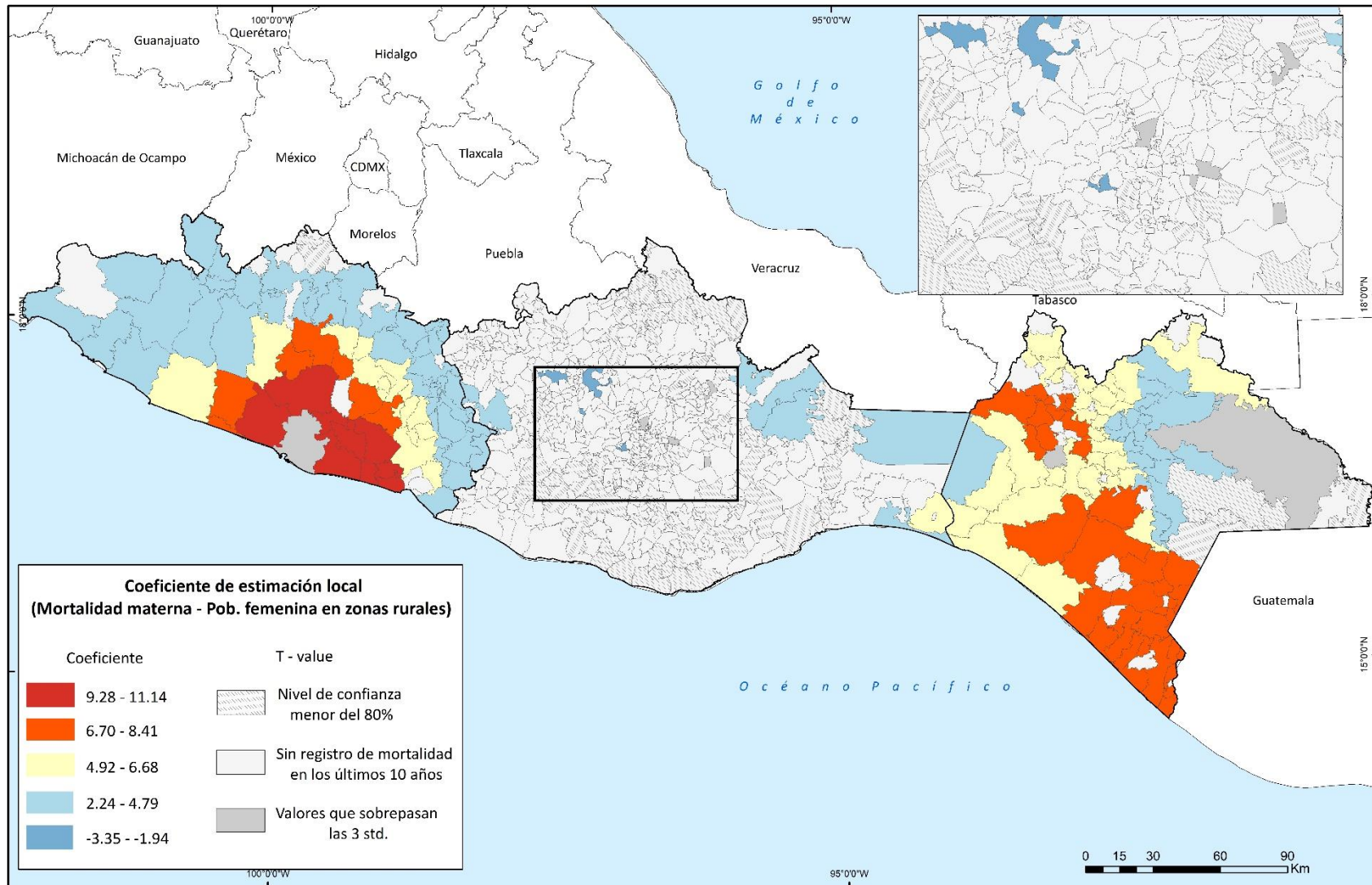
La variable población femenina en edad reproductiva e infantil menor a cinco años que vive en zonas rurales tuvo una relación positiva con respecto a la mortalidad materna en 163 municipios localizados principalmente en el Estado de Guerrero y Chiapas (Figura 5.11), por lo que en estos territorios se infiere una relación directa con la variable dependiente, es decir, a medida que la población femenina en edad productiva vive en zonas rurales tiene mayor probabilidad de morir por alguna causa materna.

Los municipios con coeficientes muy altos positivos (9.28 – 11.14) y por ende los más significativos y prioritarios en el modelo se localizan alrededor de Acapulco; como son Chilpancingo, San Marcos, Tecoanapa, Ayutla de los Libres, Cuatepec, Copala, Florencio Villarreal, Juan R. Escudero y Coyuca de Benítez. En el Estado de Chiapas los coeficientes altos se ubican al sur colindando con Guatemala y al noroeste en regiones como Mezcalapa y algunos municipios de la zona metropolitana (Berriozábal y San Fernando).

Las relaciones bajas positivas (2.24 – 4.79) se localizan de forma de anillo externo a los municipios prioritarios, mientras que en Chiapas se distribuyen en una franja paralela que viene desde el noreste hasta el municipio de Comitán Domínguez; en Oaxaca también existen territorios dentro de este rango, por ejemplo, San Francisco del Mar, Santa María Chimalapa, San Jun Lalana y San Juan Mazatlán.

Existen tres municipios con coeficientes negativos y son Asunción Noxtitlán, San Pedro y San Pablo Teposcolula y Magdalena Mixtepec ubicados en Oaxaca; la relación que presenta la

**Figura 5.11 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y población femenina en edad reproductiva e infantil menor a cinco años que vive en zonas rurales.**



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

variable independiente con la dependiente infiere que a menor población femenina en edad reproductiva que viven en zona rurales, menor será la mortalidad materna.

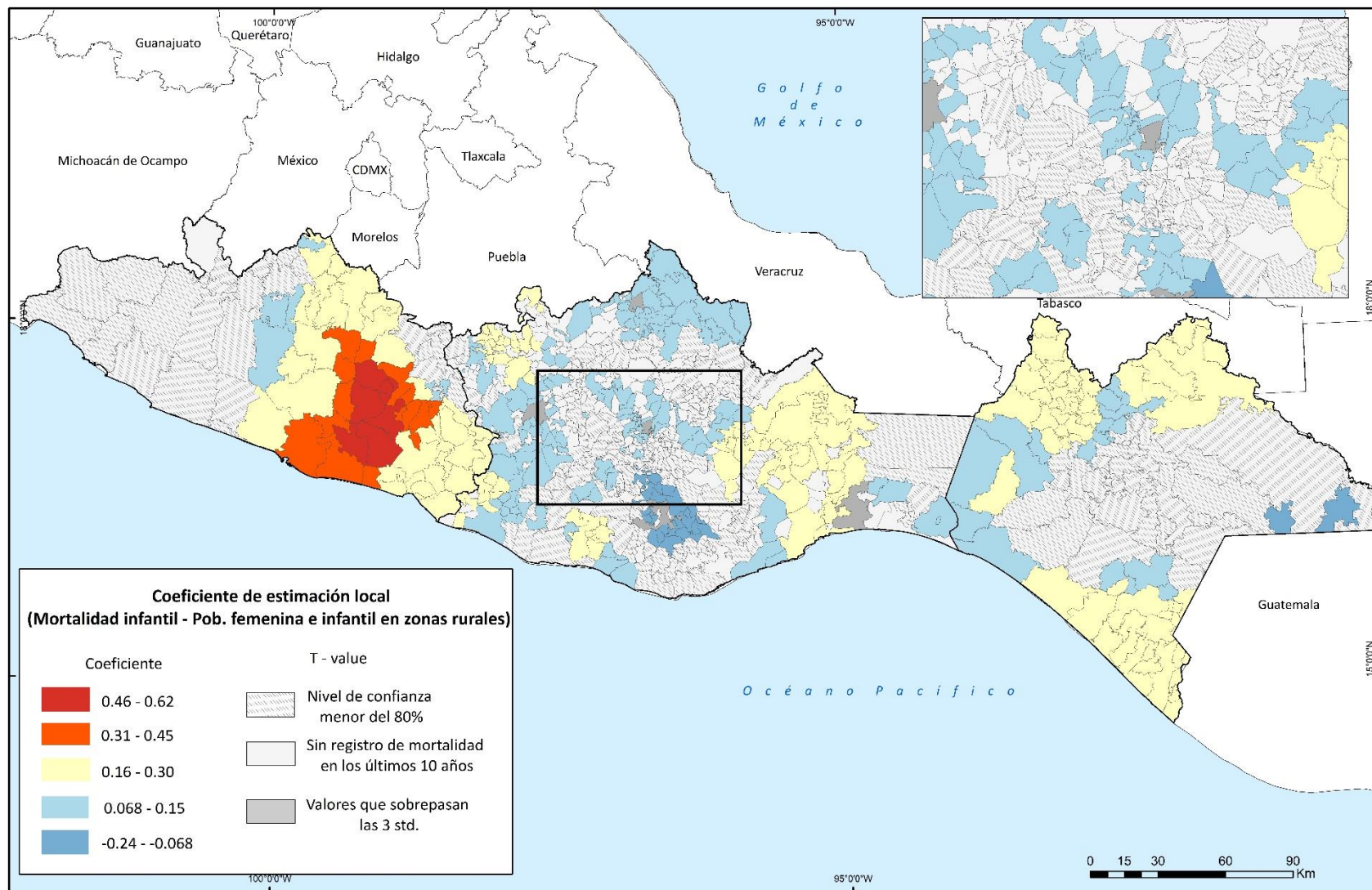
Con respecto a la mortalidad infantil la variable tuvo una relación positiva en 325 municipios, localizados al noreste, sureste y este de Guerrero, en Chiapas en la zona costera y en la región norte, Maya, Valles del Zoque y Mezcalapa; mientras que en Oaxaca se pueden observar grandes agrupaciones al norte del Estado, en la región de la Mixteca y el Istmo (Figura 5.12). Por consiguiente, en estos territorios se infiere una relación directa con la variable dependiente, es decir, a medida que la población femenina en edad productiva e infantil menor a cinco años vive en zonas rurales, un niño dentro del rango de edad de cero a cinco tiene mayor probabilidad de morir; ya sea de causas directas o indirectas mencionadas en el capítulo anterior.

Los municipios con coeficientes muy altos positivos (0.46 – 0.62) y por ende los más significativos y prioritarios en el modelo se localizan en el estado de Guerrero y son Chilapa, José Joaquín de Herrera, Quechultenango, Zapotitlán Tablas, Ayutla de los Libres y Tecoaapa; estos dos últimos también prioritarios en la mortalidad materna.

De igual manera en este Estado, se registran coeficientes altos positivos (0.31 – 0.45) y se encuentran alrededor de los prioritarios, por ejemplo, Acapulco, Malinaltepec, Tixtla, Mochitlán y Zitlala. Por otra parte, en el Estado de Chiapas y Oaxaca se pueden visualizar agrupaciones de coeficientes positivos entre los rangos 0.16 - 0.30, localizados en parte de la región del Istmo, Sierra Norte y la Mixteca; mientras que en Chiapas se distribuyen al norte colindando con Tabasco y al sur con Guatemala.

En Oaxaca se encuentran la mayor parte de los municipios que presentan una relación positiva baja, ubicados principalmente al norte y oeste del Estado: mientras que en Guerrero solamente son seis municipios y en Chiapas dieciocho, ejemplo de ellos son: Tonalá, Arriaga, Simojovel, El Bosque y Cintalapa. Igualmente, en el Estado de Oaxaca se localiza un clúster importante conformado por 23 municipios donde existe una relación negativa en las variables (-0.24 - -0.068) y otros dos territorios en Chiapas (Maravilla Tenejapa y Marqués de Comillas), estos coeficientes infieren que a medida que disminuye la población femenina en edad reproductiva y los niños menores de cinco años viviendo en zonas rurales, mayor será la probabilidad de sobrevivir.

**Figura 5.12 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y población femenina en edad reproductiva e infantil menor a cinco años que vive en zonas rurales.**



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

Fue un total de 184 municipios que no fueron significativos en la relación de las variables, localizados principalmente al oeste de la región, parte del centro y con dirección al este en Chiapas; y en Oaxaca están dispersos por lo que no se puede definir un patrón regular.

*b) Mortalidad materno infantil con respecto a la distribución de la población femenina en edad reproductiva e infantil menor de 5 años perteneciente a un grupo originario.*

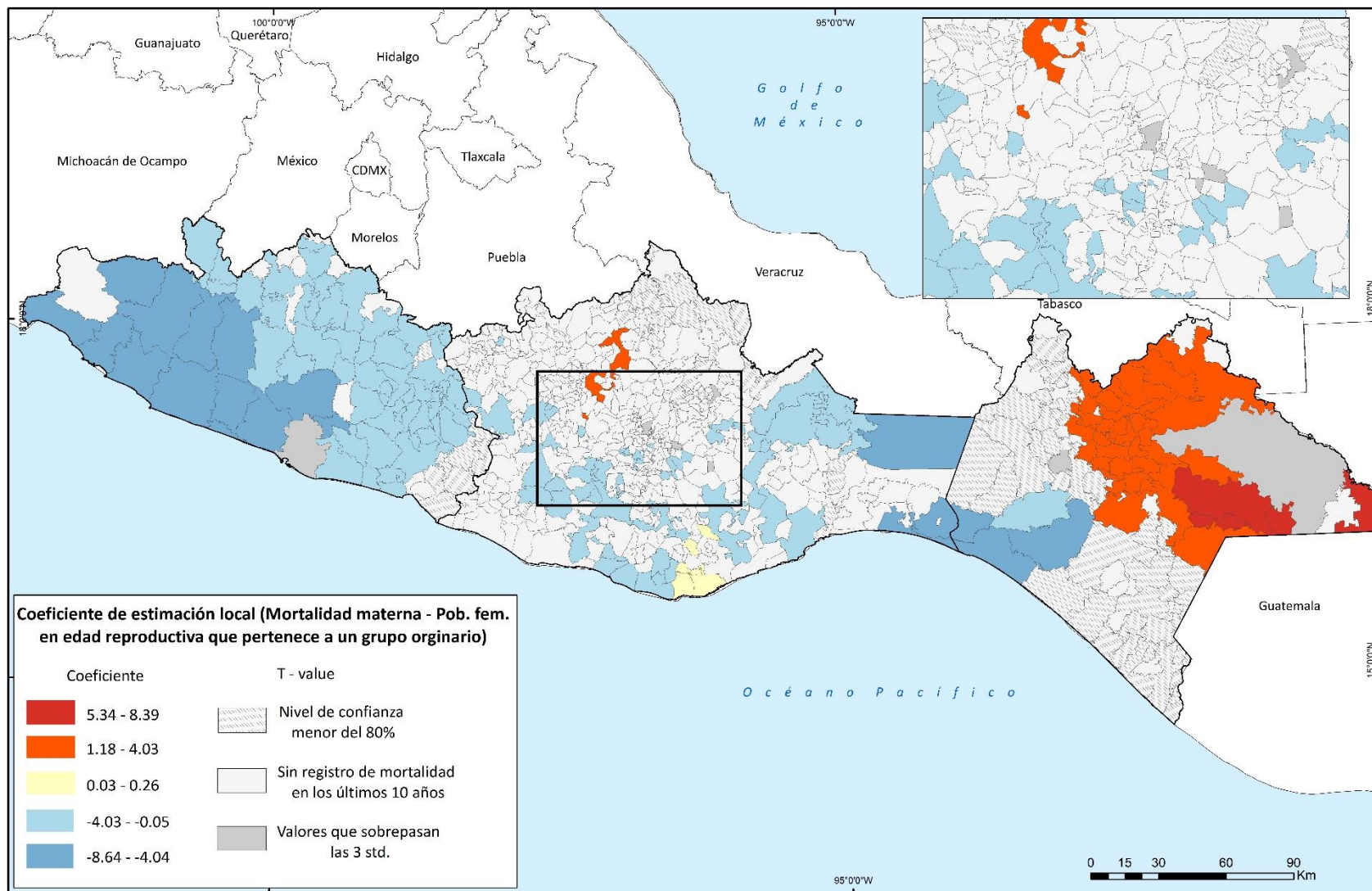
De acuerdo con la OPS (2016b) “Las mujeres indígenas fallecen durante el embarazo y el parto con mayor frecuencia que las demás mujeres ...” (p.1), “...como también se acrecienta la probabilidad en los infantes menores de cinco años” (p.4). Las defunciones en este sector de la población no solo derivan de las condiciones sociales, económicas y de infraestructura de vivienda y de salud a las que pueden acceder, ya que en algunas ocasiones se cree que el ser indígena es ser pobre, no obstante, uno de los factores que influye en la sobrevivencia de la mujer en edad reproductiva y los niños menores de cinco años es la cultura.

Este factor representa una cruda realidad en algunas poblaciones, ya que la incredulidad y los mitos en referencia a la menstruación, el sexo, el machismo, la medicina científica y la dificultad para comunicarse al no saber hablar español, aumenta el riesgo a sufrir complicaciones durante el embarazo, parto y puerperio; y la mortalidad infantil.

La variable población femenina en edad reproductiva e infantil menor a cinco años que pertenece a un grupo originario tuvo una relación positiva con respecto a la mortalidad materna en 53 municipios localizados principalmente en el Estado Chiapas (Figura 5.13), por lo que en estos territorios se infiere una relación directa con la variable dependiente, es decir, a medida que la población femenina en edad reproductiva pertenece a un grupo originario tiene mayor probabilidad de morir por alguna causa materna.

Los municipios con coeficientes muy altos positivos (5.34 – 8.39) y por ende los más significativos y prioritarios en el modelo se localizan en la región Meseta Comiteca en Chiapas, y son: Las Margaritas, Independencia, Maravilla Tenejapa y Benemérito de las Américas (región Maya). Asimismo, los territorios con relaciones altas positivas (1.18 – 4.03) predominan en el norte y noreste de Chiapas; ejemplo de ello son: San Cristóbal de las Casas, Chilón, Palenque y Comitán Domínguez; solamente dos municipios en este rango se localizan en Oaxaca (San Juan Bautista y Asunción Noxtitlán).

**Figura 5.13 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y población femenina en edad reproductiva perteneciente a un grupo originario.**



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

En contraste 20 municipios presentan coeficientes muy altos negativos (-4.05 - -8.64), también son significativos y prioritarios en el modelo de GWR, infiriendo una relación directa negativa, es decir, en territorios con menor porcentaje de población femenina en edad reproductiva que pertenece a un grupo originario tiene mayor probabilidad de sobrevivir. La mayoría de los municipios de este rango se ubican en la zona de la costa Grande de Guerrero y la Sierra; de igual manera se encuentran unos en la región del Istmo en Oaxaca e Istmo Costa y la región Frailesca en Chiapas. Por otra parte, 80 unidades espaciales presentaron un nivel de confianza menor al 80%, la mitad de estos se localiza en Chiapas, seguido al norte de Oaxaca y al este de Guerrero.

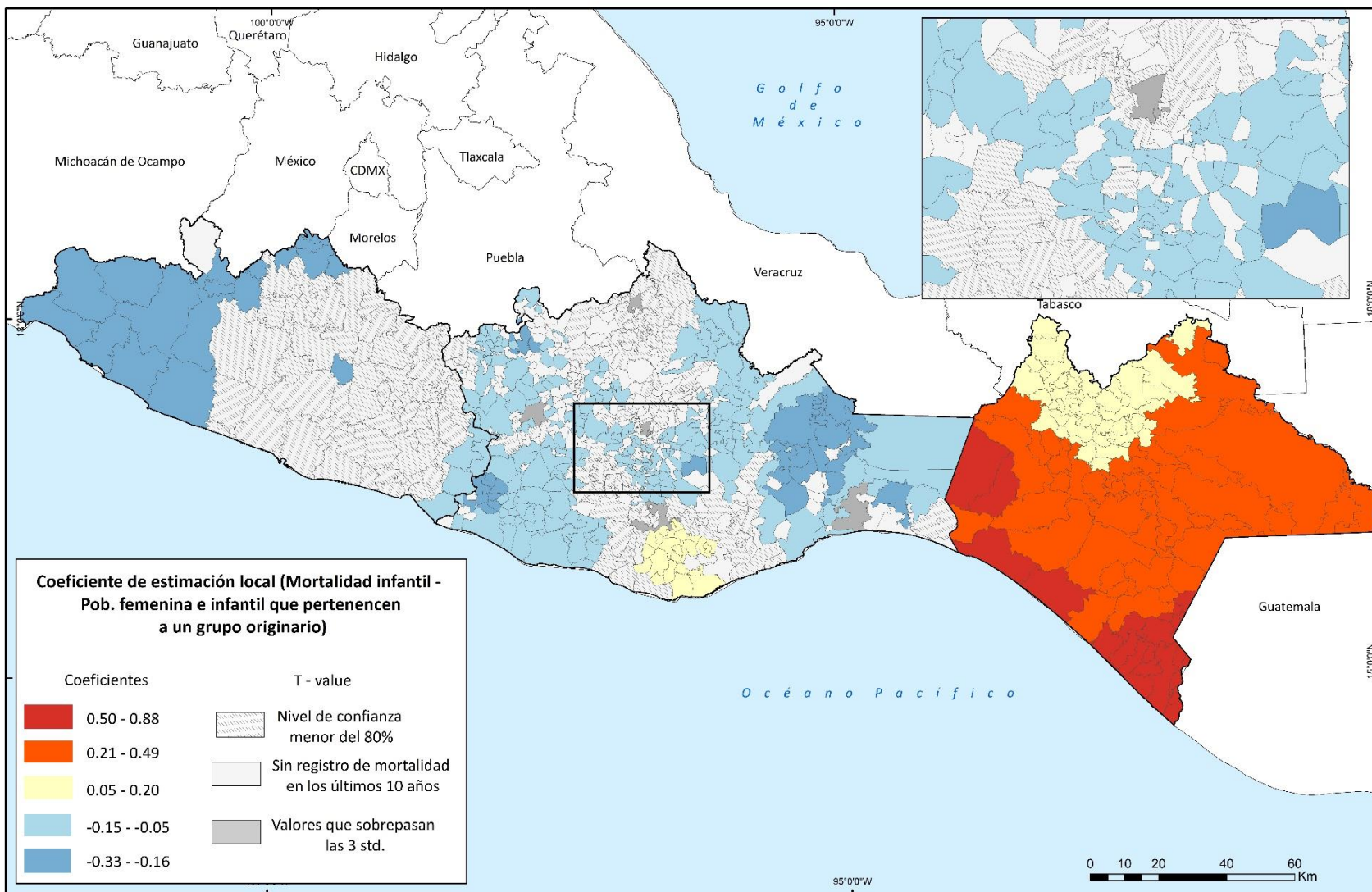
En cuanto, a la mortalidad infantil la variable tuvo una relación positiva en 141 municipios localizados principalmente en el Estado de Chiapas y al sur de Oaxaca (Figura 5.14), por lo que en estos territorios se infiere una relación directa con la variable dependiente, es decir, a medida que la población infantil menor a cinco años pertenece a un grupo originario tiene mayor probabilidad de fallecer.

Los municipios con coeficientes muy altos positivos (0.50 – 0.88) y por ende los más significativos y prioritarios en el modelo se localizan en la región de Soconusco y Sierra Mariscal, asimismo en Tonalá, Pijijiapan, Cintalapa y Jiquipilas; todos pertenecientes al Estado de Chiapas. De igual manera, la mitad del Estado presenta territorios con relaciones altas positivas (0.16 – 0.49), que se distribuyen desde el sur hasta el norte y desde las regiones de la Selva Lacandona y Valles del Zoque.

Por otro lado, en el Estado de Oaxaca se presenta al sur un clúster con una relación positiva baja, algunos de los municipios son: San Pedro Pochutla, Santa María Huatulco, San Mateo Río Hondo y Santa María Ocotlán. Municipios que pertenecen a este mismo rango también se observan al norte de Chiapas en la región del Norte, De los Bosques y Tulijá Tseltal Chol.

Por el contrario, 225 municipios presentan coeficientes negativos, de los cuales 30 tienen una relación muy alta negativa (-0.6 – -0.33), por lo que, son significativos y prioritarios en el modelo de GWR, infiriendo una relación directa negativa con la variable dependiente, es decir, a medida que la población infantil menor de cinco años no pertenece a un grupo originario la mortalidad infantil disminuye. Los municipios dentro de este rango se ubican al oeste y en algunos del norte del Estado de Guerrero, y en algunos clústeres al este y suroeste de Oaxaca. Son un total de 168 observaciones que no fueron significativas para el modelo (nivel de confianza menor al 80%) localizadas en Guerrero y Oaxaca.

**Figura 5.14 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y población femenina en edad reproductiva e infantil menor a cinco años perteneciente a un grupo originario.**



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

*c) Mortalidad materno infantil con respecto a la distribución de la población femenina en edad reproductiva analfabeta.*

La educación es clave importante para reducir la mortalidad materna e infantil, Veman (2015) señala que “Las madres con menor grado de escolaridad y sus hijos tienen resultados de salud menos favorables que las madres con mayor nivel de educación” (p.2), debido a que una mujer analfabeta carece de acceso a la información acerca de los cuidados durante el embarazo, puerperio, postnatales y en caso de los niños de uno a cinco años son llevados a recibir atención médica cuando la enfermedad se ha desarrollado plenamente; por lo que, este sector de población es más susceptible a padecer una complicación o incluso a perder la vida.

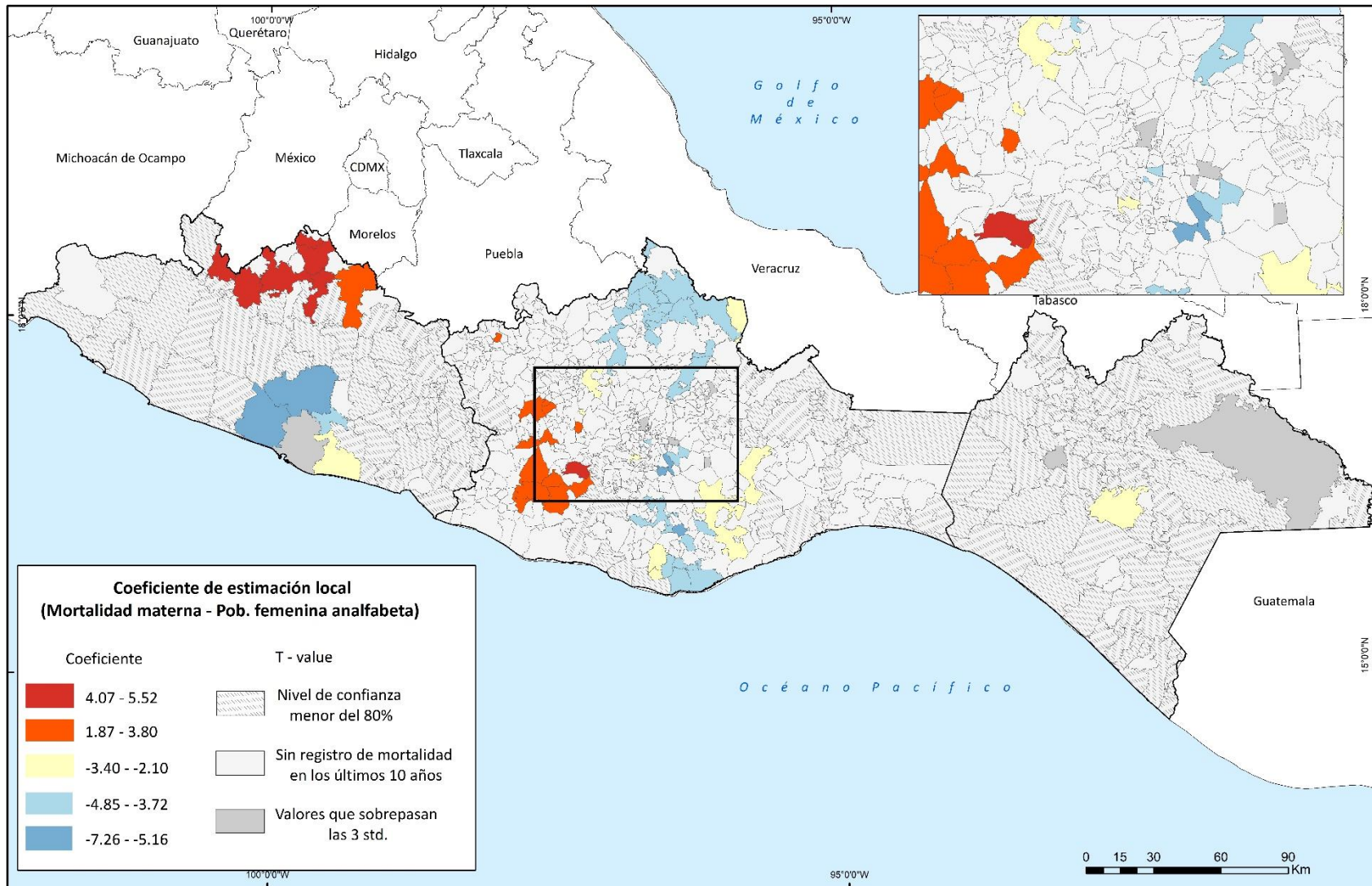
La variable población femenina en edad reproductiva que es analfabeta tuvo una relación positiva con la mortalidad materna en 21 municipios localizados principalmente en Guerrero y Oaxaca (Figura 5.15), el vínculo entre ambas variables infiere que, a mayor población femenina en edad reproductiva analfabeta, una mujer que habita en estos municipios tiene mayor probabilidad de morir por alguna causa materna.

Los municipios con coeficientes muy altos positivos (4.07 – 5.52) y por ende los más significativos y prioritarios en el modelo se localizan al norte del Estado de Guerrero y son: Teloloapan, Iguala, Arcelia, Taxco, Tetipac, Tlalchapa y Santiago Textitlán en Oaxaca. Asimismo, se puede observar una agrupación de municipios al oeste de Oaxaca casi colindando con Guerrero que tienen coeficientes positivos de 1.87 - 3.80; por ejemplo, Santa Cruz Itundujia, Santiago Ixtayutla, Heroica Ciudad de Tlaxiaco y San Simón Zahuatlán ubicado al noroeste.

Son un total de 44 casos que presentan coeficientes negativos, esto quiere decir que, a menor población femenina analfabeta, las mujeres embarazadas e infantes menores a cinco años tienen mayor probabilidad de sobrevivir, ya que, tienen mayor acceso a información de salud. Las relaciones negativas más altas y significativas en el modelo (-5.16 - -7.26) se registran solo en cinco municipios Coyuca de Benítez, Chilpancingo, San Jerónimo Taviche, San Baltazar Chichicápam y San Sebastián Río Hondo en Oaxaca, este último municipio también registro una relación negativa con respecto a pertenecer a un grupo originario.

Por otra parte, la mayor parte del territorio de Chiapas no fue significativo (t-value menor de 1.28) en esta relación a excepción de Venustiano Carranza que presentó un coeficiente negativo bajo.

**Figura 5.15 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y población femenina en edad reproductiva analfabeta.**



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

Con relación a la población femenina en edad reproductiva analfabeta y la mortalidad infantil, se registraron 97 casos con coeficientes positivos (Figura 5.16), por lo cual se puede deducir que una mujer en edad reproductiva analfabeta sus hijos tienen mayor posibilidad morir, debido al desconocimiento de los cuidados de salud y al estado nutricional del infante.

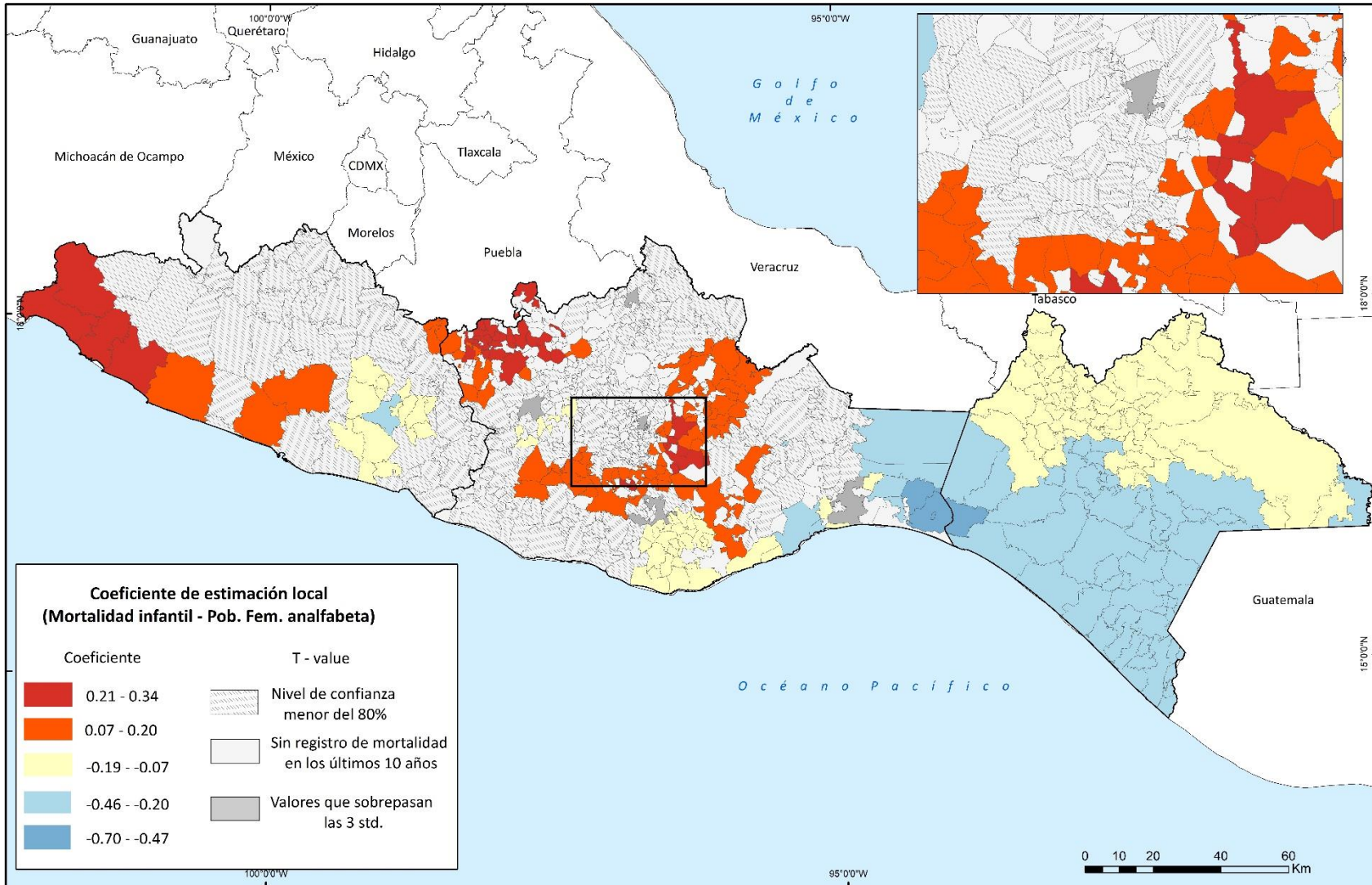
Son un total de 32 municipios que presentan coeficientes altos positivos (0.21 – 0.34), por ende, son los más significativos y prioritarios en el modelo, estos se distribuyen en la región de la Costa Grande en Guerrero, en la región de la Mixteca y en algunos municipios de los Valles Centrales en Oaxaca; ejemplo de estos territorios son: Tezoatlán de Segura y Luna, Villa de Tamazulápam del Progreso, Heroica Ciudad de Huajuapam de León, Petatlán, La Unión de Isidoro Montes de Oca y Zihuatanejo de Azueta. El Estado de Chiapas en todo su territorio no presentó coeficientes positivos.

Los coeficientes negativos se obtuvieron en 178 municipios por lo cual se puede deducir que una mujer en edad reproductiva que asiste o asistió a la escuela, accede a más información y conocimientos acerca del cuidado de la salud, por lo que sus hijos tienen mayor posibilidad de desarrollarse en un estado óptimo de salud y cuidados.

Todo el territorio de Chiapas presenta coeficientes negativos, los más bajos se encuentran al norte del Estado, desde la región de la Selva Lacandona hasta Mezcalapa; mientras que los negativos más altos y significativos del modelo son cuatro ubicados en las colindancias de Oaxaca y Chiapas, y son: Arriaga en Chiapas, San Pedro Tapanatepec, Santo Domingo Zanatepec y Chahuites en Oaxaca.

Tanto en Guerrero como en Oaxaca fueron escasos los municipios que tuvieron coeficientes negativos, los que existen se encuentran agrupados al este de Guerrero y al sur de Oaxaca, pertenecientes a regiones de la Costa y Sierra Sur; ejemplo de ello son: San Agustín Loxicha, Santa María Tonameca, San Miguel Coatlán y San Pedro Huamelula. Asimismo, la mayoría de los municipios en estos dos Estados presenta una relación entre las dos variables un nivel de significancia es menor al 80%.

**Figura 5.16 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y población femenina en edad reproductiva analfabeta.**



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

*d) Mortalidad materno infantil con respecto al tiempo de traslado a un servicio de primer nivel.*

Las defunciones maternas e infantiles no pueden considerarse como muertes al azar, sino que son el resultado de un conjunto de condicionantes que al interrelacionarse forman un evento fatal, propiciado por retrasos que impiden prevenir riesgos durante el embarazo, parto, puerperio y en alguna enfermedad en los infantes; la pérdida de tiempo ante una urgencia genera poco a poco complicaciones más graves en el estado de salud y por lo que disminuye drásticamente las posibilidades de las mujeres e infantes menores de cinco años salven sus vidas (Mazza, Vallejo y González., 2012).

Dicho lo anterior, el tiempo de traslado a un servicio de primer nivel es fundamental a la hora de preservar un estado óptimo de salud y salvar una vida; el cual además depende del transporte y de las condiciones de las vías de comunicación.

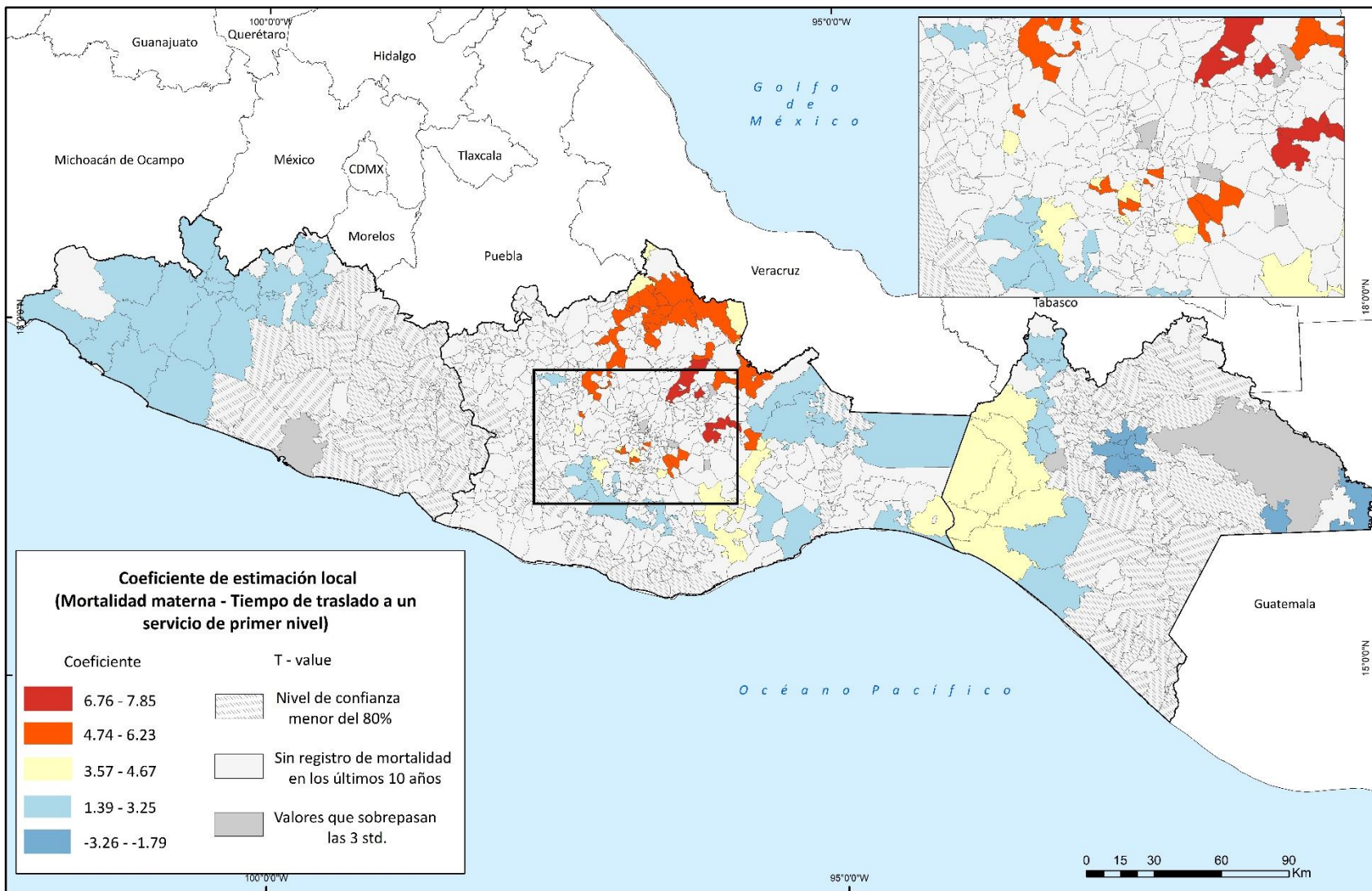
En la región del Pacífico sur mexicano la variable tiempo de traslado a un servicio de primer nivel y la mortalidad materna tuvo una relación positiva en 90 municipios localizados principalmente al oeste de Guerrero, en la zona centro, norte y este de Oaxaca, y al este en Chiapas (Figura 5.17), la asociación entre ambos condicionantes infiere que, a mayor tiempo de traslado a un servicio de primer nivel por parte de la población, el riesgo de morir por una causa materna es mayor.

De los 90 municipios con coeficientes positivos solamente cinco registran las relaciones más altas (6.76 – 7.85), por lo que son los territorios prioritarios en la región, estos se ubican en el Estado de Oaxaca y son: Ixtlán de Juárez, San Pedro y San Pablo Ayutla, Villa Talea de Castro, Santa María Tlahuitoltepec y Santiago Atitlán.

Al norte del Estado de Oaxaca se observa otro conglomerado conformado por 16 municipios que presentan coeficientes de estimación de 4.74 – 6.23, existen también municipios que conforman la zona metropolitana de Oaxaca dentro de este rango; estos últimos casos son importantes ya que a pesar de que en ellos hay un mayor número de servicios de salud de primer nivel, el tiempo de traslado es un factor importante en la mortalidad materna.

En contraste solo nueve municipios presentan una relación inversa, deduciendo que, a menor tiempo de traslado, la mortalidad materna se reduce; estos casos se ubican principalmente en una pequeña aglomeración en la región de los Altos Tsotsil Tsetal al centro de Chiapas y en los municipios de Benemérito de las Américas y Maravilla Tenejapa que colindan con Guatemala.

**Figura 5.17 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y tiempo de traslado a un servicio de primer nivel.**



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

Con la relación entre la variable tiempo de traslado y mortalidad infantil se identificaron 158 coeficientes de estimación positivos, ubicados principalmente en la zona centro del Estado de Oaxaca y en municipios que van del centro de hacia el noreste en Chiapas (Figura 5.18); el vínculo entre ambos condicionantes indica la posibilidad de un niño menor a cinco años fallezca ante una emergencia debido del extenso tiempo de traslado a un servicio de primer nivel.

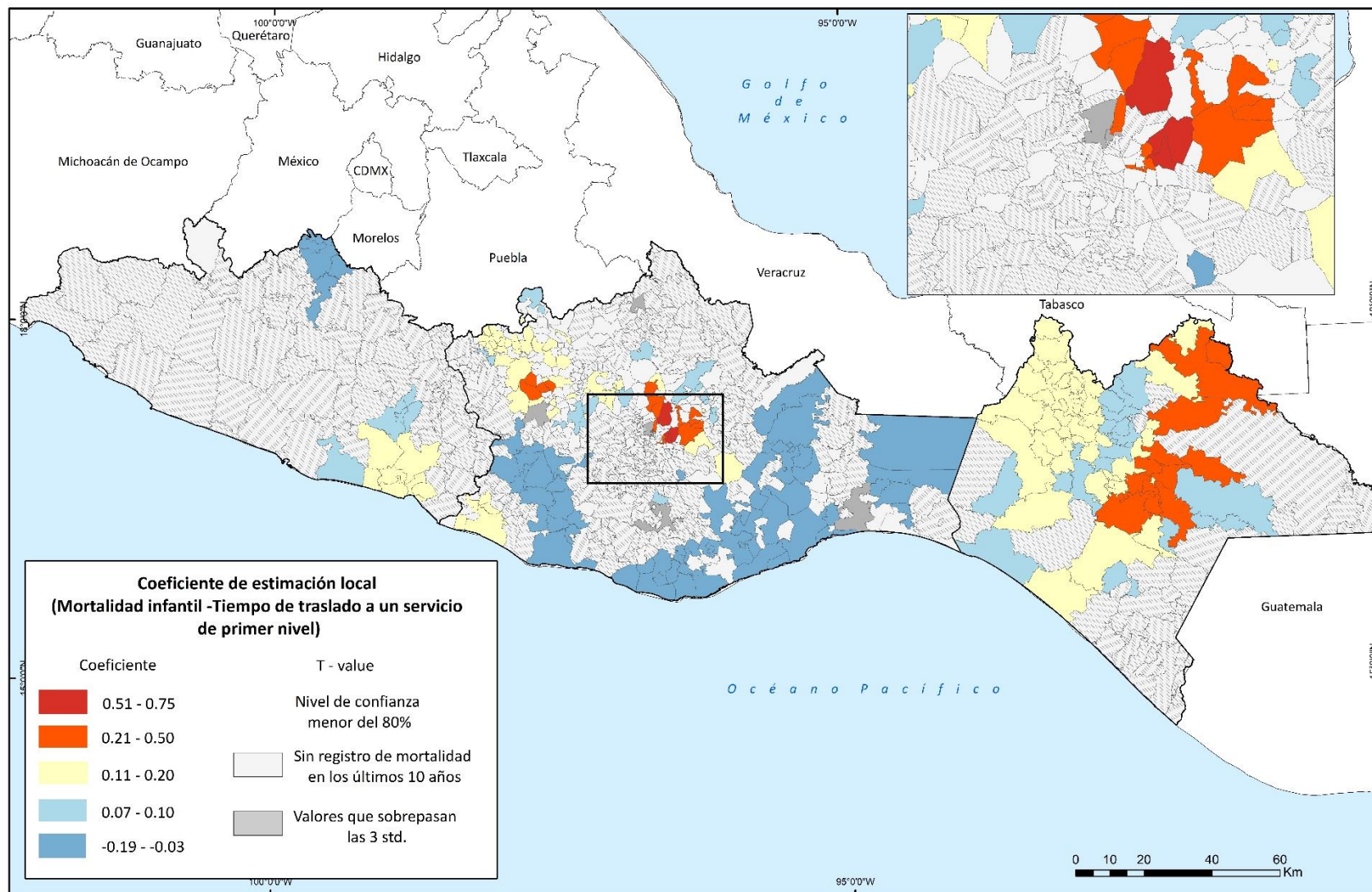
Solo son tres casos que presentan coeficientes positivos muy altos (0.51 – 0.75) y por ende son los más significativos y prioritarios en el modelo, estos municipios pertenecen a la región de los Valles centrales en Oaxaca y son: Teotitlán del Valle, Santa Catarina Ixtepeji y San Jerónimo Tlacoahuaya.

Cerca de estos municipios también existen casos con coeficientes positivos altos (0.20 – 0.50), se puede observar una pequeña aglomeración al noroeste de Oaxaca y en forma de franja en Chiapas, algunos municipios son: Venustiano Carranza, Palenque, Comitán de Domínguez y Huixtán. En el Estado de Chiapas se ubican la mayoría de los municipios de coeficientes positivos bajos, asimismo, territorios dentro de este rango hay en la región de la Mixteca y en algunos municipios costeros de Guerrero y Oaxaca.

Los coeficientes negativos que se registraron en toda la zona de estudio son 59, por lo que se puede inferir una relación contraria a la probabilidad de morir por un mayor tiempo de traslado a un servicio de primer nivel, los municipios en este rango (-0.03 - -0.19) se encuentran principalmente en algunos municipios de la región Costera, Sierra sur y el Istmo en Oaxaca, mientras en Guerrero se localiza un clúster en la región norte, que está conformado por Pilcaya, Taxco, Iguala, Buenavista y Tetipac; cabe resaltar que estos últimos en la relación de la variable tiempo y la mortalidad materna presentaron una relación positiva.

La mayoría de los municipios que no fueron significativos estadísticamente en la relación de estas variables se ubican en el Guerrero y Oaxaca, mientras que en Chiapas son en la región de la Selva Lacandona, Soconusco y parte de la Sierra Maricas, estas últimas en colindancia con Guatemala.

**Figura 5.18 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y tiempo de traslado a un servicio de primer nivel.**



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

*e) Mortalidad materno infantil con respecto a la densidad de carreteras.*

Las vías de comunicación es un condicionante socioespacial de la salud importante para reducir la mortalidad materno infantil, debido a que la falta de carreteras y el estado de estas, condiciona el acceso al servicio de salud y ante una emergencia la sobrevivencia de la mujer embarazada y su hijo. En la región del Pacífico sur mexicano la densidad de carreteras en promedio es de 0.18 km. Red vial entre el área de la región, si bien es una densidad baja a comparación de otros Estados, la falta de infraestructura carretera se debe a las condiciones geográficas que tiene el territorio.

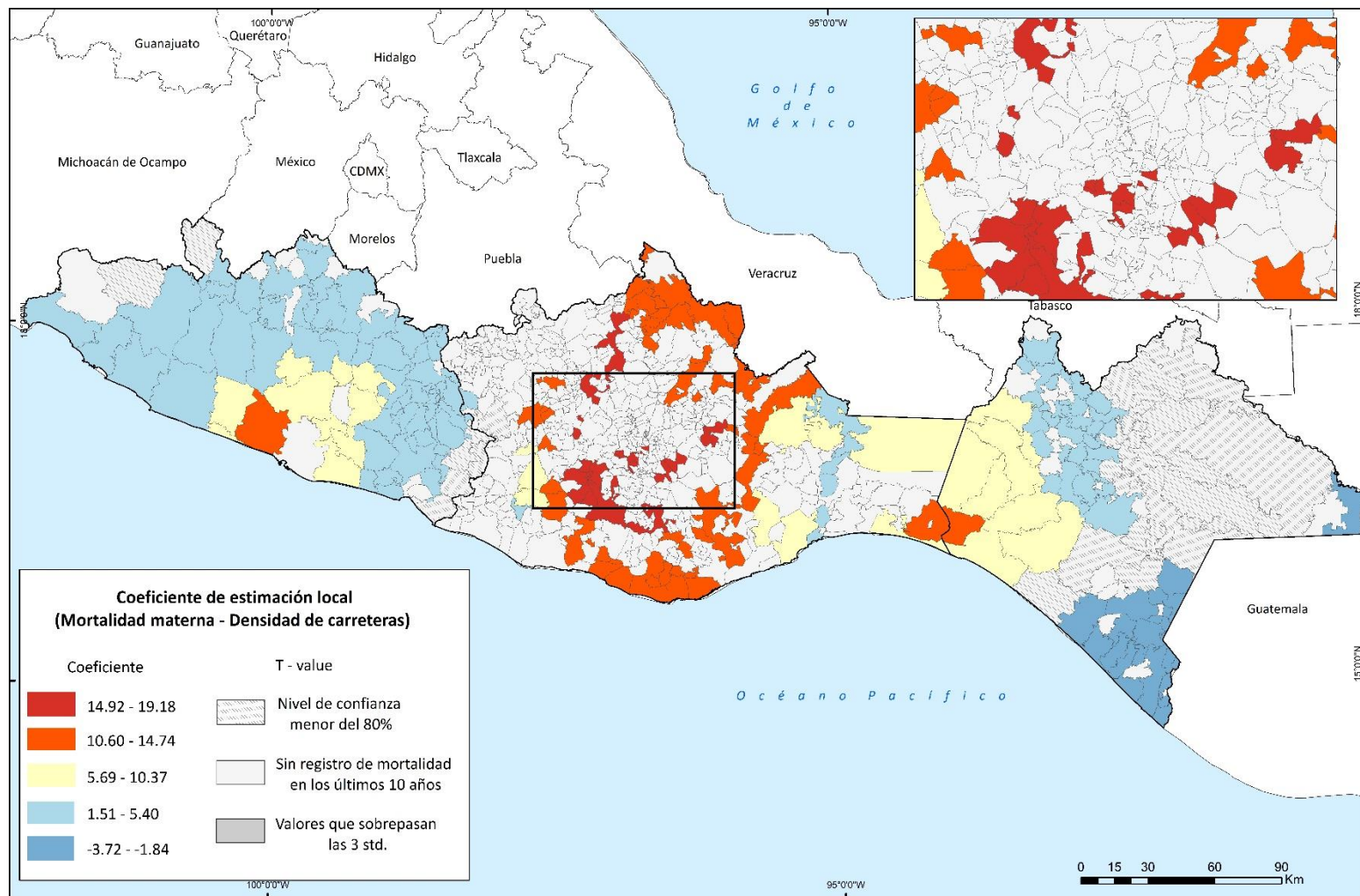
La variable densidad de vías de comunicación tuvo coeficientes positivos en 188 municipios localizados principalmente en Oaxaca (Figura 5.19), por lo que, en estos territorios se infiere que a la mortalidad materna disminuirá.

Los municipios con coeficientes de estimación muy altos positivos y por ende los más prioritarios son 18, y se encuentran dispersos en el centro de Oaxaca, ejemplo de ellos son: Villa Sola de Vega, Magdalena Zahuatlán, San Juan Bautista Cuicatlán, Santiago Textitlán y San Bartolo Coyotepec ubicado en el área de la zona metropolitana de Oaxaca; el cual tuvo el coeficiente más alto de la región (19.18), lo cual indica que la mortalidad materna disminuye en el municipio 19.18 en función al incremento de la densidad carretera.

La distribución de los coeficientes estimados que oscilan entre 10.60 – 14.74 están concentrados en pequeños grupos al sur y norte de Oaxaca, que forman un anillo alrededor de los coeficientes muy altos, solamente en Guerrero y Chiapas un municipio se colocó dentro de este rango y fueron Coyuca de Benítez y Arriaga.

Por el contrario, fueron 22 municipios con coeficientes negativos ubicados en la región de Soconusco y Maya en Chiapas, esta relación infiere que a menor densidad de carretera la mortalidad materna aumenta. El municipio de Suchiate presento el mayor coeficiente negativo (-1.18) de la región.

**Figura 5.19 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y densidad de carreteras.**



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

Con la relación entre la variable densidad de carreteras y mortalidad infantil se identificaron 158 coeficientes de estimación positivos, ubicados principalmente al noreste, este y sureste de Guerrero, al centro y este de Oaxaca (Figura 5.20); el vínculo entre ambos condicionantes indica la posibilidad de un niño menor a cinco años sobreviva ante la existencia de una alta densidad de carreteras.

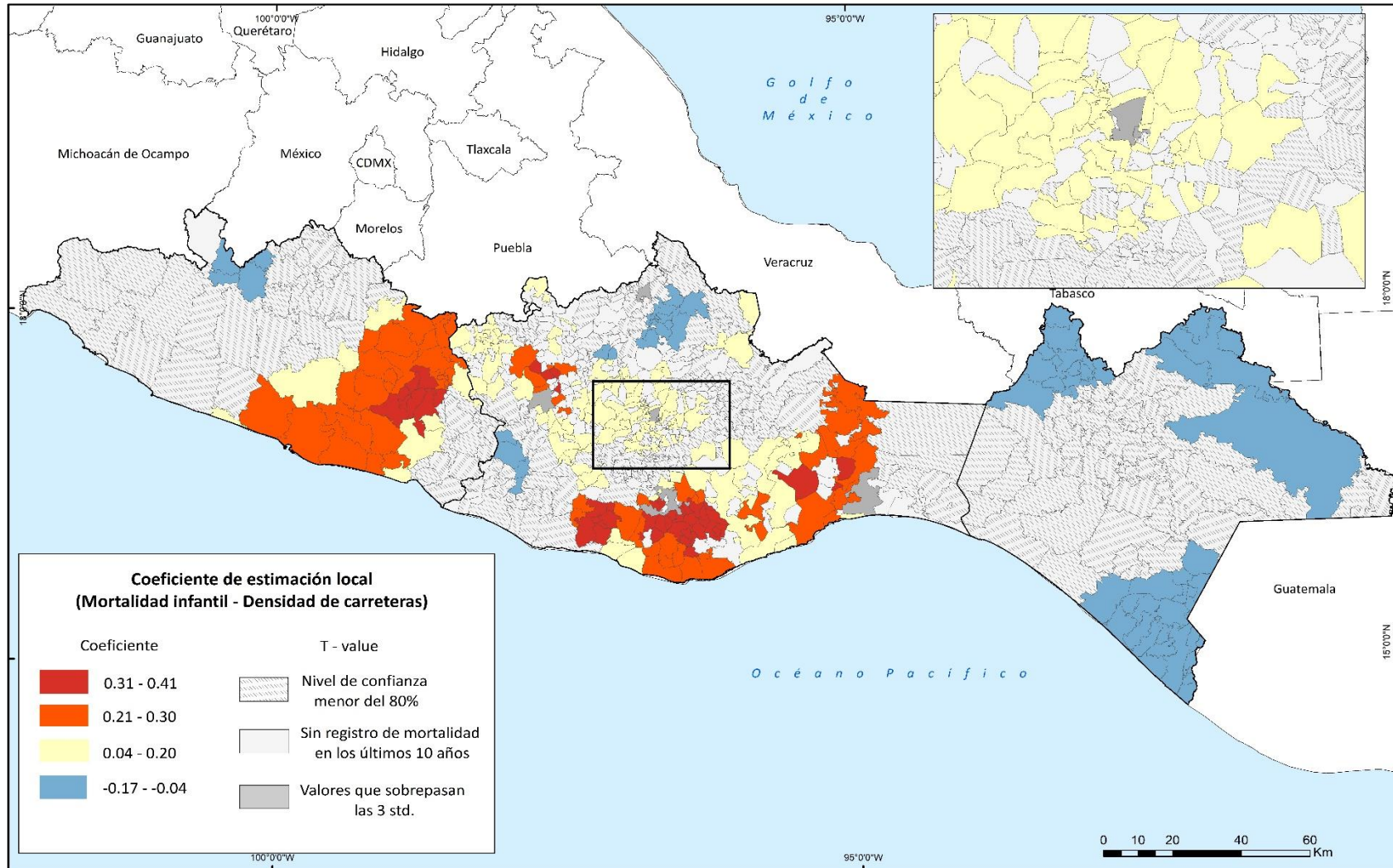
Los municipios con los mayores coeficientes positivos (0.31 – 0.41) y prioritarios son 43, localizados en la región de montaña en Guerrero y la Sierra sur en Oaxaca; algunos de ellos son: Acatepec, Malinaltepec, Santa María Jalapa del Marqués, San Mateo Río Hondo, San Miguel Coatlán y San Pedro Juchatengo, este último con el mayor coeficiente positivo.

En cuanto a los casos con coeficientes positivos bajos (0.04 – 0.20) se encuentran agrupados en la zona centro de Oaxaca que corresponde a la región de los Valles Centrales, en la Mixteca alta y otros en la zona costera; mientras que en Guerrero solo son seis municipios en este rango y son: Chilpancingo, Tixtla, Copalillo, Benito Juárez, San Luis Acatlán y Copala. El Estado de Chiapas en todo su territorio no presentó coeficientes positivos.

Los coeficientes negativos que se registraron en la región fueron 69, el Estado que mayores municipios albergo fue Chiapas, seguido de Oaxaca y Guerrero; esta relación infiere que a menor densidad de carretera la mortalidad infantil aumenta. El municipio de Ocosingo de la región de la selva Lacandona registró el mayor coeficiente negativo (-0.17) de la región.

En el Estado de Chiapas, estos coeficientes siguen la distribución y delimitación de las regiones de Soconusco, Sierra Mariscal, Norte y Maya; algunos de los municipios que conforman estas regiones son: Catazajá, Palenque, Tapachula, Frontera Comalapa, Juárez y Reforma. Mientras tanto, al norte y oeste de Oaxaca se localizan municipios con estas características, ejemplo de ello son: San Felipe Usila, San Lucas Ojitlán, Santa María Zacatepec, Santa María Apazco y San Andrés Teotilalpam. El Estado de Guerrero solamente tuvo cuatro casos con coeficientes negativos y se localizan al norte. Por último, fueron un total de 248 municipios que no fueron significativos estadísticamente en la relación de la variable densidad de carretera y mortalidad infantil.

**Figura 5.20 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y densidad de carreteras.**



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

Como resultado del análisis de GWR, se obtuvo que la variabilidad espacial de la mortalidad materno infantil y su relación con algunos condicionantes socioespaciales de la salud que conforman el índice de vulnerabilidad social en salud es heterogénea, debido a que cada variable presentó su propio patrón de distribución y resaltó los municipios prioritarios en atención a reducir la mortalidad materno infantil.

### **5.3 Estrategias focalizadas para la disminución de la mortalidad materno infantil a través de escenarios deseables.**

La modelización de los escenarios prospectivos de la mortalidad materno infantil al 2030 permite crear conocimientos hipotéticos de la distribución espacial de este tipo de mortalidad en la región del Pacífico sur mexicano, por lo que, se convierte en un insumo potencial para plantear estrategias, coadyuvar a la planificación de un territorio y diagnosticar el impacto de las políticas públicas.

Las variables impulsoras se seleccionaron a partir del modelo GWR y se escogieron solamente aquellas que registraron una menor correlación entre sí (menor a 0.5), para el caso de la mortalidad materna fueron las variables:

1. Población femenina en edad reproductiva que pertenecen a un grupo originario
2. Población femenina en edad reproductiva analfabeta
3. Infraestructura médica
4. Tiempo de traslado a un servicio de primer nivel
5. Densidad de carreteras

Como se mencionó en el capítulo 3, para realizar el modelo de transición se utilizó RNA, donde se eligieron aleatoriamente 5000 puntos de muestra que se utilizaron para la calibración y validación del modelo; la tasa de aprendizaje de 0.005 y el número máximo de interacciones fue de 10,000. El resultado del entrenamiento de la red neuronal arrojó un error global menor a 5 % (0,05) que fue de 0.028 y un coeficiente de Kappa de 0.81 con base a la clasificación de Landis y Koch (1977) se considera excelente o casi perfecta.

Una vez calibrado el modelo se crea el mapa de simulación de mortalidad materna para el 2030, como resultado se obtuvo la identificación de los municipios prioritarios a implementar estrategias que coadyuven a reducir la mortalidad materna.

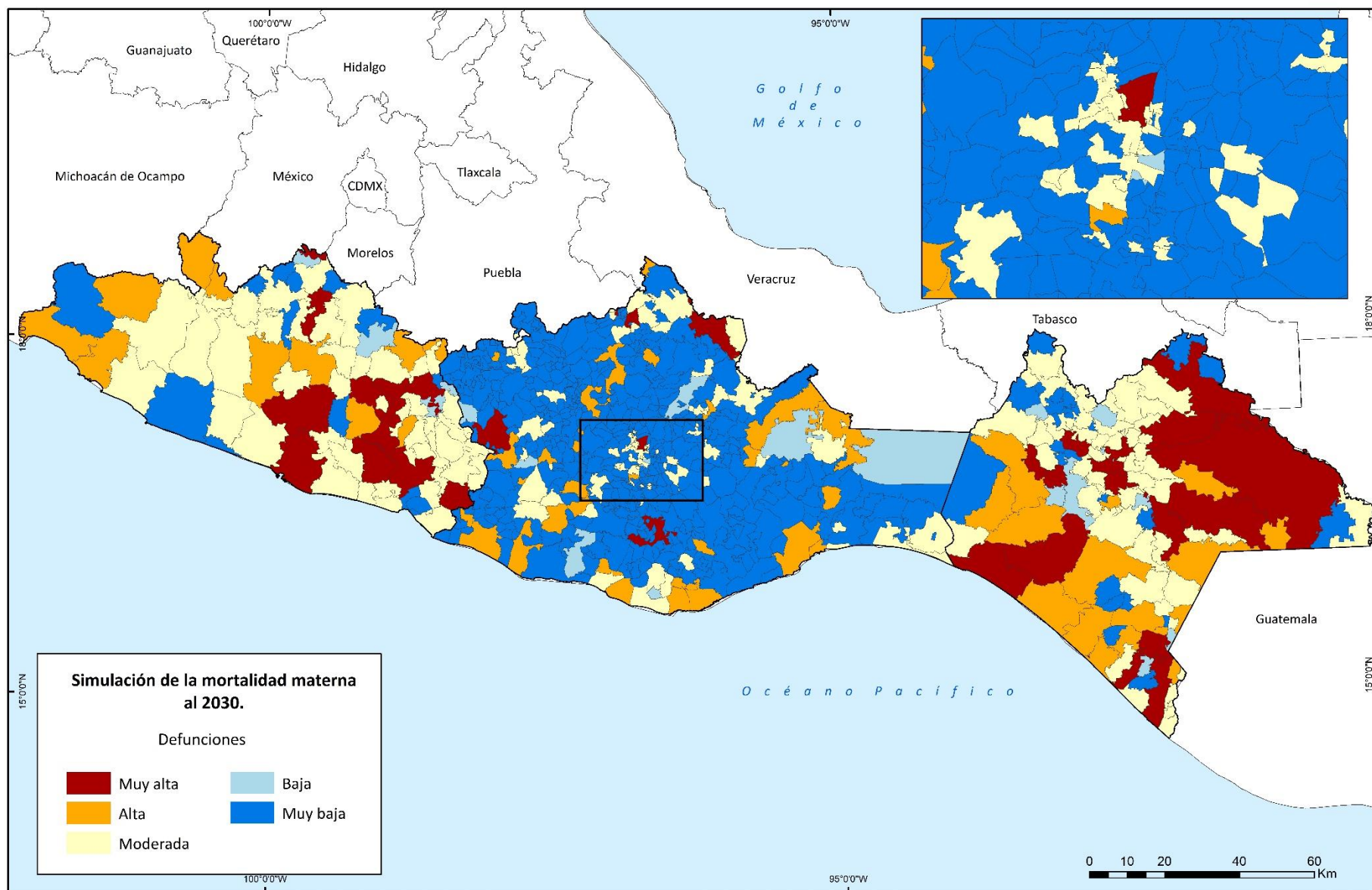
En la región del Pacífico sur mexicano se espera que para el 2030 el 63.97% de los municipios registre una mortalidad materna muy baja, los territorios con esta característica principalmente van a estar ubicados en el Estado de Oaxaca, asimismo el 34.34% presentara una mortalidad moderada localizados principalmente en el Estado de Guerrero y del centro hacia el norte de Chiapas; mientras que en Oaxaca se van a encontrar algunos conglomerados importantes en el centro, al norte y sur. Algunos ejemplos son: San Miguel Totolapan, Teloloapan, Zimatlán de Álvarez, San Miguel Soyaltepec, Santa María Tonameca, Benemérito de las Américas, Suchiate y Juárez (Figura 5.21).

Por otro lado, la simulación permitió identificar los municipios que en el año 2030 registrarán de altas a muy altas defunciones, por lo que, estos territorios se consideran prioritarios para la intervención. En este sentido el 4.22% de los municipios de la región es posible que las defunciones sean altas, estos se pueden observar dispersos tanto en Guerrero como en Oaxaca, en cambio en Chiapas al sur y oeste del Estado se localizan agrupaciones de municipios con estas características; ejemplo de territorios dentro de este rango son Eduardo Neri, Zihuatanejo de Azueta, Quechultenango, Santiago Pinotepa Nacional, Santa María Huatulco, La Trinitaria, Altamirano y Villaflores.

Los municipios que registrarán muy altas defunciones representan el 4.29% de la región, la mayoría de ellos se ubican en Chiapas, seguido de Guerrero y por último Oaxaca. En Chiapas se encuentran localizados en la región de la Selva Lacandona, Meseta Comiteca, Soconusco y Altos Tsotsil-Tseltal; algunos de ellos son: Palenque, Comitán Domínguez, San Cristóbal de las Casa y Tapachula. En Guerrero se puede observar un pequeño conglomerado al este del Estado, de igual manera Acapulco, Chilpancingo e Iguala presentaran muy altas defunciones. Mientras que en Oaxaca solamente seis municipios se caracterizan dentro de este rango y son San Juan Bautista Tuxtepec, Santiago Juxtlahuaca, Santa María la Asunción, Oaxaca de Juárez y Miahuatlán de Porfirio Díaz.

Si bien algunos municipios que presentan un grado de alto a muy alto de defunción se caracterizan por concentrar la mayor infraestructura médica, una gran densidad de carreteras, tiempo de traslado a un servicio de primer nivel menor a 10 minutos, menor población femenina analfabeta y perteneciente a un grupo originario; es posible que las altas defunciones en estos territorios deriven

Figura 5.21 Escenario prospectivo al 2030: distribución espacial de la mortalidad materna en la región del Pacífico sur mexicano.



Fuente: elaboración con base en el software Qgis.

de condiciones referentes al adiestramiento del personal médico y a la detección de embarazos de alto riesgo, donde principalmente las causas de mortalidad materna en estos municipios son por complicaciones obstétricas. Algunos municipios son Acapulco, Chilpancingo y Oaxaca de Juárez.

En este sentido, las estrategias que se proponen para municipios con características similares a los territorios antes mencionados se enfocan en:

1. Mejorar las competencias del personal médico involucrados a la hora del parto, así como también de los que laboran en instituciones de primer nivel para la detección de embarazos de alto riesgo.
2. A través de medios de comunicación (televisión, radio, periódico) realizar una campaña de concientización acerca de las consecuencias o riesgos que se puede padecer durante un embarazo, esto con la finalidad de que las embarazadas acudan con frecuencia al médico para realizar las consultas prenatales.
3. Realizar talleres en la comunidad invitando a las embarazadas y su pareja donde se den a conocer los cuidados prenatales que se deben realizar para llevar su embarazo a un buen término y un óptimo cuidado después de dar a luz.

Los municipios donde se espera que para el año 2030 tengan muy altas defunciones y que se caracterizan por poseer mayor porcentaje de población femenina en edad reproductiva que pertenece a un grupo originario y analfabeta, que además carecen de infraestructura médica y derivado de las condiciones geográficas tienen un bajo índice de carreteras y por ende el tiempo de traslado a servicio de primer nivel es superior a 15 minutos, por ejemplo, en Ocosingo, Chilón, Palenque y Las margaritas en Oaxaca; se proponen las siguientes estrategias además de incluir las anteriores:

4. Dotar de mayor infraestructura médica, es decir, contar con el equipo necesario para atender los embarazos o alguna complicación, de igual manera en localidades remotas a la cabecera municipal se propone crear casas de salud que sean dirigidas por personas de la misma comunidad y que sean capacitadas por el personal de salud, con la finalidad dar seguimiento a las embarazadas y dar parte cuando se ponga en riesgo el estado de salud de la madre y del niño.

5. Si bien reducir la población originaria no una opción, se propone mejorar las habilidades del personal médico en cuanto a la comunicación intercultural, es decir, se instruya al personal médico la lengua originaria del grupo de población, así como también se realicen planes de acción acorde a sus costumbres.
6. Otra estrategia es crear y mejorar las vías de comunicación, con la finalidad de comunicar las localidades y ante una emergencia obstétrica se puede atender y evitar la muerte.
7. Se recomienda que dentro de los mismos municipios se establezcan agrupaciones de localidades, es decir, localidades que están cerca en tiempo y distancia, y que compartan la ubicación de un centro de salud dotarlos con un vehículo que sirva de transporte a un servicio de segundo nivel ante una emergencia obstétrica.
8. Realizar una campaña de alfabetización de las mujeres en edad reproductiva, esto contribuirá a desarrollar conductas y hábitos saludables; además de tendrán la capacidad de reflexionar acerca del tamaño de su familia con base a sus capacidades económicas y la atención que brindarán a sus hijos.

Si bien, en el 2030 se espera que en la región predominen las bajas defunciones, no estaría demás implementar las estrategias propuestas anteriormente, ya que dentro de los mismos municipios existirán localidades donde se pueda registrar una defunción materna con alguna de las características mencionadas; de manera que se en conjunto se pueda alcanzar la meta de los ODS de reducir la mortalidad materna y crear territorios donde las mujeres en edad reproductiva no solo sobrevivan sino tengan las condiciones necesarias para llevar a un buen término su embarazo.

Por otra parte, las variables impulsoras con una correlación menor a 0.5 que se obtuvieron del modelo GWR infantil y se utilizaron para realizar la simulación de la mortalidad infantil fueron las siguientes:

1. Población femenina en edad reproductiva e infantil menor de 5 años que pertenecen a un grupo originario
2. Proporción de unidades médicas de primer nivel
3. Tiempo de traslado a un servicio de primer nivel
4. Densidad de carreteras

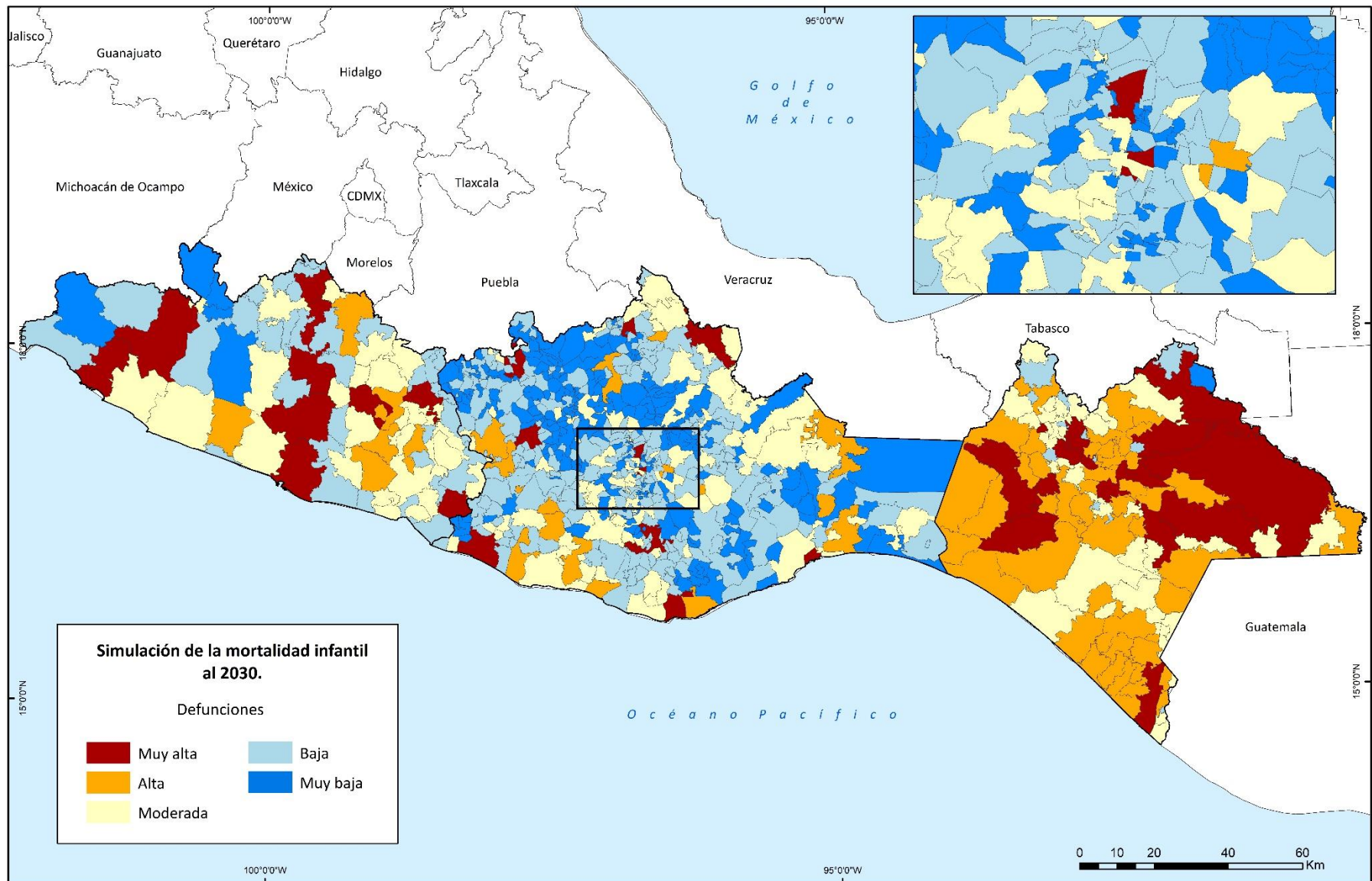
El resultado del entrenamiento de la red neuronal arrojó un error global menor a 5 % (0,05) que fue de 0.03 y un coeficiente de Kappa de 0.84 con base a la clasificación de Landis y Koch (1977) se considera excelente o casi perfecta.

Una vez calibrado el modelo se obtuvo como resultado el mapa de simulación de mortalidad infantil para el 2030 (Figura 5.22), el cual muestra que el 68.13% de los municipios que conforman la región presentaran de bajas a muy bajas defunciones, es decir, menos de 17 defunciones en el año; la mayoría de los municipios dentro de este rango se localizan en el Estado de Oaxaca principalmente en la región de la Mixteca Alta, Sierra Sur, el Istmo y algunos municipios de los Valles centrales. Por su parte en el Estado de Guerrero se ubican en una franja de norte a sur y al oeste del Estado, mientras que en Chiapas solamente 12 municipios tendrán esta particularidad y son: Juárez, Chicoasén, Catazajá y La Libertad por mencionar algunos.

Se espera que en la región el 17.81% del territorio registre defunciones moderadas (aproximadamente de 18 a 54 muertes infantiles), en el mapa se pueden observar pequeñas agrupaciones al este de Guerrero que corresponde a la región de la Montaña y en algunos municipios de la zona costera. En el Estado de Oaxaca la mayoría se encuentran dispersos al sur, al norte y en algunos municipios de los Valles Centrales, en cuanto a Chiapas se puede observar un grupo importante al norte del Estado y en algunos municipios del sur, por ejemplo, Pijijiapan, Chicomuselo, Suchiate y Frontera Hidalgo.

Así mismo, la simulación permitió identificar los municipios prioritarios que corresponde al 14.04%, es decir, aquellos que se esperan registrar altas o muy altas defunciones (más de 55 muertes de niños menores de cinco años), la mayoría de los casos prioritarios se localizan en Chiapas; en este Estado se observan clústeres importantes al sur, este y oeste, que rodean a municipios con muy altas defunciones infantiles. Ejemplo de ello son los territorios de la región del Valle de Zoque (colindando con Oaxaca) donde Ocozocoautla de Espinosa está rodeado de casos con mortalidad alta, otros casos similares son Tuxtla y Tapachula; de igual manera se idéntico un gran conglomerado con muy altas defunciones que está conformado por la región de la Selva Lacandona y algunos municipios de la región Meseta Comiteca (Comitán de Domínguez y Las Margaritas), y los Altos Tsotsil (Oxchuc, Tenejapa y San Cristóbal de las Casas).

Figura 5.22 Escenario prospectivo al 2030: distribución espacial de la mortalidad infantil en la región del Pacífico sur mexicano.



Fuente: elaboración con base en el software Qgis.

Los casos prioritarios en el Estado de Oaxaca se encuentran distribuidos de manera dispersa y asilados en el territorio, algunos ejemplos son: Santiago Pinotepa Nacional, San Pedro Pochutla, San Juan Bautista Tuxtepec, Heroica Ciudad de Huajuapán de León y Oaxaca de Juárez.

En el Estado de Guerrero en el mapa se puede observar que una franja de municipios que va de norte a sur donde se esperan muy altas defunciones de infantes, de igual manera al este del Estado donde se encuentra la región de la Montaña se puede observar una pequeña agrupación de municipios con altas y cerca de ellos dos municipios con muy altas mortalidades como son Chilapa y Tlapa de Comonfort, otros casos similares son Zihuatanejo y Coyuca de Catalán localizados al oeste.

Si bien, la distribución espacial que presentara en el año 2030 las altas y muy altas defunciones infantiles en menores de cinco años es similar a los municipios prioritarios de la mortalidad materna, las estrategias tendrían que ser casi similares a las anteriores para los municipios donde variables representen óptimas condiciones, es decir, existen municipios que tiene una alta concentración de unidades de salud, de vías de comunicación y el tiempo de traslado a un servicio de primer nivel es menor a 15 minutos, pero que además las principales causas de mortalidad derivan de ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal; tal como Acapulco, Chilpancingo, Taxco y Oaxaca.

Dicho lo anterior se proponen las siguientes estrategias para reducir la mortalidad de infantes menores de cinco años en territorios con condiciones óptimas en las variables antes mencionadas:

1. Mejorar las habilidades del personal médico antes una emergencia obstétrica (cordón umbilical enredado, cesaría de urgencia, etc.)
2. A través de medios de comunicación (televisión, radio, periódico) realizar una campaña de concientización acerca de la importancia de las consultas prenatales y de los cuidados durante el embarazo, con la finalidad de que las embarazadas acudan con frecuencia al médico para realizar las consultas prenatales y se pueda dar un seguimiento al desarrollo del bebé y detectar a tiempo alguna complicación.
3. Realizar talleres en la comunidad invitando a las embarazadas, donde se den a conocer los cuidados prenatales que se deben realizar para que el bebé pueda desarrollarse dentro de las mejores condiciones, por ejemplo, hablar sobre el estado nutricional, entre otras.

Para el caso de los municipios donde las condiciones de las variables son bajas y que además las causas de mortalidad infantil no solo son indirectas (ciertas afecciones al periodo perinatal, tumores, enfermedades del sistema nervioso, etc.) sino también indirectas (enfermedades respiratorias, infecciosas y parasitarias, nutricionales, etc.), por ejemplo, en los municipios de Ocosingo, Oxchuc, Tlapa de Comonfort y Ocotepéc; se proponen las siguientes estrategias:

4. Realizar talleres que coadyuven a mejorar el conocimiento de la población sobre el manejo de las enfermedades infecciosas, parasitarias y diarreica, a través de la promoción de acciones preventivas, que además sean incluyentes con la población que pertenezca a un grupo originario.
5. Desarrollar y mejorar las vías de comunicación, con la finalidad de que las familias que viven en localidades muy alejadas puedan llevar a sus hijos con mayor frecuencia y con un menor costo y tiempo de traslado, con ello ayudara a prevenir enfermedades y muertes infantiles.
6. Crear y mejorar servicios de atención de primer nivel, si bien, un centro de salud está destinado a atender la población de un conjunto de localidades, en algunas ocasiones la distancia y el tiempo de traslado que existe hacia la unidad de salud es muy amplia, por lo que se recomienda la instauración de casas de salud que sean operadas por personas de la misma localidad y que sean capacitadas por el personal de salud, con el propósito que puedan identificar cuando un niño está en riesgo.

Teniendo en cuenta que para el 2030 más del 50% de la región presentara bajas defunciones infantiles, es importante que se tomen en cuenta también estas estrategias, ya que como se mencionaba anteriormente existirán localidades donde se pueda registrar una defunción infantil con alguna de las características mencionas; esto con la intención de no dejar ningún territorio, ningún niño o niña menor a cinco años atrás y con ello alcanzar la meta de reducir o erradicar la mortalidad infantil y crear territorios saludables que les permita desarrollarse de la mejor manera posible.

En cierta medida, las estrategias propuestas anteriormente son algunas que coadyuvaran a reducir la mortalidad materno infantil, sin embargo, es importante que el gobierno federal destine mayores recursos monetarios a las entidades federativas de la región y especialmente sea una inversión directa a los planes y programas enfocados a reducir la mortalidad materno infantil; así como también es necesario que el gobierno implemente un sistema de monitoreo continuo y evaluación,

de los programas o estrategias a través de indicadores para medir el avance y cumplir con la meta de los ODS.

Por último, cabe mencionar que la discusión de este capítulo se realizara en el siguiente apartado del trabajo de investigación.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La Organización Mundial de la Salud (2019) calcula que diariamente mueren al día 830 mujeres embarazadas y aproximadamente 15,342 niños menores de cinco años, resultado de complicaciones prevenibles; por lo que, la mortalidad materna e infantil se convierte en un grave problema de salud pública a nivel internacional. No obstante, el estudio de la mortalidad materno infantil como se analizó en el apartado de antecedentes, se ha relegado a solo ser caracterizada desde la epidemiología de la defunción y a la identificación de algunos condicionantes sociales; sin medir la asociación entre ambas y sin que se tomen en cuenta las necesidades particulares de cada territorio.

La geografía de la salud demostró tener un carácter multidisciplinar gracias a la adaptación de las aproximaciones teóricas y metodológicas de las diversas corrientes filosóficas (positivismo, interaccionista, marxista, estructuralista y Post-estructuralista), y enfoques (ambiental, espacial y social); asimismo, con la incorporación de los Sistemas de Información Geográfica brindan una adecuada explicación de la relación hombre-salud- sociedad, por lo que, permiten comprender el espacio geográfico y la espacialidad de la mayoría de los fenómenos y procesos relacionados con la salud, tomando en cuenta los principios de la geografía como la localización, distribución, asociación, interacción y evolución, además de características sociales, económicas y ambientales en las que se desenvuelve el individuo.

Diferentes autores mencionados en la investigación han hecho referencia que el espacio donde la población vive y desarrolla sus actividades influyen en la calidad de vida y salud de la población; es decir, existen factores biológicos, sociales, económicos y ambientales que inciden en la construcción del estado de salud de cada individuo, por ello, los condicionantes socioespaciales de la salud constituyen un marco explicativo de la distribución espacial y de la producción de inequidades en salud.

La existencia de condicionantes socioespaciales que intervienen en el decremento o mejoramiento del estado de salud, propicia en la sociedad e individuos una exposición desigual en salud, que se traduce como vulnerabilidad social en salud.

Autores referidos en la investigación, concuerdan que históricamente el concepto de vulnerabilidad surgió en las ciencias ambientales, enfocado a la población afectada ante la exposición a un riesgo

natural y la capacidad para enfrentarlo; no obstante, el término de vulnerabilidad social se incorporó satisfactoriamente en la década de los ochenta, donde autores como Wilches, Cannon, Blaikie y Moser coinciden que existen factores sociales, económicos, culturales, políticos y geográficos que inciden en la capacidad de enfrentar, resistir y reponerse ante una situación negativa.

La vulnerabilidad en salud retoma algunos elementos del concepto de la vulnerabilidad social y lo plantea como un proceso multidimensional y complejo donde existen factores de riesgo (sociales, económicos, culturales, políticos y geográficos) que modifican el estado de salud de las personas, por lo que, estos no pueden ser analizados de manera individual, ya que, cada uno muestra una parte de la realidad y en conjunto evidencian el grado de vulnerabilidad en salud al que un individuo o sociedad es susceptible.

Como se ha señalado en diversas investigaciones y por la misma OMS las defunciones maternas e infantiles (menores de cinco años) no solo derivan de complicaciones médicas, sino que están asociados a diversas condiciones socioespaciales y a la calidad de los servicios de salud, como son: factores biológicos, nivel cultural, educativo, ocupación, nivel económico, entre otros; que en conjunto propician o acrecientan este problema de salud. En este sentido, la mortalidad materno infantil es un indicador a nivel mundial que marca la desigualdad entre los territorios.

La región del Pacífico sur mexicano es la tercera más extensa del país y con mayor desigualdad en su territorio, por lo que, presenta un panorama y una dinámica compleja, derivada de las condiciones geográficas que ha impactado de manera desigual en el desarrollo social y económico de los municipios que la conforman; propiciando barreras que disminuyen la posibilidad y capacidad de la población a enfrentar algún problema de salud.

Los problemas de salud se han caracterizado por solo ser descriptivos, tal es el caso de la mortalidad materno infantil, no obstante, con la incorporación de una metodología apropiada basada en modelos estadísticos y de representación cartográfica de los resultados, facilita la comprensión de este problema. En este sentido, los métodos de análisis multivariado permiten satisfacer objetivos metodológicos ya sean descriptivos, explicativos, predictivos y al introducir el factor tiempo posibilitan realizar análisis temporales. Las bondades de este tipo de análisis permiten observar las relaciones entre las variables de una manera general y cuantificar esa relación.

Existen diversos métodos de análisis multivariado, los implementados en esta investigación (Test de Knox, Test de Kendall, Puntajes de clasificación espacial, evaluación multicriterio, GWR y

entrenamientos de red neuronal y autómatas celulares) permitieron establecer un adecuado proceso metodológico para analizar la mortalidad materna y plantear estrategias para su disminución; si bien, cada uno de ellos tiende a explicar una parte de la realidad, en conjunto coadyuvan a identificar, analizar y comprender todo el panorama de la mortalidad materno infantil. Asimismo, es importante mencionar que ningún método no es mejor que otro, sino que la potencialidad de cada uno será en función lo que se requiera conocer del problema.

Por otro lado, la adecuada selección de variables justificadas en la literatura, así como las propuestas a través de un panel de expertos en el tema y la implementación del método de Jerarquía Analítica (AHP), resultó ser de gran apoyo para corroborar lo planteado en la literatura y generar el índice de vulnerabilidad en salud; además que, con la aplicación de la GWR se conoció la variabilidad espacial de la mortalidad materno infantil en función de los condicionantes socioespaciales de la salud y en conjunto con los modelos matemáticos de autómatas celulares y los entrenamientos de la red neuronal se propusieron escenarios y estrategias que ayudaran a disminuir la mortalidad materno infantil con miras a alcanzar la meta de los ODS.

Ante esto, la articulación de la teoría con la metodología utilizada, mostraron ser herramientas muy poderosas no solo para conocer la distribución de la mortalidad materno infantil, sino que también, para mostrar la forma en que el territorio ejerce una función condicionante en la profundización de la mortalidad materno infantil en la región del Pacífico sur mexicano.

Dicho lo anterior, se acepta de manera parcial la hipótesis de la investigación, la cual sostiene que: la variabilidad espacial de la mortalidad materno infantil en la región del Pacífico sur mexicano en el 2020 es explicada con base en los condicionantes socioespaciales que conforman el índice de vulnerabilidad social y la teoría de la transición obstétrica, cuyos hallazgos permiten aportar propuestas focalizadas en el territorio para el escenario al 2030.

Las cuestiones que apoyan dicha conclusión son las siguientes:

A partir de las técnicas de análisis espacial aplicadas se pudo constatar la gravedad del problema y la configuración espacial de la mortalidad materno infantil en 30 años, por lo que, este tipo de mortalidad no se distribuye de manera uniforme en el espacio y la tendencia varía en diferentes escalas (región y municipio), es decir, la prueba de Knox aplicada a la mortalidad materna indicó que el agrupamiento espacio temporal en el cuadrante cercano no fue significativo para la ventana de ocho años establecida, mientras que para el caso de la mortalidad infantil si lo fue,

existiendo mayor número de agregaciones, principalmente ubicadas en Oaxaca. Asimismo, el método Kendall mostró una disminución muy significativa en las tasas a nivel regional, no obstante, a una escala menor existen 10 municipios que presentan un incremento alto en las defunciones, que se ubican en Guerrero y Chiapas.

Con apoyo de los métodos de Knox y Mann – Kendall y la propuesta de la transición obstétrica e infantil de Souza, et. al.; Aguirre y Vela, se pudo identificar que la región se encuentra en la etapa (III), debido a que las tasas de mortalidad siguen siendo altas a pesar de tener ligeros decrementos en estos 30 años, las causas directas de mortalidad materna e infantil siguen predominando en la mayoría de los municipios a pesar de registrar una tendencia a la baja; mientras que las causas indirectas relacionadas a la mortalidad infantil han ido en decremento y las maternas en aumento. Algunos ejemplos son: Benemérito de las Américas, Cochoapa el Grande, Acapulco y Tapachula

Asimismo, en esta etapa, el acceso a los servicios de salud sigue siendo un factor importante que incide en ambas mortalidades, pero a medida que este sector de la población puede acceder tanto a la infraestructura como a la derechohabencia, la calidad de la atención se convierte en un determinante importante de los resultados de salud.

Los indicadores de evaluación de los ODS desarrollados a través de la metodología de puntajes de clasificación espacial mostraron un panorama de la evolución de las estrategias planteadas para reducir la mortalidad materno infantil, si bien estas han mejorado en algunos municipios, el 28% del territorio aun presenta indicadores bajos, por lo que es posible que en algunos territorios sea difícil alcanzar la meta, principalmente en el Estado de Oaxaca.

Las valoraciones combinadas de los condicionantes a través del panel de expertos y la aplicación de la evaluación multicriterio han evidenciado los territorios con menor y mayor vulnerabilidad en salud ante un evento de mortalidad materno infantil, el comportamiento espacial del índice permitió identificar los municipios prioritarios ante una emergencia de este tipo, principalmente ubicados en Oaxaca y una importante agrupación en la región de Tulijá en Chiapas, caracterizados por un amplio tiempo de traslado a un servicio de primer nivel y concentración de población perteneciente a un grupo indígena; en cambio los de menor vulnerabilidad se caracterizan porque la mayoría de la población vive en zonas urbanas, además de tener una actividad económica importante, ejemplo de ellos es la franja costera del Estado de Guerrero.

Asimismo, se realizó trabajo de campo para validar el nivel de vulnerabilidad en algunos territorios, por lo que, el resultado obtenido concuerda entre la teoría, lo señalado por el panel de expertos y las características del territorio.

A partir de la técnica de análisis espacial aplicada (GWR) se pudo constatar que la mortalidad materno infantil no se distribuyen de manera uniforme en el espacio y que hay condicionantes socioespaciales de la salud asociados a las características territoriales que inciden en la mortalidad materno infantil.

En la región de estudio se puede argumentar que las variables asociadas a la mortalidad materno infantil algunas resultaron buenas predictoras (Población femenina en edad reproductiva e infantil menor a 5 años que vive en zonas rurales, Población femenina en edad reproductiva e infantil menor de 5 años perteneciente a un grupo originario, Población femenina en edad reproductiva analfabeta, etc.) para este tipo de análisis aunque hubo algunas excepciones y resultados inesperados de acuerdo a las teorías, autores y panel de expertos; ejemplo de ello es la variable porcentaje de vacunación, la cual no fue significativa en los modelos.

En este sentido, se puede concluir que la variabilidad espacial de la mortalidad materno infantil se relaciona con algunos condicionantes socioespaciales de la salud que conforman el índice y que la influencia de estas variables en la mortalidad no es homogénea, sino que existen territorios donde pueden tener condiciones desfavorables y aun así bajas tasas de mortalidad o viceversa, por lo que son territorios de interés para un análisis más detallado.

La simulación al 2030 permitió conocer el escenario que se espera, cuando predominan ciertos valores de condicionantes socioespaciales de la salud, donde el Estado que registrará mayores tasas será Chiapas y algunos municipios de Guerrero, mientras que en Oaxaca existirá una concentración con menores defunciones; además de que coadyuvo al desarrollo de estrategias para disminuir la mortalidad materno infantil y alcanzar las metas de los ODS. En este sentido, la implementación de modelos de simulación para la predicción de escenarios de salud, se presentan como una excelente y adecuado instrumento de apoyo para la toma de decisiones espaciales enfocadas a la planeación en salud, ya que, a partir de estos se crean nuevos conocimientos que posibilitan avanzar en la elaboración de propuestas que beneficien la creación de territorios saludables.

Ya para finalizar, los resultados de esta investigación mostraron que el “lugar” importa, que en cada espacio se llevan a cabo procesos que hacen que cada lugar sea único y tenga características propias, por lo tanto, una relación diferenciada con la mortalidad materno infantil. De igual manera, los hallazgos de este trabajo se pueden tomar como base para la implementación de políticas públicas o estrategias dentro de los programas de salud para mejorar las condiciones de salud y de vida de la población femenina en edad reproductiva y de los niños menores de cinco años; cuya no solo sea reducir la mortalidad materno infantil sino también crear territorios saludables para que puedan vivir plenamente.

## **RECOMENDACIONES**

El fallecimiento de una mujer durante el embarazo o antes de los 42 días posteriores de la terminación de este y la muerte de un infante menor a cinco años no derivadas de un accidente es reconocido como un grave problema de salud pública, que ha motivado a las organizaciones gubernamentales a nivel mundial a reaccionar ante estas mortalidades que son evitables.

Desde la geografía de la salud se han reconocido los espacios geográficos de interés para el sector salud y aquellas zonas vulnerables en función de los condicionantes socioespaciales de la salud; y con ello contrarrestar las defunciones materno-infantiles. Por lo que, se sugiere seguir abordando los diferentes enfoques de la Geografía de la Salud que en conjunto coadyuven crear territorios saludables para la sociedad.

Reconociendo que la mortalidad materna infantil es un problema complejo y multicausal, se recomienda que en próximas investigaciones además de los condicionantes socioespaciales de la salud incluir aquellas variables relacionadas con la toma de decisiones, creencias, valores, prácticas de salud, calidad en el servicio, atención e infraestructura médica. Esto permitirá analizar la mortalidad materno infantil de una manera más integral y coadyuvar a proponer y ejecutar estrategias para prevenir este tipo de mortalidad.

Dado los hallazgos encontrados en esta investigación, derivados de la evaluación de las estrategias de los ODS 2030, el índice de vulnerabilidad, la variabilidad espacial de la mortalidad materna y los escenarios predictivos al año 2030; se sugiere que en los territorios prioritarios a disminuir la mortalidad materno infantil se implementen de manera urgente programas preventivos antes y

durante el embarazo, de cuidados neonatales y de salud integral del niño, con la finalidad de no solo reducir la mortalidad materno infantil sino que también estos grupos de población se desarrollen y vean transformar su entorno, su salud y su bienestar.

A nivel nacional, por parte del gobierno se carece de un panel de control geográfico o una infraestructura de datos espaciales en donde se pueda consultar y visualizar la información referente a la mortalidad materno infantil, por lo que, se recomienda el desarrollo de esta herramienta, con la finalidad de no solo contener reportes de vigilancia relacionados al tema; sino también gestionar la información, monitorear, analizar y visualizar los condicionantes socioespaciales de la salud del índice de vulnerabilidad y la mortalidad materno infantil. De esta manera dar un seguimiento continuo de este tipo de mortalidad y con ello poder cumplir la meta de los objetivos del desarrollo sostenible.

En futuras investigaciones se propone trabajar a nivel localidad, esto con la finalidad de conocer el contexto social en el que se desenvuelven y con ello sugerir estrategias focalizadas y enfocadas a la promoción de la salud desde el enfoque de los condicionantes socioespaciales de la salud materno infantil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, A. (2009). La mortalidad infantil y la mortalidad materna en el siglo XXI. *Papeles de población*, 15 (61), pp. 75-99. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-74252009000300005&lng=es&tIng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252009000300005&lng=es&tIng=es).
- Aguirre, M. y Vela, F. (2015). Descenso y transición epidemiológica de la mortalidad infantil en América Latina y el Caribe, *Notas de Población*, 101, pp. 59-78.
- Angus, J., Rukholm, E. y St Onge, R. (2007). Habitus, stress and the body: the everyday production of health and cardiovascular risk. *Qualitative Health Research*. Vol. 17, (8), pp. 1088-102. doi: 10.1177/1049732307307553.
- Araujo, R. (2015). Vulnerabilidad y riesgo en salud. ¿Dos conceptos concomitantes?. *Novedades de Población*, 11, (21), pp. 89-9. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1817-40782015000100007&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-40782015000100007&lng=es&nrm=iso)
- Arredondo, A. (1993). Modelos conceptuales en Salud Pública. *Cuad. Med. Soc. de Chile*, 34, pp. 29-36.
- Barcellos, C., Buzai, G.D y Santana P. (2018). Geografía de la salud: bases y actualidad. *Salud Colectiva*, 14(1), pp.1-4. doi:10.18294/sc.2018.1763.
- Barros, O. (2002). Escenarios demográficos de la población de Cuba. Periodo 2000-2050. *Novedades en Población*. La Habana, Cuba.
- Barroto, R., Somarribas, L. y Chamizo, H. (1994). Siete enfoques para el estudio geográfico de la salud humana. *Revista Geográfica de América Central Número 29*. Instituto de Geografía, Cuba, pp. 11-24
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. & Wisner, B. (1994). *At Risk. Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. London: Routledge.
- Bocco, G., Mendoza, M. y Masera, R. (2001). La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán: Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de

deforestación. *Investigaciones geográficas*, (44), pp. 18-36.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112001000100003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112001000100003&lng=es&tlng=es).

Bonita, R., Beaglehole, R. y Kjellström, T. (2006). *Basic epidemiology*. New, York: World Health Organization. 2nd edition.

Boudin, J. (1843). *Essai de géographie médicale, ou Etudes sur les lois qui président á la distribution géographique des maladies*. Paris: Germer – Bailliére.

Breusch, T.S. & Pagan, A.R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 47, pp. 1287-1294. <http://dx.doi.org/10.2307/1911963>

Brunsdon, C., Fotheringham, A.S. & Charlton, M.E. (1996). Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity. *Geographical Analysis*, 28 (4), pp. 281-298.

Busso, G. (2001). Vulnerabilidad social: nociones e implicancias de políticas para Latinoamérica a inicios del siglo XXI. *Seminario Internacional Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile, CEPAL y CELADE División de Población. Recuperado de [http://microseguros.net/seminario/Biblioteca/vulnerabilidad/vulnerabilidad-Cepal-Onu/ORGINO11\\_OnuCepal.pdf](http://microseguros.net/seminario/Biblioteca/vulnerabilidad/vulnerabilidad-Cepal-Onu/ORGINO11_OnuCepal.pdf)

Buzai, G.D. y Santana, M.V. (2018). Condicionantes Socioespaciales de la Salud (CSS): Bases y alcance conceptual. *Anuario de la División Geografía. Universidad Nacional de Luján. N° 12*, pp.157-171.

Buzai, G. (2015) “Análisis espacial de la salud”. En: Fuenzalida, M., Buzai, G., Moreno, A. y García, A. (Ed.), *Geografía, geotecnología y análisis espacial: tendencias, métodos y aplicaciones*. Pp. 188. Santiago de Chile: Editorial triangulo.

Buzai, G. (2014). *Mapas Sociales Urbanos*. Buenos Aires, Argentina: Lugar Editorial.

Buzai, G.D. y Baxendale, C.A. (2013). Aportes del Análisis Geográfico con Sistemas de Información Geográfica como herramienta teórica, metodológica y tecnológica para la práctica del ordenamiento territorial. *Persona y Sociedad. XXVII (2)*, pp. 113-141.

- Buzai, G. (2010). "Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica: sus cinco conceptos fundamentales". En: Buzai, G. (Ed.), *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptos y aplicaciones*. Luján, Argentina: Universidad Nacional de Luján – GESIG.
- Buzai, G. (2001). Geografía Global. El paradigma geotecnológico y el espacio interdisciplinario en la interpretación del mundo del siglo XXI. *Estudios Geográficos*. Vol. 63. No. 245, pp. 621 – 648.
- Cabieses, B., Bernales, M., Obach, A. y Pedrero, V. (2016). *Vulnerabilidad social y su efecto en salud en Chile. Desde la comprensión del fenómeno hacia la implementación de soluciones*. Chile: Universidad del Desarrollo.
- Calderón, G. (2019). "La vulnerabilidad a través de la mirada de las ciencias sociales". En: Villerías, S. y García, N. (coord.), *Análisis de la vulnerabilidad social desde un enfoque multidisciplinario*, pp. 3-27. México: Hnos. Porrúa.
- Cannon, T. (1991). "A Hazard Need Not a Disaster Make: Rural Vulnerability and the Causes of Natural Disaster". *Ponencia presentada en la Conferencia: Disasters: Vulnerability and Response*. London: DARG/IBG/RGS.
- Capel, H. (1981). *Filosofía y ciencia en la geografía contemporánea: una introducción a la geografía*. Barcelona: Temas Universitarios, Barcanova.
- Cano, A. (2009). La medicina y el ciclo vital del ser humano. *Anales Reial Acadèmia de Medicina de la Comunitat Valenciana*. Vol. 10. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10550/33130>.
- Casas, G., Grau, R. y Cardoso, G. (2004). Introducción de factores de riesgo en los Métodos de Knox y Grimson para el Estudio de Conglomerados Espacio Temporales. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, Vol. 11, Nº. 1, pp. 69-80.
- Casas, G. y Grau, R. (1999). Un enfoque diferente de las técnicas de clustering para el estudio de epidemias. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 6, pp.175-87.
- Casco, S. (2001). Las topografías médicas. Revisión y cronología. *Asclepio*, 53, (1), pp.213–244. <https://doi.org/10.3989/asclepio.2001.v53.i1.178>

- Castel R. (1992). De la exclusión como estado a la vulnerabilidad como proceso. *Justice Sociale et Inegalités*, 21, pp. 2. Disponible en: [http://www.dwvalencia.com/claver/Documentos/exclusion\(robert\\_castel\).pdf](http://www.dwvalencia.com/claver/Documentos/exclusion(robert_castel).pdf)
- Castro, J. (2011). "Promoción de la salud". En: Gonzales, R., Castro, J. y Moreno, L. (Eds.), *Promoción de la salud en el ciclo de vida*. México: MacGraw-Hill Interamericana.
- Castro, R. (2009). Capitalismo y medicina: Los usos políticos de la salud. *Ciencia Política*. No. 7, pp. 7-25. Universidad Católica de Chile, Chile.
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). (2012). *Infant mortality rates, fetal mortality rates, and perinatal mortality rates by race: United States, selected years 1950–2010*. *Health*. United States: ed. Atlanta, GA.
- Cerda, J. y Villarroel, L. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev Chil Pediatr*, 79, (1), pp. 54-58.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) División de Población - Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE). (2002). *Vulnerabilidad sociodemográfica: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas*. LC/R.2086. Disponible en: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/4/11674/lc3-vulnerabilidad.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). *Disponibilidad Media Anual de Aguas Subterráneas*. CONAGUA. México. Disponible en: <https://sigaims.conagua.gob.mx/dma/acuiferos.html>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020). *Biodiversidad biológica de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2018). *Estudio Diagnóstico del Derecho a la Educación 2018*. México: CONEVAL. Disponible en: [https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Derechos\\_Sociales/Estudio\\_Diag\\_Edu\\_2018.pdf](https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Derechos_Sociales/Estudio_Diag_Edu_2018.pdf)

- CONEVAL. (2018). Medición de la pobreza a nivel municipal, 2018. CONEVAL, México. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Medicion-de-la-pobreza-municipal-2018.aspx>
- CONEVAL. (2010). Medición de la pobreza a nivel municipal, 2010. México: CONEVAL. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Medicion-de-la-pobreza-municipal-2010.aspx>
- Cordero, M.L. (2019). Calidad de vida relacionada a la salud de niños y niñas rurales de Tucumán, Argentina (2015). *Población y salud en Mesoamérica*, vol. 16 (2), pp. 1-28. Doi: [doi.org/10.15517/psm.v0i0.33986](https://doi.org/10.15517/psm.v0i0.33986).
- Dahgren, G. & Whitehead, M. (1991). "Policies and strategies to promote equity in health". En World Health Organization, Copenhagen.
- Dahmm, H., Afsana, K., Rahman, F., Bhandari, L. y Neuner, J. (2018). Bangladeshi slums reduce maternal and infant mortality with the help of innovative health data. *Sustainable Development Solutions Network*. [En línea]. Disponible en: <http://unsdsn.org/what-we-do/thematic-networks/trends/>. [Accesado el 9 de octubre de 2018].
- De la Fuente, S. (2011). *Análisis de conglomerados*. España: Universidad Autónoma de Madrid.
- Departamento de Salud Pública de Georgia. (2014). *Georgia Social Vulnerability Index 2010 Atlas*. Making planning local. Estados Unidos.
- Dheeshana, J. & Subadra, P. (2011). Maternal mortality in developing countries: applicability of Amartya Sen's theoretical perspectives. *Journal of Comparative Social Welfare*, vol. 27, 3, pp. 221 – 231. [doi.org/10.1080/17486831.2011.595071](https://doi.org/10.1080/17486831.2011.595071)
- Diderichsen, F. & Hallqvist, J. (1998). "Social inequalities in health: Some methodological considerations for the study of social position and social context". En Arve-Parès, B. (ed.), *Inequality in health. A Swedish perspective* (pp. 25-39). Estocolmo, Suecia: Swedish Council for Social Research.
- Dieterlen, P. (2015). *Justicia distributiva y salud*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Dobson, A. (1990). *Una introducción a los modelos lineales generalizados*. London: Chapman and Hall.

- Dubos, R. (1975). *El espejismo de la salud*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Duque, J.C., Anselin, L. y Rey, S. (2012). The Max-P regions problem. *Journal of Regional Science*, vol. 52, núm. 3, pp. 397-419. Disponible en: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-9787.2011.00743.x/epdf>>
- Duque, J.C., Royuela, V. y Noreña, M. (2012). "A stepwise procedure to determinate a suitable scale for the spatial delimitation of urban slums". En: Fernández, E. y Rubiera, F. (coords.), *Defining the Spatial Scale in Modern Regional Analysis*, pp. 237-254. Berlín: Springer Heidelberg.
- Elixhauser, A. & Wier, L.M. (2011). *Complicating conditions of pregnancy and childbirth, 2008*. HCUP Statistical Brief #113. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality.
- Elorza, H. (2008). *Estadísticas para las ciencias sociales, del comportamiento y de la salud*. México: Cengage Learning, 3.ª ed.
- Fernández, S., Gutiérrez, G. y Viguri, R. (2012). Principales causas de mortalidad infantil en México: tendencias recientes. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 69, (2), pp. 144-148. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-11462012000200011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462012000200011&lng=es&tlng=es)
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). (2011). *Informe Anual de UNICEF, 2011*. New York, NY: UNICEF.
- Fotheringham, A. S. & O'Kelly, M. E. (1989). *Spatial Interaction Models: Formulations and Calibrations*. Netherlands: Kubler Academia Publishers
- Fotheringham, A.S., Brunson, C., & Charlton, M. (2002). *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships*. Chichester: Wiley.
- Frederiksen H. (1970). Feedbacks in economic and demographic transition. *Science*, 166, pp. 837-847.
- Frenk, J., Bobadilla, J., Stern, C., Frejka, T. y Lozano, R. (1991). Elementos para una teoría de la transición en salud. *Salud Pública de México*. Vol. 33, No. 5, pp. 448-462.
- Freyermuth, G. (2016). Determinantes sociales en la Mortalidad Materna en México. *Revista CONAMED*, vol. 21 (1), pp. 25-32.

- Fuenzalida, M. y Cobs, V. (2013). La perspectiva del análisis espacial en la herramienta SIG: una revisión desde la geografía hacia las ciencias sociales. *Persona y Sociedad*, 27 (3), pp. 33,52. <https://doi.org/10.53689/pys.v27i3.48>
- García, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Kopen*. Instituto de Geografía. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gastón, J., Juan, J. y Chávez, Ma. (2014). "Análisis espacial, estadístico y comparativo de la práctica agroecológica en cuatro municipios de la región Mazahua Mexiquense ". En: Santana, M., Galindo, Ma., Do Carmo, S., Santana, G., Contreras, C., Pickenhayn, J. y Cadena, I. (Eds.) *Geografía de la salud: sin fronteras, desde Iberoamérica*, pp. 195. México: Red Iberoamericana de Geografía de la Salud.
- Gatrell, A. y Elliott, S. (2002). *Geographies of health: an introduction*. Oxford: Wiley Blackwell.
- Gil, F. y Cabre, A. (1997). "El reconocimiento natural de la población española y sus determinantes". En: Puyol, R. (Ed.), *Dinámica de la población en España*. España: Editorial Síntesis.
- Goffman, E. (1959). *The Presentation of Self in Everyday Life*. New York: Editorial Anchor Books.
- Gómez, R. (2001). La transición en epidemiología y salud pública: ¿explicación o condena?. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 19 (2), pp. 57-74
- Goodchild, M., Haining, R., Wise, S., Arbia, G., Anselin, L. & Bossard, E. (1992). Integrating GIS and spatial data analysis: problems and possibilities. *Int J Geogr Inf Syst*, 6 (5), pp. 407-423.
- Goodchild, M. & Haining, R. (2005). SIG y análisis espacial de datos: perspectivas convergentes. *Investigaciones regionales*, 6, pp. 175 – 201.
- Gunning, L. (1999). Models: instruments for evidence based policy. *Journal of Epidemiol Community Health*. Vol. 53. No.5, pp. 263. Doi:10.1136/jech.53.5.263.
- Gutiérrez, I., (1994). "La maternidad segura en su contexto conceptual". En: Elu, M. C. y Langer, A. (comps.), *Maternidad sin riesgos en México*. México: Comité Promotor de la Iniciativa por una Maternidad sin Riesgos.
- Hadayeghi, A., Shalaby, A.S. & Persaud, B.N. (2010). Development of planning level transportation safety tools using geographically weighted poisson regression. *Accident Analysis and Prevention* 42, pp. 676- 688.

- Harvey, D. (1983). *Teorías, leyes y modelos en geografía*. Alianza, Madrid.
- Henoch, P., (2010). Vulnerabilidad social. Más allá de la pobreza. *Serie, informe y social*, 1, (128), pp. 1-24.
- Hernández, J. R., Ortiz, M. A., y Zamorano, J. J. (1995). Regionalización morfoestructural de la Sierra Madre del Sur, México. *Investigaciones geográficas*, (31), pp. 45-67. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46111995000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46111995000200002&lng=es&tlng=es).
- Hernández, L. (2010). *Determinismo, determinismo geográfico e indeterminismo*. Recuperado de <http://espacio-geografico.over-blog.es/>
- Higueras, A. (2003). *Teoría y Método de la Geografía: introducción al análisis geográfico regional*. España: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Huag, G. & London, J. (2012). Cumulative Environmental Vulnerability and Environmental Justice in California's San Joaquin Valley. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9, pp. 1593-1608. Doi: 10.3390/ijerph9051593.
- Humacata, L.M. (2014). Aportes metodológicos del análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica a la clasificación espacial en Geografía. *Revista del Departamento de Ciencias Sociales*, 3, pp.118-147
- INEGI (2020). *Censo de Población y Vivienda, 2020*. México: INEGI. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- INEGI (2019a). *División territorial: Guerrero, Oaxaca y Chiapas*. México: INEGI. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/>
- INEGI (2019b). *Datos físico-geográficos: Guerrero, Oaxaca y Chiapas*. México: INEGI. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/>
- INEGI (2019c). *Climatología: Guerrero, Oaxaca y Chiapas*. México: INEGI. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>
- INEGI (2019c). *Censo económico, 2019*. México: INEGI. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>

- INEGI (2018). *Características de los nacimientos registrados en México*. México: INEGI. Disponible en: [www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/NamtosRegistrados2020.pdf](http://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/NamtosRegistrados2020.pdf)
- INEGI (2010a). *Censo de Población y Vivienda, 2010*. México: INEGI. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- INEGI (2010b). *Serie histórica Censal e intercensal, 1990 – 2010*. México: INEGI. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/cpvsh/>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) (2020). *Panorama educativo de México*. México: INEE. Disponible en: <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/08/P1B117.pdf>
- International Work Group for Indigenous Affairs (IWGIA). (2006). *El mundo indígena*. Copenhague, Dinamarca: IWGIA. Disponible en: <ps://www.iwgia.org/es/recursos/publicaciones/317-libros/2559-el-mundo-indgena-2006.html>
- Jori, G. (2013). El estudio de la salud y la enfermedad desde una perspectiva geográfica: temas, enfoques y métodos. *Geografía y Ciencias sociales*. Vol. XVIII, (1029), pp. 42 – 98. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-1029.htm>
- Juárez, C., Márquez, M., Salgado, N., Pelcastre, B., Ruelas, Ma. G. y Reyes, H. (2014). La desigualdad en salud de grupos vulnerables de México: adultos mayores, indígenas y migrantes. *Rev Panam Salud Publica*, 35 (4), pp. 284–90.
- Knox, E. (1964). The detection of space-time interactions. *Appl. Statist.* 13, pp.25-29.
- Kurlat, I. (2013). Regionalización y mortalidad materno infantil. *Revista Enfermería Neonatal*, 5(16), pp. 18-22.
- Kutner, M., Nachtsheim, C., Nete, J. & Li, W. (2005). *Applied Linear Statistical Models*. New York: McGraw-Hill, Fifth edition. Disponible en: [https://users.stat.ufl.edu/~winner/sta4211/ALSM\\_5Ed\\_Kutner.pdf](https://users.stat.ufl.edu/~winner/sta4211/ALSM_5Ed_Kutner.pdf)
- Landis J.R. & Koch G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, pp. 159-174.

- Lerner M. (1973). *Modernization and health: A model of the health transition*. San Francisco: American Public Health Association.
- Livingstone, D. (1992). *The Geographical Tradition*. Londres: Backwell
- Lloyd, C.D. & Shuttleworth, I. (2005). Analysing commuting using local regression techniques: scale, sensitivity, and geographical patterning. *Environment and Planning A* 37 (1), pp. 81-103.
- López, N., Aceros, M. y Luzardo, M. (2019). Análisis de los hurtos en Colombia durante el año 2017 mediante los modelos de regresión lineal múltiple y la regresión ponderada geográficamente. *Revista Criminalidad*, 61 (3), pp. 141-163.
- Loyola, J. y Mass, J. F. (2020). Análisis del proceso de deforestación en el estado de Michoacán: de lo espacial a lo social. *Revista Cartográfica*, (101), pp. 99-17. DOI: 10.35424/rcarto.i101.670.
- Lozano, R. y Langer, A. (1994). *Factores sociales y económicos de la mortalidad materna en México*. México: Instituto Mexicano de Estudios Sociales,
- Lozares, C. y López, P. (1991). El análisis multivariado: definición, criterios y clasificación. *Papers. Revista de sociología*, v. 37, pp. 9-29. Doi.org/10.5565/rev/papers/v37n0.1594.
- Madrid, A., y Ortiz, L. (2005). *Análisis espacial. Análisis y Síntesis en Cartografía: Algunos Procedimientos*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/380892143/Analisis-y-Sintesis-en-Cartogra-Adriana-G-Madrid-Soto>
- Mahler, H. (2009). El sentido de "la salud para todos en el año 2000". *Revista Cubana de Salud Pública*, 35 (4), pp. 2-28. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662009000400002&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662009000400002&lng=es&tlng=es).
- Malczewski, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Malczewski, J. & Poetz, A. (2005). Residential Burglaries and Neighborhood Socioeconomic Context in London, Ontario: Global and Local Regression Analysis. *The Professional Geographer*, 57, 4, pp. 516-529.

- Malthus, T. (1998). *An Essay on the Principle of Population, as it affects the future improvement of society with remarks on the speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and other writers.* St. Paul's Church-Yard: J. Johnson, 6ta. Edition.
- Mann, H. B. (1945). Nonparametric tests against trend. *Econometría* 13, pp. 245-259.
- Martínez, M. y Rojas, C. (2015). Regresión geográficamente ponderada para la modelación de la accesibilidad a la red hospitalaria en el área metropolitana de Concepción. *Rev. geogr. Valpo (En línea)* N° 52, pp. 28 – 39.
- Mas, J.F. (comp) (2017). *Análisis y modelación de patrones y procesos de cambio.* México: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <http://www.ciga.unam.mx/publicaciones/>.
- May, J. (1954). *Medical Geography, in American Geography: inventory and Prospect. Association of American Geographers.* New York: Syracuse University Press, Syracuse.
- Mazza, M., Vallejo, M. y González, M. (2012). Mortalidad materna: análisis de las tres demoras. *Rev Obstet Ginecol Venez*, 72 (4), pp. 233-248.
- Meade, M. (1977). Medical Geography as Human Ecology: the dimension of population movement. *Geographical Review*, Vol. 67, No. 4, pp. 379-393. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/213623>
- Mercedes, J., Moguel, A., Valdés, C., González, E., Martínez, G., Barraza, M., Aguilera, N. Trejo, Si., Soberón, G., Frenk, J. Ibarra, I. Lee, M., Tapia, R., Kuri, P., Noriega, C., Cano, F. y Uribe, P. (2013). Universalidad de los servicios de salud en México. *Salud Pública de México*, 55, pp. 1-64. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342013000600001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342013000600001&lng=es&tlng=es).
- Ministerio de Salud de Argentina. (2012). *Análisis de la Mortalidad Materno Infantil.* Gobierno de Argentina.
- Molinero, R., Aguilera, F., y Gómez, M. (2021). Geographically Weighted Logistic Regression to identify explanatory factor of land use distribution in future scenarios of urban growth. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (88), pp. 1-39. <https://doi.org/10.21138/bage.3052>

- Montes, E. (2022). Estimación de variables sociales a nivel intraurbano mediante la regresión geográficamente ponderada (GWR): analfabetismo en la ciudad de Córdoba / Argentina. *Anuario de la División Geografía*, 16, pp. 1-11.
- Moser, C. (1998). Reassessing Urban Poverty Reduction Strategies: The Asset Vulnerability Framework. *World Development*, Vol. 26. N° 1, pp. 1-19. doi.org/10.1016/S0305-750X(97)10015-8
- Nakaya T. (2009). *GWR4: Windows Application for Geographically Weighted Regression Modelling*. Kyoto: Department of Geography, Ritsumei-kan University.
- Nakaya T. (2016) *GWR4.09 User Manual*. Windows Application for Geographically Weighted Regression Modelling
- Nelli, R. (2017). *La Teoría de la Transición Demográfica y sus efectos en América Latina en el cruce del siglo: aportes, críticas*. Villa María: Universidad Nacional de Villa María
- Notestein, F. (1953). Economic Problems of Population Change. *Proceedings of the eight International Conference of agricultural economists*. Londres.
- Novoa, C. y Taylor, J., (2018). *Exploring African americans' high maternal and infant death rates*. [En línea]. Disponible en: <https://www.americanprogress.org/issues/early-childhood/reports/2018/02/01/445576/exploring-african-americans-high-maternal-infant-death-rates/>.
- Olivera, A. (1993). *Geografía de la salud*. España: Síntesis.
- Omran, A. (1971). The epidemic transition; a theory of the epidemiology of population change. *Milbank Men Fund Quart. Vol. 83. No. 4*, pp. 731 – 757. Doi: 10.1111/j.1468-0009.2005.00398.x.
- Omran, Abdel R. (1998). La teoría de la transición epidemiológica revisada treinta años después. *World Health Statistics Quarterly*, 53, pp. 99 - 119. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330604>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). Nota descriptiva sobre la mortalidad materna y mortalidad infantil. Ginebra: OMS. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/maternal-mortality>

Organización Mundial de la Salud. (2016a). Estrategia Mundial de salud de las Mujeres y niños. Ginebra: OMS. Disponible en: [https://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/documents/women-deliver-global-strategy/es/](https://www.who.int/maternal_child_adolescent/documents/women-deliver-global-strategy/es/)

Organización Mundial de la Salud (2016). *Programa 21, División de Desarrollo Sostenible*. Meeting of the American Public Health Association. San Francisco, California: OMS.

Organización Mundial de la Salud. (2010). Subsanan las desigualdades en una generación. Alcanzar la equidad sanitaria actuando sobre los determinantes sociales de la salud. *Informe final de la Comisión de los Determinantes Sociales de la Salud*. New York: OMS

Organización Mundial de la Salud (2009). *Reduciendo las Inequidades de Salud a través de Acción en los Determinantes Sociales de la Salud*. New York, USA: OMS

Organización Mundial de la Salud (2005). Rumo a um Modelo Conceitual para Análise e Ação sobre os Determinantes Sociais de Saúde. Ensaio para apreciação da Comissão de Determinantes Sociais de Saúde RASCUNHO.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2019). *ONU – HABITAD: Elementos de una vivienda adecuada*. El Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. México: ONU.

Organización de las Naciones Unidas. (2016) *Estrategia Mundial de salud de las Mujeres y niños*. New York: ONU. Disponible en: [https://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/documents/women-deliver-global-strategy/es/](https://www.who.int/maternal_child_adolescent/documents/women-deliver-global-strategy/es/)

Organización de la Naciones Unidas. (2015). *Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible: 17 objetivos para transformar nuestro mundo*. New York: ONU.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2016a). Causas obstétricas directas de mortalidad materna. *Foro Iberoamericano de discusiones sobre la Familia de Clasificaciones Internacionales de la OMS (FCI-OMS)*. New York: OPS.

Organización Panamericana de la Salud. (2016b). *Educación, ingreso y etnia son los factores sociales que más influyen en la salud de niños, niñas adolescentes y madres*. New York: OPS. Disponible en:

[https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12822:social-determinants-mch&Itemid=39620&lang=es#gsc.tab=0](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12822:social-determinants-mch&Itemid=39620&lang=es#gsc.tab=0)

Organización Panamericana de la Salud. (2012). *Declaración de Alma-Ata*. Kazajistán: OPS.

Organización Panamericana de la Salud. (1996). Uso de Sistemas de Información Geográfica en Epidemiología. *Boletín epidemiológico Vol. 17. No. 1*, pp. 1-16. Disponible en: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/31831/BE\\_v17n1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/31831/BE_v17n1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

OPS (1982). Salud para todos en el año 2000: Plan de acción para la instrumentación de las estrategias regionales. *Documento Oficial*, pp.179.

Páez, A. (2006). Exploring contextual variations in land use and transport analysis using a probit model with geographical weights. *Journal of Transport Geography* 14 (3), pp.167-176.

Pandini, A. (1998). *Extractado de La enfermedad y el concepto de castigo*. Montevideo: Editorial ACUPS.

Pérez, R. (2012). *De la Magia primitiva a la medicina moderna*. México: Fondo de cultura económica.

Petersen, A. & Lupton, D. (1996). *The new public health: Health and self in the age of risk*. London: Sage.

Pierre, J., Kienberger, S., Hagenlocher, M. & Twarabamenye, E. (2016). Modelling Homogeneous Regions of Social Vulnerability to Malaria in Rwanda. *Rev. Geospatial Health*, 11 (1). [Doi.org/10.4081/gh.2016.404](https://doi.org/10.4081/gh.2016.404)

Pita, S., Vila, M. T. y Carpente, J. (2002). Determinación de factores de riesgo. *Atención Primaria*, 4, pp. 75 – 78. Disponible en: <http://www.cii.org.ar/Riesgo.pdf>

Prowse, M. (2003). Towards a clearer understanding of 'vulnerability' in relation to chronic poverty, Chronic Poverty Research Centre Working Paper 24, University of Manchester, Manchester, Inglaterra.

Pizarro, R. (2001). *La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

- Principi, N. (2022). Modelado de expansión urbana mediante autómatas celulares y redes neuronales artificiales. *Revista Universitaria de Geografía*, vol. 31, núm. 1, pp. 95-113.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNDU) (2018). *Informe sobre Desarrollo Humano (IDH)*. México: PNDU.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNDU) (2010). *Índice de Desarrollo Humano Municipal en México: nueva metodología*. México: PNDU.
- Ramírez, M. (2004). La moderna Geografía de la salud y las tecnologías de la información geográfica. *Investigaciones y ensayos geográficos de la carrera de Geografía*. Vol. 4. No. 4, pp. 53 -64.
- Reyes, S. (1994). *Mortalidad materna en México*. México: Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Ritchey, F. (2005). *Estadísticas para las ciencias sociales*. Mc Graw Hill: México.
- Rodríguez-Leal, D. y Verdú, J. (2013). Consecuencias de una muerte materna en la familia. *Aquichan*. Vol. 13, No. 3, pp. 433-441.
- Rojo J. (2007). *Regresión Lineal Múltiple*. Madrid, España: Instituto de Economía y Geografía.
- Saaty, T.L. (1998). "Método Analítico Jerárquico (AHP): Principios básicos". En Martínez, E. y Escudey, M. (eds.), *Evaluación y Decisión Multicriterio. Reflexiones y Experiencias*, pp. 17-46. España: Editorial Universidad de Santiago.
- Sáenz, M. (2016). Revisando los métodos de agregación de unidades espaciales: MAUP, algoritmos y un breve ejemplo. *Estudios demográficos y urbanos*, vol. 31, núm. 2 (92), pp. 385-411.
- Sánchez, R.; Morales, E. y F. Lares (2020). *Vulnerabilidad social al COVID-19 en Tijuana, Baja California*. El COLEF, documento de política. Tijuana, México. Secretaría de Salud (2020a). Jornada Nacional de Sana Distancia. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/documentos/sana-distancia>.
- Santana, G. (2020). Vulnerabilidad diferencial de los Estados mexicanos frente al COVID-19. *Posición*, 3, pp. 1-24.
- Santana, M., Santana, G., Hernández, E., Rosales, E., Estrada, A., Manzano, L. y Serrano, R. (2016). "Vulnerabilidad territorial en salud en México: un enfoque multinivel de la distribución de Mortalidad por diabetes mellitus, 2010". En: Santana, M., Hoyos, G., Santana, G., Pineda, N.

- y Campos, H. (eds). *Vulnerabilidad territorial ante la expansión urbana*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Schaefer, F. (1977). *Excepcionalísimo en geografía*. España: Universitat de Barcelona.
- Schuschny, A. (2007). *El método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe*. División de Estadística y Proyecciones Económicas, Naciones Unidas, CEPAL.
- Schuschny, A. y Soto, H. (2009). *Guía metodológica: diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Secretaría de Salud. (2020a). Dirección General de Información en Salud: mortalidad materna e infantil. México: SS. Disponible en: <http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinai/subsistema1.html>
- Secretaría de Salud. (2020b). Dirección General de Información de Salud: CLUES. México: SS.
- Secretaría de Salud. (2020c). Subsistema de Cuentas en Salud a Nivel Federal y Estatal (SICUENTAS). México: SS. Disponible: [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinai/s\\_sicuentas.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinai/s_sicuentas.html)
- Secretaría de Salud. (2019). Dirección General de Información en Salud. México: SS. Disponible en: <http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinai/subsistema1.html>
- Secretaría de Salud. (2000). Dirección General de Información en Salud: mortalidad materna e infantil. México: SS. Disponible en: <http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinai/subsistema1.html>
- Secretaría de Salud. (1990). Dirección General de Información en Salud: mortalidad materna e infantil”, México: SS. Disponible en: <http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinai/subsistema1.html>
- Shapiro, S.S. & Wilk, M.B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52, pp. 591-611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Sigerist, H. (1984). *Hitos en la historia de la salud pública*. México: Siglo XXI.

- Silva, D. G. (2007). Evolução Paleoambiental dos Depósitos de Tanques em Fazenda Nova, Município de Brejo da Madre de Deus – Pernambuco. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, 155p.
- Snow, J. (1954). *John Snow Society*. Home page. Disponible en: [www.johnsnowsociety.org](http://www.johnsnowsociety.org) [consultado el 17/01/07]
- Soriot, A. (2002). Optimum de production et optimum de population: l'analyse démographique d'Adolphe Landry. *Revue d'histoire des sciences humaines* 2 (7), pp. 157-179.
- Sorre, M. (1933). Complexes pathogènes et géographie médicale. *Annales de Géographie*. Vol. 62, pp.1-18. Disponible en: [https://www.persee.fr/doc/geo\\_0003-4010\\_1933\\_num\\_42\\_235\\_10619](https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1933_num_42_235_10619)
- Souza, JP., Tunçalp, O., Vogel, JP., Bohren, M., Widmer, M., Oladapo, O.T., Say, L., Gulmezoglu, A.M. & Temmerman, M. (2014). Obstetric transition: the pathway towards ending preventable maternal deaths. *BJOG*, pp. 121. DOI: 10.1111/1471-0528.12735
- Spath, H. (1980). *Cluster Analysis Algorithms*. Chichester, Inglaterra, Ellis Horwood.
- Suárez, M., Valdés, C., Galindo, M., Salvador, L., Ruiz, N., Alcántara, I., López, M., Rosales, A., Lee, W., Benítez, H., Juárez, M. del C., Bringas, O., Oropeza, O., Peralta, A., y Garnica, R. (2020). Índice de vulnerabilidad ante el COVID-19 en México. *Investigaciones Geográficas*, (104). <https://doi.org/10.14350/rig.60140>
- Tisnés, A. (2014). Espacio y Salud: Teoría, Técnicas y Conceptos. Una Aproximación a la evolución temporal de la Geografía de la salud. *Geografia em questão*, Vol. 7 (02), pp. 74-99.
- Toledo, G. (2004). *Fundamentos de Salud Pública (Tomo I)*. La Habana: Editorial de Ciencias Médicas.
- Torres, J. (2011). *Análisis de las variables climatológicas en el estado de Guerrero*. Tesis de Maestría en ingeniería civil. México: Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Unikel, L. y Garza, G. (1971). UNA CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS PRINCIPALES CIUDADES DE MÉXICO. *Demografía Y Economía*, 5 (3), pp. 329-359. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/40601940>

- Urteaga, L. (1980). Miseria, miasmas y microbios. Las topografías médicas y el estudio del medio ambiente en el siglo XIX. *Cuadernos Críticos de Geografía Humana Geocrítica. No. 29*. Universidad de Barcelona, España.
- Vázquez, V. y Ruvalcaba J. (2016). La Salud Materna como Indicador de Inequidad en Salud Pública. *Journal of Negative and No Positive Results, Vol. 1, Nº. 3*, pp. 115-122.
- Veman, A. (2015). *La educación es la clave para reducir la mortalidad infantil: El vínculo entre la salud materna y la educación*, pp. 2. New York: ONU. Disponible en: <https://www.un.org/es/chronicle/article/la-educacion-es-la-clave-para-reducir-la-mortalidad-infantil-el-vinculo-entre-la-salud-materna-y-la>
- Villerías, I. y Buzai, G. (2017). El mapa social del estado de Guerrero (México), 2010. Construcción basada en el cálculo de Puntajes de Clasificación Espacial. *Revista Geográfica Digital. IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE. Año 14. Nº 27*, pp. 1-14.
- Villerías, S. y García, N. (comp.), (2019). *Análisis de la vulnerabilidad social desde un enfoque multidisciplinario*. México: Hnos. Porrúa.
- Villerías, S., Nochebuena, G., y Uriostegui, A. (2020). Análisis espacial de vulnerabilidad y riesgo en salud por COVID-19 en el estado de Guerrero, México. *Posición, 3*, pp. 1-14.
- Watson, P. (2006). Stress and social change in Poland. *Health y Place. Vol. 12. No. 4*. DOI: 10.1016/j.healthplace.2005.02.007.
- Welti, C. (2011). La demografía en México, las etapas iniciales de su evolución y sus aportaciones al desarrollo nacional. *Papeles de Población, vol.17, num. 69*, pp. 9-47.
- Wilches-Chaux, G. (1989). *Desastres, ecologismo y formación profesional: herramientas para la crisis. Servicio Nacional de Aprendizaje, Popayán*. Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje.
- Xirau, R. (2000). *Introducción a la historia de la filosofía*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Yue, S., Pilon, P. & Cavadias, G. (2002). Power of the Mann-Kendall and Spearman 's test for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of Hydrology, vol. 254*, pp. 254-

271.

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169401005947>.

## ANEXOS

### Anexo 4.1

#### Análisis de la transición obstétrica e infantil durante el período 1990-2020

<b>Causas mortalidad materna</b>	
<b>1990</b>	<b>2020</b>
Complicaciones del trabajo y el parto	Eclampsia
Hemorragias	Embarazo terminado en aborto
Eclampsia	Muerte por causa obstétrica indirecta que ocurre después de 42 días, pero antes de un año del parto
Embarazo terminado en aborto	Hemorragias
Sepsis	Síndrome HELLP
Preeclampsia	Enfermedades especificadas y afecciones que complican el embarazo, el parto y el puerperio
Complicación puerperal	Enfermedades del sistema respiratorio que complican el embarazo, el parto y el puerperio
Atención materna por muerte intrauterina	Complicación puerperal
Síndrome HELLP	Preeclampsia

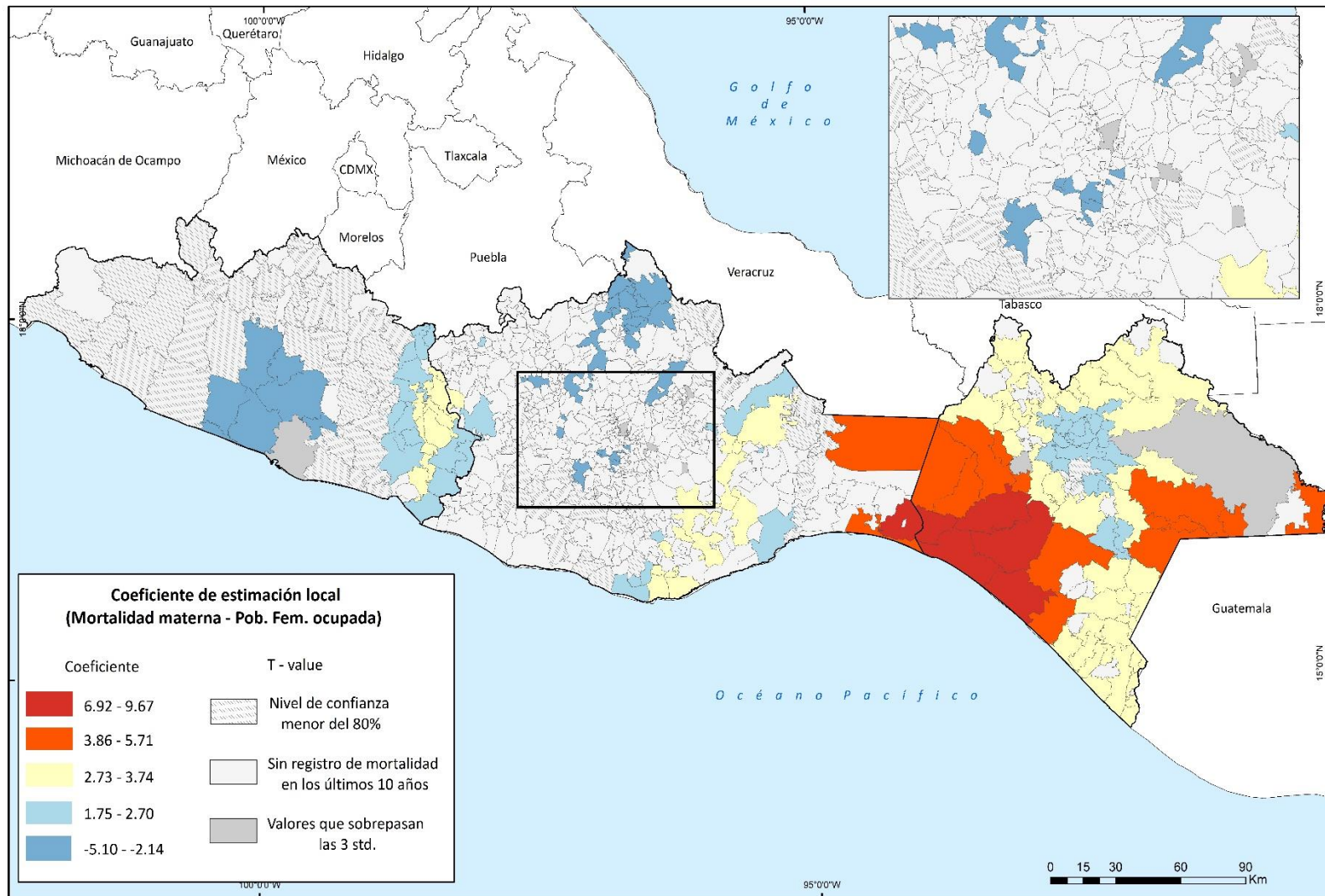
<b>Causas mortalidad infantil</b>	
<b>1990</b>	<b>2020</b>
Enfermedades infecciosas y parasitarias	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal
Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas
Enfermedades del aparato respiratorio	Enfermedades del sistema respiratorio
Deficiencias nutricionales	Ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias
Signos, síntomas y estados morbosos mal definidos	Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte
Anomalías congénitas	Enfermedades endócrinas, nutricionales y metabólicas
Enfermedades del sistema nervioso y de los órganos de los sentidos	Enfermedades del sistema nervioso
Enfermedades del aparato digestivo	Tumores (neoplasias)

Enfermedades del aparato circulatorio	Enfermedades del sistema digestivo
---------------------------------------	------------------------------------

Nota: Causas directas  Causas indirectas 

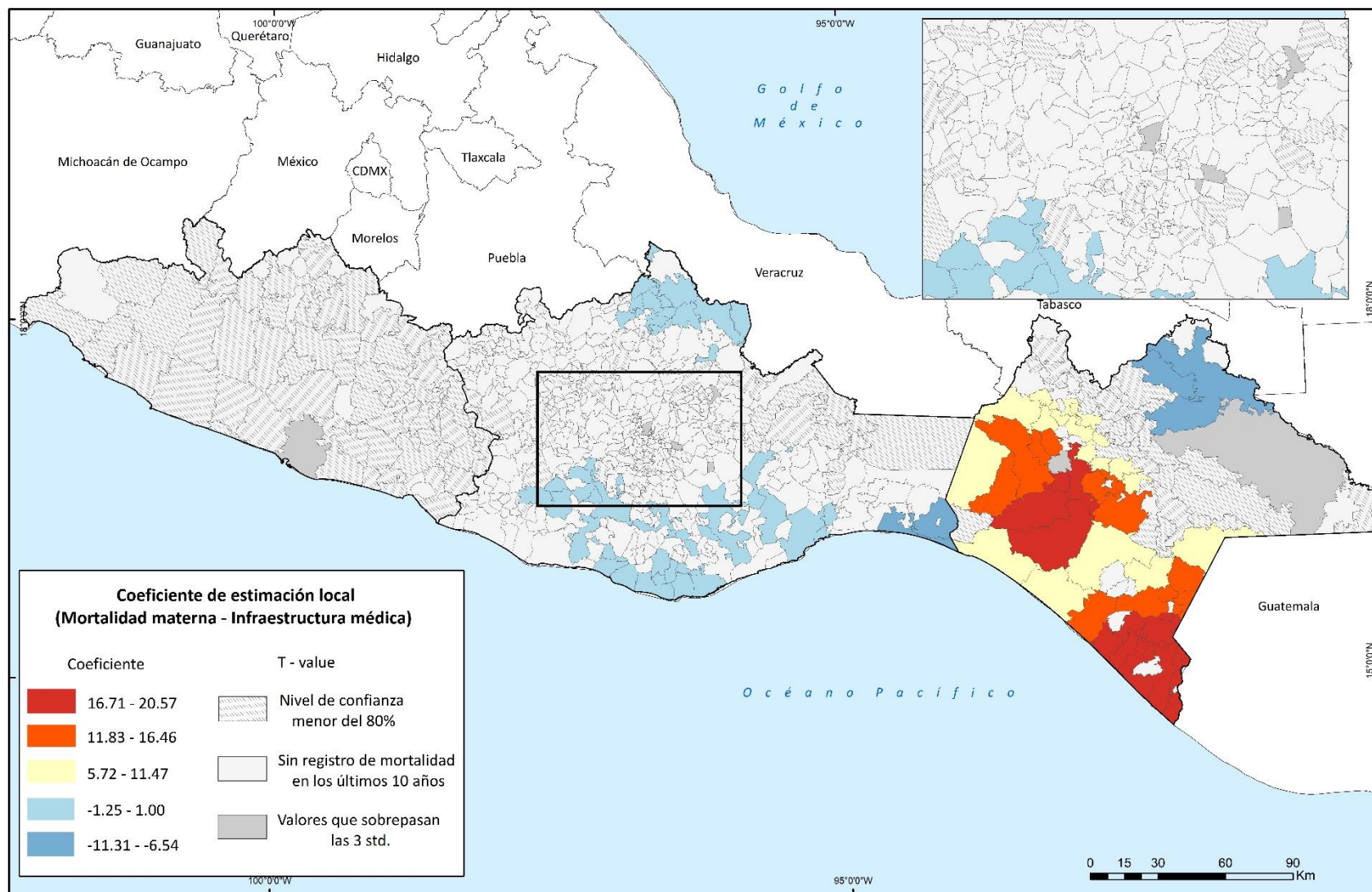
Fuente: elaboración propia con base en SS, 1990-2020; OMS, 2019; Fernández, *et al.*, 2016, CDC, 2012; Elixhauser, *et al.*, 2011.

**ANEXO 5.1 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y población femenina en edad reproductiva ocupada**



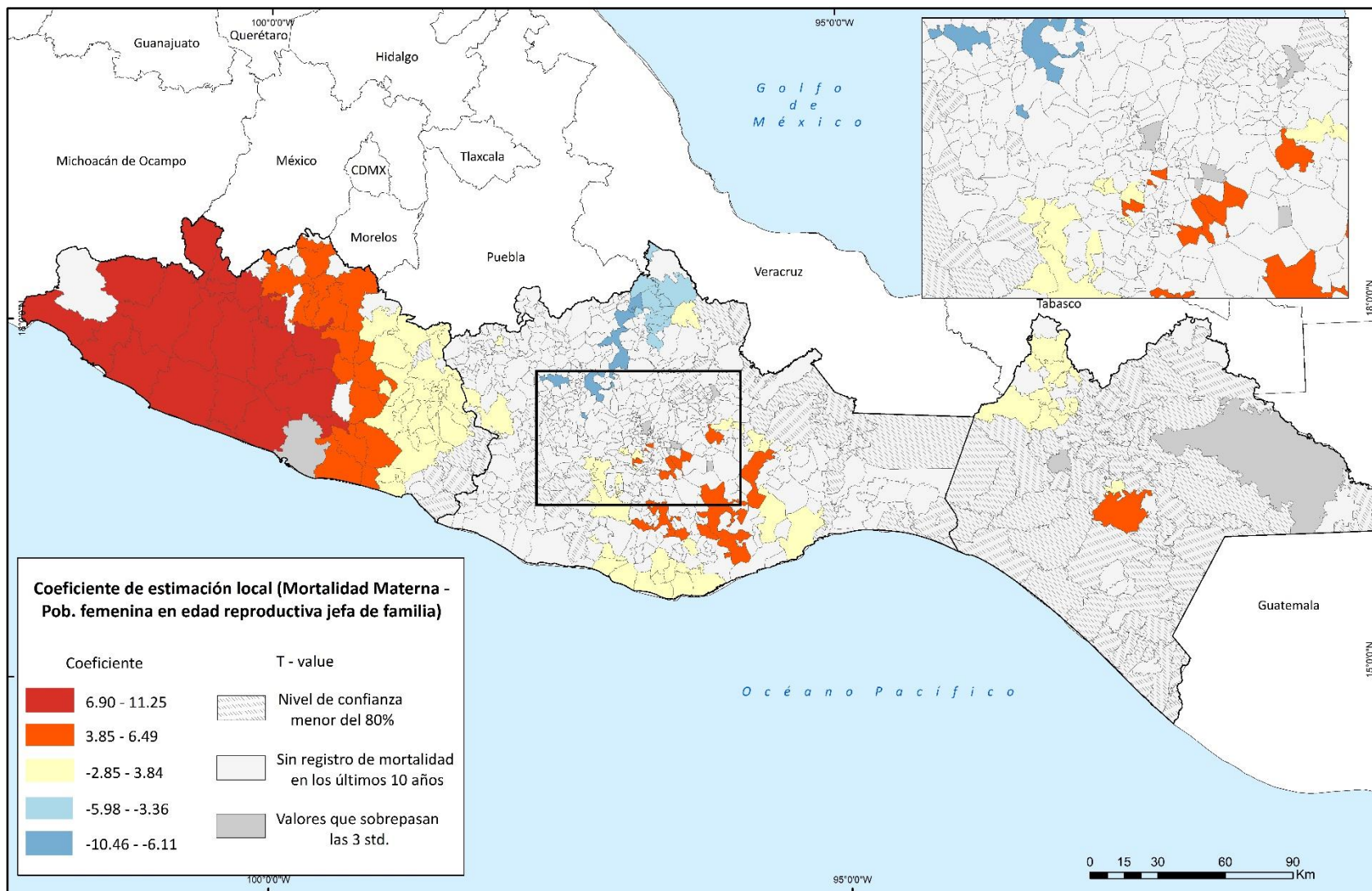
Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

## ANEXO 5.2 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna e infraestructura médica



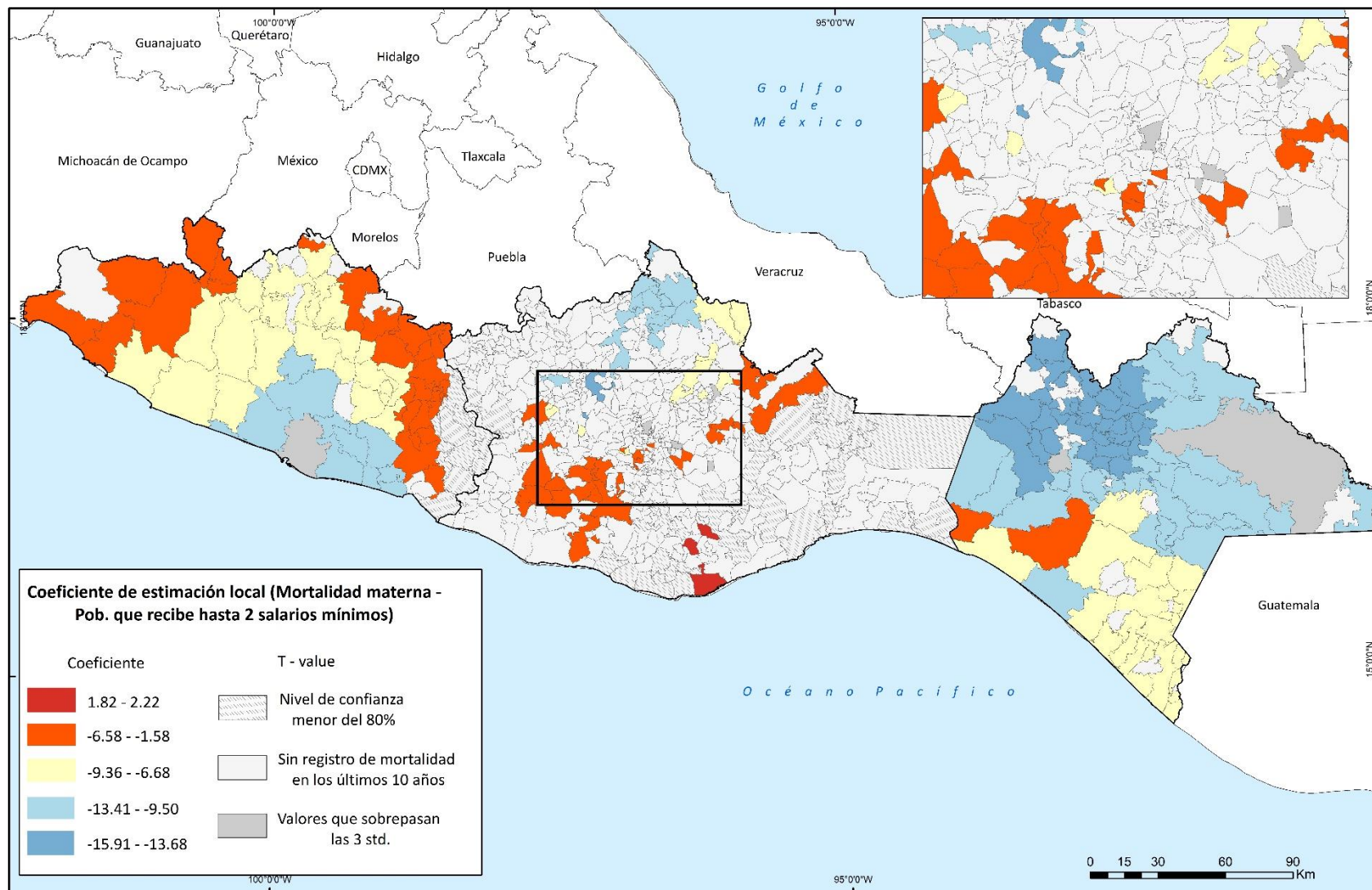
Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

**ANEXO 5.3 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y población femenina en edad reproductiva jefa de familia**



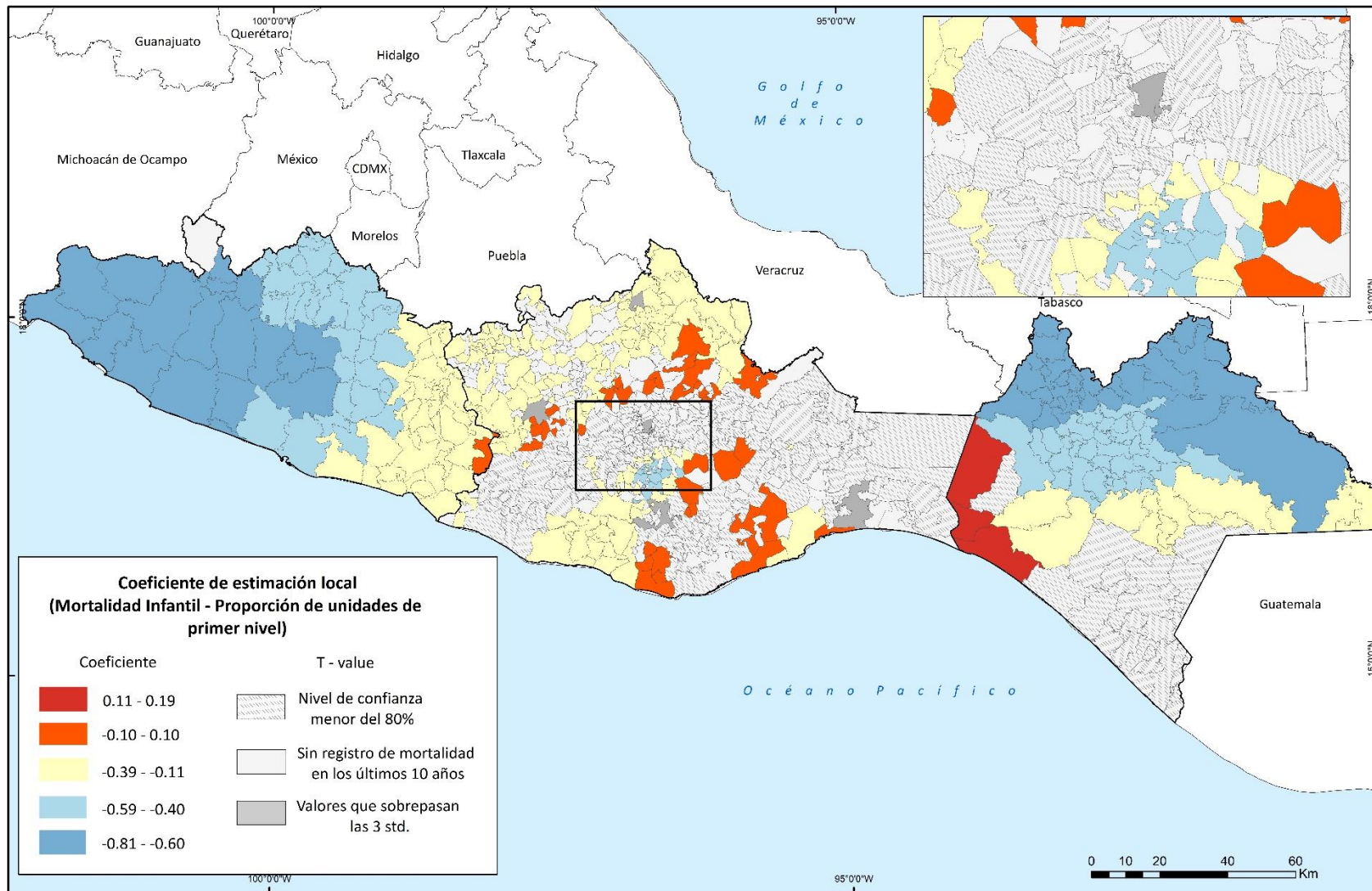
Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

**ANEXO 5.4 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad materna y población que recibe hasta 2 salarios mínimos**



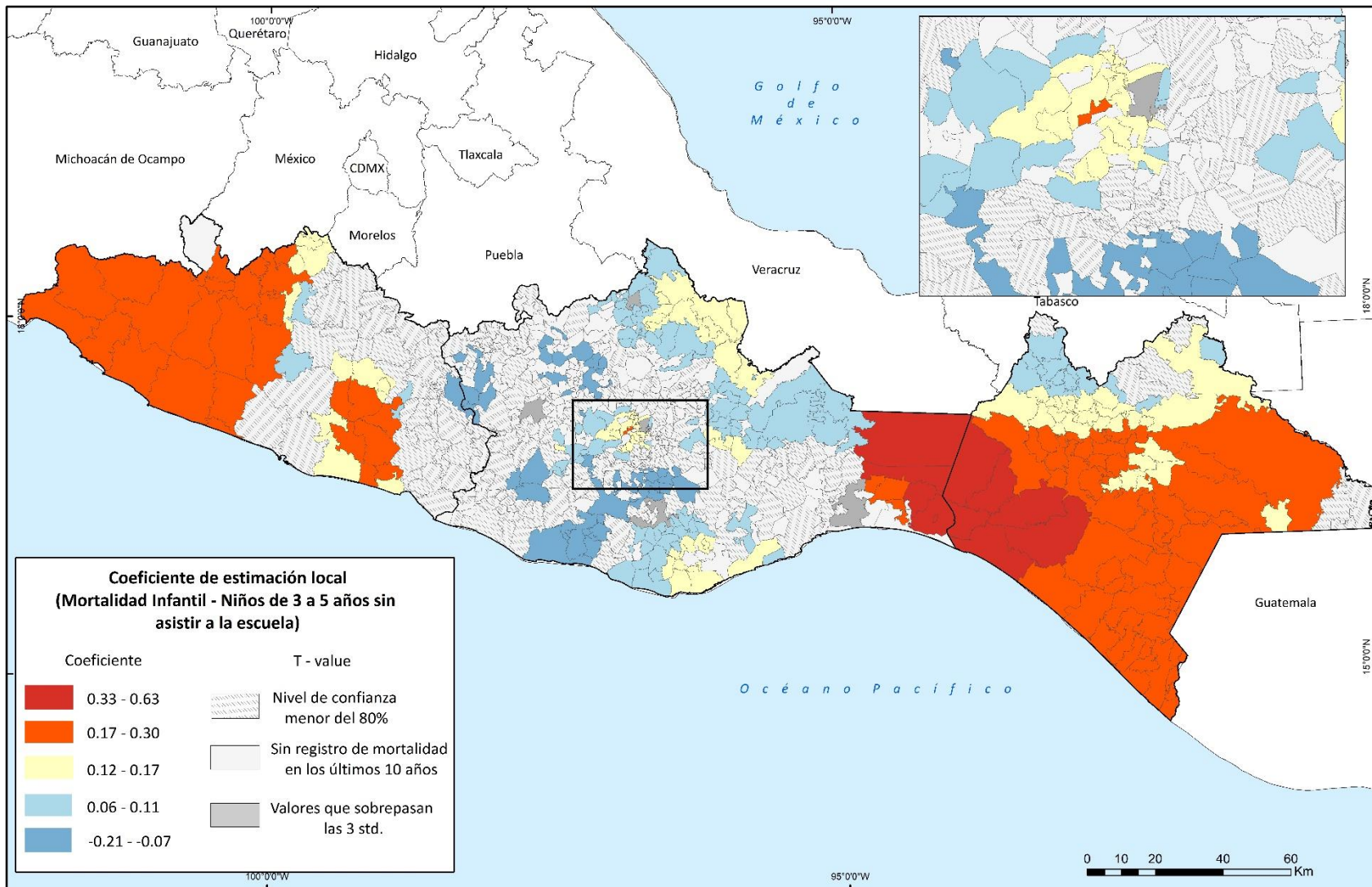
Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

**Anexo 5.5 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y Proporción de unidades de primer nivel**



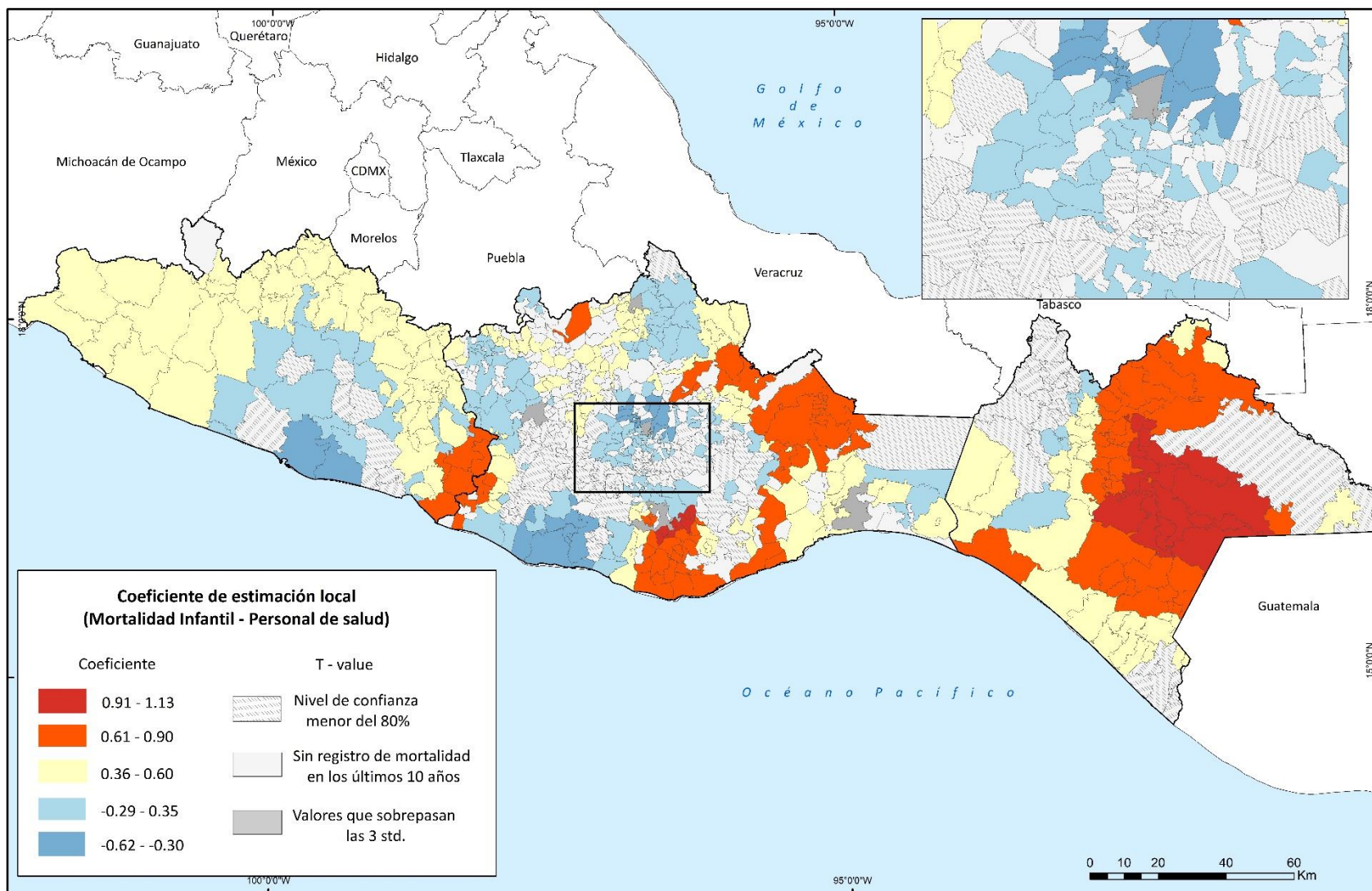
Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

**Anexo 5.6 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y niños de 3 a 5 años sin asistir a la escuela**



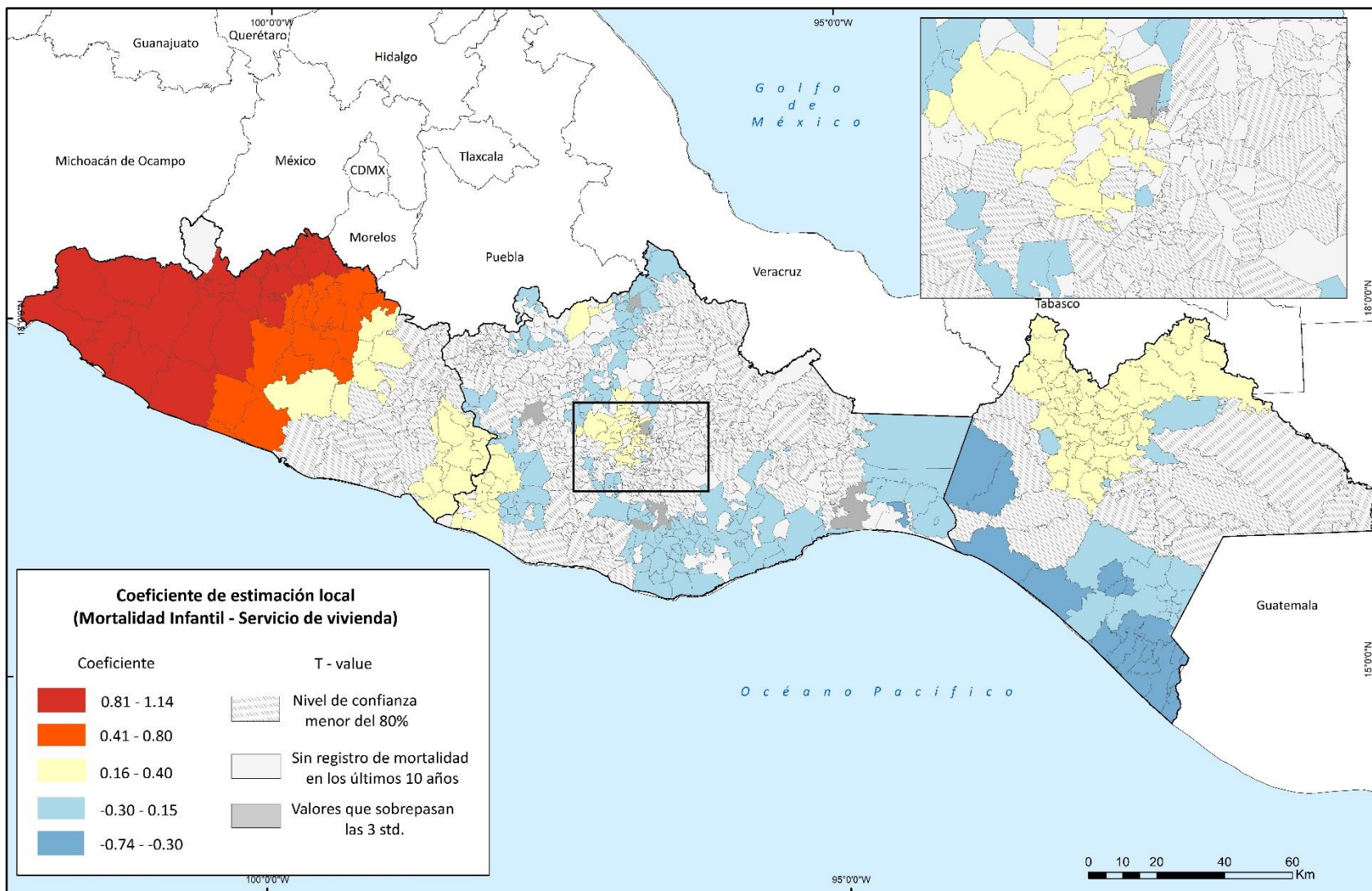
Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

### Anexo 5.7 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y personal de salud



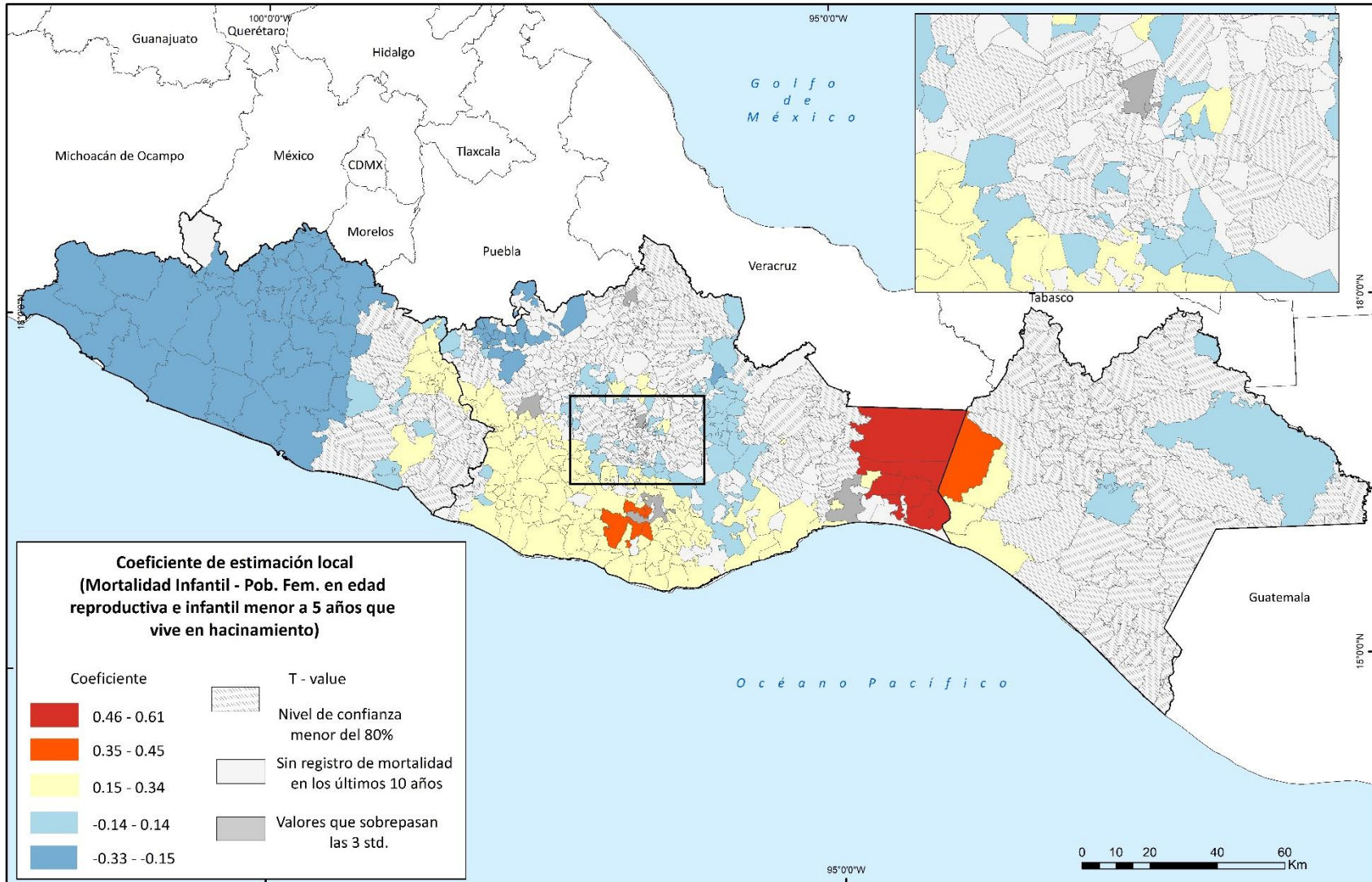
Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

### Anexo 5.8 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y servicios de vivienda



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.

**Anexo 5.9 Distribución espacial de los coeficientes locales y valores t modelo GWR: mortalidad infantil y Población femenina en edad reproductiva e infantil menor a 5 años que vive en hacinamiento.**



Fuente: elaboración con base en el software GWR4.