



MOVILIDAD POBLACIONAL Y CONTAGIOS EN COLOMBIA DURANTE COVID-19

Un informe de la Universidad del Rosario

MOVILIDAD POBLACIONAL Y CONTAGIOS EN COLOMBIA DURANTE COVID-19

Un informe de la Universidad del Rosario

Autores Principales

Felipe González-Casabianca
Universidad del Rosario

Alejandro Feged-Rivadeneira
Universidad del Rosario
alejandro.feged@urosario.edu.co

Colaboradores

Andrés Ángel
Universidad de los Andes
ja.angel908@uniandes.edu.co

Vladimir Corredor
Universidad Nacional
vcorredore@unal.edu.co

María Carolina Salazar Pardo
Universidad del Rosario
datalama@urosario.edu.co

Andrea Parra
Universidad del Rosario

Andrés Miguel Sampayo
Universidad del Rosario
andres.sampayo@urosario.edu.co

24 de julio de 2020

1. Puntos relevantes y recomendaciones de la última semana

- Desde la segunda semana de abril se observa un aumento en la movilidad humana¹ a nivel nacional asociada a los casos diagnosticados por día en el tiempo de incubación del virus (dos semanas).
- Durante las últimas dos semanas, el cambio en movilidad se ha mantenido en el rango de 20 puntos porcentuales por debajo del promedio de febrero. A pesar de mostrar una tendencia estable, la disminución en movilidad es inferior al umbral del 50 por ciento en el que se presumen mayores impactos marginales en la disminución de casos reportados.
- La movilidad humana al interior de las ciudades crece en la última semana en Sincelejo, Cartagena, Medellín y Santa Marta. También se observa un incremento en la movilidad humana promedio al interior del resto de unidades funcionales² del país.
- Se evidencia una alta movilidad humana en los últimos 15 días en los siguientes corredores: Sogamoso - Tunja - Bogotá - Ibagué y Neiva; eje cafetero - Cali y Popayán; y Bogotá - Medellín. Se observa también un aumento en la movilidad entre Sincelejo y Montería. Se recomienda revisar medidas para estabilizar la movilidad humana en estos corredores ya que también conectan unidades administrativas con un aumento sustancial de casos.

¹Para el propósito de este reporte movilidad humana se mide de acuerdo a la cantidad de personas que se mueven de un lugar a otro y el tamaño de área de los movimientos. Se presenta mayor detalle sobre la definición y los métodos de medición en el Anexo metodológico

²Unidad Funcional se refiere a un grupo de unidades administrativas que por su alto nivel de movilidad son altamente interdependientes

- Se observan aumentos de movilidad incidente³ en los últimos 15 días en las zonas del Río Magdalena y en Tumaco.
- Se resaltan alertas en aumentos de casos en las siguientes unidades funcionales: Medellín - Antioquia, Apartadó - Antioquia, Pereira - Risaralda, Mocoa - Putumayo y Sincelejo - Sucre. Se recomienda revisar planes de contingencia para posible enrutamientos a servicios de salud en zonas urbanas cercanas.
- También se sugiere hacer seguimiento al comportamiento de las fronteras con Ecuador en los departamentos de Putumayo y Nariño y a la zona de Apartadó donde se evidencia un aumento sustancial de casos enmarcados en la dinámica de fronteras con condiciones socio-económicas y de seguridad que aumentan la vulnerabilidad.
- Durante las últimas dos semanas, 19 municipios reportan por primera vez casos positivos de COVID-19. 458 municipios no han reportado nuevos casos de COVID-19 en las últimas dos semanas.

2. Justificación

La movilidad humana constituye el principal riesgo de importación y diseminación de COVID-19. Las medidas adoptadas para reducir la movilidad tienen el objetivo de disminuir la probabilidad de contactos y por consiguiente los contagios. Con base en la información epidemiológica y de cambios en movilidad se pueden hacer inferencias acerca del crecimiento de la infección, y su efecto sobre la capacidad de respuesta del sistema de salud a nivel nacional y subnacional. Unidad funcional para este propósito se define como un grupo de unidades administrativas con alta conexión en movilidad e interdependencia socio-económica. En el anexo metodológico se presentan mayores detalles.

Con base en esta información, es posible tomar decisiones de distanciamiento social por unidad funcional y administrativa dependiendo del riesgo y el nivel de vulnerabilidad de la población.

3. Objetivo

Proveer información para la toma de decisiones a nivel nacional, por unidad funcional y administrativa para mitigar la importación y diseminación de COVID-19 y gestionar posibles contingencias en servicios de salud.

Objetivos específicos -Identificar cómo se conectan por medio de la movilidad unidades funcionales y administrativas a través del tiempo. -Identificar el riesgo de importar casos entre unidades funcionales y administrativas dado el contexto epidemiológico.

4. Descripción de los datos

Las figuras de movilidad de este reporte son generadas usando datos de movimiento recolectados por Facebook GeoInsights. Estos datos representan usuarios de Facebook en Colombia (y otros lugares) que tienen los servicios de ubicación habilitados (son datos anonimizados y agregados). Según el Ministerio de Tecnologías y Comunicaciones, Facebook es la red social más usada en Colombia con más de 15 millones de usuarios.

Los datos de contagios provienen del Gobierno Nacional y se presentan por unidad administrativa. Para estos casos se hace una geo-codificación a partir de los datos de división político administrativa actualizados del DANE, asignando las coordenadas geográficas del lugar lo que permite cruzar esta información con los datos de movilidad de Facebook GeoInsights.

Con base en lo anterior, se construyen modelos predictivos de contagios que se calibran con curvas epidemiológicas similares en el mundo usando una técnica llamada Dynamic Time Warping [1]. En el anexo metodológico se presentan los detalles sobre la construcción de los datos y el modelo.

5. Resultados

Con base en los datos disponibles, aquí presentamos la situación de movilidad y casos de COVID-19 en Colombia. En la separata subnacional se presenta información adicional detallada para ciudades principales.

5.1. Cambios en Movilidad y contagios diarios reportados a Nivel Nacional

La siguiente figura (1) muestran el cambio de movilidad a nivel nacional y los casos diagnosticados diarios de contagios reportados desde inicios de marzo a la fecha del 23 de julio. Para los cambios en movilidad, se toma como base

³Flujo entrando al municipio desde las unidades funcionales vecinas.

el movimiento de promedio del mes de febrero. Se destacan también las decisiones del Gobierno Nacional sobre aislamientos, apertura escalonada y medidas para mitigar contagios. Estos lineamientos son el marco para las decisiones de política pública a nivel subnacional que han sido adoptadas por gobernadores y alcaldes.

Se resalta en el eje Y en rojo el umbral de cambio en movilidad que se aproxima a una disminución del 50 por ciento. Se estima que por encima de ese umbral el aislamiento tiene un menor impacto marginal sobre los contagios.

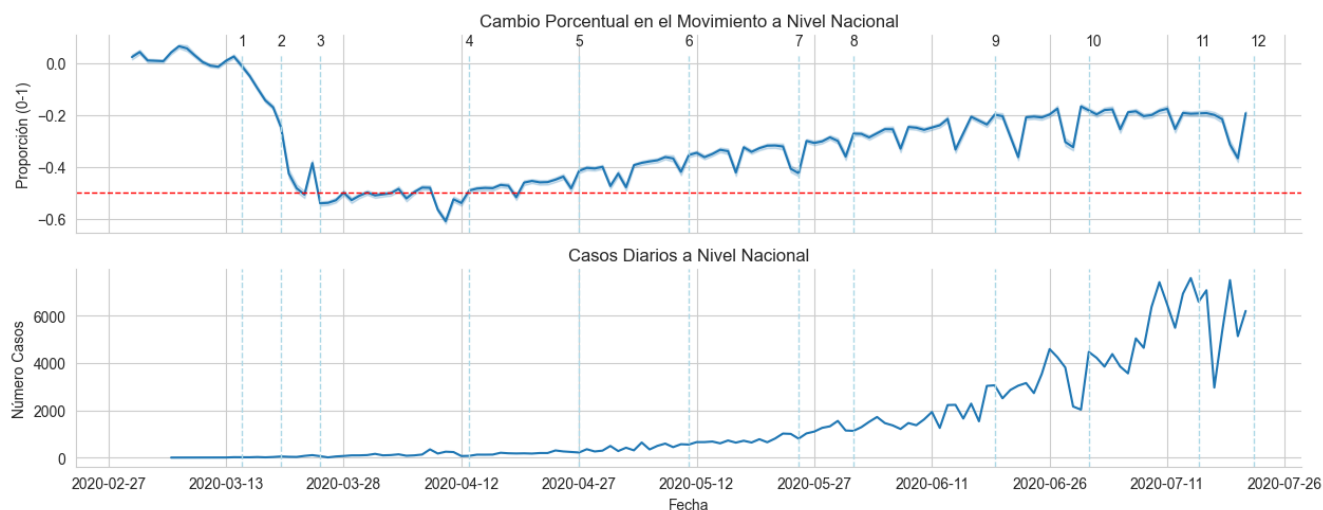


Figura 1: Cambio de movilidad en Colombia

Num.	Medidas adoptadas COVID-19	Fecha	Documento Soporte
1	Cierre de colegios	2020-03-15	Directiva N. 03 del MEN
2	Aislamiento preventivo obligatorio Bogotá y otras entidades territoriales	2020-03-20	
3	Aislamiento preventivo obligatorio Nacional	2020-03-25	Decreto 457 (34 excepciones)
4	Prorroga de aislamiento Nacional	2020-04-13	Decreto 531 (35 excepciones)
5	Prorroga de aislamiento y flexibilización de medidas	2020-04-27	Decreto 593 (41 excepciones)
6	Prorroga de aislamiento y flexibilización de medidas	2020-05-11	Decreto 636 (46 excepciones)
7	Prorroga de aislamiento y flexibilización de medidas	2020-05-25	Decreto 689 (46 excepciones)
9	Día sin IVA	2020-06-19	
10	Prorroga de aislamiento y protocolos para apertura de restaurantes y centros religiosos	2020-07-01	Decreto 878 (43 excepciones)
11	Prorroga de aislamiento y protocolos para apertura de turismo y medidas para municipios según su nivel de afectación por COVID-19	2020-07-15	Decreto 990 (44 excepciones)
12	No se harán segundas pruebas a pacientes asintomáticos y síntomas leves	2020-07-22	

Cuadro 1: Medidas adoptadas a nivel nacional para mitigar efectos de COVID-19

5.2. Cambios en la Movilidad

La gráfica a continuación presenta la evolución de la movilidad al interior de las principales ciudades. La movilidad humana al interior de las ciudades crece en la última semana en Sincelejo, Cartagena, Medellín y Santa Marta. También se observa un incremento en la movilidad humana promedio al interior del resto de unidades funcionales.

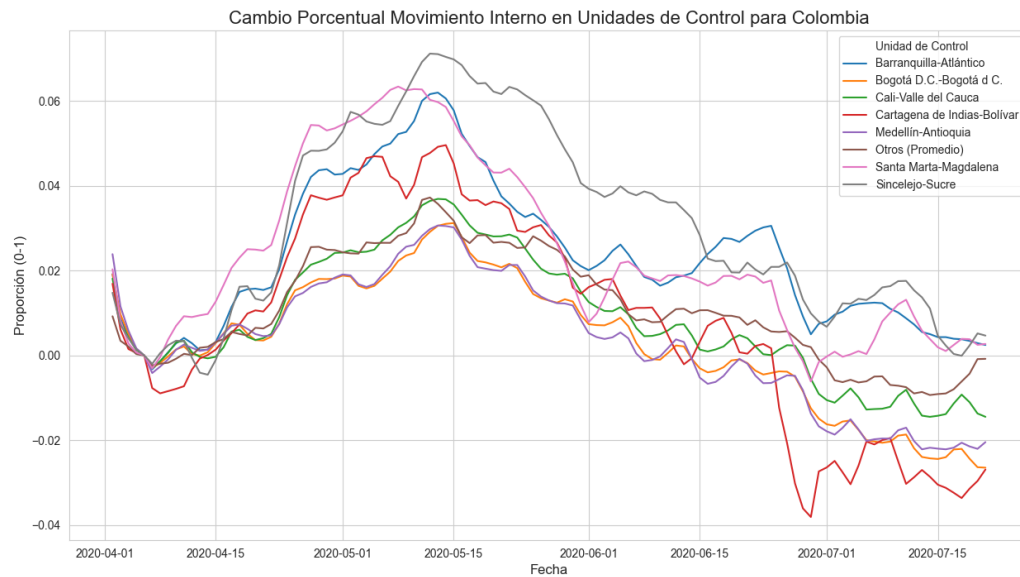


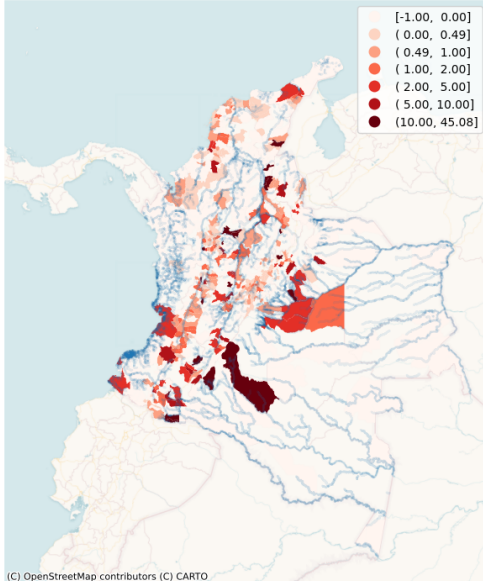
Figura 2: **Movimiento interno por ciudades principales.** Es importante resaltar que el cero de esta gráfica no corresponde al de la figura 1. Para calcular este cambio porcentual se usa como valor base el promedio de los primeros cinco días de abril. En esa semana en promedio la movilidad humana en Colombia se había disminuido un 50 por ciento con respecto a febrero.

La figura 3 muestra los cambios porcentuales en movilidad incidentes al municipio con respecto al inicio de marzo y con respecto a los últimos 15 días. La movilidad incidente se entiende como el flujo entrando al municipio desde las unidades funcionales vecinas. Entre más oscuro sea el color del municipio, más abrupto ha sido el incremento de movimiento.

Se observan aumentos de movilidad incidente en los últimos 15 días en la cuenca del Río Magdalena. También en Tibirita en Boyacá, Consaca y Tumaco en Nariño y Convención en Norte de Santander.

Incremento Porcentual de Movimiento Incidente por Municipio

Comparativo entre el día del reporte y los primeros 15 días de Abril



Incremento Porcentual de Movimiento Incidente por Municipio

Comparativo entre el día del reporte y 15 días atrás

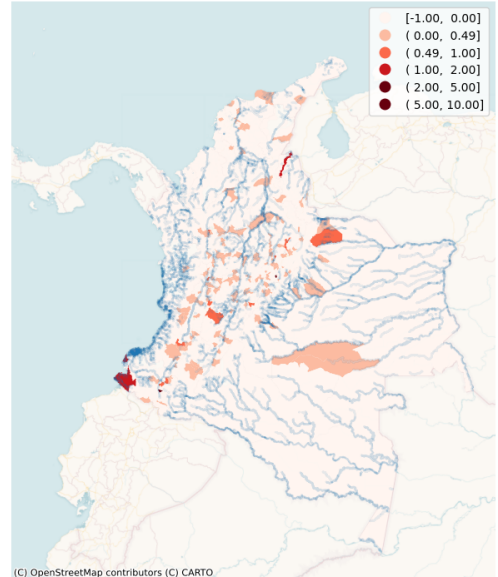


Figura 3: Cambio de movilidad en Colombia a fecha de 23 de julio.

Unidad funcional	Municipio	Incremento flujo hacia el municipio	Incremento número de casos en municipios vecinos	Incremento número de casos	Incremento flujo dentro del municipio
Garagoa-Boyacá	TIBIRITA	0.000	0.037	0.000	2020-06-01
Pasto-Nariño	CONSACA	-0.773	0.010	9.032	2020-06-01
Pasto-Nariño	TUMACO	-0.444	0.023	0.768	2020-06-01
Ocaña-Norte de Santander	CONVENCION	0.000	0.022	0.000	2020-06-01

Cuadro 2: Detalle de los municipios con más incremento de movilidad incidente para los últimos quince días.

Las siguientes figuras (4) muestran el número de casos presentados en cada unidad administrativa en escala de azul a rojo (siendo rojo donde hay mayores casos). Sólo se presentan puntos en los municipios que reportan casos. Los vectores de movimiento externo se presentan en amarillo. El tamaño de los puntos corresponden al tamaño del movimiento interno (a mayor tamaño mayor movimiento interno).

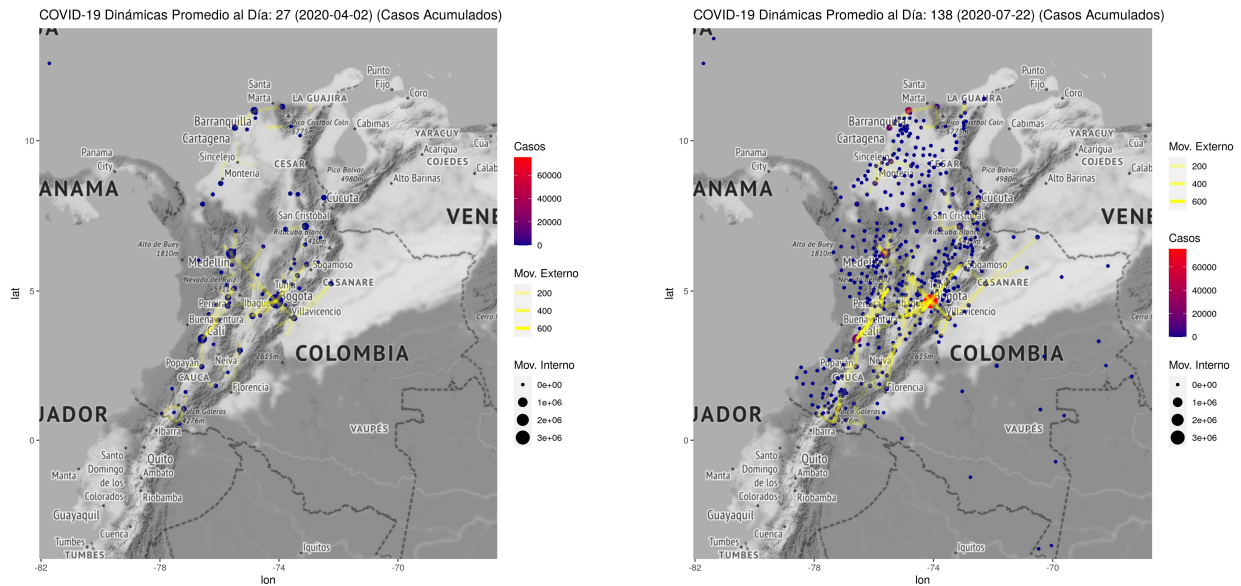


Figura 4: Mapa con evolución de movilidad interna y externa y contagios para abril y los últimos 15 días.

Se evidencia una alta movilidad humana en los últimos 15 días siguientes corredores: Sogamoso - Tunja - Bogotá - Ibagué y Neiva; eje cafetero - Cali y Popayán; y Bogotá - Medellín. Se observa también un aumento en la movilidad entre Sincelejo y Montería.

Se observa un aumento de 19 en número de municipios que reportan por primera vez casos positivos de COVID en las últimas dos semanas. 458 municipios no reportan casos en las últimas dos semanas.

5.3. Comportamiento de predicciones y contagios reportados

La figura 5 muestra el comportamiento de las predicciones del modelo utilizado (predicido histórico y proyección) y de contagios acumulados al 23 de julio(real). En promedio el error de la regresión ha sido 762 casos diarios. Se señala en azul el margen de error. Se observa una tendencia incremental en casos diarios y acumulado a nivel nacional para los próximos siete días. Cabe resaltar que Bogotá y Barranquilla son las ciudades con más número de casos. Esto significa que son las ciudades que aportan mas variabilidad en la predicción. Por lo cual no es de sorprenderse que sea en estas dos ciudades donde se concentra la mayor cantidad del error de predicción.

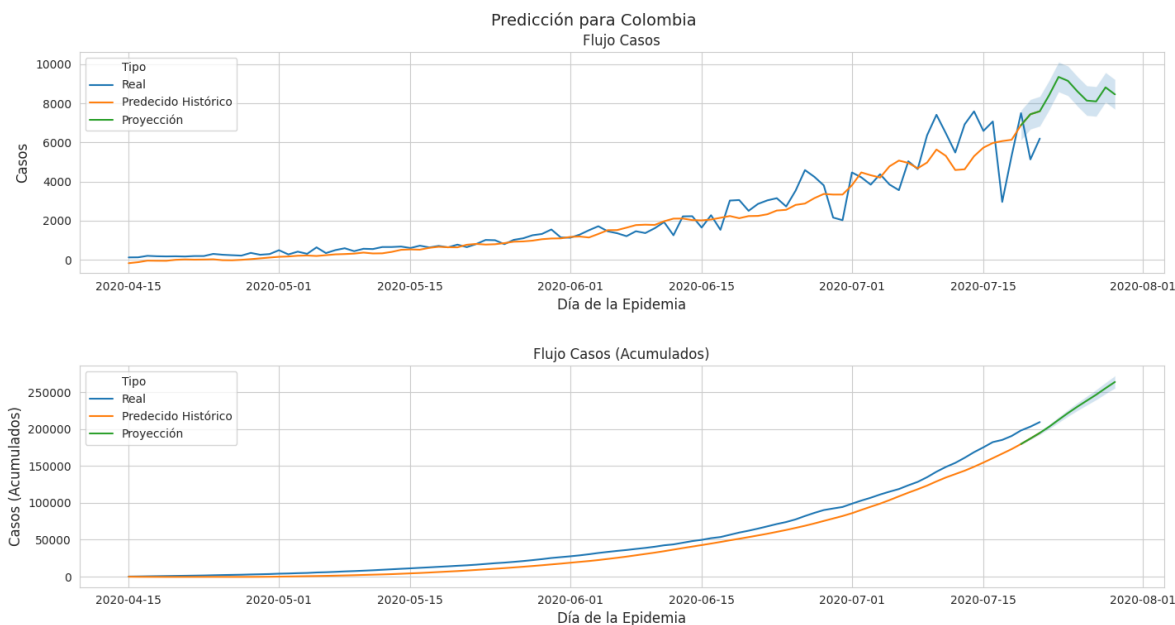


Figura 5: Proyección de la cantidad de casos diarios según el número de casos pasados, movimiento interno y movimiento externo histórico.

Este es un ejercicio que será actualizado semanalmente. No debe ser considerado una predicción epidemiológica sino una herramienta prospectiva que busca generar alertas espacio-temporales con base en datos de movilidad en tiempo casi real.

5.4. Alertas para los próximos 7 días

En las siguientes figuras se presenta una visualización geográfica de las alertas para cada uno de las siguientes variables: flujos de movimiento dentro del municipio, numero de casos, flujos de movimiento hacia el municipio, casos de municipios vecinos.

Se muestra un sistema de “alertas” de acuerdo al comportamiento de estas variables en los últimos 15 días, de acuerdo a los siguientes parámetros:

- **ROJA:** hubo un incremento de más del 50 por ciento *entre el comienzo y el final de la ventana* así como en *los últimos cinco días*. Esto traduce a una tendencia incremental que se acentúa en los últimos días.
- **AMARILLO:** hubo un incremento de más del 50 por ciento *entre el comienzo y el final de la ventana* pero no los últimos cinco días de la ventana. Esto traduce a una tendencia incremental continua.
- **VERDE:** No se detectó incremento de más del 50 por ciento en la ventana de los últimos 15 días.

Se resaltan alertas en aumentos de casos en las siguientes unidades funcionales: Medellín - Antioquia, Apartadó - Antioquia, Pereira - Risaralda, Mocoa - Putumayo y Sincelejo - Sucre. Se recomienda revisar planes de contingencia para posible enrutamientos a servicios de salud en zonas urbanas cercanas.

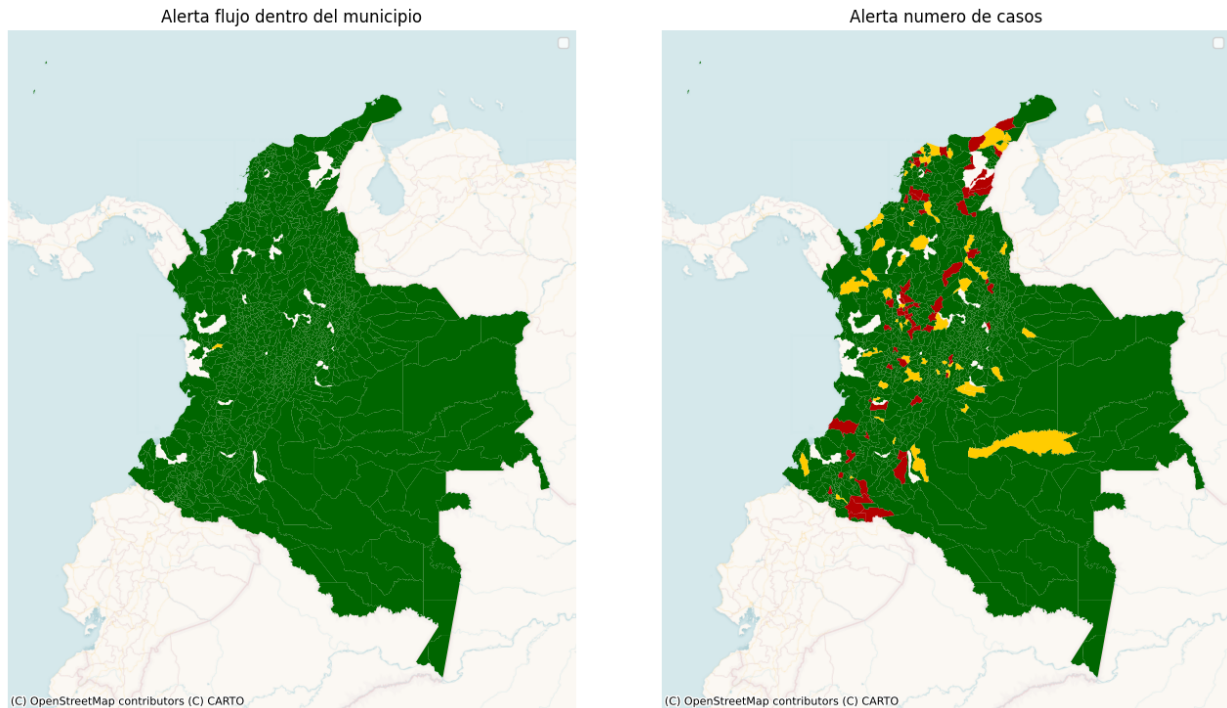


Figura 6: Mapa de las alertas de flujos internos y número de casos por municipios

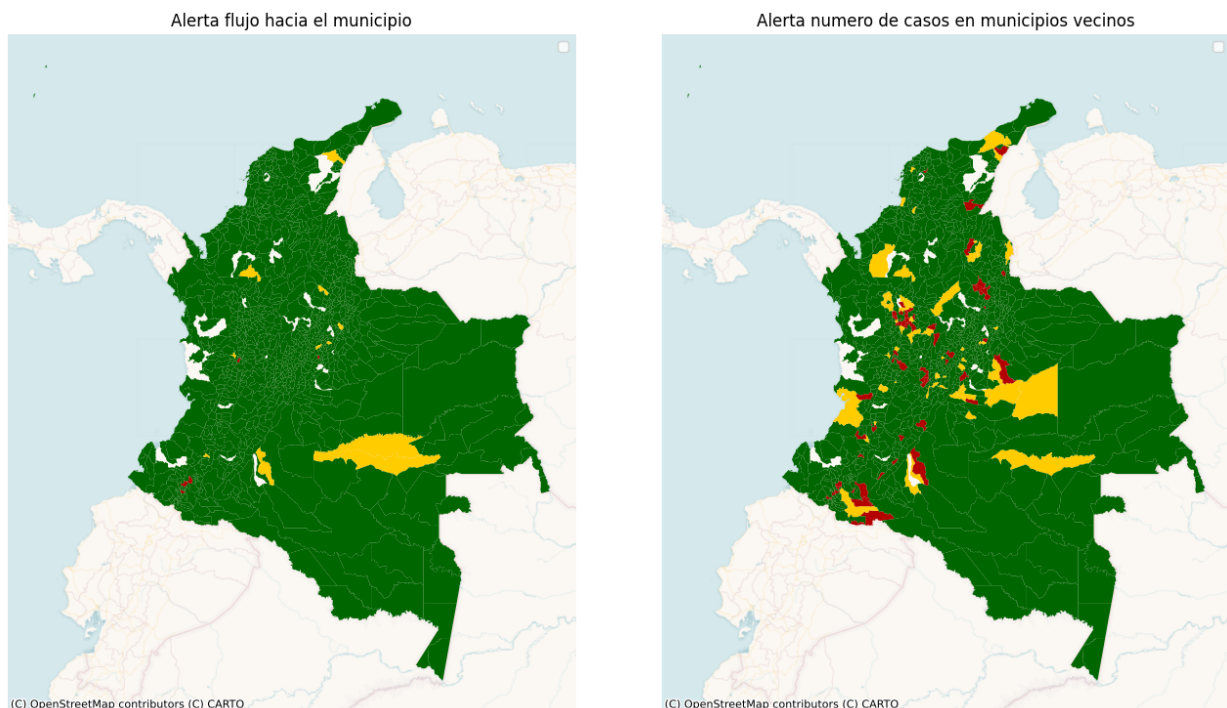


Figura 7: Mapa de alertas movilidad incidente y número de casos de municipios vecinos

Unidad Funcional	Municipio	Número de casos	Flujo dentro del municipio	Número casos en municipios vecinos	Flujo hacia el municipio
Aguachica-Cesar	San Martín-Cesar	ROJO	VERDE	AMARILLO	VERDE
Agustín Codazzi-Cesar	Agustín Codazzi-Cesar	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Anserma-Caldas	Anserma-Caldas	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Barrancas-La Guajira	Fonseca-La Guajira	ROJO	VERDE	AMARILLO	VERDE
Barranquilla-Atlántico	Luruaco-Atlántico	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Barranquilla-Atlántico	Juan de Acosta-Atlántico	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Bogotá D.C.-Bogotá d C.	Subachoque-Cundinamarca	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Bogotá D.C.-Bogotá d C.	Tenjo-Cundinamarca	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Bogotá D.C.-Bogotá d C.	Sibaté-Cundinamarca	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Bucaramanga-Santander	Piedecuesta-Santander	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Bucaramanga-Santander	Bucaramanga-Santander	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Cali-Valle del Cauca	Palмира-Valle del Cauca	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Campo de la Cruz-Atlántico	Cerro de San Antonio-Magdalena	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Candelaria-Atlántico	Candelaria-Atlántico	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Chimichagua-Cesar	Chimichagua-Cesar	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Ciudad Bolívar-Antioquia	Ciudad Bolívar-Antioquia	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Clemencia-Bolívar	Clemencia-Bolívar	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Coyaima-Tolima	Coyaima-Tolima	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Córdoba-Bolívar	Córdoba-Bolívar	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Duitama-Boyacá	Duitama-Boyacá	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
El Carmen de Bolívar-Bolívar	El Carmen de Bolívar-Bolívar	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
El Paso-Cesar	El Paso-Cesar	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Florencia-Caquetá	Florencia-Caquetá	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Garagoa-Boyacá	Tibirita-Cundinamarca	VERDE	VERDE	VERDE	ROJO
Garzón-Huila	Garzón-Huila	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Hispania-Antioquia	Hispania-Antioquia	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
La Jagua de Ibirico-Cesar	Becerril-Cesar	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
La Unión-Nariño	San Lorenzo-Nariño	VERDE	VERDE	VERDE	ROJO
López de Micay-Cauca	López de Micay-Cauca	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Medellín-Antioquia	Medellín-Antioquia	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Medellín-Antioquia	El Carmen de Viboral-Antioquia	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Medellín-Antioquia	Girardota-Antioquia	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Medellín-Antioquia	Bello-Antioquia	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Medellín-Antioquia	Guarne-Antioquia	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Medellín-Antioquia	Rionegro-Antioquia	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Medellín-Antioquia	Barbosa-Antioquia	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Medellín-Antioquia	Marinilla-Antioquia	ROJO	VERDE	AMARILLO	VERDE
Medellín-Antioquia	Itagüí-Antioquia	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Mocoa-Putumayo	Villagarzón-Putumayo	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Mocoa-Putumayo	Mocoa-Putumayo	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Orito-Putumayo	Orito-Putumayo	ROJO	VERDE	AMARILLO	VERDE
Pasto-Nariño	El Tambo-Nariño	VERDE	VERDE	ROJO	ROJO
Pasto-Nariño	Consacá-Nariño	VERDE	VERDE	ROJO	ROJO
Pasto-Nariño	Taminango-Nariño	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Patía-Cauca	Patía-Cauca	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Pereira-Risaralda	Belalcázar-Caldas	VERDE	VERDE	ROJO	ROJO
Pereira-Risaralda	Santa Rosa de Cabal-Risaralda	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Pereira-Risaralda	Cartago-Valle del Cauca	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Popayán-Cauca	Piendamó-Cauca	ROJO	VERDE	AMARILLO	VERDE
Pueblo Bello-Cesar	Pueblo Bello-Cesar	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Puerto Asís-Putumayo	Puerto Asís-Putumayo	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Puerto Berrio-Antioquia	Puerto Berrio-Antioquia	ROJO	VERDE	AMARILLO	VERDE
Puerto Boyacá-Boyacá	Sonsón-Antioquia	ROJO	VERDE	AMARILLO	VERDE
Puerto Nare-Antioquia	Puerto Nare-Antioquia	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Repelón-Atlántico	Repelón-Atlántico	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
San Diego-Cesar	San Diego-Cesar	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
San Pablo-Bolívar	San Pablo-Bolívar	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
San Roque-Antioquia	Santo Domingo-Antioquia	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Santa Fé de Antioquia-Antioquia	Santa Fé de Antioquia-Antioquia	ROJO	VERDE	AMARILLO	VERDE
Santa Marta-Magdalena	Dibulla-La Guajira	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Santa Marta-Magdalena	Puebloviejo-Magdalena	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Santa Rosa de Osos-Antioquia	Entrerrios-Antioquia	ROJO	VERDE	ROJO	VERDE
Santa Rosa de Osos-Antioquia	Santa Rosa de Osos-Antioquia	ROJO	VERDE	AMARILLO	VERDE
Sincelejo-Sucre	Galerías-Sucre	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Sincelejo-Sucre	Ovejas-Sucre	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Sincelejo-Sucre	Tolú Viejo-Sucre	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Túquerres-Nariño	Túquerres-Nariño	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Uribe-La Guajira	Manauare-La Guajira	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Valle del Guamuez-Putumayo	Valle del Guamuez-Putumayo	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Vijes-Valle del Cauca	Vijes-Valle del Cauca	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE
Yarumal-Antioquia	Yarumal-Antioquia	ROJO	VERDE	VERDE	VERDE

Cuadro 3: Esta tabla muestra los municipios en alerta roja para: (1) aumento de numero de casos, (2) aumento de flujo dentro del municipio o (3) aumento de flujo hacia el municipio

6. Agradecimientos

Recibimos comentarios y valiosa retroalimentación de Mauricio Santos-Vega (Universidad de Los Andes), Jaime Urrego (Universidad del Rosario), Jaime Cascante (Universidad de Los Andes). Este trabajo es posible gracias al apoyo de Gran Colombia Gold, Amarillo.

Referencias

- [1] Donald J Berndt and James Clifford. Using dynamic time warping to find patterns in time series. In *KDD workshop*, volume 10, pages 359–370. Seattle, WA, 1994.