

Informe sobre los cambios de movilidad en España debido a las medidas de contención del COVID-19: Nivel provincial

Autores:

Mattia Mazzoli¹, David Mateo², Jordi Bayer², Agustín Marrone², Ignacio Barrios², Sandro Meloni¹, Pere Colell¹, Alberto Hernando², José Javier Ramasco¹

1 – Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos IFISC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC-UIB), Palma de Mallorca, Spain

2 – KIDO DYNAMICS, Lausanne, Switzerland

Resumen de los resultados:

- Estudio de los cambios en la movilidad entre provincias en los días 4, 6, 11, 13, 18 y 20 de marzo
- Cambio en la movilidad interna en los mismos periodos temporales
- Viajes desde y a las provincias de Barcelona y Madrid antes y después del confinamiento del 14.

Situación:

Dado el incremento de contagios por el virus SARS-CoV-2 en España, el Gobierno anunció la declaración del Estado de Alarma el viernes 13 de marzo. Dicho Estado permite al Gobierno limitar la movilidad individual de los ciudadanos. Las medidas anunciadas incluyeron el confinamiento de la población de todo el país, solicitando a los ciudadanos que se queden en sus hogares, limitando los desplazamientos a causas justificadas. La mayoría de los negocios han sido cerrados, especialmente aquellos dedicados a servicios, quedando solo abiertos algunas excepciones como supermercados y parte de la industria. El miedo a la pandemia comenzó a difundirse a través de la población la semana del encierro y la anterior. Cuando se conoció la medida el 13 de marzo, algunas personas podrían haber abandonado las grandes ciudades (Barcelona y Madrid) hacia sus segundas residencias. En el caso de Madrid, el brote se encontraba en una etapa avanzada, por lo que investigar la movilidad de largo alcance ese día es de particular relevancia.

Objetivo:

En este informe, nos centramos en el cambio de movilidad y se estudia la reducción del número de viajes en semana posterior a las medidas de contención con respecto a las semanas anteriores. La escala geográfica considerada corresponde al estándar europeo NUTS nivel 3, según el cual España se divide en 50 provincias y 2 ciudades autónomas en el norte de África. La escala temporal corresponde al agregado de la movilidad en un día laboral. Para analizar los cambios en movilidad se compara un mismo día de la semana durante las dos semanas anteriores a la declaración del estado de emergencia y la semana posterior. En concreto se considera por un lado el caso de los miércoles 4, 11 y 18, en mitad de la semana, y por otro el caso de los viernes 6, 13 y 20 justo antes del fin de semana. Separamos la movilidad en dos categorías: la interna a las provincias y las inter-provincial.

Datos:

Los datos de movilidad agregados han sido facilitados por Kido Dynamics (<https://www.kidodynamics.com/>) basados en registros de telefonía móvil de una de las mayores operadoras del país, con alrededor del 25% del mercado total en España. Los datos se proporcionan en forma de flujos agregados entre las provincias españolas y se han re-escalado teniendo en cuenta la fracción de usuarios en cada zona para representar viajes de la población total. No se ha accedido a información sobre individuos, los datos se refieren a flujos agregados de viajes.

Resultados:

La movilidad diaria o flujo diario entre las provincias españolas puede representarse como una matriz Origen-Destino donde cada elemento OD_{ij} corresponde al total diario de viajes entre la provincia i y la j . Nótese que la matriz OD tiene en cuenta la direccionalidad ya que la movilidad de i a j no tiene que se igual a la de j a i . Por ejemplo, la movilidad ocurrida el viernes 13 de marzo se muestra Figura 1.

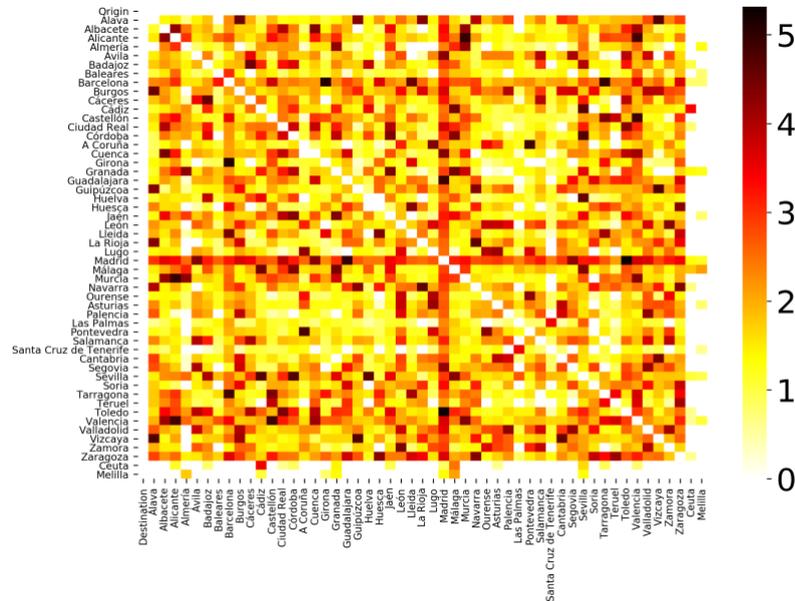


Figura 1: matriz OD de la movilidad entre provincias en España durante el viernes 13 de marzo de 2020. Valores en escala Log_{10} . Por razones de privacidad ningún valor por debajo de 10 viajes por hora está representado.

El mismo método se puede aplicar a otros días para caracterizar la movilidad diaria. Los cambios en movilidad pueden estimarse comparando cada elemento de la matriz OD en una fecha con el correspondiente en la matriz OD de otra fecha. Estos cambios podrían representarse en formato matricial, si bien no es el más adecuado para su visualización. Por ello construimos un histograma con la diferencia en viajes entre elementos correspondientes en matrices OD de distintos días que permite una mejor visualización cuantitativa.

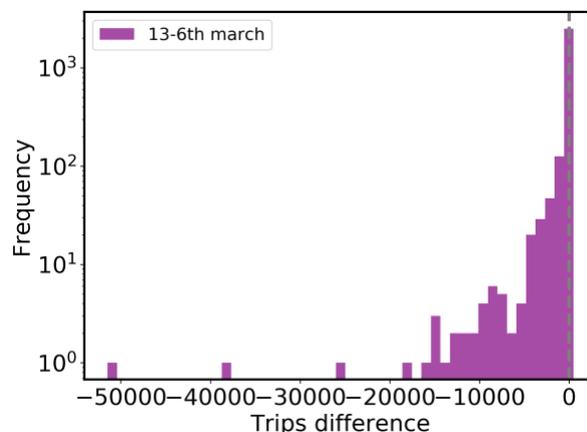


Figura 2: Histograma de la diferencia de viajes para cada par origen-destino de provincias españolas entre el viernes 13 y 6 de marzo de 2020.

Como se ilustra en la Figura 2, al comparar el viernes 13 con el viernes 6 de marzo anterior, el número de viajes entre provincias en España disminuyó consistentemente, en estos datos no se puede observar un movimiento masivo el viernes 13. Las disminuciones más extremas están en orden de izquierda a derecha: Madrid - Toledo, Toledo - Madrid y Barcelona - Girona.

Para visualizar mejor esta comparación, consideramos para cada provincia la suma de los viajes diarios que entran y salen de ella, es decir el total de viajes interprovinciales diarios. Seguidamente analizamos la diferencia relativa, es decir el $(\text{total de viajes interprovinciales el día B} - \text{total de viajes interprovinciales el día A}) / \text{total de viajes interprovinciales el día A}$, lo que dividido por 100 nos da el porcentaje de cambio. En la Figura 3 a la izquierda, se muestra en color violeta el histograma con las diferencias relativas de movilidad interprovincial entre los viernes 6 y 13. En comparación se muestra en verde el histograma con las diferencias relativas de movilidad entre los miércoles 4 y 11, que podemos tomar como referencia en condiciones de normalidad donde las diferencias en movilidad son debidas a fluctuaciones y presentan una distribución cercana a la normal y centrada en 0. En comparación con esta referencia el histograma de las diferencias entre los días 6 y 13 evidencia una gran disminución de la movilidad a pesar de que aún no se habían implementado las medidas de confinamiento que comenzaron el sábado 14. Por lo tanto cabe concluir que si bien el miércoles 11 la movilidad fue parecida a la de las semana anterior, el viernes 13 esta se redujo significativamente y los ciudadanos permanecieron mayormente donde se encontraban. Los datos no muestran ninguna salida masiva de Madrid el viernes 13. El único caso atípico es Melilla con un incremento del 40% pero hay que tener en cuenta que los viajes en ese caso son pocos, en torno a 100, y ese dato es muy sensible a las fluctuaciones.

De forma similar, consideramos para cada provincia el total de viajes intraprovinciales en un cierto día y analizamos la diferencia relativa entre dos días distintos. Estos resultados se muestran, para las mismas fechas que en el caso anterior, en la Figura 3 derecha. La movilidad intraprovincial del viernes 13 se redujo en general un 15% con respecto a la del viernes 6, como se puede apreciar comparando el histograma violeta con el histograma de referencia en verde. Si bien la reducción es menor que en el caso interprovincial, es claramente significativa.

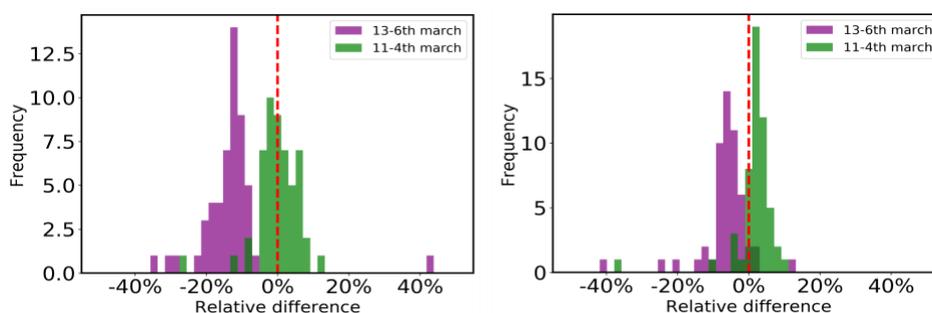


Figura 3: Diferencia relativa de la movilidad intraprovincial (izquierda) y la movilidad interprovincial (derecha) para todas las provincias en España entre los viernes 6 y 13 (violeta) y los miércoles 4 y 11 de marzo (verde).

Para obtener una descripción más gráfica, visualizamos estas mismas diferencias en movilidad, es decir, la del viernes 13 con respecto al 6 y la del miércoles 11 con respecto al 4, en un mapa de colores.

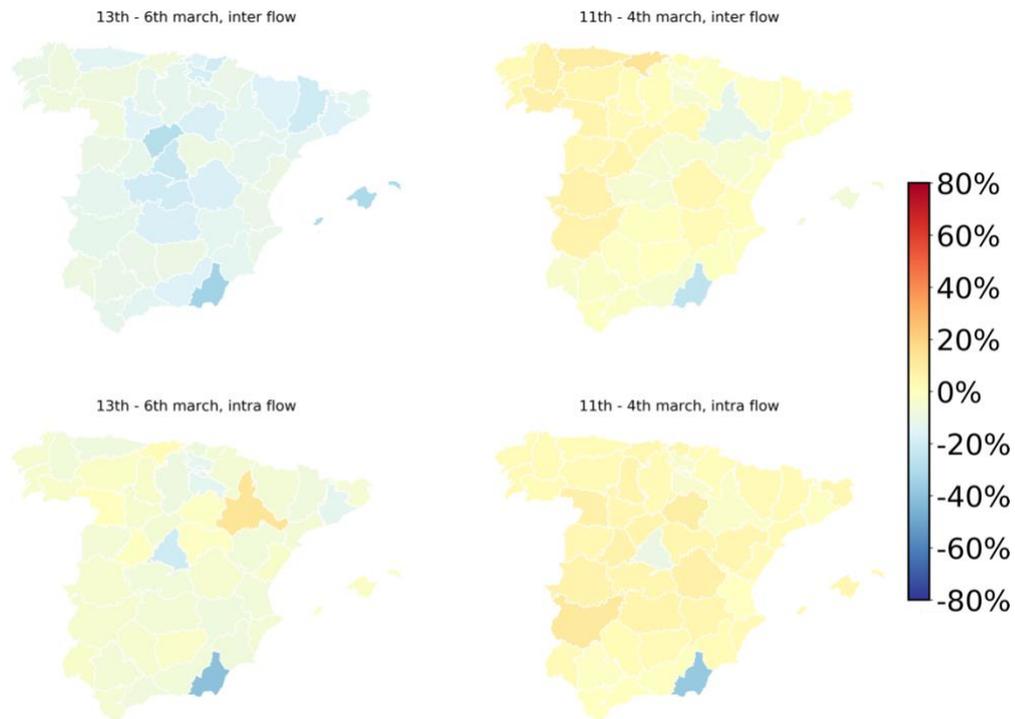


Figura 4: Mapas de diferencias relativas de movilidad para movilidad interprovincial (arriba) e intraprovincial (abajo) entre los viernes 13 y 6 (columna izquierda) y los miércoles 11 y 4 de marzo (columna derecha).

Una vez más, la Figura 4 muestra una clara reducción de la movilidad tanto interprovincial como intraprovincial del viernes 13 con respecto al viernes 6 en casi todas las provincias con la excepción de Zaragoza. Hay que tener en cuenta que el jueves 5 de marzo fue festivo en Zaragoza, día de la Cincomarzada, y en el calendario escolar el viernes 6 no es lectivo, por lo que la movilidad intraprovincial el 6 fue inferior a la habitual y de ahí que en sea inferior a la del 13.

Antes y después del confinamiento:

A continuación, discutiremos el efecto de las medidas de confinamiento en la movilidad a nivel de provincias en España. Específicamente, analizaremos la diferencia relativa en movilidad inter e intra provincial los viernes 6 y 20 de marzo de 2020. El mismo análisis se repite los miércoles de las mismas semanas.

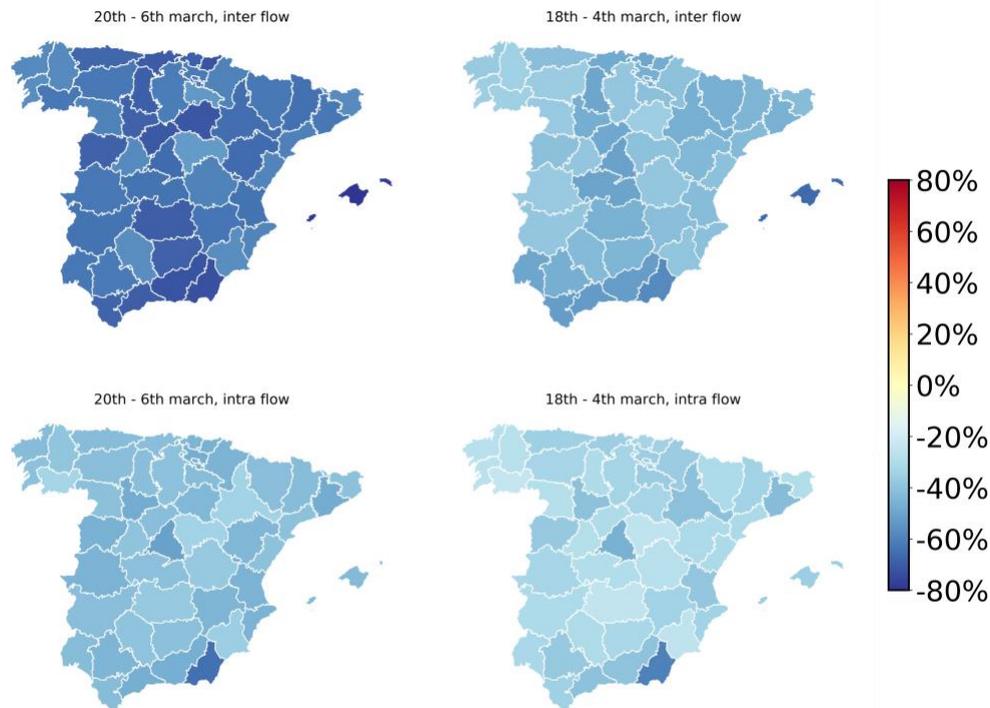


Figura 5: Mapas de diferencias relativas de movilidad para movilidad interprovincial (arriba) e intraprovincial (abajo) a nivel de provincia en España entre los viernes 20 y 6 (columna izquierda) y los miércoles 18 y 4 de marzo (columna derecha).

En la Figura 5, vemos que la disminución de la movilidad interprovincial se reduce hasta un 40-60% después de las medidas de confinamiento, mientras que la movilidad intraprovincial se reduce alrededor del 30-40%. El Gobierno redujo al menos un 50% las frecuencias de las principales líneas de trenes y conexiones aéreas, con una reducción espontánea aún mayor del número de pasajeros. Estos datos incluyen también la tendencia observada en el transporte privado, ya que no se diferencia por modo de transporte.

Nos centramos ahora en los viajes hacia y desde las dos principales ciudades, Madrid y Barcelona. La visualización se hace mediante gráficos de barras. En la Figura 6, vemos como la instauración del estado de alarma afectó principalmente a la movilidad de largo alcance, que en muchos casos cae más del 70%. Por otro lado, la movilidad de corto alcance no se ve tan afectada. Las provincias alrededor de Madrid, especialmente aquellas que actúan como ciudades dormitorio, mantienen un nivel relativamente alto de viajes.

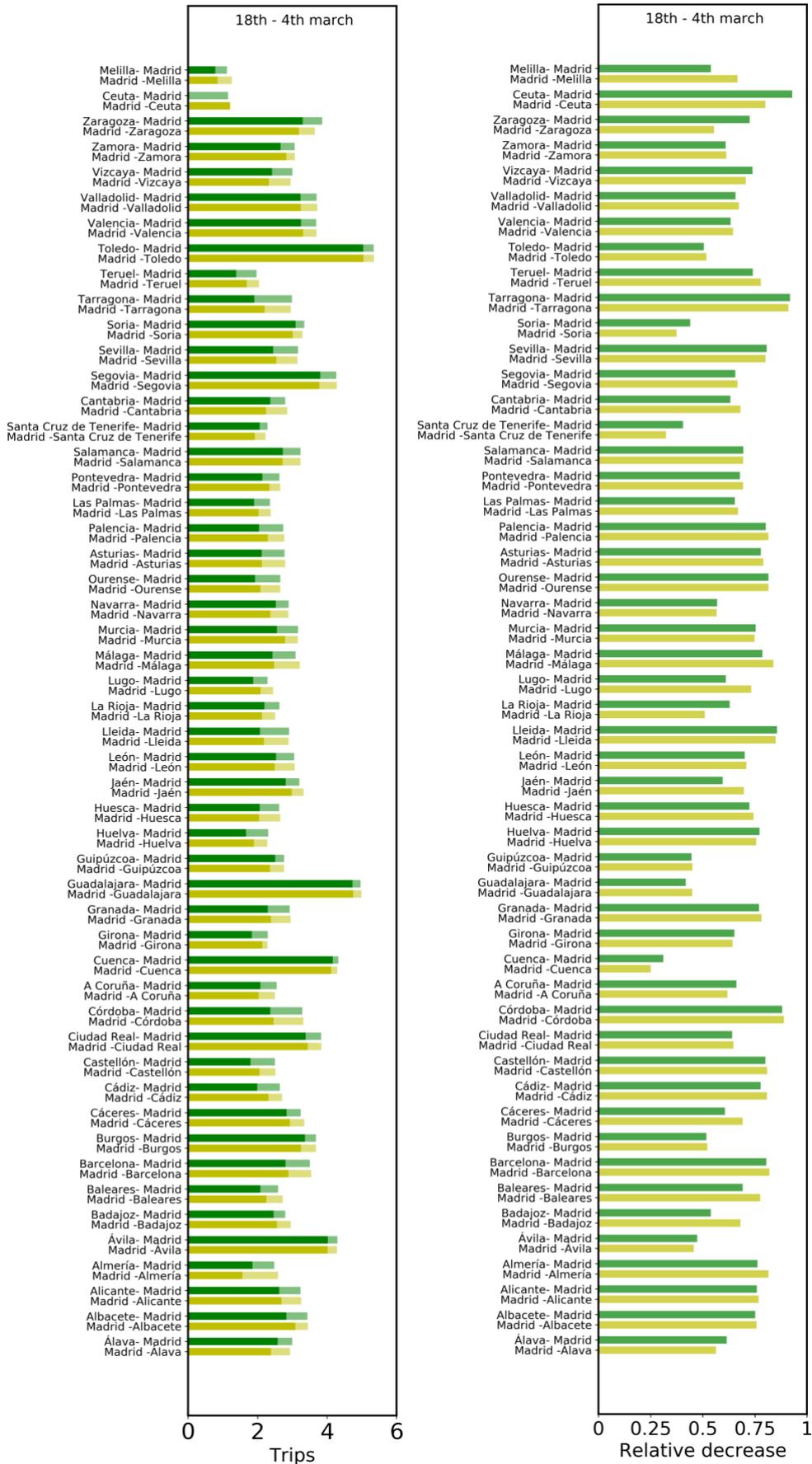


Figura 6: Gráfico de barras de la comparación total de viajes entre antes y después del confinamiento, viajes desde (amarillo) y a Madrid (verde). A la izquierda, la comparación del total de viajes en la escala Log10. En esta escala 2,4,6 corresponden a 100, 10.000 y 1.000.000 de viajes y una disminución de una unidad en la longitud de la barra significa una movilidad 10 veces menor. Para mayor facilidad de visualización - a la derecha, se indica el porcentaje de disminución de la movilidad después de la declaración del estado de alarma.



Figura 7: Gráfico de barras de comparación de viajes totales antes y después del confinamiento, viajes desde (rojo) y a Barcelona (púrpura). A la izquierda, la comparación del total de viajes en la escala Log10. En esta escala 2,4,6 corresponden a 100, 10.000 y 1.000.000 de viajes y una disminución de una unidad en la longitud de la barra significa una movilidad 10 veces menor. Para mayor facilidad de visualización a la derecha, se indica el porcentaje de disminución de la movilidad tras las medidas.

Lo mismo puede decirse de los viajes hacia y desde Barcelona. Los viajes de largo alcance, como Barcelona-Madrid y Barcelona-Baleares, han caído hasta en un 70%, mientras que los viajes dentro de Cataluña muestran bajadas menores. Los cambios relativos pueden resultar muy asimétricos entre origen y destino si las rutas tienen pocos viajes.

Podemos concluir que si bien la movilidad interprovincial tanto de Madrid como de Barcelona muestra una disminución global de alrededor del 40-60%, esta reducción no es homogénea ya que los flujos de largo alcance se suprimieron casi por completo, mientras que la reducción en los flujos de corto alcance fue inferior.

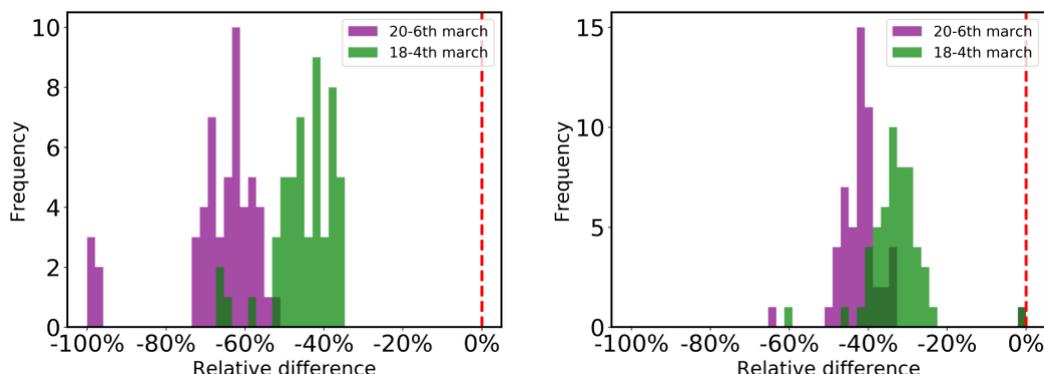


Figura 8: Diferencia relativa de la movilidad interprovincial (izquierda) y la movilidad intraprovincial (derecha) para todas las provincias del viernes 6 al 20 (violeta) y del miércoles 4 al 18 (verde).

En forma parecida a la figura 3, la figura 8 muestra el histograma con las diferencias relativas de movilidad intraprovincial e interprovincial entre los viernes 6 y 20 (violeta) así como entre los miércoles 4 y 18 (verde). En todos los casos se observa una reducción drástica de la movilidad, siendo esta superior en el caso de la movilidad interprovincial, sobre todo hacia final de semana (viernes 6 y 20).

Los viernes suelen tener más movilidad que el resto de días de la semana porque juntan los desplazamientos de ocio a los típicos del trabajo. Los niveles actuales han caído a lo que se observaría los fines de semana, especialmente los sábados, y permanecen planos a lo largo de la semana. La menor reducción en los flujos de corta distancia (intraprovinciales y a provincias cercanas) se debe probablemente, a actividades y empresas que continúan activas al no estar contemplado su cierre en las medidas aprobadas hasta ese momento. Los casos extremos en los que la caída en movilidad llega a valores cercanos al 100% corresponden a Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla, donde la cancelación de la gran mayoría de los vuelos programados ha reducido de forma drástica la movilidad interprovincial.

Protección de datos. Para salvaguardar la privacidad de los individuos los datos mostrados representan solo los resultados de más de 10 viajes por día,