

# Impacto de arreglos institucionales en la digitalización y el desarrollo económico de América Latina

**Katz, Raúl**  
Columbia University  
rk2377@columbia.edu

**Callorda, Fernando**  
Universidad de San Andrés  
f.callorda@teleadvs.com

## BIOGRAFÍAS

Raúl Katz es Profesor Adjunto de la División de Finanzas y Economía de la Columbia Business School. También se desempeña como Director de Estudios de Estrategia Empresarial del Columbia Institute of Tele-Information. Desde 2006 es presidente de Telecom Advisory Services, firma especializada en la consultoría de la industria de telecomunicaciones.

Fernando Callorda es investigador del Centro de Tecnología y Sociedad de la Universidad de San Andrés (Argentina). Desde el 2011, se desempeña como consultor en el área de econometría, análisis económico y análisis financiero en Telecom Advisory Services.

## RESUMEN

El objetivo de la investigación es analizar cuantitativamente el impacto que el marco institucional definido para la elaboración de políticas públicas de TIC tiene en el desarrollo de la digitalización y en la economía. La hipótesis central del trabajo establece que ciertas características del entorno institucional para la formulación de políticas públicas de TIC tienden a acelerar el desarrollo de la digitalización, lo que, a su vez, tiene un impacto en el crecimiento económico.

La investigación encuentra, mediante análisis econométrico, que la presencia de un plan nacional de banda ancha acompañado de un cambio institucional en la gestión de políticas públicas TIC, genera un aumento en el índice de digitalización del 3,83% en el año siguiente. A su vez, como consecuencia del aumento de la digitalización, se genera un incremento en el PIB per cápita de entre 0,1859% y 0,2426%, dependiendo esto del estadio de la digitalización de cada país.

## PALABRAS CLAVE

Digitalización, Arreglos institucionales, TIC, Desarrollo económico, América Latina

## INTRODUCCIÓN

El propósito de la presente investigación es analizar cuantitativamente el impacto que el marco institucional definido para la elaboración y gestión de políticas públicas de TIC tiene en el desarrollo de la digitalización. Con base en la evidencia cualitativa contenida en estudios de caso de los modelos Coreano, Finlandés, Colombiano y Sueco, la hipótesis central del trabajo establece que ciertas características del entorno institucional para la formulación de políticas públicas de TIC tienden a acelerar el desarrollo de la digitalización y por este medio generar crecimiento económico.

El análisis estará basado en una metodología cuantitativa. En primer lugar, se analizará la situación de las tecnologías de la información y la comunicación para cada uno de los países de América Latina a través de un índice de digitalización para una serie histórica que se extiende del 2004 al 2013. A partir de esta información, se estimará el impacto que tiene el avance de la digitalización en el desarrollo económico de un país. Por último, se cuantificará el impacto de los arreglos institucionales en el avance de la digitalización, lo que permitirá calcular el impacto económico de un modelo de causalidad transitiva (Figura 1).

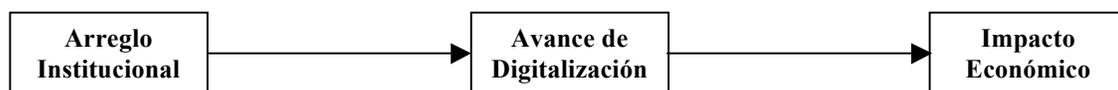


Figura 1. Causalidad Transitiva: Arreglo Institucional a Impacto Económico

Una vez calculado el índice de digitalización se realizará un análisis del impacto económico en base a modelos endógenos del tipo Cobb-Douglas, lo que permitirá calcular la contribución de la digitalización al Producto Interno Bruto.

Luego, el análisis de impacto institucional será realizado en base a la construcción de un modelo estadístico que permitirá establecer el coeficiente de una variable binaria en la evolución de la digitalización en una muestra suficientemente extensa de países. Para ello, utilizaremos información del índice de digitalización construido para más de 150 países, considerando que la introducción o no de un Plan Nacional de Banda Ancha, es una medida adecuada para cuantificar el esfuerzo institucional para el avance de las TIC en cada país de manera binaria. El resultado final permitirá calcular el coeficiente  $\beta$  ligado a la variable institucional. Este coeficiente permitirá estimar el impacto futuro en la digitalización que el arreglo institucional podrá generar, y de modo transitivo el impacto del arreglo institucional en el desarrollo económico, lo que permitirá cuantificar los beneficios del mismo.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera: en primer lugar se presenta el marco teórico del estudio. Luego, se estima el impacto político-institucional en el desarrollo de la digitalización. Posteriormente, se presentan los modelos de impacto económico de la digitalización. Finalmente, se presentan las conclusiones donde se cuantifica el impacto final en el PIB per cápita de un cambio político institucional.

## MARCO TEORICO DEL ESTUDIO

Este estudio está basado en dos hipótesis centrales: primero, la instituciones ejercen un impacto en el desarrollo de la digitalización y segundo, un aumento de la digitalización tiene, a su vez, un impacto en el crecimiento económico. Si bien, la segunda se inserta en un cuerpo teórico importante que apunta al estudio de la contribución económica de las TIC, la primera recién comienza a ser explorada.

### El impacto de las instituciones en el desarrollo del sector TIC

Los estudios de impacto institucional en el desarrollo del sector TIC comienzan a ser realizados a partir del análisis de impacto de un regulador independiente. Este concepto ha formado parte del paquete de recomendaciones que ha acompañado el desarrollo de las privatizaciones de los operadores de telecomunicaciones y la liberalización del mercado. Si el sector de telecomunicaciones se compone de una serie de operadores que compiten en el mercado, la presencia de un regulador independiente es clave para evitar la aparición de fallos de mercado. Si bien este concepto es válido y apoyado por la teoría de competencia (ver por ejemplo, Levy y Spiller, 1996), los estudios econométricos realizados para medir la importancia de la variable regulatoria en el desarrollo del sector no son claros. Por ejemplo, Gutierrez y Berg (1998) encuentran que la inversión en el sector de telecomunicaciones esta mas influenciada por variables económicas y demográficas (es decir, el potencial del mercado) que por variables institucionales. Asimismo, Baudrier (2001) encuentra que, si bien el grado de independencia del regulador ejerce cierto impacto en la tasa de desarrollo del sector de telecomunicaciones, una parte importante de la varianza de esta última no es explicada por la variable independiente. Si bien estos estudios reconocen las limitaciones de información disponible, uno de los problemas principales subyacentes es el conceptual. Por ejemplo, ¿Cómo se define el concepto de independencia regulatoria?. De hecho, la literatura no es consistente respecto a la definición de la variable explicativa, como se demuestra en los siguientes puntos:

- Un regulador que es independiente del operador principal de telecomunicaciones (Acuerdo de WTO)
- Ente separado legalmente e independiente funcionalmente de las organizaciones de telecomunicaciones (Directiva Europea)
- Independiente de los poderes políticos o de la influencia del sector privado (Melody)
- Separado presupuestariamente del ministerio encargado de formular políticas públicas (OCDE)
- Empoderado para implementar orientaciones políticas sobre la base de decisiones basadas en análisis de evidencia objetiva, sin influencias políticas (FCC)

El estudio sobre el efecto de la variable institucional en el desempeño del sector TIC ha sido retomado recientemente a partir de la experiencia de la elaboración y gestión de planes nacionales de banda ancha y agendas digitales. Por ejemplo, un estudio de la CEPAL (2013) analiza cualitativamente las instancias institucionales creadas para el cumplimiento de agendas digitales. En este caso, los autores concluyen que,

*“Si bien la mayoría de los países (de América Latina) han asignado un alto nivel de jerarquía institucional al proceso de formulación y seguimiento de las políticas públicas digitales, la naturaleza y características de dicha institución varían de un país a otro y en muchos casos se delega a un organismo de tercer nivel (administrativo u operativo) la responsabilidad principal de la ejecución*

*de la estrategia. La experiencia muestra que solo en unos pocos países los organismos responsables poseen un alto nivel de jerarquía política y tienen la capacidad necesaria de articulación transversal dentro del Estado, como es el caso del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia". (CEPAL, 2013, p. 13).*

De esta manera, se puede concluir que, si bien el análisis cualitativo reconoce la importancia de la variable institucional en el desarrollo del sector TIC, los estudios cuantitativos tienen todavía dificultad en medir su importancia en términos de su impacto. Este estudio pretende contribuir a estos análisis, reconociendo aun la dificultad de formalizar y operacionalizar el concepto de institucionalidad.

### **El impacto económico de la digitalización**

Pasando ahora a la discusión del marco teórico de la segunda hipótesis, es importante mencionar que esta se inserta en un cuerpo teórico mucho más desarrollado. Sin pretender referir a la literatura ya discutida en previos trabajos de los autores<sup>1</sup>, esta sección se concentra en la operacionalización del concepto de digitalización. Para medir el impacto económico de las TIC es necesario apelar al concepto teórico que mide no solo la adopción de tecnología sino también su utilización. La digitalización describe las transformaciones sociales, económicas y políticas asociadas con la adopción masiva de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). En este sentido, si bien estos cambios fundamentales dependen del despliegue y ampliación de infraestructura de telecomunicaciones, la digitalización pone el énfasis en la adopción y utilización intensa de TIC por parte de individuos, empresas y gobierno en sus actividades cotidianas. De hecho, la experiencia de países avanzados indica que la verdadera transformación hacia sociedades de la información y del conocimiento es alcanzada con la masificación en el uso de las TIC.

La digitalización es medida de acuerdo a la capacidad de un país y su población para usar tecnologías digitales que permiten generar, procesar, y compartir información. Estas tecnologías digitales incluyen la informática, y las telecomunicaciones fijas y móviles (en especial la banda ancha). Sin embargo, más allá de la adopción de tecnologías, la digitalización enfatiza su uso<sup>2</sup>. El desarrollo de la digitalización de un país es medido en base a un índice compuesto multidimensional basado en seis pilares, o sub-índices<sup>3</sup>:

- Asequibilidad: precio de diferentes servicios de telecomunicaciones lo que determina la posibilidad de adquisición de los mismos por parte de individuos y empresas (particularmente microempresas y Pymes);
- Confiabilidad de infraestructura: nivel de robustez y poder de recuperación de las redes que transportan información digital;
- Accesibilidad a las redes: adopción de terminales que permiten a individuos y empresas acceder a las redes que transportan información digital;
- Capacidad: capacidad de las redes de telecomunicaciones para transmitir volúmenes elevados de información digital a velocidades adecuadas;
- Utilización: adopción de plataformas de TIC y cambios en los procesos de negocio en la economía, lo que indica una asimilación creciente de tecnologías digitales; y
- Capital Humano: porcentaje de la población económicamente activa calificada para desarrollar productos y servicios digitales.

Cada pilar del índice de digitalización está calculado en base a múltiples indicadores cuantitativos<sup>4</sup> (ver tabla 1).

<sup>1</sup> Ver, en particular, Katz, R. (2012). *The economic impact of broadband: research to date and policy issues*. Geneva: International Telecommunications Union.

<sup>2</sup> Ver Sab bag, K., Friedrich, R., El-Harwich, B., Singh, M., Ganediwalla, S. and Katz, R. (2012), "Maximizing the impact of digitization", in Dutta, S. and Bilbao-Osorio, B. (Eds.), *The Global Information Technology Report 2012*, World Economic Forum and Insead, Geneva.

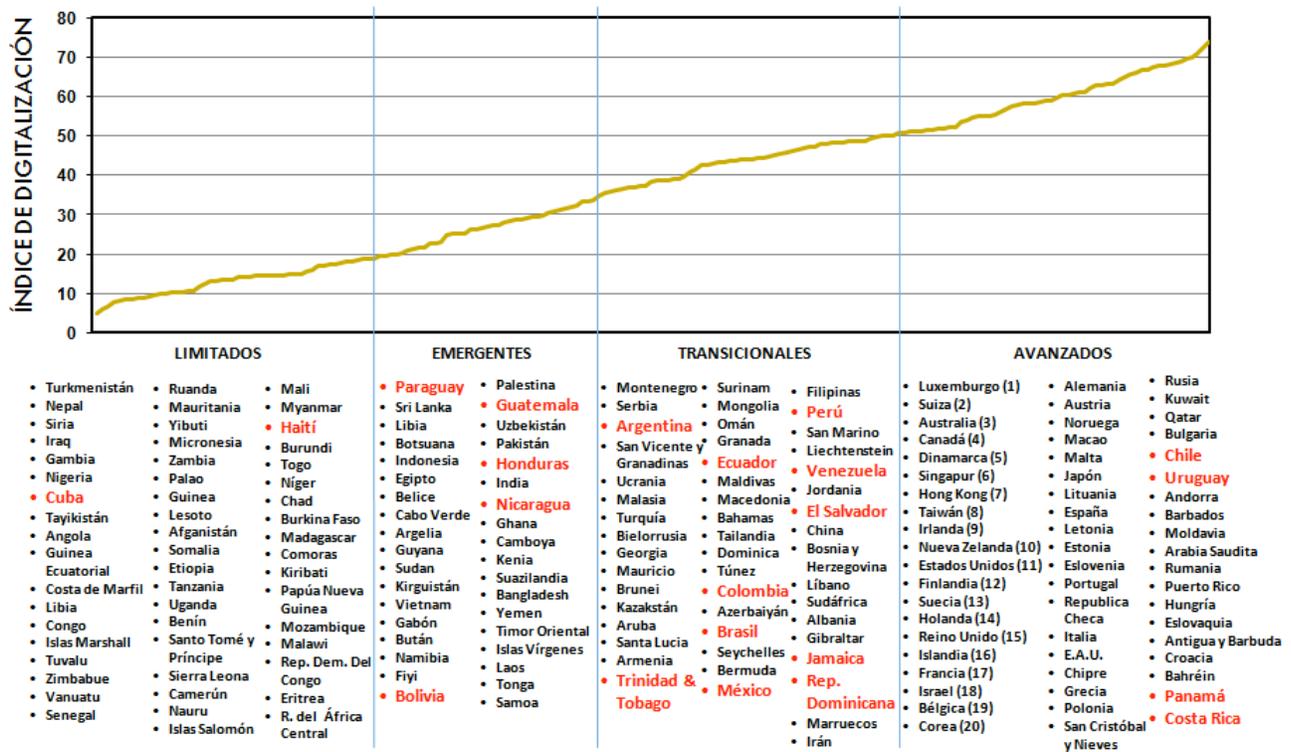
<sup>3</sup> Ver Katz, R. y Koutroumpis, P. "Measuring digitization: A growth and welfare multiplier", *Technovation*, July 2013.

<sup>4</sup> Ver Katz, R., Koutroumpis, P. y Callorda, F. "Using a Digitization index to measure economic and social impact of digital agendas", *Info*, January 2014.

Pilares	Componentes	Definición
Asequibilidad	Costo Residencial de Línea Fija Ajustado por el PIB per cápita	Tarifa de Línea Fija Residencial (llamada de 3 minutos a línea fija en tarifa pico) ajustada por el PIB per cápita
		Precio de Conexión de Línea Fija Residencial Ajustado por el PIB per cápita
	Costo de Telefonía Móvil Ajustado por el PIB per cápita	Tarifa prepaga de Telefonía Móvil (Llamada de 1 minuto fuera de la red en tarifa pico) ajustada por el PIB per cápita
		Tarifa de conexión para Telefonía Móvil Prepaga ajustada por el PIB per cápita
	Costo de Banda Ancha Fija Ajustado por el PIB per cápita	Precio mensual de una conexión de banda ancha fija ajustado por el PIB per cápita
	Costo de Banda Ancha Móvil Ajustado por el PIB per cápita	Precio mensual de una conexión de banda ancha móvil desde un teléfono inteligente y con una capacidad de descarga de 500 MB mensuales, ajustado por el PIB per cápita
Precio mensual de una conexión de banda ancha móvil desde USB/Dongle y con una capacidad de descarga de 1 GB mensuales, ajustado por el PIB per cápita		
Confiabilidad de redes	Inversión por habitante (móvil, banda ancha y fijo)	Inversión en Telefonía Móvil por habitante
		Inversión en Banda Ancha por habitante
		Inversión en Telefonía Fija por habitante
Accesibilidad	Penetración de redes	Penetración de Banda Ancha Fija
		Penetración de Telefonía Móvil
	Otras métricas de penetración y de cobertura de infraestructura	Penetración Banda Ancha Móvil
		Penetración de Computadoras en la Población
		Cobertura de la Red de Telefonía Móvil
Capacidad	Capacidad de Acceso Internacional a Internet	Capacidad de Acceso Internacional a Internet (kbps/usuario)
	Velocidad de Banda Ancha	Velocidad de la Banda Ancha (% de conexiones con velocidad de descarga de 2 Mbps o superior)
Utilización	Comercio electrónico	Comercio electrónico como porcentaje del comercio minorista
	Gobierno electrónico	Índice de gobierno electrónico basado en Internet
	Uso de Internet	Porcentaje de usuarios de Internet
	Gasto en servicios de datos	Gasto en datos, SMS y servicios de valor agregado como porcentaje del ingreso por usuario móvil
	Acceso a redes sociales	Visitantes únicos per cápita a la red social dominante
	Tráfico de mensajes de texto	Uso de mensajes de texto por abonado
Capital Humano	Ingenieros	Ingenieros como porcentaje de la población total
	Mano de Obra Calificada	Fuerza de trabajo con educación superior a secundaria, como porcentaje de la población activa

**Tabla 1. Pilares e Indicadores del Índice de Digitalización**

El índice ha sido calculado para 198 países para el año 2013, que es el último para el que se dispone un panel completo de datos. Esto permite determinar la posición relativa de cada país en una distribución mundial de acuerdo al nivel de digitalización (ver figura 2).



Nota: Se han marcado en rojo los países de América Latina  
 Fuente: Análisis de los autores

Figura 2. América Latina en el Desarrollo Mundial de la Digitalización (2013)

Como se observa en la figura 2, el desarrollo mundial de la digitalización transcurre a lo largo de cuatro estadios discretos:

- Países avanzados, cuyo índice excede el valor de 50;
- Países transicionales, con un índice ubicado entre 35 y 50;
- Países emergentes, con un índice de digitalización entre 20 y 35;
- Países limitados, cuyo índice de digitalización es inferior a 20.

Si bien los puntos de corte entre cada estadio son arbitrarios, el análisis de los seis pilares para cada uno de los estadios revela que los desafíos que enfrentan cada grupo de países varían de acuerdo a su estadio de desarrollo (ver tabla 2).

Pilares	Avanzado	Transicional	Emergente	Limitado
Asequibilidad	93,72	87,23	79,25	27,81
Confiabilidad de redes	30,05	9,18	3,29	2,82
Accesibilidad	67,77	51,62	37,75	28,67
Capacidad	80,01	41,41	17,14	6,15
Utilización	63,61	45,71	21,15	14,07
Capital Humano	37,34	7,99	4,53	5,02
DIGITALIZACIÓN	62,08	40,52	27,19	14,09

Fuente: Análisis de los autores

Tabla 2. Promedio por Pilar para cada Estadio de Desarrollo (2013)

Por ejemplo, los países avanzados han alcanzado un nivel balanceado de desarrollo en cada uno de los pilares, lo que implica que su futura evolución está determinada por un progreso uniforme para cada uno de los sub-índices. Aun así, las dos áreas que aún deben progresar son la confiabilidad de redes y el capital humano. La primer área a mejorar se debe a que el crecimiento constante de la utilización de TIC implica la necesidad de continuar invirtiendo en infraestructura de redes. En el caso de capital humano, la transición a sociedades de la información requiere una transformación radical en el perfil de la fuerza de trabajo.

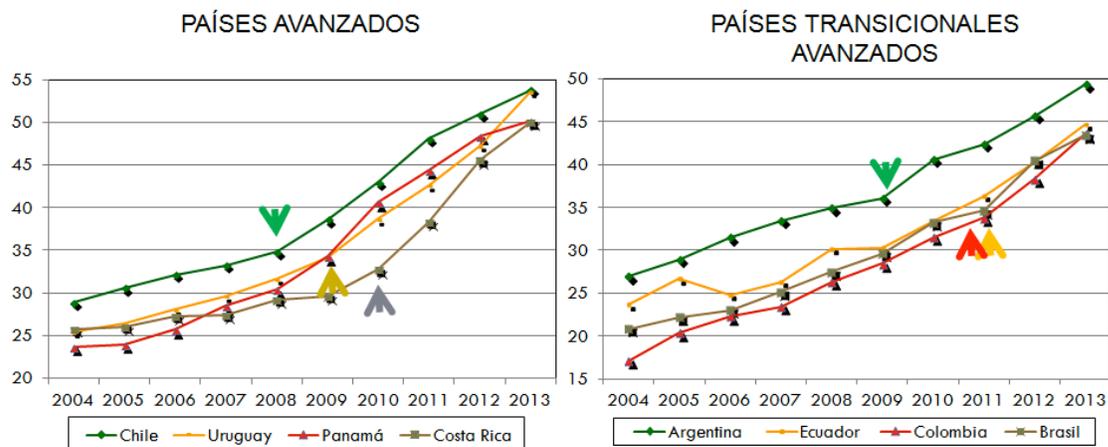
Por otro lado, para avanzar al estadio avanzado los países transicionales necesitan aumentar la confiabilidad de las redes de telecomunicaciones (mucho más que en el caso de países avanzados), aumentar significativamente su capital humano, acrecentar la tasa de utilización de plataformas digitales y, como consecuencia, incrementar la capacidad de redes (es decir la velocidad de acceso a banda ancha y el ancho de banda en las redes de acceso internacionales). Nuevamente, los pilares prioritarios de desarrollo para los países transicionales son la confiabilidad de redes y el capital humano. Considerando el nivel avanzado en asequibilidad y accesibilidad, un mejoramiento en confiabilidad y capital humano garantizarían una transición a sociedades avanzadas.

Los países en el estadio emergente deben, amén de mejorar los pilares de los países transicionales mencionados arriba, incrementar la asequibilidad tecnológica (es decir, promover la reducción de precios de acceso a dispositivos y servicios de telecomunicaciones). Como se comprueba, las barreras prioritarias de los países emergentes son importantes en todas las dimensiones.

Los países de digitalización limitada enfrentan problemas fundamentales de brecha económica de demanda, más allá de las áreas mencionadas para los países emergentes.

### IMPACTO POLÍTICO-INSTITUCIONAL EN EL DESARROLLO DE LA DIGITALIZACIÓN

El análisis longitudinal del índice de digitalización permite determinar que el desarrollo de esta transformación está directamente condicionado no solo por variables endógenas (como el crecimiento económico) sino también por factores político-institucionales. De acuerdo a estos, una vez que un país introduce modificaciones estructurales en sus políticas públicas y en su entorno institucional respecto al desarrollo y adopción de tecnologías digitales, se puede observar un cambio en la tasa de progreso del índice de digitalización (ver figura 3).



Fuente: Análisis de los autores

Figura 3. América Latina: Evolución del Índice de Digitalización (2004-13)

El análisis de las series históricas del índice de digitalización de los países latinoamericanos incluidos en la figura 3 indica que en un momento determinado se produce un aceleramiento en el avance del mismo. Este punto de quiebre de la tendencia histórica está directamente relacionado con una modificación en el contexto político-institucional respecto al sector de TIC, como puede resultar de la formulación de un plan nacional o un cambio en la estructura de gestión de políticas TIC (ver tabla 3).

País	Año de aceleramiento	TACC		Cambio Político-Institucional
		Antes	Después	
Chile	2008	4,79%	9,10%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategia Digital</li> <li>Creación del Comité Interministerial para el Desarrollo Digital</li> </ul>
Uruguay	2009	6,09%	11,91%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan Ceibal</li> </ul>
Panamá	2008	6,45%	10,55%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan "Internet para Todos"</li> <li>Creación de la Autoridad Nacional para la Innovación Gubernamental (2009)</li> </ul>
Costa Rica	2010	4,06%	15,21%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategia Nacional de Banda Ancha</li> <li>Transferencia del Viceministerio de Telecomunicaciones al Ministerio de Ciencia y Tecnología</li> </ul>
Argentina	2009	6,00%	8,15%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo del Plan Argentina Conectada</li> <li>Creación de la Coordinación General del Plan Argentina Conectada dentro del Ministerio de Planificación</li> </ul>
Ecuador	2011	6,32%	10,89%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación del Plan Ecuador Digital</li> <li>Creación del MINTEL (8/2009)</li> </ul>
Colombia	2011	10,22%	13,56%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Creación del MinTIC</li> <li>Desarrollo del Plan Vive Digital</li> </ul>
Brasil	2011	7,53%	11,99%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación del Plan Nacional de Banda Ancha</li> </ul>

Fuente: Análisis de los autores

**Tabla 3. Factores Político-Institucionales que afectan la evolución del índice de digitalización**

Como se observa en la tabla 3, en todos los países analizados, el aceleramiento en la tasa anual de crecimiento compuesto (TACC) del índice de digitalización está directamente relacionado con un cambio político-institucional, lo que implica que esta variable ejerce un impacto en el eco-sistema de TIC. El impacto de un cambio político-institucional en el desarrollo de la digitalización puede hacerse efectivo de diferentes maneras:

- En algunos casos, el cambio político-institucional conlleva un aceleramiento de la inversión pública en infraestructura TIC, lo que implica un mejoramiento del sub-índice de confiabilidad de redes, y de accesibilidad de dispositivos (es decir, penetración). Por ejemplo, en el caso de México<sup>5</sup>, la Estrategia Digital Nacional, elaborada por la Coordinación de la Agenda Digital que reporta al Presidente de la República, está inserta en el marco del Plan Nacional de Desarrollo. Esta estrategia tiene cinco grandes objetivos: transformación gubernamental, economía digital, educación de calidad, salud universal y efectiva, y seguridad Ciudadana.
- En otros casos, el cambio político-institucional resulta en una mayor eficiencia en la formulación de instrumentos e iniciativas de política pública; la misma puede expresarse en una centralización institucional en la definición de programas o en la creación de un consenso a nivel legislativo. Por ejemplo, en Colombia el Plan Vive Digital fue una iniciativa elaborada por el nuevo Ministerio TIC en 2010 con el objetivo de masificar el uso de Internet en Colombia. El plan, lanzado por el Presidente de la República en conjunto con su gabinete, tenía en su versión original tres objetivos fundamentales:
  - Triplicar el número de municipios conectados a la red de fibra óptica nacional
  - Conectar a la red al 50% de las MIPYMES y al 50% de los hogares
  - Multiplicar por cuatro el número de conexiones a Internet en el país, lo que implica pasar de las 2,2 millones de conexiones en el año 2010 a 8,8 millones de conexiones en el 2014

El Plan estaba combinado con iniciativas de promoción de demanda (Desarrollo de aplicaciones de gobierno electrónico, estímulo a emprendimientos para el desarrollo de contenidos y aplicaciones, y reducción tributaria para la adquisición de computadoras).

- En otras situaciones, el cambio institucional implica tan solo la formulación de una “señal” del sector público al sector privado de que las TIC representan un factor primordial para el desarrollo del país; como respuesta a esta “señal” el sector privado reacciona positivamente acelerando su nivel de inversión y agresividad comercial. Por ejemplo, en Chile, la Agenda Digital actuó como factor multiplicador de la inversión privada.

<sup>5</sup> El caso de este país, no se incluye en los cuadros previos, dado que el cambio institucional se produjo en el 2013 y aún no puede ser observado en un cambio en el desarrollo del índice de digitalización.

Como es de esperar, en ciertos casos, los tres mecanismos mencionados arriba pueden manifestarse simultáneamente.

Para estimar el impacto que un cambio político-institucional en el eco-sistema de TIC puede tener en el desarrollo de la digitalización se construyó un modelo estadístico que permite establecer el coeficiente de una variable binaria sobre la presencia de un plan nacional de banda ancha (acompañada de un cambio institucional) en la evolución de la digitalización en una muestra suficientemente extensa de países. Para ello, se utilizó la base del índice de digitalización para 177 países<sup>6</sup>, y se determinó como variable dependiente la tasa crecimiento del índice. Luego, se realizó la regresión con las siguientes variables independientes:

- Presencia de un plan nacional de banda ancha en cada país y en cada año, en base a lo publicado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones;
- Presencia de un plan nacional de banda ancha en el año previo, en cada país y en cada año en base a lo publicado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones;
- Presencia de un regulador de las telecomunicaciones en cada país y en cada año, en base a lo publicado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones;
- Porcentaje de población urbana, en base a lo publicado por el Banco Mundial
- PIB per cápita, en base a lo publicado por el Fondo Monetario Internacional
- Crédito local disponible para el sector privado, en base a lo publicado por el Banco Mundial

Cabe destacar que en todos los casos se aplicó un efecto fijo por año y por país, como así también errores estándar robustos y agrupados por región. De este modo se obtienen los resultados presentados en la tabla 4. En el mismo se presenta un primer modelo, donde se pondera de igual modo a cada país. Luego, en el Modelo 2, se pondera a cada país por su población.

Variable dependiente: Tasa de crecimiento del índice de digitalización	Modelo 1	Modelo 2
Presencia de plan nacional de banda ancha	-0,0115 (0,0078)	-0,0181 (0,0109)
Presencia de plan nacional de banda ancha en el año previo	0,0338 (0,0139)**	0,0383 (0,0143)**
Presencia de regulador de las telecomunicaciones	0,0118 (0,020)	0,0089 (0,0111)
Población urbana	-0,0039 (0,0018)*	0,0021 (0,0025)
Crédito local disponible	-0,0001 (0,0001)	0,0010 (0,0004)**
Producto Bruto Interno per cápita	-0,0001 (0,0001)	0,0002 (0,0002)
Constante	-0,272 (0,0831)**	-0,1484 (0,1388)
Efecto Fijo por año	Sí	Sí
Efecto fijo por país	Sí	Sí
Observaciones	1.558	1.558
R - Cuadrado	0,2177	0,2432

Nota: \*\*\*Significatividad estadística al 99%, \*\*Significatividad estadística al 95%, \*Significatividad estadística al 90%. Entre paréntesis los errores estándares robusto, agrupados a nivel regional.

Fuente: *Análisis de los autores*

**Tabla 4. Impacto de un cambio institucional en la tasa de crecimiento del índice de digitalización**

El modelo presentado en la tabla 4 muestra que el impacto de la presencia de un plan nacional de banda ancha es nulo en la tasa de crecimiento del índice digitalización del mismo año, aunque tiene un efecto importante la presencia del plan en el año previo. Así, esta señal de parte del gobierno, genera un aumento en la tasa de crecimiento del índice entre el 3,38% y el

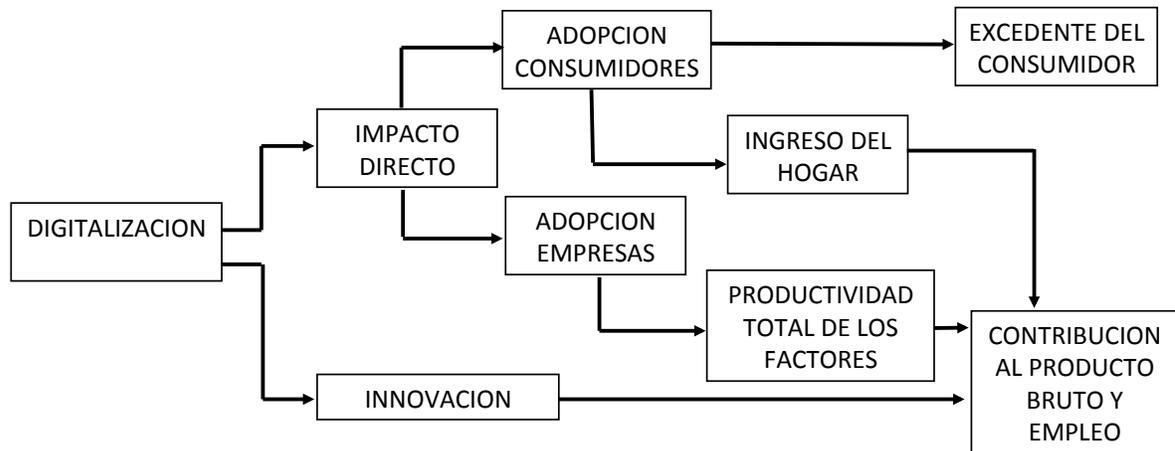
<sup>6</sup> A pesar de disponer datos de digitalización para 198 países, sólo se tiene datos de los cambios institucionales y de las variables de control para 177 países.

3,83% (en función si se considera la muestra ponderando, o no, por población). Este resultado se mantiene en caso que se excluya como variable independiente a la presencia del plan de banda ancha en el período actual<sup>7</sup>. De este modo, se observa que los efectos de la introducción del plan y el cambio institucional que este implica se efectivizan luego de un año.

Sobre este modelo, también cabe destacar que la presencia de un regulador de las telecomunicaciones parece no tener efecto en el crecimiento de la digitalización. Esta situación puede atribuirse a que en el período analizado (2004-2013), más del 90% de los países ya cuentan con ese organismo.

## MODELOS DE IMPACTO ECONÓMICO DE LA DIGITALIZACIÓN

La contribución económica de la digitalización se manifiesta en tres áreas: 1) impacto en el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB); 2) Creación de empleo como resultado de la creación de nuevos emprendimientos y la atracción de nuevas industrias; 3) estímulo a la tasa de innovación (ver figura 4)<sup>8</sup>.



**Figura 4. Impacto Económico de la Digitalización**

En primer lugar, a partir del aumento de la productividad total de los factores y la contribución a la innovación, la digitalización ejerce una contribución positiva y significativa al producto bruto. El impacto económico de la digitalización puede ser conceptualizado en términos de la contribución al grado de eficiencia de una empresa en términos de crecimiento de la producción, nuevas estrategias de mercado, reconfiguración de las cadenas de valor, y mayor eficiencia en operaciones. En lo que hace a la primer área de impacto, la digitalización permite redefinir modelos de negocio más aptos para entrar a mercados (debido a economías de escala más reducidas), al mismo tiempo que expande la cobertura de mercados servidos debido a la virtualización de la distribución. Ambos efectos contribuyen al incremento del volumen de producción. En la segunda área de impacto, la digitalización torna más fácil el desarrollo de marcas y productos. Por un lado, las redes sociales contribuyen a la creación de poder de marca. Por otro lado, estas crean canales de retroalimentación que permiten adaptar mejor los productos a los requerimientos del mercado. En el tercer área de impacto – reconfiguración de la cadena de valor – la virtualización derivada de la digitalización permite mover funciones productivas a regiones donde se optimiza el acceso a materias primas o a mano de obra a mejores costos. Al mismo tiempo, la introducción de nuevas tecnologías lleva al desarrollo de métodos productivos más complejos en las regiones más industrializadas. Finalmente, la digitalización introduce una mayor flexibilización en las operaciones de firmas que se benefician mediante la tercerización de etapas discretas de la producción, sin impactar la complejidad de las operaciones. Como es de esperar, la interacción de estas cuatro áreas de impacto de la digitalización resulta en efectos diferentes acorde al sector industrial.

Para probar estas hipótesis, se construyó un modelo de crecimiento endógeno que vincula el PIB al stock de capital fijo, la fuerza de trabajo y el índice de digitalización para 150 países<sup>9</sup>. Así también, se controla por el PIB previo, dado que el mismo es uno de los principales determinantes del actual. Este modelo está basado en una función de producción Cobb-Douglas como la siguiente:

<sup>7</sup> Al excluir la presencia de un plan de banda ancha en el período actual, el efecto de la presencia del plan en el período previo en la tasa de crecimiento del índice de digitalización se encuentra entre el 2,78% y el 3,14%

<sup>8</sup> En este trabajo se analizará solamente el vínculo entre digitalización y PIB. Los análisis realizados por los autores también encuentran que un aumento del 10% en el índice de digitalización genera una reducción del 0,72% en la tasa de desempleo, y que un aumento de 10 puntos en el índice de digitalización genera un incremento de 12 puntos en el índice de innovación.

<sup>9</sup> A pesar que se estimó el índice para 198 países, se tiene la serie completa del mismo como de las variables de control, para 150 países.

$$Y_{(t)} = A_{(t)} K_{(t)}^{1-b} L_{(t)}^b$$

en la cual:

- $A_{(t)}$  representa el nivel de digitalización (medido por el índice)
- $K_{(t)}$  corresponde a la formación de capital fijo (medida por la variable de formación de capital fijo reportada por el Banco Mundial)
- $L_{(t)}$  representa la capacidad de la fuerza de trabajo (medida por el porcentaje de trabajadores con educación secundaria o superior, y el número de egresados universitarios)

En particular, el modelo busca estimar el impacto del índice de digitalización en el aumento del PIB, controlando por el capital y el trabajo:

$$\frac{PBI_{(t)}}{PBI_{(t-1)}} = A_{(t)} * K_{(t)}^{\beta_3} * L_{(t)}^{\beta_4}$$

De acuerdo a esta función, y luego de tomar logaritmos, el modelo utilizado es el siguiente:

$$\log(PBI_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 * \log(PBI_{i,t-1}) + \beta_2 * \log(A_{i,t}) + \beta_3 * \log(K_{i,t}) + \beta_4 * \log(L_{i,t}) + \varepsilon_{i,t}$$

Este modelo incluye efectos fijos por año y por país. Así también los errores estándar se estiman de modo robusto y ajustando por grupos a nivel regional, ponderando a cada país de igual modo en el modelo 1. En la medida de que los resultados pueden estar sesgados por lo que acontece en países con pocos habitantes, el modelo también fue estimado ponderando a cada país por su población en el modelo 2 (ver tabla 5).

Variable dependiente: $(t)$	Modelo 1	Modelo 2
PIB previo (PIB $_{(t-1)}$ )	0,7508 (0,0228) ***	0,7402 (0,0361) ***
Stock de Capital Fijo ( $K_{(t)}$ )	0,0953 (0,0252) ***	0,1191 (0,0361) **
Fuerza de Trabajo ( $L_{(t)}$ )	-0,0154 (0,0139)	-0,0481 (0,0331)
Índice de Digitalización ( $A_{(t)}$ )	0,0633 (0,0204) **	0,0749 (0,0253) **
Constante	1,7817 (0,2779) ***	1,8261 (0,2855) ***
Efecto Fijo por año	Sí	Sí
Efecto fijo por país	Sí	Sí
Observaciones	1.350	1.350
R - Cuadrado	0,9953	0,9934

Nota: \*\*\*Significatividad estadística al 99%, \*\*Significatividad estadística al 95%, \*Significatividad estadística al 90%. Entre paréntesis los errores estándares robusto, agrupados a nivel regional.

Fuente: *Análisis de los autores*

**Tabla 5. Impacto de la Digitalización en el Crecimiento del PIB**

Como es de esperar, los resultados indican en primer lugar que el PIB del período actual está determinado principalmente por el PIB del período previo debido al efecto de inercia en los ciclos económicos. Asimismo, de acuerdo a la función de Cobb-Douglas, los cambios en el stock de capital fijo también afectan al crecimiento económico, con una significatividad estadística superior al 98%. Lo mismo ocurre con el índice de digitalización, indicando la importante contribución económica de TIC. Por otro lado, la fuerza de trabajo no tiene efecto en el crecimiento del PIB, dado que la misma es una variable que tiene poca variación entre años. De este modo, y de acuerdo a ambos modelos, un aumento del 10% en el índice de digitalización genera un incremento de entre 0,63% y 0,75% en el PIB per cápita. Como el impacto de la digitalización puede variar en función del nivel de adopción de las nuevas tecnologías en cada país, se estima un modelo adicional en el que se agregan a las variables independientes anteriores, el índice promedio para los países en los cuatro niveles de desarrollo (ver tabla 6).

Variable dependiente: PIB <sub>(t)</sub>	Modelo 1	Modelo 2
PIB previo (PIB <sub>(t-1)</sub> )	0,7397 (0,0213) ***	0,7294 (0,0235) ***
Stock de Capital Fijo (K <sub>(t)</sub> )	0,0920 (0,0252) ***	0,1150 (0,0362) **
Fuerza de Trabajo (L <sub>(t)</sub> )	-0,0146 (0,0130)	-0,0409 (0,0295)
Índice de Digitalización Países Avanzados	0,0540 (0,0193) **	0,0485 (0,0216) *
Índice de Digitalización Países Transicionales	0,0588 (0,0183) **	0,0572 (0,197) **
Índice de Digitalización Países Emergentes	0,0612 (0,0182) ***	0,0633 (0,0190) ***
Índice de Digitalización Países Limitados	0,0527 (0,0165) **	0,0527 (0,0196) **
Constante	1,8832 (0,2659) ***	1,8788 (0,1987) ***
Efecto Fijo por año	Sí	Sí
Efecto fijo por país	Sí	Sí
Observaciones	1.350	1.350
R - Cuadrado	0,9951	0,9932

Nota: \*\*\*Significatividad estadística al 99%, \*\*Significatividad estadística al 95%, \*Significatividad estadística al 90%. Entre paréntesis los errores estándares robusto, agrupados a nivel regional.

Fuente: Análisis de los autores

**Tabla 6. Impacto de la Digitalización en el Crecimiento del PIB, en función del nivel de adopción de TIC**

Este segundo modelo muestra que para los países con un nivel de digitalización limitado, el nivel de impacto es inferior que en el estadio superior. Al alcanzar el nivel de digitalización de países emergentes se observa un mayor nivel de impacto económico. Esto se debe a que en esta etapa a los efectos directos generados por el uso de las nuevas tecnologías (referidos arriba), se agrega el impacto económico del despliegue de redes. Posteriormente, al alcanzar los mayores niveles de digitalización, los efectos de un aumento en el índice en el PIB se reducen debido a que en estos estadios la mayor parte de la población ya está digitalizada, y se hacen presentes únicamente los efectos derivados de una mejor utilización de la tecnología.

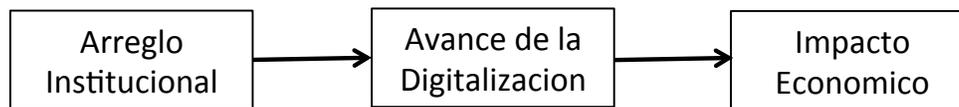
También cabe destacar, que en ambos modelos los coeficientes de impacto de la digitalización son significativamente más elevados que los calculados para el impacto de tecnologías aisladas, como la penetración de banda ancha<sup>10</sup> o telefonía móvil. Este es un resultado importante porque confirma que el impacto económico de las TIC crece a partir del efecto acumulado de tecnologías (telefonía móvil, fija, banda ancha, informática), así también como de su asimilación y uso productivo. Aumentar la penetración de banda ancha es tan solo una de las políticas públicas; la maximización del impacto económico se genera a partir del despliegue de políticas que van de las telecomunicaciones a la computación, de la adopción y uso de Internet a la innovación empresarial.

## CONCLUSIÓN

En primer lugar, el análisis de impacto institucional fue realizado en base a la construcción de un modelo estadístico que permitió establecer el coeficiente de una variable binaria en la evolución del crecimiento del índice de digitalización en una muestra suficientemente extensa de países. El resultado final permitió calcular el coeficiente  $\beta$  ligado a la variable institucional.

Asimismo, el modelo de la sección previa permite estimar el impacto económico futuro de las TIC en base a cambios en el índice de digitalización. Sobre esta base, se construyó un modelo adicional que permitió calcular la dimensión de impacto que un cambio institucional generará en dicho índice y, en consecuencia, en términos de su impacto económico. Con el coeficiente calculado en la tarea anterior, se estimó el impacto futuro en la digitalización que el arreglo institucional podrá generar. Esto a su vez, permitió calcular el impacto económico en un modelo de causalidad transitiva (figura 5):

<sup>10</sup> Ver Katz, R. (2012). *Op. cit.*



**Figura 5. Causalidad Transitiva: Arreglo Institucional a Impacto Económico**

De acuerdo a los resultados de los modelos econométricos, la presencia de un plan nacional de banda ancha acompañado de un cambio institucional, genera un aumento en el índice de digitalización del 3,83% en el año siguiente. Este impacto se mantiene todos los años, mientras se mantenga el plan, a lo largo del tiempo. A su vez, este aumento en la digitalización genera un incremento en el PIB de entre 0,0485% y 0,0633%, en función del estadio de la digitalización de cada país (ver tabla 6). Considerando ambos efectos de la causalidad transitiva, se obtiene que la presencia del factor institucional, genera un año después, y a lo largo del tiempo mientras se mantenga el plan, los siguientes impactos en crecimiento del PIB:

- Estadio Limitado: 0,2018% de impacto en el crecimiento del PIB
- Estadio Emergente: 0,2426% de impacto en el crecimiento del PIB
- Estadio Transicional: 0,2190% de impacto en el crecimiento del PIB
- Estadio Avanzado: 0,1859% de impacto en el crecimiento del PIB

Estos valores cuantitativos sirven de referencia para la formulación de políticas públicas donde es necesario comparar los costos de la introducción de un cambio institucional, en relación a los beneficios que se generan. Los resultados de este trabajo, reflejan que existe una ganancia potencial en crecimiento del PIB, que debe ser considerado al momento de medir los beneficios de la introducción de un cambio institucional.

## REFERENCIAS

1. Baudrier, A. (2001). *Independent regulation and telecommunications performance in developing countries*. Presentation to the Annual ISNIE Conference: Institutions and Governance. Berkeley, California, September 13-15
2. CEPAL (2013). *Estrategias de TIC ante el desafío del cambio estructural en América Latina y el Caribe: balance y retos de renovación*. Documento de proyecto Dialogo político inclusive e intercambio de experiencias del programa Alianza para la Sociedad de la Información.
3. Gutierrez, L. H. y Berg, S. (1998). *Telecommunications liberalization and regulatory governance: lessons from Latin America*. Presentation a Conference on Privatization, Deregulation and Institutional Framework sponsored by the Institute of Developing Economies, Tokyo, December 7-8, 1998.
4. Katz, R. (2012). *The economic impact of broadband: Research to date and policy issues*. Geneva: International Telecommunications Union.
5. Katz, R. y Koutroumpis, P. (2013) “Measuring Digitization: a growth and welfare multiplier”. *Technovation*, Vol. 33, Issues 10-11, October, pp. 311-386
6. Katz, R., Koutroumpis, P. y Callorda, F. (2013). “The Latin America path towards digitization”, *Info*, Vol. 15, No. 3, pp. 6-24
7. Katz, R. Koutroumpis, P. y Callorda, F. (2014). “Using a digitization index to measure economic and social impact of digital agendas”, *Info*, Vol. 16, No. 1, pp. 32-44.
8. Levy, Brian, and Pablo T. Spiller. (1996). *Regulations, Institutions, and Commitment: Comparative Studies of Telecommunications*. New York: Cambridge University Press.
9. Melody, W. (1997). “On the Meaning and Importance of Independence in Telecom Reform”, *Telecommunications Policy* Vol. 21 N°3, pp. 195-199, Elsevier Science.
10. Sabbag, K., Friedrich, R., El-Darwiche, B., Singh, M., Ganediwalla, S. and Katz, R. (2012), “Maximizing the impact of digitization”, in Dutta, S. and Bilbao-Osorio, B. (Eds.), *The Global Information Technology Report 2012*, World Economic Forum and Insead, Geneva.