



La salud
es de todos

Minsalud



INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
Ciencia, Tecnología e Innovación

Visítenos en
www.ins.gov.co





INSTITUTO
NACIONAL DE
SALUD

Modelación Covid-19. Colombia

Técnico

Observatorio Nacional de Salud



La salud
es de todos

Minsalud

Mensajes clave

- Se ajustó un modelo SIR utilizando parámetros reportados en la literatura científica.
- Validación modelo con reportes de Hubei (China) y el crucero *Diamond Princess*.
- Se realizó estimación para Colombia urbana (77%).
- Asumiendo un R_0 de 2,28, un periodo de transmisión entre 5-7 días y una letalidad de los casos de 1,14%, ponderada por estructura poblacional de Colombia, se estimaron para el país, en sus áreas urbanas, **31,598,265 casos (IC 95% 21,236,746 – 34,606,415)**.
- Se aplicaron parámetros de efectividad de las intervenciones no farmacéuticas de acuerdo a lo publicado por Imperial College.

Modelo SIR

Se ajustó modelo de transmisión epidemiológica del tipo **SIR**, S (población susceptible), I (población infectada) y R (población recuperada), que corría en ciclos diarios, a partir de ecuaciones diferenciales de la siguiente estructura:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I$$

Donde

β = Tasa de infección

γ = Tasa de recuperación



Tabla 1. Parámetros implementados en el modelo SIR de transmisión de COVID-19 y letalidad

Parámetros	Valor IC (95%)	Incertidumbre	Fuente
Numero básico de reproducción (R0):	2,28 (2,06-2,52)	Distribución normal (media 2,28, desviación estándar = 0,11735)	(19)
	2,68 (2,47-2,86)	Distribución normal (media 2,68, desviación estándar =0,09949)	(24)
Infectados iniciales	1-5	Valor fijo (1 para departamentos/ 5 para el modelo nacional)	Supuesto
Duración del periodo infeccioso	5,8 días (IC 95% 4,3-7,5 días)	Distribución uniforme entre 5-7	(26)
Letalidad de todos los casos	1,14% (1.00-1.30%)	Distribución Beta (media = 1,14, DE = 0,76%)	(27)

Tabla 2. Parámetros de distribución de casos de COVID-19 según severidad

Parámetro	Población	Porcentaje (n/N)	Definición operativa	Referencia
Asintomáticos				
Proporción <u>asintomáticos</u>	Casos locales + retornados en Japón	11,1% (96/865)	Asintomáticos sobre el total de infectados	(1)
Sintomáticos				
Proporción casos leves *	Población de Hubei, China	81,4 %	Valor fijo	(23)
Proporción casos severos *		13,9 %	Valor fijo	(23)
Proporción casos críticos *		4,7 %	Valor fijo	(23)
Proporción de casos Leves a moderados	Casos locales + retornados en Japón	43,5% (317/728)	Síntomas leves a moderados	(34)

Diamond Princess 5 personas,

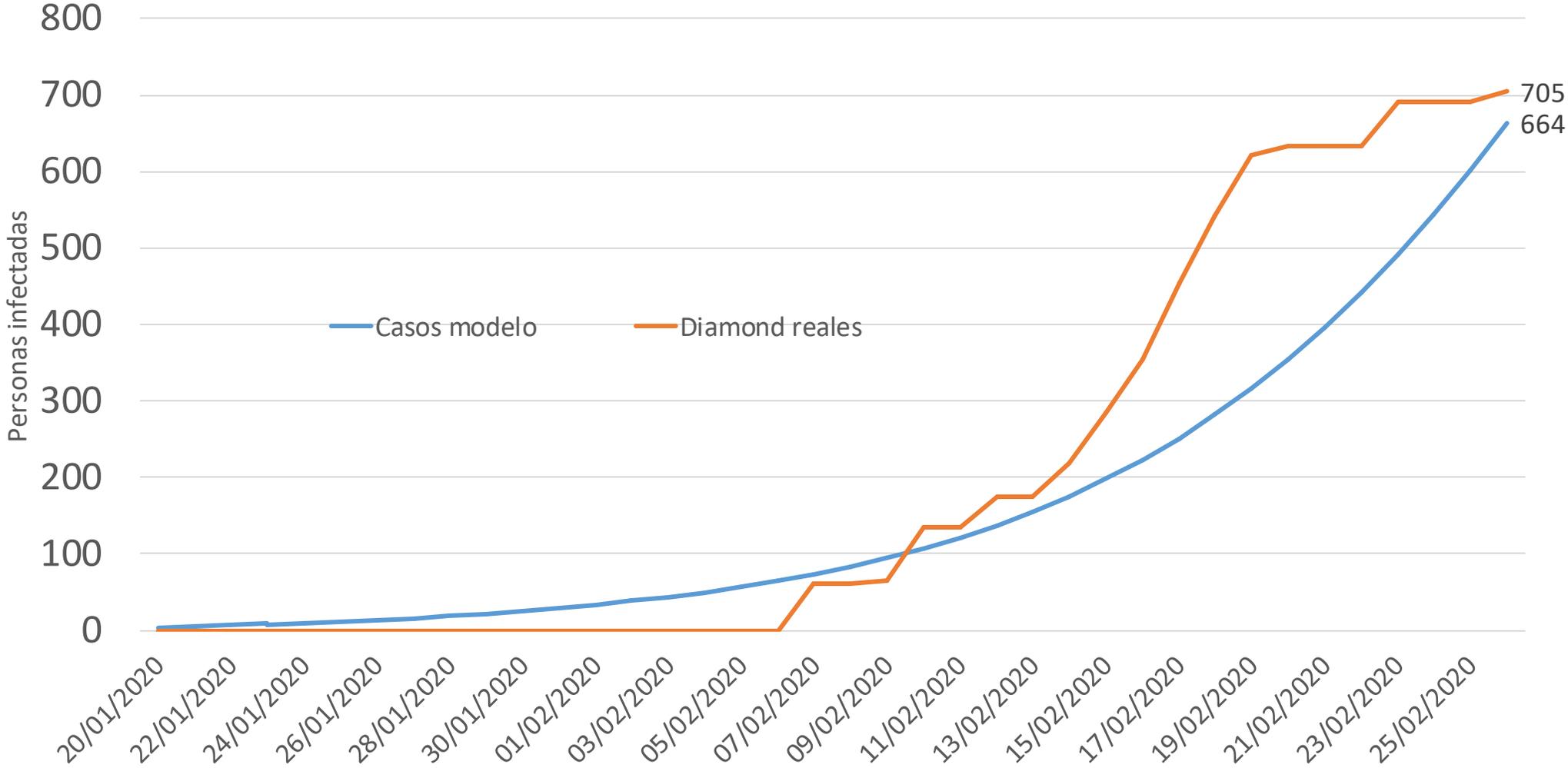


Figura 2. Modelo de infectados Diamond Princess R_0 2,68

Hubei, 5 personas, R0 2,28

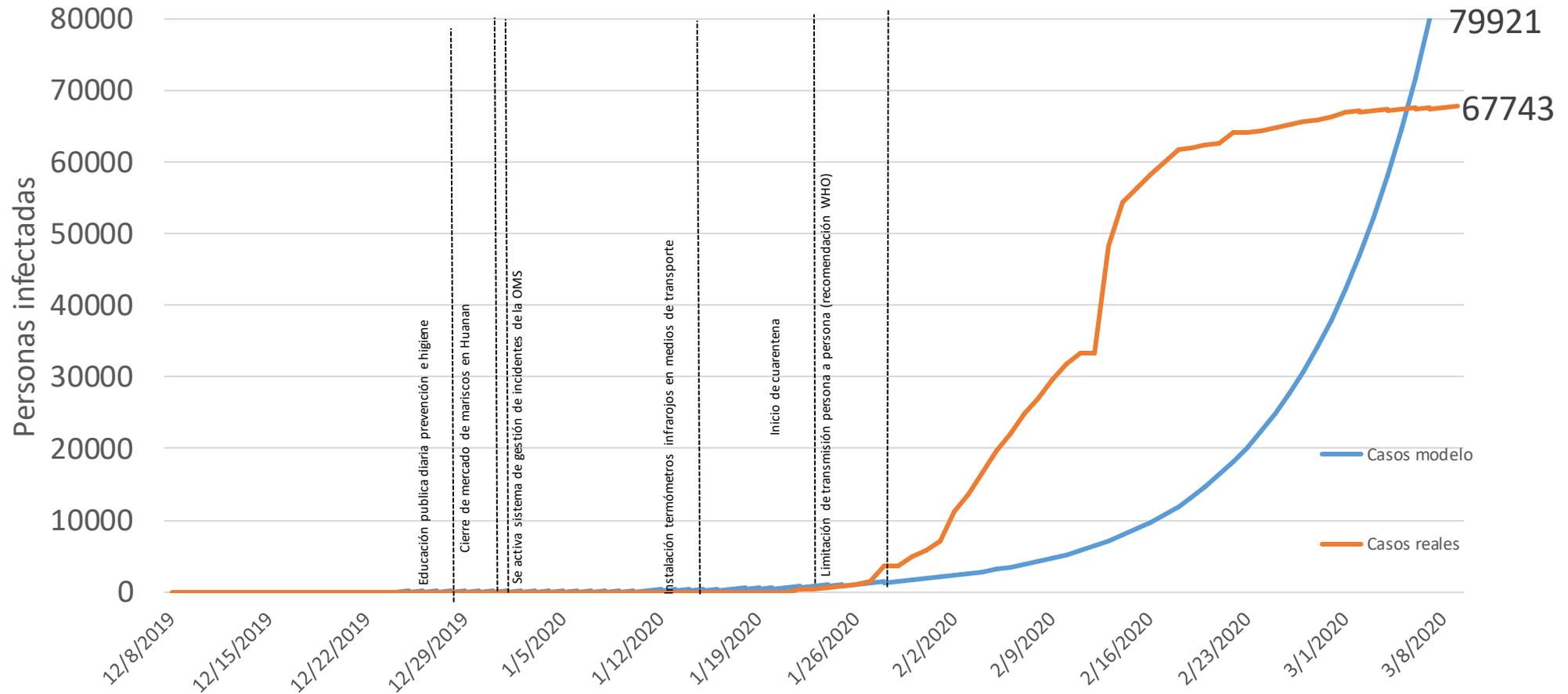


Figura 3. Probabilidad de infección Hubei R0 2,28.

Estimaciones Colombia

Se realizó la estimación del peor escenario, simulando tasas de ataque entre el **50 y 80%**, lo que ocurriría en una población totalmente susceptible, para los parámetros de **R0** reportados para el Covid-19 (2,28) y asumiendo que no se implemente ninguna medida de control.

Tabla 3 .Distribución probable de casos infectados por Covid-19 según severidad en Colombia utilizando R0= 2,28.

Distribución	Casos
Casos totales	31.598.265 casos (IC 95% 21.236.746 – 34.606.415).
Asintomáticos	3.608.697 (IC 95% 2.868.422 – 3.872.004)
Leves	22.987.920 (IC 95% 18.272.261 – 24.665.225)
Severos (Hospitalización)	3.921.169 (IC 95% 3.116.795 – 4.207.276)
Críticos (UCI)	1.326.764 (IC 95% 1.054.597 – 1.423.571)
Muertes	360.220 (IC 95% 242.099 – 394.513)

Casos Colombia Urbana, versus casos reportados

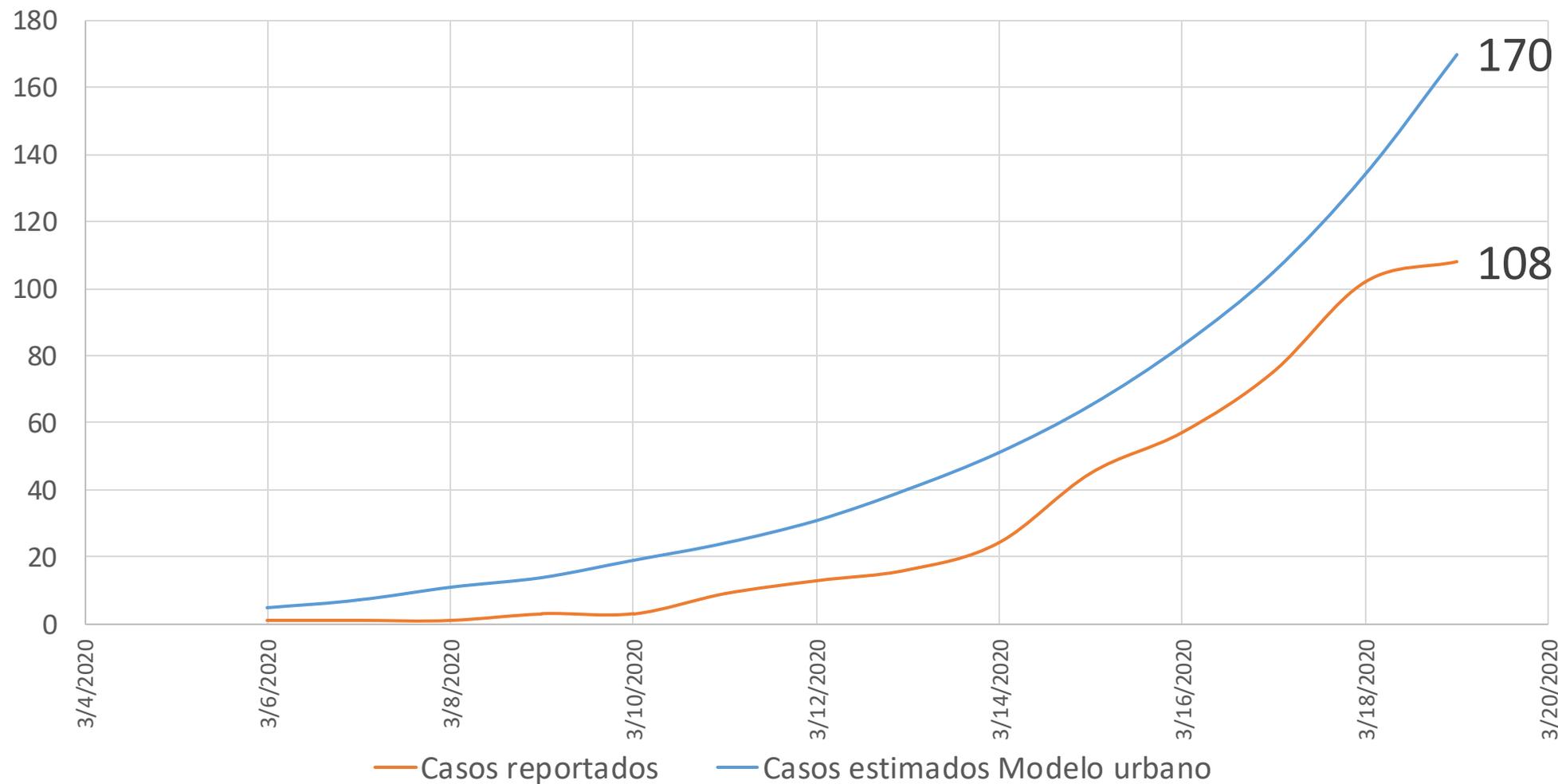


Figura 6. Casos estimados en el peor escenario de Colombia urbana, para los primeros días desde el primer reporte, respecto a los casos acumulados

Estimaciones Colombia

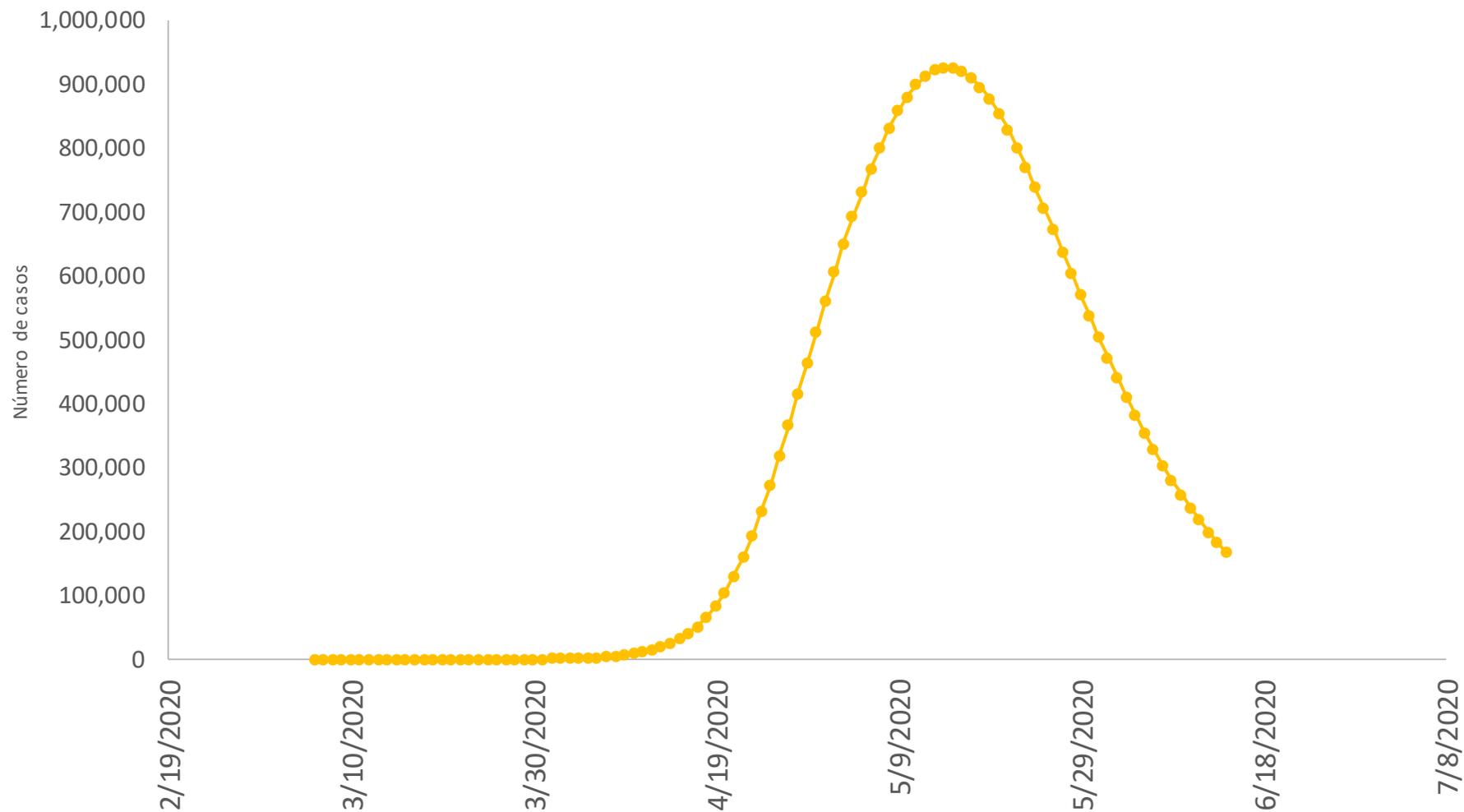


Figura 7. Casos nuevos diarios estimados en peor escenario de Colombia urbana, 2020.



Descripción de intervenciones no farmacéuticas para reducción de mortalidad y demanda de servicio de salud por Covid-19

Intervención	Descripción
Caso aislado en casa	Casos sintomáticos se quedan en casa por 7 días , reduciendo así el contacto a personas que no sean del hogar en un 75%. El contacto de miembros del hogar se mantiene. Se asume que 70% de los miembros del hogar cumplan la política .
Cuarentena voluntaria en casa	Después de identificar un caso sintomático en el hogar, todos los miembros deben permanecer en el hogar por 14 días . Los contactos dentro de miembros del hogar se duplican, mientras que los contactos con miembros de la comunidad se reducen en un 75%. Se asume que el 50% de los miembros del hogar cumplan con la política .
Distanciamiento social de personas mayores de 70 años	Reduce contactos hasta en 50% en los lugares de trabajo , se incrementa el contacto con los miembros del hogar hasta en un 25%, con una reducción de 75% con otros contactos. Se asume que el 75% cumplirá esta política .
Distanciamiento social de toda la población	Todos los miembros del hogar reducen su contacto con el exterior, entornos educativos y/o laborales . La tasa de contactos en entornos escolares no varía, y los contactos en entornos laborales se reducen en un 25%. Los contactos entre miembros del hogar se incrementarían en un 25%.
Cierre de escuelas y universidades	Cierre de todas las escuelas, las universidades permanecen abiertas . Los contactos con miembros del hogar se incrementan en un 50%. Los contactos con la comunidad se incrementan en un 25% durante el cierre.

Descripción de intervenciones no farmacéuticas para reducción de mortalidad y demanda de servicio de salud por Covid-19

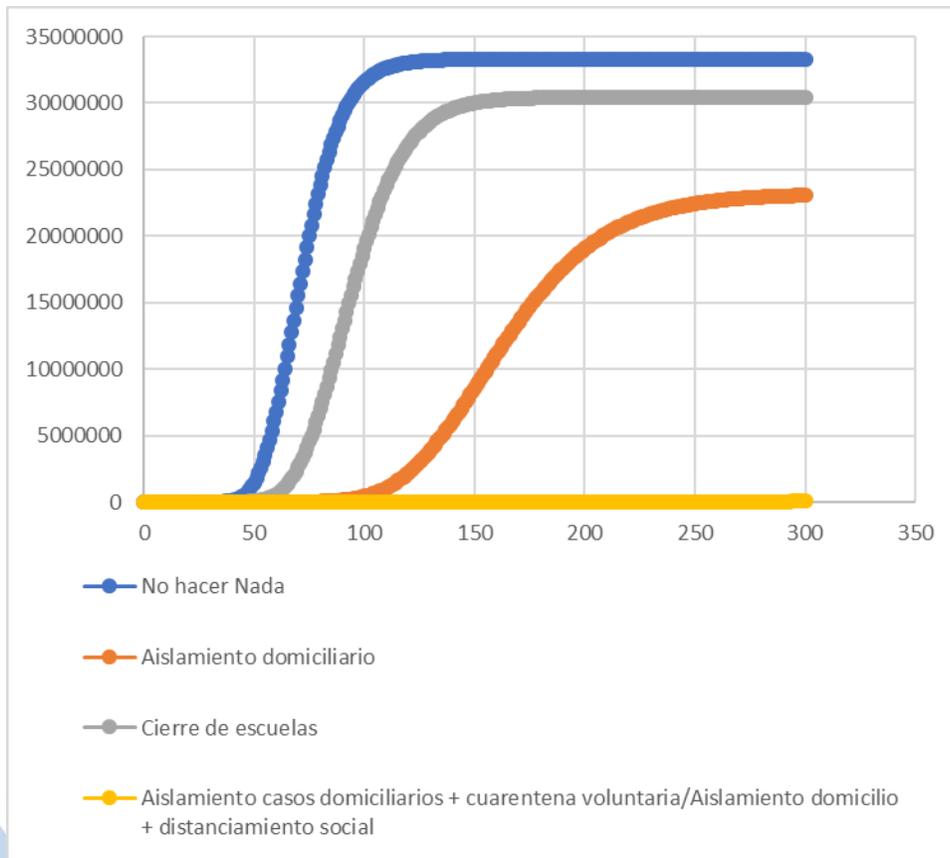
Intervención	Descripción
Aislamiento casos	Casos sintomáticos se quedan en casa por 7 días
Cuarentena	Posterior a identificación de un caso sintomático en el hogar, todos los miembros del mismo deben permanecer en el hogar por 14 días.
Distanciamiento social >70 años	Distanciamiento social de personas mayores de 70 años durante 4 meses. Reduce contactos hasta en 50% en los lugares de trabajo
Distanciamiento social	Distanciamiento social de toda la población. Todos los miembros del hogar reducen su contacto con el exterior, entornos educativos y/o laborales.
Cierre de escuelas y universidades	Cierre de todas las escuelas, las universidades permanecen abiertas.

Intervención	Efectividad
Cierre escuelas y universidades	14%
Aislamiento casos	
Aislamiento casos + Cuarentena + Distanciamiento social	33%
Aislamiento casos + Cuarentena	53%
Aislamiento casos + Distanciamiento social	53%
Aislamiento casos + Cuarentena + Distanciamiento social >70 cuatro meses	67%
Cierre escuelas y universidades + Aislamiento casos + Cuarentena + Distanciamiento social >70 cuatro meses	69%

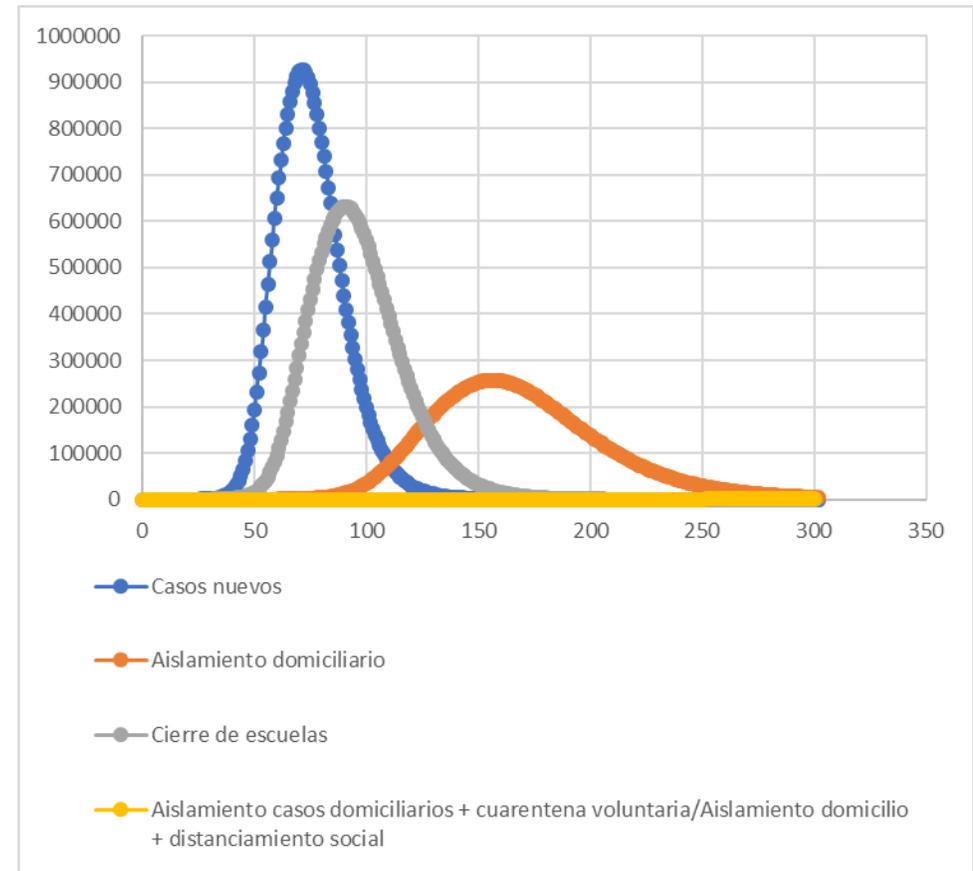
Resultados de los escenarios de intervenciones no farmacéuticas

Se modelaron las efectividades hasta el día 300 para cada intervención en comparación al escenario de no hacer nada.

Casos acumulados según alternativa



Casos diarios según alternativa



Casos acumulados al día 100, 200 y 300 para cada intervención en comparación con no hacer nada

Día	No hacer Nada			Cierre de escuelas		
	Casos	LCI	SCI	Casos	LCI	SCI
100	31.598.265	19.094.064	19.094.064	19.094.064	6128	3380536
200	33.292,400	30.422.413	30.422.413	30.422.413	1.913.964	26441086
300	33.292,555	30.432.446	30.432.446	30.432.446	18.073.366	26577196

Día	Aislamiento domiciliario			Aislamiento casos domiciliarios + cuarentena voluntaria/Aislamiento domicilio + distanciamiento social		
	Casos	LCI	SCI	Casos	LCI	SCI
100	434.931	6128	3380536	236	63	763
200	19.059.768	1.913.964	26441086	3006	96	18684
300	23.061.326	18.073.366	26577196	61895	115	427080

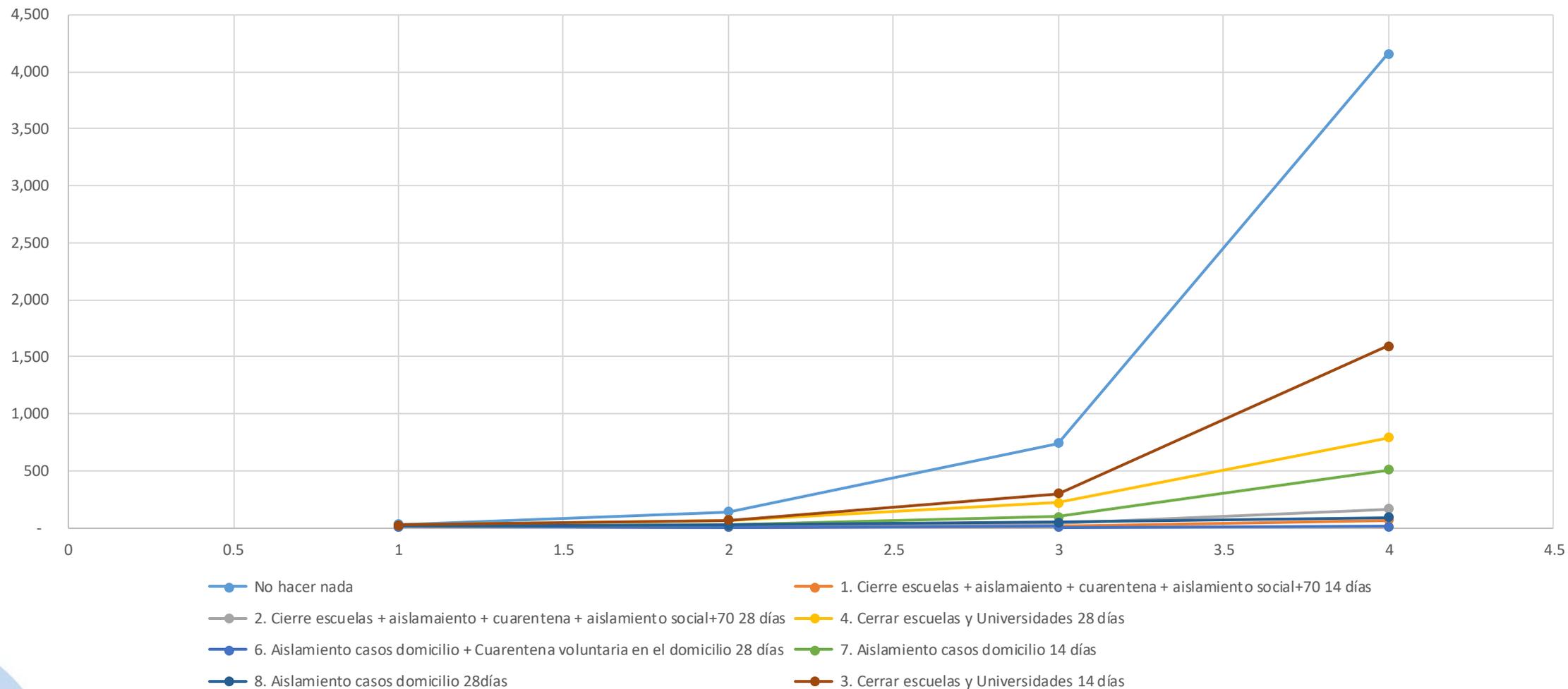


Estrategias adoptadas por Colombia vs estrategias Imperial College

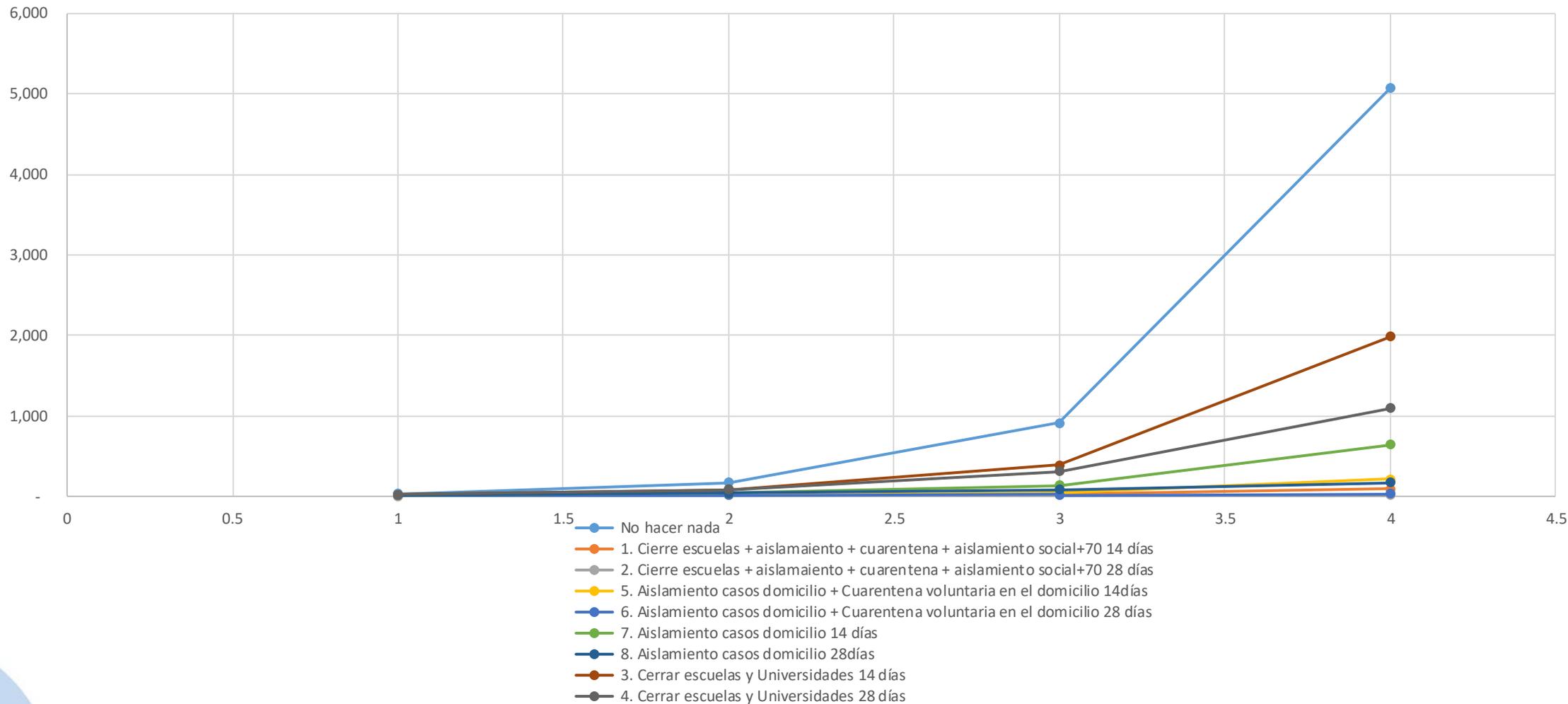
Estrategias implementadas en Colombia	Inicio de la medida	fecha final de la medida	Equivalencia Imperial College (efectividad)
Lavado de manos (medida preventiva) evitar el contacto cercano con personas enfermas, al estornudar cubrirse con la parte interna del codo, con resfriado quedarse en casa y usar tapabocas, limpiar y desinfectar los objetos y superficies que se tocan frecuentemente, buena ventilación en el lugar donde se encuentre la persona.		Permanente	No aplica
Que viajeros nacionales y extranjeros provenientes de China, Italia, Francia y España deben adoptar medidas de aislamiento durante 14 días.	10/03/2020	30/05/2020	No aplica
Los viajeros que vienen de países con casos, que llegue a Colombia deben informar donde ha estado en los últimos 14 días.	10/03/2020	30/05/2020	No aplica
Cierre de la fronteras terrestres, marítimas y fluviales, (panama, Ecuador, Perú y Brasil)	17/03/2020	30/05/2020	No aplica
Cierre de fronteras con Venezuela	13/03/2020	30/05/2020	No aplica
Cierre de los colegios público, privados y las universidades	15/03/2020		Cerrar escuelas y universidades (14%)
Autorizar el Teletrabajo, adoptar horarios flexibles, disminuir el número de reuniones presenciales, evitar áreas o lugares con aglomeraciones.	24/02/2020		Distanciamiento social
Aislamiento de mayores de 70 años	20/03/2020	31/05/2020	Distanciamiento social >70 por cuatro meses
Aislamiento de casos			Aislamiento casos (33%)
Suspensión de llegada de vuelos internacionales	23/03/2020		
Simulacro de aislamiento en Bogotá			

Efectividad sobre casos totales

Casos semanales

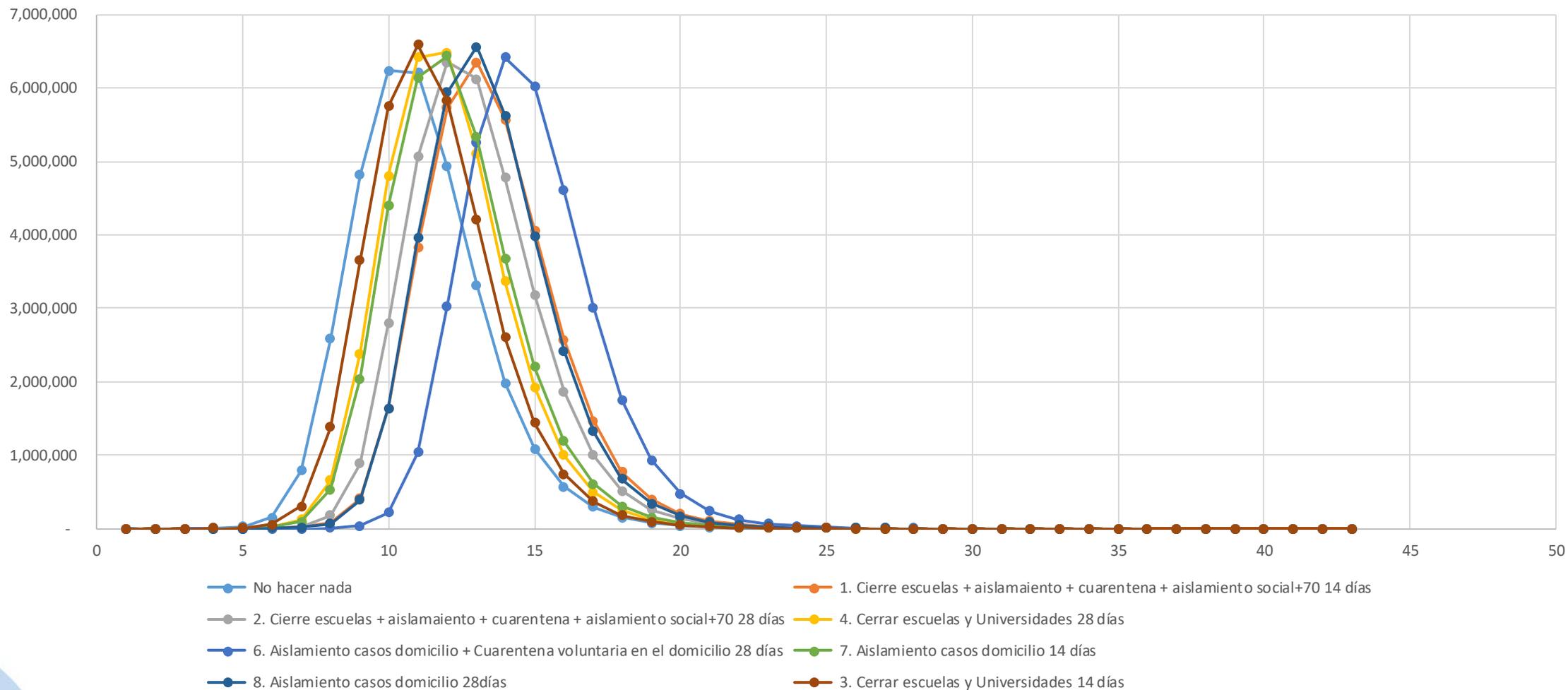


Casos acumulados



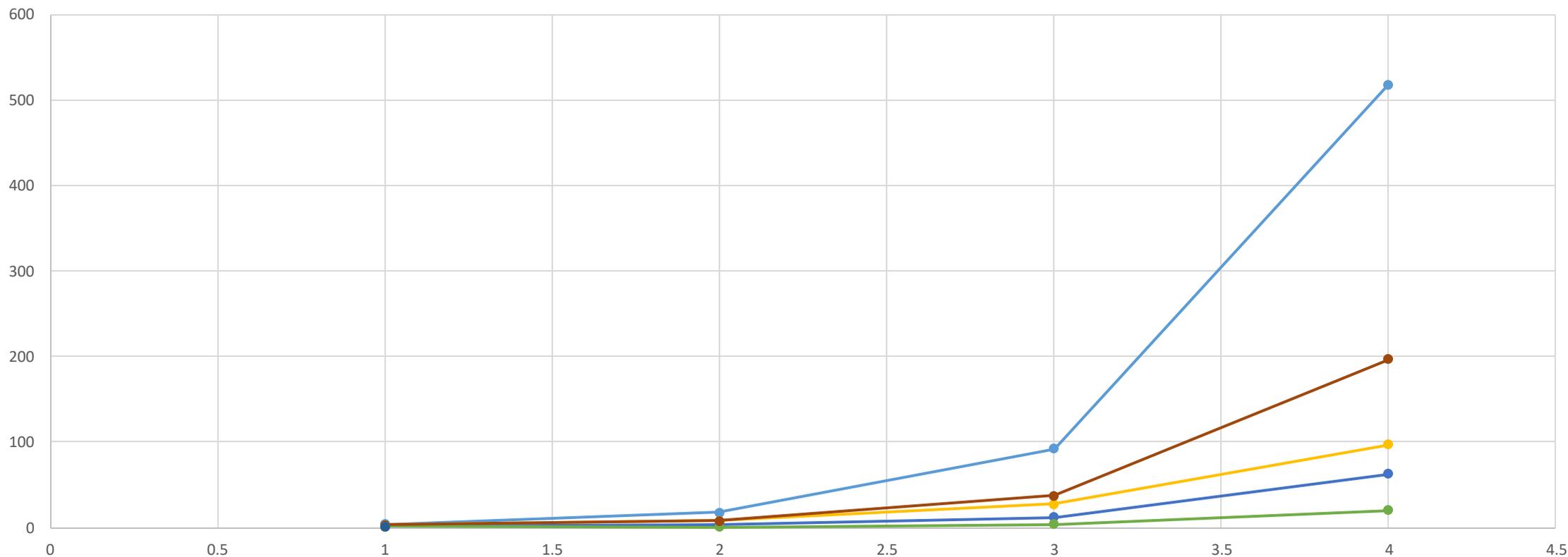
Curva casos totales

Casos semanales



Efectividad Hospitalizaciones (No UCI)

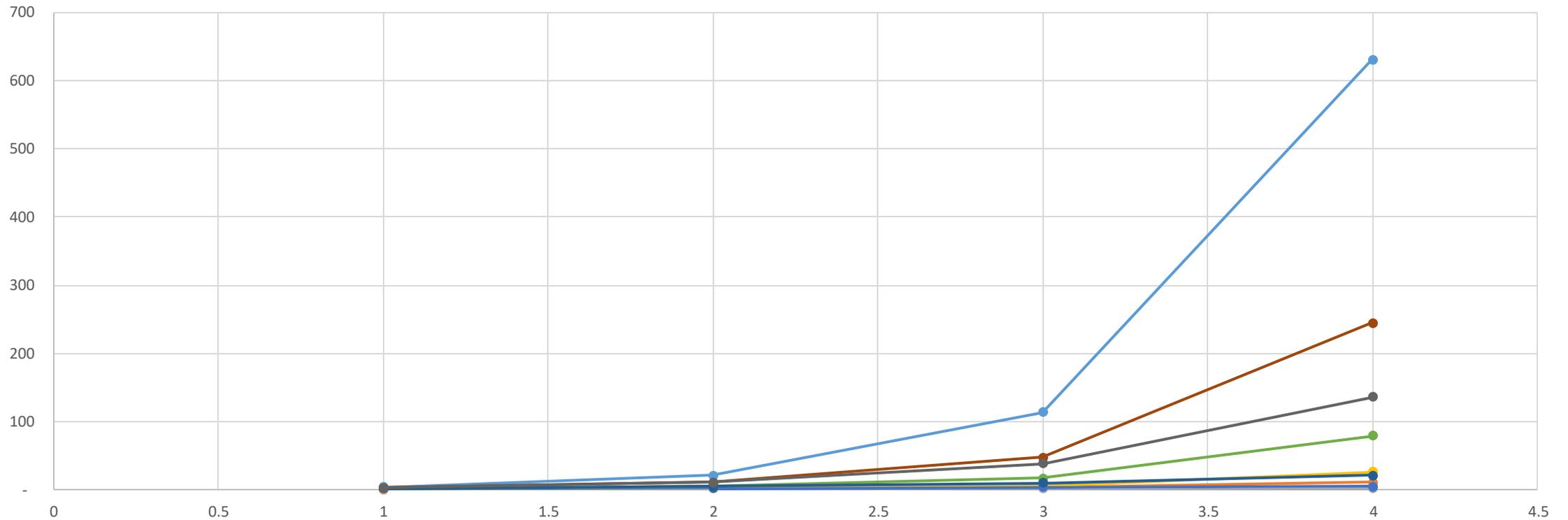
Casos semanales



- No hacer nada
- 1. Cierre escuelas + aislamiento + cuarentena + aislamiento social+70 14 días
- 2. Cierre escuelas + aislamiento + cuarentena + aislamiento social+70 28 días
- 3. Cerrar escuelas y Universidades 14 días
- 4. Cerrar escuelas y Universidades 28 días
- 6. Aislamiento casos domicilio + Cuarentena voluntaria en el domicilio 28 días
- 7. Aislamiento casos domicilio 14 días
- 8. Aislamiento casos domicilio 28 días



Casos acumulados

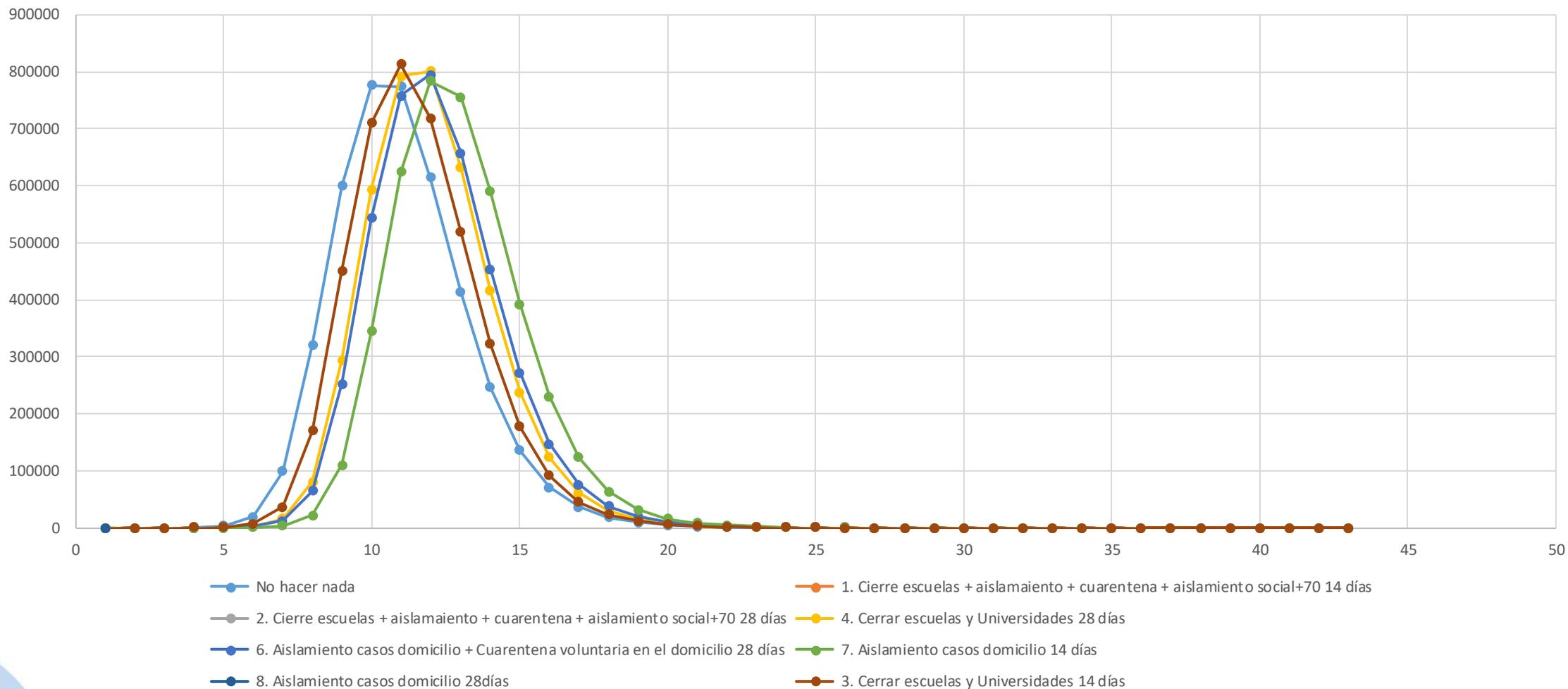


- No hacer nada
- 1. Cierre escuelas + aislamiento + cuarentena + aislamiento social+70 14 días
- 2. Cierre escuelas + aislamiento + cuarentena + aislamiento social+70 28 días
- 3. Cerrar escuelas y Universidades 14 días
- 4. Cerrar escuelas y Universidades 28 días
- 5. Aislamiento casos domicilio + Cuarentena voluntaria en el domicilio 14 días
- 6. Aislamiento casos domicilio + Cuarentena voluntaria en el domicilio 28 días
- 7. Aislamiento casos domicilio 14 días
- 8. Aislamiento casos domicilio 28 días



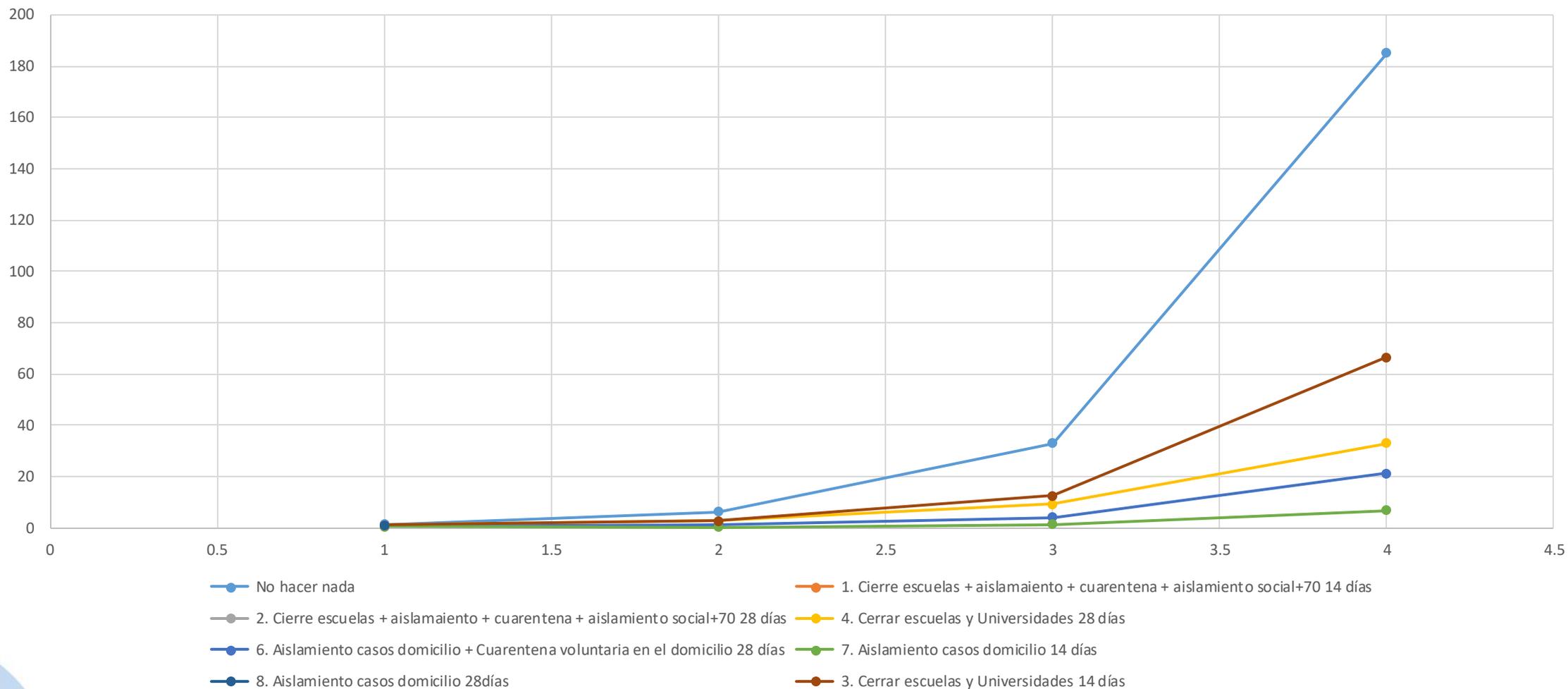
Curva Hospitalizaciones (No UCI)

Casos semanales



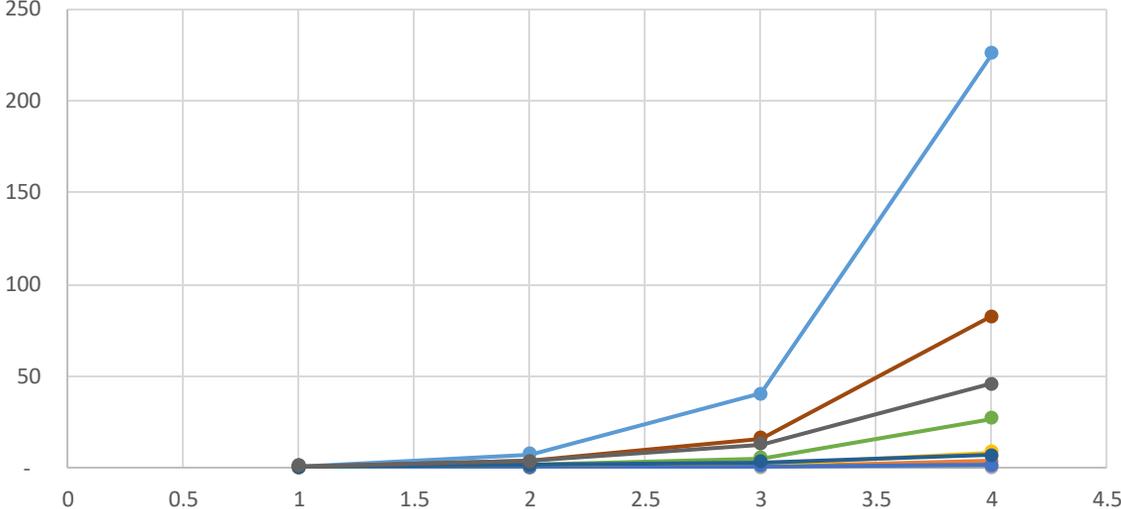
Efectividad sobre uso de UCI

Casos semanales

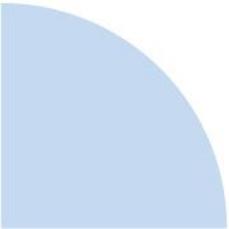




Casos acumulados

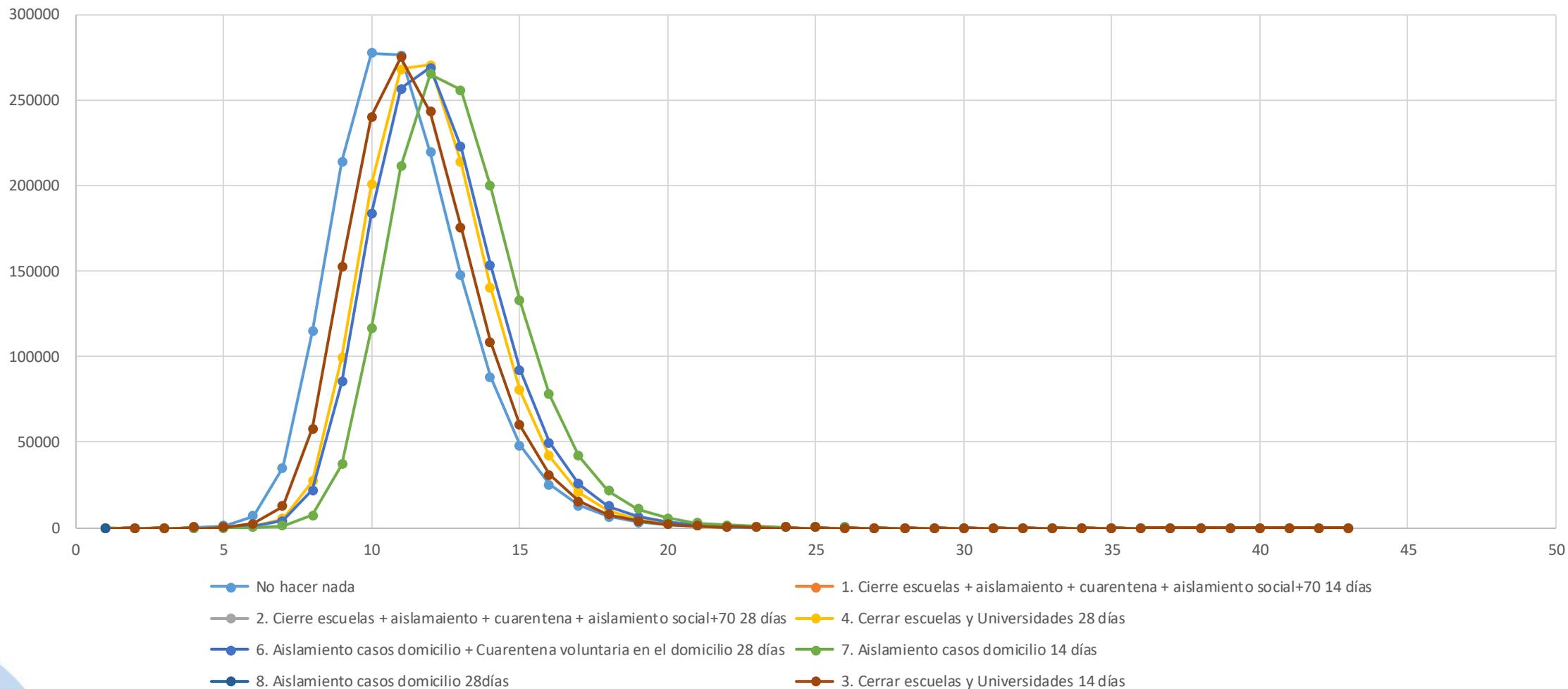


- No hacer nada
- 1. Cierre escuelas + aislamiento + cuarentena + aislamiento social+70 14 días
- 2. Cierre escuelas + aislamiento + cuarentena + aislamiento social+70 28 días
- 5. Aislamiento casos domicilio + Cuarentena voluntaria en el domicilio 14 días
- 6. Aislamiento casos domicilio + Cuarentena voluntaria en el domicilio 28 días
- 7. Aislamiento casos domicilio 14 días
- 8. Aislamiento casos domicilio 28 días
- 3. Cerrar escuelas y Universidades 14 días
- 4. Cerrar escuelas y Universidades 28 días

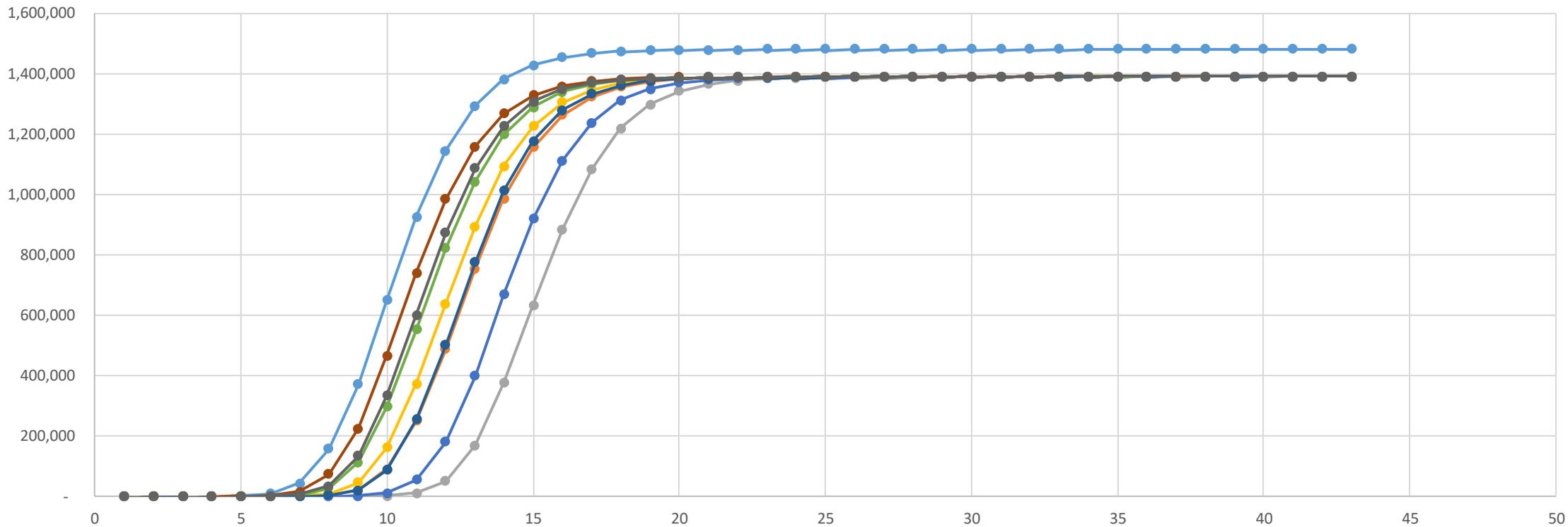


Cuva UCI

Casos totales



Casos acumulados



- No hacer nada
- 1. Cierre escuelas + aislamiento + cuarentena + aislamiento social+70 14 días
- 2. Cierre escuelas + aislamiento + cuarentena + aislamiento social+70 28 días
- 3. Cerrar escuelas y Universidades 14 días
- 4. Cerrar escuelas y Universidades 28 días
- 5. Aislamiento casos domicilio + Cuarentena voluntaria en el domicilio 14 días
- 6. Aislamiento casos domicilio + Cuarentena voluntaria en el domicilio 28 días
- 7. Aislamiento casos domicilio 14 días
- 8. Aislamiento casos domicilio 28 días





La salud
es de todos

Minsalud



INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
Ciencia, Tecnología e Innovación

Carlos Andrés Castañeda Orjuela

Director Técnico- ccastaneda@ins.gov.co

Observatorio Nacional de Salud

@INSColombia



Visítenos en
www.ins.gov.co

