Nodo Multidisciplinario de Matemáticas Aplicadas

Mapas de riesgo de contagio COVID-19 basados en los casos activos calculados con la estimación del número de casos diarios totales.

Samuel Romero Santiago, Ruth Corona Moreno
Responsable de la publicación: Jorge X. Velasco-Hernández
Instituto de Matemáticas UNAM-Juriquilla
Reporte Interno extraordinario
NoMMA-R21-2021

19 de septiembre de 2021

ADVERTENCIA: Este documento se distribuye para proporcionar resultados de investigación preliminares para efectos de información únicamente; no han sido certificados por la revisión de pares y, por ello, no pueden usarse para guiar decisiones clínicas ni de salud. Estos resultados no deben ser transmitidos en medios como información definitiva.

Índice

1. Introducción. **1**

2. Metodología del cálculo de la probabilidad de riesgo de contagio en grupos sociales. **2**

3. Escenarios de riesgo **2**
3.1. Escenarios de riesgo para el país 3
3.2. Escenarios de riesgo para CDMX 5
3.3. Escenarios de riesgo para Querétaro 7

4. Observaciones **9**

1. Introducción.

En este documento se presenta el cálculo del riesgo de encontrar **al menos una persona infectada con SARS CoV-2** en un grupo o evento social con aforo de N individuos, en los diferentes estados de la República Mexicana y detallando este cálculo por alcaldías y municipios para CDMX y Querétaro, respectivamente. Calcular el riesgo por estado, alcalcía o municipio proporciona una medida de riesgo promedio agregada de las diferentes regiones, ciudades y pueblos que componen dichas entidades políticas

y administrativas. Sin embargo, aún cuando la escala espacial es grande, sí proporcionan una aproximación a la probabilidad de contagio en función del número de gentes que acuden a algún evento en esa región.

2. Metodología del cálculo de la probabilidad de riesgo de contagio en grupos sociales.

Se usa el método desarrollado por el Dr. Joshua S. Weitz del Georgia Institute of Technology [**?**], que parte de calcular la probabilidad p de que, al día t, en una localidad (municipio o estado), **una persona sana se encuentre con exactamente una persona enferma** (1) mediante la siguiente fórmula elemental:

$$p = \frac{\text{Número de casos activos al día } t}{\text{Población total del sitio al día } t} \tag{1}$$

En consecuencia, la probabilidad de **no encontrarse con una persona infectada**, es $1 - p$. Entonces $(1-p)^N$ es la **probabilidad de no encontrarse con ninguna persona enferma contagiosa en un grupo de N personas**. Por tanto, el riesgo $\mathscr{R}_N$ de que **una persona sana sí pueda encontrarse con al menos una persona enferma contagiosa en un grupo de N individuos en cierta localidad** está dada por (2)

$$\mathscr{R}_n = [1 - (1-p)^N] \times 100, \tag{2}$$

con p definida como en (1).

3. Escenarios de riesgo

1. Calculamos el riesgo de que en una reunión de $n = 50, 100, 200$ individuos nos encontremos **al menos una** persona infectada. Para dar una idea de qué tipo de eventos representa cada tamaño, damos algunos ejemplos:

   - $n = 50$ representaría el aforo en un salón de clases, en un autobús de transporte público en una fiesta en casa.
   - $n = 100$ representaría el aforo en una fiesta popular, charlas en foros y congresos, salas de cine.
   - $n = 200$ representaría el aforo en un evento religioso, político, vacacional o congreso académico.

   Es importante señalar que esta estimación es una cota mínima. El riesgo es mayor pues en una reunión de tamaño N puede haber mas de una persona infectada. El uso de cubrebocas, sana distancia y lavado de manos dismuirá significativamente este riesgo.

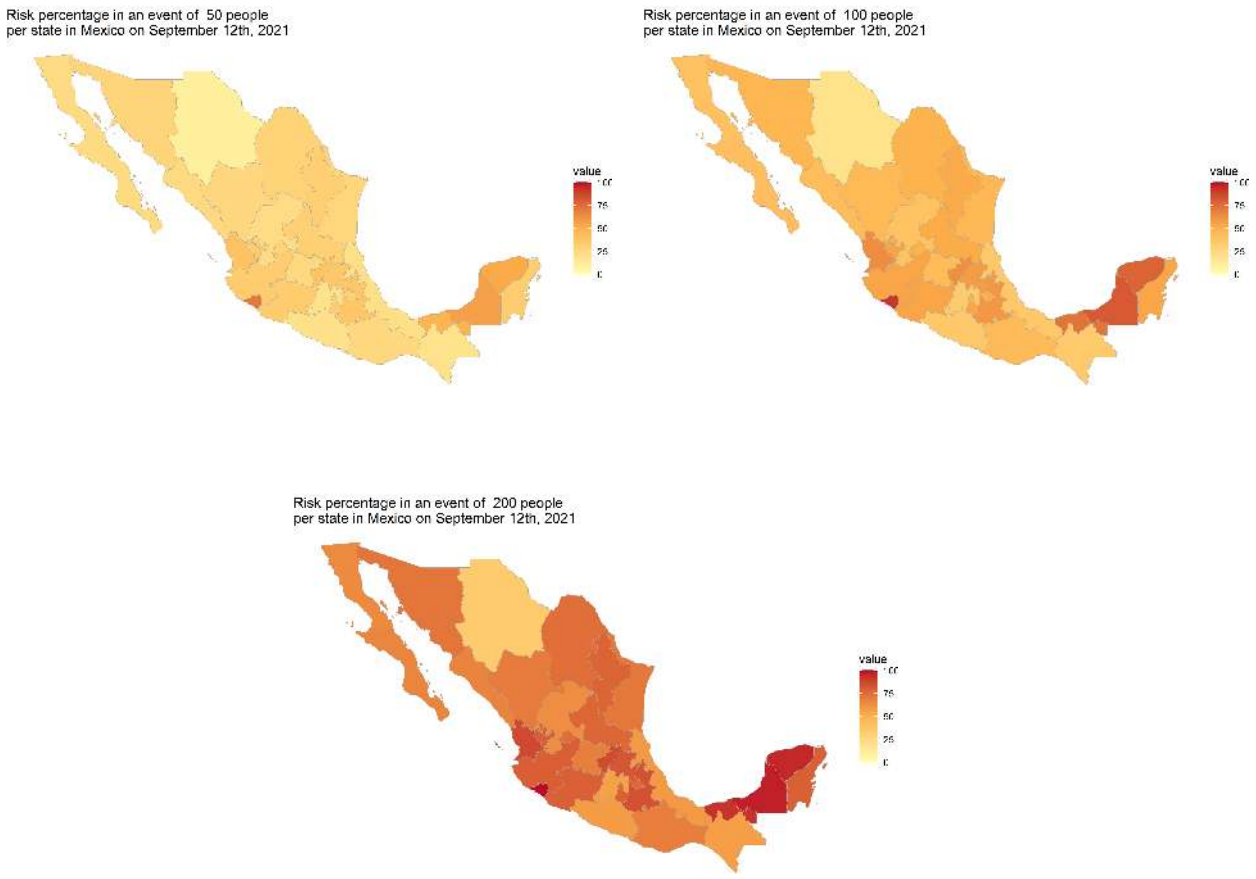
2. Definimos como casos activos, el número de casos nuevos ocurridos en los últimos 14 días. En consecuencia, para estimar la probabilidad de riesgo de contagio en eventos sociales en cada lugar de interés y en determinada fecha, se usa la mediana de la incidencia total estimada para ese lugar y fecha durante los últimos 14 días, usando el modelo *covidestim*[**?**] desarrollado por la Yale School of Public Health (ver también https://www.matem-juriquilla.unam.mx/NoMMA-Covid-Riesgo-Contagio). Es decir nuestro **ascertainment ratio** se obtiene de las estimaciones de infecciones totales proporcionadas por el modelo covidestim. Ver la liga de Tablas en https://www.matem-juriquilla.unam.mx/NoMMA-Covid.

3. Aunque covidestim puede hacer estimaciones hasta la fecha actual, estas se ven afectadas fuertemente por la incidencia registrada hasta ese momento y llega a mostrar escenarios inciertos en los últimos 14 días, de acuerdo a lo observado en el transcurso de la epidemia en México. Por esta razón, los resultados de este reporte se presentan con base en las estimaciones de covidestim recortadas hasta una semana antes de la fecha de actualización de la base de datos obtenida de [**?**].

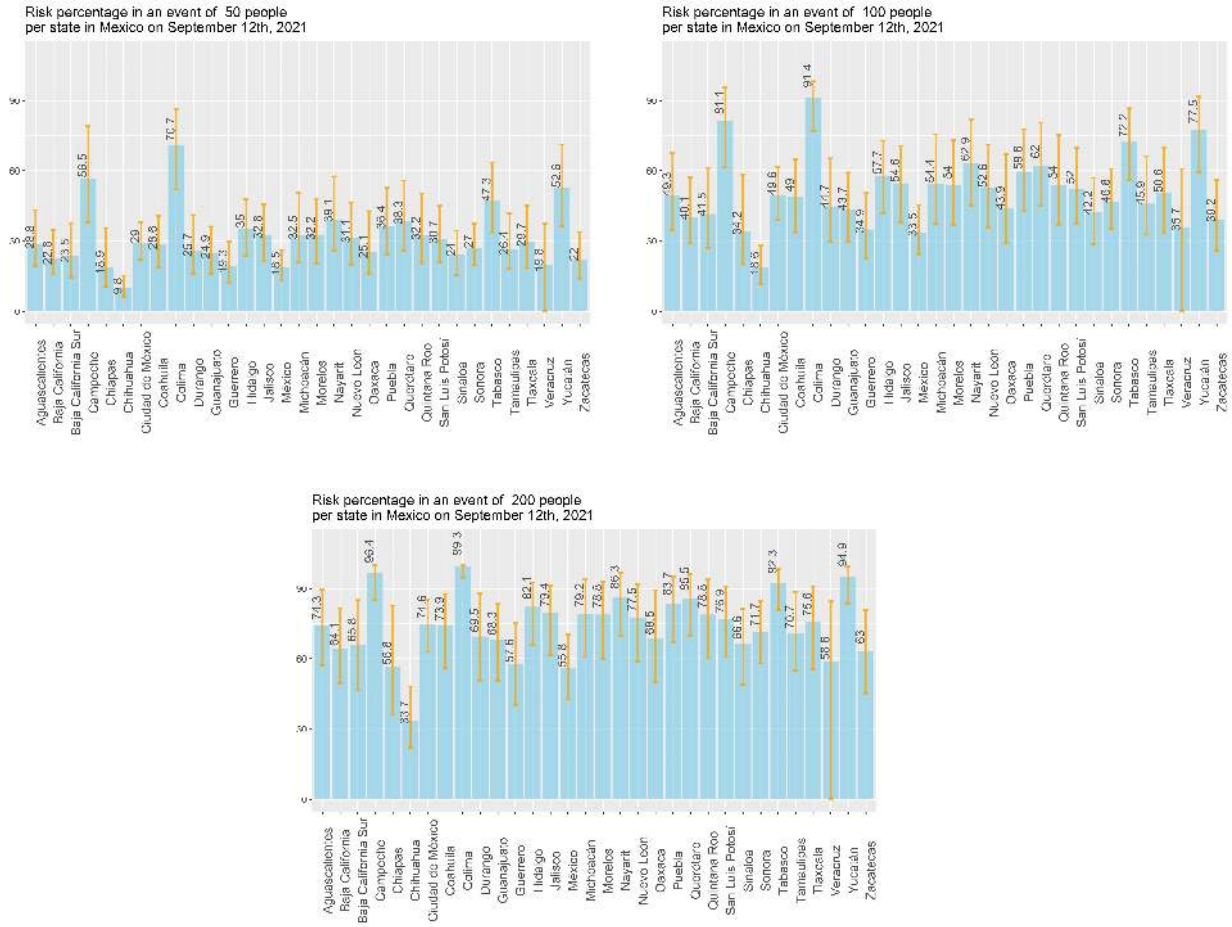
4. Para el tamaño de población de cada municipio o alcaldía se usaron los datos abiertos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en su censo poblacional más reciente (2020).

5. Para el reporte de esta semana se usó la estimación del total de incidencia en cada localidad con base en los datos de [**?**], actualizados el 19 de septiembre de 2021.

3.1. Escenarios de riesgo para el país

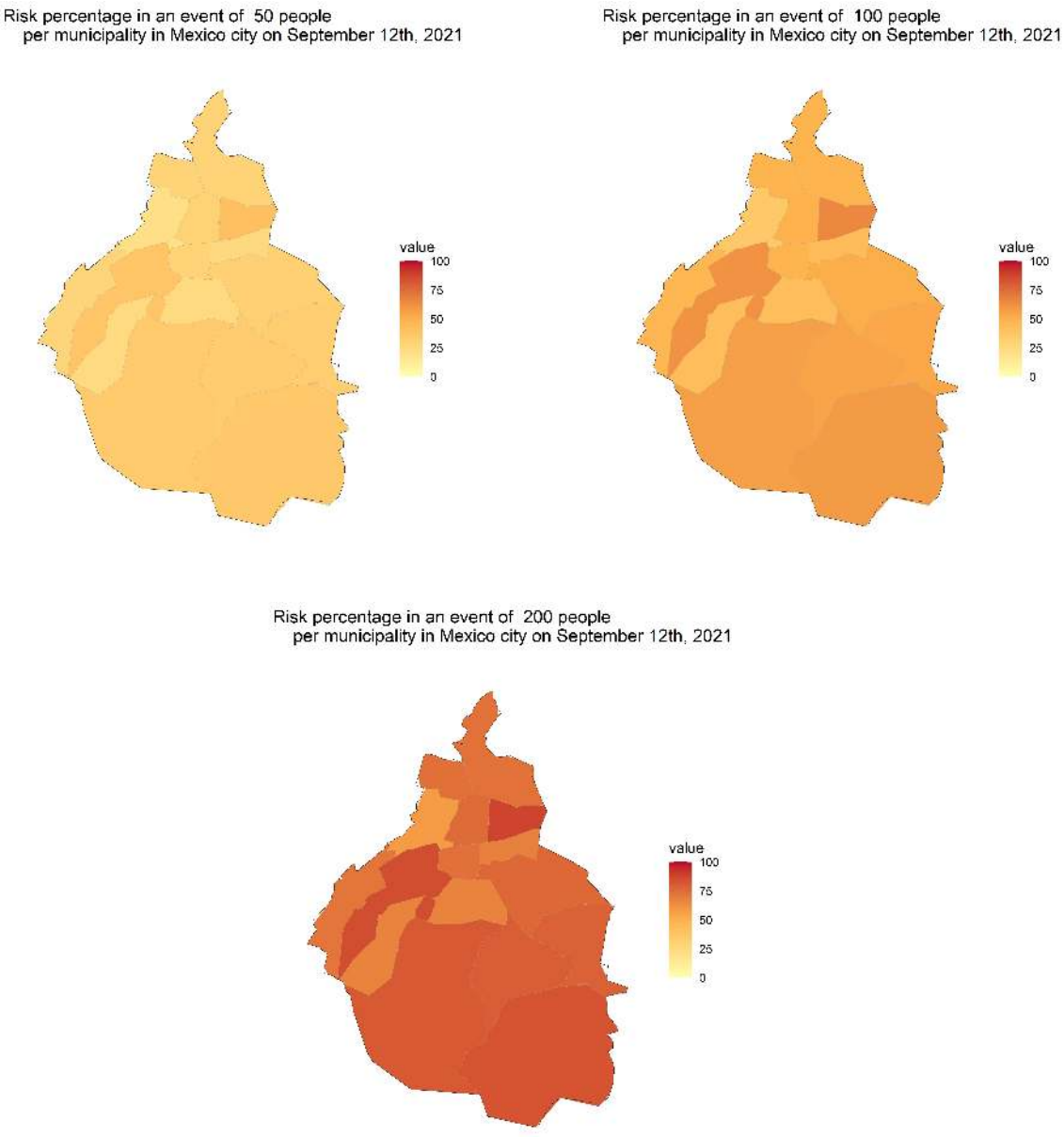


Cuadro 1: Mapas de calor ("heat maps") del porcentaje de riesgo de contagio en la República Mexicana al 12 septiembre de 2021, para eventos con aforo de 50, 100 y 200 personas. Estimaciones calculadas con datos de [**?**] actualizados el 19 de septiembre y recortados hasta el 12 de septiembre.

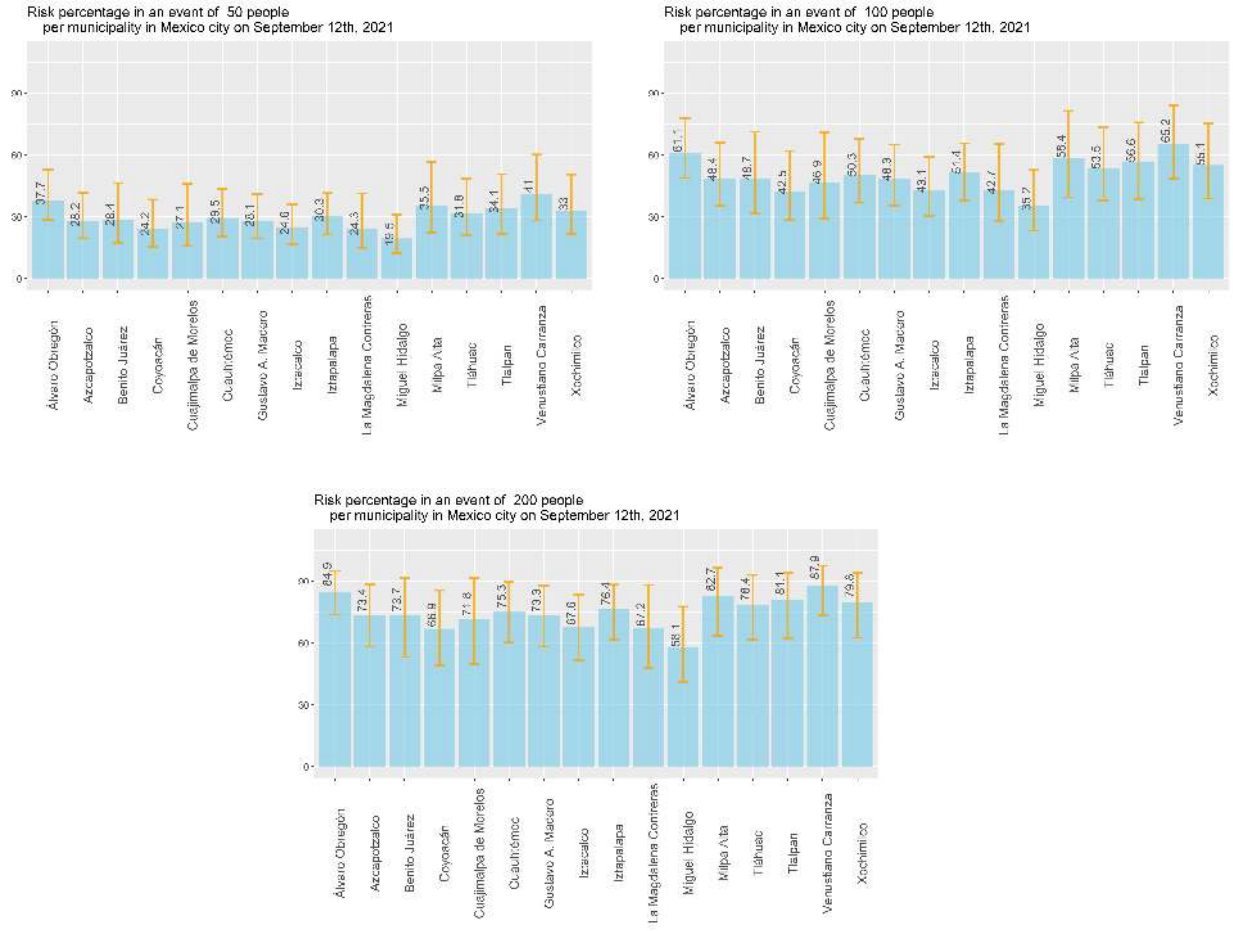


Cuadro 2: Porcentajes de riesgo de contagio por COVID-19 para cada estado, en eventos con aforo de 50, 100 y 200 personas al 12 de septiembre de 2021. Estimaciones calculadas con datos de [**?**] actualizados el 19 de septiembre y recortados hasta el 12 de septiembre.

3.2. Escenarios de riesgo para CDMX

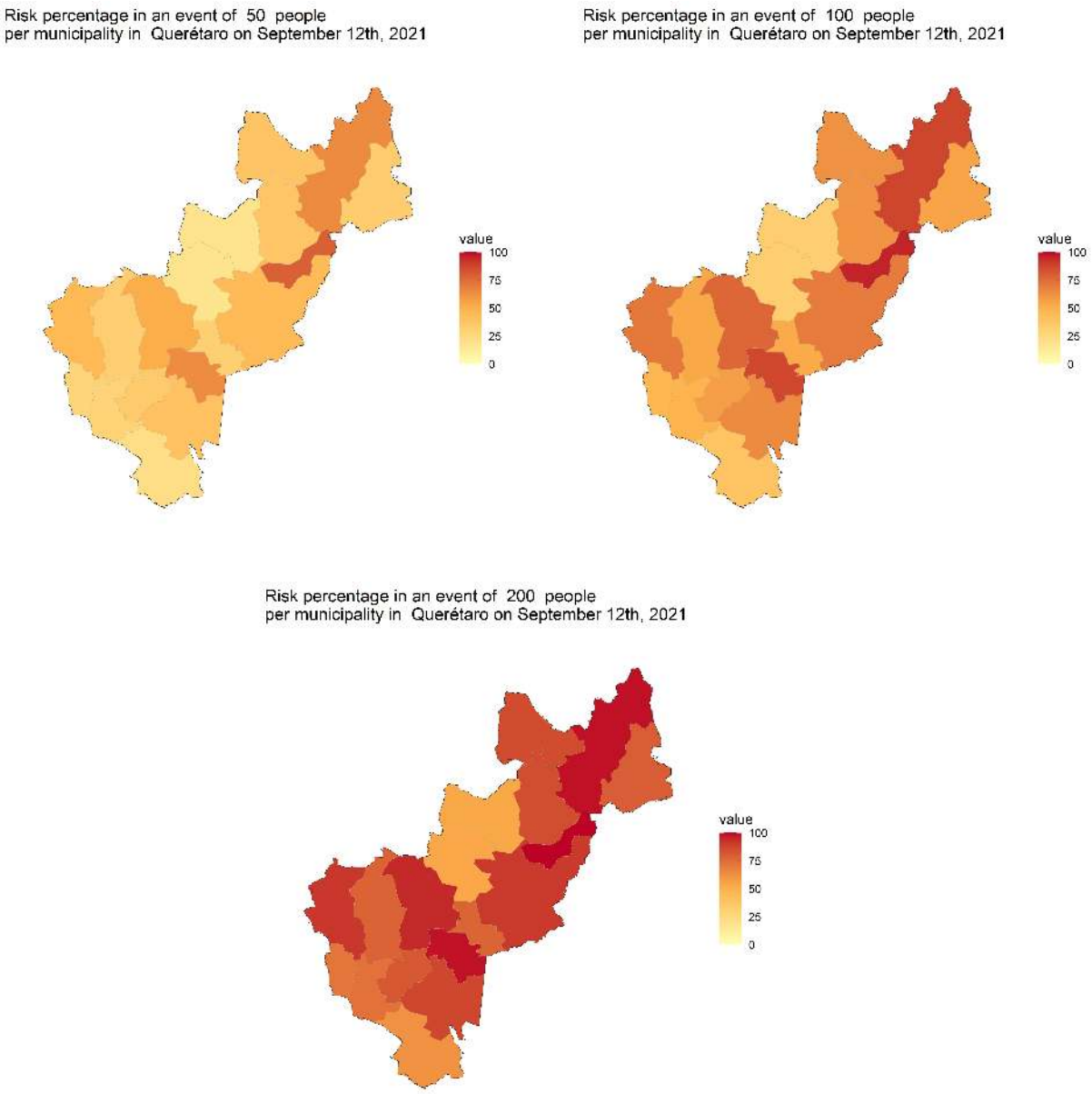


Cuadro 3: Mapas de calor ("heat maps") del porcentaje de riesgo de contagio en las alcaldías de CDMX al 12 de septiembre, para eventos con aforo de 50, 100 y 200 personas. Estimaciones calculadas con datos de [**?**] actualizados el 19 de septiembre y recortados hasta el 12 de septiembre.

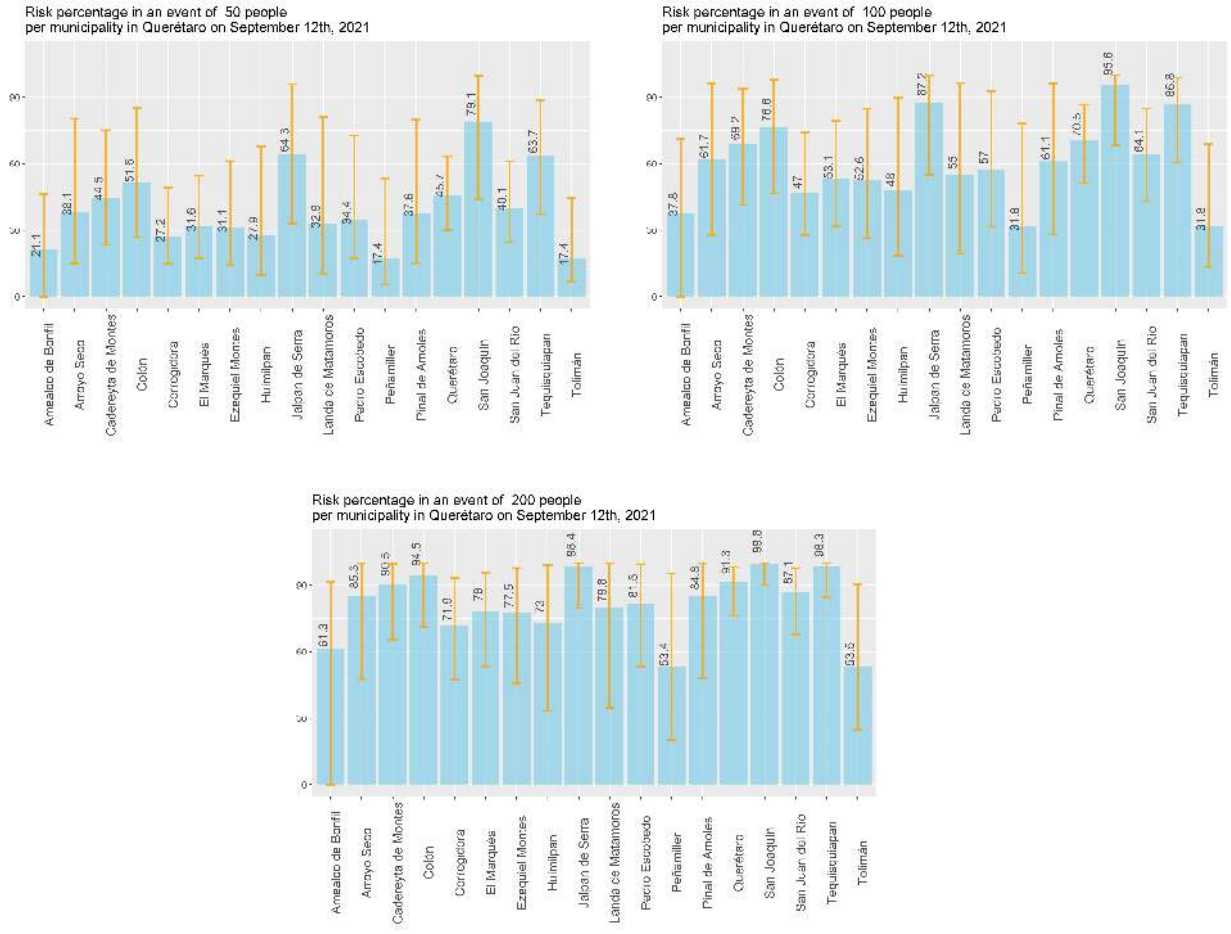


Cuadro 4: Porcentajes de riesgo de contagio por COVID-19 para cada alcaldía de CDMX, en eventos con aforo de 50, 100 y 200 personas al 12 de septiembre de 2021. Estimaciones calculadas con datos de [**?**] actualizados el 19 de septiembre y recortados hasta el 12 de septiembre.

3.3. Escenarios de riesgo para Querétaro



Cuadro 5: Mapas de calor ("heat maps") del porcentaje de riesgo de contagio en los municipios de Querétaro al 12 de septiembre de 2021, para eventos con aforo de 50, 100 y 200 personas. Estimaciones calculadas con datos de [**?**] actualizados el 19 de septiembre y recortados hasta el 12 de septiembre.



Cuadro 6: Porcentajes de riesgo de contagio por COVID-19 para cada municipio del estado de Querétaro, en eventos con aforo de 50, 100 y 200 personas al 12 de septiembre de 2021. Estimaciones calculadas con datos de [**?**] actualizados el 19 de septiembre y recortados hasta el 12 de septiembre.

4. Observaciones

1. Yucatán, Colima y Campeche son los estados con porcentaje de riesgo de contagio mayor al 50 % en eventos con aforo de 50 personas.
2. Las demás entidades federativas presentan un riesgo menor al 50 % en eventos con aforos de 50 personas, señalando que Estado de México y Chihuahua son los estados con menor riesgo (18.5 % y 9.8 % respectivamente).
3. Con respecto a eventos con al menos 100 personas, Colima y Campeche alcanzan un riesgo mayor al 80 %.
4. Para eventos con aforo de 200 personas, todos los estados, con excepción de Chihuahua (con 33.7 %), muestran un riesgo superior al 55 %.
5. En CDMX, la alcaldía Venustiano Carranza es la que presenta mayor riesgo de contagio (41 %) en eventos con aforo de 50 personas, seguida de Álvaro Obregón (37.7 %) y Milpa Alta (35.5 %).
6. Todas la alcaldías presentan riesgo mayor del 35 % en eventos de al menos 100 personas.
7. Todas las alcaldías presentan un riesgo de contagio mayor al 55 % en eventos de al menos 200 personas.
8. Con respecto al estado de Querétaro, los municipios Peñamiller y Tolimán presentan un porcentaje de riesgo menor del 20 % en eventos de a lo más 50 personas. El porcentaje de riesgo del resto de los municipios oscila entre el 21 % y 80 %, resaltando que la capital presenta un 45.7 % de riesgo.
9. En eventos con 100 personas, San Joaquín alcanza un 95.6 %, seguido de Jalpan de Serra con 97.2 % y Tequisquiapan con 86.8 % de riesgo. Los demás municipios no superan el 80 %.
10. Para eventos de 200 personas, San Joaquín alcanza un 99.8 %, seguido de Jalpan de Serra con 98.4 % y Tequisquiapan con 98.3 % de riesgo. Los demás municipios tienen un riesgo mayor al 50 %.

Software

Para la elaboración de este reporte se hizo uso del modelo `covidestim` de la Yale School of Public Health para la estimación de casos activos totales. Con respecto al cálculo de porcentaje de riesgo se usaron las paqueterías `Mexico Choropleths`, `dplyr`, `devtools` y `mxmaps` de R, con base en la metodología [**?**]. Los cálculos se realizaron en la supercomputadora del LAVIS de la UNAM-Juriquilla.

Agradecimientos

La elaboración de este reporte se hizo con el apoyo de los proyectos DGAPA-PAPIIT IV100220, IN115720 UNAM y de los recursos del Laboratorio Nacional de Visualización Científica Avanzada (LAVIS) UNAM.