

1. Índice de vulnerabilidad por manzana con el uso de variables demográficas y comorbilidades

Antecedentes

Desde el 17 de marzo, el Departamento Nacional de Planeación -DNP-, el Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud -IETS- y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE- están colaborando con el Ministerio de Salud y Protección Social y el Instituto Nacional de Salud para brindar información estadística y construir herramientas que faciliten al alto gobierno tomar decisiones con mayor certeza para la atención de la emergencia ocasionada por el COVID-19.

Este grupo tiene como propósito trabajar en la analítica de datos para toma de decisiones de mediano y largo plazo y la construcción de un dashboard que permita la captación, almacenamiento, diseño, tratamiento y visualización del tablero de control para Covid-19 en todo el país.

Teniendo en cuenta lo anterior, una tarea planteada es la de identificar, al mayor grado de desagregación posible (manzana) a la población en los municipios del país que por sus características demográficas y sus condiciones de salud pueden tener más complicaciones en caso de contagiarse del COVID-19, teniendo en cuenta entre otras consideraciones los criterios epidemiológicos identificados. La propuesta metodológica desarrollada fue la de, a partir de la información del CNPV 2018 y con los registros administrativos necesarios, buscar focalizar esta población al mayor nivel de desagregación posible. Los registros administrativos con los que estamos trabajando son: el Archivo Nacional de Identificación -ANI- y el Registro Civil de Nacimiento -RCN- de la Registraduría Nacional del Estado Civil; la Base de Datos Única de Afiliación en Salud -BDUA-; y los registros individuales de prestación de servicios de salud -RIPS-.

Construcción del índice de vulnerabilidad

El marco geoestadístico colombiano cuenta con una base de datos que contiene 407.277 manzanas en cabeceras municipales que contiene el conteo de población del Censo Nacional de Población y Vivienda -CNPV- 2018; cada una de estas manzanas cuenta con variables agregadas de tipo demográfico, todas ellas obtenidas del CNPV 2018. A su vez, fueron identificadas las comorbilidades aportadas por el Registro Individual de Prestaciones de Salud -RIPS- que contiene las patologías de consulta desde el 2011 a la fecha por cada paciente. Esta información fue emparejada de forma determinística con el CNPV 2018 a través de las variables de identificación de las personas.

Esto se hizo con el fin de determinar qué población presente en el CNPV y RIPS posee comorbilidades y en dónde estaban ubicadas en el año 2018. Se obtuvo como resultado 9.496.027 registros comunes en las fuentes de información que quedan con una etiqueta en la base censal.

Como propuesta de identificación de manzanas con posibles niveles altos de vulnerabilidad, se plantea la realización de un análisis de cluster Kmeans¹, que agrupa las manzanas según sus características demográficas y de comorbilidades. Posteriormente se construye un índice usando la información de los centroides de cada uno de los cluster que asigna niveles de vulnerabilidad.

Los pasos que se siguieron para la construcción del índice son los siguientes:

- 1) Determinar la proporción de individuos por manzana que tenga las siguientes comorbilidades, empleando el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 -CNPV- y el Registro Individual de Prestaciones de Salud -RIPS-.

Las patologías identificadas como factores de riesgo que pueden generar complicaciones en personas con COVID-19, con sus respectivos códigos CIE 10, son las siguientes:

a. Hipertensión:

- I10 Hipertensión esencial (primaria).
- I11 Enfermedad cardíaca hipertensiva.
- I12 Enfermedad renal hipertensiva.
- I13 Enfermedad cardiorenal hipertensiva.
- I15 Hipertensión secundaria.

b. Diabetes:

- E10 Diabetes mellitus insulino dependiente.
- E11 Diabetes mellitus no insulino dependiente.
- E12 Diabetes mellitus asociada con desnutrición.
- E13 Otras diabetes mellitus especificadas.
- E14 Diabetes mellitus, no especificada.

c. Cardiopatía isquémica:

- I20 Angina de pecho.
- I21 Infarto agudo del miocardio.
- I22 Infarto subsecuente del miocardio.
- I23 Ciertas complicaciones presentes posteriores al infarto agudo del miocardio.
- I24 Otras enfermedades isquémicas agudas del corazón.
- I25 Enfermedad isquémica crónica del corazón.

¹ Ver (Hartigan, 1979)

d. Pulmonares crónicas:

- J40 Bronquitis no especificada como aguda o crónica.
- J41 Bronquitis crónica simple y mucopurulenta.
- J42 Bronquitis crónica no especificada.
- J43 Enfisema.
- J44 Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas.
- J45 Asma.
- J46 Estado asmático.
- J47 Bronquiectasia.

e. Cáncer:

- C00-C97 Tumor maligno.

- 2) Determinar la proporción de hogares y personas a nivel manzana de los siguientes indicadores, empleando las personas efectivamente censadas en el CNPV 2018:

a. Individuos mayores de 60 años.

b. Hogares en hacinamiento en cuarto y dormitorios.

c. Hogares con riesgo intergeneracional alto y medio² por manzana.

- 3) Determinar el promedio de personas mayores de 60 años por manzana que viven en hogares unipersonales y familiares³.

- 4) Determinar la densidad poblacional a nivel manzana.

- 5) Se consolida una base de datos que cuenta con 407.277 filas que representan todas las manzanas en cabeceras de 1102 municipios del país con las variables descritas en los puntos anteriores, el análisis se concentra en estas cabeceras y excluye a las 20 áreas no municipalizadas del país. Las cabeceras municipales objeto de análisis se agrupan según su población de la siguiente forma:

- Cabeceras con más de 1.000.000 habitantes.
- Cabeceras con más de 100.000 y menos de 999.999 habitantes.
- Cabeceras con más de 20.000 y menos de 99.999 habitantes.
- Cabeceras con menos de 19.999 de habitantes.

² *Riesgo alto*: hogares generacionales compuestos por adultos mayores de 60 años y población en el grupo de edad de mayor contagio (entre los 20 y 29 años); *riesgo medio*: hogares generacionales compuestos por adultos mayores de 60 años y población en el segundo grupo de edad de mayor contagio (entre los 30 y 59 años).

³ El adulto mayor reside en una vivienda con otras personas que no son sus familiares.

6) Aplicar la técnica de aprendizaje no supervisado kmeans por cabecera municipal determinando el número de grupos como:

- 5 grupos⁴ para cabeceras con más 1.000.000 habitantes.
- 4 grupos para cabeceras entre 100.000 y 1.000.000 de habitantes.
- 3 grupos para cabeceras entre 20.000 y 100.000 de habitantes.
- 2 grupos para cabeceras con menos de 20.000 habitantes.

7) Para determinar el nivel de ordinalidad⁵ de los cluster seleccionados y de esta forma asignar un nivel de vulnerabilidad, se emplean los centroides de cada una de las cabeceras municipales. En primer lugar, se obtiene el valor máximo de cada una de las variables en cada centroide, se asigna una etiqueta, se cuenta el número de máximos en cada uno de los grupos, y por último se establece que el grupo con mayor vulnerabilidad es el grupo con mayor número de máximos; en caso de presentar empate se resuelve de forma aleatoria.

Para determinar el siguiente nivel de vulnerabilidad, se excluye el grupo seleccionado anteriormente y se repite este procedimiento k-1 veces, para determinar el nivel de vulnerabilidad de los k centroides de la cabecera.

8) Se visualiza el nivel de vulnerabilidad asignado a cada una de las 407.277 manzanas en el análisis.

Kmeans

Ejercicio 1

Se toman como conjuntos de piloto las ciudades de Medellín y Bogotá. Con estos conjuntos se determina el número óptimo de grupos para el algoritmo. A continuación, se presentan los ejercicios iniciales y las variables del modelo.

El ejercicio consiste en agrupar las zonas de Bogotá y Medellín, según las siguientes variables a nivel manzana:

- Densidad poblacional manzana: es la razón entre el número de personas efectivamente censadas y el área en metros cuadrados -*densi*
- Proporción de personas de 0 a 9 años - *G_EDAD_0_PORC*
- Proporción de personas de 10 a 19 años- *G_EDAD_10_PORC*

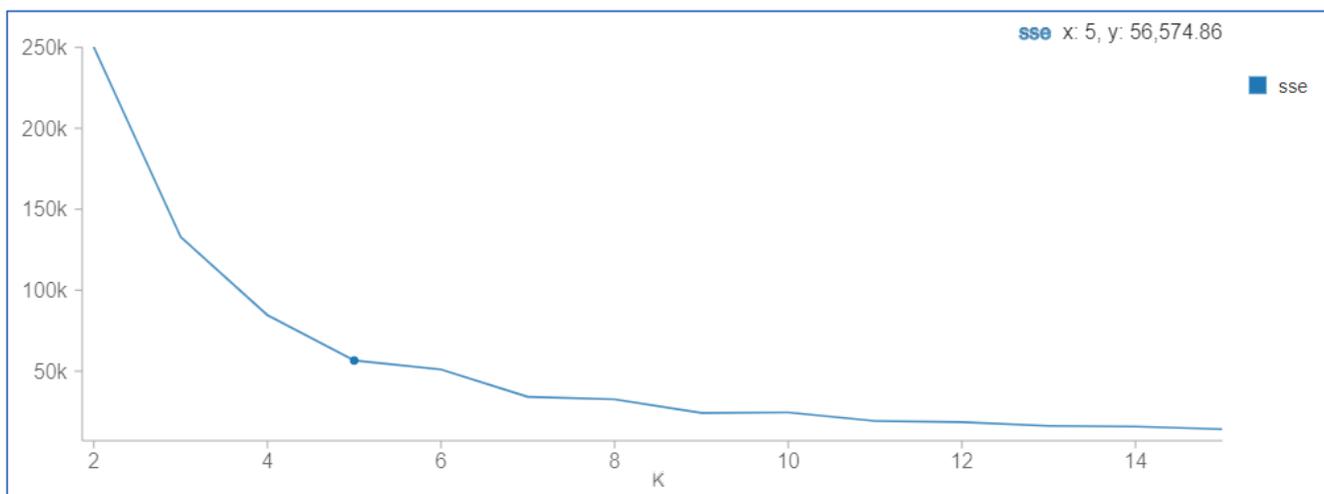
⁴ Número de grupos seleccionado aplicando la técnica del codo en las ciudades de Bogotá y Medellín.

⁵ Al no contar con un índice a nivel de manzana se toma la idea presentada en (McCall, 2020) del índice construido a nivel de persona.

- Proporción de personas de 20 a 29 años - *G_EDAD_20_PORC*
- Proporción de personas de 30 a 39 años - *G_EDAD_30_PORC*
- Proporción de personas de 40 a 49 años - *G_EDAD_40_PORC*
- Proporción de personas de 50 a 59 años - *G_EDAD_50_PORC*
- Proporción de personas de 60 años o más - *G_EDAD_60_PORC*
- Proporción de hogares en hacinamiento en cuartos - *HAC_CUARTOS_PORC*
- Proporción de hogares en hacinamiento en dormitorios - *HAC_DORMIT_PORC*
- Proporción de hogares en riesgo intergeneracional alto - *Porrga*
- Proporción de hogares en riesgo intergeneracional medio - *Porrgm*
- Proporción de personas con diagnóstico de hipertensión - *P_gru_1*
- Proporción de personas con diagnóstico de obesidad - *P_gru_2*
- Proporción de personas con diagnóstico de diabetes - *P_gru_3*
- Proporción de personas con diagnóstico de cardiopatía isquémica - *P_gru_4*
- Proporción de personas con diagnóstico de enfermedades pulmonares crónicas - *P_gru_5*
- Proporción de personas con diagnóstico de cáncer - *P_gru_7*
- Número de Personas mayores de 60 años que viven en hogares unipersonales - *My60uniper*
- Número de Personas mayores de 60 años que viven en hogares familiares - *My60nofam*

Medellín

Se aplicó el método del codo para determinar el número de grupos óptimo y se determinó un $k=5$, como se muestra en el siguiente gráfico:



Los valores de los centroides determinaron de forma temática la vulnerabilidad, como sigue:

Grupo etiqueta 0: densidad poblacional alrededor de 593 personas por hectárea; bajas proporciones de personas de 0 a 9 años; proporción promedio de personas de 10 a 59 años alrededor de 0.12; proporción de personas de 60 años o más alrededor de 0.22; con hacinamiento en dormitorios; con riesgo intergeneracional alto y medio; prevalencia alrededor de 0.17 de personas con hipertensión; prevalencias altas en comparación a los demás grupos para cáncer y diabetes; por último, el promedio de personas con 60 años o más viviendo en hogares unipersonales está alrededor de 9.87. Dado que existen prevalencias relativamente altas de adultos mayores, y que además se encuentra un promedio alto de dichas personas viviendo en hogares unipersonales y diagnósticos con hipertensión, se considera de *vulnerabilidad alto*.

Grupo etiqueta 2: densidad poblacional alrededor de 359 personas por hectárea prevalencias promedio de personas de 20 a 59 años del 0.14; prevalencias bajas para niños y jóvenes; alta proporción de adultos mayores alrededor de 0.28; sin hacinamiento en cuartos y dormitorios; sin riesgo intergeneracional; prevalencia alrededor de 0.17 de personas con hipertensión; prevalencias moderadas para cáncer y diabetes; se cuenta con el mayor promedio de adultos mayores viviendo en hogares unipersonales. Se considera de *vulnerabilidad medio alto*.

Grupo etiqueta 4: densidad poblacional alrededor de 490 personas por hectárea; proporción promedio de personas menores de 60 años alrededor de 0.12; prevalencia de 0.26 para adultos mayores; sin hacinamiento; con riesgo intergeneracional alto y medio; prevalencia alrededor 0.17 para hipertensión; prevalencias moderadas para diabetes y cáncer; promedio de adultos mayores en hogares unipersonales alrededor de 25.6 personas. Dados los niveles de hipertensión, diabetes y cáncer, además del promedio de adultos mayores en hogares unipersonales, se *vulnerabilidad medio*.

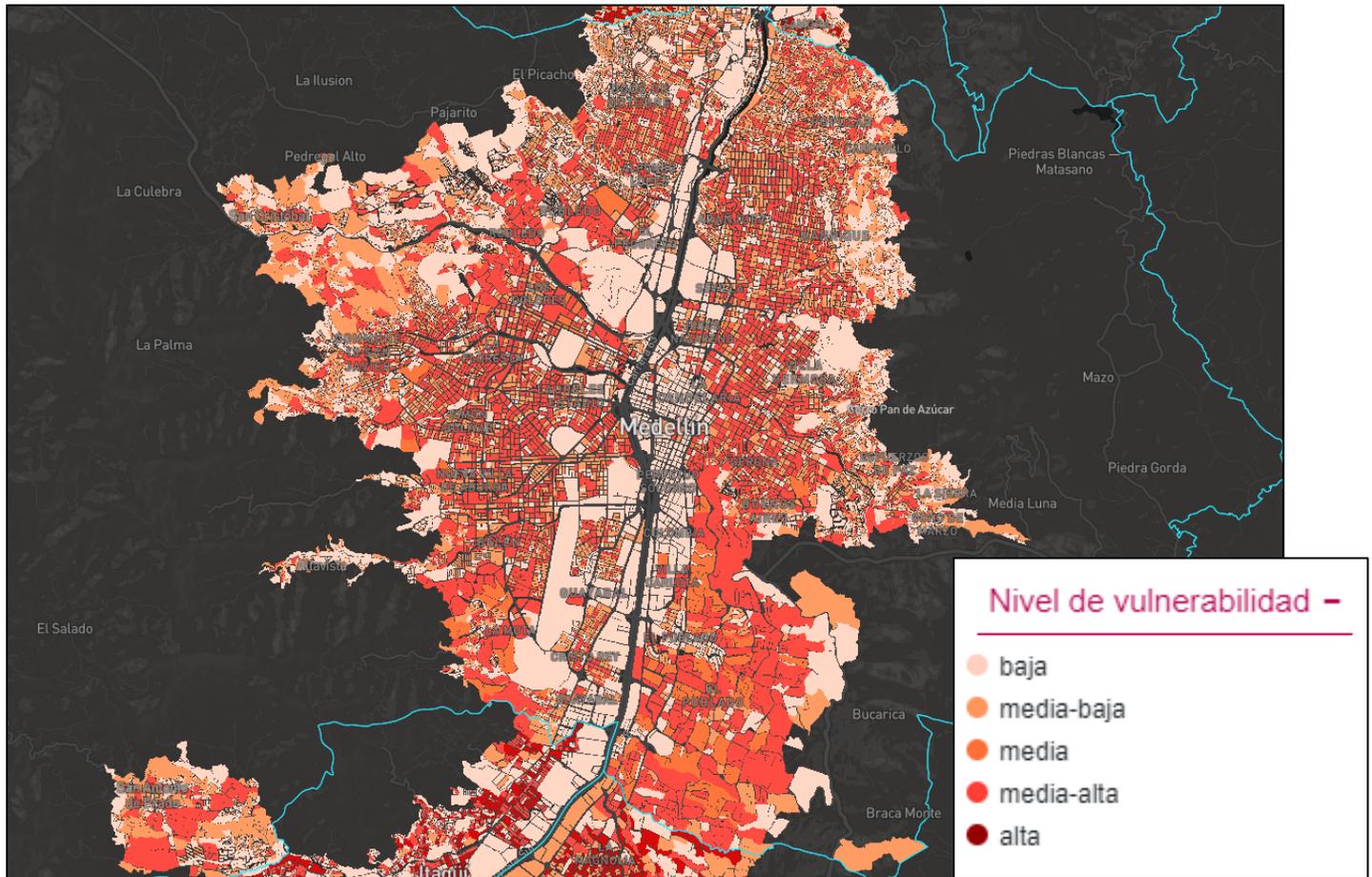
Grupo etiqueta 3: densidad poblacional alrededor 720 personas por hectárea el mayor valor respecto a los demás grupos; proporción promedio de personas por grupo etario alrededor 0.14; con hacinamiento en dormitorios alrededor de 0.025; sin riesgo intergeneracional; prevalencia alrededor 0.17 para hipertensión y bajas prevalencia para los demás diagnósticos; por último, promedios bajos para adultos mayores en hogares unipersonales. Dados los niveles de hipertensión y por su densidad poblacional se considera de *vulnerabilidad medio bajo*.

Grupo etiqueta 1: densidad poblacional alrededor de 488 personas por hectárea; bajas proporción de niños de 0 a 9 años; proporción promedio de personas en el resto de grupos etarios alrededor de 0.11; con hacinamiento en cuartos; sin hacinamiento en dormitorios y con riesgo intergeneracional; prevalencia alrededor de 0.10 de personas con hipertensión; por último, bajas prevalencias de los demás diagnósticos y bajos promedios de adultos mayores en hogares unipersonales. Se considera de *vulnerabilidad bajo*.

Centroides

Cluster	0	1	2	3	4
Densi	0.05939683	0.04884152	0.03593215	0.07216063	0.04907349
G_EDAD_0_PORC	0.06871452	0.07573467	0.05663704	0.08286956	0.05979849
G_EDAD_10_PORC	0.11028944	0.11909558	0.07855827	0.13201597	0.08991606
G_EDAD_20_PORC	0.17319127	0.17410385	0.1369979	0.18771917	0.15465831
G_EDAD_30_PORC	0.15966946	0.14265481	0.15558337	0.16183037	0.15875708
G_EDAD_40_PORC	0.12362482	0.10435162	0.13693656	0.12238188	0.13013618
G_EDAD_50_PORC	0.13721922	0.09981903	0.15056813	0.12770478	0.14542134
G_EDAD_60_PORC	0.22729127	0.11595279	0.28471873	0.18547827	0.26131254
HAC_CUARTOS_PORC	0.0060787	0.01192316	0.00096745	0.0096722	0.00258298
HAC_DORMIT_PORC	0.01542424	0.0292894	0.00256296	0.02520287	0.00621836
Porrga	0.03059956	0.02148737	0.02824659	0.02951727	0.02654985
Porrgm	0.06271597	0.03927679	0.05925523	0.05698038	0.06283022
P_gru_1	0.17282561	0.10342137	0.17443832	0.15638703	0.175932
P_gru_2	5.7638E-05	4.2937E-05	0.00012477	9.0124E-05	0.00018513
P_gru_3	0.05399966	0.0327196	0.04828314	0.04991761	0.05088345
P_gru_4	0.02174093	0.01149535	0.02461687	0.01824467	0.02444092
P_gru_5	0.03402925	0.02084552	0.03362073	0.03199539	0.03158559
P_gru_7	0.04614016	0.02533638	0.05346623	0.03912429	0.05171356
My60uniper	9.87541899	0.35190097	60.8571429	3.43570376	25.5754717
My60nofam	0.51340782	0.06056587	2.78571429	0.21794399	1.22641509

La clasificación se presenta en el siguiente gráfico:



Bogotá

Se aplicó el método del codo para determinar el número de grupos óptimo y se determinó un $k=5$.

Los valores de los centroides determinaron de forma temática la vulnerabilidad, como sigue:

Grupo etiqueta 1: densidad poblacional alrededor 605 personas por hectárea; bajas proporciones de niños y jóvenes; sin embargo, concentra la mayor proporción de niños entre los grupos; proporción promedio para las personas de 20 a 59 años alrededor de 0.15; alta proporción de adultos mayores alrededor de 0.24 (mayor proporción entre los grupos); sin hacinamiento en cuartos y dormitorios; con riesgo intergeneracional alto y medio; prevalencia alrededor de 0.14 de personas con hipertensión (mayor proporción entre los grupos); concentra las mayores prevalencias de cáncer y diabetes respecto de los demás grupos; se cuenta con el mayor promedio de adultos mayores viviendo en hogares unipersonales 69.47. Se considera de *vulnerabilidad alto*.

Grupo etiqueta 0: densidad poblacional alrededor de 505 personas por hectárea; bajas proporciones de personas de 0 a 9 años; proporción promedio del resto de grupos etarios alrededor de 0.13; con hacinamiento en dormitorios y cuartos; sin riesgo intergeneracional; prevalencia alrededor de 0.10 de personas con hipertensión; prevalencias baja para los demás diagnósticos; por último, el promedio de personas con 60 años o más viviendo en hogares unipersonales está alrededor de 1.36. Se considera de *vulnerabilidad baja*.

Grupo etiqueta 2: densidad poblacional alrededor de 521 personas por hectárea; proporción promedio de personas menores de 60 años alrededor de 0.22; prevalencia de 0.22 para adultos mayores; sin hacinamiento; con riesgo intergeneracional alto y medio; prevalencia alrededor 0.17 para hipertensión; prevalencias moderadas para diabetes y cáncer; promedio de adultos mayores en hogares unipersonales alrededor de 25.6 personas. Dados los niveles de hipertensión, diabetes y cáncer, además del promedio de adultos mayores en hogares unipersonales, se *vulnerabilidad medio*.

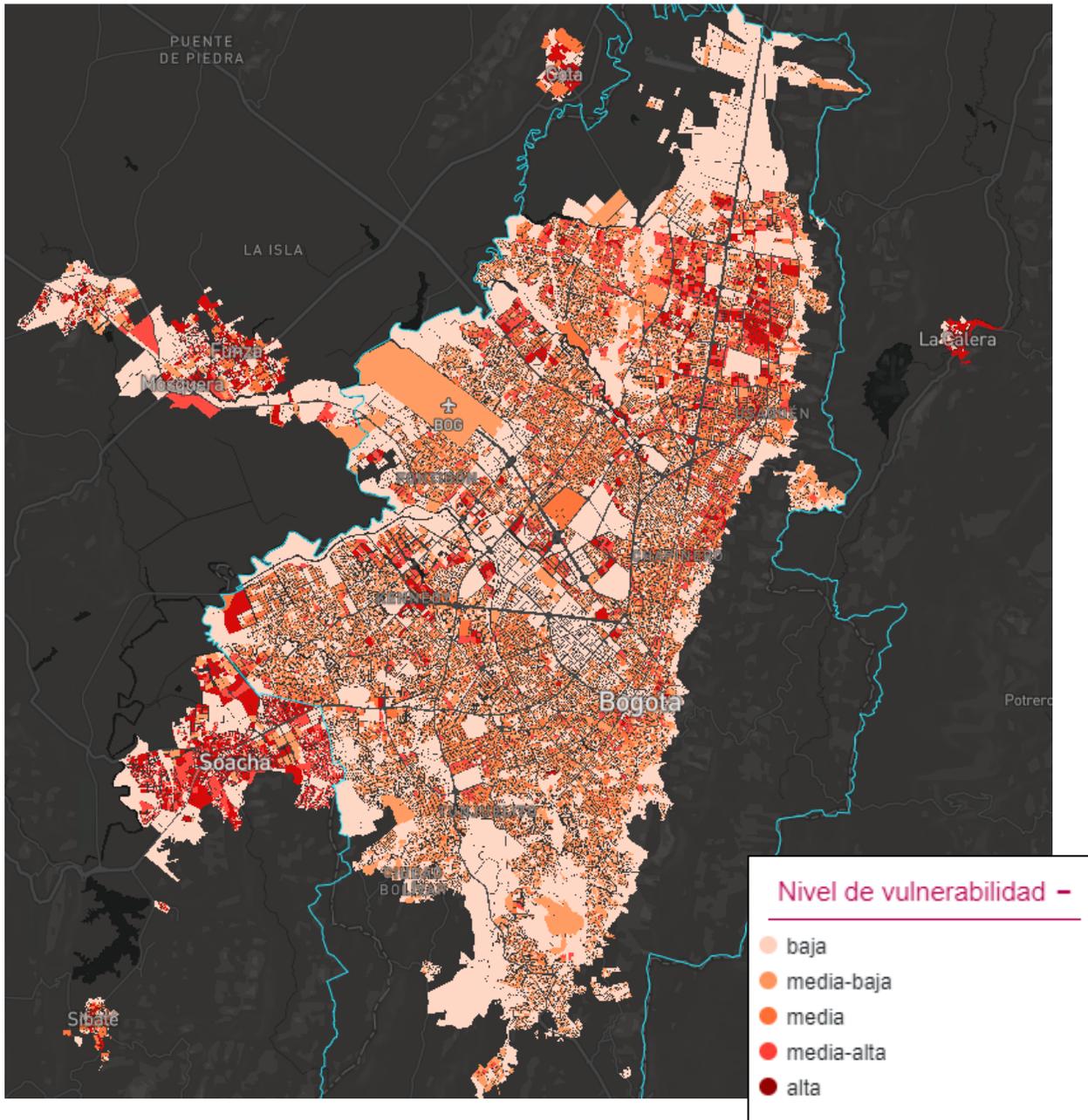
Grupo etiqueta 3: densidad poblacional alrededor de 0.0720, el mayor valor respecto a los demás grupos; proporción promedio de personas por grupo etario alrededor de 0.14; con hacinamiento en dormitorios alrededor de 0.025; sin riesgo intergeneracional; prevalencia alrededor 0.17 para hipertensión y bajas prevalencia para los demás diagnósticos; por último, promedios bajos para adultos mayores en hogares unipersonales. Dados los niveles de hipertensión y por su densidad poblacional se considera de *vulnerabilidad medio bajo*.

Grupo etiqueta 1: densidad poblacional alrededor de 0.0488; bajas proporción de niños de 0 a 9 años; proporción promedio de personas en el resto de grupos etarios alrededor de 0.11; con hacinamiento en cuartos; sin hacinamiento en dormitorios y con riesgo intergeneracional; prevalencia alrededor de 0.10 de personas con hipertensión; por último, bajas prevalencias de los demás diagnósticos y bajos promedios de adultos mayores en hogares unipersonales. Se considera de *vulnerabilidad bajo*.

Centroides

Cluster	0	1	2	3	4
densi	0.05058484	0.06058896	0.05215221	0.0583134	0.05173752
G_EDAD_0_PORC	0.08791759	0.06282237	0.06737414	0.08695177	0.07418989
G_EDAD_10_PORC	0.1265236	0.08736154	0.09565523	0.12456919	0.10438321
G_EDAD_20_PORC	0.18324123	0.1528775	0.15650812	0.18438697	0.16493545
G_EDAD_30_PORC	0.15331346	0.17347423	0.1728974	0.16829164	0.17227084
G_EDAD_40_PORC	0.11493112	0.14134467	0.14558478	0.13068986	0.14348214
G_EDAD_50_PORC	0.11022197	0.13340902	0.13623218	0.12379231	0.13385572
G_EDAD_60_PORC	0.13873606	0.24871068	0.22574815	0.18131826	0.20688275
HAC_CUARTOS_PORC	0.01157473	0.00018469	0.00171672	0.00885941	0.00402144
HAC_DORMIT_PORC	0.02436366	0.0016759	0.00334213	0.01851552	0.0081937
Porrga	0.02413107	0.03160316	0.03023957	0.02501583	0.02642684
Porrgm	0.04191085	0.05630391	0.05135826	0.04482031	0.04666123
P_gru_1	0.10077303	0.1400844	0.12901858	0.12419513	0.12394451
P_gru_2	7.1964E-05	0.00013038	8.268E-05	9.3093E-05	0.00011651
P_gru_3	0.02877246	0.03553372	0.03307214	0.03513463	0.03314
P_gru_4	0.01446201	0.02487804	0.02281048	0.01885389	0.02124941
P_gru_5	0.02669195	0.03274715	0.03026853	0.03206164	0.03051231
P_gru_7	0.02929997	0.05238367	0.04776966	0.03743742	0.04462868
My60uniper	1.36198352	69.4722222	37.0686016	6.98471554	17.5663338
My60nofam	0.08462514	3.96296296	1.77836412	0.23860742	0.74322397

La clasificación se presenta en el siguiente gráfico:



Conclusiones y recomendaciones del índice de vulnerabilidad

1. Después de realizar los análisis en Bogotá y Medellín, se depuran variables y se consolida la construcción del índice como se describe en el paso a paso de la metodología, con el fin de unificar el criterio de asignación de vulnerabilidad en todas las cabeceras municipales.

2. Las variables que ingresaron al análisis final son:

- Densidad poblacional manzana: es la razón entre el número de personas efectivamente censadas y el área en metros cuadrados - *densi*
- Proporción de personas de 60 años o más - *G_EDAD_60_PORC*
- Proporción de hogares en hacinamiento en cuartos - *HAC_CUARTOS_PORC*
- Proporción de hogares en hacinamiento en dormitorios - *HAC_DORMIT_PORC*
- Proporción de hogares en riesgo intergeneracional alto – *Porrga*
- Proporción de hogares en riesgo intergeneracional medio – *Porrgm*
- Proporción de personas con diagnóstico de hipertensión - *P_gru_1*
- Proporción de personas con diagnóstico de diabetes - *P_gru_3*
- Proporción de personas con diagnóstico de cardiopatía isquémica - *P_gru_4*
- Proporción de personas con diagnóstico de enfermedades pulmonares crónicas - *P_gru_5*
- Proporción de personas con diagnóstico de cáncer - *P_gru_7*
- Número de Personas mayores de 60 años que viven en hogares unipersonales - *My60uniper*
- Número de Personas mayores de 60 años que viven en hogares familiares - *My60nofam*

3. Es importante recalcar que **los grupos de vulnerabilidad no representan riesgos de contagio**. Como se puede detallar, estos grupos consideran variables de tipo demográfico (en su mayoría adultos mayores) y comorbilidades, que permiten presumir que si una manzana tiene mayores prevalencias en estas variables, la proporción de población que habita en ella tiene mayor vulnerabilidad en caso de ser contagiada del COVID-19.

4. Principalmente, para los municipios con menos de 20.000 habitantes, la vulnerabilidad alta solo está georreferenciando las manzanas con mayores prevalencias de adultos mayores.

2. Capa de movilidad

Gracias a la colaboración del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD se dispone de la capa geográfica de movilidad publicada y calculada por Grandata⁶, la cual muestra diferencias porcentuales de eventos realizados por usuarios móviles fuera del hogar tomando como día de referencia o día base el 2 de marzo del 2020⁷ (PNUD, 2020).

Como resultado, la capa permite visualizar el alto (o bajo) grado de acatamiento del “aislamiento social obligatorio” de una población en cada sector urbano. Los valores positivos (representados con colores rojos) indican una alta movilidad en relación al 2 de marzo de 2020, mientras que los valores negativos, representados con colores azules indican una baja movilidad en comparación a esta misma fecha de referencia.

Para esta publicación se disponen de datos para 22 cabeceras municipales priorizadas. A continuación, se listan los municipios para los cuales se dispone de información:

Código municipio	Departamento	Municipio
11001	BOGOTÁ, D.C.	BOGOTÁ, D.C.
50001	META	VILLAVICENCIO
41001	HUILA	NEIVA
76001	VALLE DEL CAUCA	CALI
13001	BOLÍVAR	CARTAGENA DE INDIAS
05001	ANTIOQUIA	MEDELLÍN
54001	NORTE DE SANTANDER	SAN JOSÉ DE CÚCUTA
08758	ATLÁNTICO	SOLEDAD
66170	RISARALDA	DOSQUEBRADAS
19573	CAUCA	PUERTO TEJADA
52835	NARIÑO	SAN ANDRÉS DE TUMACO
73001	TOLIMA	IBAGUÉ
08001	ATLÁNTICO	BARRANQUILLA
47001	MAGDALENA	SANTA MARTA
18001	CAQUETÁ	FLORENCIA
08634	ATLÁNTICO	SABANAGRANDE
91001	AMAZONAS	LETICIA
52356	NARIÑO	IPIALES
15816	BOYACÁ	TOGÜÍ

⁶Plataforma regional: <https://covid.grandata.com/distancing/>

⁷ Para mayor información de la metodología utilizada consulte la siguiente página: <https://covid.grandata.com/methodology>

Código municipio	Departamento	Municipio
17380	CALDAS	LA DORADA
15686	BOYACÁ	SANTANA
15798	BOYACÁ	TENZA

Bibliografía

Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm [Journal] / auth. Hartigan J., & Wong, M. // Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics). - 1979. - pp. 100-108..

Building a COVID-19 Vulnerability Index [Journal] / auth. McCall Dave DeCaprio and Joseph Gartner and Thadeus Burgess and Sarthak Kothari and Shaayan Sayed and Carol J. // arXiv preprint arXiv:2003.07347.. - 2020.

PNUD. (2020). *UNDP GRANDATA*. Obtenido de <https://covid.grandata.com/methodology>