

# Los efectos ‘Spillovers’ (derrame) del Shock Mundial del COVID-19: El caso de la Pobreza en el Perú, Un Diseño No Experimental de Control Sintético<sup>1</sup>

## The Spillover Effects of the Global Shock of COVID-19: The Case of Poverty in Peru, A Non-Experimental Synthetic Control Design

Mario D. Tello Pacheco  
*Universidad Nacional Mayor de San Marcos*  
*Lima, Perú*  
[mtello@unmsm.edu.pe](mailto:mtello@unmsm.edu.pe)  
<https://orcid.org/0000-0001-7929-0116>

Recibido: 30/06/2024 – Aceptado: 25/11/2024- Publicado: 30/12/2024

### RESUMEN

Este trabajo se enfoca en dos problemas que enfrentan los países en desarrollo: inesperados e inusuales shocks externos y la pobreza. Específicamente, para el caso peruano y basado en un diseño no experimental de Control Sintético con derrame (Spillovers) desarrollado por Cao & Dowd (2022), el trabajo estima los efectos de derrame sobre la pobreza monetaria del Perú en el shock del COVID-19 entre el trimestre 2020.II al trimestre 2021. IV. Los spillovers están asociados al comportamiento de las personas de incumplimiento del confinamiento laboral y de no protección a la salud en dicho periodo en 59 provincias del Perú. De las estimaciones se obtiene que diecisiete provincias tratadas tuvieron efectos spillovers estadísticamente significativos y que cerca del 33% del incremento de la pobreza en el periodo COVID-19 se explica por los efectos spillovers asociados al comportamiento de las personas.

© Los autores. Este artículo es publicado por Pensamiento Crítico de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución - No\_Comercial Igual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

**Palabras clave:** COVID-19, Spillovers, Pobreza Monetaria.

**Códigos JEL:** I1, K32

## **ABSTRACT**

This work focuses on two problems facing developing countries: unexpected and unusual external shocks and poverty. Specifically, for the Peruvian case and based on a non-experimental design of Synthetic Control with spillovers developed by Cao & Dowd (2022), the work estimates the spillover effects on monetary poverty in Peru in the COVID-19 shock between the quarter 2020.II to the quarter 2021. IV. Spillovers are associated with people's behavior of non-compliance with work confinement and lack of health protection in said period in 59 provinces of Peru. From the estimates it is obtained that seventeen treated provinces had statistically significant spillover effects and that close to 33% of the increase in poverty in the COVID-19 period is explained by the spillover effects associated with people's behavior.

**Keywords:** COVID-19, Spillovers, Monetary Poverty

**JEL Codes:** I1, K32

## 1. Introducción

En diciembre 12 del 2019 en Wuhan, China<sup>2</sup>, se inició un shock externo (y mundial) denominado luego como la pandemia del COVID-19 que afectó entre muchos aspectos (económicos, de salud y sociales), y particularmente, los niveles de pobreza de los países en desarrollo. Un caso especial en estos efectos fue el del Perú, país que lideró las nefastas estadísticas en el período de pandemia, 2020-2021. Así, las cifras de diagnosticados y fallecidos por COVID-19 y la tasa de crecimiento del PBI para los años 2020 y 2021 de 7 países y la región de la Unión Europea del Tabla 1 señalan que el Perú es el líder en fallecidos por COVID-19 y el país que tuvo la tasa más alta de caída del PBI.

**Tabla 1**

*Cifras del COVID-19 y la Tasa de Crecimiento del PBI real en Países Seleccionados 2020-2021*

País	Diagnosticados COVID-19 (x Millón de personas)	Ranking Mundial de Diagnosticados	Fallecidos por COVID-19 (x Millón de personas)	Ranking Mundial de Fallecidos	%PBI
Perú	68851.05	69	6075.95	1	-11.15
China	79.74	194	3.21	186	2.35
Estados Unidos	164713.00	12	2480.89	14	-3.41
Chile	94027.69	46	2035.93	25	-5.77
Brasil	104170.70	39	2894.17	8	-4.06
México	30551.63	105	2298.66	17	-8.31
Argentina	123984.30	25	2569.17	11	-9.90
Unión Europea <sup>1</sup>	125731.90	23	2029.76	26	-5.96

*Fuente:* Our Word in Data (2022)<sup>3</sup> World Bank (2022). Elaboración propia. <sup>1</sup> Para el cálculo de cada variable de la Unión Europea se agregaron los datos (fallecidos, diagnosticados y población) de todos los países pertenecientes. Por lo tanto, a la hora de calcular los rankings, la Unión Europea se consideró como un total.

Este trabajo pretende ahondar en las posibles explicaciones de estas cifras negativas en salud y en la economía del Perú. Estudios previos<sup>4</sup> presentan, por un lado, evidencias que las políticas públicas implementadas en el período COVID del 2020 explican los mayores efectos negativos en los indicadores de ingresos y empleo, y de otro lado, que las políticas de aislamiento fueron inefectivas.

En La Figura 1 (debajo) sugiere otra posible explicación de los efectos negativos que tuvo la pandemia del COVID 19 en el Perú, el comportamiento de las personas que incumplieron las medidas de inmovilización laboral y de no protección a la salud. En consecuencia el objetivo del presente trabajo es estimar los efectos del COVID-19 sobre la

pobreza monetaria en determinadas provincias del Perú del período COVID-19, de 2020-II al 2021-IV, debido a dicho comportamiento de las personas. Para ello, el trabajo se compone de cinco secciones y la introducción. La siguiente sección resume la política del gobierno peruano ante la pandemia. Luego se presentan los indicadores de pobreza monetaria y las nueve fuentes de spillovers asociados al comportamiento de las personas. A continuación se describe el diseño no experimental y la metodología usada para estimar los efectos spillovers. Finalmente se presentan las estimaciones de los efectos y se resumen las conclusiones del estudio.

**Figura 1**

*Comportamiento de las Personas ante las Políticas COVID-19*



Aglomeraciones en Mesa Redonda y alrededores pese a pedido de no asistir para evitar contagios de coronavirus | FOTOS | COVID-19 en Perú | Segunda ola | NNDC | LIMA | EL COMERCIO PERÚ. <https://images.app.goo.gl/vA3bwmp9U8M3pyw17>

## 2. Marco Teórico

### 2.1. LITERATURA DE SPILLOVERS DEL COVID-19 Y POLÍTICAS EN EL PERÚ: 2020-2021<sup>5</sup>

Desde la aparición de la pandemia del COVID-19 emergió una serie de estudios analizando diferentes aspectos económicos del COVID-19<sup>6</sup>, sin embargo, debido a la exigencia de la disponibilidad de información muy

pocos estudios, usaron la técnica del control sintético<sup>7</sup>. Recientemente, los trabajos de Cao & Dowd (2018, 2019), Di Stefano & Mellace (2020) y Grossi, Mariani, Mattei, Lattarulo, y Oner (2021) proponen una serie de ajustes a la técnica del control sintético para incorporar efectos 'spillovers'. Un ejemplo de spillovers en el caso del COVID-19 lo provee Elenev, Quintero, Rebucci y Simeonova (2021). Ellos señalan que las políticas locales pueden tener efectos indirectos sustanciales tanto en la geografía como en los mercados. Usando diferentes técnicas, ellos estiman el impacto de las políticas de 'quedarse en casa' ('stay at home', SHO) entre jurisdicciones administrativas. Así, un 'condado de los Estados Unidos' con política SHO afecta a otro condado fronterizo que no tenía dicha política. Según los autores, los efectos spillovers operan a través de la información que se compartía y la ilustración de la importancia del distanciamiento social voluntario. En este trabajo, se estima otro potencial efecto spillover debido a la política nacional que implementó el Perú en el 2020 y 2021.

Con el primer caso confirmado de COVID-19, el 06 de marzo del 2020, el gobierno peruano dispuso una serie de medidas para evitar la propagación del virus hacia toda la población. Luego para atenuar las consecuencias económicas que dichas medidas originaron se realizaron transferencias a personas y empresas, créditos con garantías del gobierno y se aprobó la posibilidad de retirar los ahorros previsionales. Las principales medidas del Gobierno fueron:

- i) Una cuarentena a nivel nacional (iniciada el 16 marzo 2020) y focalizada por regiones (desde mayo 2020) y provincias de acuerdo con el riesgo de contagio (desde octubre 2020);
- ii) Un programa de presupuesto por COVID-19 (desde 11 de marzo del 2020 a la fecha) para disponer de recursos para distintos bienes y servicios requeridos por la emergencia de la pandemia;
- iii) Implementación de distintos programas de transferencias a los grupos vulnerables: bonos para hogares en condición de pobreza y pobreza extrema (de marzo a diciembre 2020); bono independiente para los informales independientes (desde finales de marzo a diciembre 2020), bono rural (de abril a diciembre 2020), bono familiar universal (de agosto a diciembre 2020) y bono 600 (de febrero a julio 2021);

- iv) Créditos con garantía a las empresas con énfasis en la micro y pequeña empresa: programa Reactiva Perú que otorga créditos a empresas de todo tamaño con garantías del gobierno hasta un monto de 10 millones de soles (de abril a diciembre 2020);
- v) Programa de Garantías COVID-19 con el objeto de reprogramar pagos por créditos otorgados a personas; y
- vi) Retiro de pensiones y CTS. La CTS de abril a diciembre 2021 y las pensiones de las AFP desde abril 2020 a la fecha.

Como reacción a estas políticas, el comportamiento de las personas era en sentido contrario a ellas. Así, las personas no respetaban el confinamiento, los protocolos de uso de mascarillas, de distancia y de no aglomeración en espacios reducidos, como se muestra en la Figura 1.

El presente trabajo estima los impactos sobre la pobreza monetaria en el período COVID-19 incorporando estos comportamientos de las personas a través de la técnica del Control Sintético con Spillovers, CSP, desarrollado por Cao & Dowd (2019). En la siguiente sección se presentan 9 fuentes de spillovers asociados a estos comportamientos.

## **2.2. INDICADORES SOCIOECONÓMICOS y FUENTES DE SPILLOVERS 2019-2021**

El Cuadro 2 presenta el indicador de pobreza monetaria en el período COVID-19, del Perú y de 90 provincias del Perú. Estas se obtienen del diseño no experimental y datos observables de la Encuesta Nacional de Hogares, ENAHO (INEI-ENAHO 2022) que se discute en la siguiente sección. De estas 90 provincias, 59 provincias son denominadas tratadas o de tratamiento debido a que tienen tasas altas de diagnosticados (mayor al 1%) con COVID-19, y 31 provincias denominadas de control debido a que tienen tasas bajas de diagnosticados con COVID-19 (menor a 1%).<sup>8</sup> De otro lado, el Cuadro 3 muestra los potenciales indicadores de las fuentes de los comportamientos de las personas (Figura 1) o 'spillovers' que resultaron del COVID-19 y de las políticas implementadas por el Gobierno Central para estas 90 provincias.<sup>9</sup> Se identificaron nueve fuentes: i) la tasa de Delincuencia o Criminalidad (por cada 10000 habitantes); ii) la densidad de miembros del Hogar (promedio del número de miembros por hogar); iii) la edad promedio (entre 15 y 65 años) del

Jefe del Hogar en años; iv) el promedio del porcentaje de miembros mujeres (entre 15-65 años) del total de miembros del hogar; v) el promedio del Nivel Educativo de los miembros del hogar; vi) el promedio del ingreso real Mensual del hogar (base 2007); vii) la tasa de informalidad; viii) el porcentaje del Gasto de Consumo de Bienes Alimenticios del Gasto Total del hogar; y ix) la densidad geográfica de la provincia donde reside el hogar (en habitantes por kilómetro cuadrado).

Las cifras de los cuadros revelan, en primer lugar, que en el período del COVID-19 (desde el segundo trimestre del 2020 al cuarto trimestre del 2021), la pobreza monetaria en el Perú aumentó en ambos años, con respecto al año 2019 previo al COVID-19. El aumento fue de 32.3% para el 2020 y 4.9% en el 2021.

En segundo lugar, las provincias de control, en promedio son más pobres, tienen menores niveles de ingreso, mayores tasas de informalidad (o menores tasas de empleo formal) que las provincias tratadas. En tercer lugar, en ambos grupos de provincias la pobreza aumentó en los dos años del COVID-19 con respecto al año 2019 previo al COVID-19. En cuarto lugar, el ingreso real disminuyó en los años del COVID-19 en las provincias tratadas, con respecto al año 2019 antes del COVID-19. Para las provincias de control, la disminución fue solo el 2020 recuperándose el 2021. En quinto lugar, el promedio de contagiados fallecidos por COVID-19 del grupo de tratamiento es tres veces mayor que el grupo de control, y el promedio de este grupo es muy bajo, 0.39% de la población.

**Tabla 2**

*Indicadores Socioeconómicos del Perú Promedio Trimestral: Perú 2019-2021*

Indicador	2019	2020	2021
1. Pobreza (%)			
Perú	20.08	26.57	21.07
Provincias Tratadas	14.99	20.89	16.19
Provincias de Control	29.75	37.38	30.35

Fuente. INEI-ENAHO 2022. Elaboración propia.

**Tabla 3**

*Indicadores de las Fuentes de Spillovers en Provincias Tratadas y de Control: Promedio Trimestral*

Indicadores	2019		2020	
	Provincias Tratadas	Provincias de Control	Provincias Tratadas	Provincias de Control
Diagnosticados con COVID-19 por población de la provincia (%)			1.16	0.36
Fallecidos por COVID-19 por población de la provincia (%)			0.09	0.03
Tasa de Delincuencia o Criminalidad (Tasa por cada 10000 habitantes) <sup>1</sup>	126.57	46.36	126.57	46.36
Densidad del Número de Miembros del Hogar (habitantes promedio por hogar)	3.49	3.46	3.49	3.46
Edad Promedio del Jefe del Hogar (entre 15 y 65 años) en años	50.57	52.44	49.62	50.61
Porcentaje de Mujeres entre 15-65 años del total de miembros del hogar (%)	45.46	45.98	43.94	44.20
Promedio del Nivel Educativo (en años)	5.82	4.64	5.86	4.80
Ingreso real Promedio Mensual (S/. 2007)	954.14	635.91	833.53	520.63
Tasa de Informalidad (%)	73.05	88.00	71.36	87.94
Porcentaje del Gasto de Consumo de Bienes Alimenticios del Gasto Total (%)	39.17	47.72	46.21	52.39
Densidad Geográfica (habitantes por kilómetro cuadrado)	272.86	26.23	272.86	26.23

Fuente: INEI-ENAO (2022), INEI (2022, 2022a), MINSA (2022). Elaboración Propia. <sup>1</sup> Promedio anual de las provincias respectivas.

En sexto lugar, el grupo de control tiene menor tasa de delincuencia, nivel educativo, ingreso real mensual y densidad geográfica provincial que el grupo de tratamiento. Contrariamente, el grupo de control tiene mayor tasa de informalidad y porcentaje de gastos de consumo en alimentos que las provincias del grupo de tratamiento.<sup>10</sup>

### 3. Metodología

#### 3.1. DISEÑO DEL MÉTODO NO EXPERIMENTAL y METODOLOGÍA DEL CONTROL SINTÉTICO CON SPILLOVERS

El diseño de investigación no-experimental del estudio tiene los siguientes componentes, primero, el objetivo del diseño es la estimación de los efectos spillovers de COVID-19 sobre la pobreza monetaria<sup>11</sup> de un grupo de provincias denominadas tratadas de la economía peruana en el período COVID-19 (2020.II y 2021.IV). Los spillovers provienen del comportamiento de las personas que se manifestaron por el no acatamiento de las restricciones de inmovilidad (cuarentena y toques de queda) y la desprotección sanitaria (como el no uso de mascarillas y no guardar distancia adecuada entre personas). Dicho comportamiento, puede haber agudizado las magnitudes de los

contagios y fallecidos y por consiguiente incrementado los impactos económicos y sociales del COVID-19 y sus políticas.

Segundo, se utilizan tres fuentes de base de datos: la Encuesta Nacional de Hogares (INEI-ENAH, 2022); Transparencia Económica del Ministerio de Economía y Finanzas (2022), y datos actualizados y ajustados del COVID-19 del Ministerio de Salud (2022). Datos auxiliares, como el deflactor del PBI y otros indicadores son obtenidos del BCRP (2022) y el INEI (2022a).

Tercero, la frecuencia del análisis  $t$  es el trimestre-anualizado del período 2011-2020. El período pretratamiento es 2011-2021-I ( $0 < t < T_0$ ). El período de intervención es 2020-II-2021-IV ( $T_0 \leq t \leq T$ ). Para reducir las fluctuaciones trimestrales, cada variable ( $X_t$  o  $Y_t$ ) considerada es medida de forma trimestral-anualizada. Así, para cada trimestre  $t$ , el dato trimestral-anualizado sería  $X_t = \sum_{i=0}^3 X'_{t-i}$ ; donde  $X'_t$  es el valor trimestral de la variable  $X$ . Las variables monetarias son medidas en términos reales usando el deflactor del PBI nacional.

Cuarto, la unidad de análisis son las provincias del Perú que se dividen en dos grupos, las de tratamiento y las de control. Dado que no existen provincias sin contagiados y/o fallecidos por COVID-19 en el período de tratamiento, se ha dividido las 196 provincias del Perú por el porcentaje  $\theta$  de personas contagiadas por COVID-19 relativo a la población de la provincia en los tres últimos trimestres del 2020 (2020.II-2020.IV).<sup>12</sup>

Dicho parámetro de corte o umbral separa a las provincias de control con  $\theta \leq \theta_0$  de las provincias tratadas con  $\theta > \theta_0$ . El valor de  $\theta_0 = 1.0\%$ . Una provincia se considera de tratamiento o tratada si al menos un trimestre de los últimos tres trimestres del 2020 tuvo un umbral superior al 1%. Una provincia se considera de control si en todos los trimestres del 2020 tuvieron un umbral menor al 1%. Dado este umbral, se identificaron 59 provincias de control y 31 provincias de control las cuales disponían toda la información relevante de la metodología empleada.

La literatura con respecto a metodologías que estiman efectos causales de tratamientos específicos a unidades (firmas, personas, áreas geográficas, etc.) es extensa. Un grupo de metodologías que miden estos efectos son los llamados Grupos de Control Sintético (SCG, en siglas de la traducción en inglés) resumidos en Abadie (2021) y Grossi, Mariani, Mattei, Lattarulo, y Oner (2021).

Estos métodos, bajo ciertos supuestos<sup>13</sup>, utilizan un promedio ponderado de las variables-resultados (por ejemplo, la incidencia de la pobreza) de las unidades denominadas de control para reconstruir las variables-resultados potenciales para las unidades tratadas. Estos promedios ponderados, llamados controles sintéticos, se construyen minimizando cierta distancia entre las variables-resultados en el período de pretratamiento y covariables para las unidades tratadas. Uno de los supuestos principales de los controles sintéticos es el supuesto que el valor de la unidad de tratamiento es estable.

De acuerdo con Cox (1958), este supuesto implica dos aspectos que requieren cumplirse, el primero, que los efectos del tratamiento sean constantes y el segundo, que la observación de una unidad no se ve afectada por el tratamiento aplicado a otras unidades. Alternativamente, según Rubin (1980), el tratamiento recibido por una unidad no afecta las variables- resultados de ninguna otra unidad. Otras interpretaciones de este segundo aspecto son los propuestos por Green & Gerber (2012, 2010) quienes sostienen que bajo la definición de efecto causal<sup>14</sup>, los resultados potenciales para una observación determinada responden solo a su propio estado de tratamiento; los resultados potenciales son invariantes a la asignación aleatoria de otros; y Angrist, Imbens y Rubin (1996) quienes afirman que los resultados potenciales para cada persona no están relacionados con el estado de tratamiento de los otros individuos. Cuando este supuesto no se cumple se dice que existen interferencias o efectos derrame (o spillovers en inglés) entre las unidades observadas.

Estos spillovers puede ser de distintos tipos<sup>15</sup>. En el caso del COVID-19 y las políticas que se implementaron en el Perú, se origina otro tipo de spillovers aquel asociado al comportamiento de las personas en las unidades (provincias) tratadas y no tratadas. Este comportamiento implicó que los individuos localizados en las provincias de tratamiento y de control no acataban las restricciones de inmovilidad social y/o las medidas de protección a la salud (por el uso de mascarillas y distancias) los cuales incrementarían los efectos del COVID-19 y sus políticas.

Dado que no existe información directa sobre el comportamiento de los individuos, se asumirá que este se asocia a varias fuentes que pueden explicar dichos comportamientos. Estas fuentes se listan en el Cuadro 3 (arriba). Estas fuentes, que inciden en el comportamiento de los individuos, producen

interferencias, o efectos ‘spillovers’ sobre las variables-resultados socioeconómicos.

La literatura de Control Sintético con Spillovers, *CSP*, ha desarrollado diversas metodologías. La que se emplea en este trabajo es la de Cao & Dowd (2019)<sup>16</sup>. El método de Cao & Dowd (2019), asume que los efectos indirectos son lineales en algún parámetro desconocido e introduce estimadores tanto para los efectos directos del tratamiento como para los efectos de las interferencias o spillovers.<sup>17</sup> A continuación, se describen los componentes del método de Cao & Dowd (2019).

i) Se asume que existe una unidad tratada o de tratamiento. Para el estudio la unidad es la provincia siendo el indicador del tratamiento el número de diagnosticados por COVID-19 por habitante, denotado por el parámetro. Si  $\theta > 1\%$  en por lo menos uno de los tres últimos trimestres del 2020, entonces la provincia es considerada de tratamiento (o tratada) de lo contrario es una provincia de control. Bajo este criterio se identificaron 59 provincias tratadas y 30 de control.  $T_0$  es el período pretratamiento (2011.1-2020.1) y  $T_1$  es el período postratamiento o de COVID-19 (2020.II-2021.IV). La frecuencia de los datos son trimestres. La variable-resultado para la unidad tratada es denotada como  $Y_{1t}$  en el período ‘t’. La variable-resultado para las unidades no tratadas se denota como  $Y_{it}$ ,  $i = 2 \dots N$ ,  $t = 1 \dots T_0 \dots T_1$ .

ii) Sea  $N$  el número de provincias de control más una de tratamiento Se asume que existe  $N - 1$  unidades (provincias) no tratadas o grupo de control.

iii) Sea el vector ‘ $\alpha$ ’ de orden  $N \times 1$  que mide los efectos directos e indirectos o spillovers, el cual es definido por:

$$[1] \quad \alpha_{it} = Y_{it} - Y_{it}^{CSP}; i = 1, N; t \in T_1$$

Donde  $Y_{it}^{CSP}$  es la variable-resultado sintética o contrafactual la cual incluye la estructura conocida de spillovers, tanto para la unidad de tratamiento ( $i=1$ , o  $\alpha_{1t}$ ) como para las unidades de control ( $i \neq 1$ ).

iv) El método asume una estructura conocida y lineal de los efectos spillovers y definidos por la matriz  $A$ . Los efectos con spillovers son definidos como:

$$[2] \quad \vec{\alpha}_{Nx1} = A_{N \times ns} \cdot \vec{\gamma}_{ns \times 1}; ns < N$$

Donde  $ns$  es el número de unidades o provincias fuentes de los efectos spillovers, incluyendo la provincia tratada. La matriz  $A$  se asume que no cambia en todo el período COVID-19. En el trabajo, los valores de dicha matriz son unos y ceros. Uno para la provincia tratada y todas las provincias de control que producen los efectos spillovers y cero para el resto de los elementos de la matriz. De otro lado, el trabajo considera cuatro simulaciones  $S_i; i = 1 - 4$ , para construir esta matriz. La primera simulación  $S_1$  las provincias de control que en la matriz tienen valores 1 es la provincia con el valor extremo (máximo o mínimo) de la fuente que genera los comportamientos del no cumplimiento de la inmovilidad social y la protección a la salud. Para las fuentes de la tasa de delincuencia o criminalidad (por cada 10000 habitantes), la densidad de miembros del hogar (promedio del número de miembros por hogar); la edad promedio (entre 15 y 65 años) del jefe del Hogar en años, el promedio del porcentaje de miembros mujeres (entre 15-65 años) del total de miembros del hogar, la tasa de informalidad, el porcentaje del gasto de consumo de bienes alimenticios del gasto total del hogar, y la densidad geográfica de la provincia donde reside el hogar (en habitantes por kilómetro cuadrado) se toma los valores más altos. Para la fuente del nivel educativo promedio de los miembros del hogar y el promedio del ingreso real mensual del hogar (base 2007) se toman los valores más bajos entre todas las provincias de control.

La segunda  $S_2$  y tercera  $S_3$  simulación considera valores de uno para las provincias de control que tienen los tres y cinco valores extremos, respectivamente, de acuerdo con los indicadores de las fuentes de comportamiento de las personas. La última simulación  $S_4$  considera a las provincias cuyos indicadores sean mayores o menores que el promedio del indicador de la fuente de spillover. Menores para el nivel educativo e ingreso real, y mayores para el resto de las fuentes.

v) Se estima el control sintético estándar (modificado por Cao & Dawd, 2019) de la variable resultado para las  $N$  provincias (de control y la tratada) a través de la siguiente optimización:

$$[1] \quad \text{Min} \sum_{t=1}^{T_0} [Y_{it} - a_i - \vec{Y}'_t \cdot \vec{b}_i]^2; \\ a_i; \vec{b}_i$$

Note que de [1] se obtiene  $N$  valores de  $a_i$  y de  $b_i = [\omega_i]$ . También en [1] se impone que  $\sum_{j=2}^N \omega_j = 0$ . Donde  $Y_{it}$  es la variable-resultado de unidad 'i' en las frecuencias 't' del período de pretratamiento,  $T_0$ ,  $\vec{Y}_t$  es el vector de las variable-resultado de las  $N$  unidades de control y de tratamiento, en la frecuencia 't', si  $i=1$  entonces la unidad o provincia es la tratada;  $b_i^{-}$  es el vector de pesos  $w_i$  correspondientes a las unidades o provincias 'i'.

vi) Se forma las siguientes matrices<sup>18</sup>:

La matriz  $B_{NxN}$  es conformada por las ponderaciones o pesos  $w_i$  de los controles sintéticos<sup>19</sup>. Los elementos de la diagonal [ $b_{jj} = 0$ ] son cero. Esto es:

$$B = [\vec{b}_i], l = 1, N$$

$$\text{La matriz } M_{NxN} = (I_N - B)' \cdot (I - B).$$

vii) Se determina  $\gamma_{nsx1}^{-}$  mediante la siguiente optimización:

$$[2] \quad \text{Min } \|(I_N - B) \cdot (Y_t - A \cdot \hat{\gamma}_{nsx1}) - \hat{\alpha}\|$$

$$\hat{\gamma}_{nsx1}$$

$$[3] \quad \hat{\gamma}_{t(nsx1)} = (A'MA)^{-1} \cdot (A' \cdot (I - B)' \cdot ((I - B) \cdot Y_t - \hat{\alpha}_N)); t \in T_1$$

Donde  $T_1$  es el período postratamiento. En [3] se asume que la matriz  $A'MA$  es no singular (i.e., posee inversa) y que en el período de post tratamiento la matriz de los spillovers  $A$  no cambia en el período postratamiento.<sup>20</sup> El primer supuesto es la condición de invertibilidad de Cao & Dowd (2019). También de [3] y de [2] se obtiene que los estimadores  $\hat{\gamma}_{nsx1}$  y  $\alpha_{Nsx1}^{-}$  los cuales cambian por cada frecuencia 't' del período postratamiento y que dicho cambio depende de la variable-resultado  $Y_t$  del período de post tratamiento.

viii) Los componentes del efecto total ( $E_{Tt} = Y_t - Y_1$ ) con respecto a la variable resultado del último trimestre del período pretratamiento o preCOVID-19 (año 2020) son: el efecto COVID-19 y políticas ( $E_{P\&Covidt}$ ), el efecto spillover ( $E_{SPt}$ ); y los errores de las estimaciones de los controles sintéticos ( $EE_{1t}$  y  $EE_{2t}$ ):

$$E_{Tt} = Y_t - Y_1; T_1: t = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; (\text{Note que } t \text{ son trimestres del período } T_1)$$

$$EC\&P_t = (Y_t - CSP_t) - (Y_1 - CSP_1); t = 2 - 8;$$

$$E_{SPt} = (CSP_t - CS_t); t = 2 - 8$$

$$E_{Tt} = Y_t - Y_1 = E_{SPt} + EC\&P_t + EE_t; t = 2 - 8$$

$$EE_t = E_{Tt} - (E_{SPt} + EC\&P_t) = CS_t - CSP_1; t = 2 - 8$$

Donde  $E_{Tt}$  es el efecto total en la frecuencia 't' del periodo COVID 19, del 2020.II al 2021.IV;  $CSP_t$  es el control sintético con spillover de la variable-resultado de la provincia tratada en la frecuencia 't' del período  $T_1$ . Note que para  $t=1$  (primer trimestre del 2020) también existen estimados del control sintético con spillover de la unidad o provincia tratada. La Figura 2 presenta dichos estimados para el promedio de las provincias tratadas con efectos spillovers estadísticamente significativos;  $EE_t$  es el error debido a la diferencia del control sintético sin spillover estimado en la frecuencia t con respecto a dicho estimado con efecto spillover en el primer trimestre del año 2020. Estos efectos que incluyen el error son medidos en términos porcentuales con respecto a la variable-resultado  $Y_1$  del primer trimestre del 2020.

$$(\%) E_{Tt} * 100/Y_1 = (Y_t - Y_1) * 100/Y_1; t = 2 - 8$$

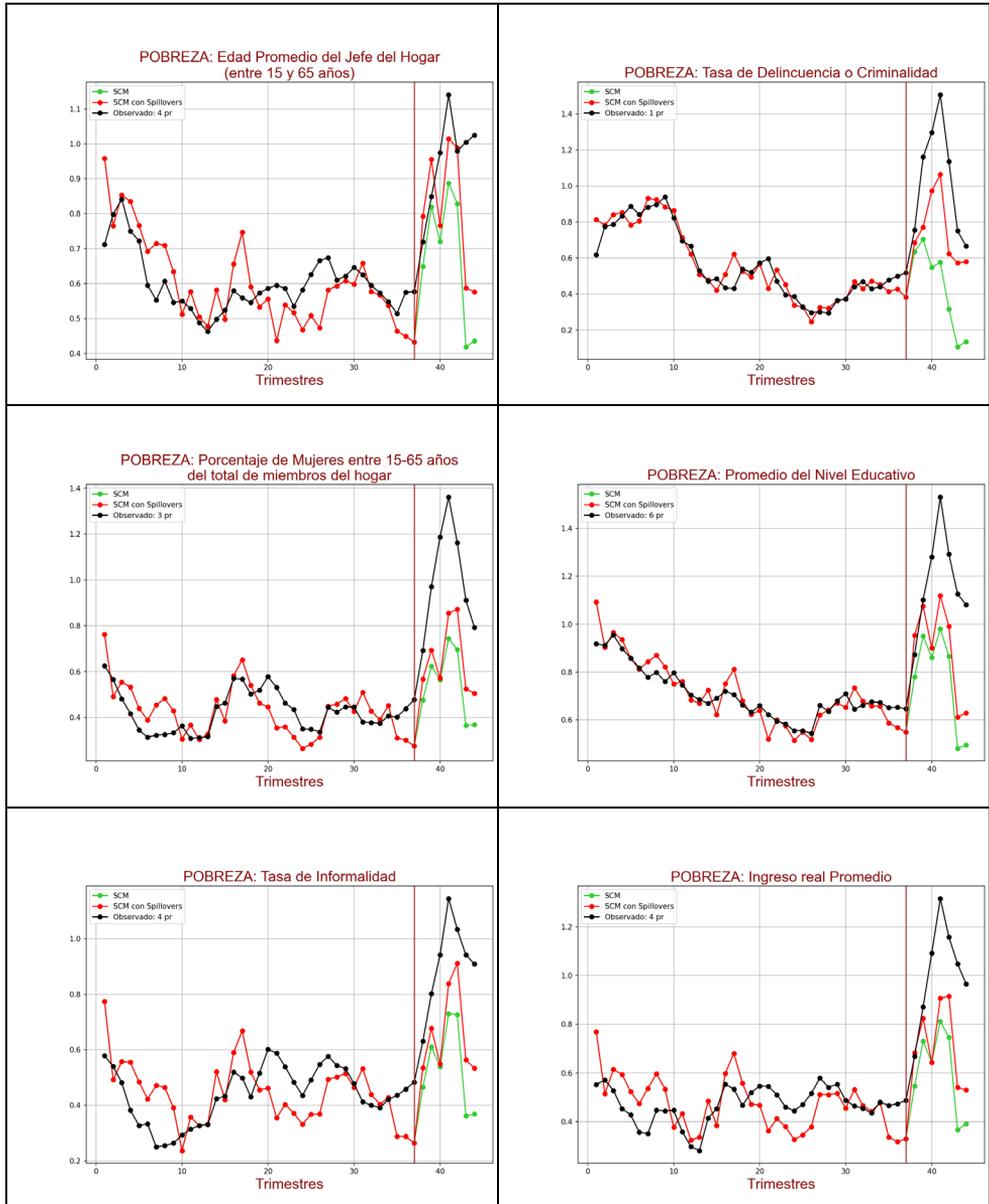
ix) Siguiendo a Cao & Dowd (2019) se realizan dos pruebas de hipótesis que se basan en el estadístico  $P$ -test de Andrews (2003) para cada frecuencia 't' del período COVID-19. En total se tiene siete trimestres (frecuencia). Las dos pruebas de manera general distinguen dos hipótesis:

$$[4] \quad H_0: C_0 \cdot \vec{\alpha}_{Nx1} = d_0; \quad H_1: C_0 \cdot \vec{\alpha}_{Nx1} \neq d_0;$$

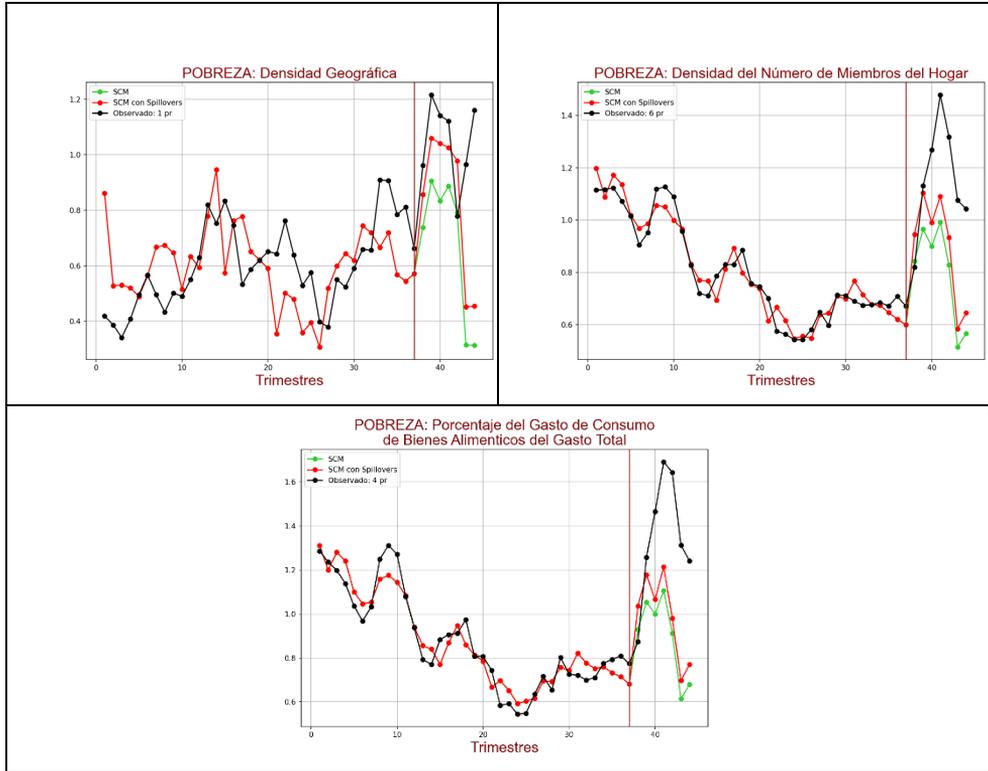
La primera prueba es la existencia o no del efecto del tratamiento<sup>21</sup> ( $TE$ ). En este caso el orden 'O' de  $C$  es  $1 \times N$  y los elementos de  $C$  son 1 o 0: es uno para la unidad o provincia que se requiere validar si existe efecto tratamiento, y 0 es para el resto de las provincias. En esta primera prueba el orden 'O' de  $d$  es  $1 \times 1$  y su valor cero.

**Figura 2**

*Pobreza Estandarizada: Promedio de Simulaciones y Provincias Tratadas con Efectos Spillovers Estadísticamente Significativo Por Fuente de Spillovers 2011.I-2021.IV*



Los efectos 'Spillovers' (derrame) del Shock Mundial del COVID-19: El caso de la Pobreza en el Perú, Un Diseño No Experimental de Control Sintético



La segunda prueba se refiere a la existencia o no de efecto spillover (*SP*). En este caso, el orden '*O*' de *C* es  $(N-1) \times N$  siendo la matriz  $C = [0_{(N-1) \times 1}; I_{(N-1)}]$  y el orden '*O*' de *d* es  $(N-1) \times 1$  cuyos elementos son ceros. Para ambas pruebas, el estadístico y niveles de significancia del *P*-test que desarrolla Cao & Dowd (2019) se basa en  $P = (C\bar{\alpha} - d)' \cdot W \cdot (C\bar{\alpha} - d)$ , donde *W* es la matriz identidad.<sup>22</sup>

x) Para cada una de las 59 provincias tratadas se realizaron las dos pruebas estadísticas en los siete trimestres del período COVID-19 de los años 2020 y 2021 y por cada uno de los 9 indicadores de las fuentes de spillovers. Eso implica que se realizaron 29736 (=59x4x7x9x2) pruebas estadísticas. De este conjunto se seleccionaron las provincias tratadas que tuvieron pruebas estadísticamente en las dos hipótesis (*TE* y *SP*) para cada simulación y en por lo menos dos trimestres del período COVID-19 (2020.II-2021.IV). La siguiente sección presenta los resultados de dichas pruebas.

### 3.3. ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA INCIDENCIA DE LA POBREZA

De las 59 provincias tratadas solo 17 tuvieron pruebas estadísticamente significativas en las dos hipótesis ( $TE$  y  $SP$ ) para cada simulación y en por lo menos dos trimestres (de los siete) del período COVID-19 (2020.II-2021-IV).<sup>23</sup> El Cuadro 4 presenta los resultados del efecto promedios de estas 17 provincias. Este cuadro incluye las siguientes cifras: i) el promedio trimestral del periodo COVID-19 (2020.II-2021.IV) de los efectos totales,  $E_T$ ; ii) los efectos del COVID-19 y sus políticas,  $EC\&P$ ; iii) los efectos de los spillovers,  $ESP$  y el error  $EE_t$  definidos en la Sección 4. Estos efectos y error están medidos en cambios porcentuales (mayormente incrementos) con respecto a la pobreza del primer trimestre del 2020 (2020.I); iv) los valores de los indicadores de la fuente de spillover de cada simulación ( $S_i, i = 1 - 4$ ) y que se toman como referencia para la determinación de la matriz  $A$  de la estructura de los spillovers asociados a las provincias de control; y v) el error cuadrático medio (en inglés root mean square error, RMSE) de las frecuencias del período pre-COVID 19 y COVID-19 de los estimados del control sintético con ( $SP$ ) y sin spillovers mostrados en la Figura 2<sup>24</sup>. Las cifras de estos dos cuadros indican, por un lado, que en todos los indicadores de fuentes de spillovers asociados al comportamiento de los individuos, en por lo menos una de las 4 simulaciones el efecto spillover supera al efecto de las políticas y COVID 19. Más aún, de

los nueve indicadores, el asociado a la tasa de delincuencia tiene la mayor magnitud del efecto spillover en la simulación S4. De otro lado, en promedio para todos los indicadores de los efectos spillovers estadísticamente significativos y simulaciones, las fuentes de los spillovers explican el 32.2% del incremento de la pobreza en el período COVID-19. El rango de estos incrementos de la pobreza varía entre 15.7% -para el indicador del gasto en alimentos, y 61.7% - para el indicador de la tasa de criminalidad y delincuencia.

**Tabla 4**

*Efectos sobre el nivel de pobreza (provincias tratadas con 6 o más periodos con efectos y spillovers significativos)*

CRITERIO	EFFECTOS EN PORCENTAJES DEL NIVEL POBREZA DEL TRIMESTRE 2020.I	S1	S2	S3	S4
<b>Tasa de Delincuencia o Criminalidad</b> {'S1': 2.0, 'S2': 2.0, 'S3': 3.0, 'S4': 1.0} S1: [135.2] S2: [89.6, 120.8, 135.2] S3: [76.9, 81.7, 89.6, 120.8, 135.2] S4: > 47.81	EC&P	30.27	29.14	37.45	28.82
	ESP	13.38	14.51	27.44	61.95
	EET	16.82	16.82	36.37	9.66
	ET	60.46	60.46	101.25	100.43
	RMSE-PRE COVID	0.20	0.20	0.13	0.07
	RMSE-COVID	0.56	0.56	0.58	0.66
	RMSE-SP PRE COVID	0.20	0.20	0.13	0.07
	RMSE-SP COVID	0.46	0.47	0.45	0.33
<b>Densidad del Número de Miembros del Hogar</b> {'S1': 9.0, 'S2': 7.0, 'S3': 7.0, 'S4': 6.0} S1: [4.98] S2: [4.52, 4.55, 4.98] S3: [4.12, 4.31, 4.52, 4.55, 4.98] S4: > 3.45	EC&P	15.06	20.40	21.76	28.48
	ESP	33.31	30.79	29.43	18.99
	EET	44.60	44.77	44.77	36.42
	ET	92.97	95.97	95.97	83.90
	RMSE-PRE COVID	0.12	0.12	0.12	0.11
	RMSE-COVID	0.43	0.41	0.41	0.46
	RMSE-SP PRE COVID	0.12	0.12	0.12	0.11
	RMSE-SP COVID	0.33	0.33	0.33	0.41
<b>Edad Promedio del Jefe del Hogar (entre 15 y 65 años)</b> {'S1': 10.0, 'S2': 9.0, 'S3': 8.0, 'S4': 4.0} S1: [57.45] S2: [56.98, 57.18, 57.45] S3: [55.76, 56.2, 56.98, 57.18, 57.45] S4: > 52.43	EC&P	14.59	14.39	14.04	-0.67
	ESP	30.24	33.98	28.98	23.81
	EET	43.00	44.60	39.10	44.19
	ET	87.83	92.97	82.12	67.33
	RMSE-PRE COVID	0.11	0.12	0.13	0.13
	RMSE-COVID	0.41	0.43	0.44	0.37
	RMSE-SP PRE COVID	0.11	0.12	0.13	0.13
	RMSE-SP COVID	0.32	0.33	0.33	0.28
<b>Porcentaje de Mujeres entre 15-65 años del total de miembros del hogar</b> {'S1': 7.0, 'S2': 0.0, 'S3': 3.0, 'S4': 3.0} S1: [56.74]	EC&P	15.41	ND	22.66	37.18
	ESP	38.11	ND	32.39	23.45
	EET	46.49	ND	43.38	59.83
	ET	100.00	ND	98.43	120.46

**Tabla 4**

*Efectos sobre el nivel de pobreza (provincias tratadas con 6 o más periodos con efectos y spillovers significativos)*

S2: [52.23, 52.32, 56.74] S3: [51.54, 51.58, 52.23, 52.32, 56.74] S4: > 46.0	RMSE-PRE COVID	0.13	ND	0.16	0.11
	RMSE-COVID	0.45	ND	0.52	0.49
	RMSE-SP PRE COVID	0.13	ND	0.16	0.11
	RMSE-SP COVID	0.34	ND	0.38	0.41
Promedio del Nivel Educativo {'S1': 0.0, 'S2': 7.0, 'S3': 7.0, 'S4': 6.0} S1: [3.85] S2: [3.85, 3.87, 4.0] S3: [3.85, 3.87, 4.0, 4.05, 4.06] S4: < 4.65	EC&P	ND	12.92	12.92	30.20
	ESP	ND	39.56	39.57	22.83
	EET	ND	46.68	46.68	41.74
	ET	ND	99.16	99.16	94.78
	RMSE-PRE COVID	ND	0.11	0.11	0.09
	RMSE-COVID	ND	0.45	0.45	0.49
	RMSE-SP PRE COVID	ND	0.11	0.11	0.09
	RMSE-SP COVID	ND	0.34	0.34	0.41
Ingreso real Promedio {'S1': 7.0, 'S2': 9.0, 'S3': 11.0, 'S4': 4.0} S1: [372.22] S2: [372.22, 398.76, 439.23] S3: [372.22, 398.76, 439.23, 443.03, 460.76] S4: < 640.49	EC&P	15.49	20.78	18.07	31.86
	ESP	42.29	33.52	27.44	24.29
	EET	53.83	45.73	40.74	58.92
	ET	111.61	100.04	86.25	115.06
	RMSE-PRE COVID	0.11	0.12	0.12	0.13
	RMSE-COVID	0.39	0.44	0.44	0.49
	RMSE-SP PRE COVID	0.11	0.12	0.12	0.13
	RMSE-SP COVID	0.29	0.37	0.37	0.42
Tasa de Informalidad {'S1': 7.0, 'S2': 7.0, 'S3': 9.0, 'S4': 4.0} S1: [97.42] S2: [95.87, 96.18, 97.42] S3: [95.19, 95.32, 95.87, 96.18, 97.42] S4: > 87.86	EC&P	15.49	13.57	16.37	12.31
	ESP	42.29	38.92	32.73	25.05
	EET	53.83	46.68	44.76	60.16
	ET	111.61	99.16	93.86	97.52
	RMSE-PRE COVID	0.11	0.11	0.12	0.15
	RMSE-COVID	0.39	0.45	0.44	0.42
	RMSE-SP PRE COVID	0.11	0.11	0.12	0.15
	RMSE-SP COVID	0.29	0.35	0.35	0.32
Porcentaje del Gasto de Consumo de Bienes Alimenticios del Gasto Total {'S1': 6.0, 'S2': 6.0, 'S3': 8.0,	EC&P	26.37	23.11	26.53	36.14
	ESP	16.84	24.87	19.75	12.63
	EET	38.18	36.23	31.64	31.66

**Tabla 4**

*Efectos sobre el nivel de pobreza (provincias tratadas con 6 o más periodos con efectos y spillovers significativos)*

'S4': 4.0} S1: [93.5] S2: [55.67, 57.61, 93.5] S3: [53.75, 54.27, 55.67, 57.61, 93.5] S4: > 47.79	ET	81.39	84.21	77.93	80.43
	RMSE-PRE COVID	0.10	0.12	0.11	0.12
	RMSE-COVID	0.40	0.43	0.46	0.57
	RMSE-SP PRE COVID	0.10	0.12	0.11	0.12
	RMSE-SP COVID	0.36	0.36	0.39	0.53
Densidad Geográfica {'S1': 5.0, 'S2': 6.0, 'S3': 5.0, 'S4': 1.0} S1: [71.43] S2: [53.47, 59.75, 71.43] S3: [49.06, 49.52, 53.47, 59.75, 71.43] S4: > 26.42	EC&P	10.09	19.52	71.61	18.20
	ESP	32.88	45.13	-23.29	23.35
	EET	42.12	56.51	35.53	16.91
	ET	85.09	121.16	83.86	58.46
	RMSE-PRE COVID	0.15	0.09	0.13	0.17
	RMSE-COVID	0.47	0.37	0.43	0.45
	RMSE-SP PRE COVID	0.15	0.09	0.13	0.17
RMSE-SP COVID	0.33	0.29	0.50	0.35	

Fuente: INEI-ENAH0 (2022), INEI (2022), Cuadro A1<sup>25</sup>. Elaboración propia.

## 4. Conclusiones

El objetivo del presente trabajo es estimar el impacto de los efectos 'spillovers' (derrames) del COVID-19 sobre la incidencia de la pobreza en las provincias del Perú en el período 2020-I-2021-IV. Estos spillovers se derivan del comportamiento de las personas que condujeron a aglomeraciones de gente en espacios relativamente pequeños<sup>26</sup>, falta de protección contra el COVID-19<sup>27</sup>, e incumplimiento del confinamiento. Para el promedio de las 17 provincias, cuyos efectos spillovers son estadísticamente significativos, los 9 indicadores de las fuentes de spillovers asociados al comportamiento de los individuos, en por lo menos una de las 4 simulaciones estimadas los efectos spillover superan al efecto del COVID-19 y sus políticas. Más aún, el indicador de la tasa de delincuencia tiene el mayor efecto en magnitud en una simulación.

Las técnicas que se usaron para estimar los impactos fueron del Control Sintético (CS) y su ajuste con los efectos spillovers (CSP) del estudio de Cao & Dowd (2019). La principal fuente de la base de datos usada es la Encuesta Nacional de Hogares del INEI-ENAH0 (2022) para el período del 2011.I al 2020-I. Los datos de la incidencia de la pobreza (la variable-resultado del

estadísticos, fueron estandarizados con el promedio trimestral de las provincias tratadas en dicho período. Se consideraron 59 provincias tratadas y 31 de control. El criterio de las provincias de control fue que el umbral de diagnosticados con COVID-19 (con respecto a la población de la provincia) fuese mayor al 1% en por lo menos un trimestre del período COVID-19 del 2020 (2020.II-2020IV) de lo contrario las provincias son de control (<1%).

Basado en el diseño y método no experimental implementado, y detallado en la Sección 4, y las 29736 pruebas estadísticas estimadas que incluyen estimaciones de los efectos spillovers en 7 trimestres (2020-II-2021.IV), para 59 provincias tratadas, en 4 simulaciones, 9 criterios fuentes de spillovers, y dos tipos de pruebas estadísticas (la de políticas y COVID-19, y la de efectos con spillovers), se obtuvieron tres resultados principales. Primero, diecisiete provincias tuvieron efectos spillovers estadísticamente significativos en por lo menos un criterio de fuente de spillovers. Estas provincias tratadas explican casi el 60% de los fallecidos por COVID-19 en el período COVID-19 del 2020-II al 2021-IV. Segundo, en promedio las 17 provincias los efectos spillovers estadísticamente significativos incrementaron el nivel de pobreza del 2019 entre un 15.7% y 61.7%, siendo el mayor efecto con la fuente de la tasa de criminalidad. Tercero, en promedio para estas 17 provincias, cerca del 33% del incremento de la pobreza del año 2019 es explicada por los efectos spillovers.

La principal y más relevante sugerencia del trabajo es que los comportamientos y reacciones de las personas a las políticas del gobierno requieren ser considerados al definir y aplicar dichas políticas. La experiencia y evidencia del COVID-19 en el Perú, señala que las políticas que se implementaron en el periodo del COVID-19 y el comportamiento de las personas como reacción a dichas políticas exacerbaron los efectos negativos sobre la pobreza. Así en el 2020 y 2021 los niveles de pobreza monetaria se incrementaron en 50% y 28% respectivamente con respecto a la incidencia de la pobreza del año pre-COVID-19 2019 (INEI 2022a). Los efectos estimados en el presente trabajo sugieren que el 16% y 9% de dichos incrementos pueden haber sido por los spillovers generados por el comportamiento de las personas.

## Referencias

- Abadie, A., 2021. Using Synthetic Controls: Feasibility, Data Requirements, and Methodological Aspects. *Journal of Economic Literature*. 59(2), pp. 391-425
- Andrews, D. W. K. 2003. End-of-Sample Instability Tests. *Econometrica*, 71(6):1661-1694.
- Angrist, J., G. Imbens, D. Rubin 1996. Identification of Causal Effects Using *Instrumental Variables*. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 91, No. 434, pp. 444-455
- Basu. D. 1980. Randomization Analysis of Experimental Data: The Fisher Randomization Test. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 75, No. 371, pp. 575-582
- Cao J., C. Dowd 2019. Estimation and Inference for Synthetic Control Methods with Spillover Effects. University of Chicago Booth School of Business.
- Cao J., C. Dowd 2018. Estimation and Inference for Synthetic Control Methods with Spillover Effects. PPT. University of Chicago Booth School of Business
- Cox., D 1958. *Planning of Experiments*. John Wileys & Sons.
- Cunningham, S. 2021. *Causal Inference The Mixtape*. Yale University Press, New Haven & London.
- Di Stefano R., G. Mellace 2020. The inclusive synthetic control method. Department of Methods and Models for Economics, Territory and Finance Sapienza University of Rome Via del Castro Laurenziano, Mimeo.
- Elenev, V., L. Quintero, A. Rebucci, E. Simeonova 2021. Direct and Spillover Effects from Staggered Adoption of Health Policies: Evidence from COVID-19 Stay-at-Home Orders. NBER WP, 29088.
- Ferman, B. Pinto, C. 2021. Synthetic Controls with Imperfect Pre-Treatment Fit. *Quantitative Economics* 12, 1197-1221.

- Grossi, G., M. Mariani, A. Mattei, P. Lattarulo, O. Oner 2021. Synthetic Control Group Methods in the Presence of Interference: The Direct and Spillover Effects of Light Rail on Neighborhood Retail Activity. Mimeo Cambridge University.
- Green, D., A. Gerber 2012. *Field Experiments: Design, Analysis, and Interpretation*. Norton. También en The Stable Unit Treatment Value Assumption (SUTVA) and Its Implications for Social Science RCTs, 2010.
- Huntington-Klein, N 2022. *The Effect an Introduction to Research Design and Causality*. CRC Press.
- Jaramillo, M., K. López 2021. Políticas para combatir la pandemia de COVID-19. Documento de Investigación 12, GRADE
- Rubin D. 1980. Randomization Analysis of Experimental Data: The Fisher Randomization Test Comment. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 75, No. 371 pp. 591-593
- Shi, C., D. Sridhar, V. Misra, D. Blei 2022. On the Assumptions of Synthetic Control Methods. Proceedings of the 25th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS) 2022, Valencia, España.
- Tello M.D. 2021. Controles Sintéticos y Estrategia de Dosis: Un Análisis Provincial Exploratorio de los Efectos del COVID-19 en los Ingresos, Empleo y Pobreza en el Perú, 2011-2020. Informe Final CIES.
- Zhou F, Yu T, Du R, Fan G, Liu Y, Liu Z, 2020. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet* 395, pp. 1054–62.

## **Base de Datos**

- BCRP 2022. Estadísticas. Banco Central de Reserva del Perú.
- INEI-ENAHO 2022. Encuesta Nacional de Hogares, años del 2011 al 2020. INEI.
- INEI 2022. Estadísticas de Seguridad Ciudadana.  
<https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/estadisticas-de-seguridad-ciudadana/1/>

INEI 2022a. *Diálogos CIES Perú Sostenible: Las Nuevas Cifras de Pobreza 2021*.  
INEI y CIES.

INEI 2021. Evolución de la Pobreza 2009-2020 Monetaria-Informe Técnico.

MEF 2022. Transparencia Económica. Disponible en  
<https://apps5.mineco.gob.pe/bingos/mantenimiento/Navegador/default.aspx>

MINSA 2022. Estadísticas del COVID 19. Disponible en:  
[https://covid19.minsa.gob.pe/sala\\_situacional.asp](https://covid19.minsa.gob.pe/sala_situacional.asp)

Our World Data 2022. <https://ourworldindata.org/UN-ECLAC> 2023. Políticas  
Covid-19. Disponible en: <https://statistics.cepal.org/forms/covid-countrysheet/index.html?country=PER&theme=9>

World Bank 2022. *World Development Indicators*

## Notas al final

---

<sup>1</sup> Este trabajo fue subvencionado según contrato 065-2021-PROCIENCIA por el CONCYTEC a través del programa PROCIENCIA en el marco del "Proyecto de Cooperación con la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo – AECID", formalizado mediante la Resolución de la Presidencia de AECID, de fecha 09 de junio de 2021.

<sup>2</sup> Zou y asociados (2020).

<sup>3</sup> <https://ourworldindata.org/>

<sup>4</sup> Jaramillo López (2021) y Tello (2021).

<sup>5</sup> Reflejados en aglomeraciones de personas en espacios reducidos, el no guardar distancias y protección con mascarillas establecidas por ley, y el incumplimiento del confinamiento.

<sup>6</sup> Por ejemplo, el Center of Economic Studies (<https://www.cesifo.org/en/economic-research-covid-19>), y el National Bureau of Economic Research (<https://www.nber.org/topics/covid-19?page=1&perPage=50>).

<sup>7</sup> Abadie (2021) describe los detalles de este método.

<sup>8</sup> Detalles en la siguiente sección.

<sup>9</sup> Algunas de estas fuentes como la informalidad, el hacinamiento en el hogar, y la delincuencia han sido sugeridas como fuente de aglomeración de las personas (<https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-52748764>; y <https://www.clacso.org/los-desacuerdos-entre-las-medidas-gubernamentales-y-la-respuesta-social-frente-a-la-pandemia-de-covid-19-en-peru/>)

<sup>10</sup> <https://www.clacso.org/los-desacuerdos-entre-las-medidas-gubernamentales-y-la-respuesta-social-frente-a-la-pandemia-de-covid-19-en-peru/>

Todos los datos están en trimestres a excepción de la tasa de criminalidad del INEI (2022a) que son datos anuales. Las cifras del Cuadro 3 son los promedios de dichos datos para el respectivo año (2019, y 2020) para las provincias tratadas y de control.

<sup>11</sup> Esta se define como el porcentaje de pobres del total de la población. La definición de pobre es la persona cuyo consumo se encuentra por debajo del valor de la línea de pobreza (la cual cambia por año, EN (2020)).

<sup>12</sup> La posibilidad de doble contabilidad respecto a las personas expuestas al COVI-19 puede ocurrir si se adicional el número de muertos por COVID-19, dado que no se tiene información de cuantos infectados en el

período 't' mueren o dentro del mismo periodo o en posteriores. Debido a esta posibilidad es que solo se considera los contagiados oficiales por COVID-19 (con pruebas rápidas y las de PCR, <https://gacetamedica.com/investigacion/como-funcionan-y-en-que-se-diferencian-las-pcr-y-los-test-rapidos-de-coronavirus/>).

<sup>13</sup> La lista de los supuestos que requiere el método SC es presentada por Shi, Sridhar, Misra, y Blei (2022). Las ventajas y limitaciones del método los describen Cunningham (2021) y Huntington-Klein (2022).

<sup>14</sup> Se define efecto causal para cada observación a la diferencia en la variables-resultado cuando la unidad fuera tratada menos la variable-resultado de la misma unidad si no fuera tratada.

<sup>15</sup> Green & Gerber (2012, 2010) lista una serie de ejemplos de efectos spillovers.

<sup>16</sup> Di Stefano & Mellacey (2020) y Grossi, Mariani, Mattei, Lattarulo, y Poner (2021) presentan métodos alternativos.

<sup>17</sup> El método de Di Stéfano & Mellace (2020) introduce un procedimiento, llamado SCM (synthetic control method) inclusivo, bajo el cual los efectos directos e indirectos o spillovers se pueden estimar incluyendo a unidades de control potencialmente afectadas por spillovers en el grupo de tratamiento. Por otro lado, el método de Grossi *et al* (2021) introduce dos tipos de spillovers. El primero representa el efecto del tratamiento sobre unidades no tratadas pertenecientes al vecindario de la unidad tratada. El segundo las interferencias partirían de las unidades no tratadas hacia la unidad tratada, en el hipotético escenario que las unidades no tratadas fueron expuestas al tratamiento en lugar de la unidad tratada real. En cierto sentido, este según tipo de efecto indirecto sería como un "efecto indirecto no realizado".

<sup>18</sup> Para el caso de una unidad tratada y N-1 unidades de control.

<sup>19</sup> En el caso de la estimación de Cao & Dowd (2019) el intercepto  $a_1$  se agrega para evitar sesgo en la estimación (Ferman & Pinto, 2021).

<sup>20</sup> Si A dependiera de t entonces en [3] la matriz A se reemplazaría por la matriz At

<sup>21</sup> Cabe señalar que el efecto tratamiento incluye las políticas del COVID-19 desde que no se puede separar los dos eventos COVID-19 y políticas debido a que el período incidencia de los dos eventos es el mismo.

<sup>22</sup> En pp. 15, Cao & Dowd (2019) provee una matriz alternativa de W.

<sup>23</sup> Las provincias que tuvieron efectos spillovers estadísticamente significativos en por lo menos una fuente de spillover son: Barranca, Bellavista, Huancayo, Huaral, Zarumilla, Arequipa, Callao, Cañete, Huaura, Huaura, Jorge Basadre, Lima, Santa, Tacna, Huánuco, Pasco y Puno, las cuales corresponde al 8.7% del total de provincias del Perú, 28.8% del total de provincias tratadas y explican casi el 60% de los fallecidos por COVID-19 en el período 2020-II-2021-IV. El Cuadro A1 del anexo disponible a solicitud de lector presenta las cifras de los efectos para estas 17 provincias tratadas.

<sup>24</sup> En el Cuadro A1, disponible a solicitud del lector, también registra los niveles de significancia,  $\alpha$ , de las dos pruebas estadísticas (SP, TE) que son significativas con valores de P menores o iguales al 10%. Los efectos estadísticamente significativos se consideran por cada simulación y si al menos dos trimestres del periodo COVID-19 (2020-Y-2021.IV) son estadísticamente significativos (con nivel de significancia menores o iguales al 10%) y para cada prueba estadística (T y SP).

<sup>25</sup> Este cuadro está disponible a solicitud del lector.

<sup>26</sup> Tales como mercados, paradero y vehículos de transporte público, locales de entretenimiento, etc.

<sup>27</sup> No uso mascarilla, no guardar distancia entre personas.