



# Simulación a 90 días: Datos, modelos y perspectivas del COVID-19 en El Salvador

• abril 9, 2020

## Nota hermenéutica del modelo

- Esta segunda simulación nos ayuda a “calibrar y ubicar” mejor los escenarios posibles de la evolución de la pandemia en El Salvador.
- Hemos eliminado las condiciones de aislamiento bajo, ya que en el país se están cumpliendo ciertas condiciones importante: Cierre de aeropuerto, cierre migratorio y cuarentena.
- Movimos nuestro criterio de interpretación de la simulación inicial de 60 días desde el escenario crítico al escenario moderado: [Informe UFG\\_FUSADES\\_COVID El Salvador – 4 de abril](#)
- Evolución de contagios a 21 días del primer caso marcan una tendencia.
- El escenario crítico a 90 días ha cambiado sustancialmente, pero puede ser irreal conforme a la tendencia y evolución de casos.

## El Modelo SIR (SEIR, SEIS)

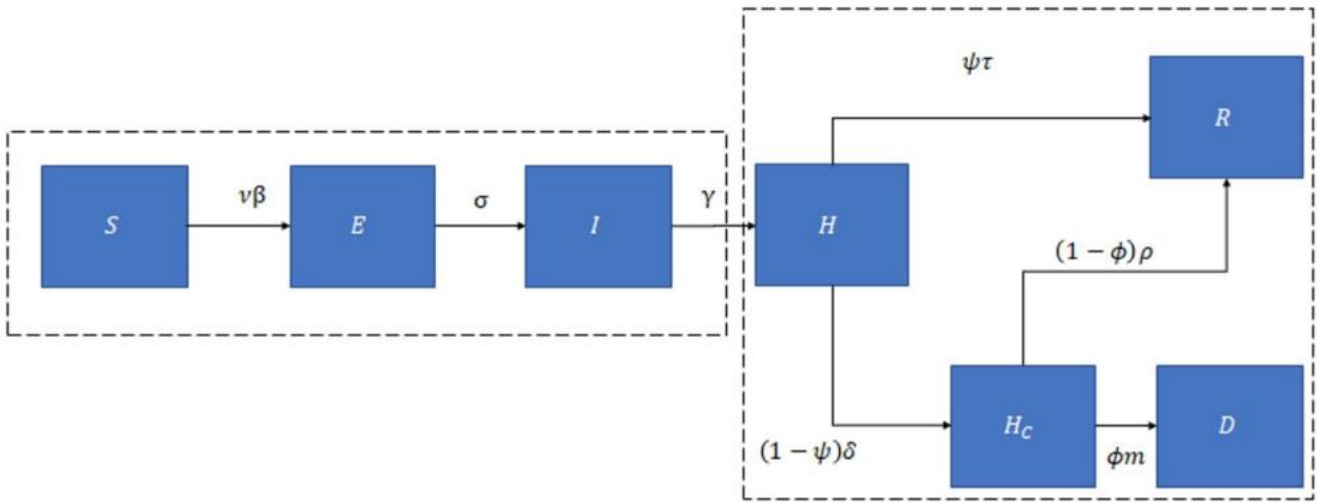
- Siguiendo las pautas de instituciones prestigiosas y rigurosas (London Business School; The economics of a pandemic: the case of COVID-19; p.28)
- El modelo SIR es adecuado para analizar las tendencias y evolución epidemiológicas.
- El modelo **SIR** (W. O. Kermack y A. G. McKendrick, 1927) considera una enfermedad que se desarrolla a lo largo del tiempo y únicamente tres clases de individuos (de donde proviene el nombre):
- **S** Individuos susceptibles, es decir, aquellos que no han enfermado anteriormente y por lo tanto pueden resultar infectados al entrar en contacto con la enfermedad.
- **I** Individuos infectados y por lo tanto en condiciones de transmitir la enfermedad a los del grupo S.
- **R** Individuos recuperados de la enfermedad, y que ya no están en condiciones ni de enfermar nuevamente ni de transmitir la enfermedad a otros.
- Modelo **SEIS** considera una nueva clase de individuos:
- **E** (del inglés exposed): aquellos que portan la enfermedad pero que al hallarse en su periodo de incubación no muestran síntomas y pueden o no estar en condición de infectar a otros.
- Modelo **SEIR** Derivado del modelo SEIS, agrega **R**: población de recuperados.

## Datos del modelo: Variables

Símbolo	Descripción	VALOR
S	Población susceptible en el país.	6,581,859
E	Población expuesta.	50
I	Población infecciosa.	1
R	Población recuperada. Ya no poseen síntomas y están completamente curados de la enfermedad.	9
H	Población hospitalizada. Personas que dieron positivo en la prueba de COVID-19 y están completamente aisladas, bajo supervisión o cuidado médico.	72
HC	Población en cuidados intensivos. Personas severamente enfermas por coronavirus que están bajo atención médica en UCI.	7
D	Población fallecida. Individuos que murieron en consecuencia de estar enfermos por COVID-19.	5

Símbolo	Descripción	Escenario optimista	Escenario Moderado	Escenario Crítico
$\beta$	Tasa de transmisión del COVID-19. Estimada (mundialmente) a partir de los datos de <a href="https://www.worldometers.info/coronavirus/">https://www.worldometers.info/coronavirus/</a> .	1.1897	1.1897	1.1897
$\sigma^{-1}$	Tiempo promedio de incubación del virus. (OMS)	5.2	5.2	5.2
$\gamma^{-1}$	Tiempo promedio (en días) que tarda una persona enferma en libertad en ser aislada.	1.26	2.1	3.36
$\tau^{-1}$	Período promedio (en días) en que un individuo pasa hospitalizado antes de recuperarse.	12.74	11.9	10.64
$\rho^{-1}$	Tiempo promedio que tarda una persona en cuidados intensivos en pasar a cuidados intermedios.	8.74	7.9	6.64
$\delta^{-1}$	Tiempo promedio que tarda un individuo hospitalizado en ser ingresado a cuidados intensivos.	3	3	3
$m^{-1}$	Esperanza de vida de individuos en cuidados intensivos. (33-gamma-delta)	25.14	24.3	23.04
$\nu$	Efectividad de aislamiento en el país, excluyendo los albergues.	0.7, 0.77, 0.83	0.46, 0.58, 0.7	0.32, 0.47, 0.62
$\psi$	Proporción de población hospitalizada que se recupera en totalidad de la enfermedad.	0.95	0.95	0.95
$\phi$	Proporción de individuos en cuidados intensivos que mueren de coronavirus.	0.09	0.09	0.09

# Datos del modelo



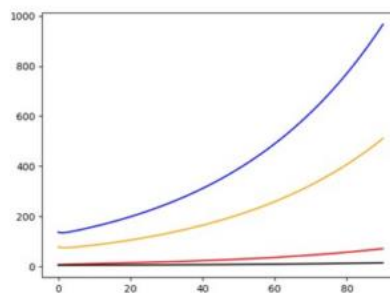
## Ecuaciones del modelo

- $S' = -v\beta \frac{IS}{T}$  (1)
- $E' = v\beta \frac{IS}{T} - \sigma E$  (2)
- $I' = \sigma E - \gamma I$  (3)
- $H' = \gamma I - (\psi\tau + (1 - \psi)\delta)H$  (4)
- $R' = \psi\tau H + (1 - \phi)\rho H_C$  (5)
- $H_C' = (1 - \psi)\delta H - ((1 - \phi)\rho + \phi m)H_C$  (6)
- $D' = \phi m H_C$  (7)

## Escenario 1: Optimista

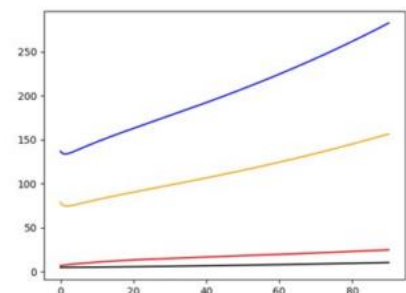
Nota: Las medidas de aislamiento tomadas por el gobierno (cierre de aeropuerto, cierre migratorio y cuarentena) nos llevan a un escenario de aislamiento medio o alto; se suprime el nivel bajo.

Efectividad de aislamiento: media



- Al cabo de 90 días habrá:
- 966 infectados
  - 511 personas serían hospitalizadas
  - 71 pasarían a UCI
  - 15 podrían fallecer

Efectividad de aislamiento: alta



- Al cabo de 90 días habrá:
- 283 infectados
  - 157 personas serían hospitalizadas
  - 25 pasarían UCI
  - 11 podrían fallecer.

Nota: La tasa de mortalidad podría oscilar entre 0.3 % y 3.4 %

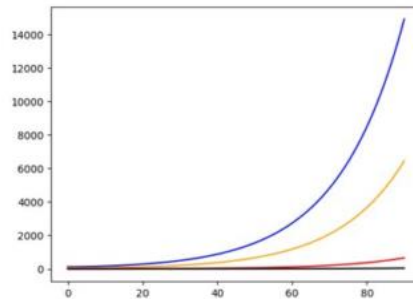
— Total Infectados      — Hospitalizados      — UCI      — Muertes

## Escenario 2: Moderado

Nota: Las medidas de aislamiento tomadas por el gobierno (cierre de aeropuerto, cierre migratorio y cuarentena) nos llevan a un escenario de aislamiento medio o alto; se suprime el nivel bajo.

**Nuestra lectura recomendada!!!**

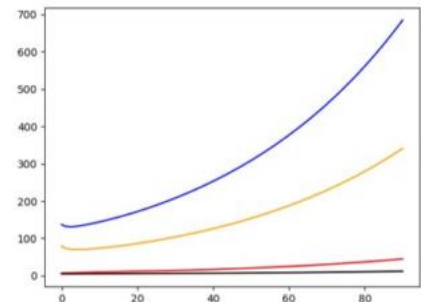
Efectividad de aislamiento: media



Al cabo de 90 días habrá:

- **14,916** infectados
- **6,450** personas serían hospitalizadas
- **662** pasarían a UCI
- **48** personas podrían fallecer

Efectividad de aislamiento: alta



Al cabo de 90 días habrá:

- **685** infectados
- **341** personas serían hospitalizadas
- **45** pasarían a UCI
- **12** personas podrían fallecer

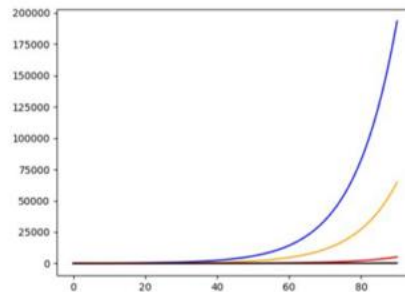
Nota: La tasa de mortalidad podría oscilar entre 0.3 % y 3.4 %

— Total Infectados      — Hospitalizados      — UCI      — Muertes

## Escenario 3: Crítico

Nota: Las medidas de aislamiento tomadas por el gobierno (cierre de aeropuerto, cierre migratorio y cuarentena) nos llevan a un escenario de aislamiento medio o alto; se suprime el nivel bajo.

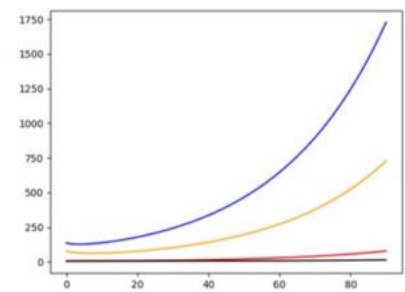
Efectividad de aislamiento: media



Al cabo de 90 días habrá:

- **193,439** infectados
- **64,675** personas serían hospitalizadas
- **5,155** pasarían a UCI
- **235** personas podrían fallecer

Efectividad de aislamiento: alta



Al cabo de 90 días habrá:

- **1,728** infectados
- **728** personas serían hospitalizadas
- **78** pasarían a UCI
- **14** personas podrían fallecer

Nota: La tasa de mortalidad podría oscilar entre 0.3 % y 3.4 %

— Total Infectados      — Hospitalizados      — UCI      — Muertes

# Capacidad del sistema de salud

ISSS y MINSAL (mayor tamaño y cobertura. Aprox. 90% de la capacidad de todo el sistema)

	Actual	Escenario moderado/medio: requerimiento en 90 días*	Brecha
Camas	6,557	6450	107
Camas de UCI	238	662	-424
Médicos generales o residentes	3,587	1075	2512
Intensivistas**	60	166	-106
Enfermeras	4,605	1613	2993

\* Se asume 1 médico por 6 camas, 1 intensivista por 4 camas y 1 enfermera por 4 camas. Todos trabajando en turnos de 8 horas

\*\* El número de intensivistas de MINSAL se estimó en 37, pero podrían ser menos. No fue posible encontrar información de otros especialistas que se requieren, por ejemplo: neumólogos y técnicos de terapia respiratoria.

Fuente: cálculos propios con base en datos de ISSS y MINSAL 2018.

## Resultados del ajuste



Al comparar con la simulación de 60 días:

- Disminuyen las necesidades de modo generalizado.
- Se mantienen las brechas de UCI y médicos intensivistas.
- Menos presión para planificar, pero hay necesidades urgentes.
- El mayor reto es equipar UCI para disminuir el impacto en decesos.