



Consejo Nacional
de Ciencia y
Tecnología



CentroGeo

Una Descripción Geográfica de la Infraestructura de Salud y la Población Vulnerable en México Frente al COVID-19

A Geographical Description of Health Infrastructure and Vulnerable Population in Mexico regarding COVID-19

Jorge Paredes Tavares

Cátedra CONACYT 7308

S. Ivvan Valdez P. (sergio.valdez@conacyt.mx)

Cátedra CONACYT 7795

**Reporte Técnico del Observatorio Metropolitano
OMGEO-2020-04-N01**

Observatorio Metropolitano

Laboratorio de Estudios Territoriales y Urbanos
Centro de Investigación en Ciencias de
Información Geoespacial, A.C.

Abril de 2020

Competing interest: none.

Data Availability Statement: The input data was downloaded from the links in the bibliography section. The processed data are included in appendixes. Any other data or source code for data processing can be requested via email: svaldez@centrogeo.edu.mx.

Funding statement: The authors are supported by the Mexican National Research and Technology Council (CONACYT-México) with Cátedras 7308 and 7795.

Nota de los autores: Este trabajo no pretende dar directrices sobre política pública o de salud, sino servir como herramienta informativa y visual a los tomadores de decisiones y al público en general, mostrando un resumen visual e intuitivo de la información contenida en los datos abiertos reportados por instancias oficiales de México.

Las estimaciones aquí presentadas no consideran la dinámica de contagios del virus, ni las medidas adoptadas por las autoridades en cada entidad; solo intentan dar una fotografía de las comorbilidades y la infraestructura disponible.

Nota técnica: Los mapas y datos completos generados en la elaboración de este reporte pueden solicitarse por correo electrónico a los autores: sergio.valdez@conacyt.mx, svaldez@centrogeo.edu.mx

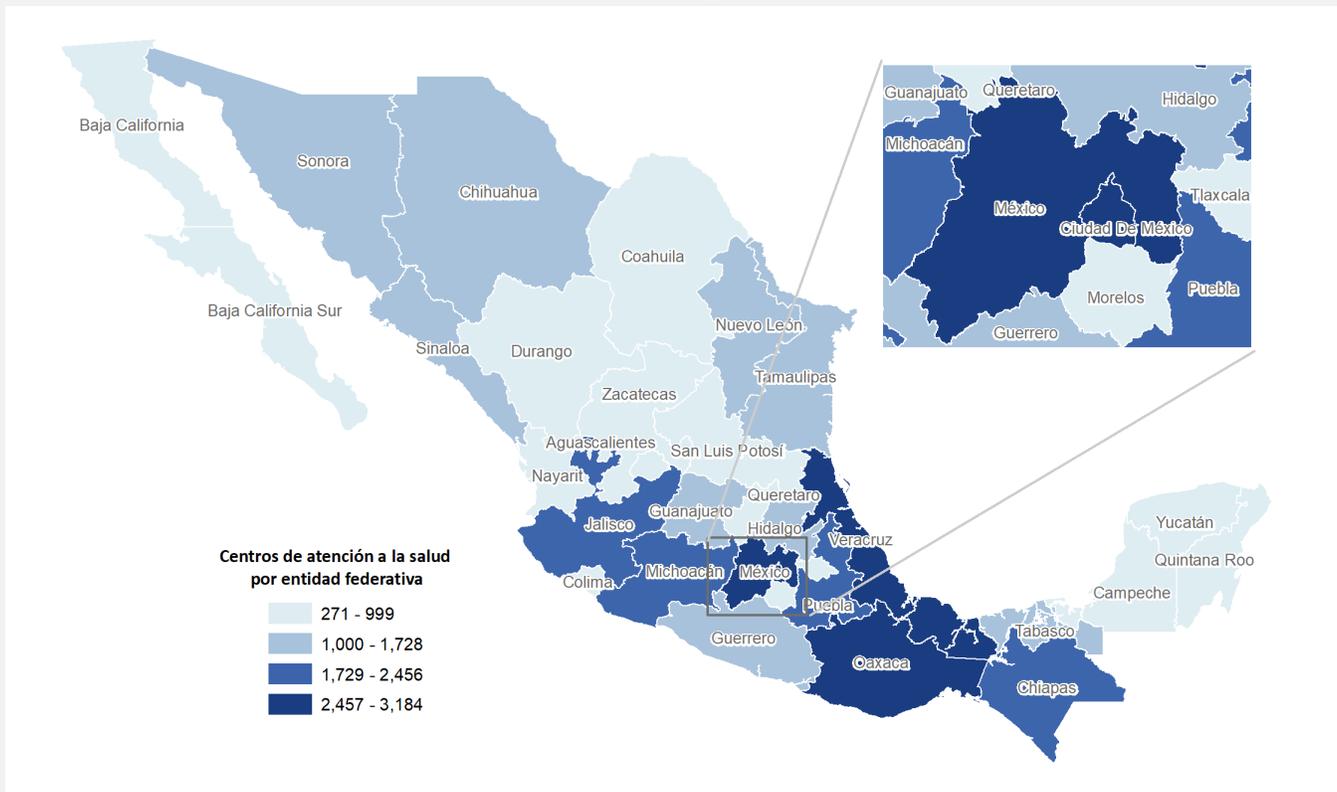
Resumen

Presentamos una descripción geográfica a nivel estatal del número de camas de hospital, tomadas como proxy de la infraestructura material y humana disponible, y las relacionamos con la distribución territorial estimada de la población vulnerable al COVID-19 (SARS-CoV2) en el territorio Mexicano, de acuerdo con la comorbilidad reportada en artículos de investigación recientes. Los datos de infraestructura se obtuvieron de la Dirección General de Información en Salud (DGIS, 2020), y los de vulnerabilidad se estimaron a partir de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2016) del Instituto Nacional de Salud Pública. El objetivo de este reporte no es dar recomendaciones de salud pública sino proveer de información gráfica e intuitiva a los tomadores de decisiones y la población.

Abstract

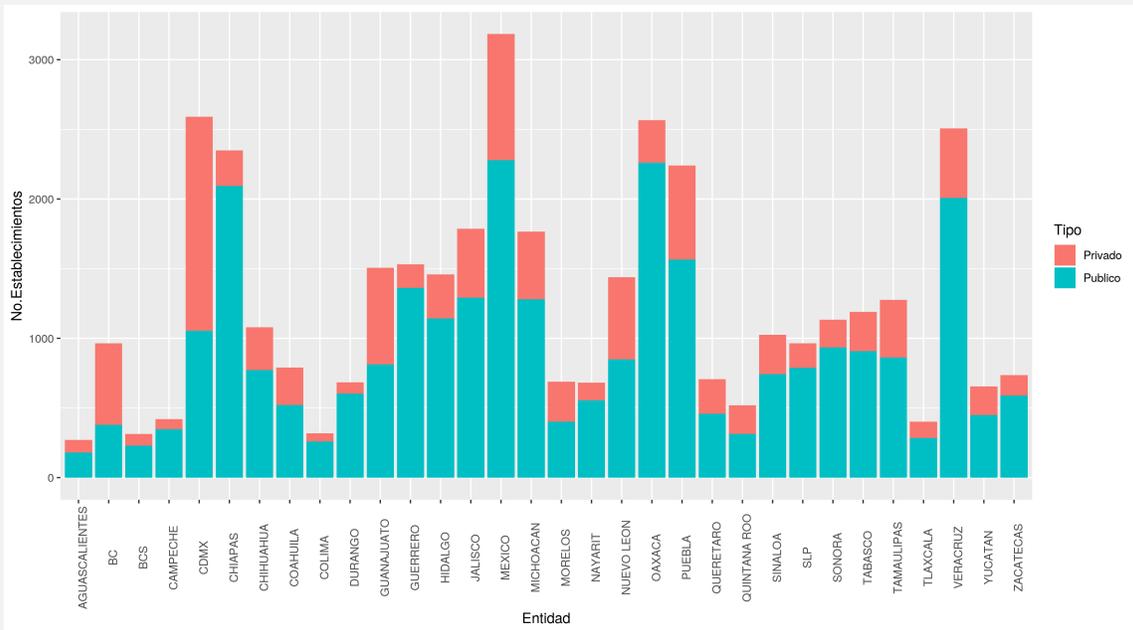
We present a geographical description, at state aggregation, of the number of hospital beds, take it as a proxy of the health infrastructure available, and we relate it with the distribution of the vulnerable population in the Mexican territory according to the comorbidity reported in recent research articles. The infrastructure data was obtained from the General Directorate of Health Information (DGIS), and the vulnerable population is estimated using data from the National Survey of Health and Nutrition (ENSANUT 2016), from the National Institute of Public Health. The objective of this report is not to provide public health recommendations but graphical and intuitive information to the stakeholders and the population.

Establecimientos de salud por entidad federativa

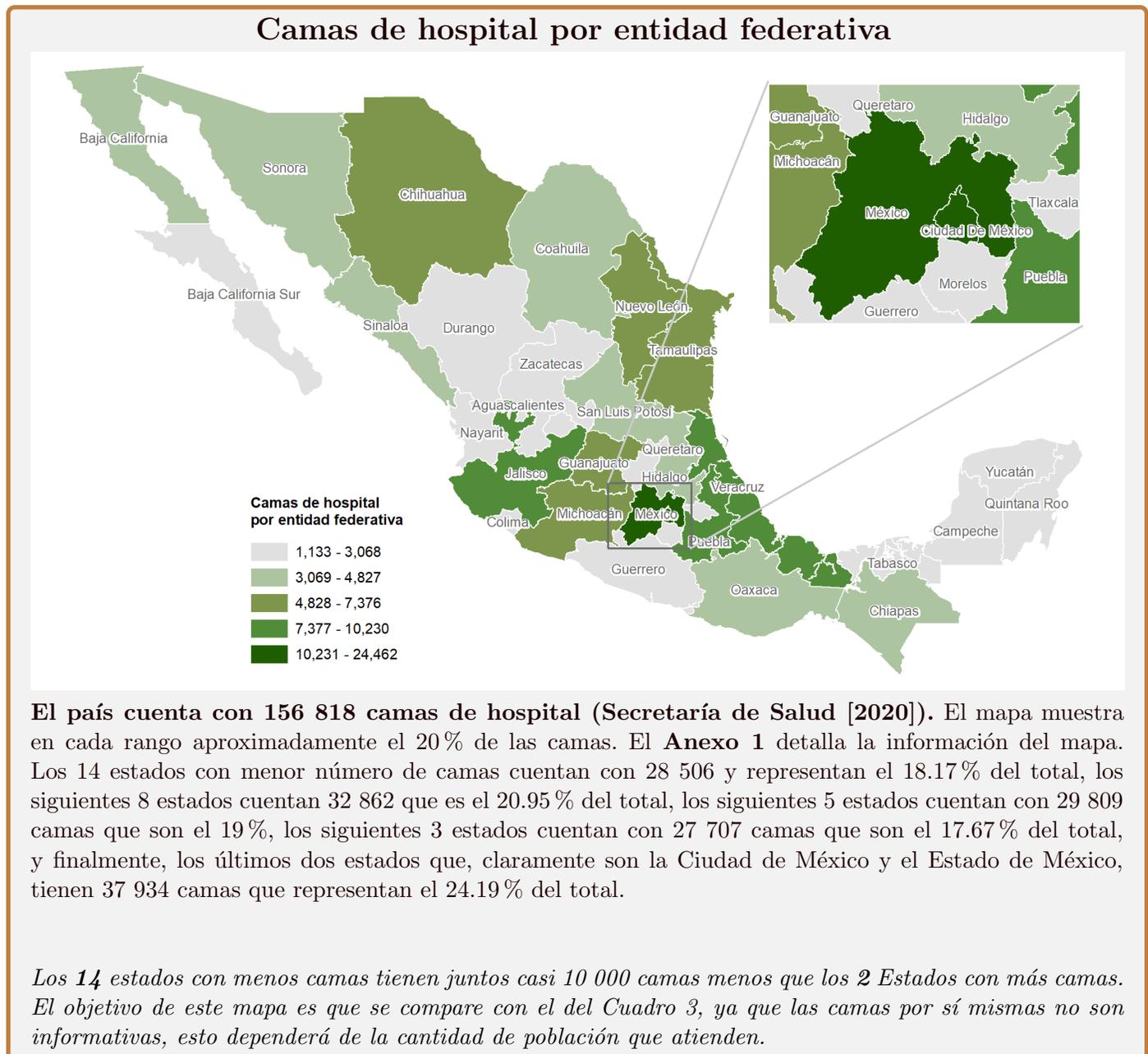


De acuerdo con datos de la Dirección General de Información en Salud (DGIS) Secretaría de Salud [2020], el país cuenta con 39 736 establecimientos de salud, de los cuales, 28 569 (71.8 %) son públicos y 11 167 (28.1 %) son servicios médicos privados. Los estados que tienen mayor porcentaje de establecimientos privados son Baja California con 61 %, Ciudad de México con 59 %, Guanajuato con 46 %, Morelos con 42 %, Nuevo León con 41 % y Quintana Roo con 40 %.

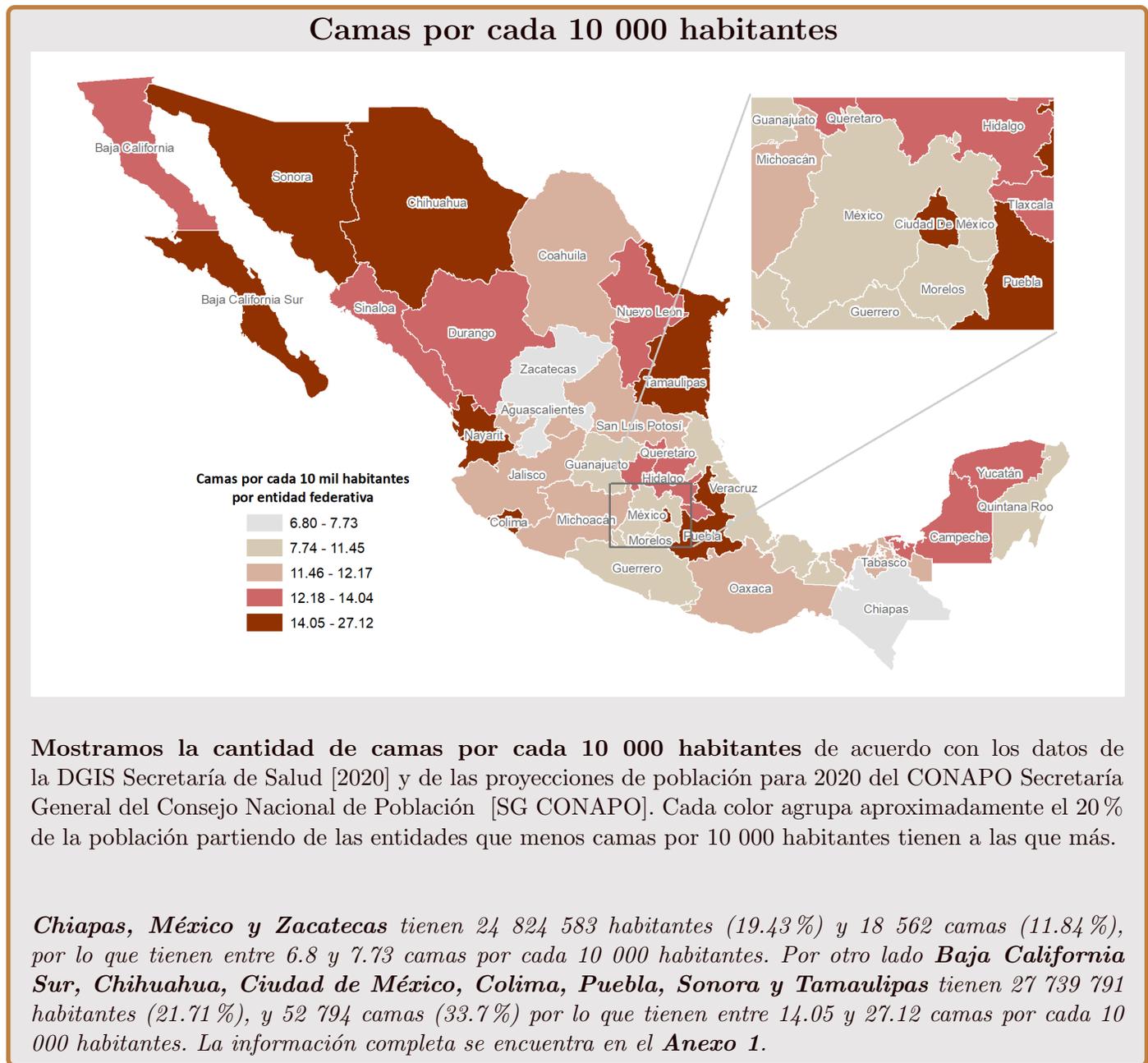
Por su parte, los estados que tienen 80 % o más de establecimientos de salud públicos son Veracruz y Zacatecas con 80 %, Nayarit con 81 %, Colima y San Luis Potosí con 82 %, Sonora y Campeche con 83 %, Oaxaca y Durango con 88 %, y Guerrero y Chiapas con 89 %.



Cuadro 1: Distribución de centros de salud en México.

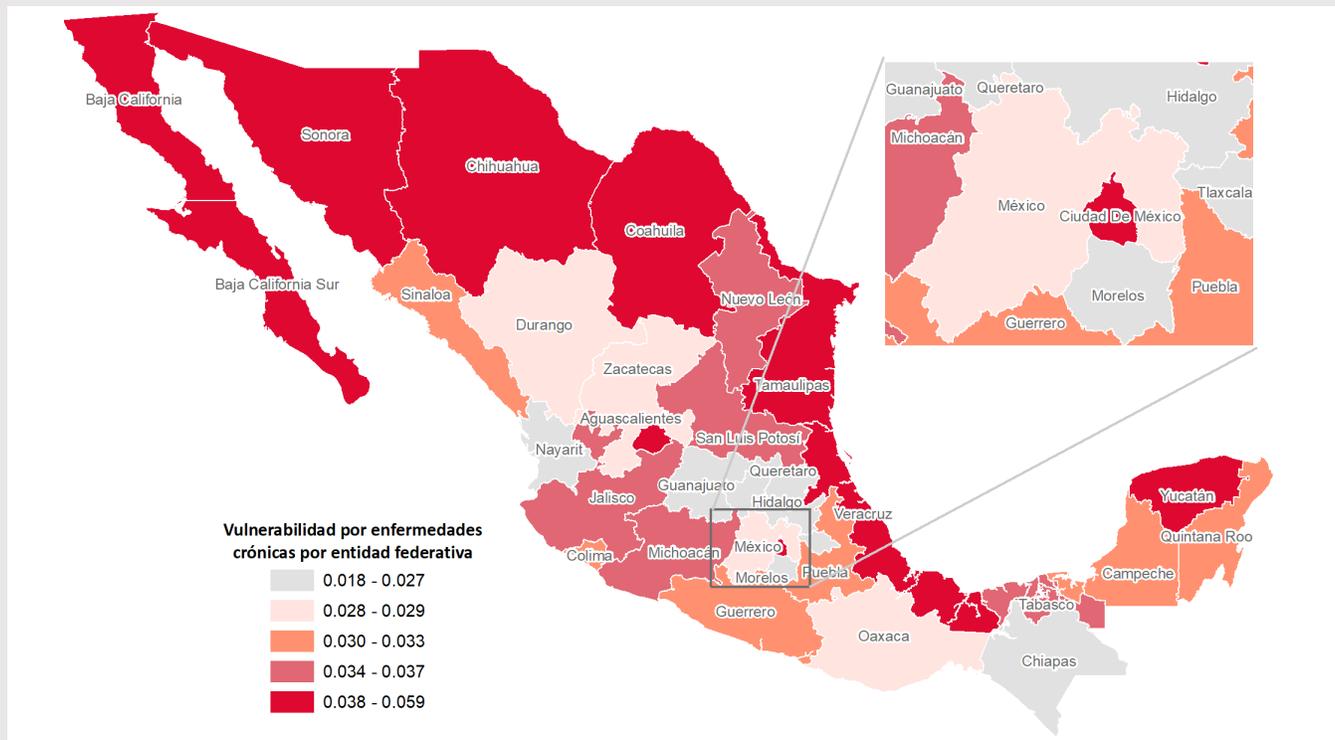


Cuadro 2: Distribución de camas por entidad federativa. Cada rango de color representa aproximadamente el 20% de las camas.



Cuadro 3: Distribución de camas por cada 10 000 habitantes por entidad federativa. Cada color representa aproximadamente el 20 % de la población.

Vulnerabilidad por comorbilidad al COVID-19



Un análisis reciente Yang et al. [2020] estima que las 3 comorbilidades más importantes ante el COVID-19 son: son hipertensión ($17 \pm 7, 95\%CI_{14} - 22\%$), diabetes ($8 \pm 6, 95\%CI_6 - 11\%$), y enfermedades cardiovasculares ($5 \pm 4, 95\%CI_4 - 7\%$).

Usando los datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2016 Instituto Nacional de Salud Pública [2017], específicamente el apartado de enfermedades crónicas en adultos. Estimamos un índice de vulnerabilidad como:

$$0.17P_H + 0.08P_D + 0.05P_C$$

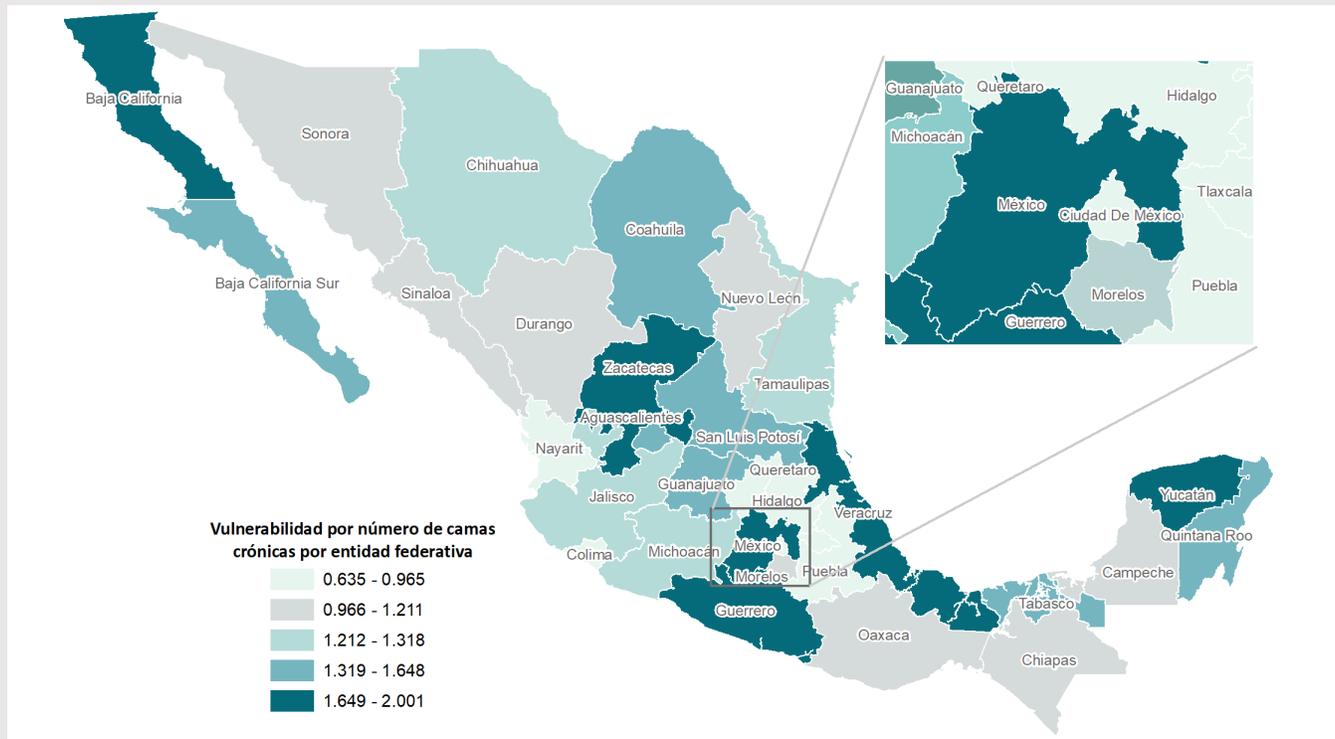
Donde P_H , P_D y P_C son la proporción de personas de cada entidad que contestó que había sido diagnosticada con hipertensión, con diabetes (pero no hipertensión), y con alguna enfermedad cardiovascular (pero no diabetes ni hipertensión), respectivamente. No existen datos reportados de Oaxaca y Colima, así que fueron estimados utilizando un método de interpolación de $n = 12$ vecinos mas cercanos pesados por la Distancia Inversa elevada a la potencia $p = 0.57$.

Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán, representan el 21.4% de la población con mayor índice de vulnerabilidad. Por otro lado Chiapas, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Nayarit, Queretaro, Tlaxcala y Zacatecas representan el 18.54% de la población con menor vulnerabilidad.

Note que el índice trabaja sobre proporciones de la población, si se toma en cuenta la población absoluta este mapa cambia sustancialmente, porque los estados con mayor población tendrían más población vulnerable aunque su índice sea bajo. Vea el Anexo 3.

Cuadro 4: Distribución del índice de vulnerabilidad al COVID-19, cada color representa aproximadamente el 20% de la población, a mayor índice mayor es la comorbilidad diagnosticada de acuerdo a la ENSALUT2016. La información completa se encuentra en el **Anexo 2**.

Saturación= vulnerabilidad/camas por 10 000 habitantes



La saturación se calcula mediante el índice de vulnerabilidad entre las camas por habitante, e indica en que entidades federativas se estima que se encuentra el 20% de la población más afectada por comorbilidades (ver Cuadro 4) y con menor acceso a la infraestructura de salud, y que por lo tanto, podrían presentar mayor saturación en sus centros de atención a la salud.

El índice se calcula de la siguiente forma:

$$I_{V/S} = (Vulnerabilidad / \max(Vulnerabilidad)) / (CamasPorHabitante / \max(CamasPorHabitante))$$

Mientras mayor es el índice, se estima mayor saturación de los servicios de salud. Los valores cercanos a 1 muestran mayor equilibrio entre vulnerabilidad e infraestructura del país. Los valores más altos tienen las condiciones más desfavorables.

Baja California, Guerrero, México, Veracruz, Yucatán y Zacatecas, representan el 29% de la población con mayor saturación, es decir los de las condiciones más desfavorables.

Por otro lado, **Ciudad de México, Colima, Hidalgo, Nayarit, Puebla, Querétaro y Tlaxcala**, representan el 19.12% de la población en los estados donde se estima menor saturación de los servicios médicos.

Note que el índice trabaja sobre proporciones de la población, si se toma en cuenta la población absoluta este mapa cambia sustancialmente, porque los estados con mayor población tendrían una diferencia mayor entre la población y la cantidad de camas. Vea la tabla del Anexo 3.

Cuadro 5: Saturación de los servicios de salud por entidad federativa.

Conclusiones

La estimación concluye que las entidades más vulnerables debido a la comorbilidad estimada son **Baja California Sur, Yucatán, Baja California, Aguascalientes, Coahuila, Tamaulipas, Chihuahua y Veracruz**, en ese orden.

Sin embargo, esta estimación se realizó proporcionalmente a su cantidad de habitantes.

La tabla del **Anexo 3** muestra los valores si se toma en cuenta la población, estos valores *no representan estimaciones de enfermos*, solo sirven para dar una idea del riesgo potencial. Cuando se considera la población los estados con mayor cantidad de población con riesgo potencial son **México, la Ciudad de México, Veracruz, Jalisco, Puebla y Nuevo León**. Note que algunos no están entre los de mayor índice de vulnerabilidad, pero la cantidad de población que tienen los hace enfrentar un riesgo alto, aunque en proporción sea menor a la de otros estados.

Por ejemplo, si consideramos solo el índice de vulnerabilidad, Baja California Sur presenta los valores más altos y Veracruz uno de los más bajos del grupo anterior; en contraste, al considerar el número de habitantes en cada estado, las posiciones se invierten, debido a que Veracruz tiene más de **10 veces** la población de Baja California Sur.

Uno de los problemas que se ha visto con el COVID-19 es la saturación de los servicios de salud, los estados que se estima tendrán mayormente este problema son Veracruz, Zacatecas, Baja California, Yucatán, Guerrero y México, en este orden. Sin embargo hablando de número absolutos, México y Veracruz son por mucho las entidades donde se espera mayor saturación.

Referencias

- Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición - MC 2016. <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2016/descargas.php>, 2017.
- Dirección General de Información en Salud (DGIS) Secretaría de Salud. Clave única de Establecimientos de Salud (CLUES). http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/intercambio/clues_gobmx.html, 2020.
- Secretaría General del Consejo Nacional de Población (SG CONAPO). Proyecciones de la población de los Municipios de México, 2015-2030. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/proyecciones-de-la-poblacion-de-los-municipios-de-mexico-2015-2030>, 2019.
- Jing Yang, Ya Zheng, Xi Gou, Ke Pu, Zhaofeng Chen, Qinghong Guo, Rui Ji, Haojia Wang, Yuping Wang, and Yongning Zhou. Prevalence of comorbidities in the novel wuhan coronavirus (covid-19) infection: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Infectious Diseases*, 2020.

Anexo 1. Estados ordenados por número de camas de hospital por cada 10 000 habitantes

Entidad	Población	Camas Totales	Camas por 10000 Hab.
ZACATECAS	1666426	1133	6.80
CHIAPAS	5730367	3957	6.91
MEXICO	17427790	13472	7.73
GUERRERO	3657048	2872	7.85
VERACRUZ	8539862	7445	8.72
GUANAJUATO	6228175	5602	8.99
MORELOS	2044058	2048	10.02
QUINTANA ROO	1723259	1831	10.63
TABASCO	2572287	2946	11.45
SAN LUIS POTOSI	2866142	3313	11.56
OAXACA	4143593	4826	11.65
AGUASCALIENTES	1434635	1728	12.04
MICHOACAN	4825401	5840	12.10
COAHUILA	3218720	3900	12.12
JALISCO	8409693	10229	12.16
DURANGO	1868996	2276	12.18
BAJA CALIFORNIA	3634868	4459	12.27
CAMPECHE	1000617	1259	12.58
QUERETARO	2279637	2870	12.59
SINALOA	3156674	3982	12.61
HIDALGO	3086414	3908	12.66
NUEVO LEON	5610153	7375	13.15
YUCATAN	2259098	3067	13.58
TLAXCALA	1380011	1876	13.59
NAYARIT	1288571	1810	14.05
CHIHUAHUA	3801487	5549	14.60
SONORA	3074745	4517	14.69
TAMAULIPAS	3650602	5443	14.91
PUEBLA	6604451	10033	15.19
BAJA CALIFORNIA SUR	804708	1358	16.88
COLIMA	785153	1432	18.24
CIUDAD DE MEXICO	9018645	24462	27.12

Anexo 2. Estados ordenados por índice de vulnerabilidad

Entidad	Prop. Hipertensión	Prop. Diabetes	Prop. Cardiaca	Prop. Hiper. y Diab.	Prop. Hipert. y Car.	Prop. Diab. y Car.	Prop. Hiper. y Diab. y Car.	Vulnerabilidad
BAJA CALIFORNIA S.	0.3239	0.1127	0.0563	0.0563	0.0141	0.0141	0.0000	0.058873
YUCATAN	0.2672	0.1207	0.0603	0.0603	0.0345	0.0086	0.0086	0.050259
BAJA CALIFORNIA	0.2395	0.1138	0.0719	0.0479	0.0299	0.0180	0.0120	0.046886
AGUASCALIENTES	0.2179	0.1154	0.1026	0.0641	0.0385	0.0128	0.0128	0.043077
COAHUILA	0.2292	0.1250	0.0486	0.0625	0.0208	0.0347	0.0208	0.042569
TAMAULIPAS	0.2167	0.1361	0.0528	0.0611	0.0333	0.0028	0.0000	0.042278
CHIHUAHUA	0.2082	0.0855	0.0520	0.0223	0.0260	0.0037	0.0000	0.041747
VERACRUZ	0.1873	0.1439	0.0422	0.0571	0.0223	0.0112	0.0074	0.037866
C. DE MEXICO	0.1873	0.1466	0.0749	0.0749	0.0358	0.0195	0.0163	0.037410
SONORA	0.2020	0.0927	0.0430	0.0530	0.0199	0.0132	0.0132	0.037020
NUEVO LEON	0.1940	0.1906	0.0234	0.1137	0.0100	0.0100	0.0033	0.034281
S. LUIS POTOSI	0.1686	0.1330	0.0333	0.0570	0.0166	0.0048	0.0048	0.033563
MICHOACAN	0.1774	0.1019	0.0377	0.0528	0.0038	0.0038	0.0038	0.033321
TABASCO	0.1709	0.0955	0.0503	0.0452	0.0101	0.0050	0.0050	0.033317
JALISCO	0.1713	0.1153	0.0312	0.0498	0.0125	0.0125	0.0062	0.033115
SINALOA	0.1776	0.0927	0.0193	0.0425	0.0116	0.0154	0.0116	0.032857
QUINTANA ROO	0.1494	0.0690	0.0920	0.0230	0.0460	0.0000	0.0000	0.032529
PUEBLA	0.1462	0.1276	0.0603	0.0464	0.0325	0.0209	0.0162	0.031810
CAMPECHE	0.1585	0.0732	0.0732	0.0488	0.0244	0.0000	0.0000	0.030122
COLIMA*	0.1469	0.1153	0.0407	0.0496	0.0152	0.0073	0.0049	0.029659
GUERRERO	0.1429	0.1130	0.0266	0.0432	0.0133	0.0033	0.0033	0.029037
MEXICO	0.1538	0.0960	0.0462	0.0590	0.0208	0.0092	0.0069	0.028347
OAXACA*	0.1383	0.1102	0.0352	0.0447	0.0143	0.0053	0.0043	0.028223
DURANGO	0.1570	0.1092	0.0410	0.0751	0.0171	0.0102	0.0102	0.027713
ZACATECAS	0.1492	0.0608	0.0276	0.0331	0.0055	0.0110	0.0055	0.027017
GUANAJUATO	0.1338	0.1074	0.0264	0.0511	0.0123	0.0035	0.0018	0.025933
NAYARIT	0.1176	0.1324	0.0294	0.0441	0.0147	0.0147	0.0000	0.025588
MORELOS	0.0758	0.1970	0.0455	0.0455	0.0152	0.0000	0.0000	0.025000
HIDALGO	0.1101	0.1101	0.0264	0.0308	0.0088	0.0044	0.0044	0.024846
TLAXCALA	0.1267	0.0600	0.0133	0.0200	0.0133	0.0000	0.0000	0.024400
QUERETARO	0.1048	0.0806	0.0081	0.0363	0.0000	0.0000	0.0000	0.019960
CHIAPAS	0.0936	0.0530	0.0194	0.0230	0.0088	0.0018	0.0018	0.018145

*Los valores de Colima y Oaxaca fueron estimados.

A mayor índice es más alta es la suma ponderada de hipertensión, diabetes y enfermedades cardiovasculares.

Note que para calcular la de diabetes se resto la proporción de hipertensión y diabetes, porque este grupo ya fue contado con hipertensión.

Los conteos son de quienes contestaron que habían sido diagnosticados con alguna de estas condiciones en la ENSANUT 2016.

Anexo 3. Estados ordenados por vulnerabilidad absoluta

Entidad	Población	Camas	Vulnerabilidad	Saturación	Vulnerabilidad × Población	Vulnerabilidad × Población / Camas
MEXICO	17427790	13472	0.0283	1.6895	494022	36.67
C. DE MEXICO	9018645	24462	0.0374	0.6354	337391	13.79
VERACRUZ	8539862	7445	0.0379	2.0011	323370	43.43
JALISCO	8409693	10229	0.0331	1.2543	278489	27.23
PUEBLA	6604451	10033	0.0318	0.9647	210086	20.94
NUEVO LEON	5610153	7375	0.0343	1.2014	192321	26.08
BAJA CALIFORNIA	3634868	4459	0.0469	1.7609	170425	38.22
GUANAJUATO	6228175	5602	0.0259	1.3283	161516	28.83
MICHOACAN	4825401	5840	0.0333	1.2684	160786	27.53
CHIHUAHUA	3801487	5549	0.0417	1.3176	158701	28.60
TAMAULIPAS	3650602	5443	0.0423	1.3064	154339	28.36
COAHUILA	3218720	3900	0.0426	1.6186	137019	35.13
OAXACA	4143593	4826	0.0282	1.1164	116945	24.23
SONORA	3074745	4517	0.0370	1.1610	113827	25.20
YUCATAN	2259098	3067	0.0503	1.7056	113539	37.02
GUERRERO	3657048	2872	0.0290	1.7034	106188	36.97
CHIAPAS	5730367	3957	0.0181	1.2106	103977	26.28
SINALOA	3156674	3982	0.0329	1.2000	103719	26.05
SAN LUIS POTOSI	2866142	3313	0.0336	1.3377	96196	29.04
TABASCO	2572287	2946	0.0333	1.3402	85700	29.09
HIDALGO	3086414	3908	0.0248	0.9040	76684	19.62
AGUASCALIENTES	1434635	1728	0.0431	1.6477	61800	35.76
QUINTANA ROO	1723259	1831	0.0325	1.4105	56055	30.61
DURANGO	1868996	2276	0.0277	1.0485	51796	22.76
MORELOS	2044058	2048	0.0250	1.1496	51101	24.95
BAJA CALIFORNIA S.	804708	1358	0.0589	1.6073	47376	34.89
QUERETARO	2279637	2870	0.0200	0.7304	45501	15.85
ZACATECAS	1666426	1133	0.0270	1.8307	45021	39.74
TLAXCALA	1380011	1876	0.0244	0.8269	33672	17.95
NAYARIT	1288571	1810	0.0256	0.8393	32972	18.22
CAMPECHE	1000617	1259	0.0301	1.1030	30141	23.94
COLIMA	785153	1432	0.0297	0.7492	23287	16.26

Una forma de leer la penúltima columna es como *enfermos hipotéticos* proporcionales a la comorbilidad, es decir, esta columna es la suma del 17% de los hipertensos, el 8% los diabéticos (que no son hipertensos), y 5% de los enfermos cardíacos (que no son hipertensos ni diabéticos). Note que estos enfermos no son reales y que los enfermos reales no pueden estimarse sin un modelo que considere la dinámica del COVID-19, únicamente sirven como referencia para saber donde existe una mayor cantidad de población vulnerable.

El objetivo de esta tabla es apreciar que los estados más vulnerables en proporción (las Baja Californias y Yucatán), no son los más grandes en población, por ejemplo, un 1% de población del Estado de México es mayor que el 21% de la población de Baja California Sur.

En el mismo sentido la última columna nos dice cuantos de estos enfermos *hipotéticos* habría por cada cama de hospital.