

¿Puede la tecnología reducir la corrupción? Nueva evidencia empírica utilizando datos de panel

Could technology reduce corruption? New empirical evidence using panel data

Brayan Tillaguango ¹ | Roberto Erazo ²

¹Carrera de Economía, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

²Carrera de Economía, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

Correspondencia

Brayan Tillaguango, Carrera de Economía,
Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador
Email: brayan.tillaguango@unl.edu.ec

Agradecimientos

Club de Investigación de Economía (CIE)

Fecha de recepción

Enero 2020

Fecha de aceptación

Junio 2020

Dirección

Bloque 100. Ciudad Universitaria Guillermo
Falconí. Código Postal: 110150, Loja, Ecuador

RESUMEN

La tecnología en los últimos años se ha convertido en una herramienta capaz de potenciar el ámbito social, económico y político. El objetivo de esta investigación es examinar el efecto de la tecnología sobre la corrupción a nivel global y en grupos de países usando técnicas econométricas de datos de panel. Los datos fueron obtenidos del *World Development Indicators (2018)* para 72 países durante el periodo 2001-2018. Nuestros resultados muestran que el gasto en tecnología es un mecanismo clave para combatir la corrupción tanto a nivel global como en los países de ingresos altos. Las acciones deben ir desde el control y monitoreo de las actividades gubernamentales hasta una interacción más directa Estado-Sociedad. Por lo tanto, es imperativo que los gobiernos inviertan y destinen un mayor grado de componentes tecnológicos enfocado en los sectores más vulnerables y entidades propensas a ser corruptas.

Palabras clave: Tecnología; Corrupción; Datos de panel; Mundo.

Códigos JEL: M15. D73. O47.

ABSTRACT

Technology in recent years has become a tool capable of enhancing the social, economic, and political sphere. This research aims to examine the effect of technology on corruption at the global level and in groups of countries applying econometric panel data techniques. We use data from the *World Development Indicators (2018)* for 72 countries during 2001-2018. Our results show that spending on technology is a crucial mechanism for fighting corruption globally and in high-income countries. Actions should range from the control and monitoring of government activities to a more direct State-Society interaction. Therefore, governments must invest and allocate a greater degree of technological components focused on the most vulnerable sectors and entities prone to corruption.

Keywords: Technology; Corruption; Panel data.

JEL codes: M15. D73. O47.

1 | INTRODUCCIÓN

La corrupción es un acto delictivo que obstaculiza el crecimiento de los países y conlleva al crecimiento de la pobreza. Esta arraigo principalmente en los países en vías de desarrollo. Según la FAO el costo de la corrupción de un año serviría para erradicar el hambre de los más vulnerables del planeta por 10 años. El Foro Económico Mundial, para el 2018, ha estimado que la corrupción generó un costo de 2,6 billones de dólares y al menos un billón de dólares corresponde a sobornos. El Índice de Percepción de la corrupción, elaborado por la ONG Transparencia Internacional, para el año 2018 afirma que Dinamarca es el país con menor índice de corrupción. Otros países que tienen índices de percepción de corrupción bajos son Finlandia, Singapur, Suecia, Suiza, Noruega, Holanda, Canadá y Luxemburgo. Pero en el otro extremo, donde se encuentran los países con un índice de percepción de corrupción más alto se encuentran Somalia, como el país más corrupto, seguido de Siria, Sudán del Sur, Yemen, Corea del Norte, Sudán, Guinea Bisau, Guinea Ecuatorial, Afganistán y Libia.

Existe amplia evidencia empírica que han centrado interés en el análisis del efecto de la tecnología en la corrupción. En este contexto, Andersen (2009) afirma que para que los gobiernos corruptos sean menos agresivos deben optar por la iniciativa de un gobierno electrónico. Bertot, Jaeger & Grimes (2010) afirman que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) es considerada como una herramienta económica y conveniente porque brindan los medios para promover la apertura y la transparencia que ayudan a reducir la corrupción. En este sentido Elbahnasawy (2014) considera que un mayor alcance de la infraestructura de comunicación a través de una mayor cobertura de internet es una herramienta poderosa para mejorar los servicios de comunicación entre el gobierno y la sociedad. El objetivo de la presente investigación es evaluar el efecto de la tecnología en la corrupción. La investigación tiene cobertura para 72 países del mundo y grupos de países de acuerdo a la clasificación por ingresos Atlas del Banco Mundial (2017) para el periodo 2001 - 2018. Utilizamos técnicas econométricas de datos de panel que nos permiten controlar la autocorrelación y heterogeneidad no observada y obtener estimadores más consistentes. Nuestra hipótesis planteada establece que los países con una mayor nivel tecnológico tienen un índice de corrupción bajo.

Los resultados del modelo de regresión GLS muestran que el gasto en tecnología ayuda a combatir la corrupción tanto a nivel GLOBAL como en los países de ingresos altos (HIC). Principalmente, como una vía de interacción y comunicación Estado-Sociedad. Por otra parte, el gasto en tecnología sigue mostrando un efecto positivo y estadísticamente significativo en la integridad del gobierno después de haber incorporado las variables de control. En este sentido el gasto en tecnología es un mecanismo clave para ayudar a disminuir la corrupción desde el monitoreo y vigilancia de los sectores más vulnerables y propensos a la corrupción. Además, los ingresos y la educación, como se conoce, son mecanismos principales que ayudan a combatir la corrupción. Basado en los resultados encontrados se puede considerar las siguientes implicaciones de política: el gasto e inserción de tecnología debe ir de la mano de un mejor sistema educativo y empleo. Además, los gobiernos deben destinar mayor grado de tecnología en los sectores más propensos a la corrupción como es el caso de las compras y la contratación pública y monitoreo de las inversiones del gobierno.

El aporte de esta investigación consiste en clasificar a los 72 países en grupos de acuerdo con sus niveles de ingresos per cápita, (países de ingresos altos, países de ingresos medios altos, países de ingresos medios bajos y países de ingresos bajos (HIC, MHIC, MLIC, MLIC) con esta clasificación podemos estimar de una manera más clara y objetiva el impacto que tiene la tecnología en la corrupción en los diferentes grupos de países de acuerdo a la clasificación Atlas del Banco Mundial (2017)

2 | REVISIÓN DE LITERATURA

La corrupción es un problema que genera desequilibrios profundos en las economías de los países. A pesar de que existen muchas investigaciones, no se ha podido identificar las verdaderas soluciones para este problema con el fin de establecer lineamientos y políticas anticorrupción. Para buscar posibles soluciones que combatan la corrupción, primero debemos plantearnos la interrogante ¿Qué es corrupción? Jain (2001) afirma que existe un consenso que la corrupción se refiere a actos en los que se utiliza el poder del cargo público para fines personales cambiando las reglas del juego mediante ciertos actos ilegales. De ahí que, la corrupción afecta diversos ámbitos. Como afirma Ugur (2014), la corrupción induce efectos adversos sobre el crecimiento económico. La corrupción obstaculiza la productividad de la inversión del sector público (Tanzi, 1995), reduce la inversión (Habib & Zurawicki, 2002) provoca la subida desmesurada de los precios (Ben, Ali & Sassi, 2016), intensifica la desigualdad y la pobreza (Gupta, Davoodi, & Alonso-Terme, 2002) disminuye considerablemente los ingresos de las personas (Husted, 1999) y muchas más afectaciones que bloquean el desarrollo de los países.

Existen diversas investigaciones que intentan descifrar las causas y orígenes de la corrupción. En los últimos años se ha intentado dar un nuevo rumbo a las investigaciones incluyendo nuevas variables como las tecnológicas. Bertot, Jaeger & Grimes (2010) afirma que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) es una herramienta económica y conveniente para reducir la corrupción. La tecnología puede reducir la desigualdad, principalmente en países de ingresos medios y bajos (Vargas y Guerrero-Riofrío, 2019). La evidencia empírica se divide en dos partes, la primera relaciona la tecnología y la corrupción utilizando técnicas de cointegración y el segundo grupo las investigaciones que utilizaron otras técnicas investigativas. Además, se incluye evidencia empírica para las variables de control, es decir investigaciones que analicen la relación de la educación y los ingresos con la tecnología.

Las investigaciones que utilizaron técnicas de cointegración y datos de panel concuerdan que la tecnología es una herramienta muy eficaz para reducir los niveles de corrupción a través de las distintas formas que acapara la tecnología. Lee-Geiller & Lee (2019); Elbahnasawy (2014) afirman que un mayor alcance de la infraestructura de comunicación a través de una mayor cobertura de internet es una herramienta poderosa para mejorar los servicios de comunicación entre el gobierno y la sociedad. Los gobiernos de los países cada día están adoptando nuevas formas para tener una mayor interacción con la sociedad civil, sin embargo, las sociedades no terminan de adaptarse a estas nuevas formas de comunicación Estado-Sociedad. Tal como muestran Tang *et al.* (2019); Lio, Liu & Ou (2011) que el internet, un factor primordial de la comunicación, ha mostrado una capacidad para disminuir la corrupción, pero su potencial aún no se ha realizado plenamente. Además, Kanyam, Kostandini & Ferreira (2017) en su investigación para África Subsahariana donde analizaron el impacto de la penetración del teléfono móvil. Los datos señalaron que los teléfonos celulares reducen la corrupción puesto que aumentan la transparencia de los gobiernos y la información.

En un segundo grupo tenemos las investigaciones que no utilizaron modelos de datos de panel. El gobierno electrónico es una nueva tendencia que muchos de los países están implementando para hacer frente a la corrupción, esta nueva forma de hacer gobierno se centra principalmente en generar lazos de confianza entre el gobierno y la sociedad, a través de la transparencia en las actividades realizadas por los funcionarios del gobierno. Lindgren *et al.* (2019); Bindu, Sankar & Kumar (2019); Gans-Morse *et al.* (2018) encontraron que las auditorías anticorrupción y el gobierno electrónico son un condición necesaria pero insuficiente para el control de la corrupción, puesto que cuando la corrupción es un problema

sistémico no se puede tratar a largo plazo con soluciones individuales. Es decir, la adopción de la tecnología para establecer un gobierno electrónico solo es una parte importante para combatir la corrupción puesto que está arraigada en la mayoría de los ámbitos sociales. Al igual que sugieren Ferreira, Cunha, Amaral & Camões (2014) en un estudio realizado en Portugal, sus resultados afirman que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son esenciales para construir un gobierno que promueva la imparcialidad en sus cuentas, especialmente en el campo de la contratación pública, ya que es uno de los sectores más propensos a la corrupción. No obstante, la implementación de la tecnología tienen un potencial muy grande para combatir la corrupción pero debe estar acompañada con una mejora de otros sectores.

Autores como Garrido-Rodríguez *et al.* (2019); Shrivastava & Bhattacharjee (2014); Zhang *et al.* (2019); Bertot, Jaeger & Grimes (2010); Charoensukmongkol & Moqbel (2014); De Chiara & Livio (2017) concuerdan que la introducción de tecnología para crear gobiernos electrónicos radica en la supervisión y monitoreo de las actividades de los sectores del gobierno promoviendo la transparencia de los presupuestos, contratación e inversiones en los lugares donde se da un mayor número de casos de corrupción. La tecnología igualmente permite a la sociedad civil tener un mayor control de las actividades del gobierno puesto que la información fluye con más velocidad, por tanto están más informados de los acontecimientos. No obstante, Charoensukmongkol & Moqbel (2014), también afirma que la introducción de tecnología genera incrementos en la corrupción en algunos casos dado que, más inversión puede proporcionar oportunidades para generar corrupción.

En cuanto a las variables de control, donde la educación y los ingresos juegan un papel muy importante como factores anti-corrupción, Glaeser & Saks (2006); Borsky & Kalkschmied (2019); Duerrenberger & Warning (2018) Bašná (2019) afirman que los estados más educados, y en menor grado los estados más ricos, tienen menos corrupción. La educación ayuda a disminuir los niveles de corrupción, sin embargo, cabe destacar que la corrupción también se encuentra dentro de la educación como afirman Sabic & Mansur (2016). La corrupción en la educación es un elemento generalizado que exacerba los esfuerzos de los países en desarrollo por educar a sus ciudadanos. Además, existe una controversia en cuanto a la causalidad entre la corrupción y la desigualdad de ingresos. Pollicardo, Carrera & Risso (2019) en su estudio utilizando técnicas de causalidad donde analizaron 34 países de la OCDE sugieren que la causalidad entre la corrupción y desigualdad de ingresos es específica para cada país y que efectivamente la desigualdad de ingresos afecta positivamente la corrupción.

Además, Montes, Bastos & de Oliveira (2019); Wu, Nie & Chen (2017); Lewis & Hendrawan (2019) afirman que el gasto de los gobiernos incrementa la corrupción, por los altos presupuestos que se manejan, especialmente cuando se aproximan las elecciones. Por otra parte estas inversiones disminuyen la productividad. Sin embargo, An & Kweon (2017); Batzilis (2019); Choudhury (2015), mantienen una postura positiva en cuanto a la intervención del gobierno para disminuir la corrupción, principalmente cuando los partidos políticos son competitivos y buscan transparentar todas sus movimientos económicos para generar confianza en la sociedad. Además, la evidencia empírica antes mencionada afirman que mayores salarios en el sector público disminuye los niveles de corrupción, no obstante esta estrategia muchas veces es muy costosa. Por otro lado, la inversión en activos fijos (escuelas, hospitales, hidroeléctricas, etc.) por parte del gobierno o por empresas privadas, son más propensas a incurrir en la corrupción, producto de los montos destinados a estas inversiones. Así lo muestran Junxia (2019); Zhang, An & Zhong (2019); Beekman, Bulte & Nillesen (2014); Tanzi & Davoodi (1998), las empresas subsidiadas por el Estado muestran niveles de sobreinversión, por tanto tienen una propensión mayor a incurrir en procesos corruptos. Además, Duerrenberger & Warning (2018) afirman que se debe analizar la corrup-

ción a nivel local, principalmente por las diferencias económicas que muestran las regiones dentro de los países. Gran parte de la evidencia empírica llega a la conclusión de que existe una relación negativa entre la tecnología y los niveles de corrupción principalmente en el corto plazo, mientras que a largo plazo para que esta tenga impacto debe estar acompañada con la potenciación de otros sectores como la educación, empleo etc. En este trabajo se pretende dilucidar cuál es el comportamiento de la tecnología en la lucha contra la corrupción en cuatro grupos de países a nivel global utilizando técnicas econométricas modernas para datos de panel.

3 | DATOS Y METODOLOGÍA

3.1 | Datos

Los datos utilizados en esta investigación fue tomada del *Index of economic freedom* (2019), de la UNESCO (2019) y del *World Development Indicators (WDI, 2018)*. Utilizando datos de 72 países que cubren el periodo comprendido entre 2001 y 2018 utilizando mínimos cuadrados generalizados (Greene, 2012). El tiempo de cobertura es limitado particularmente por los datos sobre corrupción y tecnología por país. La variable dependiente es la integridad del gobierno y la variable independiente es el gasto en tecnología. Para minimizar el sesgo de las variables omitidas, se controlaron variables económicas. Siguiendo a Schneider (2005), primero se controló la educación por medio del índice de educación. Además, también se utilizó el índice de ingresos para medir el nivel de desarrollo económico de cada país. Finalmente se controló las inversiones extranjeras a través de la inversión extranjera directa (IED). La Tabla 1 presenta de forma detallada una descripción de las variables utilizadas en el modelo econométrico.

La Figura 1 muestra la integridad del gobierno a nivel mundial para el año 2019. Los países que tienen un color más intenso son los que tienen un mayor índice de integridad del gobierno. Como se puede evidenciar hay una relación muy fuerte entre los países con mayores niveles de crecimiento y su índice de integridad del gobierno, como es el caso de los países nórdicos. Además, cabe mencionar que existe un bajo índice de integridad de los gobierno en los países que se conoce como países en vías de desarrollo. La Figura 2 muestra la correlación entre el índice de integridad del gobierno y el gasto en tecnología a nivel mundial y por grupo de países. En el panel GLOBAL se aprecia la relación entre las variables en 72 países, como observamos la relación es positiva y muestra claramente el impacto que tiene el gasto en tecnología en la integridad del gobierno. En los grupos de países: en el panel HIC la relación mantiene una correlación positiva puesto que estos países son los que invierten más presupuesto en tecnología. En los MHIC el impacto del gasto en tecnología en la integridad del gobierno cada vez va perdiendo intensidad. Además en los MLIC y los LIC la relación entre las variables se vuelve nulo.

La Figura 3 muestra la relación entre las variables de control y el índice de integridad del gobierno a nivel global. Como podemos evidenciar, el índice de educación, el índice de ingresos, la inversión extranjera directa, la formación bruta de capital y el gasto del gobierno presentan una relación positiva con el índice de integridad del gobierno, mientras que la población urbana tiene una relación inversa con la integridad del gobierno. La Tabla 2 presenta los estadísticos descriptivos de las variables integridad del gobierno y gasto en tecnología. Además, los estadísticos descriptivos de las variables de control: índice de educación e índice de ingresos. La tabla muestra la media, desviación estándar, el intervalo mínimo y máximo, y el número de observaciones tanto a nivel global como dentro de los países de estudio. La desviación estándar es significativa entre todas las variables, especialmente entre los países.

Tabla 1. Descripción de variables

Variable	Unidad de medida	Definición
Corrupción	Índice	Se basa en información cuantitativa que evalúa la percepción de la corrupción en el entorno empresarial e incluye niveles de corrupción legal, judicial y administrativa
Tecnología	% de importaciones	Las importaciones de bienes de tecnología de la información y las comunicaciones incluyen los equipos de telecomunicaciones, audio y video; informática y afines; los componentes electrónicos y demás bienes de la tecnología de la información y las comunicaciones
Educación	Índice	Es un promedio de años de escolaridad (de adultos) y años esperados de escolarización (de niños), ambos expresados como un índice obtenido escalar con los máximos correspondientes
Ingresos	Índice	INB per cápita, expresado como un índice usando el valor mínimo de \$100 y un valor máximo de \$75000
IED	% PIB	Constituye la entrada neta de inversiones para obtener un control de gestión duradero. Es la suma del capital accionario, la reinversión de las ganancias, otras formas de capital largo plazo y capital a largo plazo
Población urbana	Total	Se refiere a las personas que viven en zonas urbanas según la definición de la oficina nacional de estadísticas
Formación bruta de capital	Dólares	Incluye los mejoramientos de terrenos, las adquisiciones de planta, maquinaria y equipo, la construcción de carreteras, ferrocarriles y obras afines. Incluidas escuelas, oficinas, hospitales y los edificios comerciales e industriales
Gasto del gobierno	Dólares	Incluye todos los gastos corrientes para la adquisición de bienes y servicios (incluida la remuneración de empleados). También comprende la mayor parte del gasto en defensa y seguridad nacional

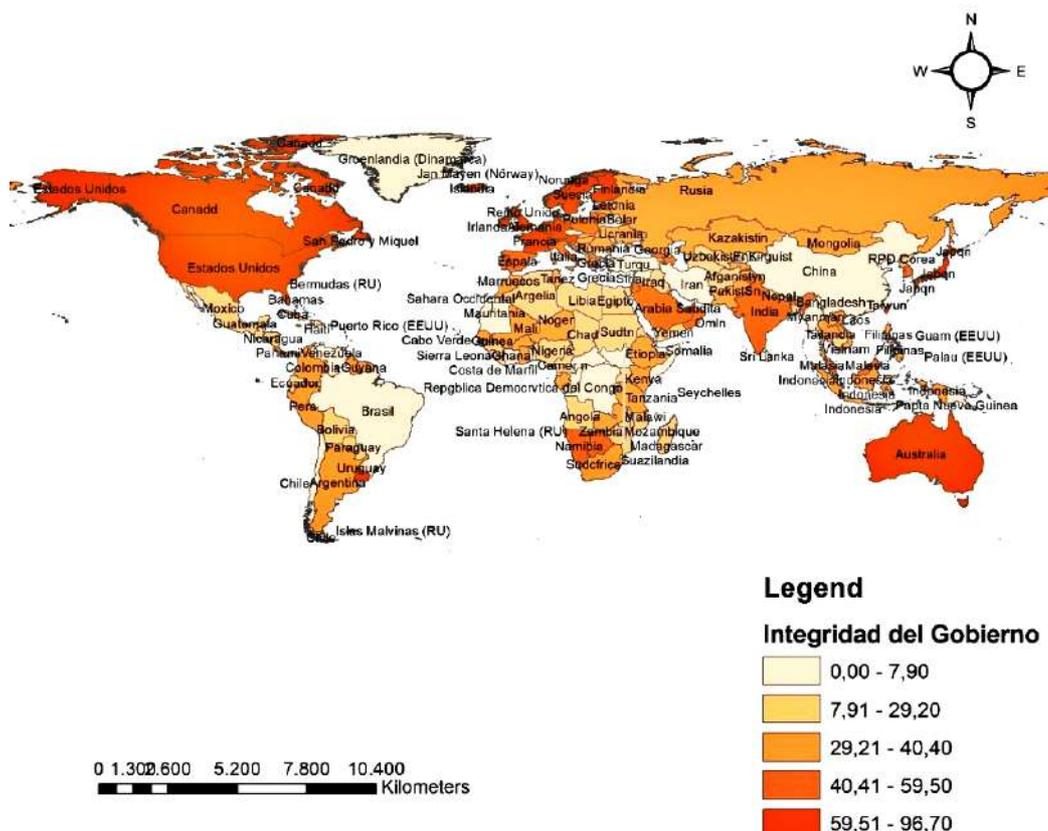


Figura 1. Índice de Integridad del Gobierno a nivel mundial 2019.

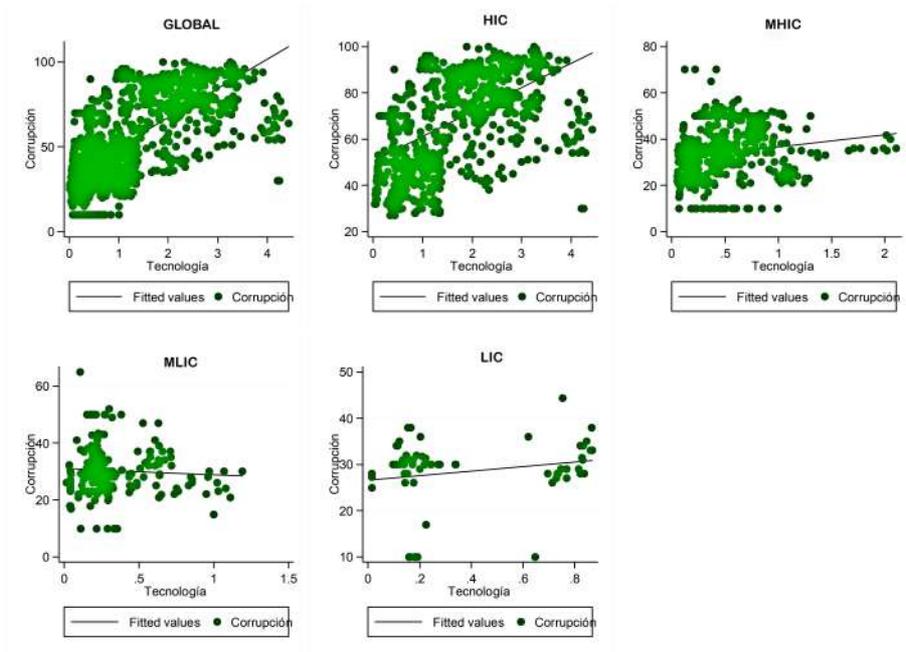


Figura 2. Correlación del índice de integridad del gobierno y del gasto en tecnología

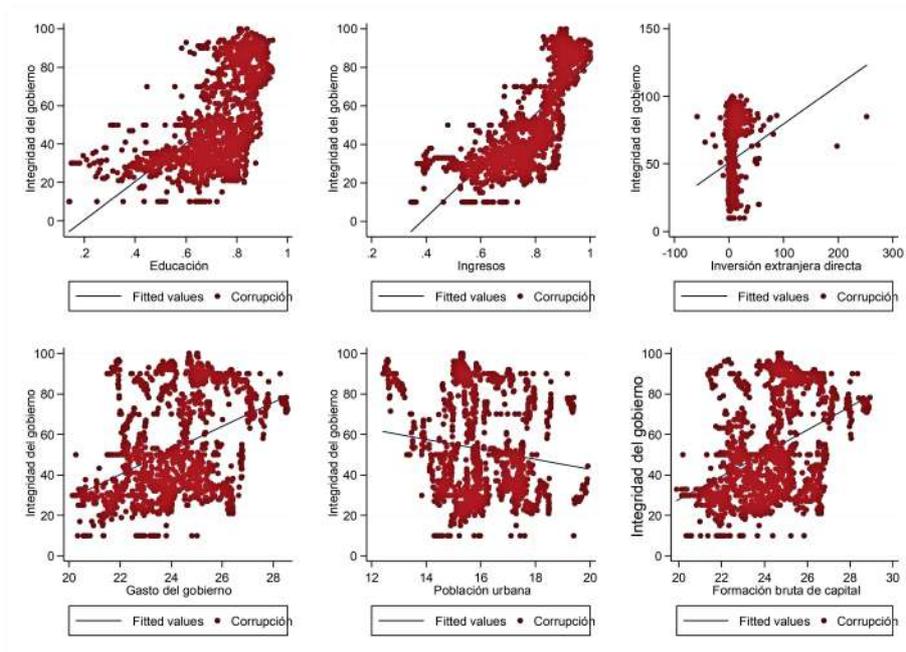


Figura 3. Correlación entre el índice de integridad del gobierno con variables de control

Tabla 2. Estadísticos descriptivos

Variable		Media	D.E.	Mínimo	Máximo	Observaciones
Corrupción	Global	51,54	24,09	10,00	100	N = 1584
	Entre		23,25	19,46	94,16	n = 72
	Dentro		6,87	19,90	94,25	T = 22
Tecnología	Global	1,08	0,98	0,01	4,43	N = 1584
	Entre		0,96	0,04	3,91	n = 72
	Dentro		0,22	-0,24	2,29	T = 22
Educación	Global	0,72	0,15	0,14	0,94	N = 1584
	Entre		0,14	0,20	0,91	n = 72
	Dentro		0,05	0,55	0,84	T = 22
Ingresos	Global	0,77	0,14	0,34	1,00	N = 1584
	Entre		0,14	0,39	1,00	n = 72
	Dentro		0,03	0,63	0,99	T = 22
IED	Global	5,28	11,79	-58,3	252,3	N=1584
	Entre		6,51	0,16	38,89	n=72
	Dentro		10,05	-91,90	218,69	T=22
Población urbana	Global	16,06	1,43	12,42	19,92	N=1474
	Entre		1,44	12,55	19,66	n= 67
	Dentro		0,11	15,41	16,65	T=22
Formación bruta de capital	Global	24,28	1,81	19,89	28,93	N=1474
	Entre		1,76	20,75	28,69	n= 67
	Dentro		0,34	22,68	22,68	T=22
Gasto del gobierno	Global	24,06	1,81	20,12	28,55	N=1474
	Entre		1,81	20,46	28,44	n= 67
	Dentro		0,23	22,62	24,92	T=22

3.2 | Metodología

La investigación propuesta utiliza datos de panel, en este sentido mantienen ventajas dentro del análisis econométrico. Primeramente, esta metodología permite integrar un mayor número de observación reduciendo así la colinealidad entre las variables. En segundo lugar, la estrategia econométrica planteada permite la aplicación de una serie de pruebas de hipótesis que permiten confirmar o rechazar la heterogeneidad y estimar de una forma dinámica los procesos de ajuste entre las variables.

Finalmente, se refiere a los avances en el desarrollo de modelos con variables dependientes discretas y limitadas (Wooldridge, 2002). En este sentido, el uso de esta metodología permite obtener resultados más consistentes y eficientes con respecto a los modelos de sección transversal. La disponibilidad de datos a lo largo del tiempo para los diferentes países nos permite utilizar este tipo de modelos en nuestra investigación. La variable dependiente es el índice de integridad del gobierno, la variable independiente es el logaritmo del gasto en tecnología. La Ecuación (1) representa la regresión básica del modelo:

$$C_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 T C_{i,t} + v_i + u_{i,t} \quad (1)$$

Los efectos individuales de la tecnología pueden ser fijo o aleatorio. La estimación de efectos fijos establece que el término de error puede dividirse en una parte fija, constante para cada país y otra parte constituye el término de error. Mientras tanto, los efectos aleatorios cuya estimación indica que los efectos individuales no son interdependientes entre sí, tienen la misma secuencia que los efectos fijos, pero con la diferencia que es un componente aleatorio para cada país. Además se incorporó variables de control como el índice de educación ($Ie_{i,t}$), el índice de ingresos ($Ig_{i,t}$) y la inversión extranjera directa ($Id_{i,t}$) que permiten darle una mayor robustez al modelo. Se sabe que existe endogeneidad entre el índice de ingreso, el índice de educación y el gasto del gobierno, por lo tanto, se estimó dos conjuntos de modelo independientemente. Las Ecuaciones (2), (3) y (4) muestran el modelo una vez incorporadas las variables de control.

$$C_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 T C_{i,t} + \alpha_2 I g_{i,t} + \alpha_3 I d_{i,t} + \alpha_4 F b c_{i,t} + \alpha_5 P u r_{i,t} v_i + u_{i,t} \quad (2)$$

$$C_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 T C_{i,t} + \alpha_2 I e_{i,t} + \alpha_3 I d_{i,t} + \alpha_4 F b c_{i,t} + \alpha_5 U r_{i,t} v_i + u_{i,t} \quad (3)$$

$$C_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 T C_{i,t} + \alpha_2 G g_{i,t} + \alpha_3 I d_{i,t} + \alpha_4 F b c_{i,t} + \alpha_5 U r_{i,t} v_i + u_{i,t} \quad (4)$$

La división de los países por grupos de ingresos de acuerdo al método Atlas de Banco Mundial (2017) permite capturar la diferencial estructural que existe entre los países. La prueba de Hausman (1978) permite elegir entre modelos de efectos fijos o un modelo de efectos aleatorios. Posteriormente, se verifica la existencia de heterocedasticidad (Greene, 2000) y autocorrelación (Drukker, 2003) de acuerdo a la estrategia econométrica propuesta por Wooldridge (2002). La aplicación de regresiones de Mínimos Cuadrados Generalizados (Greene, 2012) permiten la corrección de los problemas antes mencionados.

4 | DISCUSIÓN Y RESULTADOS

En la primera etapa aplicamos el test de Hausman (1978) para determinar si utilizamos efectos fijos y efectos aleatorios. El test arrojó modelos de efectos fijos para GLOBAL, MHIC, MLIC mientras que para HIC y LIC se utilizó efectos aleatorios. Para determinar si existe autocorrelación en los paneles utilizamos la prueba de Wooldridge (1991), con lo cual se determinó que todos los paneles presentan autocorrelación. Además, de que todos los paneles presentan heterocedasticidad. Para corregir los problemas econométricos antes mencionados se utilizó un modelo de mínimos cuadrados generalizados (Greene, 2012). La Tabla 3 muestra los resultados del modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) entre el gasto en tecnología y la integridad del gobierno, tal como se muestra en la Ecuación (1).

Los resultados muestran que el gasto en tecnología ayuda a mejorar la integridad del gobierno tanto a nivel global como en los países de ingresos altos con un alto nivel de significancia. En cambio en el resto de grupos de países no muestra significancia. En este contexto un mayor gasto en tecnología tiene un mayor efecto en la disminución de la corrupción en los países de ingresos altos (HIC) puesto que estos tienen una estructura económica, social y política potenciada y la tecnología funciona como un lazo de interacción entre Sociedad-Estado. Estos resultados concuerdan con la investigación de Gans-Morse et al. (2018) que afirman que el gobierno electrónico es una condición necesaria e insuficiente para combatir la corrupción, puesto que la corrupción es un problema sistémico que no se puede tratar de forma individual porque está arraigada a la mayoría de los ámbitos sociales.

Para dar una mayor robustez al modelo econométrico se incorporó variables de control: índice de educación, índice de ingresos y la inversión extranjera directa. En la formalización econométrica se puso a consideración que se estimarán dos modelos diferentes puesto que el índice de ingresos y el índice de educación presentan endogeneidad, tal como muestran las Ecuaciones (2) y (3). La Tabla 4 muestra los resultados correspondientes a la Ecuación (2). Como se puede evidenciar el gasto en tecnología mantiene su efecto positivo y significativo tanto a nivel global como en los HIC, además en los demás grupos de países la significancia es nula. Por otra parte el índice de ingresos muestra un efecto positivo y estadísticamente significativo en la mejorada de la integridad del gobierno. Por otro lado, la IED no muestra significancia dentro del modelo. La tecnología, a pesar de la inclusión de variables de control, mantiene su efecto positivo para la integridad del gobierno, por lo tanto, es una variable importante al igual que muestra Ferreira, Cunha, Amaral & Camões (2014) en un estudio realizado en Portugal, en sus resultados afirman que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son esenciales para construir un gobierno que promueva la imparcialidad en sus cuentas, especialmente en el campo de la con-

tratación pública, ya que es uno de los sectores más propensos a la corrupción.

La Tabla 5 muestra los resultados de la regresión GLS con variables de control. En esta parte se agregó el índice de educación y se suprimió el índice de ingresos y el gasto del gobierno por cuestiones de endogeneidad entre las variables. Los resultados muestran que el gasto en tecnología sigue manteniendo su efecto tanto a nivel global como en los países de ingresos altos (HIC). De igual forma el índice de educación mantiene un efecto positivo y estadísticamente significativo tanto a nivel global como en los países de ingresos altos (HIC). Como se evidencia en los tres modelos, la tecnología ayuda a potenciar la integridad del gobierno puesto que permite una mejor vinculación con la sociedad, especialmente en aquellos lugares más propensos a la corrupción. Estudios empíricos como los de como Shrivastava & Bhattacharjee (2014); Zhang et al. (2019); Bertot, Jaeger & Grimes (2010); Charoensukmongkol & Moqbel (2014); De Chiara & Livio (2017) concuerdan que la introducción de tecnología para crear gobiernos electrónicos con el fin de controlar y supervisar en procesos y entidades donde se da un mayor número de casos de corrupción. Además autores como Glaeser & Saks (2006) afirma que países más educados tienen menos corrupción.

La Tabla 6 muestra los resultados correspondientes a la Ecuación 4. Donde, se agregó el gasto del gobierno y se suprimió el índice de educación y el índice de ingresos. Como se puede evidenciar la tecnología mantiene su efecto positivo y estadísticamente significativo tanto a nivel global como en los países de ingresos altos (HIC). Por otro lado, el gasto del gobierno mantiene un efecto positivo y estadísticamente significativo a nivel global como también en los países de ingresos altos (HIC), ingresos medios altos (MHIC) y ingresos bajos (LIC), este resultado concuerda con los propuesto por An Kweon (2017); Batzilis (2019); Choudhury (2015) que afirman que el gasto del gobierno mantiene una relación negativa con la corrupción, es decir que mediante la productividad de este gasto se puede disminuir los niveles de corrupción.

Tabla 3. Regresión básica entre tecnología y corrupción

	GLOBAL	HIC	MHIC	MLIC	LIC
Tecnología	16,33*** (30,08)	5,49*** (7,06)	-2,38 (-0,98)	5,777 (1,38)	4,31* (2,02)
Constante	34,24*** (42,64)	65,63*** (37,88)	31,32*** (28,34)	25,96*** (12,83)	32,61*** (26,54)
Observaciones	1474	814	176	66	418

Tabla 4. GLS con variables de control (con índice de ingresos)

	GLOBAL	HIC	MHIC	MLIC	LIC
Tecnología	7,81*** (12,47)	3,82*** (5,31)	0,64 (0,25)	-6,84 (-0,82)	0,90 (0,38)
Ingresos	52,07*** (6,09)	137,9*** (7,83)	-14,46 (-0,91)	145,6*** (4,71)	59,85** (3,01)
Población urbana	-7,73*** (-7,93)	-3,198 (-1,83)	-4,28** (-2,98)	-0,60 (-0,27)	-1,84 (-1,07)
Formación bruta de capital	5,67*** (5,73)	2,31 (1,34)	3,17* (2,11)	-2,19 (-1,05)	0,80 (0,49)
Inversión extranjera directa	0,003 (0,56)	0,002 (0,27)	-0,24** (-2,69)	0,34 (1,13)	-0,04 (-0,58)
Constante	-7,92 (-1,10)	-61,85*** (-5,07)	36,06** (2,78)	25,74 (1,26)	1,83 (0,13)
Test de Hausman	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Test autocorrelación serial	0,78	0,80	0,70	0,61	0,34
Efecto fijos (tiempo)	No	No	No	No	No
Efecto fijos (país)	No	No	No	No	No
Observaciones	1474	814	176	66	418

estadístico t en paréntesis * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Tabla 5. GLS con variables de control (con índice de educación)

	GLOBAL	HIC	MHIC	MLIC	LIC
Tecnología	8,43*** (12,95)	4,62*** (6,18)	2,88 (0,94)	9,98 (1,14)	3,52 (1,46)
Educación	1,81 (0,41)	3,97 (0,48)	-10,76 (-1,75)	62,34*** (3,83)	0,74 (0,07)
Población urbana	-12,40*** (-20,96)	-14,15*** (-13,80)	-5,16** (-3,28)	-11,10** (-2,80)	-5,41*** (-3,96)
Formación bruta de capital	10,50*** (18,89)	12,94*** (12,24)	2,79* (2,29)	7,72** (2,67)	4,676*** (4,18)
Inversión extranjera directa	0,003 (0,42)	0,003 (0,41)	-0,231** (-2,58)	-0,44 (-1,13)	-0,118 (-1,55)
Constante	-11,86 (-1,66)	-36,80** (-3,02)	56,15*** (3,75)	12,92 (0,63)	9,567 (0,62)
Test de Hausman	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Test autocorrelación serial	0,78	0,78	0,70	0,64	0,47
Efecto fijos (tiempo)	No	No	No	No	No
Efecto fijos (país)	No	No	No	No	No
Observaciones	1474	814	176	66	418

estadístico t en paréntesis * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Tabla 6. GLS con variables de control (con gasto del gobierno)

	GLOBAL	HIC	MHIC	MLIC	LIC
Tecnología	5,83*** (8,98)	3,43*** (4,89)	-0,80 (-0,28)	-1,14 (-0,12)	0,09 (0,03)
Gasto del gobierno	9,71*** (-10,11)	12,46*** (7,41)	2,55 (1,05)	0,99 (0,25)	6,63*** (3,37)
Paoblación urbana	-14,14*** (-27,125)	-17,79*** (-16,83)	-5,510** (-2,72)	0,75 (0,25)	-9,257*** (-5,17)
Formación bruta de capital	3,42*** (3,90)	4,90** (3,29)	1,41 (1,01)	-0,51 (-0,12)	1,98 (-1,48)
Inversión extranjera directa	0,003 (0,42)	0,002 (0,37)	-0,25** (-2,78)	0,43 (1,02)	-0,04 (-0,51)
Constante	-37,16*** (-5,19)	-83,00*** (-6,38)	30,92* (1,98)	4,25 (0,17)	-18,2 (-1,12)
Test de Hausman	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Test autocorrelación serial	0,78	0,78	0,70	0,59	0,53
Efecto fijos (tiempo)	No	No	No	No	No
Efecto fijos (país)	No	No	No	No	No
Observaciones	1474	814	176	66	418

estadístico t en paréntesis * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

5 | CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación examinamos la relación que existe entre el gasto en tecnología y la integridad del gobierno, para 72 países a nivel global y por grupo de países, periodo 1996-2017 mediante datos de panel y mínimos cuadrados generalizados (GLS). Los resultados del modelo de regresión GLS muestran que el gasto en tecnología ayuda a combatir la corrupción tanto a nivel GLOBAL como en los países de ingresos altos (HIC). Está claro que la relación es fuerte entre los países de ingresos altos porque los presupuestos y recursos que se manejan en estos estados permiten la inversión y el desarrollo tecnológico, y por la tanto, la aplicación de estos recursos en diferentes sectores de la economía. El conjunto de inversión tecnológica en diferentes sectores de los países genera un control sistemático de los procesos, desde la adquisición e inversión de estos recursos, hasta los outputs que estos deben generar. Por el contrario, en países de ingresos menores a los HIC, las limitaciones económicas obliga a distribuir y priorizar otros aspectos básicos de la sociedad, lo cual, genera una carencia de desarrollo tecnológico. Esta falta inversión en tecnología genera una limitante en el control y monitoreo de las instituciones y sus procesos en tiempos más eficaces, generando oportunidades para acciones ilícitas por parte, no

solo de personal público, sino con la complicidad de personal privado.

La educación es pilar fundamental en el desarrollo de las sociedades. Una educación de calidad no solo brinda conocimientos académicos y profesionales, sino también promueve valores éticos. La inversión en educación, no está enfocado solamente a la generación de oportunidades laborales sino al desarrollo cultural como sociedad. Los países de ingresos y educación baja, como se constata en los resultados, han adquirido una cultura de corrupción, que en varias regiones se ha normalizado como parte del comportamiento humano. Sin embargo, en países de ingresos y educación alta, los resultados demuestran una disminución de percepción de corrupción por parte de los gobiernos, lo cual, en apoyo con inversión en herramientas tecnológicas demuestra que puede ser un camino viable con el fin de erradicar situaciones de corrupción que perjudican a miles de comunidades en el mundo. Es así, que los gobiernos deben empezar a enfocar sus esfuerzos en la inversión de herramientas tecnológicas de mejora y control en los procesos y entidades públicas. Priorizando sectores que son más propensos a este tipos de delitos. Actualmente, la información puede ser analizada en tiempo real y en múltiples lugares, es así que una cooperación regional, con el fin de reducir costos de inversión dado los presupuestos limitados, parece ser una solución viable para el inicio de esta nueva propuesta.

Referencias bibliográficas

- [1] Alivon, F., & Guillaín, R. (2018). Urban segregation and unemployment: A case study of the urban area of Marseille-Aix-en-Provence (France). *Regional Science and Urban Economics*, 72, 143-155.
- [2] Andersen, T. B. (2009). E-Government as an anti-corruption strategy. *Information Economics and Policy*, 21(3), 201-210.
- [3] An, W., & Kweon, Y. (2017). Do higher government wages induce less corruption? Cross-country panel evidence. *Journal of Policy Modeling*, 39(5), 809-826
- [4] Bašná, K. (2019). Income inequality and level of corruption in post-communist European countries between 1995 and 2014. *Communist and Post-Communist Studies*.
- [5] Batzilis, D. (2019). Electoral competition and corruption: Evidence from municipality audits in Greece. *International Review of Law and Economics*, 59, 13-20.
- [6] Beekman, G., Bulte, E., & Nillesen, E. (2014). Corruption, investments and contributions to public goods: Experimental evidence from rural Liberia. *Journal of public Economics*, 115, 37-47.
- [7] Bertot, J. C., Jaeger, P. T., & Grimes, J. M. (2010). Using ICTs to create a culture of transparency: E-government and social media as openness and anti-corruption tools for societies. *Government Information Quarterly*, 27(3), 264-271.
- [8] Bertot, J. C., Jaeger, P. T., & Grimes, J. M. (2010). Using ICTs to create a culture of transparency: E-government and social media as openness and anti-corruption tools for societies. *Government information quarterly*, 27(3), 264-271.
- [9] Borsky, S., & Kalkschmied, K. (2019). Corruption in space: A closer look at the world's subnations. *European Journal of Political Economy*.
- [10] Bindu, N., Sankar, C. P., & Kumar, K. S. (2019). From conventional governance to e-democracy: Tracing the evolution of e-governance research trends using network analysis tools. *Government Information Quarterly*.
- [11] Breusch, T. S., & A. R. Pagan. 1980. The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *Review of Economic Studies* 47: 239-253.
- [12] Charoensukmongkol, P., & Moqbel, M. (2014). Does investment in ICT curb or create more corruption? A cross-country analysis. *Public Organization Review*, 14(1), 51-63.
- [13] Choudhury, S. (2015). Governmental decentralization and corruption revisited: accounting for potential endogeneity. *Economics Letters*, 136, 218-222.
- [14] De Chiara, A., & Livio, L. (2017). The threat of corruption and the optimal supervisory task. *Journal of economic behavior & organization*, 133, 172-186.
- [15] Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1057-1072
- [16] Drukker, D. M. 2003. Testing for serial correlation in linear panel-data models. *The Stata Journal* (3)2, 1-10.
- [17] Duerrenberger, N., & Warning, S. (2018). Corruption and education in developing countries: The role of public vs. private funding of higher education. *International Journal of Educational Development*, 62, 217-225
- [18] Duerrenberger, N., & Warning, S. (2018). Corruption and education in developing countries: The role of public vs. private funding of higher education. *International Journal of Educational Development*, 62, 217-225.
- [19] Dumitrescu, E. I., & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic modelling*, 29(4), 1450-1460.
- [20] Elbahnasawy, N. G. (2014). E-government, internet adoption, and corruption: an empirical investigation. *World Development*, 57, 114-126.
- [21] Ferreira, I., Cunha, S. R. L., Amaral, L., & Camões, P. J. (2014). ICT for governance in combating corruption: the case of public e-procurement in Portugal. In 8th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (ICE-GOV2014) (Vol. 2014, pp. 109-112). Association for Computing Machinery.
- [22] Garrido-Rodríguez, J. C., López-Hernández, A. M., & Zafra-Gómez, J. L. (2019). The impact of explanatory factors on a bidimensional model of transparency in Spanish local government. *Government Information Quarterly*, 36(1), 154-165.
- [23] Greene, W. H. 2012. *Econometric Analysis*. 7th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- [24] Greene, W. *Econometric Analysis*. New York:Prentice-Hall. 2000.
- [25] Glaeser, E. L., & Saks, R. E. (2006). Corruption in america. *Journal of public Economics*, 90(6-7), 1053-1072.
- [26] Gans-Morse, J., Borges, M., Makarin, A., Mannah-Blankson, T., Nickow, A., & Zhang, D. (2018). Reducing bureaucratic corruption: Interdisciplinary perspectives on what works. *World Development*, 105, 171-188.
- [27] Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of econometrics*, 115(1), 53-74
- [28] Jain, P. K., Kuvvet, E., & Pagano, M. S. (2017). Corruption's impact on foreign portfolio investment. *International Business Review*, 26(1), 23-35.
- [29] Jha, C. K., Sarangi, S. (2017). Does social media reduce corruption?. *Information Economics and Policy*, 39, 60-71.
- [30] Junxia, L. (2019). Investments in the energy sector of Central Asia: Corruption risk and policy implications. *Energy Policy*, 133, 110912.
- [31] Kanyam, D. A., Kostandini, G., & Ferreira, S. (2017). The mobile phone revolution: have mobile phones and the internet reduced corruption in Sub-Saharan Africa?. *World Development*, 99, 271-284.
- [32] Kim, S., Kim, H. J., & Lee, H. (2009). An institutional analysis of an e-government system for anti-corruption: The case of OPEN. *Government Information Quarterly*, 26(1), 42-50

- [33] Kankanhalli, A., Charalabidis, Y., & Mellouli, S. (2019). IoT and AI for smart government: A research agenda.
- [34] Lee-Geiller, S., & Lee, T. D. (2019). Using government websites to enhance democratic E-governance: A conceptual model for evaluation. *Government Information Quarterly*, 36(2), 208-225.
- [35] Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of econometrics*, 108(1), 1-24.
- [36] Lewis, B. D., & Hendrawan, A. (2019). The impact of majority coalitions on local government spending, service delivery, and corruption in Indonesia. *European Journal of Political Economy*, 58, 178-191.
- [37] Lindgren, I., Madsen, C. Ø., Hofmann, S., & Melin, U. (2019). Close encounters of the digital kind: A research agenda for the digitalization of public services. *Government Information Quarterly*.
- [38] Lio, M. C., Liu, M. C., & Ou, Y. P. (2011). Can the internet reduce corruption? A cross-country study based on dynamic panel data models. *Government Information Quarterly*, 28(1), 47-53.
- [39] Madariaga, L., Nussbaum, M., Marañón, F., Alarcón, C., & Naranjo, M. A. (2019). User experience of government documents: A framework for informing design decisions. *Government Information Quarterly*, 36(2), 179-195.
- [40] Montes, G. C., Bastos, J. C. A., & de Oliveira, A. J. (2019). Fiscal transparency, government effectiveness and government spending efficiency: Some international evidence based on panel data approach. *Economic Modelling*, 79, 211-225.
- [41] Policardo, L., Carrera, E. J. S., & Risso, W. A. (2019). Causality between income inequality and corruption in OECD countries. *World Development Perspectives*, 100102.
- [42] Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 61(S1), 653-670.
- [43] Pedroni, P. (2001). Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. In *Nonstationary panels, panel cointegration, and dynamic panels*. Emerald Group Publishing Limited. (págs. 93-130).
- [44] Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- [45] Policardo, L., Carrera, E. J. S., Risso, W. A. (2019). Causality between income inequality and corruption in OECD countries. *World Development Perspectives*, 100102.
- [46] Sabic-El-Rayess, A., & Mansur, N. N. (2016). Favor reciprocity theory in education: New corruption typology. *International Journal of Educational Development*, 50, 20-32.
- [47] Schneider, P. H. (2005). International trade, economic growth and intellectual property rights: A panel data study of developed and developing countries. *Journal of Development Economics*, 78(2), 529-547.
- [48] Shrivastava, U., & Bhattacharjee, A. (2014). ICT development and corruption: an empirical study
- [49] Tang, Z., Chen, L., Zhou, Z., Warkentin, M., & Gillenson, M. L. (2019). The effects of social media use on control of corruption and moderating role of cultural tightness-looseness. *Government Information Quarterly*.
- [50] Tanzi, V., & Davoodi, H. (1998). Corruption, public investment, and growth. In *The welfare state, public investment, and growth*(pp. 41-60). Springer, Tokyo.
- [51] Vargas, G. y Guerrero-Riofrío, P. (2019). ¿Puede la tecnología disminuir la desigualdad? Evidencia empírica usando técnicas de datos de panel en 61 países durante 2000-2015. *ReVista Económica*, 7(6), 45-52.
- [52] Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 69(6), 709-748.
- [53] Wooldridge, J. M. 2002. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- [54] Wu, S., Li, B., Nie, Q., & Chen, C. (2017). Government expenditure, corruption and total factor productivity. *Journal of cleaner production*, 168, 279-289.
- [55] Zhang, H., Song, Y., Tan, S., Xia, S., Zhang, H., Jiang, C., & Lv, Y. (2019). Anti-corruption efforts, public perception of corruption, and government credibility in the field of real estate: An empirical analysis based on twelve provinces in China. *Cities*, 90, 64-73.
- [56] Zhang, H., An, R., & Zhong, Q. (2019). Anti-corruption, government subsidies, and investment efficiency. *China Journal of Accounting Research*, 12(1), 113-133.
- [57] Zuazu, I. (2019). The growth effect of democracy and technology: An industry disaggregated approach. *European Journal of Political Economy*, 56, 115-131.