

# Desarrollo de un Índice de Vulnerabilidad Individual Vinculado a la Salud Sexual (IVISE) en población migrante en Chile

JUAN FONSECA CASTILLO\*

GRUADO DE MAGÍSTER EN BIOESTADÍSTICA, ESCUELA DE SALUD PÚBLICA  
FACULTAD DE MEDICINA, UNIVERSIDAD DE CHILE

La migración es un fenómeno que a nivel mundial ha ido en aumento, no quedando Latinoamérica exenta de él. Esta realidad tiene un origen multifactorial, cuyas causas pueden ser problemas sociales, económicos, políticos, situaciones de violencia, falta de alimento, calentamiento global, entre otros (OPS, 2023). Así, todos estos factores constituyen limitantes en el desarrollo integral y, por lo tanto, se ve vulnerada la condición de salud de las personas. Dado lo anterior las personas migrantes se encuentran de base en una situación de vulnerabilidad, que surge en el país de origen, pero se ve acrecentada durante el proceso migratorio, e, incluso, durante los primeros años de estancia en el país de llegada (Jiménez-Yañez et al., 2022). Dentro de las limitaciones y vulneraciones que presentan las personas migrantes, se encuentran las brechas y accesibilidad a salud sexual (Greenaway et al., 2020; Hui et al., 2020; Riley et al., 2020). Es por lo anterior que se planteó el desarrollo de un índice de vulnerabilidad que fuera sensible y permitiera identificar a las personas migrantes con mayor vulnerabilidad en términos de salud sexual y poder ofrecerles derivación y atención oportuna.

Para el desarrollo del índice se generó un indicador compuesto, el cual se define como: “una representación simplificada que busca resumir un concepto multidimensional en un índice simple (unidimensional) con base en un modelo conceptual subyacente. Puede ser de carácter cuantitativo o cualitativo según los requerimientos del analista” (CEPAL, 2009).

El indicador compuesto fue desarrollado por medio de la utilización de la metodología DEA (*Data Envelopment Analysis*), que surge desde el análisis económico, con la finalidad de poder estudiar el desempeño de unidades productivas de diversos sectores o países, en áreas que pueden ser militar, salud, economía, vivienda, educación, producción, vivienda, etc. (Cooper et al., 2011).

Charnes et al. (1978) describió la metodología DEA como un “modelo de programación matemática aplicado a los datos de observación que proporciona una nueva forma de obtener estimaciones empíricas de las relaciones, como las funciones de producción y/o las superficies de posibilidades de producción eficientes, que son las piedras angulares de la economía moder-

na”.

En 1978, Charnes, Cooper y Rhodes presentan los términos de unidades de toma de decisión (DMU por *Decision-Making Units*), entradas (*inputs*) y salidas (*outputs*), los cuales son fundamentales para poder comprender el DEA. Las DMU corresponden a las observaciones, los *inputs* al insumo o recurso con que cuenta la DMU para desarrollar la actividad y los *outputs* son el producto o resultado del proceso de interés realizado por el DMU (Charnes et al., 1978).

La función para un determinado  $DMU_j$  refleja la condición de una entrada y una salida virtuales para cada DMU, donde  $DMU_j = DMU_0$ , la que debe tener valores menores a 1 y se representa de la siguiente manera:

$$\max_{u,v} h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}, \quad (1)$$

donde  $h_0$  corresponde a la eficiencia relativa, considerando  $n$  unidades ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), cada una de las cuales utiliza los mismos *inputs* (en diferentes cantidades) para obtener los mismos *outputs* (en diferentes cantidades);  $x_{ij}$  ( $x_{ij} \geq 0$ ) representa las cantidades de *inputs*  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ), donde  $m$  corresponde al total de *inputs* consumidos por la  $j$ -ésima unidad;  $x_{i0}$  representa la cantidad de *input*  $i$  consumido por la unidad que es evaluada;  $y_{rj}$  ( $y_{rj} \geq 0$ ) representa las cantidades observadas de *outputs*  $r$  ( $r = 1, 2, \dots, s$ ), producidos por la  $j$ -ésima unidad; y  $u_r$  ( $r = 1, 2, \dots, s$ ) y  $v_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) representan los pesos o multiplicadores de los *outputs* e *inputs*, respectivamente.

Para este análisis se utilizó una muestra de los casos incluidos en el sistema de monitorización del proyecto COSMIC<sup>1</sup> desde mayo a julio de 2024, lo que correspondió a 123 observaciones. Luego del manejo y limpieza de la información se obtuvo una base de datos de 93 observaciones y 261 variables con todos sus registros, la cual fue utilizada para el análisis.

Por medio del equipo de expertos se decidió priorizar variables para el análisis, asignando variables representativas de *inputs* y *outputs*, además de asignarles un puntaje a cada una de sus categorías según nivel de vulnerabilidad. Los *inputs* fueron: identidad de género,

---

\*Kinesiólogo Unidad de Paciente Crítico, Hospital Félix Bulnes Cerda, [juanfonsecacastillo@gmail.com](mailto:juanfonsecacastillo@gmail.com).

<sup>1</sup>Community based surveillance in migrant population in Chile, Proyecto FONDECYT Regular N° 1220371.

nivel de estudios, circunstancias de ingreso, situación migratoria, servicios básicos, discriminación reciente, violencia sexual en Chile y tipo de previsión de salud. Por otra parte, los *outputs* fueron: desarrollo de trabajo sexual en Chile, frecuencia de uso de condón ocasional, uso de drogas sexuales, resultado último PAP, realización de test de VIH, resultado del último test de VIH, control ginecológico o urológico, examen de mamas y atención en salud trans.

Una vez aplicada la metodología DEA, en los resultados se aprecia que un 32,25 % de las observaciones presentan valores de 1 y el rango de valores obtenidos va desde 0,73 a 1, en donde 0,73 representa un mayor grado de vulnerabilidad y 1 sin presencia de vulnerabilidad.

Posteriormente se realizó la aplicación de un remuestreo *bootstrap* por medio de un algoritmo con la finalidad de obtener más información del comportamiento de la metodología DEA. Los pasos de este algoritmo fueron los siguientes:

Para  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ , sea  $i = 1$ .

Paso 1: Se selecciona la observación  $i$ -ésima de la muestra.

Paso 2: De la muestra restante, que ahora tiene tamaño  $n - 1 = 92$ , se toman 1.000 remuestras *bootstrap*, todas de tamaño  $n - 1 = 92$ .

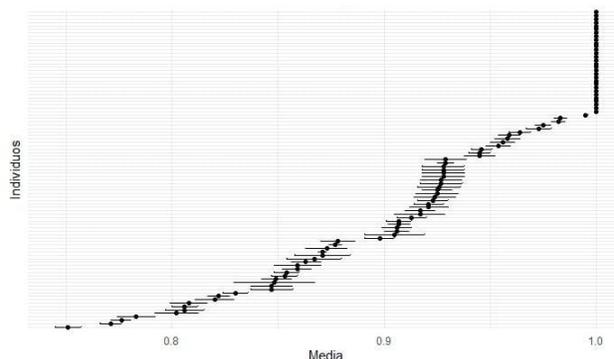
Paso 3: A cada remuestra se le agrega la observación  $i$ -ésima seleccionada en el paso 1, dejándola como la primera observación de las 93 y calculando el puntaje de dicha observación mediante el DEA.

Paso 4: Se guardan los 1.000 puntajes obtenidos para la observación  $i$ -ésima.

Paso 5: Sea  $i = i + 1$  y repetir los pasos 1 a 4.

De esta manera se obtuvo una base de datos ampliada, en donde cada observación cuenta con 1.000 puntajes calculados a partir de los remuestreos sin ella. Así, se obtuvo el resultado del índice considerando cómo éste se comporta al momento de ser evaluado en conjunto con observaciones remuestreadas. Finalmente, se estimó el valor mínimo, máximo, media, varianza, desviación estándar, intervalos de confianza, asimetría y curtosis de los 1.000 remuestreos para cada una de las 93 observaciones (ver Figura 1).

Al analizar los resultados obtenidos a través del remuestreo *bootstrap* se obtienen valores similares, en donde nuevamente un 32,25 % de las observaciones presenta un valor 1 de media y el rango de valores obtenidos para la media fue de 0,75 a 1, muy similar al comparar con el análisis inicial. Esto demuestra la estabilidad del método considerando la reevaluación de cada uno de los individuos en comparación con diversas observaciones.



**Figura 1:** *Caterpillar plot* correspondiente a comportamiento del valor del indicador, con sus respectivos conjuntos de confianza inferior y superior al 95 %.

La metodología DEA se presenta como una nueva herramienta y forma de abordaje para el desarrollo de indicadores compuestos en el área de la salud, capaz de valorar a individuos y en este caso en particular, poder evaluar la vulnerabilidad en población migrante por medio de la integración de determinantes estructurales e intermedios de la salud en la construcción del índice.

Los resultados obtenidos logran identificar los diversos niveles de vulnerabilidad por medio de la asignación de un puntaje que va desde 0,73 a 1, en donde 0,73 corresponde a los individuos con máxima vulnerabilidad y 1 a aquellos sin vulnerabilidad. Estos valores fueron reescalados para facilitar su comprensión por medio de la siguiente fórmula:

$$IVISE = \frac{1 - \text{Puntaje DEA}}{1 - 0,73} \times 100, \quad (2)$$

donde *Puntaje DEA* corresponde al puntaje obtenido al aplicar la metodología DEA y el valor de 0,73 corresponde al menor puntaje obtenido al analizar la muestra. De esta forma se obtuvo el valor final del índice IVISE para cada una de las observaciones, en donde 0 corresponde a la ausencia de vulnerabilidad y 100 corresponde a la máxima vulnerabilidad.

Es relevante poder analizar estos resultados para poder determinar puntos de cortes o asociar niveles de vulnerabilidad, para de esta manera poder asignar intervenciones y herramientas que vayan en favor de disminuir los factores de riesgo asociado a tener eventos de vulnerabilidad en salud sexual.

#### Información adicional

**Director:** Prof. Mauricio Fuentes Alburquenque. Programa de Bioestadística, Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile.

**Codirectora:** Prof. Valeria Stuardo Ávila. Programa de Salud Global, Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile.

**Fecha de la graduación:** 9 de enero de 2025.

---

## Referencias

- CEPAL. (2009). Guía metodológica: diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3661-guia-metodologica-diseno-indicadores-compuestos-desarrollo-sostenible>
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Cooper, W., Seiford, L., & Zhu, J. (2011). *Handbook on Data Envelopment Analysis* (2nd Ed.). Springer.
- Greenaway, C., Hargreaves, S., Barkati, S., Coyle, C., Gobbi, F., Veizis, A., & Douglas, P. (2020). COVID-19: Exposing and addressing health disparities among ethnic minorities and migrants. *Journal of Travel Medicine*, 27(7), taaa113. <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa113>
- Hui, D., I Azhar, E., Madani, T., Ntoumi, F., Kock, R., Dar, O., Ippolito, G., Mchugh, T., Mish, Z., Drosten, C., Zumla, A., & Petersen, E. (2020). The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health - The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China. *International Journal of Infectious Diseases*, 91, 264-266. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.01.009>
- Jiménez-Yañez, C., Martínez-Soto, Y., & P., R.-M. (2022). Violencias en la travesía. Expresiones gráficas de migrantes indocumentados en el norte de México. *Rev Guillermo Ockham*, 20(1), 129-142. <https://doi.org/10.21500/22563202.5625>
- OPS. (2023). *Migración y Salud en las Américas* [Consultado el 07-04-2023]. <https://www.paho.org/es/migracion-salud-americas>
- Riley, T., Sully, E., Ahmed, Z., & Biddlecom, A. (2020). Estimates of the Potential Impact of the COVID-19 Pandemic on Sexual and Reproductive Health In Low- and Middle-Income Countries. *International Perspectives on Sexual and Reproductive Health*, 46, 73-76. <https://doi.org/https://doi.org/10.1363/46e9020>