

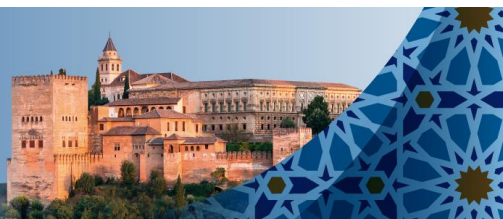
19-21 de Octubre 2022 | Granada

## INTERNATIONAL CONFERENCE ON REGIONAL SCIENCE

*Challenges, policies and governance of the territories in the post-covid era*

Desafíos, políticas y gobernanza de los territorios en la era post-covid

XLVII REUNIÓN DE ESTUDIOS REGIONALES  
XIV CONGRESO AACR



### RESUMEN AMPLIADO

**Título:** ¿Longevidad y sostenibilidad están relacionadas? Un análisis bajo la presencia de rupturas estructurales

**Autores y e-mail de todos ellos:**

Ana Ledesma-Cuenca, e-mail: [aledesma@unizar.es](mailto:aledesma@unizar.es) \*

Antonio Montañés, e-mail: [amontane@unizar.es](mailto:amontane@unizar.es) \*

Blanca Simón-Fernandez, e-mail: [bsimon@unizar.es](mailto:bsimon@unizar.es) \*\*

**Departamento:**

\* Departamento de Análisis Económico, Facultad de Economía y Empresa

\*\* Departamento de Economía Aplicada, Facultad de Economía y Empresa

**Universidad:** Universidad de Zaragoza

**Área Temática:** *(indicar el área temática en la que se inscribe el contenido de la comunicación)*

6. Sostenibilidad, medio ambiente y recursos naturales

**Resumen:** *(mínimo 1500 palabras)*

Desde la década de 1970, la esperanza de vida en los países de la OCDE ha aumentado una media de diez años (OCDE, 2017). Este aumento se debe a factores como el crecimiento continuo de la economía y el consiguiente aumento del nivel de vida, la introducción de medidas de salud pública, la mejora de la atención sanitaria y los avances en las tecnologías médicas (Raleigh, 2019; Shaw *et al.*, 2005). Sin embargo, debido a la existencia de factores externos al sistema sanitario que influyen en la salud, se siguen perdiendo años de vida potenciales.

Siguiendo a Owusu y Sarkodie (2020) la contaminación atmosférica es uno de los factores que influyen en la salud de la población, sin embargo, la literatura no muestra una postura clara en cuanto a la relación entre contaminación del aire y mortalidad prematura. Por un lado, se señala que las emisiones tienen un efecto perjudicial sobre la longevidad de la población. Pero, por otro lado, cuando se incrementan las emisiones de

contaminantes del aire, se incrementa el gasto sanitario, que a su vez tiene un efecto positivo sobre la longevidad (Amuka *et al.*, 2018; Rahman and Alam, 2021; Balan, 2016).

En este contexto, el objetivo de este trabajo es estimar la posible relación entre los resultados sanitarios, el crecimiento y la contaminación atmosférica, bajo la posible presencia de rupturas estructurales. Para ello, se han seleccionado varias variables representativas de cada grupo. La literatura destaca varios indicadores para evaluar los resultados del sistema sanitario, como es la esperanza de vida al nacer y la tasa de mortalidad (Martín Cervantes *et al.*, 2019; Park y Nam, 2019). En la presente investigación se incluye también los años de vida potencialmente perdidos, ya que este indicador permite evaluar la pérdida sufrida por la sociedad como consecuencia de la muerte de jóvenes o de muertes prematuras; y la mortalidad por enfermedades respiratorias, por su relación estrecha con la contaminación del aire (Jacobson *et al.*, 2019). Como variables relacionadas con el crecimiento, se han seleccionado el PIB per cápita y el Índice de Desarrollo Humano (Mujtaba and Shahzad, 2021). Como medida del estado del sistema sanitario de cada país se ha seleccionado el gasto sanitario total per cápita, que incluye el público y el privado (Narayan y Narayan, 2008). Y para cuantificar la degradación medioambiental se consideran varios indicadores de contaminación del aire, como son las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita y de materia particulada (Kampa and Castanas, 2008). La muestra sobre la que se trabaja se compone de 24 países de la OCDE, para un periodo comprendido entre 1990 y 2017.

En relación a la metodología, dado que el objetivo es estimar el vínculo entre las variables bajo la posible presencia de rupturas estructurales, se propone analizar primero las propiedades de las series temporales de las mismas. Para ello, se quiere contrastar si existe independencia transversal utilizando el estadístico CD desarrollado por Pesaran (2004, 2021), ya que los estadísticos de raíz unitaria pueden estar sesgados si la perturbación está correlacionada transversalmente. El rechazo o no de esta hipótesis indicará cuales son las pruebas de raíz unitaria más adecuadas. Como se espera que los shocks de corte transversal estén correlacionados, se aplicarán estadísticos de segunda generación que tienen en cuenta esta correlación. Para ello, se considera aplicar el estadístico CIPS\* desarrollado por Pesaran (2007, 2013), ya que elimina la influencia de valores extremos y corrige la posible presencia de dependencia transversal. Sin embargo, este estadístico no funciona correctamente en presencia de múltiples factores comunes no observados, por lo que es conveniente aplicar también los estadísticos

desarrollados por Bai y Carrion-i-Silvestre (2009). Además, estos estadísticos permiten la presencia de múltiples rupturas en la función de tendencia, lo cual es importante porque puede afectar a la inferencia de raíz unitaria. Una vez estudiadas las propiedades de las series temporales de las variables, se discutirá el método más adecuado para detectar la posible presencia de rupturas. Para ello, se propone aplicar los estadísticos propuestos por Dizten *et al.* (2021), que son una extensión de la metodología desarrollada por Bai y Perron (1998,2003) y Qu y Perron (2007) para rupturas estructurales en datos de panel. Finalmente, asumiendo la existencia de rupturas estructurales y un contexto no integrado, se estimaría el vínculo entre las variables utilizando efectos fijos y un modelo doble logarítmico que permitirá obtener las elasticidades.

Se ha realizado una primera prueba utilizando dos modelos multivariantes. En el primero se incluye los años de vida potencialmente perdidos (AVPP), como variable a explicar, y el PIB per cápita (PIBpc) y las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita (CO<sub>2</sub>pc), como variables explicativas. En el segundo se incorpora también el gasto sanitario per cápita (GSpc). Los datos utilizados para los AVPP, PIB per cápita y gasto sanitario per cápita proceden de la base de datos de la OCDE, mientras que las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita proceden de la base de datos del Banco Mundial.

Los resultados de aplicar el estadístico CD de Pesaran (2004), sobre las variables anteriormente nombradas, se recogen en la Tabla 1. Como se observa, la evidencia en contra de esta hipótesis nula es abrumadora y, en consecuencia, debemos concluir que las perturbaciones de los modelos exhiben una gran cantidad de correlación de sección cruzada, como era de esperar. Este resultado implica que debemos utilizar los estadísticos de raíz unitaria de panel de datos de segunda generación.

**Tabla 1. Contraste de independencia transversal**

	P=0	P=1	P=2
AVPP	7.76***	7.74***	7.85***
PIBpc	36.04***	35.52***	35.32***
CO <sub>2</sub> pc	16.06***	15.89***	16.08***
GSpc	16.48***	15.47***	14.80***

Esta tabla presenta los valores del estadístico CD propuesto por Pesaran (2021) para contrastar la hipótesis nula de independencia transversal. Los estadísticos se han obtenido a partir de los residuos MCO obtenidos mediante un panel de ecuaciones Dickey-Fuller aumentadas estimadas con efectos fijos y empleando p retardos. \*\*\* significa rechazo al 1%.

Los resultados de aplicar los estadísticos de segunda generación se presentan en la Tabla 2. Se puede observar cómo el estadístico CIPS\* proporciona evidencia en contra de la hipótesis nula de raíz unitaria para AVPP y CO<sub>2</sub>pc, pero no se encuentra ninguna evidencia clara para el PIBpc y GSpc.

El uso del estadístico propuesto por Bai and Carrion-i-Silvestre (2009) nos ayuda a aclarar este enigma. Este estadístico considera la posible presencia de rupturas en la función de tendencia. Una vez considerado este aspecto, el rechazo de la hipótesis nula de raíz unitaria es muy claro.

El análisis de las propiedades de las series temporales de las variables nos permite concluir que las variables no están integradas y, en consecuencia, se pueden utilizar los métodos estándar de estimación. Sin embargo, también debemos ser conscientes del papel crucial que desempeñan las rupturas estructurales. Por lo que, parece sensato considerar la posibilidad de que la relación entre las variables también se haya visto afectada.

**Tabla 2. Contraste de Raíz Unitaria en panel de datos**

	CIPS*				Bai and Carrion-i-Silvestre		
	P=0	P=1	P=2	P=3	Z	P <sub>m</sub>	P
AVPP	-4.64***	-0.50	-0.40	-1.86**	-1.37	4.18**	88.93**
PIBpc	3.60	3.10	3.18	2.98	1.78**	3.64**	83.71**
CO <sub>2</sub> pc	-3.83***	-	-0.81	-1.32*	-1.58*	5.60**	102.8**
		2.84***					
GSpc	2.51	0.98	1.67	3.73	1.28	3.68**	84.02**

Esta tabla presenta los estadísticos CIPS\* (para p retardos, con p=0, 1, ... ,3) propuestos por Pesaran (2007), y los estadísticos simplificados Z, P<sub>m</sub> y P propuestos por Bai y Carrión-i-Silvestre (2009). Ambos estadísticos comprueban la hipótesis nula de la raíz unitaria de los paneles de datos. Los valores críticos a los niveles del 1% y el 5% para rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria son 2,326 y 1,645 respectivamente tanto para Z como para P<sub>m</sub>. Para la prueba P, los valores críticos de Chi-cuadrado se obtienen utilizando 2N grados de libertad con los correspondientes niveles de significación. \*\*\*, \*\* y \* significan el rechazo de la hipótesis nula a un nivel de significación del 1%, 5% y 10%, respectivamente.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de los estadísticos secuenciales propuestos por Ditzen *et al.* (2021). Los resultados del contraste de ruptura estructural indican que, si se compara entre una ruptura y cero, se obtiene que hay un punto de ruptura. Y, además, ese punto se establece en el año 2009, para ambos modelos. Este resultado ofrece

evidencia sobre la importancia de la Gran Recesión en la evolución no sólo de las variables económicas, sino también del vínculo entre economía y salud.

**Tabla 3. Pruebas de rupturas estructurales en paneles de datos**

	Modelo 1	Modelo 2
F(1/0)	6.57**	5.35*
F(2/1)	2.68	2.48
F(3/2)	2.32	1.34
F(4/3)	3.09	5.81**

Esta tabla presenta las estadísticas secuenciales propuestas por Ditzen *et al.* (2021). Estos estadísticos comprueban la presencia de múltiples rupturas estructurales en puntos de ruptura desconocidos.  $F(n+1/n)$  comprueba la presencia de  $n$  frente a  $n+1$  rupturas. El modelo 1 incluye el logaritmo del PIBpc y el logaritmo del CO<sub>2</sub>pc como variables explicativas, mientras que el modelo 2 también incluye el logaritmo del GSpc. \*\*\*, \*\* y \* significan el rechazo de la hipótesis nula a un nivel de significación del 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Finalmente, la estimación de los modelos se recoge en la Tabla 4, donde se puede observar el efecto de la presencia de esta ruptura en la relación entre salud, economía y medio ambiente. Obtenemos que las elasticidades estimadas de las variables PIBpc y GSpc permanecen casi inalteradas cuando se comparan los periodos pre y post Gran Recesión. Sin embargo, el resultado más destacable es el obtenido para las emisiones de CO<sub>2</sub>. Antes de la Gran Recesión, la estimación de la elasticidad de las emisiones de CO<sub>2</sub> es estadísticamente cero, sin embargo, tras 2009 es estadísticamente diferente de cero y positiva, por lo que el shock de 2009 ha afectado a la interrelación entre las variables. Así, la contaminación del aire implica pérdidas de años potenciales de vida.

**Tabla 4. Estimación del panel de datos**

	1990-2008		2009-2017	
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
PIBpc	-0.51*** (-16.5)	-0.28*** (-2.79)	-0.43*** (-6.23)	-0.25*** (-2.81)
CO <sub>2</sub> pc	0.06 (0.78)	0.04 (0.54)	0.27*** (3.41)	0.26*** (3.51)
GSpc		-0.18** (-2.49)		-0.21*** (-1.96)

Esta tabla presenta las elasticidades estimadas obtenidas de la estimación del modelo 1 y del modelo 2, utilizando efectos fijos para los periodos 1990-2008 y 2009-2017. Los valores entre paréntesis son los t-ratios robustos.

Los resultados muestran cómo existe una relación entre salud, economía y medio ambiente, y cómo esta relación cambia después de la GR. Antes del año de ruptura, 2009, las emisiones de CO<sub>2</sub>pc no son relevantes para el modelo. Sin embargo, después de este evento sí lo son, lo que indica que la relación entre la contaminación y la mortalidad prematura ha cambiado.

No hemos terminado de analizar el origen de estos resultados, pero hay dos fenómenos que podrían explicarlos. En primer lugar, puede deberse al efecto acumulativo de las emisiones. La interacción entre salud y contaminación se prolonga a largo plazo, ya que el efecto de la contaminación atmosférica se manifiesta años después de la exposición inicial a la misma. La conclusión a la que se llega después de examinar este suceso es que los niveles de contaminación son tan altos que llega un momento en el que el efecto nocivo de la contaminación aflora, estaba oculto y de repente sale a la luz. Por eso, a partir de 2008 el CO<sub>2</sub> sí afecta más a la salud. Esta conclusión también se recoge en Mujtaba y Shahzad (2021).

En segundo lugar, este fenómeno se suma al efecto de las políticas de austeridad en el gasto sanitario llevadas a cabo por los países durante la crisis. Como los niveles de protección de la salud caen después de la crisis, volvemos a ver el efecto de la contaminación sobre la salud. Aunque la contaminación se reduce después de la RG, los resultados sugieren que el impacto beneficioso de la crisis financiera sobre la calidad del aire es efímero. Esto también se ha discutido en Pacca *et al.* (2020). Antes de la GR, el auge económico de los países de la OCDE compensaba el efecto negativo de las emisiones de dióxido de carbono, pero después de la crisis (recesión económica y reducción del gasto sanitario) este efecto no se compensa y es entonces cuando vemos que se convierte en una variable clave en la relación entre salud y crecimiento.

Cómo conclusiones queremos destacar que la relación multivariada ha cambiado en presencia de una ruptura estructural, que coincide con la Gran Recesión. Y que el efecto positivo del crecimiento económico sobre la salud no es suficiente para eliminar el efecto negativo de las emisiones, que aflora tras una crisis económica. Por tanto, el mantenimiento de las políticas medioambientales, incluso en tiempos de recesión, es crucial para mantener y mejorar la salud de la población y mitigar los efectos de la contaminación atmosférica en la mortalidad prematura.

Esta investigación se encuentra actualmente en desarrollo. Se quiere extender el análisis al resto de variables comentadas con anterioridad y desagregando por género.

## Referencias

- Amuka, J. I., Asogwa, F. O., Ugwuanyi, R. O., Omeje, A. N., & Onyechi, T. (2018). Climate change and life expectancy in a developing country: evidence from greenhouse gas (CO<sub>2</sub>) emission in Nigeria. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 8(4), 113.
- Bai, J., & Carrion-I-Silvestre, J. L. (2009). Structural changes, common stochastic trends, and unit roots in panel data. *The Review of Economic Studies*, 76(2), 471-501.
- Bai, J., & Perron, P. (1998). Estimating and testing linear models with multiple structural changes. *Econometrica*, 47-78.
- Bai, J., & Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models. *Journal of applied econometrics*, 18(1), 1-22.
- Balan, F. (2016). Environmental quality and its human health effects: A causal analysis for the EU-25. *International Journal of Applied Economics*, 13(1), 57-71.
- Ditzen, J., Karavias, Y., & Westerlund, J. (2021). Testing and Estimating Structural Breaks in Time Series and Panel Data in Stata. *arXiv preprint arXiv:2110.14550*.
- Jacobson, T. A., Kler, J. S., Hernke, M. T., Braun, R. K., Meyer, K. C., & Funk, W. E. (2019). Direct human health risks of increased atmospheric carbon dioxide. *Nature Sustainability*, 2(8), 691-701.
- Kampa, M., & Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. *Environmental pollution*, 151(2), 362-367.
- Martín Cervantes, P. A., Rueda López, N., & Cruz Rambaud, S. (2019). A causal analysis of life expectancy at birth. Evidence from Spain. *International journal of environmental research and public health*, 16(13), 2367.
- Mujtaba, G., & Shahzad, S. J. H. (2021). Air pollutants, economic growth and public health: implications for sustainable development in OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(10), 12686-12698.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2008). Does environmental quality influence health expenditures? Empirical evidence from a panel of selected OECD countries. *Ecological economics*, 65(2), 367-374.
- OECD. (2017). Health at a Glance 2017. *OECD Publishing, Paris*.
- Owusu, P. A., & Sarkodie, S. A. (2020). Global estimation of mortality, disability-adjusted life years and welfare cost from exposure to ambient air pollution. *Science of the Total Environment*, 742, 140636.

Pacca, L., Antonarakis, A., Schröder, P., & Antoniadis, A. (2020). The effect of financial crises on air pollutant emissions: An assessment of the short vs. medium-term effects. *Science of the Total Environment*, 698, 133614.

Park, M. B., & Nam, E. W. (2019). National Level Social Determinants of Health and Outcomes: Longitudinal Analysis of 27 Industrialized Countries. *SAGE Open*, 9(2), 2158244019854496.

Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *University of Cambridge, Faculty of Economics, Cambridge Working Papers in Economics No. 0435*.

Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of applied econometrics*, 22(2), 265-312.

Pesaran, M. H., Smith, L. V., & Yamagata, T. (2013). Panel unit root tests in the presence of a multifactor error structure. *Journal of Econometrics*, 175(2), 94-115.

Pesaran, M. H. (2021). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical Economics*, 60(1), 13-50.

Qu, Z., & Perron, P. (2007). Estimating and testing structural changes in multivariate regressions. *Econometrica*, 75(2), 459-502.

Rahman, M. M., & Alam, K. (2021). The nexus between health status and health expenditure, energy consumption and environmental pollution: empirical evidence from SAARC-BIMSTEC regions. *BMC Public Health*, 21(1), 1-12.

Raleigh, V. (2019). Trends in life expectancy in EU and other OECD countries: Why are improvements slowing?. *OECD Health Working Papers, No. 108*, OECD Publishing, Paris.

Shaw, J. W., Horrace, W. C., & Vogel, R. J. (2005). The determinants of life expectancy: an analysis of the OECD health data. *Southern Economic Journal*, 71(4), 768-783.

**Palabras Clave:** (máximo 6 palabras)

*Mortalidad prematura, Gran Recesión, Sostenibilidad ambiental, Crecimiento económico.*

**Clasificación JEL:** C23, H51, I12, P51, Q53