

Diagramas de riesgo

Significado, Implementación y Uso

Evaluación del riesgo epidemiológico

En este documento se describe un **índice de riesgo** que estima la cantidad de casos positivos en los días siguientes y que está directamente relacionado con la probabilidad de aparición de nuevos brotes epidémicos.

La velocidad de propagación de la enfermedad ρ_7 (ρ_7)

En epidemiología matemática clásica se utiliza la velocidad reproductiva efectiva R para medir la velocidad con la que se propaga una epidemia. Es una medida del número medio de personas infectadas por una persona infecciosa. A menudo se habla de R_0 , que es el valor de R a tiempo cero, es decir, antes de que se inicie la propagación de la epidemia.

Para evaluar la velocidad de propagación proponemos una medida empírica ρ_t (ρ_t), que se estima a partir del número de casos positivos diarios reportados ($N(t)$), usando una ventana de tres días:

$$\rho_t = \frac{N(t-1) + N(t) + N(t+1)}{N(t-6) + N(t-5) + N(t-4)}$$

En otras palabras, la **Tasa Reproductiva diaria** (ρ_t) es una medida cuantitativa para estimar cuántas personas en promedio arrojarán un resultado positivo en sus tests de mañana por cada persona testada positiva hoy.

Para minimizar las oscilaciones semanales de esta variable, realizamos un promedio del valor de ρ_t (ρ_t) en 7 días, al que llamaremos ρ_7 (ρ_7):

$$\rho_7 = \frac{\rho(t-3) + \rho(t-2) + \rho(t-1) + \rho(t) + \rho(t+1) + \rho(t+2) + \rho(t+3)}{7}$$

El número de personas infecciosas (IA14):

Si conocemos ρ_7 tenemos un índice que nos mide el número de personas que se infectan por cada persona infecciosa (algo equivalente a R_0 en función del tiempo). Este número, multiplicado por el número de personas infecciosas hoy, nos daría la cantidad de personas que se infectarán mañana.

Pero no sabemos exactamente el número de personas infecciosas de hoy. Lo que sabemos es que el número de personas infecciosas hoy es proporcional al número de casos positivos de los últimos 14 días. La **incidencia acumulada en los últimos 14 días (IA14)** mide el número de personas cuyo testeo dió positivo en los últimos 14 días por cada 100000 habitantes. Es una medida del número de casos positivos activos, ya que el período de recuperación es de aproximadamente 14 días.

Este número se utiliza como **indicador de la población infecciosa**.

El índice de crecimiento potencial (EPG):

Si supiéramos hoy la fracción de infectados que desarrollarán síntomas y darán positivo en unos pocos días, podríamos predecir aproximadamente los posibles nuevos tests positivos mañana, usando la **Tasa Reproductiva** (ρ_7). Como no conocemos esta fracción, la estimamos a partir de la **Tasa de Ataque** (IA14) definida anteriormente.

Definimos así el **Índice de Crecimiento Potencial** (EPG):

$$EPG = \rho_7 \times IA_{14}$$

Esta cantidad predice el número de nuevos tests positivos esperables mañana a partir de los test positivos hoy, por cada 100000 habitantes y nos da un índice que mide los posibles casos positivos en los próximos días.

El índice de riesgo (escala de colores):

El nivel de riesgo asociado a un valor de EPG está determinado por la capacidad del sistema sanitario.

Si llamamos DTL al número de testeos diarios por cada 100000 habitantes, la nueva situación será de riesgo si el número predicho de nuevos test positivos es mayor que la capacidad de testeo ($EPG > DTL$). Por esto, hemos definido $EPG = DTL$ como "**Límite de la capacidad de Testeo**".

Si llamamos C a la capacidad hospitalaria de cuidados intensivos cada 100000 habitantes la situación será de riesgo si supera la cantidad de casos graves ($C < EPG \cdot f$), donde f es la fracción de casos positivos que desarrollan síntomas graves, y necesitan de cuidados intensivos. Hemos definido esta cantidad $EPG = C/f$ como "**Límite de la Capacidad Hospitalaria**".

El diagrama de riesgo:

Si graficamos los valores de EPG en un diagrama, en donde en el eje *vertical* representamos ρ_7 y en el eje *horizontal* representamos IA14, podemos ver fácilmente cómo evoluciona el riesgo en una determinada zona o región. Viendo como evoluciona este índice: mejorando (hacia abajo y a la izquierda), o empeorando (hacia arriba y a la derecha).

En la Figura 1 puede verse el diagrama de riesgo para Bariloche. El fondo de color indica el valor del riesgo, donde el riesgo aumenta hacia los rojos y disminuye hacia los azules.

El nivel de riesgo asociado a un valor dado de EPG está determinado por la capacidad del sistema sanitario, en este caso de Bariloche.

Para el gráfico de riesgo de la Figura 1, consideramos que en Bariloche, cada cien mil habitantes, DTL=782 (según el registro histórico), C estimado como la suma de UTIs + UCIs libres en la última fecha, y que la fracción de internación de testeados positivos en UTIs + UCIs es del 3.5% aproximadamente, es decir $f=0.035$ (estimado a partir de estadísticas de Argentina).

En el caso de Bariloche se observa una evolución cíclica en el tiempo del índice de riesgo. Los días de valores altos de EPG en Bariloche (Figura 1 arriba y a la derecha) coincidieron con los días de mayor número de casos (11 de Abril y 15 de Mayo), pero además con un alto número de casos activos en los días siguientes .

Según este indicador de riesgo, la dinámica cíclica de casos en Bariloche hasta el momento parece evolucionar en forma de brotes que no se solapan temporalmente. Esto está directamente relacionado con las características de una ciudad relativamente chica, en la que los brotes ocurren localmente y separados espacialmente.

Los brotes se suceden en forma cíclica, debido posiblemente a la implementación de medidas alternadas de cuarentena más estricta y más relajada.

Las medidas de contención deberían apuntar a llevarnos a la zona del diagrama de riesgo de abajo a la izquierda, por debajo de la línea de ρ_7 igual a 1, donde se dan las condiciones para que no ocurran brotes.

Diagrama de Riesgo: San Carlos de Bariloche

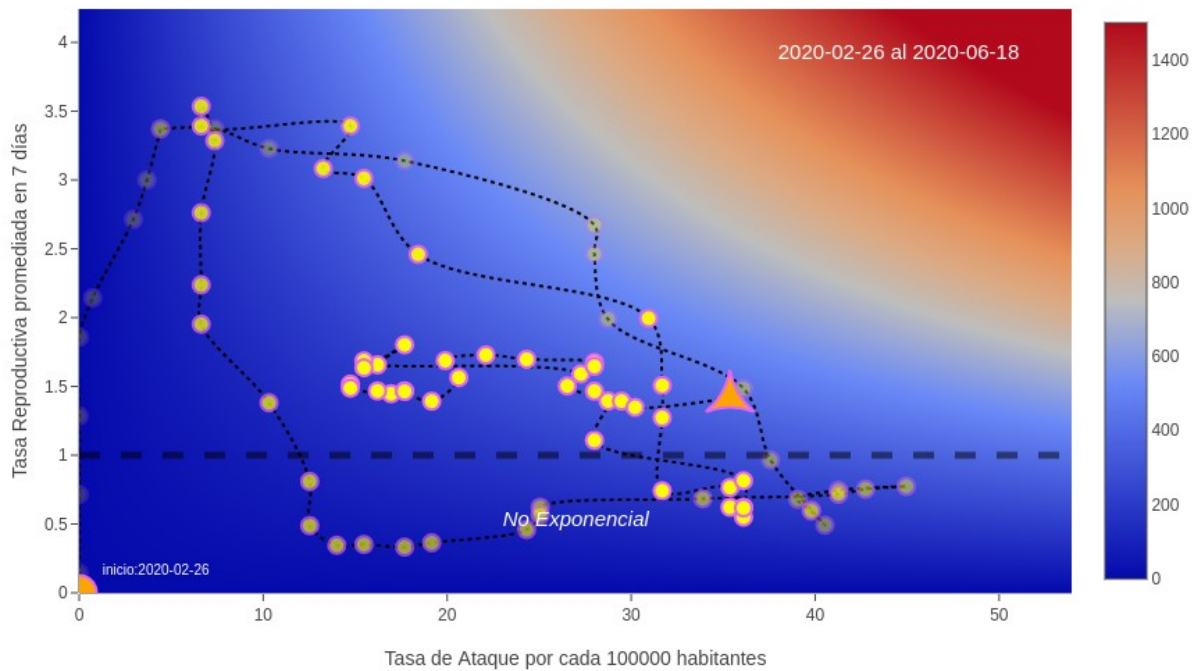


Figura 1: En el eje y, la tasa reproductiva diaria promedio R_{7d} (ρ_7). En el eje x la incidencia acumulada en los últimos 14 días (o Tasa de ataque). Los colores indican el grado de riesgo de aparición de nuevos brotes en los siguientes días (azul bajo riesgo, rojo alto riesgo). Cada punto corresponde a un día, aumentando la intensidad del color de punto a medida que el tiempo avanza. El punto inicial corresponde al 26 de febrero (esquina inferior izquierda), el último día está indicado con un triángulo naranja.

Para el caso de la provincia de Río Negro (Figura 2) se observa que actualmente el valor de R_{7d} se encuentra cercano a 1.5 y por lo tanto dentro del régimen exponencial. Al mismo tiempo se ve una tendencia al aumento de la tasa de ataque, debido al aumento del número de casos positivos en los últimos 14 días.

Es importante destacar que en este caso se usó la misma escala de colores para el riesgo en la ciudad de Bariloche. Para adaptar esta escala de riesgo a la de la Provincia de Río Negro habría que conocer la suma de UTIs + UCIs libres en la última fecha. De manera que la escala de riesgo se modifica día a día según los recursos disponibles del sistema sanitario.

Diagrama de Riesgo: Río Negro

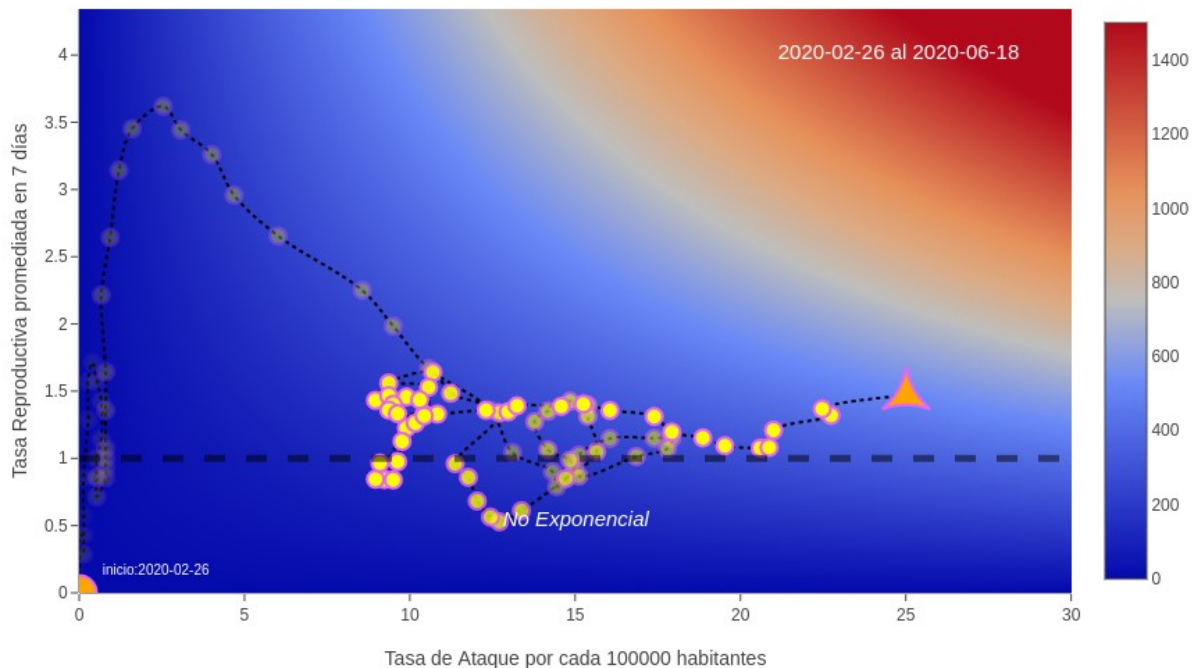


Figura 2: En el eje y, la tasa reproductiva diaria R_{7d} (ρ_7). En el eje x la incidencia acumulada en los últimos 14 días (o Tasa de ataque). Los colores indican el grado de riesgo de aparición de nuevos brotes en los siguientes días (azul bajo riesgo, rojo alto riesgo). **La escala de riesgo de este gráfico fue calculada según límites de capacidad de tests y hospitalaria de Bariloche y debe ser adaptada al caso de Río Negro.**

Las medidas de contención deberían apuntar a bajar la tasa reproductiva idealmente por debajo de 1 y a disminuir el número de casos, de manera de alejarse de la zona roja y moverse hacia abajo a la izquierda en la zona azul.

Es importante resaltar que es necesario trabajar con una variedad de indicadores seleccionados de manera que brinden, entre todos, una imagen completa del estado de situación.

Para consultas relacionadas con este indicador en particular, comunicarse con:
Dra. Karina Laneri (Grupo de Física Estadística e Interdisciplinaria del Centro Atómico Bariloche): karinalaneri@gmail.com

Referencias:

- Estos cálculos fueron realizados a partir de este tutorial del grupo BIOCOSM de la

Universitat Politècnica de Catalunya:

"https://biocomsc.upc.edu/en/shared/avaluacio_risc.pdf".

- Reportes del grupo citado anteriormente, que utilizan estos indicadores para otros países pueden encontrarse en este link: "<https://biocomsc.upc.edu/en/covid-19>".

Grupo de Asistencia Técnica - COVID19/Bariloche
20-junio-2020