

Identificación de áreas de contagio por COVID-19 mediante análisis espacial del equipamiento urbano público

Identification of COVID-19 contagion areas through spatial analysis of public urban facilities

Grover Marín Mamani
Universidad Nacional del
Altiplano, Facultad de Ingeniería
Civil y Arquitectura. Puno, Perú
gmarin@unap.edu.pe

Esteban Marín Paucara
Universidad Nacional del
Altiplano, Facultad de Ingeniería
Civil y Arquitectura. Puno, Perú
emarin@unap.edu.pe

José A. Llanos Condori
Universidad Nacional del
Altiplano, Facultad de Ingeniería
Civil y Arquitectura. Puno, Perú
jllanos@unap.edu.pe

Vitaliano Enríquez Mamani
Universidad Nacional de Juliaca
Juliaca, Perú
v.enriquezm@unaj.edu.pe

Eleodoro Huichi Atamari
Universidad Nacional del
Altiplano, Facultad de Ingeniería
Civil y Arquitectura. Puno, Perú
ehuichi@unap.edu.pe

Néstor Bolívar Espinoza
Universidad Nacional de Juliaca
Juliaca, Perú
nbolibar@unaj.edu.pe

RESUMEN: La crisis sanitaria del 2020 por el COVID-19 se ha convertido en el principal problema que enfrentan los gobiernos, en este contexto el análisis espacial es una herramienta que ayuda al control de la pandemia desde un enfoque urbano. El propósito es identificar las zonas de riesgo de contagio COVID-19, a través del análisis espacial del equipamiento bancario y comercial en la ciudad de Puno. Se ha ubicado el equipamiento bancario y comercial en coordenadas UTM WGS 84, para la generación de superficies de respuesta mediante la densidad de Kernel, sumándose los resultados parciales a través del álgebra de mapas; además, se identificó la autocorrelación espacial mediante el índice de Moran I. Se han areado zonas de alto riesgo de contagio COVID-19 con un área de 127 210,44 m² que representa el 14 % que abarca 13 manzanas con coordenadas de centroide 389952.43 este y 8248722.69 sur, generando un patrón concéntrico en el centro de la ciudad de Puno, lo que permitió tomar acciones de difusión, fortalecimiento y prevención de los protocolos de bioseguridad en la zona identificada, esta zona es producto de la cercanía de equipamiento bancario con el comercial ocasionando desigualdad con otros sectores de la ciudad.

PALABRAS CLAVE: Autocorrelación espacial, Álgebra de mapas, Densidad Kernel, Índice de Moran, Equipamiento urbano.

ABSTRACT: The health crisis of 2020 due to COVID-19 has become the main problem faced by governments, in this context spatial analysis is a tool that helps to control the pandemic from an urban approach. The purpose is to identify the COVID-19 contagion risk zones, through the spatial analysis of the banking and commercial equipment in the city of Puno. The banking and commercial equipment has been located in UTM WGS 84 coordinates, for the generation of response surfaces through the Kernel density, adding the partial results through the map algebra and also identified the spatial autocorrelation through the index of Moran I. High risk areas of contagion COVID-19 have been identified with an area of 127 210.44 m² which represents 14% covering 13 blocks with centroid coordinates 389952.43 East and 8248722.69 South, generating a concentric pattern in the center of the city of Puno, which allowed taking actions for dissemination, strengthening and prevention of biosecurity protocols in the identified area, this area is the result of the proximity of banking equipment with the commercial causing inequality with other sectors of the city.

KEYWORDS: Kernel density, Map algebra, Moran index, Spatial autocorrelation, Urban equipment

Recibido: 18-08-21 | Aceptado: 15-12-21

CÓMO CITAR (APA): Marín Mamani, G., et al. (2022). Identificación de áreas de contagio por COVID-19 mediante análisis espacial del equipamiento urbano público. *InterSedes*, 23(48), 1–17. DOI 10.15517/isucr.v23i48.48131

Introducción

En el 2020 la crisis sanitaria a causa del SARS-CoV-2 (COVID-19) se trasladó hacia Latinoamérica con foco en ciudades que presentan altos índices de pobreza, segregación y hacinamiento (Encinas et al., 2021). Causando el colapso de los sistemas de salud (Buizai, 2020; Palacios et al., 2020; Wang et al., 2020) por una enfermedad infecciosa nueva que puede presentar manifestaciones clínicas graves, incluyendo la muerte (Emanuel et al., 2020; Inchausti et al., 2020). De acuerdo con los datos de la Universidad John Hopkins, a finales de julio del 2020, tres países de la región se ubicaron dentro de los diez países con el mayor número de contagios a nivel mundial: Brasil (2°), Perú (7°) y Chile (8°), con 2 552 265; 400 683 y 353 536 casos, respectivamente (John Hopkins University, 2020). En este contexto, los sectores con altos índices de pobreza, segregación y hacinamiento dificultaron el cumplimiento de medidas de restricción social y cuarentenas extensas por sus altos impactos en la economía (Iracheta, 2020; Kim y Bostwick, 2020).

El Perú fue el primer país latinoamericano en tomar acciones frente al COVID-19, estableciendo a partir del 15 de marzo el Estado de Emergencia Nacional (Decreto Supremo N° 044-2020-PCM, 2020), basado en las recomendaciones de la Organización Mundial de Salud (OMS), medidas que fracasaron, ubicando al Perú en el séptimo país a nivel mundial en contagio y muertes (John Hopkins University, 2020; Galán-Rodas et al., 2020; Arana-Calderón, 2020). Las principales causas del fallo de las medidas gubernamentales fueron la reacción de incertidumbre e incredulidad de la población y el poco uso de cartografía urbana de riesgo al contagio por el COVID-19 (Rosero et al., 2019; Gonzales-Castillo et al., 2020; Vela-Ruiz, 2020). Sin embargo, las grandes brechas sociales permiten comprender el comportamiento de una importante parte de la población que arriesga su vida por tener ingreso económico y así alimentar a sus familias (Llerena y Narváez, 2020).

La propagación del COVID-19 es por vía aérea, el contagio se produce de persona a persona producto de la respiración, estornudos, tos o contacto con portadores del virus (Avenidaño, 2020; Marcillo, 2021). La aglomeración de personas en espacios públicos incrementa el riesgo de contagio, por lo que el Perú fue el primer

gobierno latinoamericano en establecer acciones directas frente al COVID-19. Estos esfuerzos no pudieron contener la pandemia a pesar de haber difundido diariamente el progreso y avance del COVID-19 con normas de prevención y tratamiento, además de incrementar el presupuesto en el sector de salud. En este contexto, las poblaciones de escasos recursos económicos se han visto obligados a trabajar para subsistir y alimentar a sus familias, realidad que atraviesa toda Latinoamérica (Huesca et al., 2021). A esta problemática se suma la emisión de bonos económicos del gobierno a familias de escasos recursos (Resolución ministerial N° 087-2020-TR, 2020), lo cual traería aglomeraciones en entidades bancarias y mercados. Cabe destacar que estos fueron los únicos establecimientos autorizados para funcionar en el estado de emergencia en todas las ciudades del Perú. Por tal motivo, para la toma de decisiones en la gestión pública gubernamental, el análisis espacial para mapear las zonas de riesgo de contagio está dirigida al equipamiento bancario, donde las personas van a retirar el bono universal, y al equipamiento comercial, donde los pobladores se reabastecen de productos de primera necesidad, (Rizzatti et al., 2020; Enríquez et al., 2021). Los estudios territoriales vinculados con fenómenos de salud pública en escala geográfica son posibles gracias a los análisis espaciales y tecnologías en Sistemas de Información Geográfica (da Silva, 2020; Aguilar y Terán, 2021). El mapeo de zonas de riesgo de contagio están ligadas a condiciones socio-espaciales de los individuos (Ferracini et al., 2020). El problema que afronta la gestión pública para combatir el COVID-19 en las ciudades es la falta de información espacial en tiempo real y la identificación de principales hábitos de sus habitantes.

La ciudad de Puno fue la última región del Perú en ser azotada por el virus, esto debido a su lejanía, pues se encuentra a 1295 km de Lima, en donde se identificó el primer caso el 6 de marzo y la primera muerte por COVID-19, el 19 de marzo de 2020 (Cáceres-Bernaola et al., 2020). El primer caso en la región de Puno fue confirmado el 7 de abril de 2020, donde se ha mantenido su crecimiento exponencial en contagios y una tasa de mortalidad baja de 25/100000 habitantes hasta setiembre del 2020 (Flores et al., 2021). Sin embargo, la mayoría de casos asintomáticos se produjeron a una altura de 3800 msnm y con presión atmosférica de 1018 hPa (Tello-Ayllon, 2020).

Por tal motivo, no ha parado la actividad bancaria y comercial, la cual ha tenido una sobrecarga de servicio por los bonos emitidos, y la densificación de su comercio en la zona céntrica de la ciudad ha obligado a los pobladores a acudir a estos equipamientos, en ocasiones sin los protocolos de bioseguridad y distanciamiento social, formando largas colas y permaneciendo en ellas hasta por 10 horas, incrementando el riesgo de contagio al COVID-19. Por esta razón, la obtención de mapas temáticos de riesgo a contagio en la gestión municipal es de importancia, además la producción académica y los indicadores bibliométricos sobre el COVID-19 indican que la producción científica disponible en revistas en línea está en desarrollo a todo nivel en todos los países latinoamericanos (Costa et al., 2020), lo que posibilita desarrollar investigación referida al tema. En este sentido, el propósito de esta investigación es identificar las zonas de riesgo de contagio COVID-19, a través del análisis espacial de la ubicación del equipamiento bancario y comercial operativo en cuarentena (del 15 de marzo al 30 de octubre del 2020) de la ciudad de Puno.

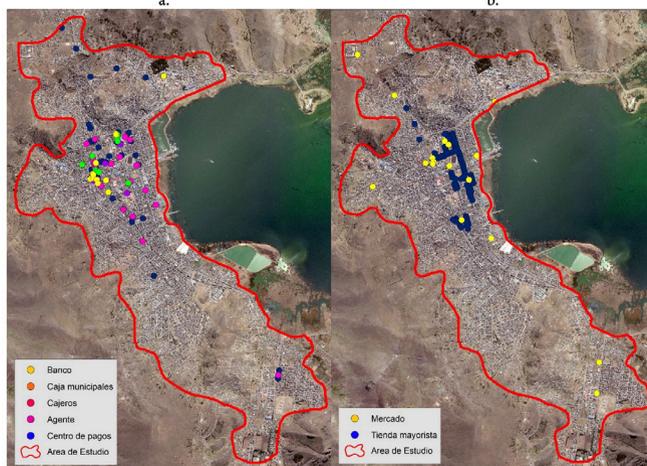
Materiales y métodos

La presente investigación es de enfoque cuantitativo y, además cumple las condiciones de exhaustividad y exclusión. Según la intervención del investigador es de tipo observacional, la planificación de la toma de datos es prospectivo, la cantidad de mediciones en el estudio es transversal, y por la cantidad de variables es descriptivo (Sánchez, 2019). Se ha seleccionado el área de estudio de la ciudad de Puno, la que está ubicada al sur del Perú $15^{\circ}50' 31,92''$ sur y $70^{\circ}1' 11,6400''$ oeste (Marín et al., 2021). El área de estudio es de $15\,485\,070,96\text{ m}^2$ y está delimitado con un contorno rojo como se muestra en la figura 1. El periodo de recolección de la información empezó el 23 de marzo y concluyó el 4 de julio, tiempo en el que el país se encontraba en estado de emergencia. El equipamiento bancario y comercial fueron las unidades de análisis, primero se clasificó en 5 tipos de banco (sede central o sucursal activa), caja municipal (sede central o sucursal activa), cajero automático, agente bancario y centros de pago todos en funcionamiento. Mientras que el equipamiento comercial se clasificó en 2 tipos mercados (abastos y malls) y tiendas mayoristas en funcionamiento, de las

cuales se registraron sus coordenadas en el protocolo UTM WGS 84 19 sur con un GPS modelo Etrex 20 con un error radial de 2 m (Orona et al., 2015).

FIGURA 1

ÁREA DE ESTUDIO, (A) UBICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO BANCARIO, (B) EQUIPAMIENTO COMERCIAL. DE FONDO IMAGEN SATELITAL DEL GOOGLE EARTH PRO DE LA CIUDAD DE PUNO EN RGB CON ZOOM X20.



Se usó un sistema de información geográfica para el análisis de los datos desarrollando dos procesos como se ve en la figura 2, la recolección de datos espaciales se basó en vectores (unidades físicas mensurables) y *rasters* (unida RGB en pixeles). Una vez construida la nube de puntos vectoriales se procedió a analizar espacialmente los datos mediante la herramienta densidad de Kernel (Caudillo y Coronel, 2017), calculando la densidad de las entidades en la vecindad del vector tipo punto y ajustándose a una superficie curva uniforme sobre cada vector, obteniendo una coloración más intensa en la cercanía con otros vectores (Jiménez y Díaz, 2017; Cuartas et al., 2020). Para la búsqueda de ancho de banda se propone la siguiente expresión:

$$SR = 0.9 \times \min \left(SD, \sqrt{\frac{1}{\ln(2)}} \times D_m \right) \times n^{-0.2}$$

Donde SR es el radio de búsqueda, D_m es la distancia media ponderada, n el número de vectores punto y SD es la distancia estándar, además el método de cálculo del SD es sin ponderar, el cual se expresa así:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{Z})}{n}}$$

Donde x_i, y_i, z_i son coordenadas de la entidad, además, n es el número total de vectores y $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ que representan el centro de las entidades (Silverman, 1986; Enríquez et al., 2021). Mediante este proceso se analizaron la entidad vectorial banco, caja municipal, cajero, agente y centro de pago del equipamiento bancario, la entidad vectorial mercado y tienda mayorista del equipamiento comercial, para la obtención de los mapas parciales de riesgo a contagio, los que fueron reclasificados en 5 tipos con una rampa de colores del verde al rojo: baja, baja moderado, moderado, alto moderado y alto (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2020). El álgebra de mapas combino los mapas parciales de riesgo para el tipo de equipamiento bancario (x_{tipo}) y comercial (y_{tipo}) por separado, para la obtención del mapa de riesgo de contagio COVID-19, con su expresión $(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) + (y_1 + y_2)$, que es igual al *raster* resultante mostrado en las figuras 4 y 5. Para la identificación de patrones se usó autocorrelación espacial I de Moran global que se aplica a zonas o puntos que tienen variables de atributo asociadas a ellas (Bravo, 2021). El índice compara el valor de la variable en cualquier lugar con el valor en todos los demás lugares. Matemáticamente, I de Moran se define como (Levine, 2015):

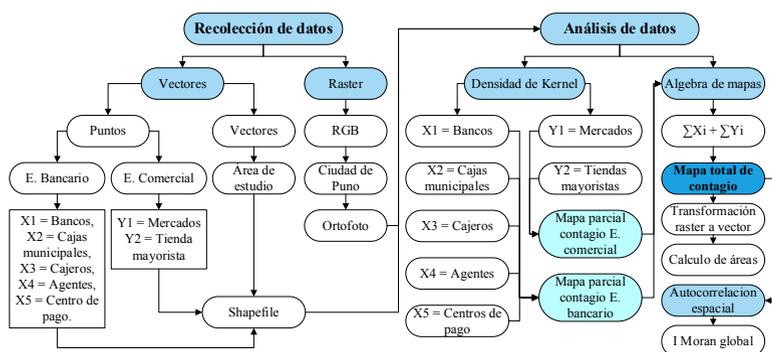
$$I = \frac{N \sum_i \sum_j W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\left(\sum_i \sum_j W_{ij} \right) \sum_i (X_i - \bar{X})^2}$$

Donde N es el número de casos, X_i es el valor de una variable en una ubicación particular i , X_j es el valor de la misma variable en otra ubicación (donde i no es igual a j), \bar{X} es la media de la variable y W_{ij} es un peso aplicado a la comparación entre las ubicaciones i y j . Los pesos W_{ij} deciden la proximidad o vecindario de cada punto analizado (Camarero y Rozas, 2006). La definición del tipo

de proximidad puede ser determinado en autocorrelación positiva I tiende a $+1$; si no existe autocorrelación $I = 0$ y para la autocorrelación negativa I tiende a -1 (Wilt et al., 2018; Yuan et al., 2018; Siabato y Manrique, 2019). Todo el proceso metodológico se muestra en la figura 2.

FIGURA 2

PROCESO METODOLÓGICO

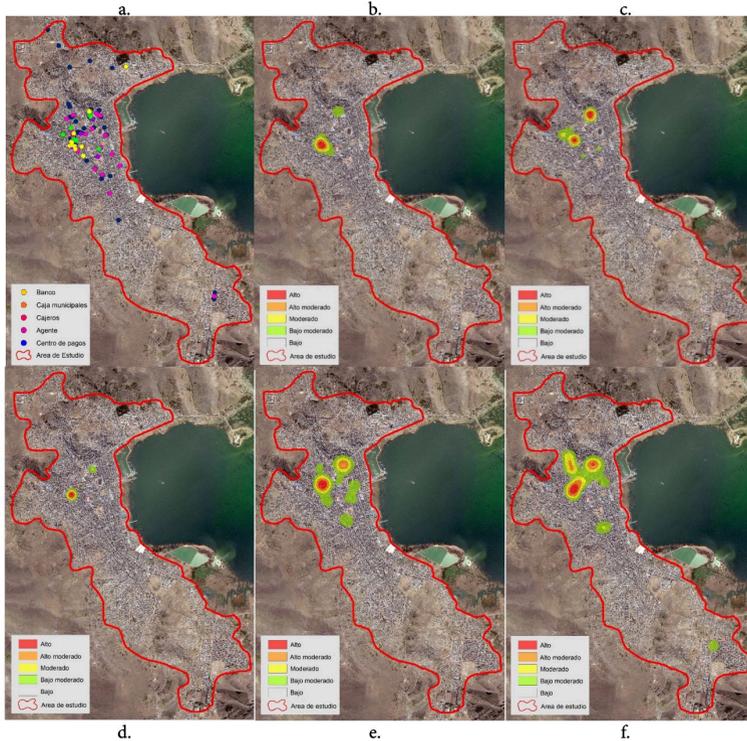


Resultados

Se han identificado 110 equipamientos (figura 3a) de tipo bancario de los cuales 13 son bancos, 14 cajas municipales, 11 cajeros automáticos, 32 agentes bancarios y 40 centros de pago. Los cuales se encontraron en funcionamiento en la cuarentena de 8:00 a 16:00 horas. Además, se han identificado 128 equipamientos comerciales (figura 4a) de los cuales 17 son mercados y 111 son tiendas mayoristas con horario de atención de las 6:00 a las 17:00 horas. Los datos fueron obtenidos por medio de un GPS Etrex 20, configurado con sistema GPS y datum WGS 84, para la zona 19 banda L, las cuadrillas se distribuyeron por toda la ciudad en sus 4 cardinales. Después de la interpolación con la densidad de Kernel, los resultados mostrados en la figura 3 del equipamiento bancario, indican que existe conglomeración de bancos, cajas municipales, cajeros automáticos, agentes bancarios y centros de pago en la parte céntrica de la ciudad de Puno, generando una desigualdad urbana (Cáceres y Ahumada, 2018), y como consecuencia las personas

se ven obligadas a movilizarse a dichos centros, exponiéndose al contagio de COVID-19.

FIGURA 3
 MAPAS PARCIALES DE CONTAGIO COVID-19
 DEL EQUIPAMIENTO BANCARIO.



Se puede observar que en la figura 3b y 2d los equipamientos están concentrados en el centro de la ciudad, sin embargo 2c, 2e muestran una dispersión con un rumbo de 40° al noreste con destino hacia la Universidad Nacional del Altiplano en la ciudad, y en 2f muestra una dispersión adicional con un rumbo de 10° noroeste con dirección al barrio Huáscar. La clasificación parcial de la zona de más impacto en la salud de la población y riesgo a contagio del COVID-19 esta denotada por la clase **Alto**. La figura 2b del vector banco tiene un área de 32 698,27 m² equivalente a 9 canchas reglamentarias de futbol para eventos FIFA y representa el 7 % de su mapa parcial. La figura 2c del vector caja municipal tiene un área

de 39 407,14 m² equivalente a 10 canchas de futbol y representa el 8 % de su mapa parcial. La figura 2d del vector cajero tiene un área de 93 181,57 m² equivalente a 24 canchas de futbol y representa el 5 % de su mapa parcial. La figura 2e del vector agente tiene un área de 93 181,57 m² equivalente a 24 canchas de futbol y representa el 5 % de su mapa parcial. Y la figura 2f del vector centro de pagos tiene un área de 99 320,80 m² equivalente a 25 canchas de futbol y representa el 5 % de su mapa parcial, los valores de área y porcentaje de las zonas, las clases alto moderado, moderado y bajo moderado se muestra en la tabla 1.

TABLA 1

ÁREAS DE MAPAS PARCIALES DE RIESGO A CONTAGIO COVID-19
DEL EQUIPAMIENTO BANCARIO

Tipo	2 ^a	% ^a	3 ^b	% ^b	4 ^c	% ^c	5 ^d	% ^d
Banco	280945,07	60	114412,91	24	41634,46	9	32698,27	7
CM*	270467,94	58	110999,42	24	49043,03	10	39407,14	8
Cajero	1131923,23	58	585258,20	30	136810,73	7	93181,57	5
Agente	1131923,00	58	585258,00	30	136810,73	7	93181,57	5
CP**	1181505,14	59	486025,58	24	245598,55	12	99320,08	5

*Caja municipal, ** Centro de pagos, ^aBajo moderado, ^bModerado, ^cAlto moderado, ^dAlto.

La interpolación de la densidad de Kernel nos muestra en la figura 4 del equipamiento comercial que existe agrupación en los mercados y tiendas mayoristas en la parte céntrica de la ciudad de Puno, que coincide con los resultados parciales del equipamiento bancario, el cual incrementa el riesgo de contagio al COVID-19.

Se puede observar en la figura 4b una concentración en la zona céntrica de la ciudad con leves dispersiones, las cuales están representadas por los mercados itinerantes nacidos producto de la pandemia, sin embargo, la figura 2c, muestra una dispersión con un rumbo de 15° al sureste con destino hacia el mercado Laykacota, además se aprecia a los 60° suroeste una dispersión con dirección al mercado central de Puno. La clasificación parcial de la zona de riesgo a contagio del COVID-19 está denotada por la clase Alto, la figura 2b del vector mercado tiene un área de 178 411,32 m² equivalente a 44 canchas reglamentarias de futbol para eventos FIFA y representa el 4 % de su mapa parcial, la figura 2c del vector tienda

mayorista tiene un área de 50 503,31 m² equivalente a 13 canchas de fútbol y representa el 7% de su mapa parcial, los valores de área y porcentaje de las zonas, las clases alto moderado, moderado y bajo moderado se muestra en la tabla 2.

FIGURA 4

MAPAS PARCIALES DE CONTAGIO COVID-19 DEL EQUIPAMIENTO COMERCIAL

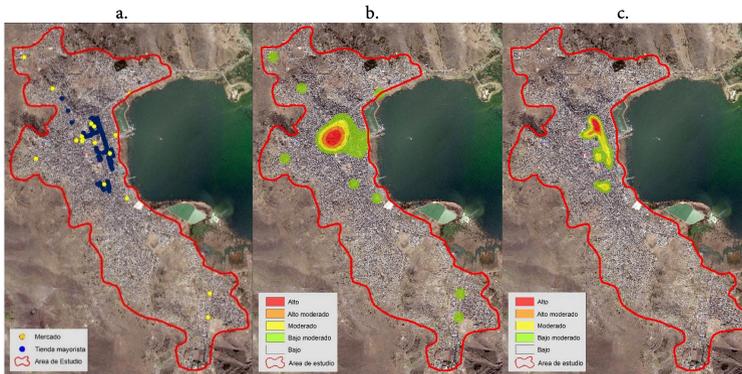


TABLA 2

ÁREAS DE MAPAS PARCIALES DE RIESGO A CONTAGIO COVID-19 DEL EQUIPAMIENTO COMERCIAL

Tipo	2 ^a	% ^a	3 ^b	% ^b	4 ^c	% ^c	5 ^d	% ^d
Mercado	2149439,14	51	1651962,70	39	257367,67	6	178411,32	4
TM*	266307,49	37	242473,14	33	167782,38	32	50503,31	7

*Tiendas mayorista, ^aBajo moderado, ^bModerado, ^cAlto moderado, ^dAlto

Para obtener el mapa de riesgo de contagio COVID-19, se sumó los mapas parciales a través del álgebra de mapas usando la siguiente expresión $(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) + (y_1 + y_2)$. En el caso del *raster* RGB resultante del equipamiento bancario y comercial de la densidad de Kernel, se muestra en las figuras 3 y 4 las superficies de cada uno de los *raster*, que se pueden expresar de la siguiente forma:

$$x_1 = \text{Banco} [RGB \in M_{1 \times 3}] \quad (1)$$

$$x_2 = \text{Caja Municipal} [RGB \in M_{1 \times 3}] \quad (2)$$

$$x_3 = \text{Cajero} [RGB \in M_{1 \times 3}] \quad (3)$$

$$x_4 = \text{Agente} [RGB \in M_{1 \times 3}] \quad (4)$$

$$x_5 = \text{Centro de pago} [RGB \in M_{1 \times 3}] \quad (5)$$

$$y_1 = \text{Mercado} [RGB \in M_{1 \times 3}] \quad (6)$$

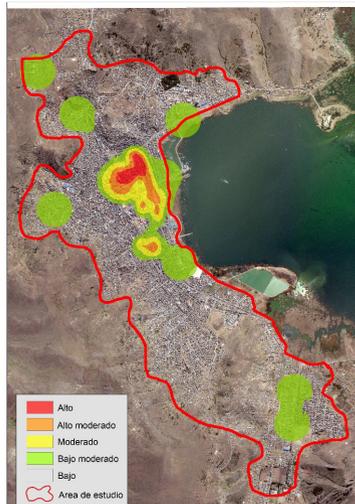
$$y_2 = \text{Tienda mayorista} [RGB \in M_{1 \times 3}] \quad (7)$$

Para obtener el mapa de riesgo de contagio COVID-19, se deben sumar los mapas parciales expresados en las expresiones 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 de tal forma que el resultado adiciona valores a cada pixel por sobre posición lo que se puede expresar de la siguiente forma:

$$90\% \left(\sum_{i=1}^5 x_i \right) + 50\% \left(\sum_{i=1}^2 y_i \right) \quad (8)$$

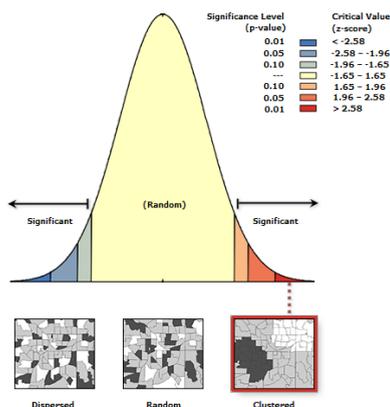
FIGURA 5

MAPA TOTAL DE CONTAGIO COVID-19



Se muestra en la figura 5, el riesgo a contagio del COVID-19 en la ciudad de Puno de los 5 primeros meses de la cuarentena basados en el equipamiento bancario y comercial, identificándose las zonas de más riesgo a contagio. El nivel Alto de riesgo son las zonas rojas, las cuales abarcan el 14 % del total con un área de 127 210,44 m² que se expande por 13 manzanas en la zona céntrica de la ciudad. El nivel alto moderado color naranja abarca el 21 % con un área de 260 382,56 m² que se expande por 27 manzanas. El nivel moderado color amarillo abarca el 29 % con un área 435 290,44 m² que se expande por 44 manzanas. Y el nivel bajo moderado color verde abarca el 36 % con un área 2 518 844,43 m² que se expande por 252 manzanas. El nivel bajo abarca todo el área de estudio. Además, se ha identificado la existencia de auto-correlación espacial mediante el índice global de Moran con umbral de distancia de 1,5 km muestra 0,02 (cercano a 0) indicando que existe agrupación de zonas, el puntaje del estadístico z de 6,48 tiene una probabilidad menor del 1 % que las zonas de contagio COVID-19 sean resultado de la aleatoriedad ya que el p_value es menor a 0,05 como se muestra en la figura 6. Esto es debido a la configuración urbana de la ciudad, las ubicaciones de los equipamientos son muy cercanas entre sí, incrementando el riesgo de contagio del COVID-19.

FIGURA 6
ÍNDICE GLOBAL DE MORAN I



Conclusiones

La actividad comercial y bancaria se mantuvo funcional en el estado de emergencia identificando 238 establecimientos entre comerciales y bancarios, las necesidades económicas de la población y las cortas distancias de ubicación entre equipamientos mostraron nuclearización en la zona céntrica de la ciudad de Puno, mientras los mapas parciales mostraron que los centros de pago y los mercados generan más riesgo de contagio al COVID-19 debido a los bonos universales y el abastecimiento de productos para llevar.

El análisis espacial de vectores mostró zonas riesgo de contagio en mapas de colores, riesgo alto 14 %, alto moderado 21 %, moderado 29 %, bajo moderado 36 %, además, existen patrones espaciales producidos por el umbral de distancia de los equipamientos demostrando que el uso de herramientas de análisis espacial posibilita la focalización de estrategias gubernamentales en el control de la enfermedad.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, J. y Terán, O. (2021). COVID-19 y sus implicaciones sociales: una mirada desde las ciencias computacionales. *Educere: Revista Venezolana de Educación*, (80), 147-164. <https://www.redalyc.org/journal/356/35666280013/html/>
- Arana-Calderón, C. (2020). COVID-19 en La Libertad, Perú. *Revista Médica de Trujillo*, 15(3), 95-96, <http://dx.doi.org/10.17268/rmt,2020,v15i03,02>
- Bravo López, P. (2021). Autocorrelación espacial - Índices para determinar su presencia en datos geográficos: Breve revisión de la literatura. *Universidad-Verdad*, 1(78), 48-61. <https://doi.org/10.33324/uv,v1i1,351>
- Cáceres Seguel, C. y Ahumada Villaroel, G. (2018). Evaluación de brechas de equipamiento urbano entre barrios de Viña del Mar, Chile: una metodología para la identificación de desiertos urbanos. *Investigaciones geográficas*, (97), 1-22. <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n97/2448-7279-igeo-97-00007.pdf>
- Cáceres-Bernaola, U., Becerra-Núñez, C., Mendívil-Tuchía de Tai, S. y Ravelo-Hernández, J. (2020). Primer fallecido por COVID-19 en el Perú. *Anales de la Facultad de Medicina*, 81(2), 201-204. <https://dx.doi.org/10.15381/anales.v81i2.17858>

- Camarero, J. y Rozas, V. (2006). Spatial surface-pattern analyses and boundary detection techniques applied in forest ecology. *Forest Systems*, 15(1), 66-87. <http://dx.doi.org/10.5424/srf/2006151-00954>
- Caudillo, C. y Coronel, C. (2017). Densidad de Kernel. Documento de trabajo. Centro de Investigación en Geografía y Geomática. *Repositorio CENTROGEO*. <http://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/168>,
- Costa, I., Severo, R., Costa de Souza, F., Dias, T., Saraiva, B. y Chaves, E. (2020). Producción científica en revistas online sobre el nuevo coronavirus (COVID-19): investigación bibliométrica. *Texto y Contexto - Enfermagem*, 29, 22-18. <https://dx.doi.org/10.1590/1980-265x-tce-2020-0235>
- Cuartas, D., Arango-Londoño, D., Guzmán-Escarria, G., Muñoz, E., Caicedo, D., Ortega, D., Fandiño-Losada, A., Mena, J., Torres, M., Barrera, L. y Méndez, F. (2020). SARS-coV-2 spatio-temporal analysis in Cali, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 22(2), 1-6. <https://doi.org/10.15446/rsap.v22n2.86431>
- Da Silva Nogueira, K. (2020). Mapeamento da COVID-19 no Estado da Paraíba: Elementos para a espacialização e análise em ambiente SIG. *Metodologias e Aprendizado*, 3, 24-39. <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1301>
- Decreto Supremo N 044-2020-PCM. (15 de marzo del 2020). *El Peruano Diario Oficial*.
- Emanuel, E., Persad, G., Upshur, R., Thome, B., Parker, M., Glickman, A., Zhang, C., Boyle, C., Smith, M. y Phillips, J. (2020). Fair allocation of scarce medical resources in the time of COVID-19. *New England Journal of Medicine*. <https://doi.org/10.1056/NEJMsb2005114>
- Encinas, F., Soto-Liebe, K., Aguirre Núñez, C., González, B., Bustamante, W., Schueftan, A. y Ugalde, J. (2021). COVID-19 y ciudad: hacia un modelo integrado de vivienda, microbiología, ambiente y urbanismo. *ACE: Architecture, City and Environment*, 16(46), 1-22. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/348539>
- Enríquez Mamani, V., Bolívar Espinoza, N., Gallegos Ramos, J., Huanca, L., Marín Mamani, J., Marín Paucara, E. y Yunga Zegarra, E. (2021). Análisis espacial en la identificación de zonas de riesgo de contagio al COVID-19 como herramienta

- para la gestión pública en Juliaca, Perú. *Revista Científica UCSA*, 8(2), 30-38. <https://dx.doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2021.008.02.030>
- Ferracini, R., Naves, W. y Alves, R. (2020). Geografía do COVID-19 no Território Tocantinense. *Metodologias e Aprendizado*, 3, 40-43. <https://doi.org/10,21166/metapre,v3i0,1236>
- Galán-Rodas, E., Tarazona-Fernández, A. y Palacios-Celi, M. (2020). Riesgo y muerte de los médicos a 100 días del estado de emergencia por el COVID-19 en Perú. *Acta Médica Peruana*, 37(2), 119-121. <https://dx,doi,org/10,35663/amp,2020,372,1033>
- Gonzales-Castillo, J., Varona-Castillo, L., Dominguez-Morante, M. y Ocaña-Gutierrez, V. (2020). Pandemia de la COVID-19 y las Políticas de Salud Pública en el Perú: marzo-mayo 2020. *Revista De Salud Pública*, 22(2), 1-9. <https://doi,org/10,15446/rsap,v22n2,87373>
- Huesca, L., Llamas, L., Jara, H. y Rodríguez, D. (2021). The impact of the COVID-19 pandemic on poverty and inequality in Mexico. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época*, 16(3), 1-19. <https://doi.org/10.21919/remef.v16i3.633>
- Inchausti, F., García, N., Prado, J. y Sánchez, S. (2020). La psicología clínica ante la pandemia COVID-19 en España. *Clínica y Salud*, 31(2), 105-107. <https://dx,doi,org/10,5093/clysa2020a11/>
- Iracheta, A. (2020). La ciudad que quisiéramos después de COVID-19. *ACE: Architecture, City and Environment*, 15(43). <http://dx,doi,org/10,5821/ace,15,43,9512>
- Jiménez, A. y Díaz, M. (2017). Medición y cartografía del impacto socialmente percibido ante industrias contaminantes con un estimador de densidad núcleo (Kernel) y SIG: aplicación al caso del complejo industrial Ventanas, Chile. *Estudios Geográficos*, 78(282), 225-256. <https://dialnet,unirioja,es/servlet/articulo?codigo=6268752>
- John Hopkins University. (2020). *COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University*. Coronavirus Resource Center.
- Kim, S. y Bostwick, W. (2020). Social Vulnerability and Racial Inequality in COVID-19 Deaths in Chicago. *Health Education & Behavior*, 147(4), 509-513. <https://doi,org/10,1177/1090198120929677>

- Levine, N. (2015). Chapter 5: Spatial Autocorrelation Statistics en N, Levine (Ed.), *CrimeStat IV: A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations, Version 4.0*. National Institute of Justice.
- Llerena, R., y Narváez, S. (2020). Emergencia, gestión, vulnerabilidad y respuestas frente al impacto de la pandemia COVID-19 en el Perú. *SciELO Preprints*. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.94>
- Marcillo, M. (2021). Creencias básicas sobre los otros, el yo y el mundo, en emergencia sanitaria por COVID-19. *Revista de Investigación Enlace Universitario*, 20(2), 36-54. <https://doi.org/10.33789/enlace.20.2.95>
- Marín Mamani, G., Marín Paucara, E., Bolívar Espinoza, N., Enríquez Mamani, V. y Curro Pérez, F. (2021). Kriging modeling of vertical behavior of environmental noise through thematic maps during cultural festivities in Puno and Juliaca, Perú. *Tecnología en Marcha*, 34(3), 3-14. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i3.4989>
- Orona, M., Grance, L. y Weber, E. (2015). *Evaluación de precisión de navegadores GNSS (GPS-GLONASS)*. Universidad Nacional de Misiones.
- Palacios Cruz, M., Santos, E., Velázquez Cervantes, A. y León Juárez, M. (2020). COVID-19, a worldwide public health emergency, COVID-19, una emergencia de salud pública mundial. *Revista clinica espanola*. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.03.001>
- Pontificia Universidad Católica de Chile. (03 de agosto de 2020). *Del 1 al 9, la escala del peligro*. <https://observatorio,medicina,uc.cl/del-1-al-9-la-escala-del-peligro/>
- Resolución Ministerial N° 087-2020-TR. (14 de mayo del 2020). *El Peruano Diario Oficial*.
- Rizzatti, M., Batista L., Spode, C., Erthal, B., de Faria, M., Scotti, V. y Trentin, R. (2020). Metodologia de geolocalização para mapeamento intraurbano de COVID-19 em Santa Maria, RS. *Metodologias e Aprendizado*, 3, 8-13. <https://doi.org/10.21166/metapre,v3i0,1260>
- Rosero, T., Chuquer, M., Villarrea, G., Tapia, M., Campaña, D. y Lorenzo, F. (2019). La gestión de la innovación en los servicios

- de salud pública. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(3), 1-8. <http://www.revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/81/74>
- Sánchez Flores, A. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1), 102-122. <https://dx.doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Siabato, W. y Manrique, J. G. (2019). La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 28(1), 1-22. <http://dx.doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.76919>
- Silverman, W. (1986). Estimación de densidad para las estadísticas y el análisis de datos. *Wildlife Ecology New York: Conservation and Management*.
- Tello-Ayllón, C. (2020). Evolución de la pandemia COVID19 en las regiones andinas del Perú. *Anales de la Facultad de Medicina*, 81(2), 252-253. <https://dx.doi.org/10.15381/anales.v81i2.17774>
- Vela-Ruiz, M., Ramos, W. y Jhony, A. (2020). Desafíos en la atención de los pacientes con cáncer durante la pandemia COVID-19. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 37(3), 580-581. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.373.5536>
- Wang, F., Nie, J., Wang, H., Zhao, Q., Xiong, Y., Deng, L., Song, S., Ma, Z., Mo, P. y Zhang Y. (2020) Características de la alteración del subconjunto de linfocitos periféricos en la neumonía COVID-19. *The Journal of Infectious Diseases*, 221(11), 1762-1769. <https://dx.doi.org/10.1093/infdis/jiaa150>
- Wilt, E., Adams, E., Thomas, E., Ekperi, L., LeBlanc, T., Dunn, I., Molinari, A. y Carbone, E. (2018). A space time analysis evaluating the impact of hurricane sandy on HIV testing rates. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 839-844. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2018.04.003>
- Yuan, Y., Cave, M. y Zhang, C. (2018). Using Local Moran's I to identify contamination hotspots of rare earth elements in urban soils of London. *Applied geochemistry*, 88, 167-178. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2017.07.011>