



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

ANÁLISIS ESPACIAL DEL COVID-19 EN LA CIUDAD DE CANCÚN, QUINTANA ROO, MÉXICO.

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE
Maestro en Planeación

PRESENTA

ÁCATL GABRIEL REYES MEJÍA

DIRECTOR DE TESIS

DR. DAVID VELÁZQUEZ TORRES

CO-DIRECTOR DE TESIS

DR. RICARDO ENRIQUE VEGA AZAMAR

ASESORES

DRA. NORMA ANGÉLICA OROPEZA GARCÍA

DRA. MARÍA ANGÉLICA GONZÁLEZ VERA

MTRO. JUAN CARLOS ÁVILA REVELES

CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, AGOSTO DE 2023





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE
TESIS DEL PROGRAMA DE POSGRADO Y APROBADA COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN PLANEACIÓN

COMITÉ DE TESIS

DIRECTOR: DR. DAVID VELÁZQUEZ TORRES

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "D. Velázquez", written over a horizontal line.

CO-DIRECTOR: DR. RICARDO ENRIQUE VEGA AZAMAR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Ricardo Vega", written over a horizontal line.

ASESORA: DRA. NORMA ANGÉLICA OROPEZA GARCÍA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Norma Oropeza", written over a horizontal line.

ASESORA: DRA. MARÍA ANGÉLICA GONZÁLEZ VERA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "María González", written over a horizontal line.

ASESOR: MTRO. JUAN CARLOS ÁVILA REVELES

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Juan Carlos Ávila", written over a horizontal line.



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, AGOSTO DE 2023

AGRADECIMIENTOS.

Hay muchas personas a quienes tengo que agradecer infinitamente. Primero a la División de Ciencias, Ingeniería y Tecnología, en especial a su director Dr. Víctor Sánchez Huerta por apoyar y brindar la posibilidad de presentar este trabajo de grado.

Al Dr. David Velázquez Torres por su dirección, acompañamiento personal y académico durante todos estos años.

Al Dr. Ricardo Vega y la Dra. Norma Oropeza, por escuchar aquella primera idea y, gracias a sus atinadas observaciones y sugerencias, hacer posible que se haya convertido en realidad.

A la Dra. María Angélica González Vera y al Mtro. Juan Carlos Ávila Reveles, por las largas horas de charla, las pertinentes y oportunas observaciones y correcciones. Muchas gracias por su apoyo y paciencia.

Y para todos y todas aquellas personas que de manera directa o indirecta apoyaron la realización de este trabajo. A todos gracias infinitas.

DEDICATORIAS.

Ámbar y Marco, sepan que, en todo lugar, en todo momento, en lo que hago y pienso están siempre presentes. En mi vida, mi corazón y mi mente hay un lugar muy especial para ustedes. Este trabajo está dedicado a mis dos inseparables bebés.

Dafne, el tiempo y las circunstancias conjeturaron sus planes para que nos uniéramos. Gracias por hacer de cada día una gran etapa en la construcción de nosotros mismos y nuestro pequeño hogar. Va por ti.

A Norma y Ricardo, por su invaluable amistad de tantos años, por su paciencia y tiempo, va para ustedes.

A los Tlacuaches y su líder. A todos los miembros del JC Club, por los momentos únicos e irrepetibles. Va por todos ustedes muchachos.

A la pequeña, pero sustancial familia, Rosalbita, Gabriel^t y mis Bros. Para Mary Paz, Neme y mi amigo Joaquín.

A la memoria de dos grandes amigos: Lourdes Castillo Villanueva y Roberto Acosta Olea.

INDICE.

RESUMEN.	1
INTRODUCCIÓN.	2
CAPITULO 1. ANTECEDENTES.	5
1.1 Planteamiento del problema.	9
1.2. Hipótesis.	10
1.3. Objetivos.	10
1.4. Justificación.	11
1.5. Marco Teórico.	11
CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE.	14
2.1. El COVID-19 en México y Quintana Roo.	14
2.2. COVID-19 y Planeación.	15
2.3. Plataformas de información COVID-19.	17
2.4. Plataformas de información COVID-19 en Quintana Roo.	19
2.5. Patrones espaciales y factores asociados al COVID-19.	20
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.	24
3.1. Descripción de la investigación.	24
3.2. Obtención y tratamiento de los datos.	24
3.3. Descripción de las técnicas de análisis de los datos.	25
3.4. Autocorrelación espacial global.	27
3.5. Autocorrelación espacial local.	28
3.6. Prueba de hipótesis.	28
3.7. Alcances y limitaciones.	29
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.	31
4.1. Autocorrelación Global para los casos positivos de COVID-19.	31
4.2. Autocorrelación Global de Moran por variable.	32
4.3. Índice Global de Moran del total de casos de COVID-19 relacionado con variables socioeconómicas por AGEB a 12 meses de la pandemia.	34
4.4. Autocorrelación Local de Moran para casos positivos de COVID-19 a 12 meses por AGEB.	36
4.5. Autocorrelación Local de Moran entre casos positivos COVID-19 y variables socioeconómicas por AGEB.	38
4.5.1. Relación entre casos positivos COVID-19 y población total.	38
4.5.2. Relación entre casos positivos COVID-19 y población de 15 años y más con primaria completa (P15PRI_CO).	39
4.5.3. Relación entre casos positivos COVID-19 y población de 15 años y más con secundaria completa (P15SEC_CO) .	41
4.5.4. Relación entre casos positivos COVID-19 y población de 18 años y más con educación posbásica (P18YM_PB) .	42
4.5.5. Relación entre casos positivos COVID-19 y población de 12 años y más ocupada. (POCUPADA).	43
4.5.6. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares habitadas con 1 cuarto. (VPH-1C) .	44
4.5.7. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares habitadas con 3 o más cuartos. (VPH-3YMASC).	45

4.5.8. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares habitadas que cuentan con automóvil o camioneta (VPH-AUTOM).	46
4.5.9. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares habitadas que cuentan motocicleta (VPH-MOTO).	47
4.5.10. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares habitadas que cuentan con bicicleta (VPH-BICI).	48
4.5.11. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares sin radio ni televisión. (VPH-SINRTV).	50
4.5.12. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares sin línea telefónica fija ni teléfono celular. (VPH-SINLTC).	51
4.5.13. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares habitadas sin computadora ni internet. (VPH-SINCINT).	52
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	55
6. CONCLUSIONES.	58
7. RECOMENDACIONES.	61
8. REFERENCIAS.	62

INDICE DE GRÁFICAS.

Gráfica 1. Tasa de crecimiento medio anual de la población de Quintana Roo 1950-2010	6
Gráfica 2. Población Total por municipio, 1980-2020, Quintana Roo	7
Gráfica 3. Diagrama de dispersión del I de Moran.	27
Gráfica 4. Representación del estadístico de prueba de hipótesis.	29
Gráfica 5. Dispersión de Moran para los casos totales de COVID-19 registrados a 12 meses de la pandemia, por AGEB.	31

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Etapas y niveles de la Planeación según Pineault R; Daveluy C., 1995)	16
Figura 2. Densidad de casos positivos de Covid-19 acumulados 2020-2021 en las ciudades de Cancún, Playa del Carmen y Chetumal.	19
Figura 3. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 registrados a 12 meses, por AGEB en la ciudad de Cancún.	37
Figura 4. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con la población total por AGEB en la ciudad de Cancún.	39
Figura 5. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con la población de 15 años y más con primaria completa por AGEB en la ciudad de Cancún	40
Figura 6. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con la población de 15 años y más con secundaria completa por AGEB en la ciudad de Cancún	41
Figura 7. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con la población de 18 años y más con educación posbásica, por AGEB en la ciudad de Cancún	42
Figura 8. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con la población de 12 años y más ocupada por AGEB en la ciudad de Cancún.	43
Figura 9. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas con 1 cuarto por AGEB en la ciudad de Cancún.	44

Figura 10. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas con 3 o más cuartos por AGEB en la ciudad de Cancún.	46
Figura 11. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas que cuentan con automóvil o camioneta por AGEB en la ciudad de Cancún.	47
Figura 12. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas que cuentan con motocicleta por AGEB en la ciudad de Cancún	48
Figura 13. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas que cuentan con bicicleta por AGEB en la ciudad de Cancún	49
Figura 14. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas sin radio ni televisión por AGEB en la ciudad de Cancún. FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020	50
Figura 15. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas sin línea telefónica fija ni teléfono celular por AGEB en la ciudad de Cancún.	52
Figura 16. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas sin línea telefónica fija ni teléfono celular por AGEB en la ciudad de Cancún.	53

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Índice Global de Moran por variable de la ciudad de Cancún.	32
Tabla 2. Índice Global de Moran a 12 meses de la pandemia en la ciudad de Cancún.	35

ACRÓNIMOS.

AGEB, de Área Geoestadística Básica.

AIC, de Aeropuerto Internacional de Cancún.

AICM, de Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

INEGI, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

SIG, de Sistema de Información Geográfica.

RESUMEN.

A partir de la declaración global de pandemia por COVID-19, autores como Khalifa M. *et al.*, (2021), De Ridder., *et al.*,(2020), Barr J., (2020), Fang y Wahba (2020), Florida R., (2020), Rahman, M.R., *et al.*, (2020), Kwabena Sarfo A., Karuppannan S. (2020), Wong DWS., Li Y. (2020) y Meyerowitz E.A, *et al.*, (2021) y Santana Juárez, M. V; (2021), aseguraron que las causas de la misma estaban relacionadas con las conductas y características socio poblacionales, sugiriendo que estas conformaban patrones espaciales. Para identificar la existencia de patrones espaciales de casos positivos de COVID-19 en la ciudad de Cancún se realizó un análisis exploratorio de autocorrelación espacial global y local I de Moran entre casos positivos registrados durante abril de 2020 a abril de 2021, asociados a Áreas Geoestadísticas Básicas urbanas y trece variables socio poblacionales, educativas y económicas del Censo de Población y Vivienda 2020. Los valores del coeficiente global sugieren la existencia de agrupaciones espaciales para las trece variables empleadas, mientras que el coeficiente local focaliza sus ubicaciones espaciales. Lo anterior demuestra que la relación con las variables no se encuentra de manera aleatoria en la ciudad de Cancún, sino que manifiestan una estructura espacial; por esto, el patrón de asociación espacial de las variables resultó estadísticamente significativo tendiendo a estar agrupado en el espacio. Los resultados indican que, además de la población total, las variables de mayor significancia estadística fueron la población de 15 años y más con primaria completa, población de 18 años y más con educación posbásica, total de viviendas particulares habitadas que disponen de bicicleta, la población de 12 años y más ocupada, viviendas particulares habitadas con 3 y más cuartos y las viviendas particulares que disponen de automóvil o camioneta y se localizaron en el centro, poniente y norte de la ciudad. En menor cantidad de agrupaciones se presentaron las variables viviendas particulares que cuentan con motocicleta, viviendas con un cuarto, población de 18 años y más con secundaria completa, viviendas sin teléfono ni celular, viviendas sin radio ni televisión y viviendas sin internet tendiendo a su agrupación en el centro, poniente y norte de la ciudad. Caso contrario sucedió con las agrupaciones de bajos casos de COVID-19 rodeados de bajos valores de las variables analizadas, las que mayormente se concentraron hacia el sur y oriente de la ciudad. Los resultados indican que las características educativas, ocupacionales, vivienda y bienes tuvieron una relación positiva con la distribución de los casos totales de COVID-19 en la ciudad de Cancún.

INTRODUCCIÓN.

Durante la pandemia de COVID-19, Khalifa M. *et al.*, (2021), De Ridder., *et al.*,(2020), Barr J., (2020), Fang y Wahba (2020), Florida R., (2020), Rahman, M.R., *et al.*, (2020), Kwabena Sarfo A., Karuppanan S. (2020), Wong DWS., Li Y. (2020) y Meyerowitz E.A, *et al.*, (2021) y Santana J., M. V; (2021), realizaron estudios donde aseguran que entre las causas que impulsan la difusión de la enfermedad están las conductas particulares y las características socio poblacionales, pero además sugieren que estas tienen una manifestación espacial. Santana afirma que el comportamiento espacio temporal de la enfermedad no es homogéneo en el territorio, si no que presenta variabilidad geográfica de acuerdo con los condicionantes ambientales y socios espaciales de cada contexto territorial. Por ello, la expansión de la pandemia se debe a diversos condicionantes socioespaciales de la salud, como los geográficos, en específico la localización, epidemiológicos, sociales como la movilidad y demográficos, entre otros. (Santana J, M. V; 2021).

En Quintana Roo, los primeros casos positivos de Covid-19 fueron identificados en la ciudad de Cancún que, junto con Playa del Carmen y Chetumal, representan las ciudades más pobladas del estado, ya que juntas cuentan con el 73.4 % de la población estatal. Según el Censo de Población y Vivienda 2020, la ciudad de Cancún es la más poblada del estado con 888,797 habitantes lo que significa el 47.83 % de la población de la entidad. Al ser la ciudad más poblada, también presentó el mayor número de casos positivos a COVID-19 de las tres ciudades, esto es, 6,275 casos para el periodo en estudio.

Para dar seguimiento al avance de la pandemia en el territorio estatal, el Gobierno del estado de Quintana Roo difundió plataformas de información pública. En ellas se contó con reportes estadísticos y visores cartográficos a diversos niveles de detalle territorial. Uno de ellos fue el Geoportal Público de Quintana Roo el cual dio seguimiento semanal a las colonias con mayor número de casos positivos durante los tres años de la pandemia. En esta plataforma, durante el primer año, se dispuso un mapa de densidad de casos activos que mostraba las zonas urbanas de mayor aglomeración de casos positivos en las tres principales ciudades de estado.

Sin embargo, a dos años de la pandemia, no se difundieron datos adicionales o información relacionada con la disposición espacial al interior de las principales ciudades del estado y las variables sociales económicas asociadas con ello. Explorar los patrones espaciales y sus asociaciones mediante el cálculo del coeficiente de autocorrelación global y local de Moran

permiten identificar patrones de distribución espacial de casos positivos de COVID-19 en la ciudad de Cancún y algunas de las variables que las explican.

El objetivo general de este trabajo consiste en identificar organizaciones espaciales de casos positivos de COVID-19 en la ciudad de Cancún, así como de variables socioeconómicas relacionadas con su distribución. Los resultados obtenidos demuestran que, tanto los casos totales registrados de COVID-19 asociados a la AGEB como las variables socio poblacionales analizadas tuvieron una relación positiva entre ellas, destacando la existencia de agrupaciones espaciales. De esta forma, se comprobó la hipótesis la cual aseguraba que la distribución territorial de los casos positivos totales de COVID-19 y su relación con las variables socio poblacionales a un año de la pandemia por AGEB no se encuentra de forma aleatoria en el espacio de la ciudad de Cancún si no que se encuentran organizados en una estructura espacial.

La importancia de estudiar el COVID-19, bajo el enfoque de la planeación, representa contar con un insumo informativo objetivo, pertinente o concreto para la acción, el diseño de políticas públicas en materia urbana, ambiental y social. El análisis de la distribución espacial de la enfermedad asociada a variables socio poblacionales, está orientada a identificar las condiciones que explican el dinamismo de la enfermedad en el espacio urbano de la ciudad de Cancún. Además, procesos sociales consecuentes como la migración y su consecuente demanda de suelo urbanizable, servicios públicos, acceso físico a la vivienda y nuevas redes de transporte, entre otras, se constituyen como nuevas condiciones a considerar en la propagación de enfermedades y un importante indicador territorial de bienestar social.

Garrocho (2018) asegura que los procesos sociales tienen una manifestación espacial. La forma como la enfermedad se dispersó en la ciudad representa los movimientos que sus habitantes siguieron en la búsqueda de los medios de vida, es decir, trabajo y satisfacción de bienes y servicios. Se puede decir que el COVID-19 en Cancún fue una enfermedad principalmente de la población trabajadora, aquellos que laboran en la industria del turismo, trabajadores de la construcción, empleados de grandes, medianas, micro y pequeñas empresas, trabajadores y profesionales por su cuenta que ofrecen bienes y servicios, entre otros. Pero también se puede decir que las condiciones ambientales urbanas acentúan la vulnerabilidad no sólo a COVID-19 si no a cualquier otra enfermedad contagiosa.

Ante la reapertura de la industria turística y la disminución de las restricciones de distanciamiento social, la pandemia de coronavirus pareció entrar en una etapa de estabilización. Hasta la actualización estadística de los casos acumulados del día 4 de noviembre de 2022, las cifras estimadas en México fueron de 7,429,666 de casos positivos, 4,260 casos activos y 344,378 defunciones. (Gobierno de México, 2022). Al mismo tiempo, medios de comunicación nacionales difundieron que para del mes de noviembre de 2022, se esperaba el inicio de la sexta ola de Covid-19, tal como ya había sucedido en algunos países europeos como Francia, Alemania y el Reino Unido. (El Financiero, 2022).

Además, en las últimas semanas de octubre de 2022, medios informativos internacionales y nacionales destacaron la alerta por una posible combinación de enfermedades respiratorias, una *tripledeemia*, o tres epidemias que coexisten al mismo tiempo (Smink V., 2022), es decir, una combinación entre el incremento de casos de COVID-19 con dos nuevas variantes, la reanudación temprana de la temporada de influenza y el aumento de casos del virus sincitial respiratorio (VSR), que si bien los síntomas pueden ser leves, se esperaba que la población se infectara y acudiera de forma masiva a los centros hospitalarios. Como se aseguró, la población vulnerable, los adultos mayores, las personas inmunosuprimidas y las mujeres embarazadas correrían el mayor riesgo, y los niños pequeños serían los más susceptibles a la influenza y al VSR. (Mandavilli A., 2022).

Por lo anterior, los resultados obtenidos en este trabajo aportan elementos de análisis para las instituciones del orden federal, estatal y municipal para planificar, diseñar políticas públicas y acciones territoriales focalizadas tendientes a controlar las condiciones que impulsan la dispersión de las enfermedades en el espacio urbano, apoyar a los sectores más afectados, mejorar el entorno urbano, mejorar las condiciones de vida, promoción de la salud, la alimentación, la energía asequible para todos, propiciando el mejoramiento de la calidad de vida de la población vulnerable, todo en vía al desarrollo urbano sustentable.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.

El COVID-19 pasó de ser una enfermedad desconocida focalizada a un problema de salud pública con severas consecuencias globales en un lapso de tiempo muy corto afectando inmediatamente la salud, el empleo y los medios de vida de la población. Las repercusiones por las restricciones a la movilidad y al transporte con la finalidad de detener la ola de contagios desataron una crisis económica mundial.

La pandemia trajo consigo una notable caída de los medios que impulsaban la industria del turismo en las ciudades que sustentan el dinamismo social y económico del estado de Quintana Roo. La crisis del turismo, el transporte y otras actividades relacionadas con ello produjo el cierre de empresas especializadas en estas ramas económicas, cierre de micro y pequeñas empresas familiares y desempleo generalizado. Los grupos sociales dependientes de dichas actividades junto con los grupos sociales más vulnerables fueron los sectores más afectados.

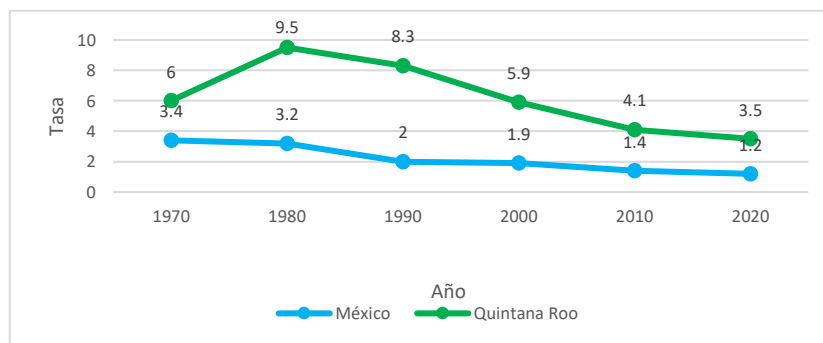
Cancún, Playa del Carmen y Chetumal son algunas de las principales ciudades del estado. Su importancia radica en que estas tres ciudades son las que más cantidad de población presentan en la entidad. Entre los tres, representan el 73.4 % de la población total estatal, según el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI. Sin embargo, la ciudad de Cancún es la más poblada del estado con 888,797 habitantes lo que representa el 47.83 % de la población total de la entidad. Al ser la ciudad más poblada del estado, a un año de la pandemia de COVID-19 y según el Geoportal Público de Quintana Roo, contó con el mayor número de casos positivos a COVID-19 registrados de las tres ciudades, esto es, 6,275 casos, respecto de los 1,035 casos registrados para Playa del Carmen y 4,401 de la ciudad de Chetumal.

Cancún se constituyó como el primer Centro Turístico Integralmente Planeado (CTIP) de México. Estos centros se comenzaron a gestar a partir de fines de los años 60's y a construir a principios de los 70's con la finalidad de incentivar la competitividad y la oferta turística ante el vacío que dejó el bloqueo económico de Cuba y el posicionamiento de otros países del Caribe en la actividad. (Fernández de Lara. 2007; 70). En aquel año, las instituciones encargadas de llevar a cabo las actividades de planificación del nuevo centro turístico estuvieron encabezadas por el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR) y el Banco de México, que gestionaron la adquisición y nacionalización de tierras nacionales, ejidales y privadas.

Posterior a esto, se comenzó la construcción de los primeros centros de alojamiento y obras de infraestructura turística. En la parte continental las primeras construcciones estuvieron orientadas a la consolidación del área urbana destinada para los trabajadores de la industria de la construcción y los primeros prestadores de servicios turísticos.

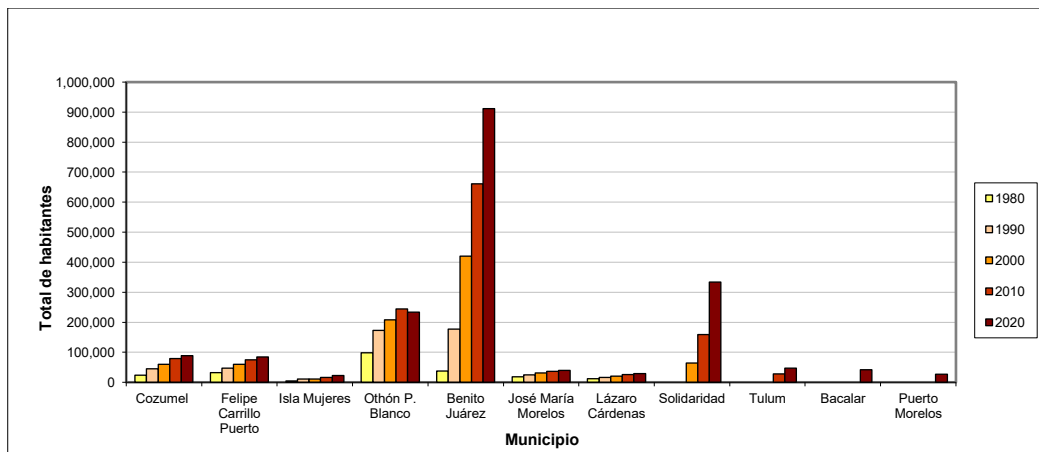
En 1973, se inició la construcción de espacios públicos y equipamiento urbano. Así, el impulso financiero otorgado al proyecto turístico permitió que para el año de 1975 existiera un total de 1,332 habitaciones en 15 hoteles construidos. Para 1979, a sólo nueve años de la fundación de la ciudad y a 4 años de la creación del municipio de Benito Juárez, se registraron 41 hoteles con 2,933 habitaciones, mientras que para 2021, según datos de la Secretaría de Turismo, la ciudad de Cancún registró 201 hoteles con 40,414 cuartos; Puerto Morelos, municipio creado a partir de Benito Juárez en el año 2015, 67 hoteles con 7,057 cuartos. Para este mismo año y, para el caso de los municipios de Solidaridad y Tulum, estos registraron un total de 287 hoteles con 44,121 cuartos en Solidaridad y 159 hoteles con 8,390 cuartos en Tulum.

Por su parte, el dinamismo poblacional que trajo consigo la industria turística en el norte del estado es observable en su propia historia, ya que desde los años 70's la entidad ha venido registrado tasas de crecimiento poblacional superiores a las tasas de crecimiento nacionales. Según datos censales del INEGI, en 1980 se registró una tasa de crecimiento medio anual de 9.5 mientras la nacional fue de 3.2. Para años posteriores, la tendencia fue a la reducción de ambas tasas, pero las estatales se mantuvieron por encima de la tasa nacional. Ver Gráfica 1.



Gráfica 1. Tasa de crecimiento medio anual de la población de Quintana Roo 1950-2010.
FUENTE: Elaboración propia con datos de los Censos Nacionales de Población y Vivienda del INEGI.

Estas características poblacionales también se reflejan en el crecimiento de dos de los municipios turísticos más importantes del estado. Benito Juárez, donde se encuentra la ciudad de Cancún, y Solidaridad donde se encuentra la ciudad de Playa del Carmen y los principales destinos turísticos de la Riviera Maya. Ambos municipios se han convertido en los ejes detonantes del turismo de sol y playa, del dinamismo económico y del crecimiento poblacional de la entidad. Por esto, en el año de 1990 el municipio de Benito Juárez registró un total de 176,765 habitantes, superando la población del entonces municipio más poblado del estado, Othón P. Blanco (172,563 habitantes). Para el año 2020, esta relación se separa de tal manera que, mientras Othón P. Blanco donde se encuentra la capital del estado, registraba 233,648 habitantes, Solidaridad registró un total de 333,800 y Benito Juárez 911,503 habitantes, colocando a este último, como el municipio más poblado del estado. Ver gráfica 2.



Gráfica 2. Población Total por municipio, 1980-2020, Quintana Roo
 FUENTE: Elaboración propia con datos de los Censos Nacionales de Población y Vivienda del INEGI.

Bajo este contexto, Cancún y la Riviera Maya se consolidaron como uno de los destinos turísticos de sol y playa más atractivos a nivel mundial y el primer destino turístico de México. Un dato adicional que refleja la importancia de la ciudad de Cancún es el proporcionado por el Anuario Estadístico del Sector Comunicaciones y Transportes 2020 del Gobierno Federal donde se señala que el Aeropuerto Internacional de Cancún (AIC) se ubicó como el segundo de los diez aeropuertos nacionales con mayor registro de pasajeros apenas superado por el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM).

En las estadísticas de infraestructura, comunicaciones y transportes del 2021, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Gobierno Federal señala que el aeropuerto internacional de

Cancún se mantuvo como el segundo en importancia nacional. Para ese año, mientras el AICM registraba una cifra cercana a los 36 millones de pasajeros, el AIC registró 22 millones 318 mil pasajeros, superando a los aeropuertos de Guadalajara (12 millones 209 mil), Tijuana (9 millones 666 mil pasajeros), Monterrey (8 millones 270 mil), San José del Cabo (5 millones 466 mil), Puerto Vallarta (4 millones 054 mil) y Mérida (2 millones 80 mil).

Adicionalmente, en su ranking de destinos más populares del mundo, *Tripadvisor*, la plataforma mundial de la industria turística mundial, señala a Cancún como tercer destino más popular del mundo siendo apenas superado por Dubái en los Emiratos Árabes y Londres, Inglaterra. Dentro de esta misma plataforma, en el top 25 de las mejores playas del mundo se lista en el lugar 19 a Playa Norte en Isla Mujeres siendo superado por playas ubicadas en Isla Icacos, Cuba, Australia, Brasil, Aruba, Islas Vírgenes, Italia, Portugal, España, Costa Rica, Hawái y Florida en Estados Unidos, pero superando en preferencia a playas de Tanzania, Saint Thomas, Chipre, República Dominicana o Grecia.

Lo anterior indica que el incremento en la inversión a través de la oferta de bienes y servicios relacionados directamente con la industria del turismo, los servicios de hospedaje, financieros, profesionales, alimentos y el transporte en sus diversas modalidades, aéreo, terrestre y marítimo, ha sido factor detonante del crecimiento de la economía y del posicionamiento de la ciudad de Cancún y otras ciudades del estado como destinos turísticos de importancia internacional y primer destino turístico de México.

Sin embargo, y hasta principios del mes de marzo de 2020, la floreciente industria del turismo, el transporte y la gran mayoría de los bienes y servicios ofertados en el estado, se vieron severamente afectados por la presencia de la pandemia de COVID-19. Un ejemplo de esto fue que, mientras en el periodo de enero a julio de 2019 se registraron un total de 4,571,873 de pasajeros internacionales en el AIC y 2,594,277 de pasajeros nacionales. Para el mismo periodo, estos totales se vieron reducidos en un promedio del -57.16 y -52.93%, respectivamente, colocando las llegadas en un total de 1,958,546 pasajeros internacionales y 1,221,038 nacionales. Ante estas condiciones, las estimaciones llevadas a cabo en su momento mostraron una contracción económica en el estado de más del 50%, es decir, un aproximado de más de 3.5 mil millones de dólares. (Canchola *et al.*, 2021).

La situación presentada permite reconocer que una modificación en la dinámica social, económica o industrial en la ciudad de Cancún repercute en todos los sectores y escenarios estatales especialmente el económico. Por ello, la importancia de dar seguimiento a la pandemia en lo local, así como identificar y focalizar sus comportamientos espaciales permitirán tener una base informativa para generar acciones territoriales, planes y operaciones inmediatas a fin de contener las afectaciones posibles en materia social y económicas en la ciudad de Cancún.

1.1.Planteamiento del problema.

Durante los dos años de la pandemia de COVID-19 autores como Khalifa M. *et al.*, (2021), De Ridder., *et al.*,(2020), Barr J., (2020), Fang y Wahba (2020), Florida R., (2020), Rahman, M.R., *et al.*, (2020), Kwabena Sarfo A., Karuppanan S. (2020), Wong DWS., Li Y. (2020), Meyerowitz E.A, *et al.*, (2021) y Santana J., M. V; (2021) realizaron sondeos y estudios en algunas ciudades del mundo asegurando que las causas que impulsan la difusión de la enfermedad están relacionadas con las conductas y características socio poblacionales, pero además sugieren que estas tienen una manifestación espacial.

Desde esta perspectiva espacial, los datos disponibles en diversas plataformas de información sobre COVID-19 nacionales y que dieron seguimiento a los casos de la enfermedad permiten la visualización de los casos en unidades espaciales como el estado y municipio, impidiendo dar un seguimiento pormenorizado de las zonas o sectores urbanos donde más se propagó la enfermedad.

El Geoportal Público de Quintana Roo dio seguimiento semanal a las colonias con mayor número de casos positivos registrados por la Secretaría de Salud durante los dos últimos años de la pandemia. En esta plataforma, se dispuso un mapa en el que se muestra el contorno de las ciudades de Cancún, Playa del Carmen y Chetumal con la densidad de casos activos durante el primer año de la pandemia. Sin embargo, cabe resaltar que estos mapas sólo describen el número de casos totales y su densidad en el territorio urbano. No proporcionan elementos adicionales de análisis que permitan tomar decisiones más cercanas a la realidad, brindar apoyo social o estrategias de contención focalizadas.

Por lo anterior, y a dos años de la pandemia de COVID-19, en Quintana Roo no se cuenta con información obtenida a partir de las características de los registros espaciales de COVID-19 en las AGEB y localidades del estado, especialmente relacionado con su disposición espacial al interior

de las principales ciudades del estado y las variables sociales económicas que estén asociados con ello. Explorar estas condiciones mediante el cálculo del coeficiente de autocorrelación global y local de Moran, permiten identificar patrones territoriales generales y locales de casos positivos de COVID-19 en la ciudad de Cancún y algunas de las variables asociadas a dicha distribución.

Por lo anterior, las preguntas que se plantean para esta investigación son las siguientes: ¿existen evidencias estadísticas de que la distribución de casos positivos a COVID-19 en la ciudad de Cancún no es aleatoria y se encuentren organizados en alguna estructura espacial?, de existir la evidencia, ¿la estructura espacial identificada sugiere una concentración o una dispersión espacial de los casos positivos a COVID-19?

1.2.Hipótesis.

Los casos registrados de COVID-19 por AGEB, se encuentran organizados en una estructura espacial, lo que significa que esta distribución no se encuentra de forma aleatoria en la ciudad de Cancún. Esta hipótesis se denomina como H_a , por lo que, mediante el análisis espacial se pretende comprobar la hipótesis nula (H_0) en favor de la hipótesis alternativa (H_a).

1.3.Objetivos.

Este trabajo tiene como objetivo general identificar organizaciones espaciales de los casos de COVID-19 y de variables socioeconómicas relacionadas con dicha distribución en la ciudad de Cancún.

Para el cumplimiento de este objetivo se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar la existencia de agrupaciones espaciales de los casos activos de COVID-19, así como de las variables socio poblacionales relacionadas con su distribución en la ciudad de Cancún mediante un análisis de autocorrelación espacial I Global de Moran.
2. Identificar la existencia de agrupaciones espaciales de los casos activos de COVID-19 relacionados con las variables socioeconómicas que determinan la distribución de los casos positivos COVID-19 en la ciudad de Cancún mediante el análisis de Autocorrelación Local I de Moran.

1.4. Justificación.

A dos años de la pandemia, la presencia de oleadas de contagios por el incremento de los casos positivos en el estado de Quintana Roo, en especial en la zona urbana de la ciudad de Cancún, obligan conocer si esta condición manifiesta un orden espacial. Es imperante obtener estos elementos de análisis toda vez que la identificación de dichos patrones podrían ser de utilidad para las instancias federales o estatales de salud pública, seguridad pública, sectores patronales, sindicatos, industria relacionada al turismo, instancias educativas, comerciales y laborales en la planificación territorial, el planteamiento de políticas públicas en materia de salud, en la reorientación de acciones focalizadas tendientes a la contención de la enfermedad en caso de una nueva oleada, al planteamiento de nuevas interrogantes territoriales, sociales o poblacionales que se vean afectadas por la pandemia y, al mismo tiempo, al planteamiento de nuevas investigaciones colaborativas para la toma de decisiones.

La acción en planeación parte del conocimiento que se obtiene de realizar algunas investigaciones objetivas. Sin embargo, no es la única fuente. Generar conocimiento a partir de diversas investigaciones objetivas y colaborativas desde una visión territorial y social permitirá la aplicación y direccionamiento focalizado y eficiente de recursos, políticas, programas y acciones concretas, trabajos operativos o planes sectoriales focalizados en función de la realidad geográfica, urbana, social y económica de los sectores afectados. La industria del turismo depende el dinamismo económico, social y urbano de la ciudad de Cancún y el estado, por lo que cualquier cambio positivo o negativo en la industria sea de tipo social, económico o natural vulnera y afecta la industria y la dinámica que ella genera.

1.5. Marco Teórico.

Snow realizó una de las primeras comparaciones entre los elementos urbanos y los casos de cólera suscitados en la ciudad de Londres en el año de 1854. En esta investigación, el autor llevo a cabo un análisis de la cantidad, ubicación y distribución urbana de brotes de cólera usando planos urbanos e identificando como centro de la epidemia la bomba de agua de Broad Street. A partir de este estudio, se determinó la relación cólera con pobreza, lo que propició un creciente interés en los mapas de características poblacionales en la ciudad. (Barcellos C., *et al.* 2018).

La Geografía de la Salud, como lo asegura Barcellos, analiza el contexto de la situación de salud, para actuar sobre el territorio, no en el individuo u organismos. Trata de comprender las

particularidades de cada problema de salud y relacionarlos con procesos generales como la globalización, la expansión del capitalismo, la precarización del trabajo, la vulnerabilidad de las poblaciones, la degradación ambiental, la urbanización, entre otros (Barcellos C., *et al.* 2018).

En este sentido, la Geografía de la Salud se subdivide en dos componentes bien definidos de análisis, la Geografía Médica y la Geografía de los servicios de salud. La primera se encarga del estudio de la distribución espacial de las enfermedades y la relación del cuerpo humano con el entorno que tienen incidencia sobre su salud, mientras que la segunda considera los centros de atención médica como puntos de oferta, a los pacientes como la demanda distribuida espacialmente y la comparación entre ambas distribuciones a fin de mediar la eficiencia y equidad espacial en el espacio funcional. (Buzai D. G., Santana J. M.V, 2018).

Fue a partir del desarrollo de métodos cuantitativos (matemáticos y estadísticos) aplicados en Geografía, el mejoramiento de las capacidades informáticas, así como el desarrollo y personalización de herramientas de análisis espacial implementadas en sistemas de información geográfica, cuando se posibilitó explorar la relación de las enfermedades con las características de la población y los servicios de salud, formulándose modelos explicativos acerca de la localización, asociación, interacción y evolución espacial de dichas relaciones.

Buzai y Santana enfatizan que los determinantes de la salud y el objeto de la Geografía Médica constituyen las condiciones físicas y biológicas del ser humano, el ambiente, el estilo de vida y los servicios de salud, elementos que más tarde fueron llamados como condicionantes sociales de la salud. Esto se refiere a que las circunstancias en que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen, son resultado de la distribución del dinero, el poder y los recursos dentro de las tres escalas (mundial, nacional y local) convirtiéndose en los ejes centrales del análisis espacial de la salud (Buzai, G, Santana J. M., 2018).

Con relación a la pandemia de COVID-19, Santana afirma que su comportamiento espacio temporal no es homogéneo en el territorio, si no que presenta variabilidad geográfica de acuerdo con los condicionantes ambientales y socios espaciales de cada contexto territorial. Tal es el caso de la presencia de la temporada de otoño e invierno que determinaron el número de casos, para el primero y la toma de decisiones por parte de la población, es decir, la subestimación ciudadana de la enfermedad, la no atención de medidas sanitarias, la realización de aglomeraciones (fiestas

clandestinas, reuniones familiares, fiestas religiosas, reuniones deportivas), la reapertura de actividades económicas comerciales, el comercio informal, la movilidad de la población migrante y turista. (Santana J. M., 2021).

Para la misma autora, otras condicionantes socioespaciales han sido las epidemiológicas y demográficas, como la alta capacidad de extensión de la enfermedad por ser altamente contagiosa o el no cortar las cadenas de contagio a través del aislamiento o la cuarentena, la ocupación hospitalaria, personal médico, la movilidad y los confinamientos, para la primera y los grupos más afectados y los más vulnerables, para la segunda. Más concretamente, Fuenzalida, M., & Trebilcock, (2021) aseguran que “el Covid-19 tiende a generar mayor impacto en morbilidad cuando empeoran condiciones de pobreza multidimensional y hacinamiento”.

Por lo anterior, la relevancia de la componente espacial y sus condicionantes socios poblacionales o geográfico ambientales en la salud puede abordarse desde la implementación de cartografía para su seguimiento, por un lado. Las herramientas SIG permiten el estudio de distribuciones, facilitando la detección de asociaciones espaciales mediante el análisis univariado, bivariado y trivariado en el Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA). Facilita la búsqueda de relaciones espaciales, similitud, concentración o densidad, autocorrelación global y local, entre otros análisis, ya que como lo menciona Santana, “estas metodologías permiten tener mayor detalle en la exploración del espacio geográfico brindando la posibilidad de analizar el territorio con una mayor desagregación espacial y de esa manera detectar tendencias en lugares con exceso de casos, para dirigir recursos en investigación en salud con el objetivo de reducir la carga de morbilidad o mortalidad de la población.” (Santana C., G. *et al.* 2021).

CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE.

2.1. El COVID-19 en México y Quintana Roo.

El 28 de febrero de 2020, la Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud, instancia pública de la Secretaría de Salud del Gobierno de México, confirmó el primer caso de COVID-19 en el país. Posteriormente, el día 13 de marzo del mismo año, la Secretaría de Salud del Gobierno del Estado de Quintana Roo confirmó el primer caso en la entidad. El día 23 de marzo de 2020, el Consejo de Salubridad General de la Secretaría de Gobernación del Gobierno Federal emitió el “Acuerdo por el que se reconoce la epidemia de enfermedad por el virus SARS-CoV2 (COVID-19) en México”, enfermedad de atención prioritaria, y donde además se establece los preparativos y respuesta ante la pandemia. (Diario Oficial de la Federación, 2020).¹

El 24 de marzo de 2020, se difundió públicamente el “Acuerdo por el que se establecen las medidas preventivas que se deberán implementar para la mitigación y control de los riesgos para la salud que implica la enfermedad”. En este acuerdo, las autoridades, las dependencias y entidades de los tres órdenes de gobierno, estuvieron obligados a la instrumentación de medidas preventivas contra la pandemia. Según el Acuerdo, las medidas “se refieren a aquellas intervenciones comunitarias definidas en la Jornada Nacional de Sana Distancia que tienen como objetivo el distanciamiento social para la mitigación de la transmisión poblacional de virus SARS-CoV2 (COVID-19), disminuyendo así el número de contagios de persona a persona y por ende el de propagación de la enfermedad”. (Diario Oficial de la Federación, 2020).²

En su artículo segundo, el acuerdo destaca “evitar la asistencia a centros de trabajo, espacios públicos y otros lugares concurridos. La suspensión de las actividades escolares en todos los niveles. La suspensión temporal de las actividades de los sectores público, social y privado que involucren la concentración física, tránsito o desplazamiento de personas. La suspensión temporal de eventos masivos y las reuniones y congregaciones de más de 100 personas, así como cumplir las medidas personales básicas de higiene”.

El Acuerdo señala que “en el sector privado continuarán laborando las empresas, negocios, establecimientos mercantiles y todos aquéllos que resulten necesarios para hacer frente a la contingencia, tales como hospitales, clínicas, farmacias, laboratorios, servicios médicos, financieros, telecomunicaciones, y medios de información, servicios hoteleros y de restaurantes,

gasolineras, mercados, supermercados, misceláneas, servicios de transportes y distribución de gas, siempre y cuando no correspondan a espacios cerrados con aglomeraciones”. (Diario Oficial de la Federación, 2020).²

En México, la presencia del COVID-19 afectó principalmente entidades federativas del centro de México, así como en estados que albergan las principales zonas metropolitanas, ciudades fronterizas del norte y ciudades turísticas costeras, (Santana J., 2021). Por su parte, en Quintana Roo, desde el inicio de la pandemia, las autoridades aplicaron las medidas preventivas para contener el avance de la enfermedad en el territorio estatal, de las cuales destacaron restricciones en la actividad turística, así como el transporte aéreo, terrestre y marítimo. (Canchola Pantoja., et al. 2021).

2.2. COVID-19 y Planeación.

El concepto de planeación se refiere al futuro. Planificar es realizar un proceso para decidir el qué hacer, como llevarlo a cabo y como evaluarlo. El objetivo último de la planeación es la acción, el cambio, es un proceso continuo y dinámico que debe adaptarse continuamente a las situaciones particulares. (Pineault Raynald; Daveluy Carole, 1995). Peña asegura que la definición de Planeación está relacionada con los elementos conocimiento-acción, la definición de la situación en la que se encuentran los actores, (Peña M., 2016).

Desde la perspectiva urbana, el objetivo de la planeación es una ciudad justa, es decir, aquella donde existe respeto a la diversidad, maximizar el beneficio de los que menos tienen y prácticas democráticas en la toma de decisiones, juega el rol de facilitar el desarrollo del espacio construido y esta no está aislada de los macroprocesos socioeconómicos y políticos, (Peña M., 2016). Tiene la función de desarrollar el lugar considerando las restricciones que la economía política impone en su práctica. (Campbell y Fainstein, 1997, citado en Peña M., 2016); es la consciente y deliberada intervención en cuestiones sociales y por lo tanto con un contenido altamente político...(que nos lleva a entender)...a la planeación como un proceso socio-político. (Iracheta C. F. X; 1997).

Para Peña M., 2016, tres actores son indispensables en la planeación: el gobierno, el mercado y la sociedad civil. En el centro de estos tres actores se encuentra la planeación ya que está inmersa y ligada en cada una de las relaciones sociales que se producen entre estos. Por esto, la salud de la población como proceso social no puede entenderse sin referirla a procesos de diverso orden y a

determinismos varios que se dan dentro de un sistema históricamente determinado de relaciones sociales. (Coraggio, J. L. 1994).

Considerando lo anterior, uno de los objetivos de la planeación es la salud de la población y hacia él se direccionan políticas, programas y acciones, abordándose desde dos diferentes perspectivas: la primera se basa en la salud pública y la epidemiología, la cual consiste en identificar un problema de salud y encontrar los factores asociados. Si se detectan relaciones entre el problema de salud y sus determinantes, entonces se puede poner en marcha un programa de intervención. La segunda está basada en las ciencias sociales, la cual determina una relación entre las determinantes (variables socio poblacionales) y la salud de tal forma que toda acción que se tome a nivel de las determinantes tendrá un efecto en la salud, inclusive las que se encuentran fuera del sistema de salud. (Pineault Raynald; Daveluy Carole, 1995).

Taylor, citado en Pineault Raynald; Daveluy Carole, (1995) identifica las siguientes etapas de la planificación (Ver Figura 1):

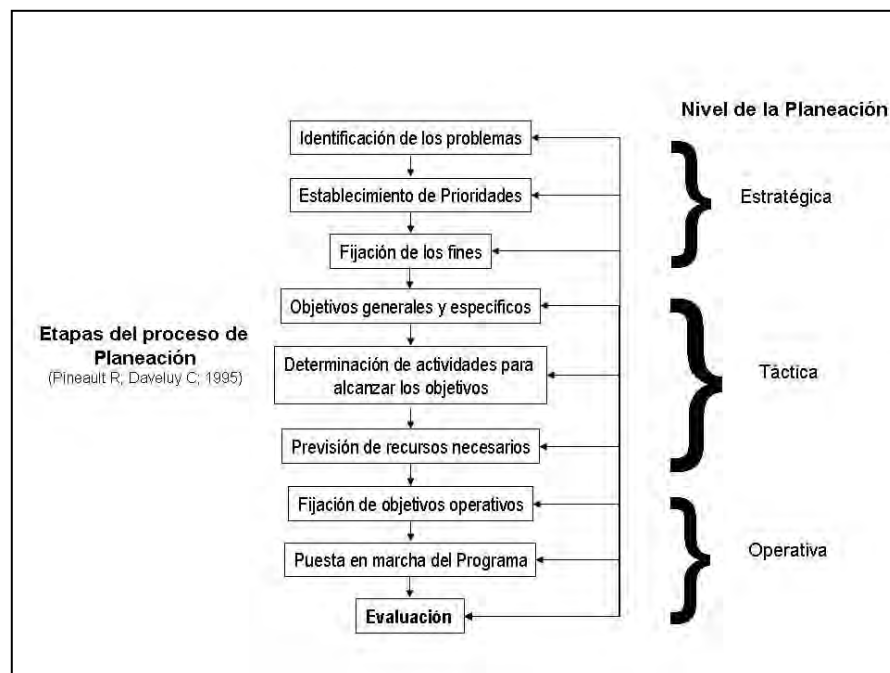


Figura 1. Etapas y niveles de la Planeación según Pineault R; Daveluy C., (1995).

La documentación, datos e información obtenida en la etapa de identificación de los problemas constituyen los insumos para el establecimiento de la siguiente etapa, la determinación de

prioridades de planeación. Una vez identificadas dichas prioridades, subsecuentemente se concebirían y se podrán en marcha programas para responder a las problemáticas identificadas.

La adquisición de información, la identificación de problemas de salud y establecimiento de prioridades son las etapas previas de la planificación de acciones y estrategias de planificación, así como de los programas, ya que incluyen la determinación de los fines. Un programa comienza con el planteamiento de los objetivos, y se prolonga en la estructuración de las actividades y recursos, es decir, el nivel de la Planeación Táctica, de tal forma que la puesta en marcha del programa corresponderá a una planificación operacional.

Por su parte, un programa en la planeación operacional comprende tres elementos fundamentales: objetivos; acciones necesarias para cumplir con los objetivos y los recursos para llevar a cabo las acciones. “Un programa de salud está constituido por un conjunto de recursos reunidos y aplicados para proporcionar a una población definida unos servicios organizados de forma coherente en el tiempo y en el espacio en vistas a conseguir los objetivos determinados en relación a un problema de salud determinado”. (Pineault Raynald; Daveluy Carole, 1995).

La última etapa del proceso de la planeación es la evaluación. Este proceso realiza un análisis sobre las diferentes etapas, así como va a cuestionar al mismo tiempo, la pertinencia de los objetivos, el impacto de las actividades llevadas a cabo y la validez de los recursos según las necesidades.

Tomando como base los niveles y etapas de la planeación, podemos establecer que este trabajo se encuentra inserto dentro de la identificación de los problemas del nivel estratégico de la planeación. Los elementos y los datos recogidos en esta etapa de la planeación se utilizan para la formulación de la problemática de salud.

2.3. Plataformas de información COVID-19.

La demanda de información acerca de la presencia y rápida dispersión global del COVID-19 requirió de las instituciones de salud internacionales, nacionales y locales, la implementación de plataformas digitales que brindaron datos sobre el avance de la enfermedad en el territorio. En el ámbito internacional, la Organización Mundial de la Salud, la Organización Panamericana de la Salud y la Universidad Johns Hopkins, publicaron plataformas públicas que proporcionaron sencillas herramientas de visualización geográfica y consulta estadística. En México, la Secretaría

de Salud del Gobierno Federal, dispuso una plataforma de consulta donde se visualiza tanto la dispersión territorial de la enfermedad como estadísticas y gráficas al nivel nacional, estatal y municipal.

La importancia de estas plataformas de información en el nivel local radica en la necesidad por observar la propagación de COVID-19, ya que las herramientas de visualización dinámica disponibles pueden proporcionar una forma de comunicación rápida para obtener información crítica como la dinámica, cultura y fenómenos que impactan la propagación de COVID-19. (Pulido D., et al. 2020).

“Además de la intrínseca territorialidad de la distribución de la pandemia, es importante conocer la distribución espacial y las características de la población que está expuesta al virus, así como a los efectos diferenciales que el efecto del COVID-19 puede tener sobre ella. Es necesario reconocer que hacia adentro de cada ciudad y municipio existen dinámicas propias que deben analizarse y atenderse a partir de una escala de análisis más detallado”. (Suárez Lastra *et al.* 2020).

En China, desde la etapa inicial de la pandemia los gobiernos locales y las instancias para el control y la prevención de enfermedades publicaron regularmente los nombres de los vecindarios con casos confirmados de COVID-19. Según Xurui, *et al.*, esto se hizo principalmente para aumentar la transparencia de los brotes y la conciencia de riesgo para los residentes cercanos, al mismo tiempo se proporcionó una fuente de datos valiosa para estudios geoespaciales a nivel vecindario. (Xurui Jin, *et al.* 2020).

En este mismo sentido, Íban *et al.* (2020) asegura que dichas plataformas son de utilidad para establecer las medidas preventivas pertinentes, relajarlas o ampliarlas mediante la detección y el seguimiento de las zonas de riesgo y la detección de las rutas o pasillos urbanos de contagio; mientras que Mollalo, destaca la importancia de los datos socioeconómicos dado que ellos son los que mejor podrían explicar la variabilidad relativamente alta en la incidencia de las enfermedades. (Mollalo, A., et al. 2020).

2.4. Plataformas de información COVID-19 en Quintana Roo.

En el estado de Quintana Roo, la Secretaría de Salud (SESA) y el Secretariado Ejecutivo del Sistema Estatal de Seguridad Pública (SESESP) dieron seguimiento al avance de la pandemia en la entidad. La primera, a través del Comunicado Técnico Diario, proporcionó datos totales sobre casos positivos, casos negativos, casos en estudio, defunciones, casos aislados a nivel estatal y municipal, mientras que el segundo dio seguimiento el avance de los casos positivos por colonia en un visualizador web denominado Geoportal COVID-19 Público de Quintana Roo.

A partir de la difusión de los datos y la información de estas plataformas informativas en declaraciones públicas, medios escritos y digitales entre las que destacaron las redes sociales, las autoridades estatales difundieron, solicitaron e invitaron a la participación de la población a respetar las medidas para detener el avance de la enfermedad mediante el cumplimiento de las medidas de sana distancia y el confinamiento social en diversos sectores urbanos de las principales ciudades del estado.

A poco más de un año de la pandemia, en el Geoportal COVID-19 Público de Quintana Roo, se publicó el mapa de densidad de casos acumulados positivos de COVID-19. Ver figura 2.

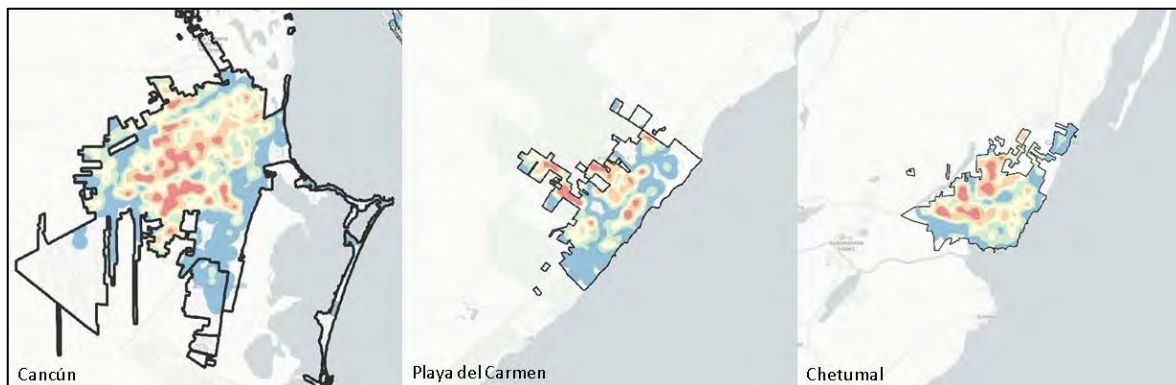


Figura 2. Densidad de casos positivos de Covid-19 acumulados 2020-2021 en las ciudades de Cancún, Playa del Carmen y Chetumal. Fuente: <https://geoportal.qroo.gob.mx/COVID-19/DENSIDADDECASOS>.

Se observa que las zonas de muy alta y alta densidad (en color rojo y naranja) se concentraron en el centro de la ciudad de Cancún, en Playa del Carmen se concentraron en el poniente y centro de la ciudad, mientras que en la ciudad de Chetumal se presentó en el centro, poniente y norte de la ciudad. Las zonas urbanas con muy baja y baja densidad se ubicaron hacia la periferia y sur de las tres ciudades.

Lo anterior hace suponer que la densidad de casos acumulados durante el primer año se concentró al interior de las ciudades, disminuyendo hacia la periferia. Según la Figura 2, la densidad de casos positivos de COVID-19 se encuentran de forma concentrada, pues el mapa no proporciona elementos que permitan plantear una inferencia sobre si los casos se presentaron de forma aleatoria en alguna porción territorial de la ciudad de Cancún.

2.5. Patrones espaciales y factores asociados al COVID-19.

El patrón territorial que se observa en la figura 2, ya ha sido identificado como algo propio debido a la densidad de población. En otras palabras, la densidad de población está directamente relacionada con el COVID-19. Esto significa que los primeros conglomerados territoriales de COVID-19 se identifican en áreas con una alta densidad de población. (Khalifa M. *et al.*, 2021., De Ridder., *et al.*, 2020).

A este respecto, Barr J., (2020), Fang y Wahba (2020) y Florida R., (2020) aceptan la existencia de un vínculo muy estrecho entre la densidad de la población en las ciudades como factor determinante en la transmisión del COVID-19. Los lugares con alta densidad de población urbana parecen estar especialmente en riesgo. Un argumento común es que, la alta densidad de población hace que las ciudades sean más vulnerables a las epidemias debido a la posibilidad de contactos interpersonales frecuentes. (Fang W, Wahba S., 2020).

Las condiciones anteriores se presentan cuando las personas están aglomeradas en hogares multifamiliares, multigeneracionales, en fábricas o en el trabajo de servicio de primera línea en estrecha proximidad física entre sí o con el público, (Florida R., 2020). Así es como, a partir de la densidad, se presenta un patrón de agrupamiento en la parte central de la distribución de los casos, estos se expanden, al mismo tiempo que tiende hacia otras partes de la ciudad. (Rahman, M.R., *et al.*, 2020).

Kwabena Sarfo y Karuppanan consideran que la distribución del COVID-19 es espacialmente agrupada en lugar de aleatoria, influenciada por procesos de migración, lo que repercute en la existencia de concentraciones poblacionales en determinadas partes del territorio. La concentración da lugar a nuevas infecciones en regiones más pobladas y en sus regiones colindantes. Además, las tendencias de la infección pueden estar asociadas con actividades intensas de mercado, de alta densidad, concentración y el constante movimiento de la población. Kwabena Sarfo A., Karuppanan S. (2020).

A nivel de condado, en Estados Unidos, Wong y Li hallaron que la densidad de población es un precursor del comportamiento del COVID-19 dentro del condado y sus vecinos. El grado de separación espacial de las personas depende de su comportamiento, pero en parte está limitado por la densidad de población. (Wong DWS., Li Y. 2020).

Por lo anterior, el comportamiento territorial de la densidad de los casos activos en la ciudad de Cancún se está presentando por la proximidad espacial existente entre casos. Además, según Meyerowitz, “existe evidencia de casos y grupos que indica que la transmisión respiratoria es dominante, siendo la proximidad y la ventilación los determinantes clave del riesgo de transmisión. El papel de la ventilación en la prevención o promoción de la propagación también destaca la importancia de la transmisión respiratoria, por lo que la mala ventilación se ha relacionado con numerosos grupos de transmisión, incluidos los de bares, iglesias y otros lugares.” (Meyerowitz E A, *et al.*, 2021).

Cabe agregar que, las pequeñas reuniones sociales informales en establecimientos cerrados, con poca ventilación y cercanos entre sí, las reuniones familiares y las reuniones de niños y adolescentes, son una fuente potencialmente importante en la transmisión del SARS-CoV-2. (Hobbs CV., *et al.* 2020; Whaley CM., *et al.*, 2021; Jarris J. E., 2020), por lo que, la forma de evitar la transmisión y contagios es mediante el uso constante de máscaras, el distanciamiento social, el aislamiento de las personas infectadas y la cuarentena de quienes están expuestos al virus. (Hobbs C V., *et al.* 2020; Rahman, *et al.*, 2020). Esto apoya el supuesto que, el cumplimiento de los mandatos de distanciamiento social desde el hogar se asoció con la reducción de la propagación del COVID-19. (Gao S., *et al.*,2020).

Reconsiderando la figura 2, al interior de las ciudades del estado se observa una alineación en la distribución de la concentración de los casos positivos. En Cancún, la alineación sigue una patrón suroeste-noreste. En Playa del Carmen la alineación es noroeste sureste y noreste suroeste, mientras que en Chetumal se observa una mayor concentración de casos en el poniente y norte de la ciudad. Esta característica hace suponer que los casos se concentraron sobre y alrededor de las principales vialidades urbanas las que comunican a los principales sectores urbanos de mayor dinamismo comercial y social, además de ser accesos obligados a conjuntos habitacionales multifamiliares y vivienda de interés social.

A este respecto, Goolsbee y Syverson explican que el comportamiento del consumidor durante la pandemia estuvo determinado por sus temores a la infección. El tráfico estuvo muy influenciado por el número de muertes por COVID reportadas en el condado; además, el comportamiento en la movilidad del consumidor mostró un cambio claro de las tiendas más concurridas hacia las tiendas más pequeñas y menos concurridas. (Goolsbee A., Syverson C., 2021).

En China, un conjunto de factores a nivel vecindario fueron identificados por su potencial contribución al riesgo de infección y ser objetivos para la prevención y el manejo de enfermedades. Estos factores son la cantidad de instalaciones públicas que rodean las áreas habitables. Estas instalaciones incluyen gimnasios, restaurantes y parques, ya que los casos de COVID-19 en vecindarios residenciales estuvieron asociados al número y muchos tipos de instalaciones públicas circundantes. (Xurui J., 2020).

En otro estudio, se confirmó que los cierres y otras acciones tuvieron un efecto significativo en la reasignación de visitas de los consumidores de negocios "no esenciales" a "esenciales" y de restaurantes y bares a tiendas de comestibles y otros establecimientos de alimentos. (Goolsbee A., Syverson C., 2021).

Así, el movimiento de las personas, la asistencia a sitios aglomerados, mal ventilados, al incumplimiento de las nuevas normas de salud e higiene y el relajamiento de la campaña de sana distancia segura pudieron ser las principales causas que han concentrado la densidad de casos en sectores urbanos. Esto también puede estar demostrando una parte del razonamiento que Barrios demostró: el distanciamiento social voluntario fue mayor en áreas con mayor capital cívico y entre individuos que exhibían un mayor sentido del deber cívico. Para el autor, esto se debe a determinadas ideologías políticas, nivel de ingresos, edad, educación y otras características a nivel local. En Estados Unidos, en cuanto comenzaron a reabrir, los condados de alto capital cívico mantuvieron un nivel más sostenido de distanciamiento social, mientras que los condados de bajo capital cívico no lo hicieron. (Barrios *et al.*, 2021).

Ello se debe a las diferencias entre sectores poblacionales con la situación económica más favorable y menos favorable. Mientras en algunas zonas urbanas las personas podían refugiarse en el lugar, trabajar de forma remota y recibir alimentación u otras necesidades, en otros coexisten sectores de mayor necesidad, generalmente pobres y densos, que empujan a las personas a las calles, a tiendas y en tránsito concurrido entre sí. Mientras en un lado existe la fuerza laboral que

pueden realizar trabajos remotos, por el otro, se hace frente a la proporción de población trabajadora, trabajadores de primera línea en las tiendas, atención médica, servicios de entrega, abarrotes, entre muchos otros que son particularmente vulnerables al virus. (Florida R., 2020).

De igual forma, las comunidades de minorías étnicas también tienen más probabilidades de estar en desventaja socioeconómica, ya que a menudo viven en familias extendidas que cohabitan un mismo hogar, lo que aumenta potencialmente el riesgo de transmisión del virus. Khunti comenta que las minorías étnicas en el Reino Unido y Estados Unidos enfrentan varias desventajas que incluyen viviendas deficientes, hacinamiento y una mayor probabilidad de ser empleadas en trabajos esenciales mal remunerados. Para este autor y bajo dichas condiciones, el distanciamiento social es más desafiante. (Khunti K. *et al.*, 2020).

Con fundamento en lo anterior, se presume que la población representada en este caso por su población total, la educación de los habitantes observado en el censo por los distintos niveles educativos que determinan o pueden determinar el acceso a información pertinente sobre la situación de la pandemia en el orden local, regional y global; la dimensión laboral o trabajo observable en la población de 12 años y más, la población económicamente activa, ocupada y desocupada, lo cual presupone la necesidad de ciertos sectores al movimiento dentro de la ciudades, y por lo tanto mayor exposición a la enfermedad; el hacinamiento observable en el número de cuartos de que dispone una vivienda y los bienes en las viviendas, dentro de las cuales es de destacar la disponibilidad de tecnologías de la información, presuponen que estos elementos se encuentran agrupados por características similares y al mismo tiempo, estas agrupaciones territoriales pueden explicar parcialmente la distribución territorial de casos de COVID-19 en la ciudad de Cancún, Estado de Quintana Roo.

CAPITULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Descripción de la investigación.

Se llevó a cabo un análisis exploratorio de datos (AEDE) en el programa GEODA, es decir, el índice de Moran e indicadores locales de asociación espacial, los cuales detectan patrones territoriales de asociación espacial. “Este método permite detectar tanto la autocorrelación espacial en forma de agrupamientos espaciales, como la heterogeneidad espacial en la forma de patrones diferenciados de agrupamientos a través del espacio.” (Fuentes C. M., Hernández V. 2015).

La autocorrelación espacial se refiere a la coincidencia de ubicación espacial de valores, (Anselin, 2001). Refleja el grado en que objetos o actividades en una unidad geográfica son similares a otros objetos o actividades en unidades geográficas próximas (Goodchild, 1987). Esto significa que los sucesos que ocurren en una ubicación específica tienen repercusiones sobre sus vecinos directos e incluso sobre otros, aparentemente remotos (Acevedo B. I; Velásquez C. E., 2008). La autocorrelación espacial prueba la Primera Ley Geográfica de Tobler la cual afirma que todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las distantes. (Tobler; 1970).

3.2. Obtención y tratamiento de los datos.

En el análisis se usaron los siguientes conjuntos de datos:

1. Total de casos positivos a COVID-19 registrados de abril de 2020 a abril de 2021 para la ciudad de Cancún por AGEB.
2. Mapa vectorial en formato *shapefile* de las 411 Áreas Geoestadísticas Básicas urbanas de la ciudad de Cancún (AGEB), al cual se le asociaron los casos positivos de COVID-19 al nivel puntual y las variables socio poblacionales del censo de población y vivienda 2020 del INEGI:

Variable	Indicador
Población	
POBTOT	Población total.
Educación	
P15PRI_CO	Población de 15 años y más con primaria completa.
P15SEC_CO	Población de 15 años y más con secundaria completa.
P18YM_PB	Población de 18 años y más con educación posbásica.
Trabajo	
POCUPADA	Población de 12 años y más ocupada.

PDESOCUP Población de 12 años y más desocupada.

Condiciones de la vivienda

VPH_1CUART Viviendas particulares habitadas con un solo cuarto

VPH_2CUART Viviendas particulares habitadas con dos cuartos

VPH_3YMASC Viviendas particulares habitadas con tres cuartos y más

Bienes en la vivienda

VPH_AUTOM Viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil o camioneta

VPH_MOTO Viviendas particulares habitadas que disponen de motocicleta o motoneta

VPH_BICI Viviendas particulares habitadas que disponen de bicicleta como medio de transporte

VPH_SINRTV Viviendas particulares habitadas sin radio ni televisión

VPH_SINLTC Viviendas particulares habitadas sin línea telefónica fija ni teléfono celular

VPH_SINCINT Viviendas particulares habitadas sin computadora ni Internet

Finalmente, los análisis de autocorrelación espacial global y local I de Moran se realizaron en el programa de análisis espacial GEODA disponible en <https://spatial.uchicago.edu/software>

3.3. Descripción de las técnicas de análisis de los datos.

El índice de autocorrelación espacial de Moran (1950) es un coeficiente que mide de forma simultánea la relación espacial existente entre los valores de entidades geográficas y su ubicación. Identifica si las entidades geográficas se encuentran agrupadas, dispersas o aleatorias. Es multidireccional, ya que el patrón identificado dependerá de las características de cada entidad geográfica circundante, y las condiciones de estas últimas dependerán de las condiciones o características de otras. Es similar al coeficiente de correlación de Pearson. Sin embargo, la diferencia entre los dos coeficientes radica en que Pearson calcula solamente la relación numérica de las variables, mientras que Moran calcula el índice a partir de la relación entre variables en otras zonas del mapa. Para I de Moran, los valores del índice o coeficiente dependen de los valores de los vecinos de tal forma que la variabilidad de un punto en el espacio depende de la variabilidad de sus vecinos.

Según el valor obtenido, el coeficiente puede estar entre +1 y -1, donde:

El valor de -1 implica una dispersión perfecta de las entidades geográficas, es decir, altos valores de la variable que adquiere el objeto espacial se encuentran distribuidos de forma dispersa por todo el espacio en análisis, mostrando poca relación entre los objetos.

El valor 0 implica la no autocorrelación, es decir, existe una dispersión aleatoria y no existe relación alguna entre objetos geográficos.

El valor 1 indica agrupación perfecta de valores similares y opuesto a la dispersión, esto es, autocorrelación positiva perfecta (perfecta concentración del valor de la variable de objetos geográficos).

El Índice de Moran para determinar la autocorrelación espacial está dada por:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} z_i z_j}{S_0 \sum_{i=1}^n z_i^2}$$

Donde:

$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j}$ es la suma de las matrices de pesos espaciales o matriz de contigüidad.

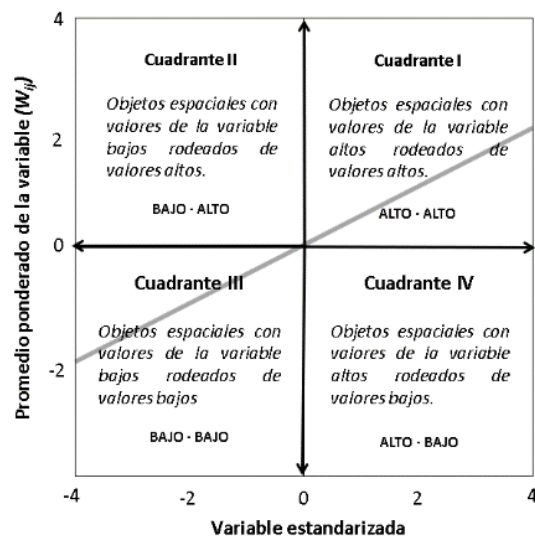
z son desviaciones de la media $(x_i - \bar{x})$, $(x_j - \bar{x})$, donde x_i es el valor de una variable en una unidad espacial y x_j es el valor de la variable en otra localización, es decir, las unidades espaciales vecinas de x_i

Para analizar la autocorrelación se construye una matriz de pesos espaciales. En esta matriz se define la conexión espacial entre elementos espaciales. Cada elemento está conectado con otros vecinos siguiendo un patrón contigüidad tipo *Queen*, *Rook*, *K* vecinos o *K* distancias, esto es, para el primero, la matriz se construye a partir de la vecindad de los elementos que se ubican hacia todas las direcciones, la segunda construye las vecindades a partir de vecinos que se ubican en sentido norte-sur y este-oeste, mientras que las dos últimas construyen la matriz a partir de determinada cantidad de vecinos o a partir de una distancia dada. Para este análisis se decidió emplear la matriz de pesos tipo *Queen* que considera diferentes cantidades de vecinos, es decir, que todos los objetos espaciales empleados (AGEB) están conectados a todas las unidades espaciales vecinas.

3.4. Autocorrelación espacial global.

En este método, los valores del coeficiente I de Moran muestran de forma general el tipo de relación existente entre los objetos geográficos. Un valor positivo indica valores altos rodeados por grupos de valores altos (alto-alto), y valores bajos rodeados por grupos de valores bajos (bajo-bajo). Los valores negativos indican valores bajos rodeados por valores altos (bajo-alto) u objetos geográficos con valores altos están rodeados por objetos geográficos de valores bajos (alto-bajo). Lo anterior define dos tipos de autocorrelación espacial positiva (alto-alto y bajo-bajo) y dos clases de correlación espacial negativa (alto-bajo y bajo-alto) (Anselin, Syabri y Smirnov, 2002).

Gráficamente, la autocorrelación se representa en un diagrama de dispersión donde, sobre un eje cartesiano, se representa la variable analizada “y los valores espacialmente rezagados de dicha variable –entiéndase, el promedio ponderado de los valores que adopta una variable en el subconjunto de observaciones vecinas a una variable dada–. La gráfica se complementa con una recta de regresión cuya pendiente es el valor del I de Moran: mientras mayor sea la inclinación de la recta con respecto al eje de las abscisas (horizontal), mayor será el valor de la autocorrelación espacial y viceversa”. (Fuentes C. M., Hernández V. (2015). Gráfica 3: .



Gráfica 3. Diagrama de dispersión del I de Moran.
Elaboración propia con base en Fuentes C. M., Hernández V. (2015) y el programa Geoda.

3.5. Autocorrelación espacial local.

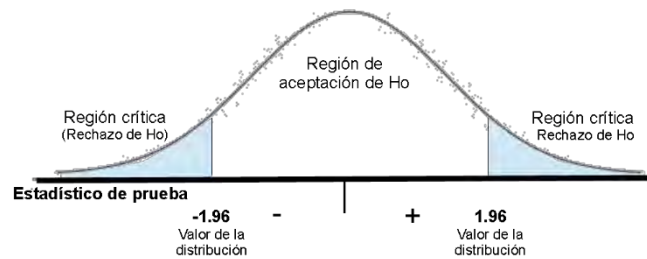
El Índice de Autocorrelación Local de Moran emplea indicadores locales de asociación espacial que muestra donde o como están agrupados los valores de la variable de los objetos espaciales (*clúster* o agrupaciones espaciales). Identifican si la concentración de la variable es más grande en otras áreas vecinas que la determinada en la autocorrelación global. De esta forma, este análisis proporciona un mapa de significancia, un mapa de *clúster* y un diagrama de dispersión donde se observa la distribución de patrones de asociación espacial. Estos indicadores muestran la presencia de un *clúster* (en este caso, una AGEB similar a sus vecinas). Esto se observa en las AGEB que se ubican en el cuadrante I (ALTO-ALTO) y con significancia estadística alta. Por el lado contrario, un valor negativo significa que una AGEB tiene valores diferentes de sus vecinos.

3.6. Prueba de hipótesis.

En esta prueba se espera que la hipótesis nula sea diferente de 0 ($H_0 \neq 0$) y la hipótesis alternativa sea igual a 0 ($H_a = 0$). $H_a = 0$ significa ausencia de un patrón espacial. Por lo general, la H_a representa la pregunta o el planteamiento que pretende probarse, de ahí la importancia de su comprobación, por lo que, la finalidad de esta prueba a través del estadístico de prueba es rechazar H_0 si el valor se encuentra en la región crítica. Si esto no es así, H_0 no se rechaza. Esto significa que la disposición de agrupaciones de valores de la variable confirma una estructura espacial y no es aleatoria. Entonces, si $H_0 = 0$ no existe correlación espacial, mientras que si $H_a \neq 0$ existe correlación espacial.

Para comprobar la hipótesis, Geoda permite realizar un estadístico de prueba mediante un proceso de aleatorización a un determinado número de permutaciones (revolver datos y mostrarlos de forma aleatoria). En el gráfico producto de realizar esta aleatorización se observa que *p-value* corresponde al nivel de significancia o máximo de error tolerado. Para el caso de este análisis, el valor *p* asumido es de 5% y un nivel de confianza de 95%, es decir, $\alpha = 1 - 0.95$ o $\alpha = 0.05$, por lo que, en la comprobación de hipótesis, se espera un *p-value* menor de 0.05. Aquellos *p-value* de 0.001 resultantes corresponde a un nivel de significancia de 1% o nivel de confianza de 99%. Por su parte, *z-value* corresponde al valor de la distribución resultante del estadístico de prueba a un 95% de confianza o 5% de significancia, esto es, los *z-value* para este análisis deberán ser superiores a

1.96 o menores a -1.96. Para ilustrar *z-value* se recurre a la prueba de dos colas, del tipo H_a , distinta de 0, donde, se espera, que la autocorrelación sea distinta de 0 y la H_0 igual a 0. Ver Gráfica 4.



Gráfica 4. Representación del estadístico de prueba de hipótesis.
FUENTE: Elaboración propia.

Entonces, a partir del estadístico de prueba calculado, se rechaza H_0 si *z-value* se encuentra en la región crítica. Adicionalmente, si a mayor número de permutaciones aplicadas, los valores *z* siguen apareciendo muy cercanos entre ellos se comprueba la existencia de estructuras espaciales. Si en la prueba *z* el valor es positivo, los valores altos de la variable están espacialmente agrupados de alguna forma. Para un valor *z* negativo los datos están agrupados de un modo en que se encuentran en competencia, esto es, valores de la variable altos rechazan valores altos y, valores negativos a otros negativos.

3.7. Alcances y limitaciones.

Se desconoce si los datos empleados en este análisis corresponden a la totalidad de los casos presentados durante el periodo en análisis o si sólo corresponde a una muestra de la totalidad. Por esto, los resultados obtenidos se pueden corroborar mediante la realización de análisis territoriales complementarios e identificar la posibilidad de nuevos patrones o agrupaciones territoriales.

Se desconocen los registrados de la enfermedad en las instancias de salud privada. Se tiene conocimiento que, a más de un año de la pandemia, la carencia de pruebas para la detección de la enfermedad en las instancias de salud pública, obligaron a los ciudadanos a asistir a instituciones de salud privada. El mismo caso sucede con los casos positivos que no fueron reportados a los sistemas de salud pública y privada. Una estimación de la Secretaria de Salud del gobierno federal aseguró que los registros representaban el 10% de los casos totales de la enfermedad.

Los datos empleados asociados a la AGEB para el periodo analizado resultaron con coeficientes significativamente positivos, es decir, mayores de 0.1 y menores de 0.5, lo que indica que fueron adecuados para la detección de agrupaciones espaciales.

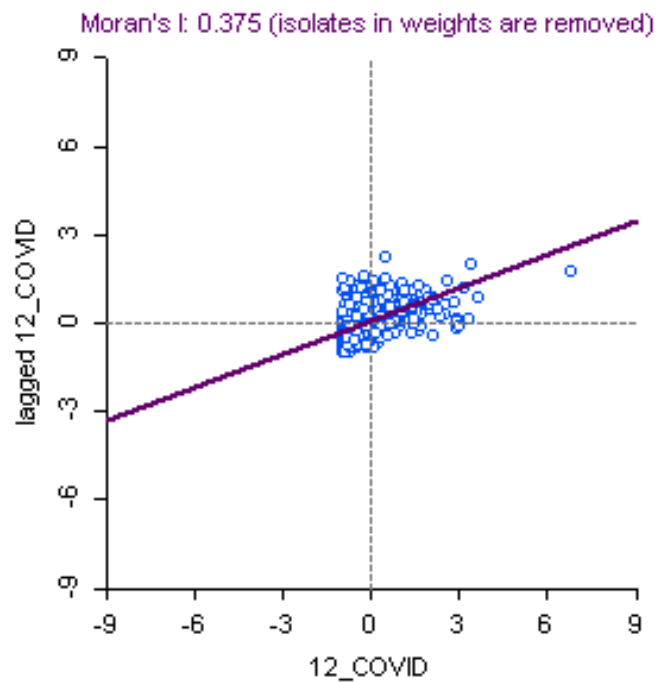
El análisis resalta dos agrupaciones espaciales, uno general y otro detallado. I Global de Moran detecta solo si en el conjunto de datos se encuentran agrupaciones espaciales. Por su parte, I Local de Moran focaliza las agrupaciones en el espacio urbano.

El análisis muestra las agrupaciones espaciales para un tiempo y espacio determinado, por lo que no es dinámico en el tiempo. Mientras los casos activos pueden irse acumulando con el paso del tiempo, no así sucede con los datos de las variables censales. Por esto, el análisis de las variables que explican la distribución de la enfermedad estaría sesgado al año 2020.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Autocorrelación Global de Moran para el total de casos positivos de COVID-19.

Se observa que los casos totales de COVID-19 por AGEB a 12 meses presentaron un coeficiente global de 0.375. Al aplicar el proceso de aleatorización el *p-value* resultó en 0.001 y *z-value* de 11.129. Ver Gráfica 5.



Gráfica 5. Dispersión de Moran para los casos totales de COVID-19 registrados a 12 meses de la pandemia, por AGEB.
FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP.

Los valores resultantes de este primer análisis reflejan que el patrón de asociación de los casos positivos de COVID-19 es estadísticamente significativo y tiende a estar agrupado en el espacio. De acuerdo con esta evidencia, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa, es decir, los registros de la enfermedad no se distribuyen aleatoriamente en el espacio urbano, ya que existe autocorrelación espacial de la variable.

Considerando que, cuando el valor del coeficiente I se acerca a 0 este tiende hacia la aleatoriedad, en la gráfica 5 se observa que dicho valor (I) es de 0.375, es decir, los valores tienden a la agrupación, por lo que territorialmente se espera encontrar al interior de la ciudad agrupaciones de AGEB con valores similares.

La ubicación de las agrupaciones de AGEB con determinado número de casos positivos de la enfermedad está relacionada con alguna de las variables descritas con anterioridad. Los fenómenos identificados como la movilidad interior en la ciudad, las aglomeraciones y, en general, el incumplimiento de las normas de sana distancia o confinamiento social, son probables precursores de este comportamiento. A continuación, se presenta el Índice de Autocorrelación Global de Moran entre la variable casos totales de Covid-19 y su relación con cada una de las variables socio poblacionales empleadas en este análisis para confirmar lo anterior.

4.2. Autocorrelación Global de Moran por variable.

Los resultados obtenidos para el I Global de Moran de cada variable fueron los siguientes:

Tabla 1. Índice Global de Moran por variable de la ciudad de Cancún.

VARIABLE	I	p	z
POBTOT	0.409	0.001	11.678
P15PRI_CO	0.539	0.001	15.726
P15SEC_CO	0.502	0.001	14.610
P18YM_PB	0.361	0.001	10.375
POCUPADA	0.406	0.001	11.660
VPH_1CUART	0.472	0.001	13.926
VPH_3YMASC	0.346	0.001	9.597
VPH_AUTOM	0.383	0.001	11.279
VPH_MOTO	0.370	0.001	10.663
VPH_BICI	0.443	0.001	13.117
VPH_SINRTV	0.392	0.001	11.765
VPH_SINLTC	0.377	0.001	10.941
VPH_SINCINT	0.512	0.001	15.755

FUENTE: Elaboración propia con datos del Censo 2020 del INEGI.

Como se observa en la tabla 1, todos los valores resultantes de I de Moran (I) fueron positivos, siendo el valor máximo el correspondiente a la variable P15PRI_CO (Población de 15 años y más con primaria completa) con 0.539, mientras que el valor mínimo se presentó en 0.346 correspondiente a la variable VPH_3YMASC (Viviendas particulares habitadas con 3 y más cuartos). En términos generales, las variables muestran valores positivos tendientes a la agrupación. Para la comprobación de hipótesis, los valores p para todas las variables fueron de 0.001 y los valores z fueron muy superiores a 1.96, ubicándose lejanamente de dicho valor en la región crítica del estadístico de prueba de hipótesis.

De esta manera, los patrones de asociación espacial de las variables en la ciudad de Cancún son estadísticamente significativos y tienden a estar agrupados en el espacio. De acuerdo con esta evidencia estadística, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa, es decir, se descarta que la distribución espacial de las variables socio poblacionales empleadas no se encuentran de forma aleatoria en el espacio urbano, sino que, al existir autocorrelación espacial de las variables, estas se encuentran tendiendo a la agrupación espacial.

Los fundamentos estadísticos anteriores permiten destacar algunas de las siguientes agrupaciones espaciales:

- a) Las agrupaciones con mayor valor de I de Moran (I) de las variables empleadas en este análisis fueron población de 15 años y más con primaria completa, viviendas particulares habitadas sin computadora e internet y la población de 15 años y más con secundaria terminada, con valores I de 0.54, 0.51 y 0.50 respectivamente.
- b) Las agrupaciones con valores I de Moran (I) mayor de 0.4 y menor de 0.5 fueron de las variables viviendas particulares con un cuarto (I=0.47), viviendas particulares que cuentan con bicicleta (I=0.44), población total (I=0.41) y población ocupada (I=0.41).
- c) Las agrupaciones con valores I de Moran (I) mayor de 0.3 y menor de 0.4 fueron viviendas particulares habitadas sin radio ni televisión con I=0.39, viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil (I=0.38), viviendas particulares habitadas sin línea telefónica fija ni teléfono celular con I=0.38), viviendas particulares habitadas que cuentan con motocicleta con I=0.37, población de 18 años y más con educación posbásica con I=0.36 y viviendas particulares habitadas que disponen de 3 y más cuartos con I=0.35.

Los resultados anteriores permiten plantear la posibilidad de que las características sociales de las AGEB descritas en la ciudad de Cancún, indudablemente se encuentran agrupadas espacialmente. Cabe ahora demostrar si se rechaza o acepta la hipótesis nula cuando estas variables se relacionan con el número de casos totales de COVID-19 en cada una de las AGEB en la ciudad de Cancún.

4.3. Índice Global de Moran del total de casos de COVID-19 relacionado con variables socioeconómicas por AGEB a 12 meses de la pandemia.

A partir del análisis bivalente Global I de Moran se obtuvieron los siguientes resultados:

De la relación entre los casos totales de COVID-19 por AGEB con cada una de las variables socio poblacionales, resultó que los valores I de Moran todos fueron positivos, siendo mayores de 0.1 y menores de 0.4. Para la comprobación de hipótesis, los valores p para todas las variables fueron mayormente de 0.001, salvo el caso de la relación sin computadora ni internet los cuales incrementaron ligeramente. Este incremento no afecta en el hecho de que se encuentren formando agrupaciones espaciales.

Por su parte, los z -value fueron superiores a 1.96, ubicándose lejanamente de dicho valor en la región crítica del estadístico de prueba de hipótesis, salvo el caso de la variable viviendas particulares sin computadora ni internet cuyo valor estuvo en 3.903, es decir, más cercano a la región de aceptación de la H_0 . Sin embargo, cabe señalar que mientras algunos de los dos valores p o z cumplan con la regla, puede indicar una agrupación espacial.

De acuerdo con esta evidencia estadística, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa, es decir, se descarta que los casos COVID-19 relacionadas con cada una de las variables socio poblacionales empleadas se encuentran de forma aleatoria en el espacio urbano, sino que, al existir autocorrelación espacial de las variables, estas se encuentran tendiendo a la agrupación espacial. Ver tabla 2.

Los fundamentos estadísticos anteriores permiten destacar algunas de las siguientes principales agrupaciones espaciales:

- a) Como se observa en la tabla 2, el valor máximo de la relación corresponde a la variable viviendas particulares que cuentan con bicicleta ($I=0.335$), le sigue la población de 18 años y más con educación posbásica ($I=0.333$), población ocupada ($I=0.322$) y la relación con la variable población viviendas particulares habitadas que cuentan con automóvil ($I=0.303$).
- b) Las agrupaciones que resultaron con valores I de Moran mayor de 0.2 y menor de 0.3 fueron de la relación con población total de la AGEB (0.297), viviendas particulares con 3 y más cuartos (0.286), viviendas particulares habitadas que disponen de motocicleta

(0.286). población de 15 años y más con primaria completa (0.253) y población de 15 años y más con secundaria completa (0.24).

- c) Las agrupaciones con valores I de Moran mayor de 0.1 y menor de 0.2 fueron las viviendas particulares habitadas sin radio ni TV (0.183), viviendas particulares habitadas con línea telefónica ni teléfono celular (0.178), viviendas particulares con un cuarto (0.173) y viviendas particulares habitadas sin computadora ni internet (0.109).

Tabla 2. Índice Global de Moran a 12 meses de la pandemia en la ciudad de Cancún.

VARIABLE	12 MESES		
	I	p	z
POBTOT	0.297	0.001	9.337
P15PRI_CO	0.253	0.001	8.837
P15SEC_CO	0.240	0.001	7.995
P18YM_PB	0.333	0.001	10.377
POCUPADA	0.322	0.001	10.056
VPH_ICUART	0.173	0.001	6.646
VPH_3YMASC	0.286	0.001	9.170
VPH_AUTOM	0.303	0.001	9.959
VPH_MOTO	0.286	0.001	9.088
VPH_BICI	0.335	0.001	11.028
VPH_SINRTV	0.183	0.001	6.682
VPH_SINLTC	0.178	0.001	6.432
VPH_SINCINT	0.109	0.002	3.903

FUENTE: Elaboración propia con datos del Censo 2020 del INEGI.

Los resultados anteriores permiten plantear que los casos positivos de Covid-19 están mayormente relacionados con AGEB que cuentan con la mayor cantidad de viviendas particulares con bicicleta y automóvil o camioneta como medio de transporte. Al mismo tiempo, los casos positivos están relacionados con la población de 18 años y más con educación posbásica y la población total ocupada de la AGEB. Esto indica que la presencia del COVID-19 en la ciudad de Cancún tuvo más relación con variables que indican necesidad de movilidad de la población, educación posbásica y población ocupada, lo cual atañe a aquella población que, durante el primer año de la pandemia, tuvo que transportarse al trabajo tanto en bicicleta como en auto, y, al ser la población con nivel educativo más elevado, pudo tratarse de la población que dependía de las actividades primordiales o de primera línea.

Posterior a los valores globales más elevados, le siguen valores de entre 0.2 y 0.3. De mayor a menor valor de I de Moran muestran que, después de las viviendas con medios de transporte,

educación y población ocupada, la población total es la siguiente relación que indica aglomeración social, más no hacinamiento, toda vez que el hacinamiento indicado con la variable VPH_1CUART está en el lugar 12 de la relación. Aunque esto no niega la relación positiva y la existencia de agrupaciones espaciales respecto al hacinamiento, suele ser menos significativo estadísticamente, lo cual indica que sus agrupaciones espaciales pueden ser menores.

Un elemento de análisis adicional lo brinda las viviendas particulares habitadas con 3 y más cuartos, pues esta concreta la posibilidad que el sector social más expuesto a la pandemia en este primer año fue la población trabajadora que contaba con vehículos y o bicicleta para moverse.

Otro indicador que mostró la necesidad de movimiento de la población fue aquella que se movió en motocicleta y la relación casos activos con mayor población ocupada. Ambas relaciones permiten aseverar que el movimiento de estos grupos sociales fue por razones laborales.

No se descarta la posibilidad de que esta movilidad de la población pudo ser también debida no solo al trabajo, sino también a la búsqueda de bienes y servicios de primera necesidad. Como se vio en la sección correspondiente, los establecimientos catalogados como primordiales siguieron en funcionamiento durante la pandemia.

Finalmente se observa que los I Globales más bajos corresponden a las características de la vivienda en cuanto a bienes, viviendas sin radio y TV, viviendas sin línea telefónica ni teléfono celular, viviendas con un cuarto y viviendas sin computadora ni internet. Cabe destacar que, aunque el coeficiente resultó menor, esto no significa que su relación es menor, ya que al ser positivo y tener un I mayor de 0 indica la existencia de una agrupación de la relación o la variable en el espacio urbano de la ciudad.

4.4. Autocorrelación Local de Moran para casos positivos de COVID-19 a 12 meses por AGEB.

Como primer resultado de este análisis se obtuvo el mapa del Índice Local de Moran de los casos positivos de COVID-19 por AGEB. Este primer resultado se muestra en la figura 3, donde se aprecian las agrupaciones o clúster a 12 meses de la pandemia.

El mapa muestra el resultado del análisis en cinco colores diferentes. En color gris se aprecia el grupo o agrupaciones de AGEB que no tuvieron significancia estadística. En color rojo se muestran los grupos de AGEB Alto-Alto, es decir, aquellas donde la significancia estadística fue mayor. Estos grupos de AGEB se ubicaron en el cuadrante I del diagrama de dispersión I de Moran. El color azul intenso representa a los grupos de AGEB con valores cuya significancia estadística está ubicada en el cuadrante III Bajo-Bajo. El color azul bajo representa a los valores Bajo – Alto que se ubican en el cuadrante II y, finalmente, el color rojo claro representa aquellos grupos de AGEB localizados en el cuadrante IV Alto-Bajo del mismo diagrama.

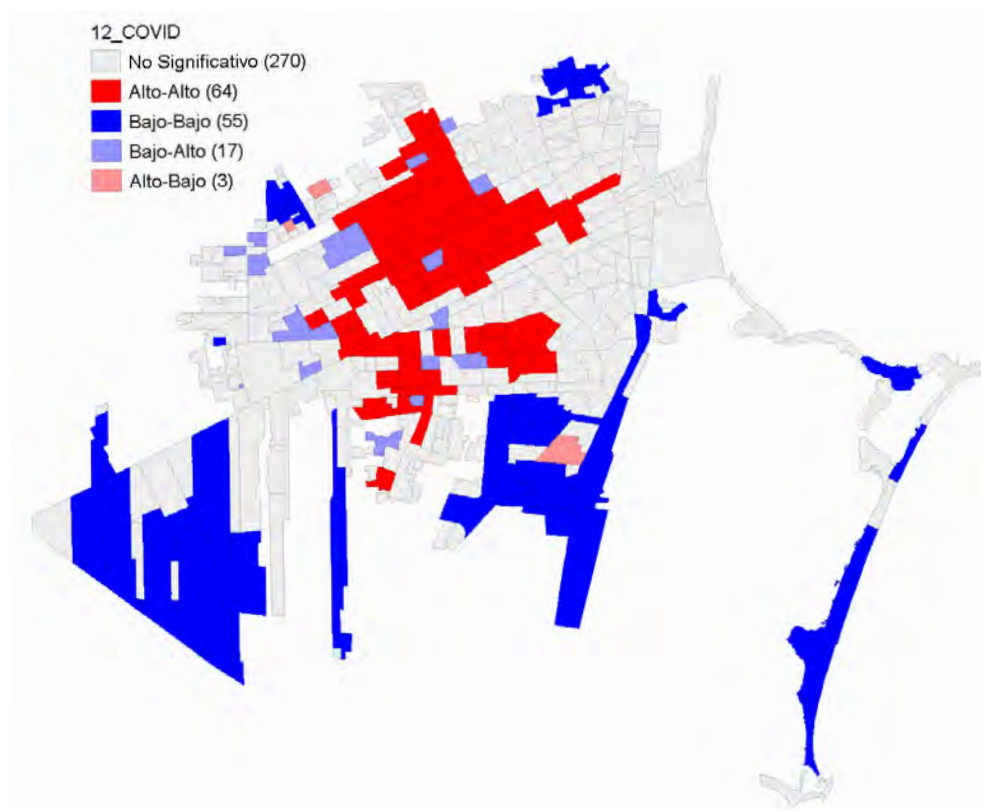


Figura 3. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 registrados a 12 meses, por AGEB en la ciudad de Cancún.

FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP.

Como se observa en la figura 3, estas agrupaciones indican diferentes características de la concentración de casos registrados como positivos por AGEB. Se aprecia, en primer lugar, que las AGEB dentro del grupo No significativo es el más numeroso al tener un total de 270 AGEB y se distribuye generalmente hacia el centro, norte, poniente y sur de la ciudad de Cancún. Por su parte, los grupos Alto-Alto o AGEB con altos valores de casos positivos rodeados de AGEB con la

misma condición se ubicaron en el centro-norte y centro-sur de la ciudad de Cancún. Los grupos de AGEB Bajo-Bajo o AGEB con bajos casos de COVID-19 rodeados de la misma cantidad de casos tendieron a ubicarse hacia el norte, y sur de la localidad. Por su parte, los grupos Bajo-Alto y Alto-Bajo tendieron a localizarse en muy pocas agrupaciones de AGEB por alrededor de los grupos más significativos Alto-Alto y Bajo-Bajo, lo cual indica que estas AGEB están espacialmente influenciadas por los valores de dichas agrupaciones.

En resumen, este resultado señala que, los grupos de AGEB con mayor número de registros de COVID-19 positivos tendieron a ubicarse en el centro-norte y centro sur, mientras que los grupos de AGEB con menor número de casos tendió a ubicarse en el norte, nor-poniente y sur de la ciudad de Cancún.

4.5. Autocorrelación Local de Moran entre casos positivos COVID-19 y variables socioeconómicas por AGEB.

El análisis bivariado Local de Moran para cada una de las variables trajo los siguientes resultados:

4.5.1. Relación entre casos positivos COVID-19 y población total.

Como se observa en la figura 4, las agrupaciones de las AGEB No significativas son las más numerosas al agrupar un total de 294; se concentraron en el norte, centro y sur poniente de la ciudad. Las AGEB de los grupos Alto-Alto, es decir, AGEB con altos valores de casos positivos rodeados de AGEB con altos valores de población total tendieron a concentrarse hacia el nor-poniente y poniente de la ciudad agrupando a un total de 39 AGEB.

Las agrupaciones Bajo-Bajo con 53 AGEB se ubicaron hacia el este, centro-este, y sur de la ciudad, siendo que los grupos Bajo-Alto con 18 AGEB y el grupo Alto-Bajo con 5 AGEB, se ubicaron entre los grupos Alto-Alto y Bajo-Bajo, evidentemente influenciados por los valores de estas agrupaciones. Ver figura 4.

De las cinco agrupaciones que el mapa muestra, se puede asegurar que el mayor número de casos de COVID-19 relacionados con la población total se agrupó en el poniente y norte de la ciudad, justo donde se encuentran las AGEB más pobladas de la ciudad. Por su parte, las agrupaciones Bajo-Bajo, donde la relación bajos casos positivos de COVID-19 con baja cantidad de población

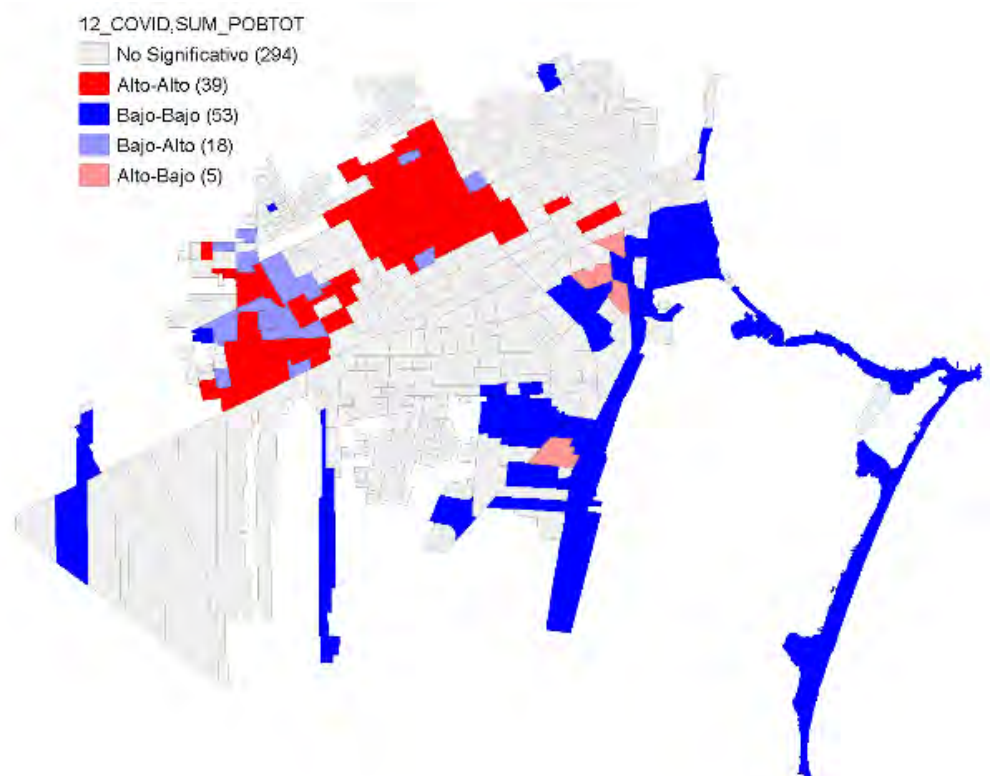


Figura 4. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con la población total por AGEB en la ciudad de Cancún.

FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

es muy evidente hacia el sur y oriente de la ciudad donde se localizan las áreas habitacionales de los sectores sociales más favorecidos por su situación económica. Con base en estas evidencias, se demuestra que en la ciudad de Cancún existe una relación directa entre el número de casos COVID-19 positivos con la población total de la AGEB, y se manifiesta en forma de agrupaciones espaciales que tendieron a localizarse hacia el norte, poniente, oriente y sur de la ciudad de Cancún.

4.5.2. Relación entre casos positivos COVID-19 y población de 15 años y más con primaria completa (P15PRI_CO).

Se observan 244 AGEB que resultaron estadísticamente No significativos y su distribución se identifica hacia el centro y periferia urbana, mientras que las AGEB del grupo Alto-Alto se concentran en el norte y poniente de la ciudad. Este grupo cuenta con 64 AGEB en dos grupos que coincide espacialmente con una diagonal este-oeste que separa el centro de la ciudad de Cancún

de la zona norte. Se observan dos grupos de AGEB relacionados positivamente donde altos valores de la variable casos positivos de COVID-19 se relacionan con AGEB que cuentan con altos valores de la variable población de 15 años y más con primaria completa. Ver figura 5.

Además, alrededor de este primer grupo, se encuentra asociado el grupo de AGEB Bajo-Alto, es decir, AGEB con bajos casos de la enfermedad, pero altos valores de población de 15 años y más con primaria completa, lo cual indica que el grupo Alto-Alto funge como centro dispersor de la enfermedad, de tal forma que los casos de la enfermedad disminuyen del centro hacia el exterior, aunque la variable socio poblacional tenga valores altos.

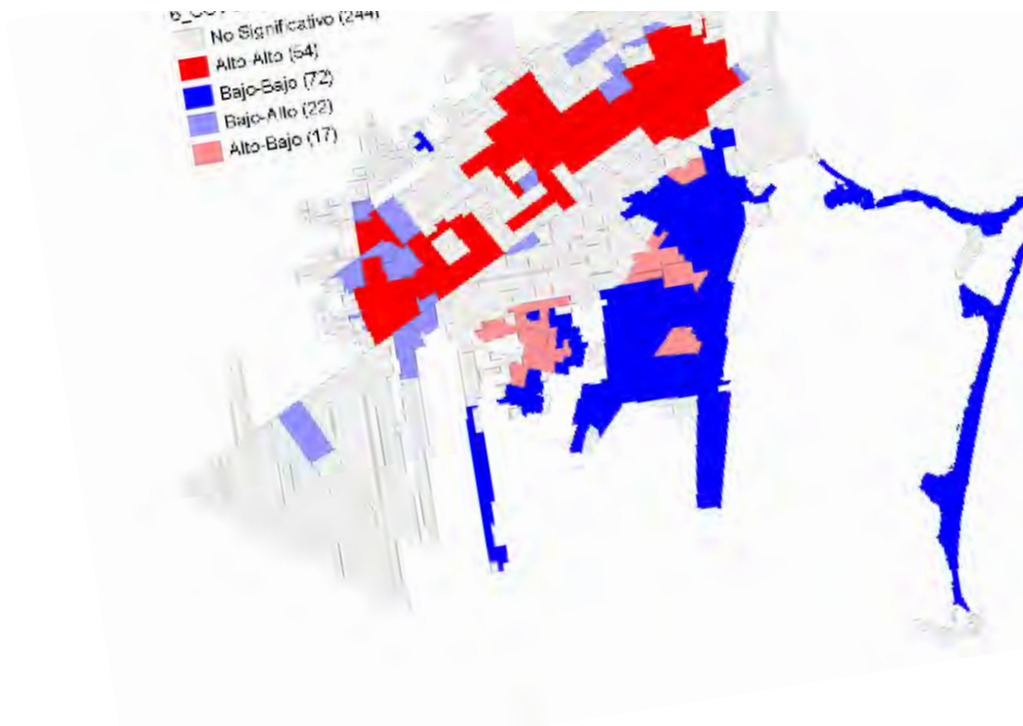


Figura 5. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con la población de 15 años y más con primaria completa por AGEB en la ciudad de Cancún.
FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

Una agrupación más es la correspondiente a las AGEB Bajo-Bajo, es decir, bajos casos de la enfermedad relacionados con bajos valores de la variable P15_PRICO la cual tendió a ubicarse hacia el sur y oriente de la ciudad, coincidiendo con las AGEB con menor cantidad de población y condiciones socio poblacionales muy distintas a las existentes en el norte de la ciudad. Por lo general, en esta zona urbana, existen los grupos poblacionales con mayores ventajas económicas, urbanas y sociales de esta ciudad.

Cabe señalar que, por alrededor de esta agrupación, se ubicaron las agrupaciones Alto-bajo con 17 AGEB, lo cual, nuevamente confirma la influencia de esta última como centro de propagación de la enfermedad hacia los grupos Bajo-Bajo.

4.5.3. Relación entre casos positivos COVID-19 y población de 15 años y más con secundaria completa (P15SEC_CO).

Como se observa en la figura 6, la agrupación con mayor cantidad de AGEB es de 265 unidades espaciales y muy similar a la correspondiente con la población de 15 años y más con primaria completa. Esta agrupación se distribuyó en el centro y la periferia de la ciudad. Las dos agrupaciones identificadas Alto-Alto presentaron un número de unidades espaciales o AGEB de 33, lo cual es indicador de que la relación COVID-19 con el grado educativo se redujo.

Por su parte, las agrupaciones de AGEB Bajo-Alto manifiestan un patrón muy cercano a las agrupaciones Alto-Alto, es decir, mientras Alto-Alto agrupa valores altos de ambas variables, Bajo-Alto son grupos de AGEB con bajos casos de la enfermedad relacionados con altos valores población con secundaria terminada.

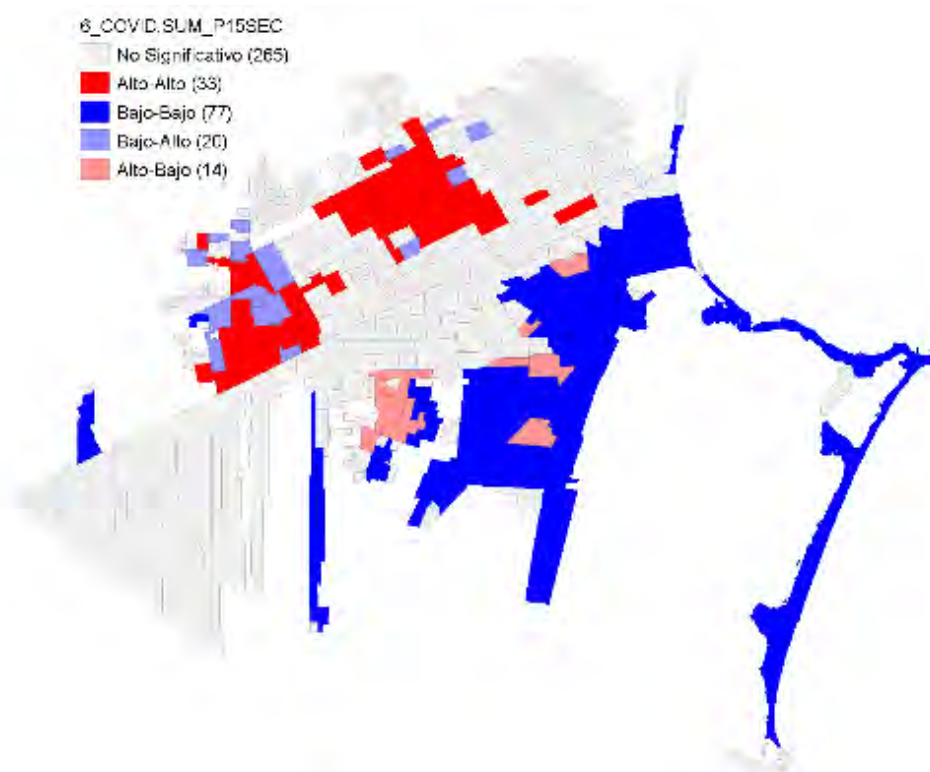


Figura 6. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con la población de 15 años y más con secundaria completa por AGEB en la ciudad de Cancún.
FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

Las agrupaciones Bajo-Bajo y Alto-Bajo muestran un patrón espacial observado con la variable población de 15 años y más con primaria completa. La relación Alto-Bajo tiene influencia espacial con la relación Bajo-Bajo y ambas se siguen ubicando hacia el sur y oriente de la zona urbana de Cancún, todo lo cual significa que en ella es donde menor cantidad de casos de la enfermedad se relacionan con menor cantidad de población mayor de 15 años con primaria y secundaria completa.

4.5.4. Relación entre casos positivos COVID-19 y población de 18 años y más con educación posbásica (P18YM_PB).

El análisis de esta variable resultó en que los grupos Alto-Alto tendieron a concentrarse hacia el centro, norte y sur de la ciudad, con el grupo de las AGEB Bajo-Alto muy cercanos entre ellos. El agrupamiento Alto-Alto indica que un número elevado de casos se concentró en áreas urbanas donde la población tuvo mayormente educación posbásica.

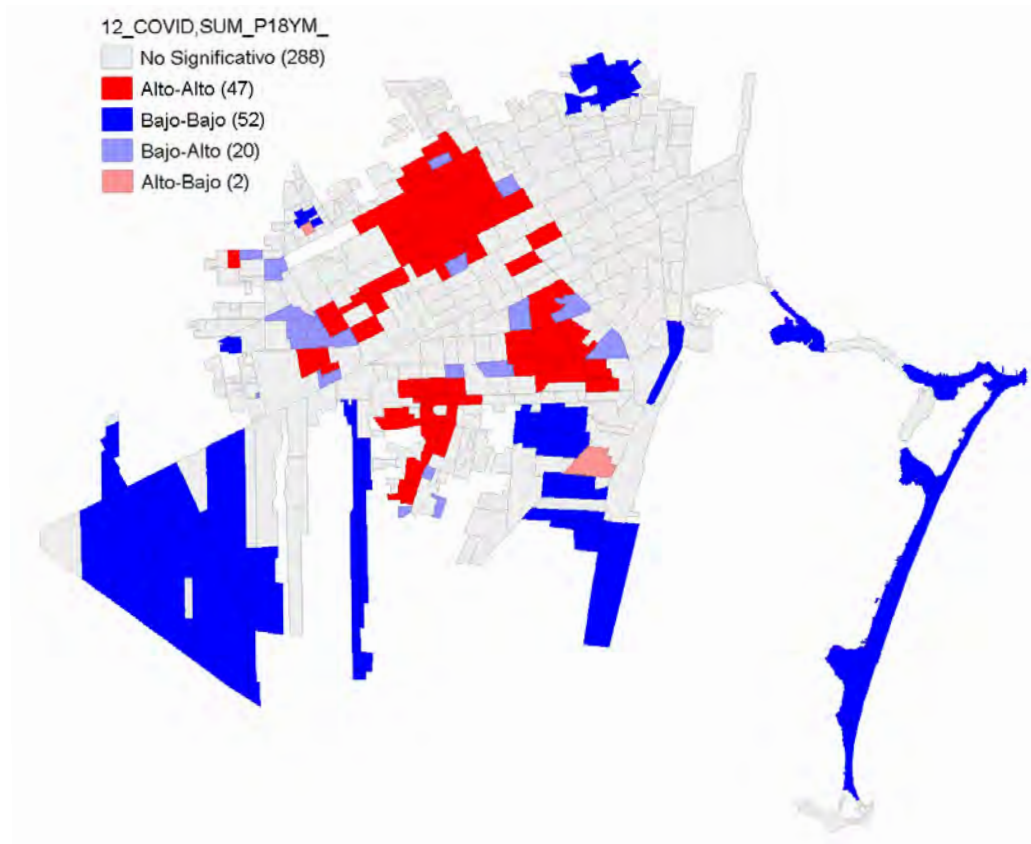


Figura 7. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con la población de 18 años y más con educación posbásica, por AGEB en la ciudad de Cancún.

FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

En el caso del grupo Bajo-Bajo, las agrupaciones con bajo número de casos COVID-19 y bajos valores de la variable se ubican en forma dispersa por la ciudad. Sin embargo, se aprecia que, por lo general, la relación Bajo-Bajo se ubica en la zona sur, sur poniente y sur oriente de la ciudad. Esto significa que el menor número de casos de la enfermedad se relacionó con menor número de población de 18 años y más con educación posbásica. Ver Figura 7.

4.5.5. Relación entre casos positivos COVID-19 y población de 12 años y más ocupada. (POCUPADA)

Los patrones espaciales de las agrupaciones identificadas de esta variable muestran que, las AGEB que resultaron no tener significancia estadística se encuentran en una disposición que va del centro hacia la periferia, mientras que las agrupaciones Alto-Alto se disponen espacialmente en el norte y poniente de la ciudad, y las agrupaciones Bajo-Bajo tienden hacia el sur y oriente. Ver figura 8.

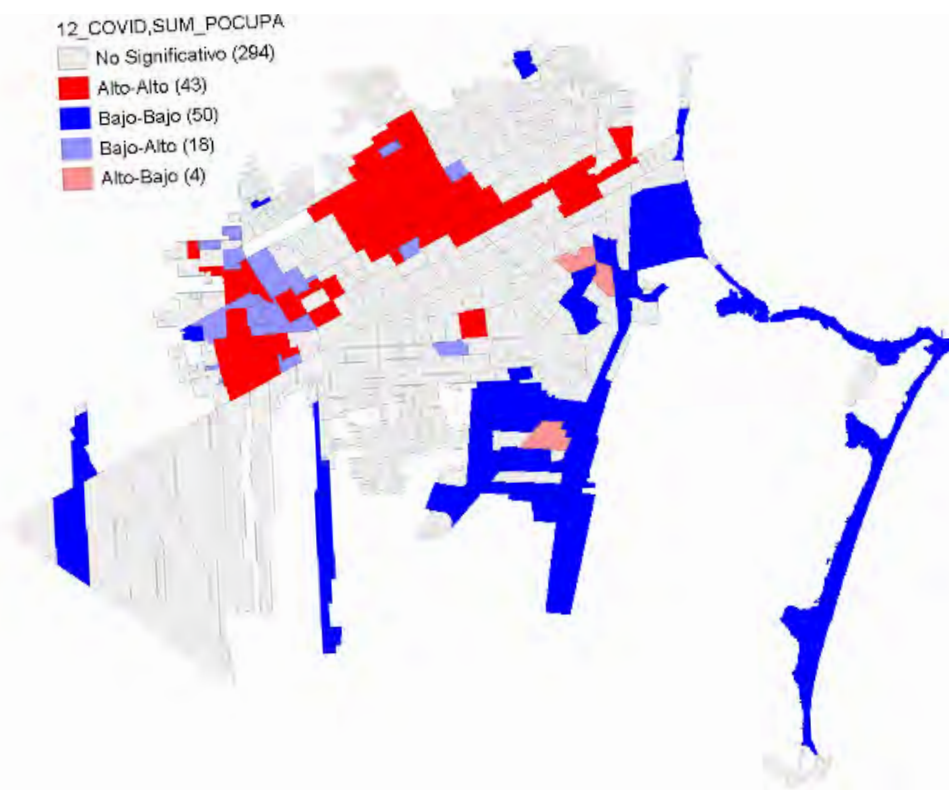


Figura 8. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con la población de 12 años y más ocupada por AGEB en la ciudad de Cancún.

FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

Cabe destacar que, en esta variable, los grupos Bajo-Alto tendieron a concentrarse nuevamente por alrededor de los grupos Alto-Alto, mientras que solo 4 AGEB se dispusieron como vecinos de los grupos Bajo-Bajo. Este número relativamente bajo de AGEB con significancia Bajo-Alto y

Alto-Bajo, significa que los más altos niveles de significancia estadística se concentraron en los grupos Alto-Alto y Bajo-Bajo. Esta disposición de la significancia estadística es sinónimo de la ubicación de los grupos más y menos favorecidos durante la pandemia, esto es, la ubicación de la agrupación Bajo-Bajo, bajos casos de COVID-19 con menos población de 12 años y más ocupada, es característica de la zona con mayores ventajas y posibilidades económicas durante la pandemia en la ciudad, mientras que las agrupaciones Alto-Alto se concentraron en las zonas con mayor cantidad de población trabajadora.

4.5.6. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares habitadas con 1 cuarto. (VPH-1C).

Como se aprecia en la figura 9 y a diferencia de las características poblacionales y educativas en las que, mayormente, se muestran significancias altas y bajas en la zona centro, norte, poniente y sur de la ciudad, los nuevos resultados de las condiciones de la vivienda muestran relaciones diferentes a las variables anteriores. Ver figura 9.

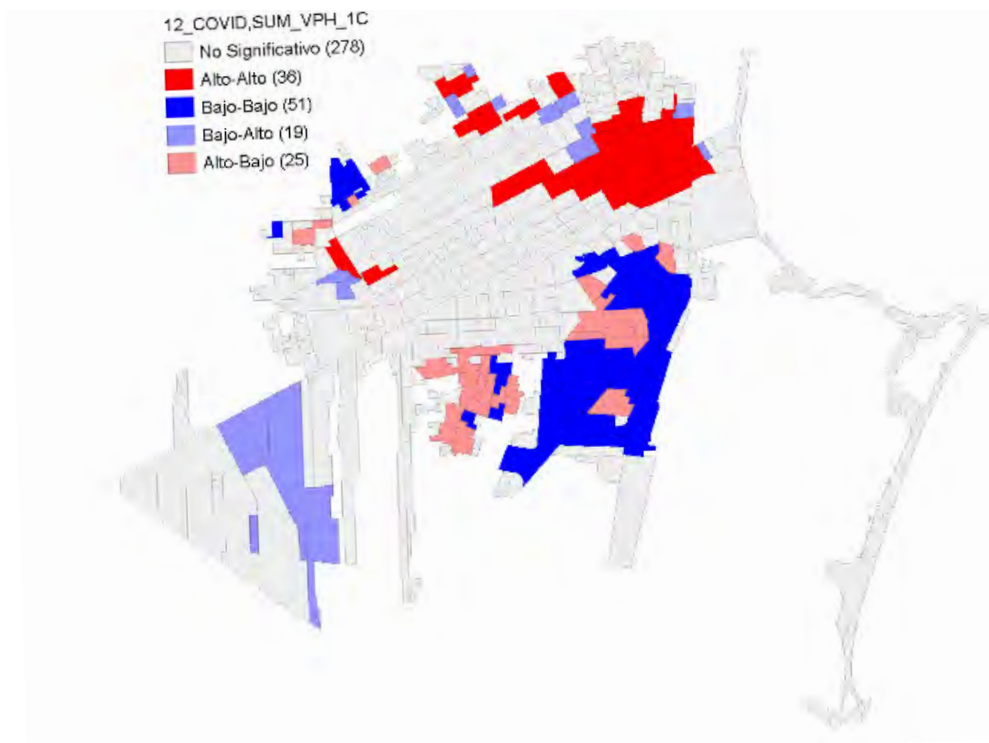


Figura 9. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas con 1 cuarto por AGEB en la ciudad de Cancún.

FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

En la agrupación de significancia Alto-Alto, las AGEB con un número mayor de casos positivos COVID-19 están rodeadas de AGEB con altos valores de viviendas particulares habitadas que cuentan con un solo cuarto. Esta característica proporciona un indicador de que, es en estas AGEB donde se encuentran mayormente viviendas con hacinamiento de tal manera que, además, por esta característica, esta significancia puede estar indicando condiciones económicas en desventaja respecto de las zonas sur y oriente de la ciudad.

Esta aseveración se aprecia en la disposición del grupo Bajo-Bajo, donde grupos de AGEB con bajo número de casos de la enfermedad se encuentran rodeadas de AGEB con bajo número de viviendas particulares habitadas con solo 1 cuarto ubicadas en la zona sur y oriente de la ciudad, justo donde se ubican los sectores sociales más favorecidos de la ciudad. En la figura 9 se aprecia que el grupo Bajo-Bajo se encuentra rodeado del grupo Alto-Bajo, es decir, un alto número de casos de la enfermedad se encuentran rodeados de bajos números de viviendas con 1 solo cuarto.

4.5.7. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares habitadas con 3 o más cuartos. (VPH-3YMASC).

En la figura 10 se aprecia la ubicación de los grupos con significancia estadística Alto-Alto en el centro, centro-norte y poniente, mientras que los grupos Bajo-Bajo se emplazan en la zona sur, oriente y norte de la ciudad. Por su parte, las agrupaciones Bajo-Alto se mantienen con el mismo comportamiento, es decir, están por alrededor de las agrupaciones Alto-Alto y solo unas pocas se encuentran rodeadas de grupos Bajo-Bajo.

La disposición de los casos positivos relacionadas con las viviendas con 3 o más cuartos, es relativamente más dispersa que si se compara con el modelo que muestra las relaciones con las viviendas que cuentan con un solo cuarto. Esto indica la posibilidad de que las condiciones de la vivienda también fue un precursor de la distribución de la enfermedad, ya que, mientras el mapa de 1 solo cuarto mostró un agrupamiento más sólido y regular hacia el nor-oriente y norte de la ciudad, la relación Alto-Alto de este modelo resultó en un total de 43 AGEB, evidentemente, un modelo más disgregado en otras zonas de la ciudad, todo lo cual indica que el número de viviendas con 3 o más cuartos se encuentra dispersa en las AGEB del centro, sur y nor-poniente de la ciudad de Cancún.

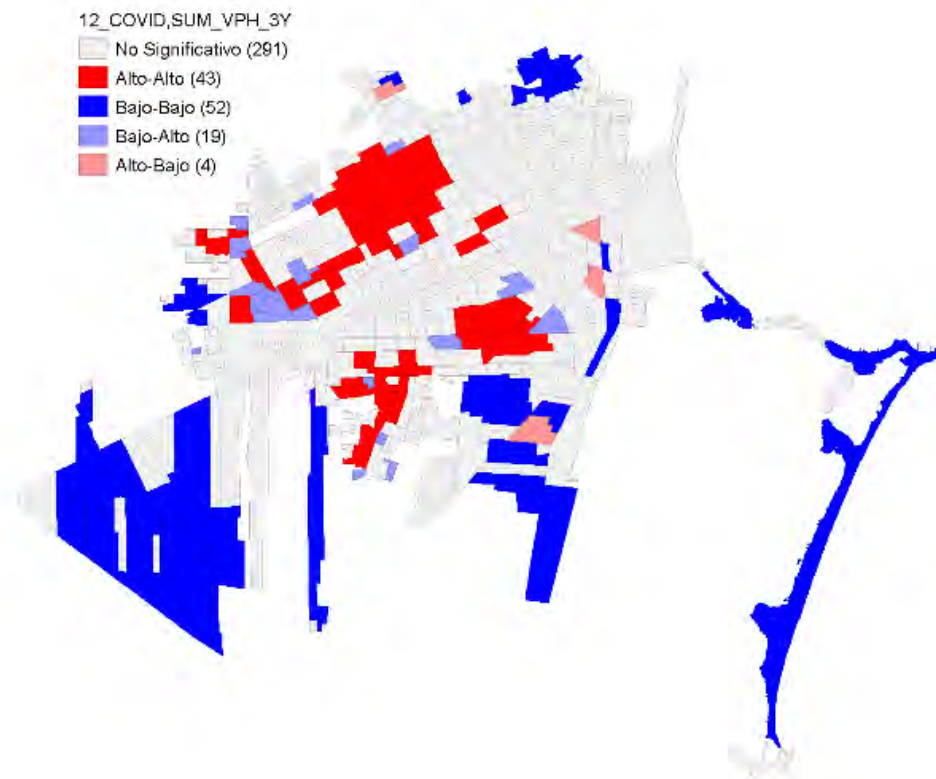


Figura 10. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas con 3 o más cuartos por AGEB en la ciudad de Cancún.
FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

4.5.8. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares habitadas que cuentan con automóvil o camioneta (VPH-AUTOM).

En el mapa de la figura 11 se observan agrupaciones Alto-Alto compactas de 41 AGEB localizadas en centro, sur y nor-poniente de la ciudad. Si se comparan estas agrupaciones con el resultado de la variable viviendas particulares habitadas con 3 y más cuartos, se notará que presenta ciertas similitudes generales, lo que indica que estas variables parecen pertenecer a un mismo sector social. En este sentido, esta agrupación indica un mayor número de casos positivos registrados de COVID-19 rodeados por agrupaciones de AGEB con valores elevados de viviendas que cuentan con vehículo o camioneta.

Rodeando los grupos de agrupaciones Alto-Alto se encuentran los grupos Bajo-Alto, bajos casos de COVID-19 rodeados de un número alto de viviendas que cuentan con automóvil o camioneta.

Ambas agrupaciones coinciden generalmente con lo expuesto anteriormente, la posibilidad de que estén relacionadas con un grupo social con ciertas ventajas económicas o sociales.

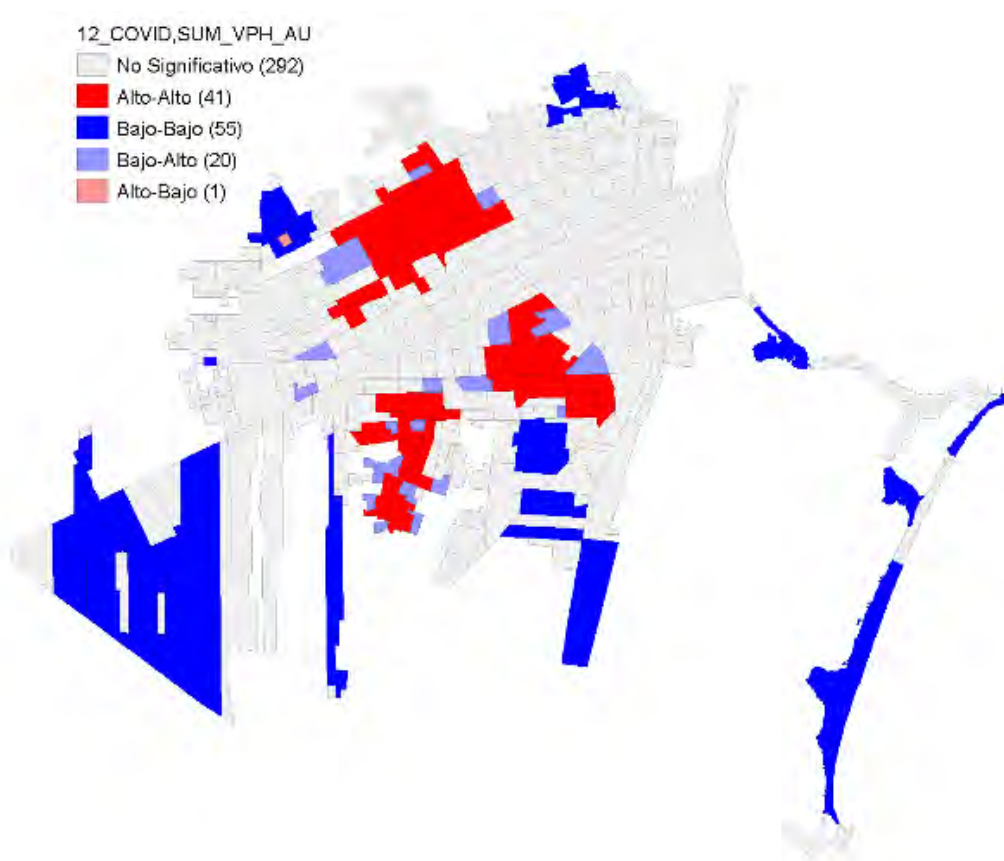


Figura 11. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas que cuentan con automóvil o camioneta por AGEB en la ciudad de Cancún.
FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

Finalmente, las agrupaciones de significancia Bajo-Bajo, con valores bajos de casos positivos de COVID-19 y bajos valores de la variable viviendas particulares habitadas que cuentan con automóvil o camioneta, se encuentran ubicadas en la zona sur poniente, sur, oriente y norte, agrupaciones que coinciden con las AGEB de grupos poblacionales de mayor necesidad económica en la localidad.

4.5.9. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares habitadas que cuentan con motocicleta (VPH-MOTO).

En la agrupación Alto-Alto, altos valores de casos positivos de la enfermedad se encuentran rodeados de altos valores de viviendas que cuentan con motocicleta, se ubicaron en el norte y poniente de la ciudad, los grupos Bajo-Bajo siguieron con la tendencia de ubicarse en la zona sur y oriente de la ciudad, es decir, lugares donde, en las AGEB se presentaron menor número de casos

positivos, rodeadas por AGEB con menor número de casos de viviendas que cuentan con motocicleta. Ver Figura 12.

Otro de los grupos que mantuvieron el mismo comportamiento al interior de la ciudad fueron los grupos de AGEB Alto-Bajo ubicándose principalmente alrededor de las AGEB Bajo-Bajo, y las AGEB del grupo No significativo, mismo que, al resultar grupos más regulares y concentrados, aumentó el número de AGEB no significativos estadísticamente el que tendió a ubicarse a todo lo largo del sur-poniente, centro y norte de la ciudad de Cancún.

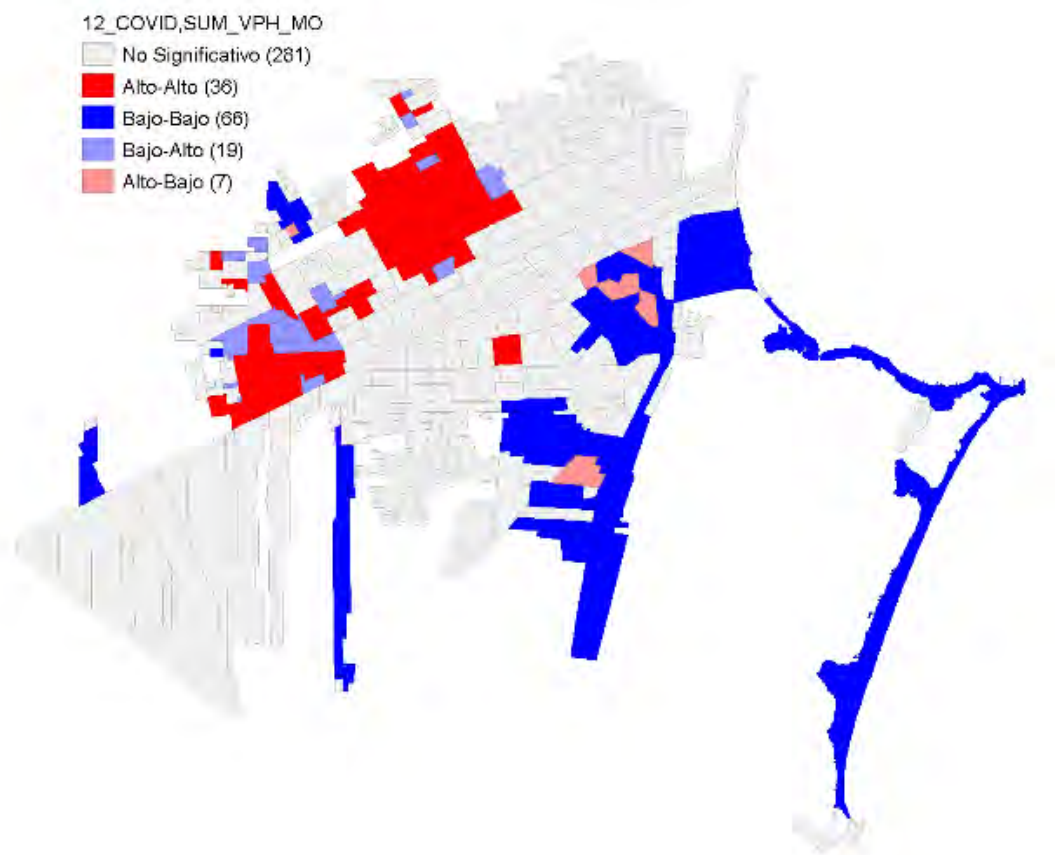


Figura 12. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas que cuentan con motocicleta por AGEB en la ciudad de Cancún.
FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

4.5.10. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares habitadas que cuentan con bicicleta (VPH-BICI).

Este modelo presenta una disposición localizada hacia el norte y poniente de la ciudad, variable muy asociada a las AGEB con mayor cantidad de población en la ciudad. La Figura 13 muestra aquellas AGEB donde se concentran el mayor número de casos de la enfermedad y el mayor

número de viviendas particulares que cuentan con bicicleta. En un primer acercamiento a la interpretación de los comportamientos sociales respecto de la difusión de la enfermedad, puede establecerse una aproximación al deducir que, posiblemente, la presencia de bicicleta explica la presencia de la enfermedad en la AGEB.

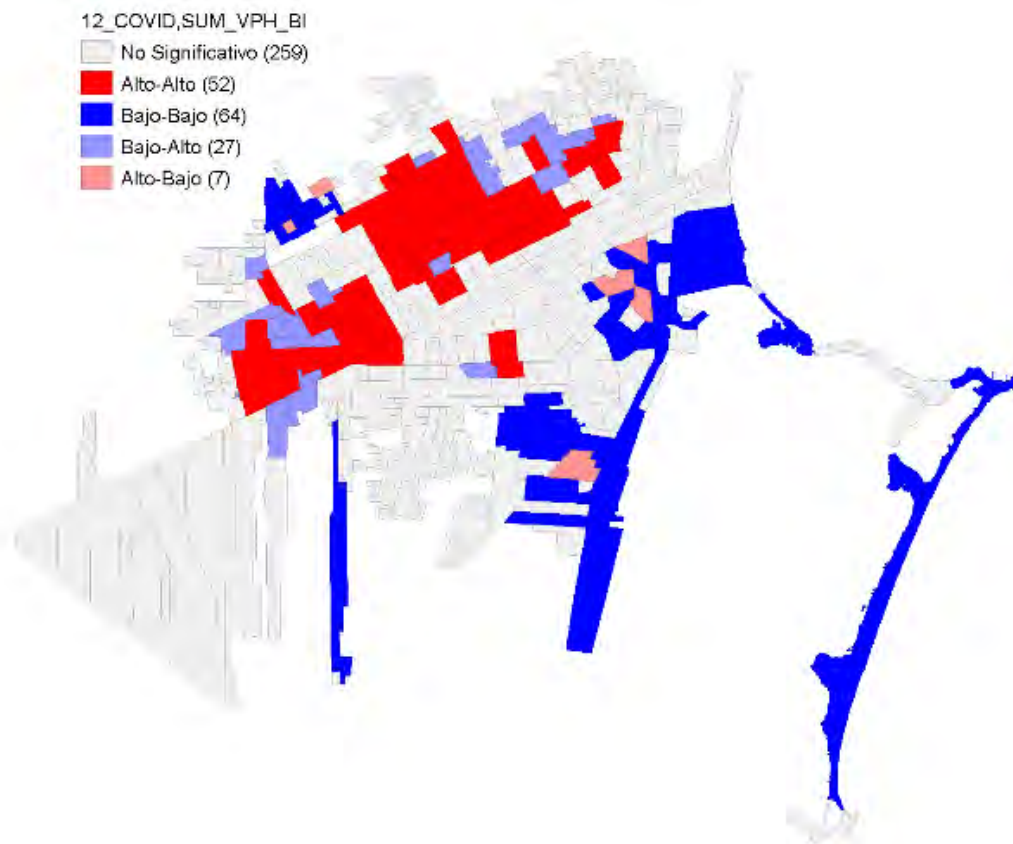


Figura 13. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas que cuentan con bicicleta por AGEB en la ciudad de Cancún.
FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

Por otra parte, y debido a que por alrededor del grupo de AGEB Alto-Alto se encuentran los grupos Bajo-Alto, el grupo Alto-Alto parece que fungió como dispersor de la enfermedad. Es de destacar que esta variable, al igual que algunos otros modelos, parece obedecer a una línea diagonal que separa la ciudad en norte y sur. En este caso, una de las arterías viales principales (Av. López Portillo), parece servir de límite entre dos diferentes tipos de ciudades. Salvo un grupo de algunas cuantas AGEB Alto-Alto ubicada al centro de la ciudad, el resto de estas se encuentra prácticamente en el norte, mientras que el grupo con AGEB Bajo-Bajo, es decir, bajos valores de COVID-19 y bajo número de viviendas que cuentan con bicicleta, ha tendido a ubicarse en el sur y sureste de la ciudad.

4.5.11. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares sin radio ni televisión. (VPH-SINRTV).

Ante el avance de los medios digitales y plataformas en la red de información, la radio y la televisión aún se pueden considerar como medios de información. En este análisis se presupone que estos medios en la vivienda son sinónimo de que durante la pandemia la población tuvo acceso a medios de información que le permitieron mantenerse informada acerca de las características de la misma en su localidad. Por esta razón, el grupo de AGEB mayoritario fue sin significancia estadística, compuesta por 300 de estas unidades, distribuyéndose similar a las características en otros análisis de variables siguiendo un patrón general que va del centro a la periferia.

En la Figura 14 se observan tres agrupaciones de AGEB Alto-Alto (27) bien definidas espacialmente y asociadas a grupos de AGEB Bajo-Alto (19) en el norte y poniente de la ciudad de Cancún. Estas agrupaciones representan a las AGEB con altos valores de casos COVID-19 rodeadas de AGEB con altos valores de viviendas que no cuentan con radio ni televisión. Bajo el supuesto anterior, entonces se deduce que estas AGEB son precursoras de otras, dado que funcionan como áreas o agrupaciones donde se dispersa la enfermedad debido a falta de información.

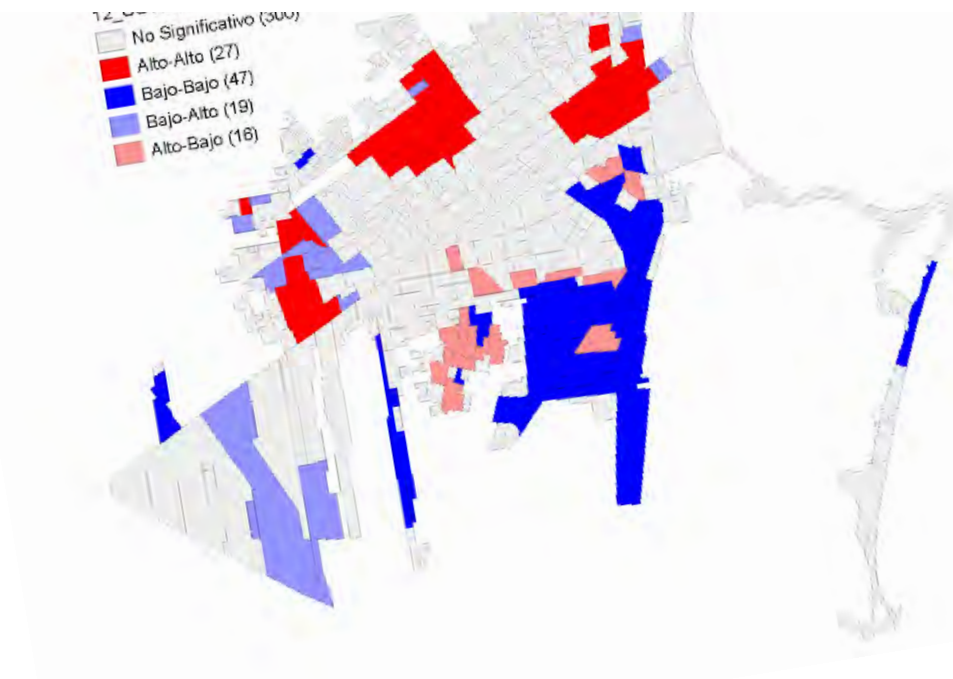


Figura 14. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas sin radio ni televisión por AGEB en la ciudad de Cancún.
FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

Pero la aseveración anterior es relativa, pues algunas de estas agrupaciones coinciden con algunas otras agrupaciones Alta-Alta que apoyan el supuesto de que estas zonas urbanas representan los lugares donde más se distribuyeron los casos debido a que existe coincidencia territorial entre este comportamiento y el comportamiento positivo de otras variables, lo cual apoya la afirmación de que la variable población total no es la única que relacionada con el número y distribución de casos positivos registrados, sino que ésta actúa de tal manera interrelacionada con otras variables socio poblacionales.

Por otro lado, se encuentra el grupo Bajo-Bajo, es decir, grupos de AGEB con bajos valores de casos positivos de COVID-19 y bajos valores de viviendas particulares habitadas sin radio ni televisión. Cerca de esta agrupación se localiza una de AGEB Alto-Bajo, altos casos de COVID19 y pocas viviendas con radio y televisión.

4.5.12. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares sin línea telefónica fija ni teléfono celular. (VPH-SINLTC).

La relación resultante entre ambas variables se puede observar en la figura 15 donde, el grupo No significativo predomina territorialmente siguiendo la tendencia este-oeste pasando por el centro de la ciudad. Este grupo sigue manteniendo elevado el número de AGEB que la componen (291).

Por su parte, la conformación y distribución territorial general de la agrupación Alto-Alto para esta variable, es muy similar a la disposición de las viviendas particulares sin radio ni televisión, lo cual indica la posibilidad de que los medios de comunicación tradicionales no resultaron importantes para la población como variable explicativa ni fue útil como medida preventiva para contrarrestar la presencia del COVID-19 en estas AGEB de la localidad.

El planteamiento anterior se puede confirmar con la similitud de la disposición de las AGEB que conforman el grupo Alto-Bajo con la disposición del mismo grupo de la variable viviendas particulares sin radio ni televisión. Por esta evidencia estadística, se plantea que durante el primer año de la pandemia la población no siguió las medidas difundidas por los medios masivos de comunicación, entre los que se encuentran también la línea telefónica fija y el teléfono celular en la vivienda. Si la población hizo uso de dichos medios, los valores de las agrupaciones tenderían a consolidar y contar con mayor número de AGEB el grupo Bajo-bajo, es decir, viviendas con menor número de casos COVID-19 rodeados de AGEB con bajo número de viviendas sin línea telefónica fija ni teléfono celular.

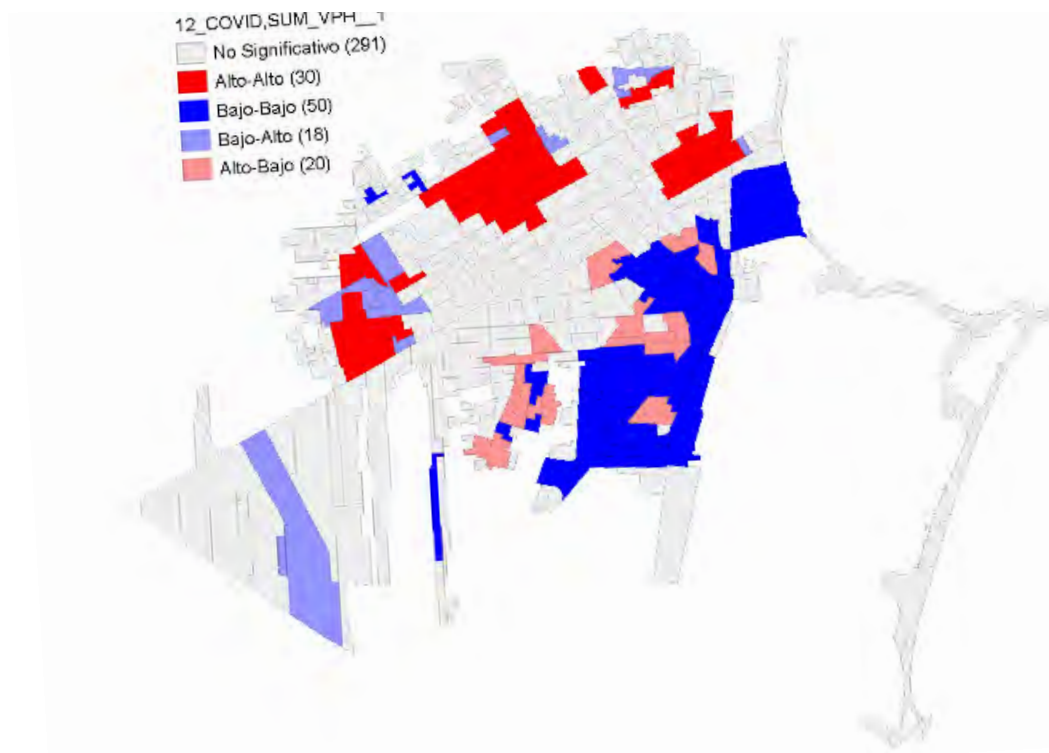


Figura 15. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas sin línea telefónica fija ni teléfono celular por AGEB en la ciudad de Cancún.
FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

4.5.13. Relación entre casos positivos COVID-19 y viviendas particulares habitadas sin computadora ni internet. (VPH-SINCINT).

La computadora y el internet han pasado a ser bienes y servicios importantes para la comunicación, el trámite de servicios y el trabajo, especialmente en el primer año de la pandemia para ciertos sectores de la población laboral. También es cierto que, mientras para unos sectores estos medios fueron necesarios, para otros sectores han sido fuente de pasatiempo y entretenimiento.

En este sentido, en el análisis se esperó hallar grupos con altos valores de casos positivos COVID-19 asociados a elevadas viviendas particulares habitadas sin computadora ni internet. Bajo este entendido se obtuvieron los siguientes resultados (ver Figura 16):

Se observa que el grupo No Significativo presentó disposición noroeste-sureste. El grupo Alto-Alto rompió el patrón general seguido por los medios de comunicación tradicionales, ubicándose en el nororiente, norte y poniente de la ciudad. En este grupo se encuentran AGEB con alto número de casos COVID-19 con altos números de viviendas sin computadora ni internet, situación que

explica que la población no contó con los medios por los cuales fue difundida constantemente la epidemia y características en la localidad. Se observa que, un grupo ubicado en el poniente de la ciudad, se encuentra rodeado por AGEB del grupo Bajo-alto, es decir, bajos casos de COVID-19 con alto número de viviendas sin computadora ni internet.

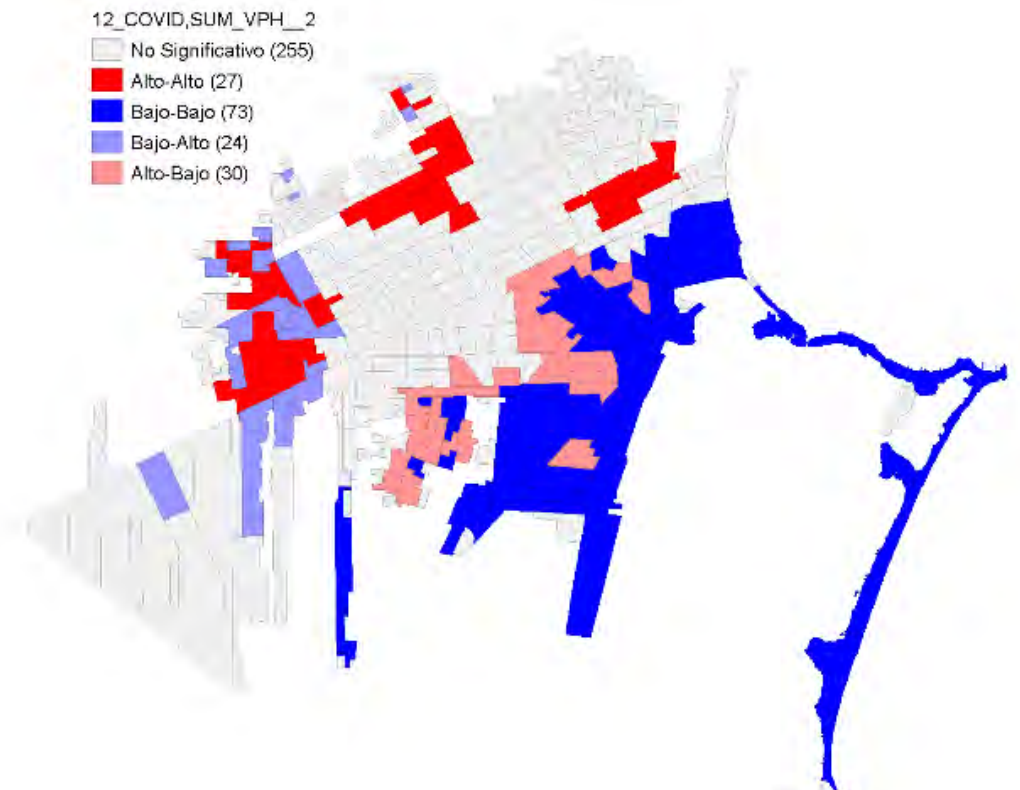


Figura 16. Agrupaciones de casos totales de COVID-19 relacionados con viviendas particulares habitadas sin computadora ni internet por AGEB en la ciudad de Cancún.
FUENTE: Elaboración propia con datos del CEI-SESESP y los datos censales del INEGI, 2020.

Por el otro lado, la tendencia del agrupamiento Bajo-Bajo se presentó en la parte sur y oriente de la ciudad, grupos donde el bajo número de casos Covid-19 estuvo rodeado de AGEB con bajo número de viviendas sin computadora e Internet. En otras palabras, es en esta agrupación donde se cumple la condición planteada en un principio, esto es, bajos casos de COVID-19 en viviendas que contaron con los medios de comunicación y conexión inmediata a la red de internet para informarse adecuadamente sobre las características de la pandemia.

Sin embargo, se observa que rodeando esta agrupación y tendiendo hacia el centro de la ciudad, se encuentra el grupo Alto-Bajo, conjuntos de AGEB con altos casos positivos de la enfermedad

rodeados de AGEB con bajo número de viviendas sin computadora e internet, lugares de la ciudad donde contando con los medios para su adecuada información, el número de casos fue elevado.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En esta primera dimensión de la exploración, se calculó el patrón de asociación espacial de los casos positivos de COVID-19 por AGEB. Se halló que estos son estadísticamente significativos y tienden a estar agrupados. De acuerdo con la evidencia estadística, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa, es decir, la disposición de los casos positivos de COVID-19 no se comportan de forma aleatoria o al azar, sino que siguen un patrón o agrupación definida en el territorio.

Los resultados del análisis se pueden ver desde dos diferentes dimensiones. La primera, General, se refiere al cálculo del coeficiente I Global de Moran y la segunda, específica, al cálculo del coeficiente I Local de Moran. El primer cálculo se realizó para detectar la existencia de una organización espacial en la distribución espacial de los casos de COVID-19. Eso proporciona una base para apoyar el supuesto de que la enfermedad se distribuyó siguiendo un patrón territorial, el que es explicado por las condiciones socio poblacionales imperantes como la cantidad total de población, la situación educativa de la población, el grado de ocupación de los habitantes, las condiciones de las viviendas en la que conviven los habitantes, así como algunos bienes con que cuentan las viviendas, los que facilitaron la movilidad de sus propietarios durante el confinamiento social y otros que, se supone, brindaron cierto acceso a los medios de comunicación donde se difundió continuamente las características de la pandemia en la localidad.

Posteriormente, se calculó I Global de Moran para cada una de las variables de forma individual con la finalidad de determinar si cada una de ellas manifiesta algún orden territorial. De acuerdo con la evidencia estadística calculada donde los valores p están por encima del 5% de significancia estadística y los valores z críticos a un 95% de confianza, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa, es decir, el resultado del análisis también permite afirmar que las variables no se encuentran distribuidas de forma aleatoria o al azar, sino que están dispuestas siguiendo una estructura territorial.

Una vez que se confirmó la existencia de agrupaciones espaciales para cada una de las variables, se realizó un I Global de Moran bivalente para cada una de ellas relacionada con los casos positivos de COVID-19 por AGEB a 12 meses de la pandemia. Una nueva prueba de hipótesis permite rechazar la hipótesis nula de aleatoriedad a favor de la hipótesis alternativa, lo cual evidencia la existencia de agrupaciones territoriales en la relación existente entre estas variables.

En la segunda dimensión, y una vez analizadas las variables con I Global de Moran y rechazada la H_0 , el Índice Local de Moran mostró donde o como están agrupadas las variables y sus relaciones entre sí. En este sentido, el análisis local de la variable individual COVID-19 a 12 meses tuvo como resultado un mapa de agrupaciones de AGEB de cinco clases: No significativo, Alto-Alto, Bajo-Bajo, Bajo-Alto y Alto-Bajo, mismas que son una representación territorial de las agrupaciones dentro de los cuatro cuadrantes del diagrama de dispersión de Moran.

La primera clase No significativo se refiere a las AGEB cuya valoración de hipótesis las ubicó sin significancia estadística, lo que se traduce en la aceptación de la hipótesis nula para estas y sus vecinas. Por el contrario, las AGEB agrupadas en Alto-Alto se encuentran en el cuadrante I, agrupaciones con altos valores de casos COVID-19 rodeados de altos valores de casos positivos de COVID-19. Las AGEB ubicadas dentro de la clase Bajo-Bajo, corresponden a aquellas localizadas en el cuadrante III donde las AGEB con valores bajos de casos de COVID-19 se encuentran rodeadas también por valores bajos de casos positivos. Por su parte, la clase Bajo-Alto corresponde al cuadrante II del diagrama de dispersión, donde la agrupación de AGEB con bajo número de casos COVID-19 se encuentran rodeados de AGEB con altos números de casos de COVID-19. Finalmente, la clase Alto-Bajo corresponde a aquellas ubicadas en el cuadrante IV del diagrama, donde AGEB con altos registros de casos positivos de COVID-19 están rodeados de AGEB con bajos registros de la enfermedad.

Por lo anterior, al comprobar la existencia de una estructura espacial, la figura 3 indica la ubicación y forma de la agrupación espacial que adquieren las AGEB con el mayor y menor número de casos de COVID-19. Con fundamento en lo anterior, se observa que en el centro sur y centro norte de la ciudad de Cancún se manifestaron el mayor número de casos de la enfermedad, mientras que al norte, sur y poniente de la ciudad se manifestaron la menor cantidad de la misma. Además, entre estas agrupaciones se encuentran las agrupaciones Bajo-Alto y Alto-Bajo, mismas que se encuentran influenciadas por los valores de los coeficientes de las agrupaciones Alto-Alto y las que no cuentan con significancia estadística tal cual como lo plantea la Primera Ley Geográfica o Ley de Tobler.

Comparando estas agrupaciones espaciales y la Figura 2 donde se representan las localidades de Cancún, Playa del Carmen y Chetumal, se aprecia que la densidad de los casos positivos de

COVID-19 a 12 meses de la pandemia para Cancún, disminuye hacia las periferias y algunas porciones urbanas centrales. La diferencia entre ambos radica en que I de Moran proporciona la forma del patrón espacial dependiente de la unión de las unidades espaciales y sus valores del coeficiente, mientras que el mapa de la Figura 2 muestra la densidad territorial de los casos activos como se si tratara de un fenómeno continuo.

Posteriormente, se calculó I Local de Moran para cada una de las variables relacionadas con los casos de Covid-19. En este análisis se obtuvo que los patrones de asociación espacial de las características socioeconómicas de las AGEB de Cancún relacionadas con los casos activos de COVID-19 a 12 meses de la pandemia son estadísticamente significativos y tienden a estar agrupados en el espacio. De acuerdo a esta evidencia estadística se rechaza la hipótesis nula de no autocorrelación espacial en favor de la hipótesis alternativa (Ha). Entonces si existe autocorrelación espacial de las variables.

Por otro lado, cabe destacar que el presente trabajo se constituye como un modelo donde opera la planeación urbana, las políticas públicas en pro del desarrollo urbano, social y de salud de la población. Es un importante insumo informativo para la toma de decisiones, el diseño de planes de acción para la organización social ante eventos emergentes, la ubicación de vulnerabilidades sociales, de salud y en consecuencia, para la gobernanza urbana.

Además, proporciona elementos que muestran al planificador urbano diversas dimensiones de la planeación a partir de conocimiento sobre el avance territorial de una enfermedad infecciosa y como esta se relaciona con el medio ambiente urbano y las características de la población. Este conocimiento permitirá llevar a cabo mejores prácticas de la planeación urbana, buscando con ello espacios urbanos habitables, ordenados y con las condiciones propicias para su habitabilidad.

6. CONCLUSIONES.

Con los datos disponibles de casos positivos a Covid-19 por AGEB, se comprueba objetivamente la existencia de agrupaciones espaciales, es decir, la enfermedad se comportó siguiendo patrones territoriales y, al mismo, tiempo, se explica a partir de las variables socio poblacionales, de tal manera que se puede asegurar que la pandemia tiene una componente espacial que no es independiente, sino que es explicativa.

En el análisis correspondiente a la identificación de agrupaciones espaciales de los casos positivos a COVID-19 registrados por las instancias públicas estatales a un año de la pandemia en la ciudad de Cancún mediante un análisis de autocorrelación espacial I Global de Moran, bajo la evidencia estadística obtenida, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa, es decir, la disposición de los casos positivos de COVID-19 no se comportan de forma aleatoria o al azar, sino que mantuvieron un patrón o agrupación definida en el territorio.

En el análisis correspondiente a la identificación de agrupaciones espaciales de los casos positivos a COVID-19 relacionados con las variables socioeconómicas que determinan la distribución de los casos positivos Covid-19 en la ciudad de Cancún mediante el análisis de autocorrelación local I de Moran bajo la evidencia estadística obtenida, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa, es decir, la disposición de los casos positivos de COVID-19 no se comporta de forma aleatoria o al azar, sino que mantuvieron un patrón o agrupación definida en el territorio.

Por las evidencias estadísticas del análisis, esta exploración estadística confirma la existencia de autocorrelación espacial entre variables socioeconómicas y la distribución del COVID-19 en la ciudad de Cancún.

En los resultados obtenidos para el coeficiente Local se identificó que el sector social más expuesto a la pandemia en este primer año fue la población trabajadora (población ocupada) que contaba con vehículos, motocicleta y o bicicleta para moverse. Estas relaciones permiten aseverar que el movimiento de estos grupos sociales se realizó por razones laborales. No se descarta la posibilidad de que esta movilidad al interior de la ciudad de la población pudo ser también debida a la búsqueda de bienes y servicios de primera necesidad en los establecimientos catalogados como primordiales.

Por otro lado, se identificó una relación positiva entre casos de COVID-19 y viviendas con 1 cuarto. Esto demuestra que estos grupos sociales pudieron ser los más afectados durante el año de

la pandemia, toda vez que, por su tipo de vivienda, pueden estar reflejando sus condiciones económicas en desventaja respecto de las zonas sur y oriente de la ciudad.

Por otra parte, la evidencia estadística señala que la radio y la televisión, históricamente más empleados como medios de información, además del teléfono fijo, teléfono celular, computadora o internet, no fue importante para estar informado acerca del avance o retroceso de la pandemia ya que, aún con la presencia de estos bienes y servicios, el número de casos positivos fue elevado.

Cabe señalar que, esta exploración proporcionó elementos de análisis que permitieron identificar dos grandes zonas urbanas dentro de la ciudad de Cancún, la norte y sur, siendo la avenida José López Portillo el principal eje vial divisor. De ellas, en la zona sur de la ciudad existen menos casos de la enfermedad, menos cantidad de viviendas con automóvil o camioneta, menos viviendas con motocicleta y bicicleta, mientras que en la zona norte el uso de la motocicleta y bicicleta es de tal magnitud que, hoy día son los medios de transporte más populares en la ciudad por la relativa facilidad y economía que significa moverse al interior de la ciudad posibilitando que estos grupos sociales hayan estado más expuestos a contagios durante la pandemia.

La importancia de la salud de la población es crucial en el ámbito social, económico y ambiental. Sin una política pública que vele por las apremiantes necesidades poblacionales como el empleo, la salud y la seguridad, por la dotación oportuna de los servicios de primera necesidad y de justicia distributiva de los recursos públicos, no se puede hablar de desarrollo sustentable. De esas políticas públicas y la participación de los sectores que componen la sociedad dependen la producción de un ambiente urbano de sana convivencia y calidad de vida.

Bajo los argumentos señalados, y bajo nuevos efectos por la presencia de la 5a ola de la pandemia en México, este trabajo se plantea como lo que es, una exploración, una aproximación territorial acerca del cómo se comportaron los casos positivos de COVID-19 registrados por instancias de salud en el espacio urbano durante el primer año de la pandemia en la ciudad turística más importante del estado de Quintana Roo y del Caribe Mexicano.

La visión desde arriba, comparada con algunas variables socio poblacionales censales, proporciona los primeros elementos de análisis y actuar institucional para la planeación y la operación de programas sectoriales encaminados a contrarrestar nuevos episodios locales de la pandemia. La identificación, la descripción y análisis para la determinación de sus características y efectos, son

los requerimientos iniciales que un estudio exploratorio debe contener, pues sus resultados serán de utilidad para establecer nuevos estudios, análisis o investigaciones al detalle que sean fuente para políticas públicas de actuación urbana, social, ambiental, económicas o de salud pública.

No está por demás mencionar que, los resultados de esta exploración territorial, se deben también a la comparación realizada con variables de corte social y poblacional provenientes del censo poblacional, variables que están limitadas a una fecha concreta, limitante que pudieran incluir cierto sesgo a este análisis. Sin embargo, los resultados muestran que existe cierto patrón en la agrupación de los casos registrados, lo cual puede ser de utilidad para focalizar aquellas políticas urbanas, sociales y territoriales de apoyo a grupos vulnerables, a la promoción y mejoramiento del orden urbano, ambiental y de la vivienda, por citar algunos ejemplos.

El conocimiento obtenido mediante estos análisis pone en evidencia una situación de la cual los planificadores urbanos pueden basarse a fin de tomar las mejores decisiones al elegir alternativas para la eficiencia de los espacios urbanos y hacer de ellos, además, espacios adecuadamente ordenados, habitables y seguros, capaces para contrarrestar emergencias sanitarias como las vividas con el Covid19.

Finalmente, los resultados obtenidos son una fuente importante para el diálogo y debate entre los diversos sectores sociales, económicos, políticos e institucionales de la ciudad de Cancún, y a su vez, punto de partida para el establecimiento de nuevas líneas de conocimiento donde participen multitud de disciplinas científicas, técnicas y operativas en aras de contrarrestar los efectos de emergencias ambientales y epidemiológicas con serias consecuencias sobre la población.

7. RECOMENDACIONES.

Los resultados obtenidos en esta exploración geoestadística obligan a considerar la posibilidad de evaluar la presencia del COVID-19 en función de su ubicación con datos de naturaleza distinta a los presentados aquí. Los datos censales están limitados a un espacio y tiempo determinado por lo que esta condición puede determinar el comportamiento de los resultados obtenidos.

Es conveniente evaluar la ubicación de los clúster o agrupaciones de casos positivos de COVID-19 mediante otros métodos que le proporcionen mayor certeza geoestadística a fin de obtener algunos comportamientos territoriales generales de la enfermedad en ciudades turísticas del Caribe Mexicano.

Como se constató, la distribución espacial del COVID-19 obedece a la situación económica en la que se encuentra la población. En este sentido, es necesario explorar la posibilidad de encontrar agrupaciones de la enfermedad en dos grandes sectores territoriales de la ciudad de Cancún, el norte y el sur a partir de nuevas variables económicas. A manera de generalización, en el norte se encuentran los grupos sociales menos favorecidos y más afectados durante la pandemia, mientras que, en el sur, se ubicaron los más favorecidos y menos afectados por la enfermedad.

Dado que es necesario el conocimiento del estado en el que se encuentran los fenómenos que afectan a los grupos sociales en el territorio, es recomendable llevar a cabo otros análisis territoriales que proporcionen evidencias de otros procesos sociales, económicos o políticos que apoyen la explicación de agrupaciones espaciales de casos positivos de COVID-19 en el territorio, lo cual, deberá llevar a tener una visión más completa sobre nuevas interrogantes territoriales locales de la pandemia.

8. REFERENCIAS

- Acevedo Bohórquez, I., Velásquez Ceballos, E. (2008). Algunos conceptos de la econometría espacial y el análisis exploratorio de datos espaciales. *Ecos de Economía*, 12(27). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329027263007>
- Anselin, L. (2001), "Spatial Econometrics", en Badi H. Baltagi (coord.), *Companion to Theoretical Econometrics*, Oxford, Basil Blackwell.
- Anselin, L., Syabri I., Smirnov O. (2002), *Visualizing Multivariate Spatial Correlation with Dynamically Linked Windows*, Urbana, Regional Economics Application Laboratory (REAL), University of Illinois.
- Barr J., Tassier T., (2020) Are Crowded Cities the Reason for the COVID-19 Pandemic?. *Scientific American blog network. Observation/Opinion. April 17.* <https://blogs.scientificamerican.com/observations/are-crowded-cities-the-reason-for-the-covid-19-pandemic/>
- Barrios, John M., Benmelech, Efraim., Hochberg, Yael V., Sapienza, Paola., Zingales, Luigi. (2021) Civic capital and social distancing during the Covid-19 pandemic. *Journal of Public Economics*. 193. 104310. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0047272720301742>
- Barcellos, Christovam; Buzai, Gustavo D; Santana, Paula (2018). Geografía de la salud: bases y actualidad. *Salud Colectiva*, ISSN: 1851-8265, Vol: 14, Issue: 1, Page: 1-4. <https://doi.org/10.18294/sc.2018.1763>
- Buzai, Gustavo. (2019). Geografía de la Salud con Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones en el núcleo conceptual del análisis espacial. *Anuario de la División Geográfica* 13. ISSN 2618-3110. 140-151. https://www.researchgate.net/publication/333825173_Geografia_de_la_Salud_con_Sistemas_de_Informacion_Geografica_Aplicaciones_en_el_nucleo_conceptual_del analisis espacial
- Buzai D. Gustavo; Santana J. M. V. (2018) Condicionantes socioespaciales de la salud (CSS). Bases y alcance conceptual. *Anuario de la División Geografía*. ISSN 1851-7897. 170-184. https://geosalud.github.io/Geosalud/img/service/Condicionantes_Socioespaciales.pdf
- Canchola P.Y., Velázquez T. D., Reyes M. A., Velázquez H. C., Trejo A. A. (2021). Aproximación a la resiliencia en las ciudades costeras del caribe mexicano ante el impacto del COVID-19 en el sector turístico. *Persona Y Sociedad*, 35(1), 173,197. <https://doi.org/10.11565/pys.v35i1.343>
- Centro Estatal de Información (2021). Geoportail Público del Estado de Quintana Roo. Secretariado Ejecutivo del Sistema Estatal de Seguridad Pública SESESP. Gobierno del Estado de Quintana Roo. <https://geoportail.qroo.gob.mx/COVID-19/ACTIVOSPORCOLONIA>
- Cook Jonathan., Newberger Noah., Smalling Sami (2020). The spread of social distancing. *Economics Letters*. Volume 196, 109511. ISSN 0165-1765. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2020.109511>.

Corragio J. L. (1994). Territorios en Transición. Crítica a la Planificación Regional en América Latina. Tercera Edición. Universidad Autónoma del Estado de México. México.

Courtemanche C, Garuccio J, Le A, Pinkston J, Yelowitz A. (2020). Strong Social Distancing Measures In The United States Reduced The COVID-19 Growth Rate. Health Aff (Millwood). 2020 Jul;39(7):1237-1246. [doi: 10.1377/hlthaff.2020.00608](https://doi.org/10.1377/hlthaff.2020.00608)

De Ridder D., Sandoval J., Vuilleumier N., Stringhini S., Spechbach H., Joost S., Kaiser L., Guessous I. (2020). Geospatial digital monitoring of COVID-19 cases at high spatiotemporal resolution. The Lancet Digital Health, Volume 2, Issue 8, e393 - e394. DOI:[https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30139-4](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30139-4)

Diario Oficial de la Federación (2020)¹. ACUERDO por el que el Consejo de Salubridad General reconoce la epidemia de enfermedad por el virus SARS-CoV2 (COVID-19) en México, como una enfermedad grave de atención prioritaria, así como se establecen las actividades de preparación y respuesta ante dicha epidemia. DOF:23/03/2020. Secretaria de Gobernación. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5590161&fecha=23/03/2020

Diario Oficial de la Federación (2020)². ACUERDO por el que se establecen las medidas preventivas que se deberán implementar para la mitigación y control de los riesgos para la salud que implica la enfermedad por el virus SARS-CoV2 (COVID-19). DOF:24/03/2020. Secretaria de Gobernación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5590339&fecha=24/03/2020

El Financiero (02 de noviembre de 2022), ¿Viene la sexta Ola de Covid? Tasa de contagios en México está subiendo, según experto. El Financiero. Recuperado el día 07/11/2022: URL: <https://www.elfinanciero.com.mx/salud/2022/11/02/viene-la-sexta-ola-covid-tasa-de-contagios-en-mexico-esta-subiendo-segun-experto/>

Fang W., Wahba S. (2020). Urban density is not an enemy in the coronavirus fight: evidence from China. Sustainable Cities. <https://blogs.worldbank.org/sustainablecities/urban-density-not-enemy-coronavirus-fght-evidence-china>

Fernández de Lara, G., A. (2007). Cancún. Las contradicciones socioambientales de un desarrollo turístico integralmente planeado. En Turismo, Medioambiente y Cooperación Internacional en el Caribe. Una aproximación situacional. Universidad de Quintana Roo. Plaza y Valdez Editoriales.

Florida Richard (2020). The Geography of the Coronavirus. CITYLAB Blog. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-04-03/what-we-know-about-density-and-covid-19-s-spread>

Fuentes C. M., Hernández V. (2015). La evolución espacial de los subcentros de empleo en Ciudad Juárez, Chihuahua (1994-2004): un análisis con indicadores de autocorrelación espacial global y local. Estudios demográficos y urbanos vol.30 no.2. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102015000200433

Fuenzalida, M., & Trebilcock, M. (2021). COVID-19 y las desigualdades territoriales al interior de Áreas Metropolitanas de Valparaíso, Santiago y Concepción, Chile. Escenario 2021. *Persona Y Sociedad*, 35(1), 41,56. <https://doi.org/10.53689/pys.v35i1.336>

Gao S., Rao J., Kang Y., Kang Y., Liang Y., Kruse J., Dopfer D., Sethi A K., Mandujano R. J. F., Yandell B. S, Patz J.A. (2020). Association of Mobile Phone Location Data Indications of Travel and Stay-at-Home Mandates With COVID-19 Infection Rates in the US. *JAMA Netw Open*. 2020;3(9):e2020485. [doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.20485](https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.20485)

Garrocho R. C. (2018) Ciencias Sociales espacialmente integradas. Conferencia Magistral. El Colegio Mexiquense A.C. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=xbliiflkmCM&ab_channel=ElColegioMexiquense%2CA.C.

Gobierno de México (04/11/2022) Covid-19 en México Información General. Recuperado el 07/11/2022. URL: <https://datos.covid-19.conacyt.mx/>

Goodchild, M., A (1987) Spatial analytical perspective on geographical information systems, *International Journal of Geographical Information Systems*, 1, 327-334.

Goolsbee Austan., Syverson Chad (2021), Fear, lockdown, and diversion: Comparing drivers of pandemic economic decline 2020. *Journal of Public Economics*. Volume 193. 104311. ISSN 0047-2727. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0047272720301754>

Harris, Jeffrey E. (2020). Geospatial Analysis of the September 2020 Coronavirus Outbreak at the University of Wisconsin – Madison: Did a Cluster of Local Bars Play a Critical Role?. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*. No. 28132. November 2020. <http://www.nber.org/papers/w28132>

Hobbs CV, Martin LM, Kim SS, Kirmse BM, Haynie L, McGraw S, Byers P, Taylor KG, Patel MM, Flannery B; CDC COVID-19 Response Team. (2020). Factors Associated with Positive SARS-CoV-2 Test Results in Outpatient Health Facilities and Emergency Departments Among Children and Adolescents Aged <18 Years - Mississippi, September-November 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2020 Dec 18;69(50):1925-1929. [doi: 10.15585/mmwr.mm6950e3](https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6950e3)

İban, M . (2020). Geospatial Data Science Response to COVID-19 Crisis and Pandemic Isolation Tracking . *Turkish Journal of Geosciences* , 1 (1) , 1-7 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/turkgeo/issue/54166/718270>

Iracheta, C., A. (1997), **Planeación y Desarrollo: una vision de futuro**. Plaza y Valdés Editores.

Khalifa M. Al Kindi., Adhra Al-Mawali., Amira Akharusi., Duhai Alshukaili., Noura Alnasiri Noura., Talal Al-Awadhi., Yassine Charabi., Ahmed M. El Kenawy. (2021). Demographic and socioeconomic determinants of COVID-19 across Oman - A geospatial modelling approach. *Geospatial Health*. Vol. 16. No. 1. Geography Department, College of Arts & Social Sciences, Sultan Qaboos University. <https://doi.org/10.4081/gh.2021.985>

Khunti, Kamlesh., Singh, Awadhesh Kumar., Pareek, Manish., Hanif, Wasim. (2020). Is ethnicity linked to incidence or outcomes of covid-19?. *BMJ*. 10.1136/bmj.m1548. <http://www.bmj.com/content/369/bmj.m1548.abstract>

Kwabena Sarfo A., Karuppanan S. (2020). Application of Geospatial Technologies in the COVID-19 Fight of Ghana. *Transactions of the Indian National Academy of Engineering* volume 5, 193–204. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs41403-020-00145-3>

Mandavilli A., (26/10/2022) ¿Una ‘triple epidemia’? La influenza y otras infecciones regresan mientras aumentan los casos de COVID-19. *The New York Times*. Pandemia de la Covid-19. Recuperado el 07/11/2022. URL: <https://www.nytimes.com/es/2022/10/26/espanol/riesgo-gripe-covid-triple epidemia.html>

Meyerowitz EA, Richterman A, Gandhi RT, Sax PE. (2021). Transmission of SARS-CoV-2: A Review of Viral, Host, and Environmental Factors. *Ann Intern Med*. 2021 Jan;174(1):69-79. doi: [10.7326/M20-5008](https://doi.org/10.7326/M20-5008).

Mollalo, A., Vahedi, B., Rivera, K. M. (2020). GIS-based spatial modeling of COVID-19 incidence rate in the continental United States. *Science of The Total Environment*. 728. 138884. 2020. 0048-9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138884>

Moran, P. (1950), “Notes on Continuous Stochastic Phenomena”, *Biometrika*, 37 (1-2): 17-23.

Peña, M., S., (2016). *Teoría, Procesos y Práctica de la Planeación Urbana y Regional*. El Colegio de la Frontera Norte.

Pineault, R., & Daveluy, C. (1995). *La planificación sanitaria: conceptos, métodos, estrategias*. Tercera edición. MASSON. España.

Pulido D., Basurto D., Cándido M., Salas J., (2020). Geospatial Spread of the COVID-19 Pandemic in Mexico. arXiv:2006.07784v1 [physics.soc-ph] 14 Jun 2020. <https://arxiv.org/abs/2006.07784>

Rahman, M.R., Islam, A.H.M.H. & Islam, M.N. (2020) Geospatial modelling on the spread and dynamics of 154 day outbreak of the novel coronavirus (COVID-19) pandemic in Bangladesh towards vulnerability zoning and management approaches. *Model. Earth Syst. Environ*. <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00962-z>

Santana Castañeda, G., Pineda Jaimes, N., & Serrano Barquín, R. (2021). Análisis de conglomerados espaciotemporales de la neumonía en población vulnerable del Estado de México. *Persona y Sociedad*, 35(1), 199,215. <https://doi.org/10.53689/pys.v35i1.344>

Santana Juárez, M. V. (2021). COVID-19 en México: Análisis de su comportamiento espacio – temporal a partir de los Condicionantes Socio espaciales de la Salud. *Persona y Sociedad*, 35(1), 15,40. <https://doi.org/10.53689/pys.v35i1.335>

Secretaría de Turismo – SEDETUR. (2022) Indicadores turísticos enero diciembre 2021. Dirección de Planeación y Política Turística. <https://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/indicadores/Indicador-Tur-EneDic-2021.pdf>

Secretaria de Salud (2021). Comunicado Técnico Diario. SESA- Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Snow, John (1855). On the mode of communication of cholera. London: John Churchill. Disponible en: <https://archive.org/details/b28985266/page/n3/mode/2up>

Smink V., (07/11/2022) “Tripledeemia”, el ataque múltiple de virus respiratorios que satura los hospitales de niños en EE.UU. y algunos países de Sudamérica. BBC News Mundo. URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-63519093>

Suárez-Lastra M., Galindo-Pérez C., A., Salvador-Guzmán L., Rosales-Tapia (2020). Territorio y vulnerabilidad ante covid-19 en México. <https://www.comecso.com/wp-content/uploads/2020/10/Covid-15-Su%C3%A1rez.pdf>

Tobler, W. (1970), “A Computer Movie Simulation Urban Growth in the Detroit Region” *Economic Geography*, 46 (2): 234-240.

Whaley C. M, Cantor J, Pera M, Jena AB. (2021) Assessing the Association Between Social Gatherings and COVID-19 Risk Using Birthdays. *JAMA Intern Med*. Published online June 21, 2021. [doi:10.1001/jamainternmed.2021.2915](https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2021.2915)

Wong DWS, Li Y. (2020) Spreading of COVID-19: Density matters. *PLOS ONE* 15(12): e0242398. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242398>

Xurui Jin, Yu Leng, Enying Gong et al. Neighborhood-Level Public Facilities and COVID-19 Transmission: A Nationwide Geospatial Study In China. (2020). PREPRINT (Version 1) available at Research Square [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-117254/v1>]