

# SARS-CoV2 en países tropicales: interacción epidemiológica, ambiental y económica, estudio de caso Colombia (Sudamérica)

## SARS-CoV2 in tropical countries: epidemiological, environmental and economic interaction, case study Colombia (South America)

DEAGO DE LEÓN, Euclides Manuel<sup>1</sup>  
ROZO GARCÉS, Nicolás David<sup>2</sup>  
RODRÍGUEZ MIRANDA, Juan Pablo<sup>3</sup>

### Resumen

El presente manuscrito, considera la interacción epidemiológica, ambiental y económica del SAR-CoV2 en el estudio de caso Colombia (Sudamérica), explicando el virus y el comportamiento de los datos de casos contagiados, las predicciones de salud pública, utilizando el método logístico y sistemas no lineales, mediante inteligencia artificial. Los resultados de las estimaciones, consideran un número máximo de casos de 2000 al 11 de abril de 2020, y la incidencia con el número de 6242 camas de cuidados intensivos disponibles, es decir utilizar el 32% de las camas para cuidados intensivos, lo que supone, implementar nuevas camas en hoteles, centros no clínicos, áreas públicas adecuadas, para atender los casos previstos. Se plantean estrategias de mediano y alto alcance para atender la pandemia en países tropicales, así como estrategias de horizonte de sentido en salud pública. Adicionalmente se realiza una relación causal con el saneamiento ambiental y los beneficios inesperados ambientales debido a la pandemia. En la medida que existan más datos, se puede realizar una mejor predicción de los casos de contagio de la pandemia en países tropicales utilizando inteligencia artificial y de esta forma ajustar las medidas de prevención, contención y amortiguamiento de la pandemia, en un periodo menor a 60 días y aplicar la resiliencia y mitigar situaciones de contagios en un tiempo no menor de un año, hasta que salga un medicamento esencial o fármaco o vacuna para aliviar completamente la infección.

**Palabras claves:** SAR-CoV2, países tropicales, salud pública, saneamiento

### Abstract

This manuscript considers the epidemiological, environmental and economic interaction of SAR-CoV2 in the case study Colombia (South America), explaining the virus and the behavior of the data from infected cases, public health predictions, through the logistic method and nonlinear systems, using artificial intelligence. The results of the estimates consider 2000 as a maximum number of cases to April 11, 2020, and the incidence with the number of 6242 intensive care beds available, that is, use 32% of the beds for intensive care, which It involves implementing new beds in hotels, non-clinical centers, adequate

<sup>1</sup> Investigador. Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas. Universidad Tecnológica de Panamá. (Ciudad de Panamá, Panamá). Correo electrónico: euclides.deago@utp.ac.pa

<sup>2</sup> Ingeniero Electrónico. Magister en Ingeniería de Control. Becario e Investigador en Inteligencia Artificial. (Bogotá, Colombia). Correo electrónico: nicolas-rozo@javeriana.edu.co

<sup>3</sup> Profesor Titular. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: jprodriguez@udistrital.edu.co

public areas, to attend to the expected cases. Medium and high-range strategies are proposed to deal with the pandemic in tropical countries, as well as horizon strategies in public health and economics. Additionally, a causal relationship is made with environmental sanitation and the unexpected environmental benefits due to the pandemic. As more data becomes available, a better prediction of pandemic contagion cases in tropical countries can be made using artificial intelligence and thus adjust pandemic prevention, containment and buffering measures, in a period shorter than 60 days and apply resilience and mitigate contagion situations in no less than a year, until an essential medicine or drug or vaccine comes out to completely relieve the infection.

**Key words:** SAR-CoV2, tropical countries, public health, sanitation

---

## 1. Introducción

En el año 2003, el síndrome respiratorio agudo y grave (SARs) generó 774 fallecidos y 8098 casos infectados, con un impacto económico que contrajo el 0.1% del PIB mundial. En el año 2009, el virus H1N1, estableció 575000 fallecidos y 1400 millones de personas contagiadas y generó pérdidas entre 0.5% al 1.5% del PIB mundial, especialmente en el PIB de economías en países tropicales  $\leq 1.9\%$ . En el año 2012, se presentó el síndrome respiratorio de oriente medio (MERS-CoV) con 2500 fallecidos y 8500 casos infectados. En el año 2014, el virus EBOLA, presentó datos de 11323 fallecidos y 28646 casos de contagio, lo cual ocasionó pérdidas a las frágiles economías de África. En el año 2018, la influenza (gripe viral) presentó 34200 fallecidos y 491000 casos infectados. (Schild, 2020).

Los coronavirus (CoV) son virus de ARN envueltos en sentido positivo de cadena sencilla de la subfamilia Orthocoronavirinae, familia Coronaviridae, orden Nidovirales, y dentro de ellos, está el SAR-CoV2 el cual pertenece al género Betacoronavirus (Peters, 2020) es un nuevo Virus: SAR-CoV2 que produce el COVID – 19, es un virus beta – coronavirus, presenta tiempos de incubación entre 2 a 6 semanas especialmente entre contactos cercanos (Huang, 2020), con síntomas de fiebre, tos constante, náuseas, disnea, vómitos, síndrome respiratorio aguda, entre otros síntomas, los cuales se puede reducir la patogenicidad con los aislamientos virales (Yuntao, 2020); este virus tiene una tasa de letalidad (la tasa de letalidad es debido a la enfermedad y la tasa de mortalidad es para la población completa) entre el 15% y 30% (Zhou, 2020), lo cual es más letal que otros virus analizados anteriormente y se considera que toda persona es susceptible, e incluso portador sin saberlo, por lo cual puede infectar exponencialmente a 2 personas más y así sucesivamente. En el año 2019, el SAR-CoV2, inició en Wuhan (China) y la propagación en Asia y Europa fue extremadamente rápido, con efectos dramáticos con infectados y fallecidos del orden 883225 y 44156 respectivamente en 180 países, por ello, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la emergencia en salud pública y luego pandemia dado que esta reportado en más 170 países (Schild, 2020; Naji, 2020; Gorbalenya, 2020; OMS, 2020).

En países tropicales, donde solo hay una estación (verano) con eventos bimodales de época seca y lluviosa, donde las temperaturas del aire son relativamente altas ( $\geq 20$  °C), alta humedad, con fenómenos climáticos como el Niño o la Niña que son recurrentes, así como las condiciones de superposición geográficas, ecológicas, higiénico sanitarias y sociales, favorece las condiciones cambiantes de los virus, perdurables en el tiempo y adicionalmente (Padilla, 2017; INS, 2010; Getaz, 2016; OMS, 2018; Delgadillo, 2015; Gutiérrez, 2008), con focos de contagios sin control riguroso y con sistemas de salud poco fortalecidos; sin dejar de mencionar, la importación de casos de contagio de países con estaciones, en las terminales aéreas, marítimas, fluviales y terrestres por el continuo flujo de visitantes y/o pasajeros, los cuales son algunos elementos para tener en cuenta en la epidemiología de la enfermedad infecciosa en condiciones tropicales persistentes incluyendo la patología endémica, dada la posible expansión del contagio de este virus y de esta forma, reducir de forma eficaz y eficiente la curva epidemiológica de infectados y por ende de fallecidos.

Este manuscrito, analiza los aspectos de la incidencia del SAR-CoV2 en los países tropicales, especialmente con la interacción económica, social, ambiental y de salud pública, que influyen en la dinámica poblacional de estos países, especialmente en el estudio de caso, Colombia, Sudamérica.

## 2. Método

El método aplicado en este manuscrito, es el estudio de caso, mediante la observación y descripción del fenómeno, que considera el potencial relativo a la causalidad de fenómenos sociales en virtud de la pandemia SAR-CoV2, las interacciones complejas de los ámbitos económica, social, ambiental y de salud pública, que impactan en la dinámica poblacional, debido a la exploración de la realidad y los acontecimientos de la pandemia, el aspecto contemporáneo de los contagios, causas, efectos y las descripciones teorías de las relaciones causales ocasionadas. (Martínez, 2006; Hurtado, 2012; He, 2020).

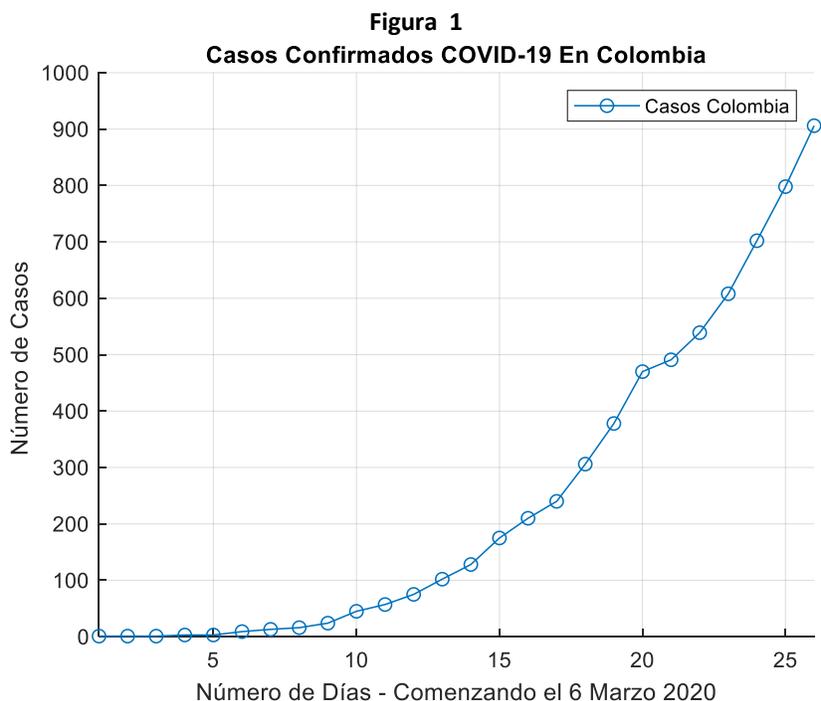
## 3. Resultados

### Predicciones de salud pública en país tropical. Estudio de caso Colombia

Las predicciones de enfermedades infecciosas incluyen principalmente modelos de predicción de ecuaciones diferenciales basados en modelos de predicción de series temporales y dinámicas, justificados en estadísticas y procesos aleatorios. Algunos modelos son demasiado complicados ya que se consideran demasiados factores, lo que a menudo conduce a un ajuste excesivo. De acuerdo con las características del SAR-CoV2, algunos de los métodos de estimación del crecimiento exponencial del numero casos, pueden ser empíricos (típicamente con tasa de crecimiento de 0.14) o matemáticos, o desde otra perspectiva como la identificación de sistemas No-lineales convienen en grande medida, con el objetivo de predecir la cantidad de casos a futuro, considerando las siguientes expresiones (Nishiura, 2020; Nag, 2020):

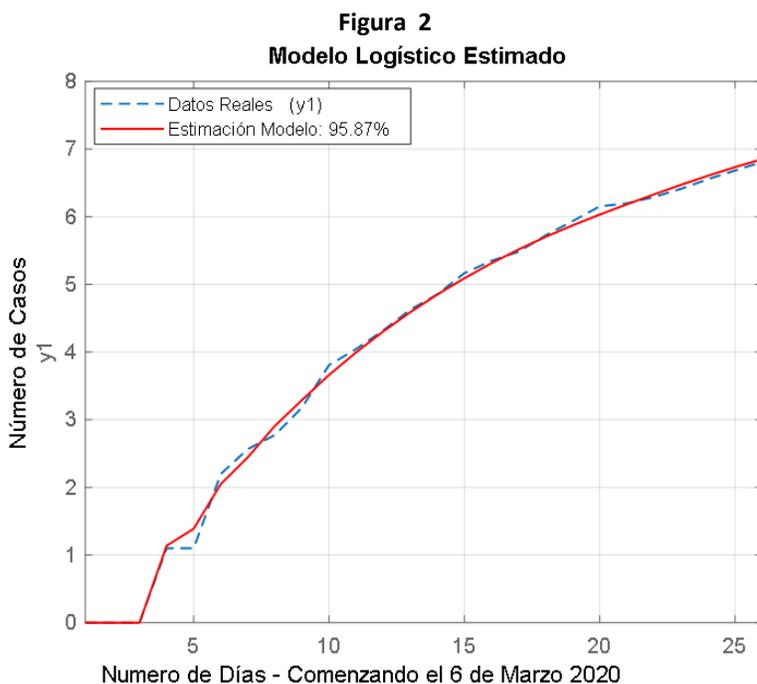
- Modelo empírico. Fase de crecimiento exponencial.  $f(s-s_0) = \frac{f(s-s_0)}{\int_0^{T-s} \frac{e^{-ru}}{1-e^{-ru}} e^{F(s-u)} du$
- Modelo empírico. logístico.  $Q_t = \frac{a}{1+e^{b-c*(t-t_0)}}$
- Modelo empírico. Bertalanffy.  $Q_t = a * (1 - e^{-b*(t-t_0)})^c$
- Modelo empírico. Gompertz.  $Q_t = a * e^{-b * e^{-c*(t-t_0)}}$
- Modelo matemático. Lotka Volterra.  
 $\frac{dh(t)}{dt} = ah(t) - bh(t)i(t) + ei(t); \frac{di(t)}{dt} = bh(t)i(t) + ci(t) - di(t) - ei(t)$
- Modelo empírico. No-lineal Autorregresivo (ARX):  
 $y(t) = f[y(t-1), \dots, y(t-n_n), u(t-n_k), \dots, u(t-n_k - n_b + 1)] + e(t)$

El número acumulado de casos confirmados de coronavirus Colombia a marzo 31 de 2020 es de 906, evolución que se muestra en la Figura 1. El número de casos confirmados ha aumentado drásticamente en Colombia desde que se confirmó el primer caso. La epidemia se extiende a otras partes del país siendo la capital (Bogotá) como epicentro. De acuerdo con los datos actualizados en tiempo real diarios de COVID-19 (NCG, 2020), se utilizó dos modelos matemáticos (modelo logístico, modelo No-lineal Autorregresivo) para llevar a cabo un análisis adecuado de la epidemia en el país.



Dado que los principales casos confirmados fueron en la capital (Bogotá), la tendencia de desarrollo de nuevos casos confirmados en todo el país es básicamente la misma. A juzgar por los resultados de la predicción, los dos modelos pueden predecir bien la situación epidémica de COVID-19 (Alqudah, 2018), durante y posterior en la etapa posterior de la epidemia. Entre ellos, el modelo no-lineal autorregresivo es mejor que el modelo logístico, como se evidencia en las Figuras 2 y 3:

### Modelo logístico

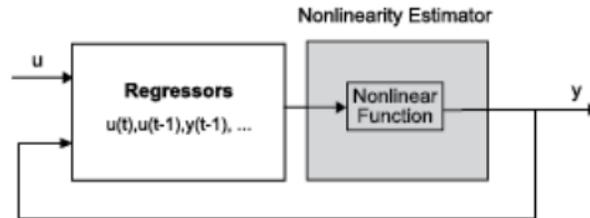


### Modelo no lineal autoregresivo ARX

Un modelo ARX no lineal de serie temporal tiene la siguiente estructura:

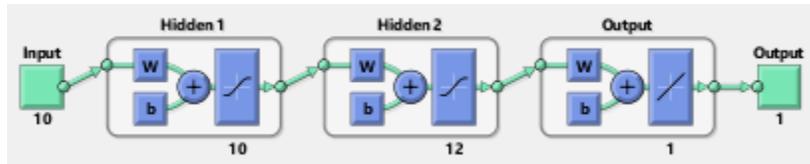
$$y(t) = f(y(t-1), y(t-2), \dots, y(t-N)) + e(t)$$

**Figura 3**  
Estructura de Estimación



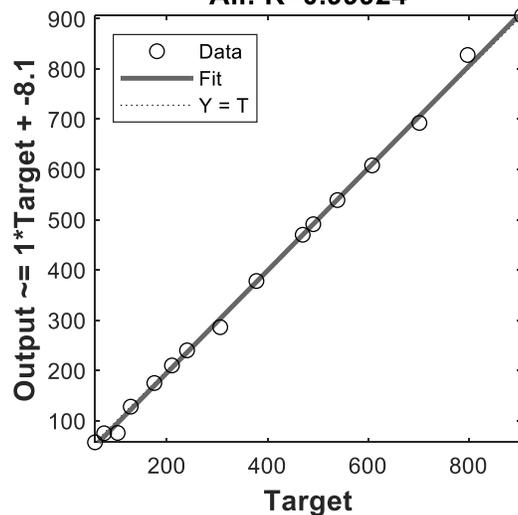
Donde  $f$  es una función no lineal con entradas  $R(t)$ , los regresores del modelo, lo cuales puede tener variables de retardo en el tiempo  $y(t-1)$ ,  $y(t-2)$ , ...,  $y(t-N)$  y sus expresiones no lineales, como  $y(t-1)^2$ ,  $y(t-1)*y(t-2)$ ,  $abs(y(t-1))$  (Gupta, 2014; Benzekry, 2014). Cuando se estima un modelo ARX no lineal a partir de los datos medidos, se especifican los regresores del modelo y la estructura de  $f$  o estimadores, usando diferentes estructuras tales como: redes neuronales, wavelet, y particiones de árbol, entro otros. Para éste caso en específico se utilizó una red neuronal de dos capas feedforward como estimador para el modelo no lineal:

**Figura 4**  
Estructura Red Neuronal Creada

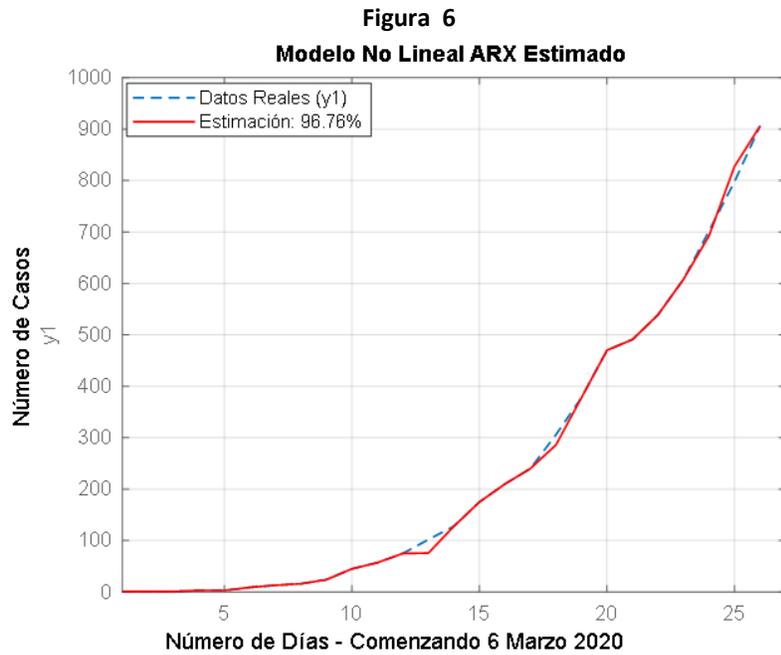


Así mismo se grafica la regresión lineal de la red neuronal establecida para justificar su validez:

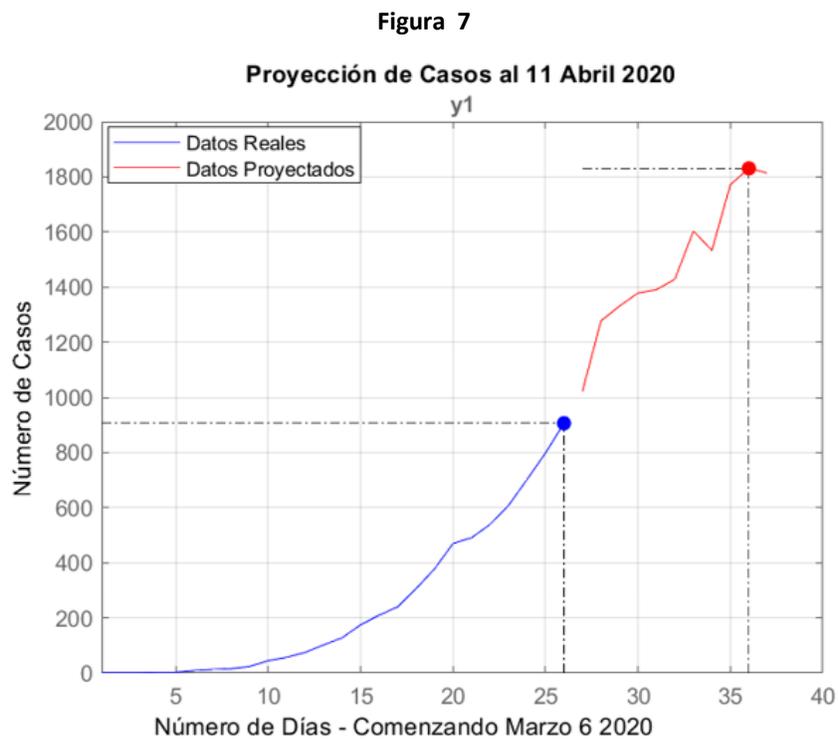
**Figura 5**  
All: R=0.99924



Y se gráfica el comportamiento del modelo obtenido, cuyo porcentaje de estimación fue mayor al logrado con el modelo logístico.



Una vez se tienen los resultados de la estimación, se procedió a predecir la cantidad de casos que se tendrán en Colombia en los próximos 11 días.



Se estima un valor máximo de 2000 casos para mediados de abril, luego el sistema de salud debe estar en condiciones de predecir o establecer las medidas necesarias para enfrentar dicha cantidad. Lo anterior, considera que los indicadores del número de médicos por cada 1000 habitantes (4.3 en Alemania, 4 en Italia, 3.9 España, 3.7 Australia, 2.9 Reino Unido, 2.6 USA, 2.3 Francia y Corea del Sur, 2 China, 1.5 Colombia 0.8 India (MSPS, 2013)) resultan insuficientes en la atención ante una pandemia como la del SAR-CoV2. Adicionalmente, algunos países

reportan datos camas de cuidado intensivo por cada 100000 habitantes (34.7 USA, 29.2 Alemania, 12.5 Italia, 11.6 Francia, 11.2 Colombia, 10.6 Corea del Sur, 9.7 España, 7.3 Japón, 7.6 Inglaterra, 3.6 China y 2.3 India). El Ministerio de Salud y Protección Social en Colombia (MPS, 2005; ACEMI, 2013), declara en el año 2018 tener 63720 camas totales (50148 camas de hospitalización general y pediatría; 13572 camas entre cuidado intensivo e intermedio; 6242 camas para cuidados intensivos) lo que establece poca preparación para enfrentar una crisis de pandemia especialmente en países tropicales, porque para la condición crítica de la estimación se utilizarían el 32% de las camas disponibles en cuidados intensivos.

### **Estrategias de salud pública y económicas de mediano alcance**

Las estrategias de mediana complejidad para reducir la propagación o expansión del contagio del SAR-CoV2 y proteger la salud de los habitantes en el territorio, están entre otros: el aislamiento social voluntario, evitar eventos de concentración masiva asistencia ( $\leq 10$  personas), suspensión de actividad académica presencial en escuelas, institutos y universidades, aumentar el número de pruebas de la enfermedad ( $\geq 5000$  por día) (OMS, 2020), desinfección de lugares comunes o sitios públicos, termómetros personales en cada sitio de confluencia social, implementar teletrabajo, plazos para pagar hipotecas, flexibilidad en líneas de créditos, apoyo empresarial a Pymes, bajas tasas de interés, declaratoria de emergencia sanitaria, reducción del costo del galón de combustibles, reducción de aranceles para la importación de insumos médicos, controles estrictos en terminales áreas, marítimas y terrestres, cobertura de agua potable y recolección de excretas y residuos sólidos a toda la población, aumento de recursos para el sector salud, garantizar el abastecimiento de alimentos, fortalecer la conectividad en la población, implementar la telemedicina o acceso más fácil al servicio de salud e implementar ayudas empresariales a las personas en condición de vulnerabilidad y alivio en el pago de los servicios públicos domiciliarios. (Hellewell, 2020; al, 2020; Lombardi, 2020).

### **Estrategias de salud pública y económicas de alto alcance**

Dentro de las estrategias de alta complejidad, están el aislamiento obligatorio extendido (incluye toque de queda o prohibición de las personas estar en las calles), cierre de fronteras de manera indefinida entre países limítrofes, cierres de terminales aéreas, marítimas, fluviales y terrestres, cierres de zonas de ocio y recreación, cancelación de todo tipo de eventos, multas y/o penas económicas, sanciones sociales y cárcel a los ciudadanos que incumplan, llenar al tope las reservas de petróleo, entre otras medidas, aumentar recursos públicos para combatir la emergencia, subvenciones estatales, alivios en los compromisos tributarios de las personas que se encuentran en aislamiento permanente, pero con la condicionante de los efectos de orden público, aumento del desempleo, del consumo de agua potable, energía eléctrica, generación de residuos sólidos urbanos y debilitamiento de las economías regionales, inminente recesión económica, no obstante, la sensación de seguridad en las ciudades aumenta. (Zhang, 2020; Kapata, 2020; Peters, 2020; He, 2020)

### **Estrategias de horizonte de sentido en salud pública y economía**

La estrategia a largo plazo, es encontrar el medicamento o vacuna que se desarrolle para combatir la enfermedad, aumentar la confianza de inversiones y el incremento de la esperanza del mejoramiento de las situaciones, replanteamiento de políticas públicas, reducción de la condición de vulnerabilidad de la especie humana y la implementación de mayor inversión en ciencia y tecnología para la mitigación de situaciones de contagio como lo sucedido. Adicionalmente, la oxigenación de la economía local y regional, se realiza mediante planes de contención del virus, mediante la inyección de paquetes económicos destinados a los trabajadores informales, pequeñas empresas, subsidio salarial, aplazamiento de impuestos y personas vulnerables. (Chen, 2020; Peters, 2020)

### **Saneamiento ambiental y la relación causal con el SAR-CoV2**

En Colombia, la cobertura del servicio público de acueducto es del 86.4%, alcantarillado del 76.6%, energía eléctrica 96.3% y del servicio de aseo del 81.6% (DANE, 2019; García et al., (2018); lo anterior establece que en

centros poblados, rural disperso y algunas cabeceras, no tendrán el servicio de agua potable 24 horas por días, para aplicar las medidas sanitarias mínimas recomendadas por la OMS. En materia de saneamiento ambiental, es importante entregar agua potable y tener una adecuada recolección y disposición de excretas, dado que aún no se conoce una correlación de los síntomas gastrointestinales con pacientes de COVID – 19, si se establece una tasa de 27% de pacientes de COVID -19 con diarrea. (He, 2020).

En las condiciones críticas del sistema de salud debido a la pandemia, para las 13572 camas de cuidados intermedio e intensivo, se demandará 468 m<sup>3</sup>/H de agua potable (dotación de agua potable de 800 L/cama día) y vertimiento de aguas residuales hospitalarias (coeficiente de retorno de 80%) de 374.4 m<sup>3</sup>/H, el cual debe ser tratadas de forma adecuada.

De otro lado en materia de residuos sólidos hospitalarios, en condiciones críticas del sistema de salud, al utilizar completamente la capacidad total de las 13572 camas de cuidados intermedio e intensivo en el momento máximo de la pandemia, se tendrían aproximadamente 1832.2 toneladas por mes (base de cálculo 4.5 kg/cama día (Rodríguez et. al., (2016)) de residuos anatomopatológico, que ocuparían un área de 0.08 Ha para la celda de disposición final (densidad para residuos de 0.451 Ton/m<sup>3</sup>) y si se quiere incinerar, sería en dos módulos (4 Ton/H cada uno) y un volumen a incinerar de 15.91 m<sup>3</sup>/H. Estos residuos hospitalarios, deben gestionarse adecuadamente en materia ambiental, dado el carácter infeccioso que tiene este tipo de residuos.

#### **Los beneficios inesperados ambientales debido a las medidas de aislamiento obligatorio**

Dadas las condiciones de ausencia de actividad antrópica (especialmente la actividad económica, dada la utilización de fuentes de energía fósiles), por lo menos del 90%, debido a las medidas tomadas para contrarrestar la pandemia SAR-CoV2, en materia ambiental, presenta beneficios o alivio temporal, dado que se disminuye el tráfico ilegal de especies de fauna, la recuperación lenta de ecosistemas en algunos centros poblados, disminución del ruido ambiental, reducción de los gases efecto invernadero en proporción menores al 25%, el mejoramiento de calidad del aire en zonas altamente pobladas, lo que es considerablemente bueno, debido a que el transporte público y privado reduce sus emisiones contaminantes hasta un 20%, lo que genera una menor inmisión de contaminantes al aire (Rodríguez, 2016; García, 2016).

Lo anterior conlleva, al ascenso del panorama parcial del cambio climático en el planeta, debido a las reducciones cercanas al 50% de las emisiones de CO<sub>2</sub> y por ende una aparente estabilización de las condiciones climáticas especialmente en el trópico, es decir una reducción de las altas fluctuaciones de la variabilidad climática (época seca y de lluvias) y una ostensible reducción de las enfermedades derivadas por aspectos relacionados con la contaminación, especialmente por mala calidad del aire. Sin embargo, al momento de reactivarse toda la actividad económica y estar en la aparente normalidad, es decir, después de la recuperación de las condiciones epidemiológicas de la pandemia, existe una incertidumbre, en el posible aumento drástico de las emisiones de CO<sub>2</sub>, lo cual puede generar un problema aún mayor, es decir un efecto rebote, debido a las condiciones de oferta y demanda socioeconómica de los países afectados, y sería un momento crucial, para el auge del sector de las energías renovables, como sustituto de los combustibles fósiles (Peters, 2020).

---

## **4. Conclusiones**

En países tropicales, aún no se tienen suficientes datos para poder realizar una predicción de casos en la evolución de la pandemia. La utilización de técnicas de inteligencia artificial, establece un aumento en el porcentaje de estimación de los modelos de corona virus. Una vez se tenga la suficiente cantidad de datos, se puede plantear la estimación de un modelo no lineal con múltiples variables de entrada, con el objetivo de tener un entendimiento más generalizado de la pandemia. Se estima que para inicios de mayo el brote de la enfermedad encuentre estabilización de generación de nuevos casos, esto para el primer ciclo de los contagios.

En esta coyuntura de la pandemia SAR-CoV2, los países tropicales deben tener resiliencia (capacidad de enfrentar situaciones como la pandemia, mientras que se encuentra las soluciones a estos problemas) y contrarrestar este enemigo invisible y por lo menos, mitigar situaciones de contagios en un tiempo no menor de un año, hasta que salga un medicamento esencial o fármaco o vacuna para aliviar completamente la infección, pero al alcance de las personas afectadas. Es el momento coyuntural, para que los países se ocupen de construir políticas públicas continentales para reducir la vulnerabilidad a las pandemias, y desde la alta presión de la especie humana para con los recursos naturales y no renovables del planeta.

De otro lado en países tropicales, cuando se toman decisiones y medidas sanitarias para reducir los contagios por el virus SAR-CoV2, que se prologan entre 45 a 60 días, ocasionan efectos posiblemente adversos, en los económicos, sociales, culturales, de seguridad, ambientales, epidemiológicos y de saneamiento ambiental, que son innegables y con una alta vulnerabilidad de riesgo en la fragilidad de las comunidades económicamente activas y especialmente del sistema de salud, en la atención de los casos de pacientes críticos.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Organización Mundial de la Salud (OMS), Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, Universidad Tecnológica del Panamá y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

---

### Referencias

- ACEMI. (2013). *Cifras e indicadores del Sistema de Salud. Cifras 2008 - 2011*. Bogota: Asociación Colombiana de Empresas de Medicina Integral (Acemi).
- al, Y. e. (2020). Potential association between COVID-19 mortality and health-care resource availability. *The lancet global health*, Vol 8. No 4. 480 pp.
- Alqudah, M. (2018). A Nonlinear Dynamics of Coronavirus (CoV) Model and Stability Analysis. *Proceedings of International Conference on Fractional Differentiation and its Applications (ICFDA) 2018*. Amman, The Hashemite Kingdom of Jordan: The University of Jordan.
- Benzekry, e. a. (2014). *Classical Mathematical Models for Description and Forecast of Experimental Tumor Growth*. France: HAL Id: hal-00922553. <https://hal.inria.fr/hal-00922553v6>.
- Chen, e. a. (2020). Recurrence of positive SARS-CoV-2 RNA in COVID-19: A case report. *International Journal of Infectious Diseases*, Vol 93, Abril. 297 - 299 pp.
- DANE. (2019). *Censo Nacional de población y vivienda 2018. Colombia*. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- Delgadillo, D. (2015). Historia breve de las enfermedades tropicales en América. *Apunt. cienc. soc*, 2015; 05(02). 304 - 309 pp.
- García, e. a. (2016). Gestión ambiental en hospitales públicos: aspectos del manejo ambiental en Colombia. *Revista Facultad de Medicina*, Vol. 64 No. 4: 621-624 pp.
- García, e. a. (2018). Limitaciones del IRCA como estimador de calidad del agua para consumo humano. *Revista de Salud Pública*, 20 (2): 204-207 pp.
- Getaz, e. a. (2016). Enfermedades infecciosas y tropicales persistentes en población inmigrante penitenciaria. *Rev Esp Sanid Penit*, 18: 57-67 pp.

- Gorbalenya, A. (2020). The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nat Microbiol*, 415 - 430 pp.
- Gupta, A. (2014). *Time Series Modeling with MATLAB. Application Engineer*. USA: Mathworks.
- Gutiérrez, e. a. (2008). Enfermedades tropicales transmitidas por vectores. Medidas preventivas y profilaxis. *Offarm: farmacia y sociedad*, Vol. 27. Núm. 6.78-89 pp.
- He, e. a. (2020). Public health might be endangered by possible prolonged discharge of SARS-CoV-2 in stool. *Journal of Infection*, In press.
- Hellewell, e. a. (2020). Feasibility of controlling COVID-19 outbreaks by isolation of cases and contacts. *The lancet global health*, Vol 8. No 4. 488 - 496 pp.
- Huang, e. a. (2020). A family cluster of SARS-CoV-2 infection involving 11 patients in Nanjing, China. *The lancet infectious diseases*, February. pag 1.
- Hurtado, J. (2012). *Metodología de la investigación*. Bogotá: CIEA SYPAL. .
- INS. (2010). *El abordaje integral de las enfermedades tropicales desatendidas en América Latina y el Caribe: un imperativo ético para alcanzar la justicia y la equidad social*. Bogotá: Revista Biomédica. Volumen 30, No.2, Junio, 2010.
- Kapata, e. a. (2020). Is Africa prepared for tackling the COVID-19 (SARS-CoV-2) epidemic. Lessons from past outbreaks, ongoing pan-African public health efforts, and implications for the future. *International Journal of Infectious Diseases*, April. 233 - 236 pp.
- Lombardi, e. a. (2020). Duration of quarantine in hospitalized patients with severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) infection: a question needing an answer. *Journal of Hospital Infection*, In press.
- Martínez, P. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y gestión*., No 20. 165- 193 pp.
- MPS. (2005). *Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud*. Bogotá. : Ministerio de la Protección Social. ISBN 958-97166-4-4.
- MSPS. (2013). *Atlas de Variaciones Geográficas en Salud de Colombia 2015- Estudio piloto - Resultados de ingresos hospitalarios a la UCI*. Bogota: Ministerio de Salud y Protección Social .
- Nag, S. (2020). *A MATHEMATICAL MODEL IN THE TIME OF COVID-19*. Toronto, Canada: University of Toronto.
- Naji, H. (2020). Clinical Characterization of COVID-19. *EJMED, European Journal of Medical and Health Sciences*, Vol. 2, No. 2, 2 - 6 pp.
- NCG. (2020). *SPI-M-O: Consensus Statement on 2019 Novel Coronavirus (COVID-19)*. USA: National Commissioning Group.
- Nishiura, e. a. (2020). Serial interval of novel coronavirus (COVID-19) infections. *International Journal of Infectious Diseases*, No 93. 248- 286 pp.
- OMS. (2018). *ABORDAR LAS ENFERMEDADES TROPICALES DESATENDIDAS CON EL ENFOQUE DE LOS DERECHOS HUMANOS*. USA: Organización Mundial de la Salud. Departamento de Control de las Enfermedades Tropicales Desatendida.

- OMS. (2020). *Declaración conjunta de la ICC y la OMS: Un llamamiento a la acción sin precedentes dirigido al sector privado para hacer frente a la COVID-19*. USA: Organización Mundial de la Salud .
- OMS. (2020). *Declaración de la OMS tras superarse los 100 000 casos de COVID-19*. USA: Organización Mundial de la Salud .
- Padilla, e. a. (2017). Epidemiología de las principales enfermedades transmitidas por vectores en Colombia, 1990-2016. *Biomédica*, 37(Supl.2):27-40 pp.
- Peters, e. a. (2020). Understanding the emerging coronavirus: what it means for health security and infection prevention. *Journal of Hospital Infection*, In press.
- Rodríguez, e. a. (2016). Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *Revista de Salud Pública*, 18 (5): 738-745 pp.
- Rodríguez, e. a. (2016). Residuos hospitalarios: indicadores de tasas de generación en Bogotá, D.C. 2012-2015. *Revista Facultad de Medicina*, Vol. 64 No. 4: 625-628 pp.
- Schild, M. (2020). Coronavirus Covid-19: An Analysis. *Coronavirus Covid-19: An Analysis* (págs. 1-15). USA: University of New Mexico. ASA Fellow.
- Yuntao, e. a. (2020). SARS-CoV-2 is an appropriate name for the new coronavirus. *The lancet*, Vol 21. No 10228. 949 -950 pp.
- Zhang, e. a. (2020). A Novel Coronavirus (COVID-19) Outbreak: A Call for Action. *Chest*, In press.
- Zhou, e. a. (2020). Full spectrum of COVID-19 severity still being depicted. *The lancet*, Vol 21. No 10228. 947 - 947 pp.