Joan Corominas Masip

APROXIMACIÓN AL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PANDEMIA DEL CORONAVIRUS EN ESPAÑA (9 ª ACTUALIZACIÓN A 7-9-20)

RESUMEN

Actualizo el octavo análisis estadístico del 20-7-20, incorporando los datos del último día y adaptando a los mismos las hipótesis del alcance final de la pandemia.

Estamos inmersos en una discusión semántica sobre si tenemos una *2ª ola* de la pandemia o se trata de un *rebrote*, siendo indiferente, en la práctica, que usemos una terminología u otra. Me decanto por seguir usando el término *rebrote* ya que la mayor incidencia de la pandemia empezó antes del final del estado de alarma.

El proceso de *desescalamiento* hasta finales de mayo fue un éxito, debido a diversos factores entre los que debe destacarse el buen diseño de las fases de vuelta a la *nueva normalidad*, la colaboración de las administraciones autonómicas y sobre todo el comportamiento responsable de la población, más allá de algunos comportamientos incívicos, que mantuvo las prácticas de distanciamiento social e higiene sanitaria.

Pero las prisas de las administraciones autonómicas para alcanzar la *nueva normalidad* no fue acompañada por un fortalecimiento de la gobernanza sanitaria, que se ha mostrado débil y frágil, careciendo de los suficientes medios humanos (dotación de los centros de salud y rastreadores, entre otros) y anticipación y decisión política para dictar con anticipación las normas que aseguren el distanciamiento social de la población.

Reitero una crítica a los fallos, cambios y retrasos en los datos estadísticos sobre la pandemia, atribuibles a todas las administraciones, que pudieron ser inevitables al principio de la pandemia y que en la actualidad son imperdonables. Necesariamente deberá fortalecerse el sistema de información epidemiológica en España, cooperando las diversas administraciones en trasladar a la sociedad y los expertos la información cierta y en tiempo real

En España, según los datos oficiales, hemos alcanzado los 534513 infectados (confirmados con test PCR) y 29594 muertos a la fecha de 7 de septiembre. Duplicamos el impacto de la pandemia al final del estado de alarma. Pero existe una diferencia muy importante en la comparación de las cifras de la 1ª ola y del *rebrote* actual: antes se detectaba con test PCR uno de cada nueve infectados y actualmente se detecta uno de cada tres. Se asemejan en el número máximo diario de infectados pero el ritmo de crecimiento de la pandemia es mucho más lento (en la 1ª ola el máximo diario de infectados se alcanzó al mes del inicio y en el rebrote se alcanzará en el entorno de los 115 días desde su inicio a primeros de junio), con una curva de descenso de los contagiados diarios también mucho más lenta.

Un elemento diferenciador esencial entre la 1ª ola y el *rebrote* es el muy inferior impacto actual en cuanto a la gravedad de los síntomas que ocasiona, lo que se traduce en unas muy inferiores tasas de hospitalización y de cuidados en UCI y fallecimientos: en el punto álgido de primeros de abril fallecían diariamente unas 825 personas, sin contar unas 460 personas fallecidas en residencias de mayores con síntomas compatibles con COVID-19, y en la actualidad no se superarán, probablemente, los 60 fallecimientos diarios. El avance en la detección de los casos de infectados, especialmente con síntomas leves o asintomáticos (especialmente entre la

población de 20 a 40 años) ha permitido atender precozmente a los sintomáticos disminuyendo la presión en las UCI y reduciendo la letalidad actual al 1% frente al 14% a principios de abril.

Pero debemos estar preparados para que la pandemia en España alcance el millón de infectados hacia primeros de noviembre y cerca de 1,5 millones de infectados hacia la mitad de la primavera de 2021. Pronósticos que, ojalá sean inciertos por un mejor freno de la pandemia o por la aparición de una vacuna, que en este caso durará más de medio año que pueda alcanzar a un 75% de la población, con lo que se conseguiría la *inmunidad de grupo.*

En todas las autonomías se ha repetido el crecimiento de la pandemia en esta fase de *rebrote*, aunque mantienen diferencias importantes en su incidencia: Madrid, Aragón y La Rioja casi duplican la prevalencia media española y por el contrario Asturias, Canarias, Andalucía, Comunidad Valenciana, Extremadura y Galicia han sufrido la mitad de la prevalencia española.

A nivel mundial el mayor impacto se produce en USA con 19000 infectados por millón de habitantes, seguido de Latinoamérica con unos 14000, Europa Occidental y Oriental y Oriente Medio con unos 5500, Asia y Africa en el entorno de los 1400 y Oceanía los 700 infectados por millón de habitantes. España, a la cabeza de Europa, está en unos 11300 infectados por millón de habitantes.

Para mejorar el conocimiento de la pandemia y predecir su evolución futura en función de las estrategias de mitigación que se han ido adoptando he desarrollado un modelo epidemiológico SIR de tres compartimentos del que se desprende que actualmente están infectados cerca de 3,1 millones de españoles y que las muertes serían unas 47200, datos que multiplican por 5.9 y 1,6, respectivamente las cifras oficiales.

Esta aproximación a la realidad del coronavirus muestra que la información estadística oficial minusvalora el impacto en la infección de la población y las muertes ocasionadas por el coronavirus. No debe entenderse como una crítica a las informaciones proporcionadas por las diversas autoridades autonómicas, españolas y mundiales efectos (salvo la crítica señalada en párrafos anteriores a las inexactitudes y confusiones señaladas en lo concerniente a España desde el inicio de la desescalada), sino apuntar a que seguimos desconociendo mucho sobre el coronavirus, su propagación y su diverso impacto sobre la población y los territorios. Tiempo habrá de analizar la gestión de esta pandemia, aprender de ella y corregir sus posibles errores.

Como análisis estadístico este estudio es frio, son números que simulan una tragedia de la humanidad, siendo lo importante los efectos sobre la salud, la vida de los ciudadanos y los grandes impactos sociales y económicos que producirá la pandemia. Y aunque la infección no distinga entre clases sociales, las consecuencias socioeconómicas, y aún sanitarias, si discriminan entre ciudadanos en función de su edad y afectando más duramente a los más desfavorecidos. Sirva este trabajo como mi contribución a los esfuerzos de la mayor parte de la sociedad en aumentar la empatía y la solidaridad y buscar una salida mejor de la pandemia, con una sanidad pública robustecida y una recuperación que atienda a los más desfavorecidos y que reduzca las grandes desigualdades de nuestra sociedad.

EVOLUCIÓN DE LA PANDEMIA DEL COVID-19

La no detección de todos los infectados, debido a la poca extensión de los test a buena parte de la población, infravalora la cifra de los infectados en las estadísticas oficiales al no contemplar los pacientes asintomáticos o con patologías leves. El aumento de test de anticuerpos que se viene realizando desde hace el inicio del *desescalamiento* ha puesto evidencia el gran número

de infectados asintomáticos y la muy importante disminución de pacientes con síntomas muy graves o graves. En la fase de confinamiento el 54% de los test PCR positivos correspondían a personas con patologías muy graves o graves, mientras que en las tres últimas semanas únicamente representan el 4,8%. El total de infectados estimados era superior a 9,3 veces el número de diagnosticados con test PCR, habiéndose reducido en las tres últimas semanas 3,4 veces, lo que indica la ampliación del número de diagnósticos con test PCR a los nuevos infectados y a su círculo de relaciones.

CAMBIOS EN EL TIPO DE IMPACTOS DEL CORONAVIRUS

FECHA	02/09/2020	CASOS DIAGNOSTICADOS CON TEST PCR					TOTAL INFECTADOS (estimación)	FALLECIDOS CON TEST PCR	FALLECIDOS TOTALES (estimación)
		Detectados con test PCR	Sintomáticos muy graves	Sintomáticos graves	Sintomáticos leves	Asintomáticos			
Periodo de confinamiento (hasta 10 de mayo)		**100**	5,0	54,1	40,9	0,0	**932**	**100**	**156**
Período de desescalamiento y vuelta a la normalidad (11 mayo a 23 agosto)		**100**	0,4	4,8	41,3	53,5	**343**	**100**	**198**
TOTAL		**101**	**2,5**	**27,8**	**41,1**	**28,6**	**617**	**100**	**160**

Elaborado con la información de las Actualizaciones de la Enfermedad del Coronavirus y los Análisis Epidemiológicos de COVID-19, ambos del Centro Nacional de Epidemiología

Las estimaciones se obtienen de mi modelo Epidemiológico SIR de tres compartimentos de la pandemia del Coronavirus

Al mismo tiempo la pandemia afecta actualmente a gente más joven, con síntomas más leves, habiéndose reducido los casos de personas mayores de 70 años desde el 36,8 % al final del confinamiento al 9,8 % en la actualidad. El diagnóstico temprano, junto con el cambio de cohortes de edad afectadas, ha permitido disminuir mucho la cifra diaria de fallecidos, siendo pequeño el rebrote en la cifra de muertos

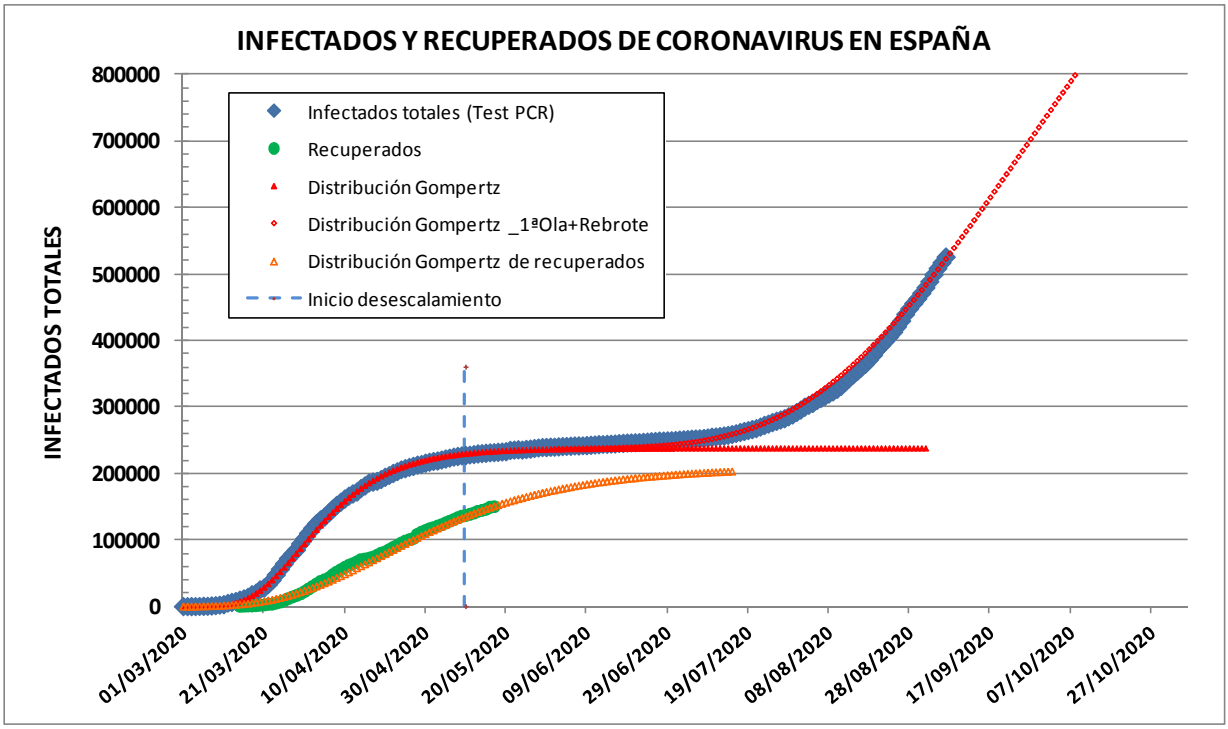
Desde el inicio de la *desescalada* se han producido *rebrotes*, que eran de esperar al aumentar la movilidad y las interacciones sociales. En el conjunto de España esta nueva incidencia del coronavirus es asumible a nivel sanitario actualmente, aunque en algunos territorios, como Madrid, País Vasco, Navarra, la Rioja y Aragón el *rebrote* está empezando a tensar el sistema hospitalario. En casi todos los territorios las tasas diarias de infectados son del orden de las producidas en la oleada de marzo. El éxito en el control y encapsulamiento de estos *rebrotes* es imprescindible para permitir controlar la pandemia, con elevada incidencia pero con poca presión sobre el sistema sanitario y con tasas de letalidad de los nuevos contagios bajas (del orden del 0,5%).

He asimilado el proceso infeccioso a una distribución asimétrica Gompertz[1], compuesta por la suma de dos distribuciones individuales (1ª ola y *rebrote*) distanciadas en el tiempo. Los parámetros de la distribución Gompertz los he ajustado a la información del avance de la pandemia desde el 28 de febrero (día "0"). He solapado a la distribución correspondiente a la primera oleada, la que se adapta al *rebrote* iniciado hacia el 26 de mayo, más lento que la ola inicial, pero que alcanzará un incremento del orden del 60% de los infectados a esta fecha y que durará hasta finales de año.

1. En las fases iniciales de la pandemia se ajustaban bien las distribuciones normal y logística, pero no cubren bien la fase de contención de la misma a partir de la variación máxima diaria, al tratarse de distribuciones simétricas respecto a la variación máxima diaria. La distribución de Gompertz, asimétrica, se adapta al alargamiento de la duración de la pandemia, y a su aplanamiento, por el efecto de la disminución de la población susceptible de infectarse al aumentar el número de personas recuperadas del coronavirus.

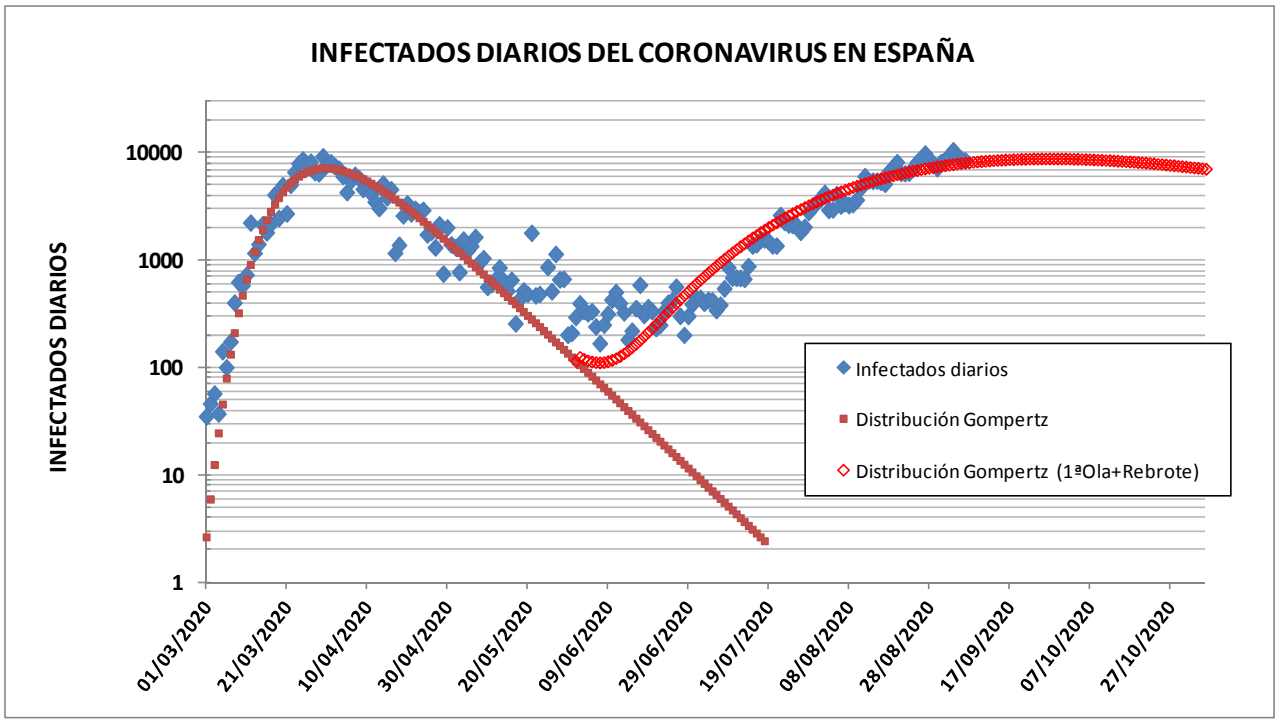
HIPOTESIS DE LA DISTRIBUCIÓN GOMPERTZ DE LA PANDEMIA DEL CORONAVIRUS EN ESPAÑA						
			Fecha de inicio del Rebrote	01/06/2020		
	1ª OLA		REBROTE		1ª OLA + REBROTE	
	INFECTADOS	MUERTOS	INFECTADOS	MUERTOS	INFECTADOS	MUERTOS
Máximo	238000	28500	1250000	5000	1488000	33500
Día del máximo diario	31	34	115	103		
Máximo diario	7200	820	8800	65		
Letalidad (%)		12,0		0,4		2,3

El número de infectados es de 534513 (7-9-20) y desconocemos el número de recuperados (no se informa de ello desde el 24 de mayo) pero se acercarán ya a los 450 mil (84% de los infectados).

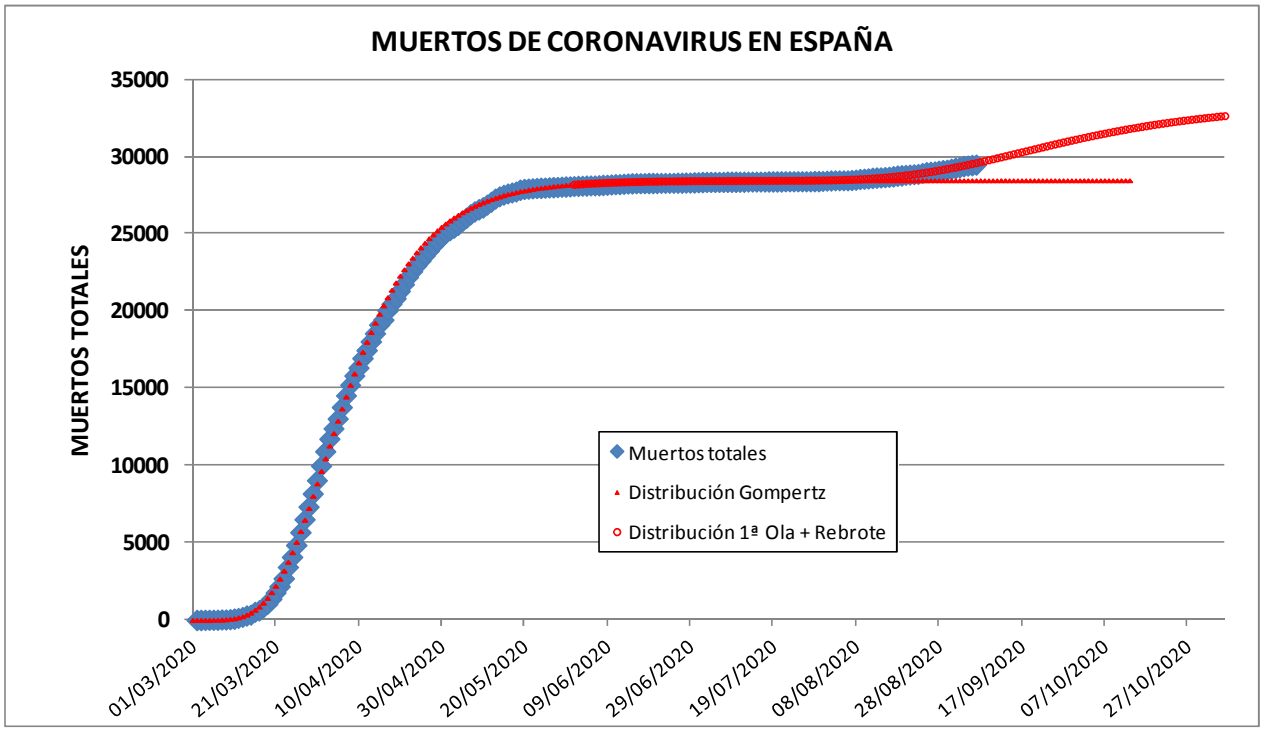


A partir del inicio del *desescalamiento* se ha producido un aumento, esperable, del ritmo de infectados diarios con un ritmo de nuevos casos actual de unos 9000 infectados diarios que se mantendrá próximo a este nivel a lo largo del resto del año, convirtiendo la pandemia en una *cuasi endemia*.

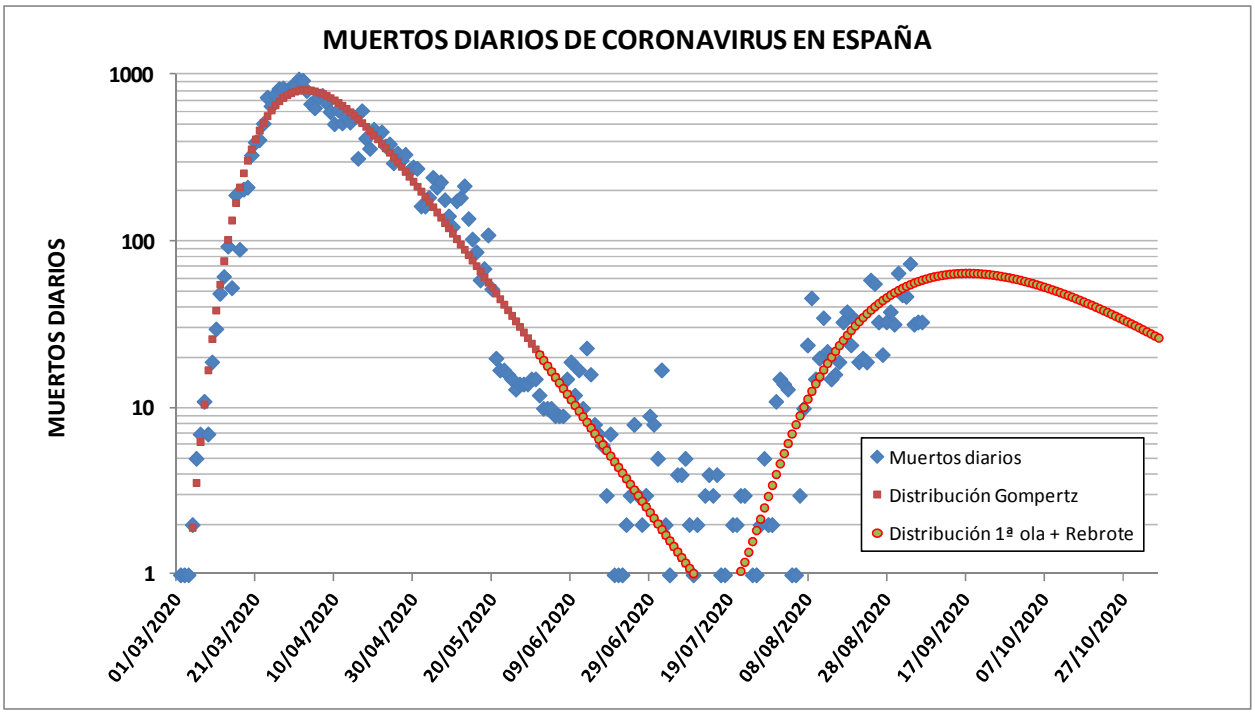
En esta fase de rebrote la pendiente de crecimiento del número diario de infectados es muy inferior a la de la 1ª fase aunque, por el contrario, será más aplanada y duradera (menor tasa reproductiva que en la 1ª ola), como puede observarse en el siguiente gráfico (la escala del número de infectados diarios es logarítmica).



El número oficial de fallecidos actualmente es de 29594, contrastados con test PCR, aunque el número real de muertos por efectos de la COVID pueda ascender a unos 47400.

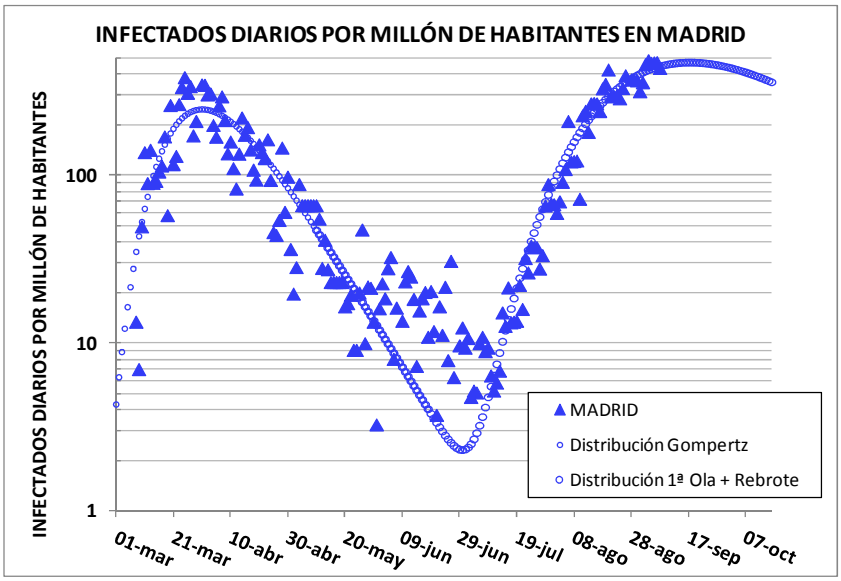


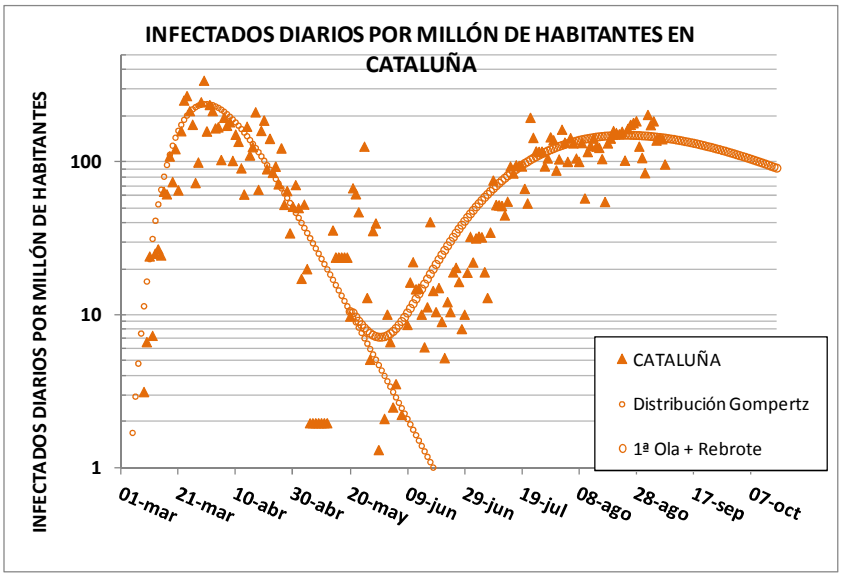
Las gráficas correspondientes a la distribución diaria de los fallecidos por coronavirus muestran un *rebrote* significativo pero del orden de 12 veces inferior al de la 1ª ola, probablemente debido a una detección precoz de los nuevos casos y a la mejor atención médica por la no saturación de los hospitales y los tratamientos más experimentados:

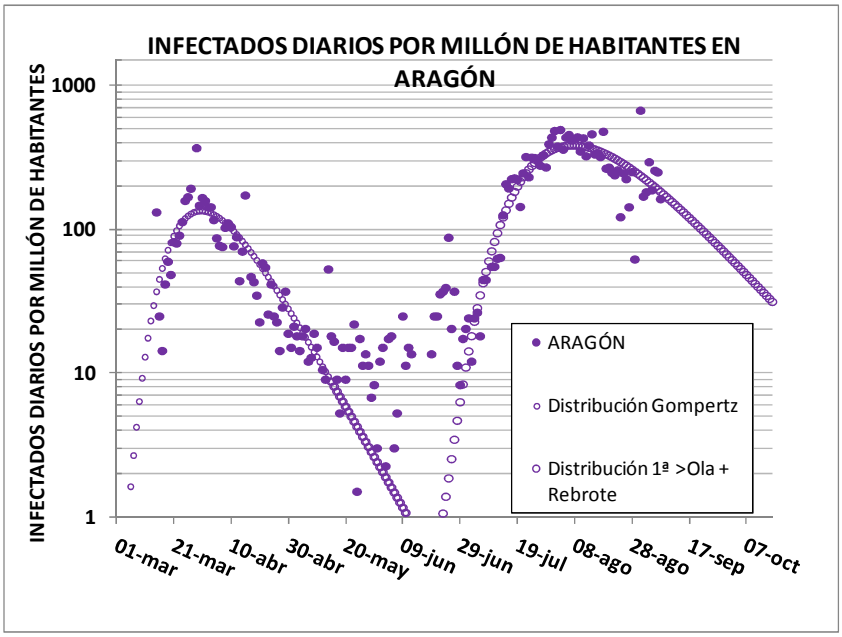


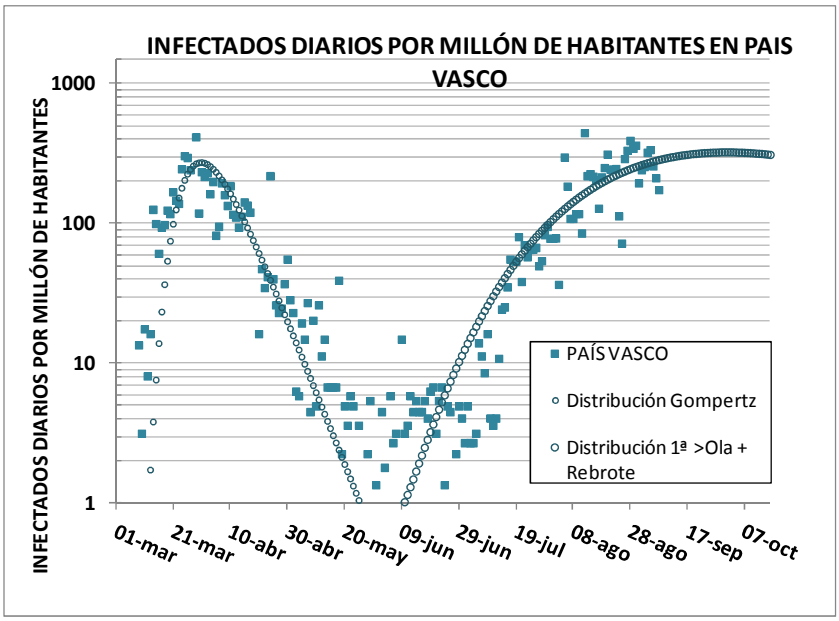
ANALISIS DEL IMPACTO EN LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

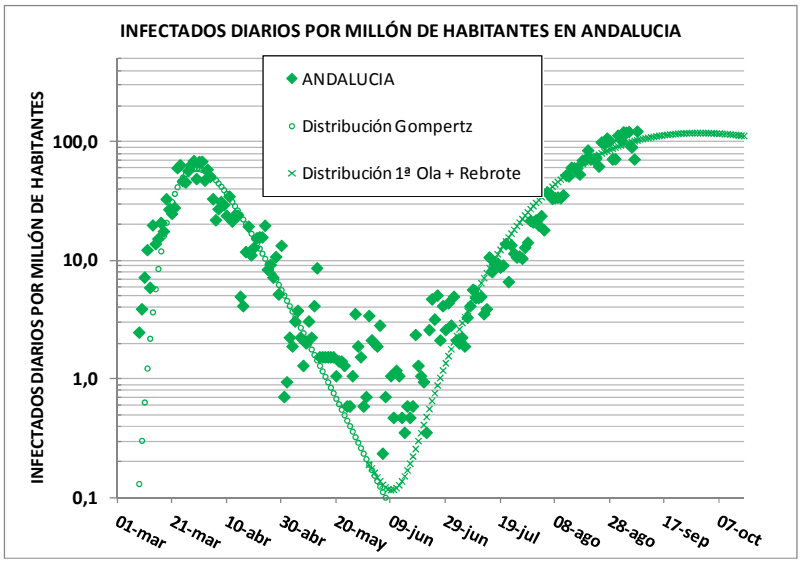
Con similares criterios se puede simular el comportamiento de la pandemia en cada CC.AA. Para algunas de las más afectadas por el COVID-19, Madrid, Aragón, Catalunya y País Vasco y para Andalucía, una de las menos afectadas, se observan las grandes diferencias entre ellas en el impacto actual y el que alcanzará al final del rebrote actual. Los datos están actualizados a 7 de septiembre.




INFECTADOS DIARIOS POR MILLÓN DE HABITANTES EN CATALUÑA
INFECTADOS DIARIOS POR MILLÓN DE HABITANTES
100
10
1
01-mar
21-mar
10-abr
30-abr
20-may
09-jun
29-jun
19-jul
08-ago
28-ago
17-sep
07-oct
CATALUÑA
Distribución Gompertz
1ª Ola + Rebrote

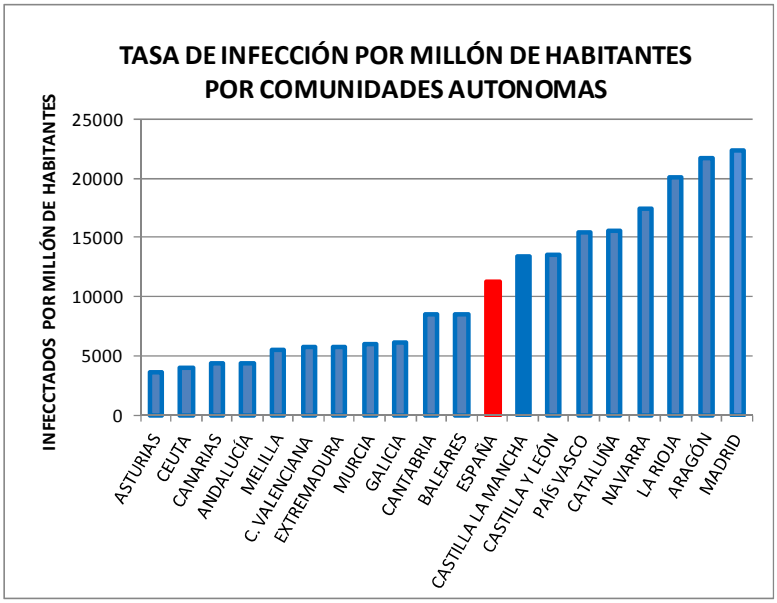

INFECTADOS DIARIOS POR MILLÓN DE HABITANTES EN ARAGÓN
INFECTADOS DIARIOS POR MILLÓN DE HABITANTES
1000
100
10
1
01-mar
21-mar
10-abr
30-abr
20-may
09-jun
29-jun
19-jul
08-ago
28-ago
17-sep
07-oct
ARAGÓN
Distribución Gompertz
Distribución 1ª >Ola + Rebrote


INFECTADOS DIARIOS POR MILLÓN DE HABITANTES EN PAIS VASCO
INFECTADOS DIARIOS POR MILLÓN DE HABITANTES
1000
100
10
1
01-mar
21-mar
10-abr
30-abr
20-may
09-jun
29-jun
19-jul
08-ago
28-ago
17-sep
07-oct
PAÍS VASCO
Distribución Gompertz
Distribución 1ª >Ola + Rebrote

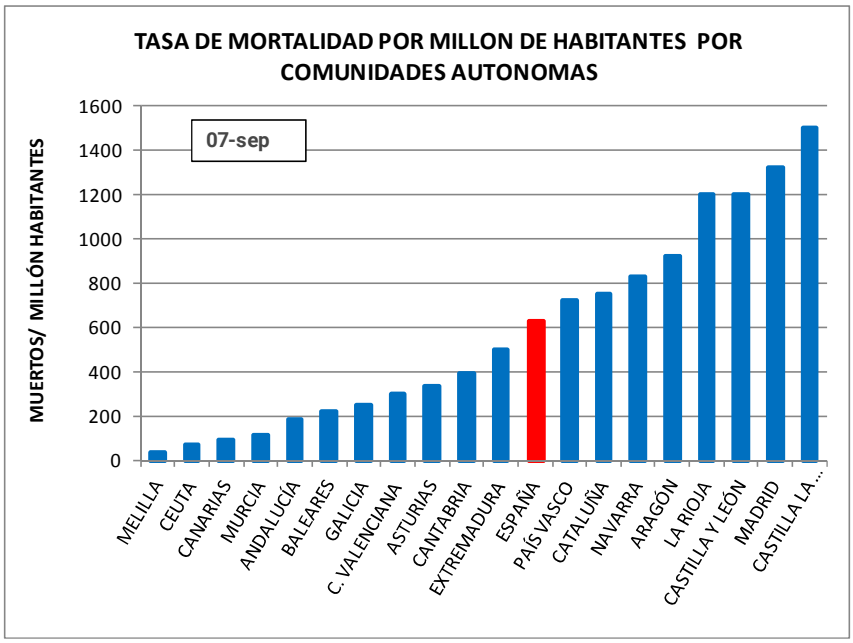


Cataluña y Aragón han logrado contener el crecimiento del rebrote, mientras se mantiene la fase de crecimiento diario del número de infectados en Madrid, el País Vasco y Andalucía. Esta última, una de las CC. AA. menos afectadas en la primera ola presenta también una tasa reproductiva superior a 1,2, aunque al partir de unas tasas de infección diarias muy bajas no es preocupante actualmente, aunque deberían extremarse las medidas de protección ciudadana y distanciamiento social para conseguir aplanar más la curva de contagios.

Las diferencias en la tasa de infección entre las CC.AA. son muy grandes, variando en una relación de 1 a 5, estando entre las más bajas Asturias, Canarias y Andalucía que se sitúan en el entorno de los 4500 infectados cada millón de habitantes, mientras Madrid, Aragón, la Rioja y Navarra, superan los 17000 infectados por millón de habitantes (Madrid alcanza los 22400). La media española es de 11366 infectados por millón de habitantes.

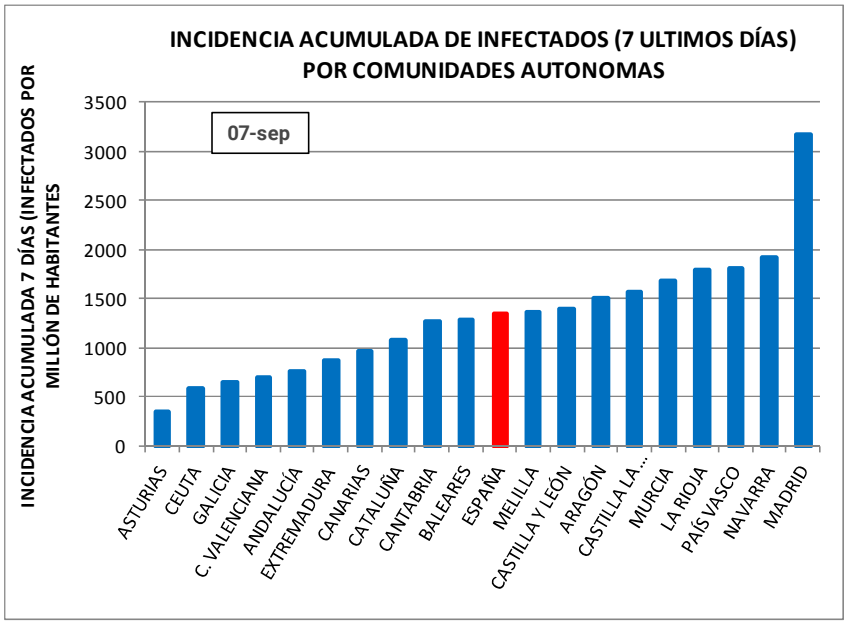


En cuanto a la tasa de mortalidad (muertos por millón de habitantes) las diferencias entre Comunidades mantienen la misma tendencia, aún más acusada variando entre los 87 de Canarias y los 1500 de castilla La Mancha , siendo la media española de 629 fallecidos por millón de habitantes.



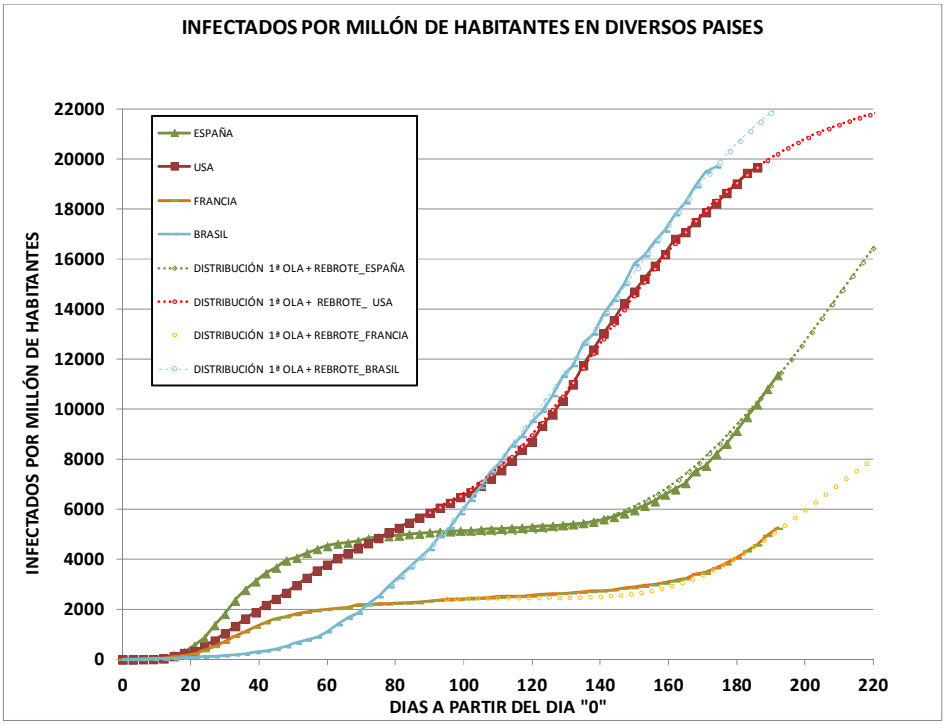
La letalidad del coronavirus es más homogénea entre los diversos territorios (entre el 2 y el 11%), siendo la media española del 5,5%.

Un indicador de la importancia actual de la fase de rebrote lo representa la incidencia acumulada en 7 días de nuevas infecciones es muy alta en Madrid (3165 nuevos contagios por millón de habitantes), variando en el resto del territorio entre 350 y 1900 nuevos contagios por millón de habitantes.

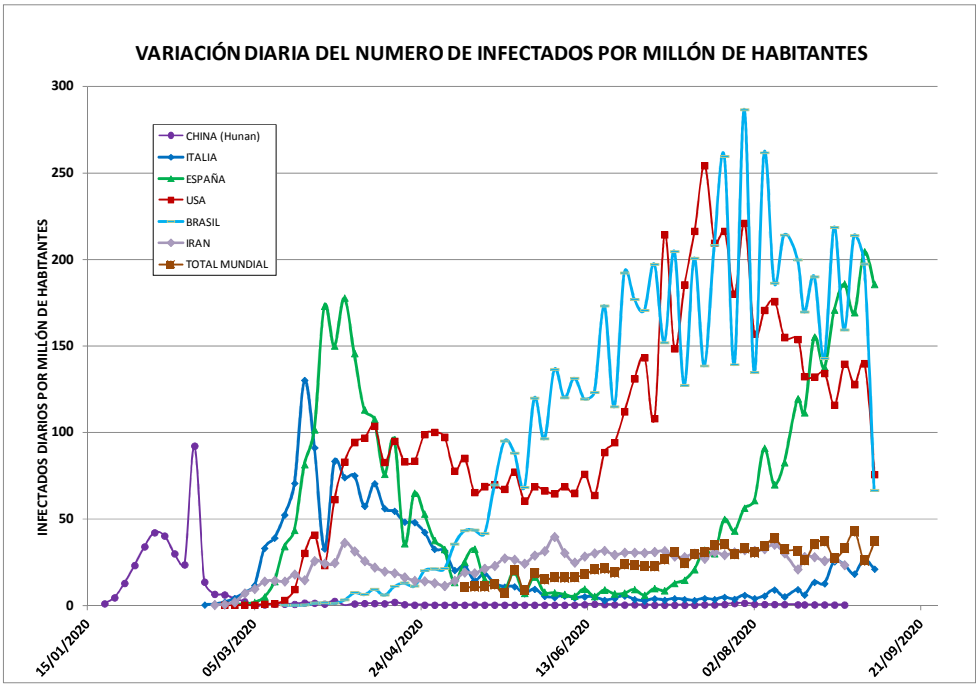


ANALISIS DEL IMPACTO A NIVEL MUNDIAL

A nivel mundial la pandemia está afectando a todos los países, pero está más mucho más avanzada su progresión en USA, Latinoamérica y Europa Occidental. Entre los grandes países afectados destacan Brasil y USA, con tasas de infección que superan los 19000 infectados por millón de habitantes y España con 11300. Reino Unido y Francia están con tasas en el entorno de los 5200 infectados por millón de habitantes.

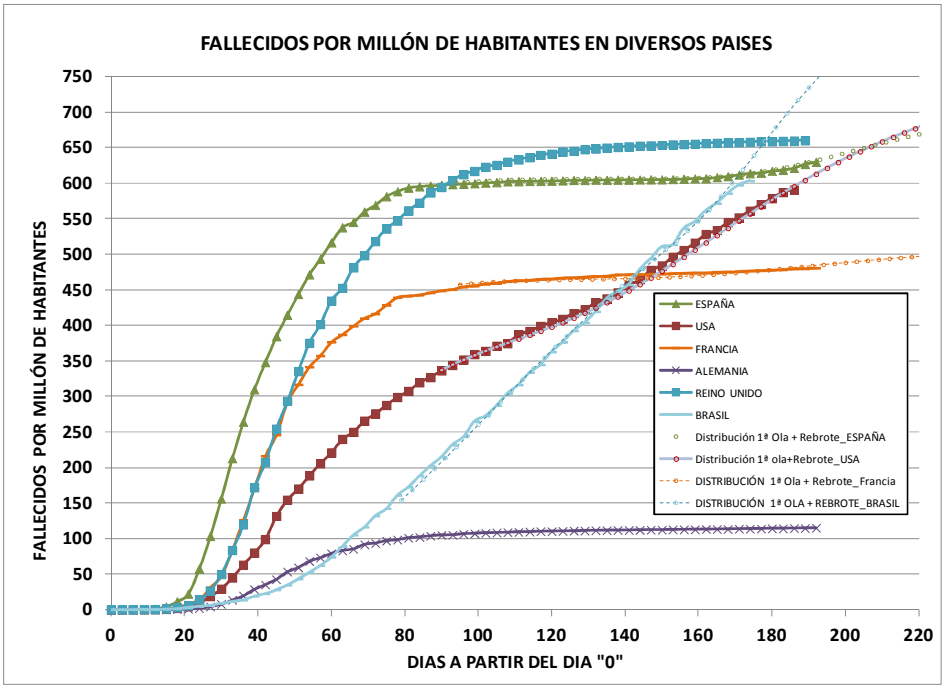


El desarrollo inicial de la pandemia ha sido explosivo en Italia y España y demás países europeos y mucho más lenta en USA, Brasil y resto de países sudamericanos. Este retraso en la propagación del coronavirus debería haber permitido a estos países tomar medidas de contención, que han resultado eficaces en Europa Occidental. Probablemente las erróneas, erráticas y populistas políticas sanitarias impulsadas por los líderes de USA, Brasil y en parte el Reino Unido expliquen que estos países lideren a nivel mundial la prevalencia de la pandemia en los dos primeros y la tasa de mortalidad en el caso del Reino Unido. Pero en esta fase del rebrote España ha escalado al nivel de los primeros países afectados, siendo probable que alcance el nivel de USA a principios del invierno.



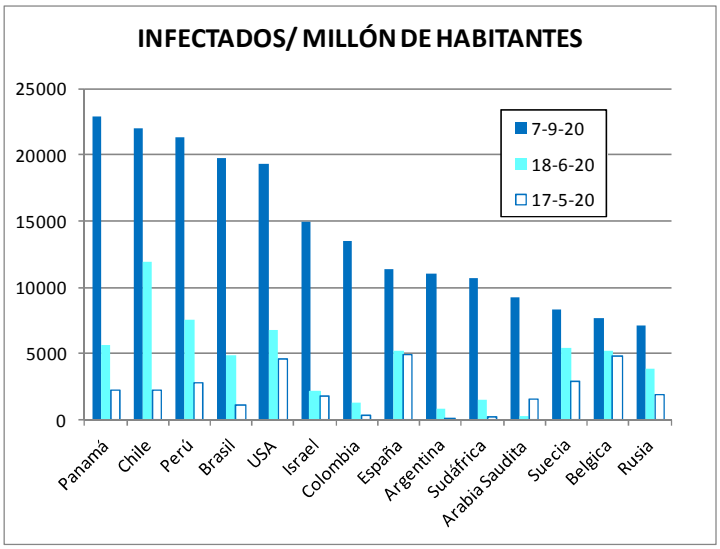
En cuanto a la mortandad que produce el coronavirus, Reino Unido, España, USA y Brasil encabezan las tasas de letalidad del orden de 600-650 muertos por millón de habitantes,

mientras que Francia tiene una tasa de 485 y Alemania no superará los 115 muertos por millón de habitantes.

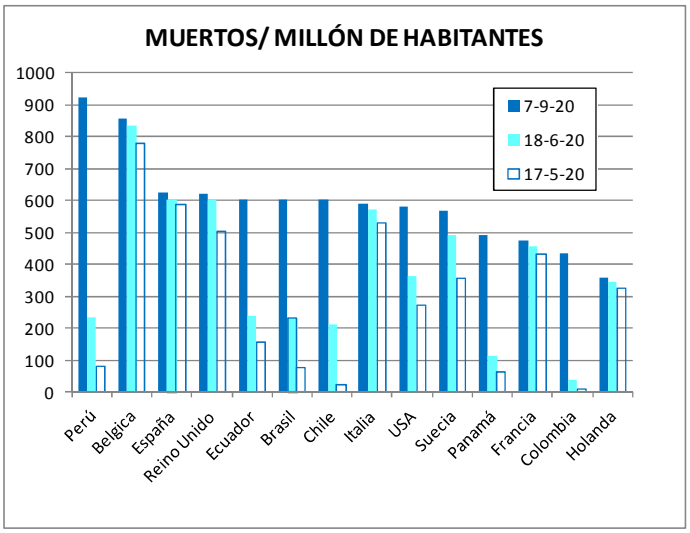


El conjunto de estos seis países concentran actualmente el 44% de los infectados mundiales y el 48% de las muertes producidas por el coronavirus, siendo su peso en la población mundial únicamente del 10,5%.

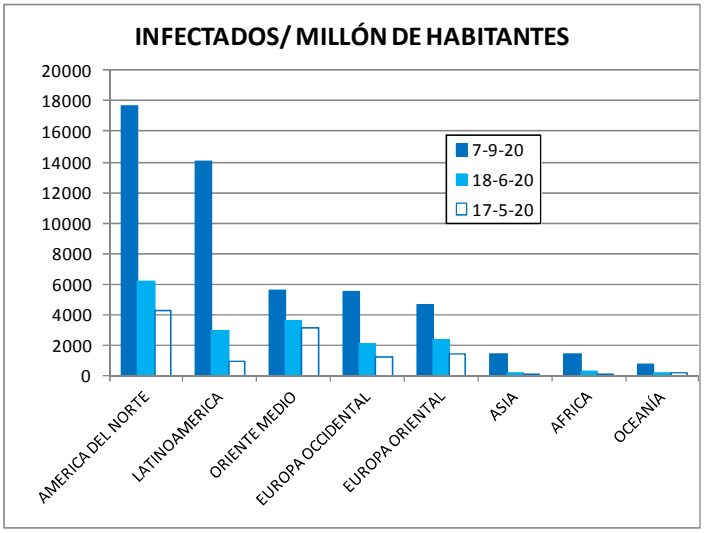
La lista de los 14 países, a nivel mundial e independientemente de su tamaño, con mayor prevalencia de la pandemia está encabezada por países latinoamericanos como Panamá, Chile, Perú y Brasil con tasas entre 20 y 23 mil infectados por millón de habitantes, ocupando España el octavo lugar (11 mil infectados por millón de habitantes), finalizando esta lista Suecia, Bélgica y Rusia entre 7 y 8 mil infectados por millón de habitantes.



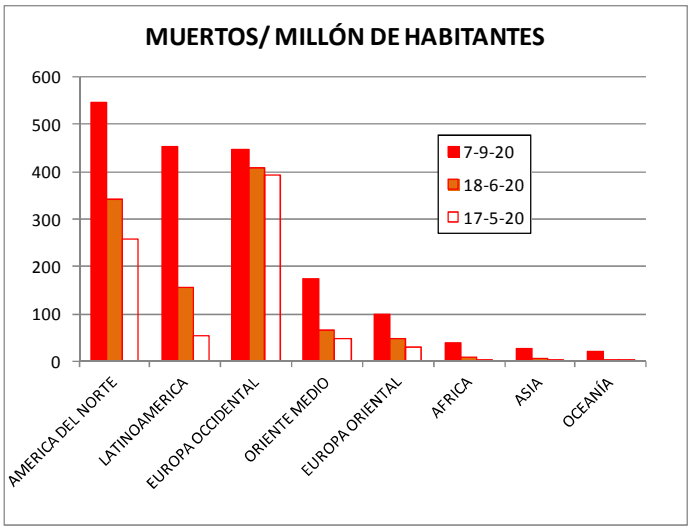
En cuanto a la tasa de mortalidad la lista mundial la encabezan Perú, Bélgica, España y el Reino Unido, con tasas entre 600 y 900 muertos por millón de habitantes



Por grandes áreas geográficas la tasa de infección es muy elevada en América del Norte y Latinoamérica (entre 14000 y 18000 infectados por millón de habitantes) con incidencia bastante menor en Oriente Medio y Europa (entre 4500 y 6000 infectados por millón de habitantes) y muy pequeña en Asia, Africa y Oceanía (entre 700 y 1400 infectados por millón de habitantes).



La tasa de mortalidad también la encabezan América del Norte, Latinoamérica y Europa Occidental (entre 400 y 550 muertos por millón de habitantes) siendo muy inferior en el resto del mundo.



MODELO EMIPEMIOLÓGICO DEL CORONAVIRUS

La primera modelización de la pandemia la realizó el London Imperial College, el pasado 30 de marzo, que abarcaba a los principales países europeos afectados. Es un modelo epidemiológico de un compartimento (se aplican las medidas de intervención para mitigar el coronavirus a toda la población) en el que se parte de tasas de reproducción iniciales (R_0) entre 4 y 6 según los países (la tasa de reproducción es el cociente entre el número de infectados al final del período de incubación del coronavirus, que consideran de 6,5 días, respecto a los infectados al inicio de este período). Consideran diversas medidas de mitigación pasiva, que describo en la siguiente tabla, y que cada una de ellas es acumulativa de las anteriores y que reducen la tasa de reproducción inicial:

REDUCCIÓN DE LA TASA DE REPRODUCCIÓN, Rt, SEGÚN TIPO DE INTERVENCIÓN (%)			
	GRUPO DE MEDIDAS ACUMULATIVAS	RANGO	MEDIA
Autoaislamiento	A	20-55	40
Primera intervención	B	25-60	45
Cierre actos públicos	C	25-70	50
Distanciamiento social	D	45-75	60
Cierre escuelas	E	50-75	65
Aislamiento de emergencia (total)	F	80-100	90

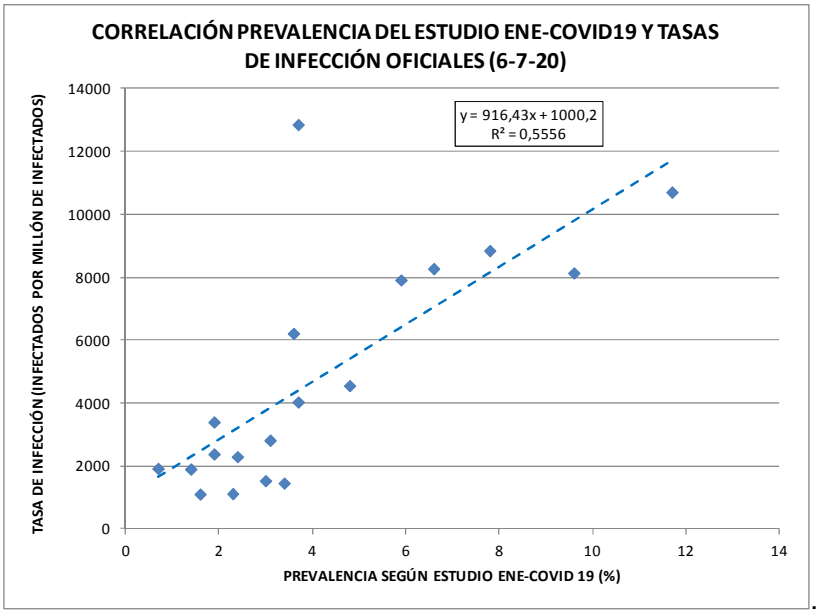
Los resultados que obtienen para España, presuponían que del orden del 15% de la población estaba infectada a finales de marzo (cifra muy superior a la detectada por las estadísticas oficiales) y que la declaración del estado de alarma habría reducido en gran parte los fallecimientos de no haberse tomado esta medida el 15 de marzo:

Mi curiosidad, y alguna experiencia, por los modelos matemáticos, y una cierta imprudencia al adentrarme en un territorio epidemiológico desconocido, aunque sujeto a reglas matemáticas comunes a muchos procesos físicos, me ha llevado a construir un modelo epidemiológico SIR (susceptibles a infectarse, infectados y recuperados) de tres compartimentos (en una fase inicial toda la población es susceptible de infectarse, después en la fase del estado de alarma gran parte de la población está muy poco expuesta a la infección y posteriormente en la fase de retorno parcial a la actividad de manera progresiva toda la población, aún tomando medidas de protección, vuelve a estar expuesta a la infección). Al modelo le he añadido un submodelo para simular la mortalidad que produce el coronavirus.

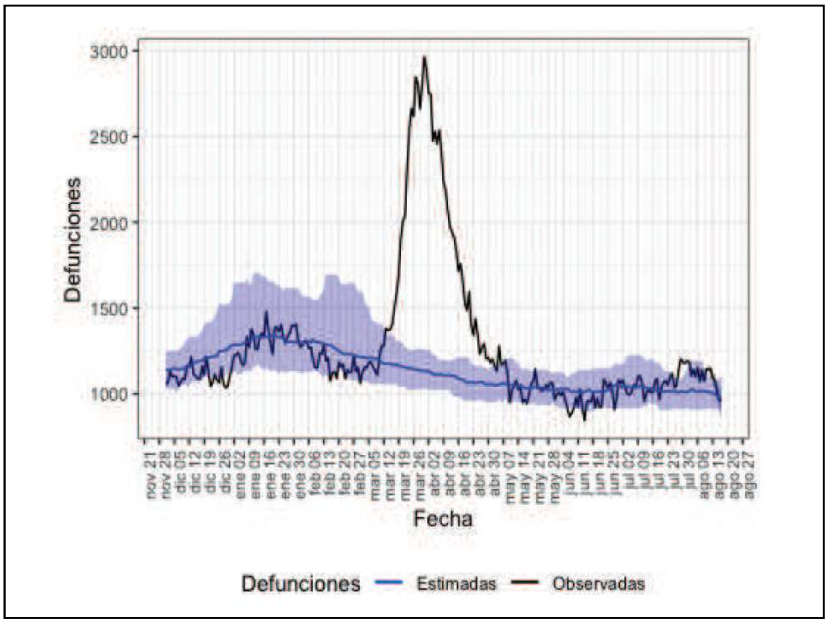
Inicialmente calibré el modelo con los diversos parámetros que definen el mismo, entre otros, la fecha de inicio de la pandemia en España (cerca del 10 de enero), una tasa de reproducción inicial de R_0=6,2 y una tasa de letalidad del 1,2%. Los resultados iniciales obtenidos señalaban que el impacto del coronavirus es muy superior al detectado por las estadísticas oficiales (del orden de 10 a 15 veces superior). Existían dudas sobre el ajuste realizado al desconocerse cualquier aproximación a la prevalencia del coronavirus en la población española, aunque si había indicios de la mayor tasa de mortalidad respecto a la deducida de los datos oficiales.

La publicación, el pasado 6 de julio, del *Informe Tercera Ronda del Estudio Nacional de Sero-epidemiología por SARs COV-2 en España* (Estudio ENE-COVID19 del Instituto de Salud Carlos III) ha aportado una segunda aproximación a la prevalencia de la pandemia, que la cifra en el entorno del 5,2% (95% IC: 4,9%- 5,5%) de la población española que ha sido infectada por el coronavirus. Este informe conduce a estimar el total de infectados a esta fecha era del orden de

10 veces superior a los contabilizados oficialmente Existe una buena correlación entre estas estimaciones y los datos oficiales de la tasa de infectados en las Comunidades Autónomas:

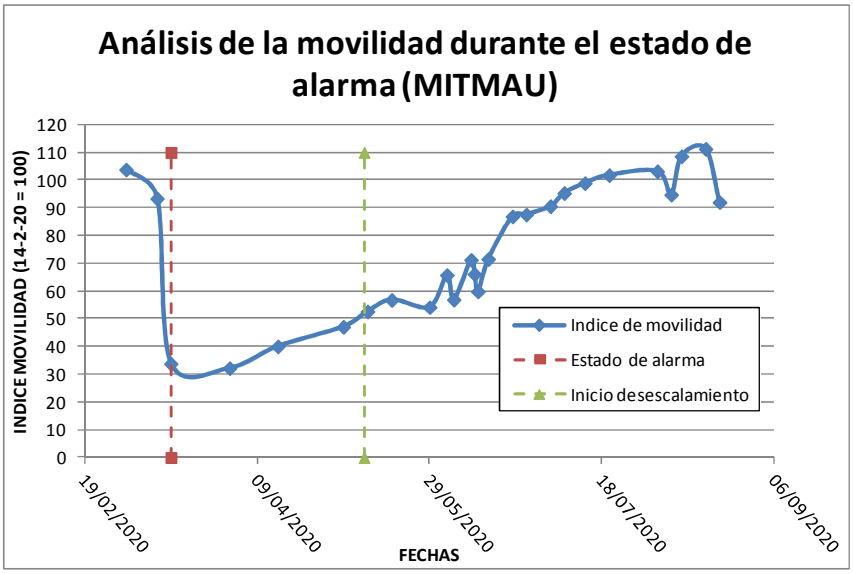


Al mismo tiempo el Instituto de Salud Carlos III también ha ido avanzando los Informes MoMo sobre Vigilancia de los excesos de mortalidad por todas las causas(el último actualizado al 20 de agosto), en el que concluye que se ha producido un exceso de mortalidad del 58% en el período del 13 de marzo al 15 de agosto, probablemente debido en gran parte a la pandemia. (unos 46200 fallecidos en exceso). Es una aproximación al impacto total de la mortalidad del coronavirus



Despejadas de manera aproximada y provisional las incognitas sobre la prevalencia del COVID-19 y el exceso de muertes producidas (muertes contabilizadas oficialmente y otras no detectadas en residencias de mayores o en domicilios) he vuelto a ajustar el modelo para que se adapte a estas variables, anteriormente totalmente inciertas. La nueva tasa de reproducción inicial utilizada es R0=5,82 y una letalidad del 2,1%. Apartir del estado de alarma, el 15 de marzo, he supuesto que el 60% de la población quedó confinada y las medidas de autoprotección de los trabajadores esenciales equivalían a una reducción del 80% de la tasa de reproductividad inicial.

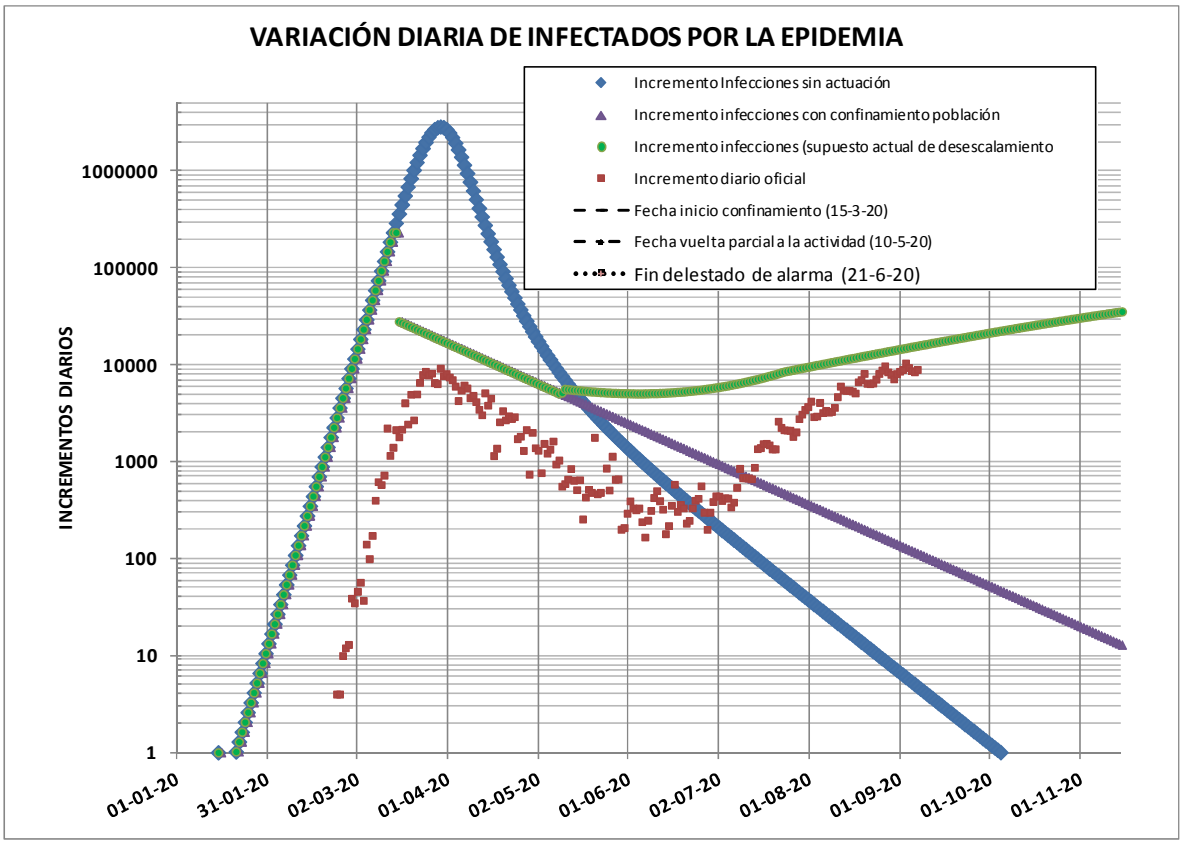
El porcentaje de población expuesta al coronavirus lo he adaptado al *Análisis de movilidad durante el estado de alarma* que publica regularmente el Ministerio de Transportes.

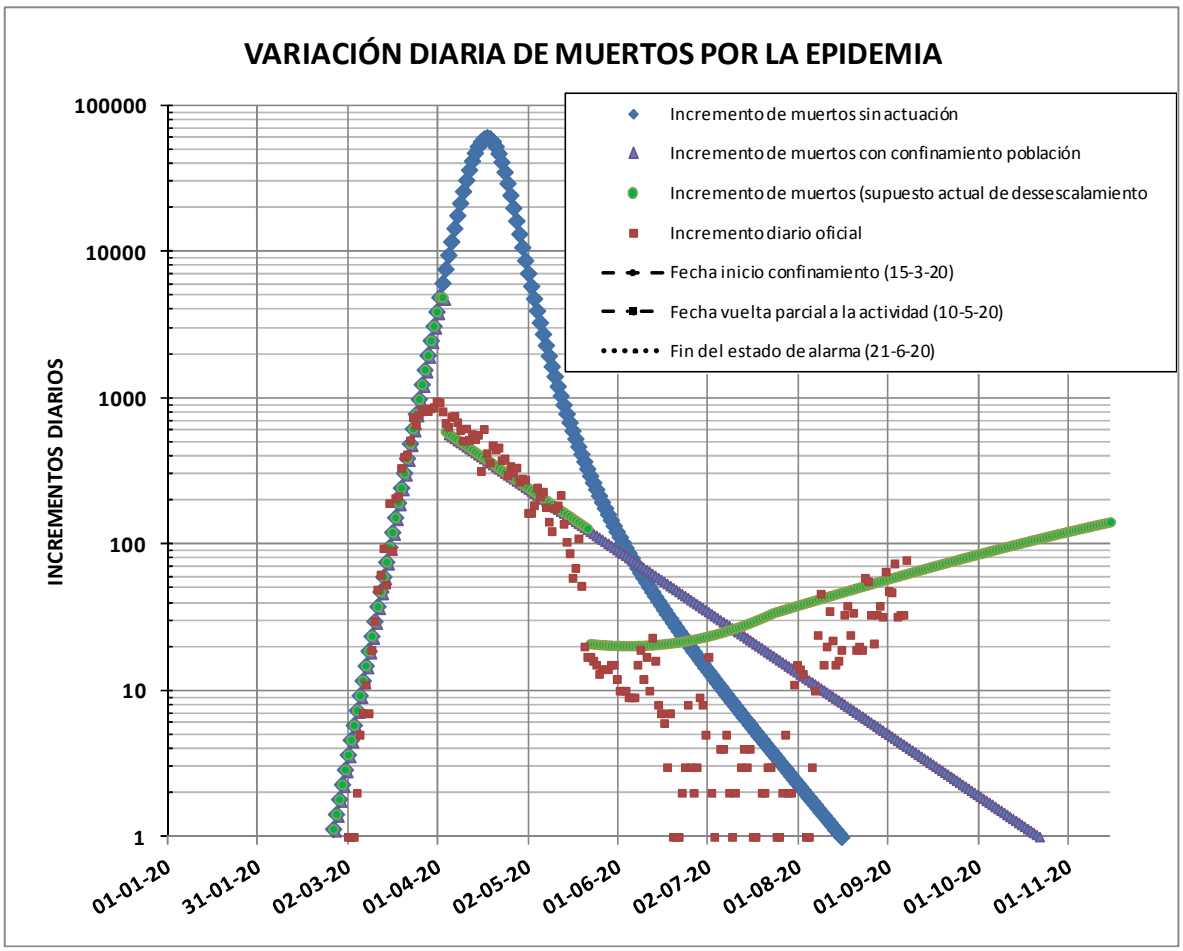


Estas medidas de mitigación permitieron aplanar bruscamente la curva de contagio y de muertes a los pocos días del Estado de Alarma. Si no se hubieran tomado las medidas de mitigación desarrolladas por el estado de alarma, a finales de mayo prácticamente toda la población habría sufrido la epidemia, dando por concluida la misma, pero con una espantosa cifra de fallecidos: unos 985.miles (2,1% de la población española). En un nuevo Informe del London Imperial College (Estimating the effects of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in Europe, 2-6-20) se estima que en España se habrían evitado 450 mil muertes hasta el 4 de mayo con las medidas establecidas desde el inicio del estado de alarma y que a esta fecha la tasa de prevalencia sería del 5,5%.

Para prever la evolución de la pandemia en el desescalamiento, con el plan de retorno parcial y progresivo a la actividad, he supuesto que equivale a una fase única con inicio el 10 de mayo, con un incremento progresivo de la población expuesta al coronavirus desde el 40 al 100% de la población en un período de 75 días y con unas medidas de protección de la población equivalentes al grupo “F” del modelo del Imperial College, que comportan una reducción del 78% de la tasa de reproductividad inicial. El modelo apunta a un importante aumento de los infectados, debido a los rebrotes, soportable por nuestro sistema sanitario al estar ya más preparado y fortalecido. El modelo lo he calibrado con diversos parámetros, en tres fases: inicio de la pandemia, confinamiento de la población y desescalada y vuelta parcial a la normalidad.

La curva de este nuevo aumento será muy aplanada, pero de larga duración (entre uno y dos años), por lo que habrá que convivir durante bastante tiempo con la pandemia, que se convertirá en una cuasi endemia, y mantener el nivel de protección social adecuado. Actualmente la tasa de infectados se situaría en unos 15000 infectados diarias La tasa de fallecimientos se encontraría actualmente en el entorno de los 65 fallecimientos diarios. He reflejado esta constatación reduciendo la tasa de letalidad en esta fase al 0,4%.


VARIACIÓN DIARIA DE INFECTADOS POR LA EPIDEMIA
Incremento Infecciones sin actuación
Incremento infecciones con confinamiento población
Incremento infecciones (supuesto actual de desescalamiento
Incremento diario oficial
Fecha inicio confinamiento (15-3-20)
Fecha vuelta parcial a la actividad (10-5-20)
Fin delestado de alarma (21-6-20)
INCREMENTOS DIARIOS
1000000
100000
10000
1000
100
10
1
01-01-20
31-01-20
02-03-20
01-04-20
02-05-20
01-06-20
02-07-20
01-08-20
01-09-20
01-10-20
01-11-20


VARIACIÓN DIARIA DE MUERTOS POR LA EPIDEMIA
Incremento de muertos sin actuación
Incremento de muertos con confinamiento población
Incremento de muertos (supuesto actual de dessescalamiento
Incremento diario oficial
Fecha inicio confinamiento (15-3-20)
Fecha vuelta parcial a la actividad (10-5-20)
Fin del estado de alarma (21-6-20)
INCREMENTOS DIARIOS
100000
10000
1000
100
10
1
01-01-20
31-01-20
02-03-20
01-04-20
02-05-20
01-06-20
02-07-20
01-08-20
01-09-20
01-10-20
01-11-20

En los gráficos (los “incrementos diarios” están en escala logarítmica) puede observarse que desde el inicio de la recuperación parcial de la actividad ha aumentado el impacto del coronavirus. Para el éxito de esta operación de “desescalamiento”, además de las medidas contempladas en el *Plan para la transición a una nueva normalidad*, se han aplicado medidas activas de mitigación (pruebas masivas de test a los grupos más vulnerables y confinamiento de todos los infectados, incluidos los asintomáticos detectados. La respuesta de la población en la conducta de distanciamiento social y protección sanitaria con el uso de mascarillas ha sido una parte importante del éxito de la fase de desescalada. El *rebrote* producido, inevitable al aumentar la población expuesta al contagio, ha sido mayor al esperado inicialmente debido a retrasos en la toma de decisiones de control y limitación de actividades con mayor riesgo de contagio y probablemente que la población entre 20 y 35 años no ha interiorizado el riesgo en que pueden incurrir y el que exponen a personas mayores más vulnerables en caso de contagio.

A partir del modelo se deduce que a la fecha actual el total de infectados (incluidos los no detectados por test PCR) sería de 5,8 veces la cifra oficial y los muertos totales multiplicarían por 1,6 los ofrecidos por las estadísticas oficiales.

MODELO EPIDEMIOLÓGICO SIR DE LA PANDEMIA DE CORONAVIRUS			
DATOS MODELO/ DATOS OFICIALES			
PERIODO	**FECHA**	**INFECTADOS**	**MUERTOS**
ANTES ESTADO DE ALARMA	12/03/2020	137	1,36
MEDIDAS DE MITIGACIÓN (CONFINAMIENTO GENERAL)	10/05/2020	9,3	1,56
FASE DE VUELTA A LA NORMALIDAD	07/09/2020	5,8	1,60

ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LA PANDEMIA

Conociendo la limitación del impacto de la pandemia del coronavirus que reflejan las cifras oficiales del Ministerio de Sanidad, he intentado establecer una hipótesis de la realidad de la infección en España. He supuesto que la incidencia de la infección debe ser similar en toda una población determinada, independiente de las cohortes de edad, aunque si sean muy diferentes los efectos de la infección en las distintas etapas de la vida. Hasta finales de mayo el número de infectados sintomáticos, con diversa gravedad, debía ser del orden de 6,9 veces la cifra reconocida oficialmente a partir de los diagnósticos, escasos, con test PCR:

DATOS OFICIALES DEL AVANCE DE LA PANDEMIA POR CORONAVIRUS, POR GRUPO DE EDADES, EN ESPAÑA (*)							
EDADES	POBLACION (MILES)	INFECTADOS	TASA INFECCIÓN (INFECT./ 100 MIL HAB.)	MUERTOS	TASA DE MORTALIDAD (MUERTOS/ 100 MIL HAB)	TASA DE LETALIDAD (MUERTOS/ INFECTADOS) (%)	INFECTADOS ESTIMADOS/ INFECTADOS COMPROBADOS (**)
0-9	4394,2	1123	26	3	0	0,3	149,0
10-19	4813,8	2068	43	5	0	0,2	88,6
20-29	4871,7	15272	313	24	0	0,2	12,1
30-39	6353,0	24902	392	65	1	0,3	9,7
40-49	7832,5	37970	485	218	3	0,6	7,9
50-59	6904,8	45750	663	663	10	1,4	5,7
60-69	5197,9	36355	699	1825	35	5,0	5,4
70-79	3793,9	34294	904	4896	129	14,3	4,2
80-89	2329,0	40637	1745	8463	363	20,8	2,2
>90	535,5	20389	3808	4423	826	21,7	1,0
TOTAL	**47026**	**258760**	**550**	**20585**	**44**	**8,0**	**6,9**

* Datos de infectados y muertos (Informe nº 120 COVID-19 de 29-5-20 - Ministerio de Sanidad)

** Se supone igual tasa de infección en todas las cohortes de edad, tomando como referencia la tasa de los mayores de 90 años

Al ir extendiendo los test PCR a cualquier persona con algún síntoma y su círculo de contactos ha ido disminuyendo la relación entre infectados estimados y los diagnosticados a 1,6 veces en las últimas semanas:

CASOS DE COVID-19, CON INICIO DE SÍNTOMAS O DIAGNÓSTICO DESDE EL 11 DE MAYO A 23 DE AGOSTO, POR GRUPO DE EDADES, EN ESPAÑA (*)

EDADES	POBLACION (MILES)	CASOS DESDE EL 11 DE MAYO				CASOS DESDE EL9 AL 30 DE AGOSTO		INFECTADOS ESTIMADOS DESDE EL 11 DE MAYO/ INFECT. COMPROBADOS (**)	INFECTADOS ESTIMADOS ENTRE EL 9 Y EL 60 DE AGOSTO/ INFECT. COMPROBADOS (**)
		INFECTADOS	PREVALENCIA (INFECT./ 100 MIL HAB.)	MUERTOS	TASA DE MORTALIDAD (MUERTOS/ 100	INFECTADOS	PREVALENCIA (INFECT./ 100 MIL		
0-15	6886	27206	395	2	0,03	15951	232	2,2	2,0
15-29	7194	62484	869	1	0,01	34134	474	1,0	1,0
30-39	6353	43787	689	0	0,00	24011	378	1,3	1,3
40-49	7832	41995	536	5	0,06	22952	293	1,6	1,6
50-59	6905	32213	467	16	0,23	17905	259	1,9	1,8
60-69	5198	18674	359	32	0,62	10399	200	2,4	2,4
70-79	3794	11279	297	67	1,77	5985	158	2,9	3,0
>80	2865	13204	461	273	9,53	6198	216	1,9	2,2
TOTAL	**47026**	**250842**	**533**	**396**	**0,84**	**137535**	**292**	**1,6**	**1,6**
SINTOMÁTICOS		**116738**		**ASINTOMÁTICOS**		**134104**			

* Informe nº 42. Situación de COVID-19 en España.- 3-9-20 (Centro Nacional de Epidemiología)

** Se supone igual tasa de infección en todas las cohortes de edad, tomando como referencia la tasa de la cohorte con mayor incidencia del coronavirus

La tasa de infectados sintomáticos estimados desde el inicio de la pandemia hasta el 20 de julio es de 6,9 veces superior a la reseñada en la información oficial, referida únicamente a los infectados sintomáticos. El modelo epidemiológico es congruente con una tasa de infección real 9,3 veces superior a la deducida de los datos oficiales, lo que conduce a estimar en 0,49 veces la relación de infectados asintomáticos respecto a los sintomáticos. Asimismo del modelo se desprende que la cifra de muertos reales debe ser del orden de 1,6 veces a la ofrecida en las cifras oficiales de fallecidos, lo que es concordante con el exceso de mortalidad detectado en el estudio MoMo del Instituto de Salud Carlos III.

A fecha de 7 de septiembre la cifra oficial de infectados es de 534 mil (de los cuales unos 155 mil serían infectados asintomáticos), que se corresponde con una tasa oficial de 11380 infectados por millón de habitantes y mi estimación los elevaría a 3,1 millones de infectados. La cifra oficial de fallecidos es de 29594, que probablemente asciendan a cerca de 47,3 miles al dejar de reflejar las estadísticas oficiales a los fallecidos con trastornos compatibles con el coronavirus pero a los que no se les ha hecho el test de diagnóstico (téngase como referencia las más de 18 mil muertes en residencias de mayores). Esta estimación también reduce la tasa de letalidad actual desde el 5,5% oficial al 1,5%, cifra más cercana respecto a las señaladas en la bibliografía sobre el coronavirus.

ESTIMACION DE INFECTADOS Y MUERTOS POR CORONAVIRUS EN ESPAÑA			
FECHA	07/09/2020	OFICIAL	ESTIMADA
ESTIMACIÓN INFECTADOS SINTOMÁTICOS/ OFICIALES EN LA FASE DE CONFINAMIENTO			6,9
ESTIMACIÓN INFECTADOS SINTOMÁTICOS/ OFICIALES DESDE EL 11 DE MAYO			1,6
INFECTADOS SINTOMÁTICOS A 10 DE MAYO (Comprobados con test PCR)		227.436	1.574.000
INFECTADOS A LA FECHA (Comprobados con test PCR)		534.513	2.074.000
PREVALENCIA (INFECTADOS/ 100.000 HAB.)		1137	4413
ESTIMACIÓN INFECTADOS TOTALES/ COMPROBADOS			0,49
INFECTADOS ASINTOMÁTICOS NO COMPROBADOS (HABITANTES)			1.017.000
ESTIMACIÓN DE INFECTADOS TOTALES A LA FECHA (HABITANTES)			3.091.000
			6,6% de la población
MUERTOS TOTALES/ MUERTOS ESTADISTICA OFICIAL			1,6
MUERTOS		29.594	47.300
TASA DE LETALIDAD (MUERTOS/ INFECTADOS TOTALES) (%)		5,5	1,5

Al final de la 1ª oleada y la fase de rebrote actual de la pandemia podríamos alcanzar 1,49 millones de infectados diagnosticados con test PCR, que se elevarían a 3,6 millones de infectados sintomáticos (muchos con pequeños síntomas) y del orden del 5,4 millones de infectados totales, incluyendo los asintomáticos no detectados, que representarán un 11,5% de la población (la tercera ronda del estudio nacional de sero-epidemiología señalaba una prevalencia del coronavirus del 5,2% a finales de mayo).

La cifra de muertos alcanzaría las 33500 fallecidos contabilizadas y del orden de 54 mil muertos totales, incluidos los que no se les ha hecho el test PCR de confirmación. La tasa de letalidad descendería hasta el 2,25% según cifras oficiales, superior a la citada por la revista 'The Lancet Infectious Diseases', del 0,66%, correspondiente a un estudio sobre los infectados en la región china de Wuhan.

ESTIMACCIÓN DE TASAS DE INFECCIÓN Y LETALIDAD AL FINAL DEL ACTUAL REBROTE DE LA PANDEMIA DE CORONAVIRUS		
INFECTADOS SINTOMÁTICOS AL FINAL DE LA 1ª OLEADA + REBROTE (Comprobados con test PCR)	1.488.000	3.626.563
	3,2% de la población	7,7% de la población
INFECTADOS TOTALES (SINTOMÁTICOS Y ASINTOMÁTICOS) AL FINAL DE LA OLEADA + REBROTE		5.405.000
		11,5% de la población
MUERTOS AL FINAL DE LA OLEADA	33.500	54.000
TASA DE LETALIDAD (MUERTOS/ INFECTADOS SINTOMÁTICOS TOTALES) (%)	2,25	0,92
TASA DE LETALIDAD (MUERTOS/ INFECTADOS TOTALES) (%)		1,00

Esta importante reducción de la tasa de letalidad se ha conseguido gracias a la buena respuesta, aunque estresada, de nuestro sistema público de salud, puesto que de no haber podido atender las hospitalizaciones y cuidados intensivos de los enfermos con mayores patologías se habría disparado la tasa de letalidad. Es importante, por tanto, mantener y aumentar las camas

hospitalarias y las plazas en UCI para hacer frente al rebrote de la pandemia que se ha producido en el proceso de recuperación de la actividad social y económica.

Debe tomarse este análisis como una aproximación tentativa a la realidad de la pandemia de coronavirus que tiene en tensión a toda la sociedad, sin perjuicio de su adaptación a nuevos datos en las próximas fechas.

LA LARGA CONVIVENCIA CON EL CORONAVIRUS

Como era de prever es difícil volver progresivamente al estilo de vida "habitual" (que, a bien seguro, lo iremos adaptando a esta dura experiencia) y que se mantenga la pandemia controlada sanitariamente, a pesar de los inevitables *rebrotes*. Es probable que la pandemia se cronifique y que mantengamos durante muchos meses un nivel de infectados y fallecidos similar al sufrido en los meses de marzo y abril, con menor gravedad de los síntomas y las muertes que cause, pero que mantenga en tensión a toda la sociedad y sigan repercutiendo negativamente en nuestra economía.

Las autoridades, y toda la sociedad, deberemos acertar en las medidas a implementar para retomar la actividad social y económica sin asumir riesgos importantes de que se descontrole la pandemia y que tengamos que desandar el costoso camino que hemos recorrido para dominar al coronavirus.

Las investigaciones científicas y las experiencias sanitarias mundiales para encontrar tratamientos adecuados a la infección del coronavirus, o la vacuna que nos inmunice, avanzan de manera esperanzadora, aunque el camino de su desarrollo e implantación será largo. Debemos exigir a todos los poderes mundiales que se compartan estos avances médicos y que puedan servir para toda la humanidad.

Una gran responsabilidad social e individual nos debe obligar a respetar las medidas de relación social y las recomendaciones de las autoridades sanitarias que eviten el contagio del coronavirus, en el momento en que las instrucciones coercitivas de las administraciones durante el estado de alarma han decaído. Debe combinarse esta precaución de distanciamiento social con mantener lo más posible las relaciones humanas que nos satisfacen vitalmente y crean los vínculos sociales imprescindibles para mantener la cohesión social.

Debemos empezar a pensar, y actuar, en un nuevo paradigma del bienestar mundial que pueda superar en el corto plazo los severos impactos socioeconómicos que nos dejará el coronavirus, que afronte con decisión la emergencia climática, destierre los conflictos armados y cree las bases institucionales para reducir las desigualdades exacerbadas de nuestra sociedad. ¿Aspiro a mucho?, pues si, lo aspiro, aún sabiendo que probablemente no lo alcancemos y animo a que todos rememos en esta dirección para acercarnos lo más posible al mismo.

ANEXO 1: DISEÑO DEL MODELO EPIDEMIOLÓGICO SIR DE 3 COMPARTIMENTOS

Las fórmulas empleadas en el modelo son:

Modelo epidemiológico compartimentado básico
(Am J Public Health. 2018 December)

$$(1)\quad \frac{dS}{dt} = -\frac{\beta I}{N} S$$

$$(2)\quad \frac{dI}{dt} = \frac{\beta I}{N} S - \gamma^* I$$

$$(3)\quad \frac{dR}{dt} = \gamma^* I$$

$$(4)\quad F_t = \lambda * I_{t-Tl-Tf}$$

$$(5)\quad N = S + I + R + F$$

N - Población

S - Susceptibles de infección

I - Infectados
R - Recuperados de la infección
F - Fallecidos
Ro=(ß/ɣ) -Tasa de reproductividad
λ - Tasa de letalidad
Ti = 1/ɣ - Período infeccioso
Tl =1/v -Periodo de latencia
Tf - Tiempo de infección a muerte

- El día del máximo incremento de infecciones se produce cuando: d I / d t = 0
- El día del máximo de infectados sin recuperar se produce cuando: d S / d t = -d R / d t
- Esta última condición se produce cuando: S / N = ɣ / ß = 1/ R_0
- A partir de este día puede considerarse que se produce la inmunidad de grupo

Los compartimentos diseñados son:

1. Estado inicial de avance del coronavirus (desde el 11 de enero a 14 de marzo)
2. Estado de alarma (del 15 de marzo al 9 de mayo)
3. Fase de retorno parcial y escalonado a la actividad (a partir del 10 de mayo), con un período de transición de aumento progresivo de la población expuesta al total de la población española.

Los parámetros con los que al final lo he ajustado son:

POBLACIÓN DE ESPAÑA (MILLONES HAB.)		47
	Periódo de latencia e infectivo (días)	6
	Período de infección (dias)	18
	Tiempo de generación (días)	24
	Tasa de letalidad inicial (%)	2,10
	Tasa de letalidad desde el desescalamiento (%)	0,40
	Tiempo incubación-muerte (días)	13
Inicio pandemia	Población expuesta (%)	100
	Beta	0,318
	Gama	0,055
	R0	5,78
Medidas de mitigación de emergencia (Confinamiento general)	Fecha	15/03/2020
	Día desde la primera infección	66
	Población expuesta (%)	40
	Reducción R0 inicial (%)	80
	Beta	0,064
	Gama	0,055
	R0	1,16
Medidas de mitigación parcial (Vuelta progresiva a la normalidadl)	Fecha	10-5-20
	Día desde la primera infección	122
	Periodo transición (días)	75,0
	Población expuesta (%)	100,0
	Reducción R0 inicial (%)	78,0
	Beta	0,070
	Gama	0,055
	R0	1,27