



CÁTEDRA TELEFÓNICA

POLÍTICA Y REGULACIÓN TELECOMUNICACIONES E INTERNET
AMÉRICA LATINA-EUROPA

**Mario
Castillo**

La Internet industrial para el
cambio estructural en América Latina

Mario Castillo

CEPAL

mario.castillo@cepal.org

2016/49



INSTITUT
BARCELONA
ESTUDIS
INTERNACIONALS

IBEI WORKING PAPERS

2016/49

**La Internet industrial para el
cambio estructural en América Latina**

© Mario Castillo

© Institut Barcelona d'Estudis Internacionals (IBEI), of this edition

Publishes: Institut Barcelona d'Estudis Internacionals (IBEI)
Ramon Trias Fargas, 25-27
08005 Barcelona (Spain)
+34 93 542 30 30
ibei@ibei.org
www.ibei.org

Legal deposit: B-21.147-2006

ISSN: 1886-2802

Barcelona, November 2017

Resumen

Este artículo analiza las implicancias de la Internet industrial en las estrategias de crecimiento de los países América Latina. La Internet industrial es la próxima gran ola de innovación y se prevé que transformará profundamente el modo de funcionamiento de toda la economía. Después de concluir un proceso de reformas de apertura y liberalización económica, y posteriormente de expansión de las políticas sociales y de fortalecimiento institucional, la región requiere renovar sus fuentes de crecimiento. Para ello, es necesario aumentar la productividad, la diversificación productiva y la sostenibilidad ambiental, es decir, lograr un cambio estructural. La Internet industrial puede contribuir a un crecimiento sostenible de la región, mediante la configuración de sistemas productivos más eficientes, diversificados y con bajas emisiones de carbono. En este documento se presenta un marco de análisis para abordar los desafíos de la Internet industrial en la región, con tres ideas principales: primero, la necesidad de una política industrial digital para generar un *catching up* en el nuevo ciclo de innovación de Internet; segundo, la urgencia de promover un proceso de inversión pública y privada en infraestructura, plataformas y capacidades tecnológicas digitales y, tercero, la necesidad de contar con las capacidades institucionales para que el sector público lidere y gestione –en alianza con el sector privado– las iniciativas/plataforma de transformación para la Internet industrial.

.HUGV

Internet Industrial; América Latina; Crecimiento económico sostenible; empleo; gobernanza multistakeholder; Industria 4.0; automatización industrial; política económica e industrial

INTRODUCCIÓN

¿Por qué algunos países de ingresos medios de América Latina, que tenían las condiciones durante la década de los años 60 y 70, no lograron converger con los países industrializados? Esta pregunta es recurrente en el debate económico de la región, sobre todo al hacer la comparación con países del sudeste asiático, que han sido exitosos en lograr este objetivo aprovechando el ciclo de innovación de la microelectrónica y las tecnologías digitales. Una de las interpretaciones, desde un enfoque estructuralista y poskeynesiano, destaca el rol del cambio estructural y la importancia de las nuevas tecnologías en el proceso de crecimiento y desarrollo (Cimoli, Dosi and J. Stiglitz, 2015).

El actual ciclo de innovación tecnológica está asociado a la Internet industrial. Se estima que el despliegue de esta nueva plataforma ocurre a fines de la década del 2000, cuando el número de objetos conectados a Internet –calculado en 6.700 millones– superó a la población mundial (Evans, 2011). Esto es consecuencia del desarrollo exponencial de diversas tecnologías digitales emergentes, tales como la IoT (*Internet of Things*), nuevas redes de conectividad, la computación en la nube (*cloud computing*), la analítica de grandes datos (*big data*), la manufactura aditiva (impresoras 3D), la robótica y los sistemas de inteligencia artificial.

En los países líderes, estas nuevas aplicaciones cubren todas las actividades económicas, desde la salud, los hogares y el transporte. Es la gran convergencia de la Internet de las comunicaciones con la Internet de la manufactura, de la energía, de la ciudad, del hogar, del transporte y de la logística. Estimaciones de la consultora McKinsey indican que el impacto económico potencial anual hacia 2025 alcanzará a los \$11,1 trillones de dólares, destacando las aplicaciones en la industria manufacturera, la gestión de ciudades, el transporte y la logística, la industria del *retail* y la de recursos naturales (McKinsey, 2015).

Esta revolución tecnológica ocurre en medio de un creciente descontento por la globalización económica. Por una parte, están aquellos que pronostican la era del estancamiento secular de las economías, una creciente inequidad en los beneficios de la globalización y la sustitución de puestos de trabajos por las nuevas tecnologías de automatización. Desde otra perspectiva están lo que sostienen que la innovación digital, mediante la creación destructiva, seguirá siendo una fuente de crecimiento de manera similar como lo fueron las tecnologías manufactureras en el siglo XX (Foreign Affairs, 2016).

Estos temas están ausentes del debate económico en América Latina; en cambio, la atención está puesta principalmente en la desaceleración económica y en los programas de ajuste. Aún más, la región está disminuyendo su participación en los flujos económicos internacionales –basados

principalmente en recursos naturales y en menor proporción manufactura— en la medida en que estos se vuelven más digitales y con mayor participación de servicios, datos y comunicaciones¹.

Después de un periodo excepcional de crecimiento en el período 2003-2013, la región enfrenta un escenario económico adverso cuya causa inmediata está asociada a la recesión de la economía mundial. Esta coyuntura evidencia la vulnerabilidad de la región frente a los shocks externos y las debilidades estructurales de las economías latinoamericanas. La racionalidad macroeconómica prevaleciente recomienda prudencia en el manejo de los déficits gemelos –fiscales y externo–, y volver a implementar políticas de ajuste. Por lo tanto, existe un reducido espacio fiscal para implementar políticas de cambio estructural tecnológico.

Para aprovechar las oportunidades de la economía de Internet es necesario un nuevo tipo de reformas, cuyo foco sea la transformación productiva hacia una estructura de mayor productividad, sofisticación y diversidad. Un paquete de reformas asociadas a la Internet industrial requiere de políticas de transformación estructural mediante cambios en los incentivos para la asignación de recursos y la creación de nuevos mercados. Para ello, se necesitan políticas industriales normativas guiadas por misión, que vayan más allá del enfoque de la teoría de fallas de mercado que ha prevalecido hasta ahora.

El documento está dividido en cuatro capítulos, que comienzan con los antecedentes sobre el futuro de la Internet industrial, la gobernanza, actores claves y el debate sobre automatización y desempleo. El segundo capítulo analiza la situación y perspectivas en América Latina, su coyuntura económica, el ecosistema digital y las oportunidades de aplicación de la Internet industrial en la región.

El tercer capítulo examina las estrategias y los desafíos de política para la región, identificando el marco analítico, señalando la necesidad de una política industrial 4.0 y de un modelo regional de políticas digitales. Finalmente, el cuarto capítulo es de resumen y conclusiones.

¹ Entre 2005 y 2014, el tráfico de Internet transfronterizo aumentó más de 20 veces y el flujo de datos, 45 veces (McKinsey, 2016).

1. LA NUEVA ERA DE LA INTERNET INDUSTRIAL

1.1 La cuarta revolución y la Internet industrial

Así como la Internet del consumo, desde fines de la década de 1990, revolucionó la relación B2C (*business to consumer*) en las industrias de medios (noticias, música y TV), el *retail* y los servicios financieros, en los próximos 10 años la Internet industrial modificará profundamente el funcionamiento de los principales sectores económicos, incluyendo la manufactura, la energía, el petróleo y el gas, la minería, la construcción, la agricultura, el transporte y la salud, los que representan cerca de dos tercios del PIB.

El avance de la *Internet of Things* (IoT) ha permitido la transición desde la Internet del consumo hacia la Internet industrial, proceso también denominado cuarta revolución industrial o Industria 4.0². Esta es definida como la habilidad de la Internet para controlar el mundo físico mediante la sincronización de equipos, procesos y personas (World Economic Forum, 2015, Schwab, 2016). La frontera de aplicaciones ha pasado desde los dispositivos individuales a sistemas integrados de múltiples niveles de interconexión, destacando los datos de sensores, redes de conexión, servicios de aplicación y las interfaces de interoperabilidad (Li Da Xu and Wu He and Shancang Li, 2014)³.

La Internet industrial es la Internet de segunda generación, un nuevo concepto tecnológico que prevalecerá por un largo período. Las predicciones respecto de la cantidad de dispositivos que habrá conectados para 2020 es disímil, pero todas estiman números altos: Gartner calculó 20 mil millones; IDC, 30 mil millones; Cisco estableció la cifra en 50 mil millones, y Morgan Stanley lo proyectó en 75 mil millones (Evans, 2011). Las regiones más importantes para la Internet industrial, medida por la generación de ingresos, son Asia Pacífico, que captura más del 50%, Norteamérica con 26% y Europa Occidental con más de 15% (IDC, 2014).

En 2016, alrededor de 6,4 mil millones de objetos (*things*⁴) estarán conectados (Gartner, 2015), 30% más que el año 2015⁵. Las áreas que más dispositivos conectados presentan son la automotriz, los hogares inteligentes (*smart home*), los dispositivos para salud (*fitness devices*) y el consumo. Sin embargo, las aplicaciones industriales son las que registran los gastos más elevados en esta tecnología. En el año en 2016, los gastos estimados en las aplicaciones de consumo alcanzarán los

² El termino Industria 4.0 fue acuñado por el Ministerio de Educación e Investigación de Alemania, y se asocia a la plataforma en la que personas, máquinas, dispositivos y procesos están conectados de manera inteligente.

³ El avance y la reducción de costos de los microprocesadores, las redes Wifi, la tecnología RFID, la banda ancha y los sensores abren nuevas posibilidad para que cada máquina, proceso y producto estén conectados a Internet, en la denominada Internet of Things (IoT) o Internet industrial. Esta tecnología es útil para todo tipo de actividades, tanto en industrias verticales –manufactura, procesamiento de recursos naturales, comercio, energía, salud y agricultura– como en la gestión de ecosistemas complejos –ciudades, medioambiente y desastres naturales.

⁴ El término *Things* se refiere a cualquier objeto físico que cuenta con un dispositivo con su propia dirección IP y que puede conectarse, enviar y recibir información a través de la red.

⁵ McKinsey (2015) estima que existen más de 9 mil millones de dispositivos conectados, considerando en esta estimación a los computadores y los teléfonos inteligentes.

546 mil millones de dólares, mientras que en la industria, *–cross-industry y vertical-specific–* alcanzarán los 868 mil millones de dólares (véase el cuadro 1.1).

La inversión en la Internet industrial ha mantenido su dinamismo, incluso cuando en la fase de ralentización de la economía internacional. En 2015, los niveles de inversión aumentaron respecto del año anterior y alcanzaron 1500 mil millones de dólares en infraestructura de telecomunicaciones 700 mil millones en Internet de las cosas y 100 mil millones en *data centers* (Huawei, 2015)⁶. Ese mismo año, según Gartner e IFR, los envíos de impresoras 3D alcanzaron 200 mil unidades, doblando a los pedidos del año anterior, mientras que las ventas de robots superaron las 180 mil unidades, con un crecimiento superior a 10%. Las principales industrias demandantes fueron la automotriz, la de semiconductores, la electrónica y el sector agrícola.

Cuadro 1.1. Objetos conectados y gastos de Internet industrial

	Objetos conectados (millones de unidades)		Gastos en Internet industrial (miles de millones de dólares)	
	2016	2020	2016	2020
Consumo	4024	13509	546	1534
Cross-industry	1092	4408	201	566
Vertical-specific	1276	2880	667	911
Total	6392	20.797	1414	3010

Fuente: elaboración propia con base en Gartner (2015).

El impacto económico potencial anual de la Internet industrial hacia 2025 será, a lo menos, de cuatro billones de dólares, destacando las aplicaciones en la industria manufacturera (1,2 billones de dólares), la gestión de ciudades (900 mil millones de dólares), el transporte y la logística (500 mil millones de dólares), el *retail* (400 mil millones de dólares) y la industria basada en recursos naturales (200 mil millones de dólares). La mayor parte del valor económico de estas aplicaciones se localizará en países avanzados –62% del valor–, sin embargo, existen áreas de aplicación de mayor potencial en

⁶ Esto significa un crecimiento anual de 1,3% en infraestructura de telecomunicaciones, 14,3% en Internet de las cosas y 1,9% en data centers.

economías en desarrollo, como la industria de recursos naturales, el transporte y la logística, y la industria manufactura (McKinsey, 2015).

Entre los factores críticos para lograr esos impactos destacan la evolución de las nuevas redes de comunicación, aumentar las inversiones en las plataformas y las aplicaciones verticales. Las áreas técnicas en las que se requiere avanzar son el despliegue del IPv6, la sustentabilidad de los sensores, los acuerdos en los estándares de interconexión y la seguridad de estas aplicaciones. La interoperabilidad es uno de los factores críticos, área en la que la alternativa más plausible es la adopción de estándares abiertos y la existencia de plataformas que permitan a los sistemas de *IoT* comunicarse entre ellos. Según McKinsey, la ausencia de un sistema de interoperabilidad reduciría en al menos 40% el potencial beneficio de estas aplicaciones.

Otra de las condiciones es que se mantengan la disminución de los costos de producción de *hardware* y de los servicios de comunicación, almacenamiento y de procesamiento de datos, es decir reducciones de entre 5% y 15% anual dependiendo de la tecnología o servicio. Entre los componentes de *hardware* destacan los sensores de bajo consumo, los sensores microelectromecánicos, los identificadores de radio frecuencia y las baterías de bajo costo. En el caso de servicios, los *software* analíticos y de visualización, los enlaces de comunicaciones de datos de bajo costo, los servicios de procesamiento de información y almacenamiento.

La Internet industrial se organiza en tres pilares tecnológicos principales: redes de conectividad, plataformas *cross industry* y especialización vertical, donde convergen diversas tecnologías que están en distintos niveles de desarrollo. Entre estas destacan las redes de alta velocidad, la Internet de las cosas, la robótica, los sistemas de inteligencia artificial, la manufactura aditiva, la computación en la nube, el almacenamiento y la analítica de grandes datos (véase el cuadro 1.2).

Cuadro 1.2. Los tres pilares de la Internet industrial

	<i>Madura</i>	<i>Fase avanzada</i>	<i>Emergente</i>
Conectividad	Banda ancha fija y móvil 3G y 4G	Short to medium range wireless: Wifi, Bluetooth, mesh, NB-IoT y LPWAN	Redes de nueva generación (5G)
Plataformas cross industry	Almacenamiento de datos, computación en la nube y common sensors	IoT, M2M, big data y plataformas de seguridad	High performance computing y plataformas de IoT
Especialización vertical	Uncommon sensors y manufactura aditiva (3D)	Network platforms, drones y vehículos autónomos	Visualización, robots e inteligencia artificial

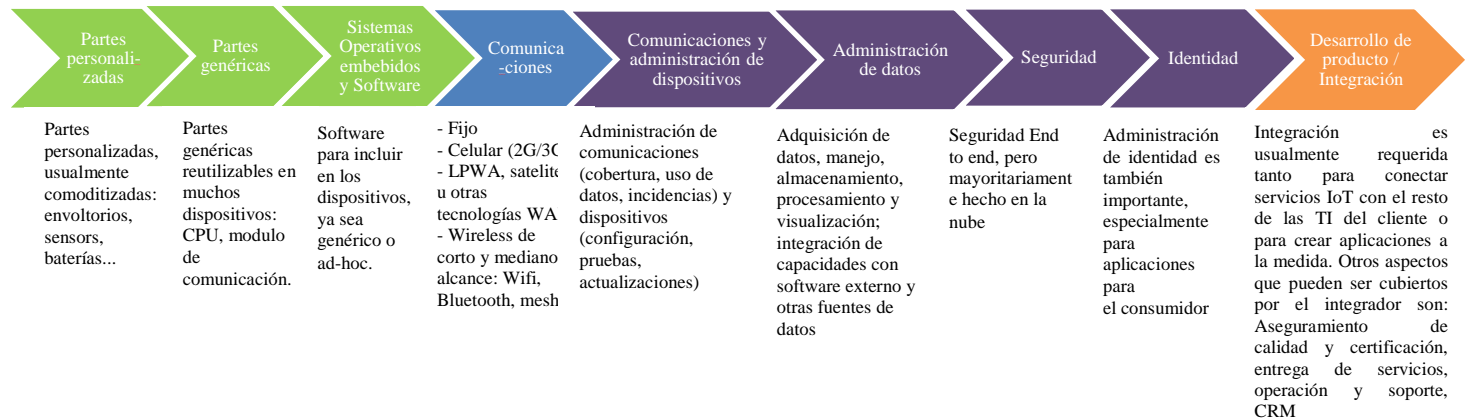
Fuente: elaboración propia con base en el hypercycle de Gartner.

La cadena de valor de la Internet industrial permite en teoría, mediante nuevos estándares de comunicación, abordar el ciclo completo de cualquier producto o servicio, desde el desarrollo e ingeniería, pasando por la manufactura, hasta el uso, mantenimiento y reciclaje. A diferencia de la cadena de valor del Internet del consumo, esta tiene una alta fragmentación y requiere mayores niveles de coordinación entre las empresas que integran los componentes de la cadena. Por ejemplo, las empresas de tecnologías de redes y servicios de *cloud computing* necesitan de los productores de objetos –dispositivos con sensores– tanto como estos requieren de ellas para desarrollar conjuntamente la industria de aplicaciones de *software* y *hardware*.

Esta cadena de valor de la Internet industrial está organizada en cuatro segmentos principales (véase el diagrama 1.1): (i) dispositivos (partes y sistemas operativos), (ii) comunicaciones, (iii) plataformas habilitantes de aplicaciones (administración de comunicaciones, datos e identidad y seguridad) y (iv) desarrollo de productos e integración. El primer segmento corresponde a la manufactura electrónica de dispositivos con sensores para la captura de datos, es decir a la producción de sensores, MEMS, nodos, controladores y otros artefactos para obtener datos. El segundo es el de las redes de comunicación celular e inalámbrica, que corresponde al ámbito de los circuitos integrados y considera microprocesadores, chips y protocolos usados para la comunicación y procesar información. El tercer segmento está asociado al desarrollo de plataformas de *software* de gestión de comunicaciones y manejo de datos, y corresponde a IIOT de diseño de sistemas de *hardware* y *software* para el monitoreo de sistemas, la analítica de datos y los protocolos de seguridad para el análisis y la respuesta de datos. Finalmente, el cuarto segmento corresponde a la integración de

aplicaciones en industrias verticales, es decir, el diseño de aplicaciones, servicios y mantenimiento remoto y operado con interfaces de computación en la nube y API (DestinHaus, 2015).

Diagrama 1.1. Cadena de valor de la Internet industrial



Fuente: elaboración propia con base a DestinHaus, 2015

A diferencia de la cadena de valor de la Internet del consumo, en este caso hay un mayor balance entre las fuerzas de concentración y desconcentración económica⁷. Las fuerzas que conducen a la concentración son las economías de escala y las economías de red asociadas a las plataformas de *software* en un número reducido de empresas. Las fuerzas que posibilitan la desconcentración están asociadas a las posibilidades de localización y la generación de mercados de nicho en el desarrollo de productos e integración en industrias verticales. En una situación intermedia de concentración se encuentra la manufactura electrónica de dispositivos, donde se prevé una fuerte competencia, destacando los dispositivos inteligentes, los sistemas de comunicación y el control de objetos.

Alrededor de 30% del crecimiento del mercado de la Internet industrial hacia 2020 provendrá del diseño, la manufactura y la venta de nuevos dispositivos (Norton, 2015). Los principales fabricantes están transformando los componentes de sus productos para hacerlos más inteligentes, interactivos y valiosos gracias a diversas innovaciones. Ejemplo de ello es el caso de Nest –adquirida recientemente por Google– en el área de termostatos, Philips en la de aplicaciones Bluetooth, Wifi y sensores de iluminación, y ThinFilm en la producción de etiquetas.

Entre los aspectos críticos de la evolución de la cadena de valor destacan las modalidades de comunicación y control que van a prevalecer en la industria. Considerando la multiplicidad de dispositivos con distintos sistemas que será necesario conectar, los proveedores de red deberán desarrollar soluciones de comunicación –basadas en sistemas Bluetooth y Wifi– que generen valor en

⁷ Las fuerzas que posibilitan la desconcentración están asociadas a las posibilidades de localización, personalización de productos y servicios y la generación de mercados de nicho en que las economías de escala pierden importancia. Esta dinámica permite desconcentrar las actividades de producción de bienes y servicios y abre oportunidades para los países de la región y las pequeñas empresas.

la red y también en la parte *downstream* de la cadena⁸. En este contexto, las redes dominantes serán aquellas que logren proveer los sistemas más simples de operar y garanticen la seguridad y la privacidad de los datos. Una situación similar ocurre para las empresas que desarrollan tecnologías de control único para diversos dispositivos.

1.2 Gobernanza internacional y actores claves

El desarrollo y el despliegue de la Internet industrial ha tenido tres características principales: se ha desarrollado en el marco de la gobernanza de Internet de *multistakeholder*; ha sido liderado por consorcios de empresas internacionales especializadas en automatización industrial, hardware y software; y su desarrollo ha estado localizado en países que cuentan con un ecosistema digital sofisticado y fuertes alianzas publico-privadas.

Existe consenso entre los países desarrollados –principalmente Estados Unidos y los países de la Unión Europea– sobre un conjunto de principios de política en los ámbitos de la gobernanza de Internet, las plataformas digitales, los estándares y la conectividad. Entre estos destacan, en primer lugar, la adhesión al modelo *multistakeholder* para la gobernanza de Internet y al marco de políticas que promueve la apertura, inversión e innovación; en segundo lugar, la inconveniencia de las regulaciones verticales a las plataformas digitales; en tercero, la necesidad de desarrollo de los estándares para la interoperabilidad mediante procesos voluntarios, consensuados y liderados por la industria; en cuarto lugar, la relevancia de la innovación asociada a la analítica de grandes datos, y finalmente, la importancia de las políticas de conectividad y los marcos regulatorios para incentivar la inversión y la innovación (US Department of State, 2016). En el caso de la Unión Europea, además, se prioriza la estrategia de mercado único digital, que requiere de políticas para abordar la fragmentación y las barreras de los mercados y la inversión en infraestructura digital y en nuevas tecnologías.

Las iniciativas emblemáticas en este campo están siendo implementadas por grandes empresas internacionales en una amplia gama de industrias –manufacturera, redes de comunicación, *hardware* y *software*– y por diversos gobiernos en Norteamérica, Europa y Asia (véase el cuadro 1.3). Es de especial importancia la constitución de consorcios públicos-privados, que tienen como objetivo colaborar en la resolución de temas de seguridad e interoperabilidad, destacando el *Industrial Internet Consortium*, *AllSeen Alliance*, *Open Interconnect Consortium* y la iniciativa sobre Internet industrial lanzada por el Foro Económico Mundial en 2014.

En el caso de la industria manufacturera, las empresas más influyentes en la Internet industrial son Bosch, General Electric (GE), Hitachi Data System, Samsung y Siemens. En estas compañías –de

⁸ Por ejemplo, es lo que se encuentra haciendo la empresa Cisco, que utiliza servicios basados en cloud computing para conectar a los componentes de la cadena para diversas industrias –transporte, infraestructura, salud– y, simultáneamente, utiliza cloud networks para generar valor en otros componentes de la cadena.

reconocida reputación en la fabricación de maquinaria, equipos y dispositivos y líderes en automatización industrial– se realizan innovaciones tecnológicas para permitir, mediante aplicaciones de *IoT*, la conexión, el control y el monitoreo de dispositivos utilizando diversas plataformas en la nube. Ejemplo de ello son las plataformas *Asset Performance Management* y *Predix* desarrolladas por GE y *Web of Systems*, de Siemens. En la industria de *hardware* sobresalen INTEL y Dell, con el desarrollo de una nueva generación de procesadores y componentes de infraestructura para *IoT*, tales como *Quark* y *Atom*.

En el caso de empresas de redes de comunicación, tales como Cisco y Huawei, se han realizado avances en conectividad para la Internet de las cosas, servicios de computación en la nube y la analítica de datos. Entre los principales proveedores de servicios de *cloud*, almacenamiento y *big data* se encuentran Amazon Web Services (con Kinesis y DynamoDB), AT&T (con M2X), IBM (con Watson *smart product*), Microsoft (con Azure *public cloud*) y Oracle (con Hadoop *database*). Otra de las áreas de contribución de estas empresas es la provisión de recursos para fondos de capital de riesgo para nuevos emprendimientos, como lo hacen Cisco Investment, GE Ventures, Intel Capital, Qualcomm Ventures y Siemens Venture Capital (World Economic Forum 2015; Butler, 2016).

Cuadro 1.3. Principales iniciativas de Internet industrial

Programas	Responsable y stakeholders	Foco corporativo y sectorial	Desarrollo tecnológico	Estandarización
Internacional: Industrial Internet Consortium, 2014	Grandes corporaciones: GE, AT&T e IBM Cerca de 170 miembros de empresas, centros académicos y países.	Enfocado en manufactura, pero incluyendo a agricultura e infraestructura. Participación de grandes empresas tales como ABB, Siemens, China Telecom y abierta a pequeñas y medianas empresas.	Enfocado en compartir mejores prácticas en interoperabilidad de productos y tecnologías y banco de pruebas.	Proporciona guía para organizaciones de estandarización a través de bancos de prueba.

<p>Estados Unidos: <i>Advance Manufacturing Partnership, 2011</i></p>	<p>Grandes corporaciones: Allegheny, Caterpillar, Corning, Dow, Ford, Honeywell, Intel y J&J. Universidades: Stanford, Michigan, MIT, Berkeley y Georgia Tech. Agencias de gobierno: NIST, DoD, DoE, NSF y OSTP y laboratorios.</p>	<p>Empresas manufactureras, proveedores y empresas tecnológicas.</p>	<p>Iniciativas específicas: sensores y procesos de control, materiales avanzados, tecnologías de información, eficiencia energética, y nano manufactura.</p>	<p>Proporciona guía para organizaciones de estandarización.</p>
<p>Alemania: <i>Industry 4.0, 2012</i></p>	<p>Gobierno Federal y sector académico Asociaciones industriales: Tecnologías de Información, Eléctrica y Electrónica e Ingeniería.</p>	<p>Empresas manufactureras con foco en pequeñas y medianas empresas.</p>	<p>Sistemas embebidos, automatización y robótica.</p>	<p>Desarrollo de estándares</p>
<p>China: <i>Internet Plus, 2015</i></p>	<p>Consejo de Estado y Ministerio de Comercio.</p>	<p>Industria manufacturera, <i>retail</i> y <i>cloud</i>.</p>	<p>Nuevos modelos de innovación, manufactura, agricultura, energía, finanzas y logística.</p>	<p>Desarrollo de estándares</p>
<p>Japón: <i>Industrial Value Chain Initiative</i></p>	<p>Grandes corporaciones, pequeñas y medianas empresas y sector académico.</p>	<p>Empresas manufactureras y de servicios que participan en cadenas de valor</p>	<p>Sistemas de producción ciber-físicos: digitalización de procesos, visualización, robots y manufactura flexible</p>	<p>Desarrollo de estándares a partir de banco de pruebas.</p>

OPC Foundation 1994	Empresas internacionales del ámbito de la automatización industrial.	Empresas manufactureras de tecnologías operacionales y de TIC	OPC -Object Linking and Embedding for Process Control- tales como PLC protocolos, COM/DCOM y OPC Unified Architecture	Estándares de comunicaciones y la interoperabilidad para la automatización industrial
----------------------------	--	---	---	---

Fuente: elaboración propia con base a los antecedentes de las instituciones

Para ejemplificar la relevancia de las políticas públicas en países desarrollados, a continuación se abordan los casos de Estados Unidos y Alemania, donde destacan las estrategias de mediano plazo en los ámbitos de la política industrial, recursos humanos, ciencia, tecnología e innovación y economía digital.

Estados Unidos es uno de los países con mayor inversión en la Internet industrial, con aplicaciones en industrias verticales –manufactura, *retail*, agricultura y salud–, áreas transversales –*smart cities*, *smart grids*, *connected cars* y *smart supply chains*– y bienes de consumo –*smart homes* y *wearables*. Entre las principales iniciativas de políticas públicas destacan los programas *Advance Manufacturing Partnership*, *Smart Cities Initiative* y la *Strategy for American Innovation*.

En 2011 se anunció la primera fase del *Advance Manufacturing Partnership*, una iniciativa conjunta entre la industria, las universidades, el gobierno y otros actores, que apunta a identificar tecnologías emergentes con potencial para crear empleos manufactureros de alta calidad y mejorar la competitividad de la industria.⁹ Posteriormente, en 2013, se inició la segunda fase del programa con iniciativas más específicas y focalizadas que priorizan las áreas de innovación tecnológica, formación de recursos humanos y reformas de políticas (tributarias, de comercio y de energía)¹⁰. En septiembre

⁹ Entre las medidas más significativas destacan el lanzamiento, por parte del gobierno federal, del *Advanced Manufacturing Initiative for America’s Future (AMI)* como un esfuerzo conjunto entre los departamentos de comercio, defensa y energía; la ampliación del crédito tributario para la I+D; el aumento de los presupuestos de las principales agencias de I+D (*National Science Foundation*, *Department of Energy’s Office of Science* y *National Institutes of Standards and Technology*), el fortalecimiento de la educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, y la expansión de la oferta de los trabajadores extranjeros de alta especialización que puedan ser empleados por las empresas (*President’s Council of Advisor on Science and Technology*, 2011).

¹⁰ Entre las medidas principales están la creación de la estrategia *National Advanced Manufacturing Strategy*, el establecimiento de la *National Network of Manufacturing Innovation Institutes*, y la creación de centros de excelencia en manufactura (*MCEs*) y del banco de pruebas de manufactura tecnológica (*MTTs*). Además, destaca el desarrollo de procesos y estándares para la interoperabilidad de las tecnologías manufactureras, el fortalecimiento de la educación a nivel de los *Community College*, la promoción de sistemas de certificación de competencias laborales y la creación de fondos de inversión e incentivos tributarios para la inversión (*President’s Council of Advisor on Science and Technology*, 2014). El desarrollo de nuevas capacidades de investigación aplicada se complementa con otras medidas de estímulo a la industria, como los menores costos de energía asociados a la reforma energética, las medidas de protección comercial ante situaciones de dumping y las líneas de financiamiento con bajas tasas de interés.

de 2015, el gobierno federal anunció la iniciativa *Smart Cities*.¹¹ En octubre del mismo año se lanzó la tercera versión de la *Strategy for American Innovation*¹², destacando el valor de las nuevas tecnologías, el rol del *cloud computing*, la integración de las TI con los objetos físicos mediante la Internet industrial, la analítica predictiva de grandes datos, el súper computo, los nuevos materiales y el almacenaje de energía. Además, en el documento se remarca el importante rol que por décadas ha desempeñado la inversión en I+D por parte de las agencias de gobierno (National Economic Council and Office of Science and Technology Policy, 2015).

La Internet industrial también ha sido uno de los principales focos del programa Industria 4.0 del gobierno federal de Alemania para modernizar su industria manufacturera¹³. El programa comenzó en 2011, en alianza con diversos actores públicos y privados, y desde entonces se han destinado crecientes recursos para apoyar a la industria, a la academia y a los institutos de investigación para el desarrollo de una variedad de tecnologías de *smart factory* tales como sistemas embebidos de sensores, robots colaborativos, vehículos autónomos y plataformas de inteligencia artificial. El programa Industria 4.0 es liderado por los ministerios de economía e investigación y cuenta con una sólida alianza público-privada que incluye a representantes del gobierno, de asociaciones empresariales, sindicatos de trabajadores y la academia. Con ellos se organizan grupos de trabajo para abordar temas como la arquitectura y estandarización, la investigación y el desarrollo, la seguridad de redes de comunicación, el marco legal, el trabajo y la capacitación (The Economic Affairs Ministry, 2016).

Las bases y fundamentos del programa Industria 4.0 se encuentran, en primer lugar, en la *High-Tech Strategy* de 2006 y, posteriormente, en la *High-Tech Strategy 2020*, presentada en 2010. Esta estrategia busca alcanzar la excelencia en el desarrollo de sistemas ciberfísicos y soluciones de manufactura avanzada. La agenda de sistemas ciberfísicos tiene cuatro áreas de aplicación: energía (sistemas ciberfísicos para *smart grids*), movilidad (para redes móviles), salud (para telemedicina y diagnóstico remoto) e industria (para la industria y producción automatizada) (Germany Trade & Investment, 2015).

En este contexto, en el programa Industria 4.0 se ha elaborado una hoja de ruta para convertir al país en un proveedor líder de soluciones tecnológicas en cinco áreas claves: cambio climático y

¹¹ Esta considera medidas para el desarrollo de la Internet industrial y bosqueja la inversión de nuevos recursos en I+D para abordar los desafíos de las comunidades en la reducción de la congestión vehicular, la lucha contra el crimen, el crecimiento económico, la gestión de los efectos del cambio climático y el mejoramiento en la entrega de los servicios públicos. También incluye el apoyo a una variedad de programas como el National Institute of Standards and Technology's Global City Teams Challenge, el Internet of Things Research Test Beds y el Smart City Challenge, del Departamento de Transporte (The White House, 2015; New and Castro, 2015).

¹² En 2009, el presidente Obama presentó la primera versión de la *Strategy for American Innovation*, actualizada en 2011. En esta nueva versión identificaron políticas adicionales para mantener el ecosistema de innovación.

¹³ Las iniciativas de políticas públicas más emblemáticas en este ámbito son, además de *Advance Manufacturing* e *Industria 4.0*, *Smart Industry* de Holanda, *Fábrica inteligente* de Italia, *Industrie du Futur* de Francia, *Creative Economy* de la República de Corea y el *Internet Plus* de China.

energía, salud y nutrición, movilidad, seguridad y comunicaciones. Estas estrategias son parte del enfoque de política industrial seguido por Alemania para generar y fortalecer capacidades industriales mediante la innovación en aquellas tecnologías relevantes para el país (ingeniería mecánica y construcción de plantas, tecnología de materiales, bio y nanotecnología, energía y medio ambiente, movilidad y logística, salud y tecnología médica y tecnologías de información¹⁴).

1.3 El debate sobre automatización y desempleo

El alcance y las consecuencias del despliegue de la Internet industrial se insertan en el debate sobre globalización, desindustrialización e híper automatización. La fase acelerada de globalización entre 1980 y 2007, ha mostrado efectos contradictorios en los países desarrollados en términos de crecimiento económico, competitividad internacional e inclusión social. Existe un impacto ambivalente de la globalización y las tecnologías digitales, que han beneficiado solo un grupo de la población con alta especialización, y perjudicado a vastos sectores de trabajadores de menor calificación. Recientemente, los nuevos avances en las tecnologías de automatización e inteligencia artificial han exacerbados los temores de que los trabajadores se vuelvan redundantes, como consecuencia de una sustitución del trabajo humano por máquinas (The Economist, 2016a y 2016b).

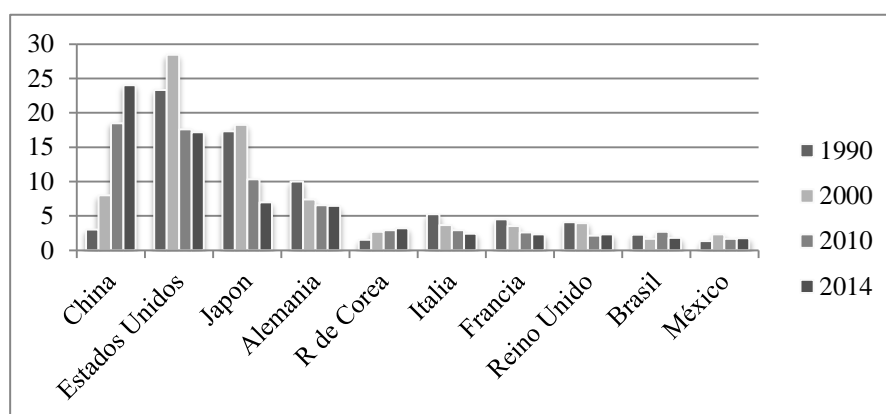
La crisis financiera del año 2008 fue un punto de inflexión que quebró la continuidad de un modelo global y desregulado de crecimiento, iniciado en la década de los ochenta. En particular, el proceso de desindustrialización de los países avanzados¹⁵(véase el gráfico 1.1), el sesgo de incertidumbre de sus economías, la inestabilidad del mercado financiero y la desigualdad de ingresos entre la población, entre otros factores, ha generado un desequilibrio de las economías¹⁶ y un descontento social. Como consecuencia, hay una demanda por políticas más proteccionistas y, desde los gobiernos, por establecer mecanismos de recuperación de capacidades productivas, tecnológicas y de empleo y de modalidades más defensivas de integración en bloques económicos (Foreign Affairs, 2016).

¹⁴ Además, la Industria 4.0 forma parte de uno de los siete ejes de la agenda digital lanzada en 2014, asociada a la digital economy and digital workplaces. Mediante dos programas tecnológicos –autonomics for Industrie 4.0 y smart service– se proveen fondos para realizar investigación e innovación en este campo. El primer programa prioriza la realización de nuevas tareas de alta complejidad que pueden ser realizadas autónomamente por máquinas, servicios robotizados y otros sistemas y el segundo considera el desarrollo de soluciones basadas en agregación y analítica de grandes datos mediante sistemas inteligentes (The Federal Government, 2014).

¹⁵ La acelerada desindustrialización experimentada por las economías avanzadas a partir de la década de 2000 fue consecuencia del enorme desplazamiento de la producción industrial hacia China que, a partir del año 2010, se consolidó como el principal centro mundial de producción manufacturera. En el período 2000-2014, el gigante asiático multiplicó por ocho su participación en la producción mundial de manufactura, en detrimento de Estados Unidos, Japón, Italia, Francia y Reino Unido

¹⁶ La lenta recuperación de la economía mundial por más de siete años ha dado pie a la hipótesis de estancamiento secular. Esta hipótesis - propuesta inicialmente por el economista Alvin Hansen en los años 1930 y recuperada por Larry Summers en 2013- sostiene que los desequilibrios de las economías industrializadas se explican por una creciente propensión al ahorro y una decreciente propensión a la inversión, resultando en un excesivo ahorro que actúa como obstáculo a la demanda, reduce el crecimiento y la inflación y genera un desequilibrio entre el ahorro y la inversión, empujando a las tasas reales de interés a la baja (Summers, 2016).

Gráfico 1.1. Participación en el valor agregado manufacturero mundial (porcentaje)



Fuente: <http://unstats.un.org/unsd/snaama/resQuery.asp>

El *offshoring* industrial ha generado descontento social entre los trabajadores que han perdido sus fuentes de empleo en zonas geográficas de larga tradición industrial de Estados Unidos y Europa. Una de las consecuencias ha sido el auge de las políticas nacionalistas y la exigencia de medidas de política proteccionista, incluyendo el uso de aranceles e impuestos para proteger la industria local (The White House, 2012; The Economist, 2016a). Existen algunos estudios que han planteado que esta mayor inestabilidad política está asociada a la declinación de la participación del sector industrial y el empleo manufacturero en dichas economías en las últimas décadas (Brady, 2016).

A partir de 2010, y como reacción al desplazamiento de la producción industrial hacia países del sudeste asiático y China, ha surgido una nueva generación de políticas de reindustrialización y mega acuerdos comerciales¹⁷. Se han fortalecido las estrategias en los ámbitos de la política industrial, los recursos humanos, la innovación y la economía digital, configurándose las denominadas tres fábricas mundiales: Norteamérica, Europa y Asia. Estas comienzan a operar bajo las normas de mega bloques económicos, dejando atrás el modelo de multilateralismo en el comercio internacional¹⁸.

A estos fenómenos se le agregan los cambios disruptivos que están generando las nuevas tecnologías digitales y de automatización avanzada. Una dimensión de estos cambios es la colisión que se produce entre los modelos de mercados de la economía tradicional y la digital, modificando radicalmente los modelos de negocio, creando nuevos mercados y planteando nuevos desafíos regulatorios a los gobiernos. El fenómeno de mayor significación ha sido la emergencia de empresas

17 Entre las negociaciones comerciales destacan el Acuerdo de Asociación Transpacífico (TPP), la Asociación Transatlántica de Comercio e Inversión (TTIP) entre Estados Unidos y la Unión Europea, y la Asociación Económica Integral Regional (RCEP), de las principales economías asiáticas. Sin embargo, frente a los procesos electorales de Estados Unidos, Alemania y Francia se ha mermado el apoyo político a estos acuerdos.

18 Un aspecto importante para Estados Unidos y la Unión Europea es el hecho de que a fines de 2016 expira el reconocimiento, de acuerdo a las normas de la Organización Mundial del Comercio, de China como una non-market economy y, por lo tanto, se abre la posibilidad de establecer aranceles antidumping a sus exportaciones y establecer estrategias para recuperar la competitividad industrial y favorecer a los trabajadores fabriles. (Rodrik, 2016 y DiMiccio, 2015).

plataforma –como Apple, Google y Uber– que han generado cambios profundos en el transporte, la banca, la salud, la energía y la manufactura. Estas empresas presentan, además, controversias regulatorias por su capacidad para dominar los mercados, amenazar la competencia y, en algunos casos, por eludir responsabilidades y obligaciones fiscales y laborales (Stiglitz, 2016 y Evans and Gawer, 2016).

Otro tema controversial se refiere al impacto en el mercado del trabajo de los recientes avances de la robótica y la inteligencia artificial. La evidencia muestra que la automatización de tareas –rutinarias y no rutinarias– ha generado en los países desarrollados una estanflación de los salarios medios de los trabajadores en comparación al crecimiento de los salarios de los profesionales de alta calificación (Kearney, Hershbein y Boddy 2015). También existe preocupación por la amenaza del desempleo como consecuencia del extraordinario avance logrado en las tecnologías de inteligencia artificial –*deep learning*– que permite la automatización de diversas tareas cognitivas que hasta hace poco solo podían ser realizadas por personas calificadas (The Economist, 2016b).

La irrupción de este nuevo modelo tecnológico tendrá implicancias estructurales en la organización económica y social, puesto que no solo se trata de conectar objetos y máquinas para coordinar operaciones, ni tampoco constituir redes de optimización inteligente, sino que se abre la posibilidad, por primera vez en la historia de la humanidad, de la construcción de sistemas autónomos.

En el cuadro 1.4 se presenta la evolución de la fábrica del futuro en los ámbitos de automatización, conectividad e interacción humana. Desde la situación actual, con procesos de automatización simples y repetitivos y, además, una robotización aislada, se pasará por procesos más complejos y flexibles, con una robotización colaborativa, hasta llegar a procesos inteligentes y adaptativos y, principalmente, con robots autónomos.

Cuadro 1.4. La fábrica del futuro

	En la actualidad	En 5 años	En 10 años
Conectividad	Redes locales	Integrada	Híper conectividad
Automatización	Simple y repetitiva	Compleja y flexible	Inteligente y adaptativa
Interacción humana	Caged robot	Robots colaborativos	Máquinas que aprenden

Fuente: presentación ABB

Con la Internet industrial se abre una fase para la incorporación de una nueva generación de robots, que volverán obsoleto el actual mercado del trabajo y redundante muchas ocupaciones que podrán automatizarse a bajo costo y alta confiabilidad. El trabajo realizado por dos investigadores de Oxford concluyó que el 47% de los actuales trabajos podrán ser reemplazados por máquinas en las próximas décadas (Frey and Osborne, 2013). Otra de las consecuencias de la automatización y estandarización de procesos, por medio de plataformas e interfaces de alta escala, será la erosión de las ventajas de costo laboral de los países de menor desarrollo. En un escenario económico con nivel crecientes de automatización las ventajas competitivas de los países cambiarán desde el tradicional arbitraje de costos laborales a los que arbitraje por híper automatización (Gartner, 2016).

2. SITUACIÓN Y PERSPECTIVAS EN AMÉRICA LATINA

2.1 Fin de un ciclo de bonanza económica

América Latina experimentó un ciclo excepcional de crecimiento durante los primeros años del siglo veintiuno, alcanzando un aumento de PIB promedio anual de 5,4 % entre 2004 y 2007, duplicando las tasas de crecimiento de los países desarrollados (OCDE). Posteriormente, en el período de la poscrisis financiera (2009-2013), logró una recuperación. En ese período, los países de la región avanzaron en términos de reducción de la pobreza, mejoramiento de la infraestructura y mayor solidez macroeconómica. Los factores que explican tales avances son las condiciones externas favorables que permitieron un mayor crecimiento, aumento del empleo y reducción de la informalidad y el alza de las transferencias condicionadas y el gasto social, permitiendo acceso a salud y educación a un mayor segmento de la población.

En apariencia la región dejaba atrás su mal endémico de desequilibrio e inestabilidad macroeconómica e iniciaba un proceso inédito de convergencia con las economías avanzadas. Después de tres décadas de sucesivas reformas estructurales inspiradas en el consenso de Washington¹⁹, los países de la región evidenciaban un *catching up* con las economías más desarrolladas. Sin embargo, a partir de 2013, la situación cambió abruptamente: la región desaceleró y, posteriormente, entró en una fase de sesgo recesivo en línea con la economía internacional y, desde entonces, presenta un mediocre desempeño económico (CEPAL, 2016c). Hoy debe encarar una encrucijada respecto de su capacidad de crecer y sostener los avances sociales logrados en la última década.

19 El Consenso de Washington es una expresión acuñada por el economista John Williamson para referirse al conjunto de reformas estructurales con orientación al mercado, la apertura económica, la disciplina macroeconómica y la reforma institucional que fueron propugnadas por instituciones internacionales con sede en Washington D.C. (Williamson, 2003). Algunos autores críticos a este planteamiento han argumentado que bajo este término también se asocia a un declarado esfuerzo ideológico por imponer una visión neoliberal y fundamentalista de mercado en los países en desarrollo, (Stiglitz, 2003).

Desde 2014 se inicia la fase de desaceleración económica. En ese año, el crecimiento promedio de América Latina fue solo de 1,1%, la expansión más baja desde 2009. En 2015, experimentó una caída de -0,4%. A la fecha, todas las proyecciones sobre el crecimiento han sido revisadas permanentemente a la baja, esperándose una contracción promedio de 1.1% para 2016 (véase el gráfico 2.1). Además, reaparecen los déficits gemelos –sector externo y fiscal– que reducen el margen de maniobra de los gobiernos en varias áreas.

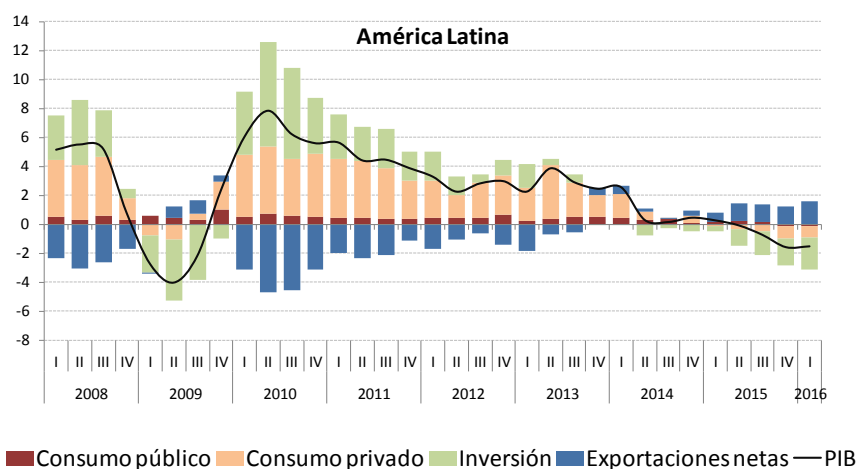
Considerando que esta desaceleración está asociada a las condiciones externas, surge entonces la interrogante sobre qué tan transitorio o estructural es el sesgo recesivo global. A la luz de la coyuntura internacional, todos los antecedentes apuntan a que existe una anormalidad en los patrones históricos de comportamiento, caracterizados por un conjunto de desequilibrios estructurales. Desde la crisis financiera de 2008 se advierten condiciones adversas con un estancamiento del comercio internacional, ajuste recesivo y un desacople entre el sector financiero y la economía real. Además, desde fines de 2015 se ha generado una compleja situación macroeconómica mundial asociada a la severa volatilidad del mercado financiero, la caída de los precios de las bolsas y activos, la transición del modelo de crecimiento de China, la incertidumbre sobre el crecimiento de Estados Unidos, y la caída de los precios de las materias primas, en particular hidrocarburos y minerales²⁰.

Estas condiciones externas, sin embargo, tendrán un efecto diferenciado en los países de la región, reflejando distintos patrones de dependencia de productos *commodities* y de integración comercial, asociados a la evolución de las economías de Asia y Estados Unidos respectivamente. Esto significa que mientras esas economías se mantengan desacopladas, los patrones de crecimiento de México y América Central y de América del Sur no serán convergentes. Mientras México y América Central crecerán en torno a 2,4% en 2016, América del Sur tendrá una contracción en su producto interno bruto de 2.4%, explicada principalmente por los retrocesos esperados de Brasil y Venezuela y un menor crecimiento en Argentina, Chile, Ecuador, Perú y Uruguay.²¹

²⁰ A esta compleja combinación de factores en términos del crecimiento del producto, política económica, inflación, comportamiento de precios de activos claves y mercado financiero se la ha denominado la nueva anormalidad de la economía global (Roubini and Nouriel, 2016). En este sentido, a partir de la crisis financiera, se inició un cambio de ciclo económico, desde uno de equilibrio estacionario hacia otro schumpeteriano con hipertrofia financiera.

²¹ Esto se explica porque México y Centroamérica, que crecieron menos rápido en el período del boom de los commodities y experimentaron un período más largo de contracción después de la crisis financiera de 2008, están recuperándose más rápido como consecuencia de la recuperación del consumo en la economía de Estados Unidos y una evolución favorable de sus términos de intercambio. En cambio, América del Sur está siendo afectada por un deterioro en los términos de intercambio y la desaceleración de China y otros países del sudeste asiático.

Gráfico 2.1 Tasa de crecimiento interanual del PIB en América Latina: 2008 a 2016
(En porcentajes, sobre la base de dólares constantes de 2010)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de cifras oficiales.

La situación más crítica la enfrentan los países de América del Sur, donde las ganancias inesperadas de los términos de intercambio y la apreciación del tipo de cambio se tradujeron en un aumento insostenible de la demanda interna, una baja tasa de ahorro y un bajo dinamismo de la producción. El auge de los términos de intercambio y del tipo de cambio real fue un espejismo, pues las variaciones en los términos de intercambio no fueron permanentes ni el auge del tipo de cambio real obedeció al aumento de la productividad del sector transable.

En este contexto, el dilema de la política económica –monetaria, fiscal y externa– es encontrar un balance entre ajustar o suavizar para conservar la viabilidad macroeconómica y adecuar la demanda interna a las nuevas condiciones de la economía internacional. Desde esta perspectiva macroeconómica, las reformas estructurales recomendadas son, por el lado de la demanda, fortalecer el ahorro con herramientas para elevar la propensión marginal a ahorrar durante bonanzas (estabilizadores fiscales, fondos de estabilización, soberanos y otros) y políticas fiscales, financieras y de seguridad social para aumentar el ahorro en la economía. Y por el lado de la oferta, mantener la integración al comercio internacional mediante la apertura comercial y mejorar la relocalización de los factores productivos (The World Bank, 2016).

2.2 La Internet del consumo y la convergencia digital

El fortalecimiento de las clase medias en la región durante la última décadas²² conllevó una alta demanda de nuevos bienes y servicios digitales que, combinada con sus menores costos, generó

²² De acuerdo al Banco Mundial, entre 2003 y 2014 la clase media en América Latina aumento del 21 al 35% de la población.

una expansión sin precedentes en el acceso y uso de las tecnologías digitales en la población latinoamericana. Sin embargo, el ecosistema digital tiene una alta heterogeneidad y asimetría entre los sus componentes, es decir, la infraestructura de conectividad, la industria digital y los usuarios finales (CEPAL 2015 y 2016b; Katz R., 2015).

En 2016 existían en la región más de 300 millones de usuarios de Internet y cerca de 700 millones de conexiones a telefonía móvil, encabezando el uso de redes sociales para actividades de socialización y de trabajo. El consumidor latinoamericano tiene un comportamiento similar al de países más avanzados en cuanto a la adopción de productos y servicios digitales. La creciente demanda de aplicaciones y servicios digitales móviles, en particular de video, muestra un patrón de consumo parecido entre los habitantes que tienen acceso a estas tecnologías. En general, salvo en el caso de intereses locales, se utilizan las mismas aplicaciones y plataformas de servicio y los usuarios pasan la misma cantidad de tiempo en línea.

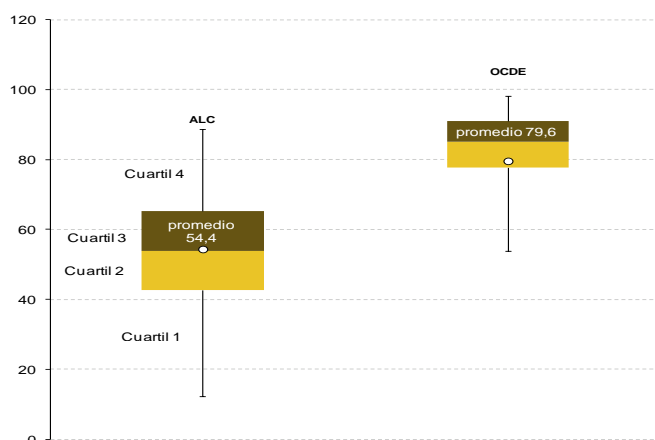
Entre 2005 y 2015, la difusión de Internet fue muy rápida y hubo una convergencia con los países desarrollados. El número de usuarios de esta tecnología se triplicó, pasando de 16,1% a 54,4%, con una tasa de crecimiento de cerca de 15% promedio anual. Sin embargo, la heterogeneidad entre los países es muy alta: la diferencia entre el país con mayor y menor porcentaje de usuarios en la región era de 76 puntos porcentuales, mientras que en los países de la OCDE era de 44 puntos porcentuales (véase el gráfico 2.2).

Así como el mayor acceso a las tecnologías digitales no necesariamente se ha traducido en una reducción de la desigualdad digital en la población, en el ámbito de las empresas ocurre una situación similar. Se observan enormes diferencias en cómo los segmentos de empresas de mayor y menor tamaño utilizan los servicios de Internet. La tasa de digitalización de la región se ha mantenido en una posición relativamente baja en el contexto internacional²³. Durante el período 2004-2013 la brecha digital con los países de la OCDE se redujo levemente de 20 a 18 puntos (Katz, 2015).

²³ El nivel de digitalización regional, de acuerdo a la consultora Telecom Advisory Services, es ligeramente superior al promedio mundial (41,4 puntos versus de 36,5 puntos en una escala de 1 a 100).

Gráfico 2.2. Usuarios de Internet en 2015

(Porcentaje del total de la población)



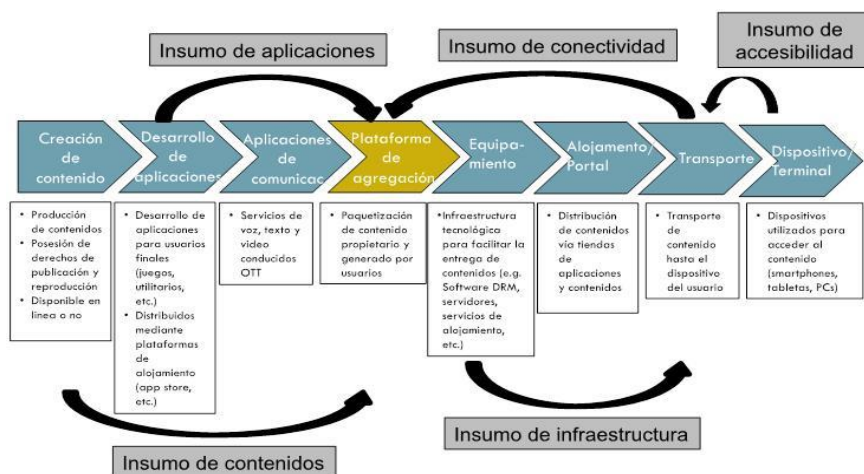
Fuente: ORBA (Observatorio Regional de Banda Ancha) de la CEPAL con base en datos de UIT, World Telecommunications Indicators Database, 2016. El número indica el promedio regional de hogares con Internet. Los datos para la OCDE no incluyen a Chile y México.

En relación a la cadena de valor de la Internet del consumo, se observa que en la región un modelo de desarrollo basado exclusivamente en la provisión de insumos de conectividad –servicios de telecomunicaciones–, con una participación marginal en la producción de servicios de mayor valor agregado, como contenidos, desarrollo de *software*, aplicaciones y servicios digitales (véase el diagrama 2.1). De manera similar a lo que ocurre en el mercado de bienes de alto contenido tecnológico, los países de la región son importadores netos de servicios digitales con una reducida participación regional en la provisión de insumos de contenidos, aplicaciones, infraestructura y accesibilidad (Katz, 2015).

En este ecosistema digital coexisten fuerzas hacia la concentración y, en menor medida, la desconcentración económica, que definen las formas de organización industrial y de estrategias empresariales. Las fuerzas que conducen a la concentración son las economías de escala y las de redes asociadas al desarrollo de la economía digital, que se traducen en la dominancia de los operadores globales de servicios de Internet, como Microsoft, Facebook, Google, Apple y Amazon, en el ecosistema digital de América Latina.

El ecosistema digital en la región es todavía embrionario. Incluso cuando se han implementado políticas públicas orientadas a fortalecer la innovación en el ámbito de las TIC no se ha consolidado un proceso de creación de valor asociado con el desarrollo de contenidos, servicios o aplicaciones. La región es importadora de servicios digitales y se encuentra atrasada en la producción de contenidos locales. En promedio, de los 100 sitios de Internet más populares, sólo 26 corresponden a contenido local, principalmente portales de noticias y de comercio electrónico (Katz, 2015).

Diagrama2.1. Cadena de valor de la Internet del consumo



Fuente: Katz, Raúl (ed.) (2015), El ecosistema y la economía digital en América Latina, CAF, CEPAL, etc. y Fundación Telefónica, Ariel, Barcelona, España

Para abordar estos desafíos se requieren iniciativas de política, como fomentar el desarrollo de los servicios de Internet, crear condiciones para expandir las plataformas de comercio electrónico y avanzar en la producción de aplicaciones para procesos productivos. Todo esto se debe dar en el marco de una política industrial para el sector digital con un fuerte énfasis en el desarrollo de la institucionalidad y la cooperación regional. Para conseguir economías de escala y efectos de red a nivel regional, es preciso articular un mercado digital regional, ya que la diversidad de regulaciones y marcos normativos nacionales crea fricciones que obstaculizan el aprovechamiento de las sinergias transfronterizas que se podrían alcanzar gracias a un marco institucional y normativo uniforme. De manera similar a lo ha hecho por la Unión Europea, un mercado digital común podría apoyar significativamente los esfuerzos regionales de expansión de la economía de Internet.

2.3 La Internet industrial para el crecimiento sostenible

Diversos estudios han advertido que el modelo de crecimiento de América Latina oculta una debilidad estructural asociada al estancamiento de la productividad (CEPAL, 2016a)²⁴. En esta coyuntura, las nuevas tecnologías en general y la economía de Internet en particular adquieren una importancia estratégica por su capacidad de revertir el estancamiento de la productividad y promover la diversificación productiva.

²⁴ La divergencia en el crecimiento de mediano y largo plazo que ha experimentado con los países más dinámicos no fue por falta de inversión en capital físico y humano ni por el lento crecimiento de la fuerza laboral, sino que principalmente por un déficit de la productividad (Aravena y Hofman, 2014; Timmer, de Vries & de Vries, 2014).

Sin embargo, los espacios para este tipo de políticas de cambio estructural son más reducidos que en el pasado dado el escenario económico adverso que enfrenta la región. La posibilidad de avanzar hacia un desarrollo de la economía de Internet en América Latina pasa por conseguir mayor flexibilidad fiscal y fortaleza institucional y, principalmente, requiere de un marco analítico que le dé consistencia y fundamento a una nueva generación de políticas de transformación productiva asociada a la Internet industrial.

Las actividades digitales más frecuentes de los usuarios latinoamericanos están relacionadas con la Internet del consumo, es decir, el uso de redes sociales, juegos, videos, comunicaciones y comercio electrónico (ComScore, 2017). En los sectores productivos, el uso de tecnologías digitales se concentra principalmente en herramientas de comunicación, de gestión administrativa y financiera y, en menor medida, en herramientas de automatización industrial tales como monitoreo, optimización y control de procesos productivos o desarrollo de nuevos modelos de negocio (Katz, 2015). Esta baja adopción tecnológica en los procesos productivos por parte de las empresas explica que la participación económica de la Internet industrial sea menos significativa.

La Internet industrial en los países de la región está en una fase incipiente y existe el riesgo de que la brecha se acentúe en los próximos años. Los principales países no han alcanzado los estándares mínimos, de manera simultánea, en las cinco tecnologías habilitadoras de la Internet industrial, esto es banda ancha, *data centers*, computación en la nube, *big data* e Internet de las cosas. La cobertura de redes 4G está bajo 35%, la banda ancha es menor a 300 kbps, las velocidades de descarga están bajo los 50 Mbps, la inversión en *data centers* es menor a 0,1% del PIB, las inversiones en servicios en la nube no alcanzan a 3% del gasto en TIC y las en *big data* e *IoT* son muy bajas (Huawei, 2015). Entre las principales brechas digitales de la región destaca la de infraestructura de redes: según el Banco de desarrollo de América Latina – CAF, esta requeriría de alrededor de 400 mil millones de dólares de inversión hasta 2020 si quiere equipararse a los países desarrollados. Sin embargo, al ritmo de inversión actual, existe un déficit de inversión anual de cerca de 28 mil millones de dólares²⁵ (ACHIET y Convergencia research, 2013).

Los indicadores más utilizados para medir el grado de conectividad y automatización de las economías son la sensorización y la densidad de robots y, en ambos, la región está muy atrasada. De acuerdo a IDC, de los 11 mil millones de dispositivos conectados actualmente, solo 220 millones están en América Latina, es decir, alrededor de 2%. Por otra parte, el stock de robots industriales a nivel internacional, a partir de información de la International Federation of Robotics (IFR), alcanza los 1,4 millones, destacando la República de Corea con la mayor densidad (478 por 10.000 trabajadores

²⁵ Dependiendo del país, las inversiones pueden duplicar la inversión promedio anual por habitante en comparación con el último quinquenio. El promedio para el quinquenio 2007-2011 fue de 44 dólares. Para alcanzar las metas hacia el año 2020, la inversión promedio en el quinquenio 2013-2020 debería ser de 66 dólares.

manufactureros), seguida de Japón (314) y Alemania (292). En América Latina la mayor densidad la tiene México, con solo 20, seguido por Argentina con 18 y Brasil con 10, mientras que el promedio mundial alcanza a los 66 robots por 10.000 trabajadores manufactureros.

Este retraso de la estructura productiva de América Latina se ha traducido en un bajo nivel de digitalización en diversos sectores económicos. Por ejemplo, las grandes empresas en de la región tienen brechas en capacidades digitales principalmente en los sectores manufactureros²⁶ y en el sector energía y recursos naturales, exceptuando el caso de Chile. En los sectores de bienes de consumo, telecomunicaciones, transporte y logística existen mayores capacidades y sus los niveles de digitalización son similares a los de países de mayor desarrollo (véase el cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Índice de digitalización en América Latina
(Escala de 1 a 100)

	Argentina	Brasil	Chile	México
Energía y recursos naturales	28,9	30,2	73,2	35,5
Industria manufacturera	32,0	19,7	33,8	20,9
Productos de consumo	51,9	50,8	59,9	51,3
Telecomunicaciones, transporte y logística	57,5	78,8	52,3	50,8

Fuente: Preparado por el gA Center for Digital Transformation (2016) a partir de encuestas a grandes empresas en América Latina.

Pese al retraso de la región, existe una oportunidad temporal de retomar el proceso de *catching up* con la frontera tecnológica. La Internet industrial tiene el potencial de contribuir al cambio estructural mediante la creación de bienes y servicios digitales, la agregación de valor al incorporar lo digital en bienes físicos y el desarrollo de nuevas plataformas de producción, intercambio y consumo. Para ello, se requiere un grado superior de madurez de la cadena de valor de la Internet industrial, con

²⁶ En el caso de Europa, los índices de digitalización para la industria manufacturera alcanzan a 43,2 para la manufactura de productos básicos, 47,5 para maquinaria y equipo, 50 para automotriz y 52,4 para la industria electrónica (gA Center for Digital Transformation, 2016).

una mayor difusión e intensidad del uso de estas tecnologías por parte de individuos y empresas, y su incorporación en procesos productivos y organizacionales.

Esta plataforma tecnológica puede ser un aliado para hacer frente a los grandes desafíos de la región, como la diversificación productiva, el alto grado de urbanización, el envejecimiento de la población, la necesidad de mayor cobertura en servicios de salud y educación, la crisis ambiental y el cuidado de los recursos naturales, así como la necesidad de aumentar la productividad y competitividad de las economías regionales. Los efectos de estas tecnologías son disruptivos y la región requiere adaptarse rápidamente. Existen algunas iniciativas públicas en una fase incipiente, destacando el Plan para M2M e Internet de las cosas de Brasil, a cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones (MCTIC), el Programa Estratégico de Industrias Inteligentes de Chile a cargo de la Corporación de fomento de la Producción (CORFO), y el Mapa de Ruta para la Internet of Things de México a cargo del Gobierno Federal.

Para abordar la problemática que representa una tasa de urbanización de 80%, es preciso el desarrollo de ciudades sostenibles, con una gestión eficiente del tráfico y del transporte público. Por otra parte, la crisis ambiental requiere del control de emisiones y gestión del consumo de agua y de energía mediante redes inteligentes, para contar con industrias eficientes y más sustentables. En salud, las nuevas tecnologías permiten el monitoreo en tiempo real y soluciones de medicina preventiva, además de facilitar el cuidado a distancia de pacientes crónicos y las cirugías a distancia, entre otros. Para las mejoras en competitividad y productividad, es necesario desarrollar una Internet industrial e innovaciones que den soluciones a necesidades de la industria regional.

En una primera fase, las herramientas de la Internet de la industria se están desarrollando más rápidamente para las actividades de mantenimiento de tipo predictivo, que permiten disminuir los tiempos de reparación, bajar los costos de mantenimiento y reducir las fallas. Esto es significativo para las actividades mineras y petroleras en la región. Para el sector agrícola, incorporar equipos con sensores para generar y analizar datos a gran escala puede ser muy útil para la predicción y mejora del rendimiento. En infraestructura, se abre la posibilidad de contar con información real para decisiones de obras públicas.

3. ESTRATEGIAS Y POLÍTICAS PARA LA INTERNET INDUSTRIAL

3.1 La Internet industrial para el cambio estructural

Ante los nuevos desafíos como el cambio climático, el aumento de la desigualdad y los impactos disruptivos de las nuevas tecnologías en el empleo, los países desarrollados hacen la corrección estructural para enfrentar este nuevo ciclo económico. Ejemplos de estas correcciones estructurales son el renacimiento de las estrategias de política industrial –manufactura avanzada e

Industria 4.0–, el fortalecimiento de los sistemas nacionales de innovación y los megaacuerdos de cooperación regional que incluyen temas de economía digital –comercio, estándares y propiedad intelectual–.

Mientras los países desarrollados se readecuan a este nuevo ciclo económico, la mayoría de los países de la región se concentran exclusivamente en sus políticas de corrección macroeconómica, de ajuste fiscal y externo para compatibilizar sus economías con las condiciones de la economía internacional. Además del ajuste, la región necesita estrategias de transferencia y difusión tecnológica, para lo cual se requiere una adecuación del marco de políticas, institucionalidad y de alianzas público-privadas. La viabilidad política y económica de este tipo de estrategias está condicionada no solo por superar los obstáculos de tipo fiscal e institucional, sino también por revertir la hegemonía de un marco analítico dominante que ha restringido el espacio para las políticas en este ámbito.

Este enfoque ha tenido como énfasis principales las reformas de mercado y de apertura económica a partir de la década de los ochenta y noventa y, desde la década de 2000, las reformas institucionales y políticas sociales distributivas. El Consenso de Washington puede considerarse como el marco analítico con que el *mainstream* ha conceptualizado una agenda estándar de reforma de mercado, un régimen macroeconómico para la estabilidad económica y una estrategia de apertura comercial y financiera, generando profundas transformaciones económicas y sociales en países en desarrollo.

Este modelo de reformas, que logró una hegemonía a partir de la década de los noventa en la región, tiene dos versiones. La primera generación de políticas, promovidas a partir de fines de la década de 1980, tiene como pilares 10 reformas principales: disciplina fiscal, reordenamiento de las prioridades del gasto público, reforma tributaria, liberalización de las tasas de interés, tipo de cambio competitivo, liberalización comercial, apertura a la inversión extranjera directa, privatizaciones, desregulación y derechos de propiedad (Williamson, 2003).

Tras los promisorios resultados iniciales en el control de la inflación y el crecimiento en el primer quinquenio de los años 1990, se produjo un debilitamiento del crecimiento y una creciente volatilidad macroeconómica y déficit externo, los que finalmente desencadenaron en la crisis de 2001-2002²⁷. Ante el fracaso de estas políticas de crecimiento, se propuso, de manera urgente una segunda generación de reformas en las siguientes áreas: gobernanza corporativa, anticorrupción, mercado laboral flexible, acuerdos de la OMC, códigos y estándares financieros, apertura prudente de la cuenta de capital, regímenes de tipo de cambio no intermediados, independencia del banco central, red de

27 La interpretación que se hizo fue que las reformas no fueron capaces de sustentar el crecimiento debido a que fueron implementadas de manera desigual e incompleta, y se propuso un paquete de reformas institucionales (Singh et al, 2005).

seguridad social, reducción de pobreza focalizada y fortalecimiento del sistema nacional de innovación (Singh et al, 2005).

El denominador común de estas políticas ha sido la apertura externa –económica y financiera-, el equilibrio de las variables macroeconómicas –fiscal y balanza de pagos– y la especialización con base en ventajas comparativas basadas recursos naturales y disponibilidad de mano de obra. Este enfoque pone un énfasis en los agregados macroeconómicos y prioriza el control de la inflación y tipo de cambio flexible, otorgando una baja prioridad a la diversificación de la estructura productiva y al desarrollo tecnológico. Este régimen macroeconómico explica, por un lado, los episodios recurrentes de apreciación cambiaria, el desaliento a la modernización industrial y el escaso esfuerzo al desarrollo tecnológico que se han observado en la región y, por otro, la creciente primarización de la estructura productiva (Katz, J., 2016).

La región requiere de nuevos enfoques de reforma estructural que vayan más allá de las reformas de mercado que facilitan la flexibilidad de precios y salarios y la relocalización de los factores de producción dentro y entre sectores. Existe un agotamiento de las políticas de apertura comercial, liberalización financiera, movilidad laboral y reforma al sector público. El enfoque de corrección de fallas de mercado es necesario pero no suficiente para la política pública y, por lo tanto, se requiere un rol más balanceado –no minimalista– del Estado para organizar y fortalecer las instituciones para la política industrial y la necesidad de ir más allá del objetivo de equilibrio macroeconómico para incluir metas de desarrollo sostenibles (Naciones Unidas, 2015) ²⁸.

Desde una perspectiva conceptual, se requiere un enfoque de política dentro de un marco de reformas post Washington, que ponga el énfasis en instrumentos de políticas basados en la competencia y de colaboración publico-privadas y que sirva como herramienta para lograr objetivos de desarrollo económico y así reconocer su orientación normativa. La política pública para la Internet industrial, como desafío de carácter estructural, debe ser guiada por misión, es decir que no solo corrija fallas de mercado o minimice fallas de gobierno, sino que maximice el impacto de transformación mediante la organización y creación de nuevos mercados (Mazzucato, 2015).

3.2 El modelo de Internet industrial

Como se vio en las secciones anteriores, la Internet industrial es un facilitador cuyo desarrollo y despliegue se producen en un ecosistema caracterizado por la acelerada convergencia entre diversas tecnologías como la Internet de las cosas, las redes de alta velocidad, la robótica, los sistemas de inteligencia artificial, la manufactura aditiva, la computación en la nube, el almacenamiento y la analítica de grandes datos.

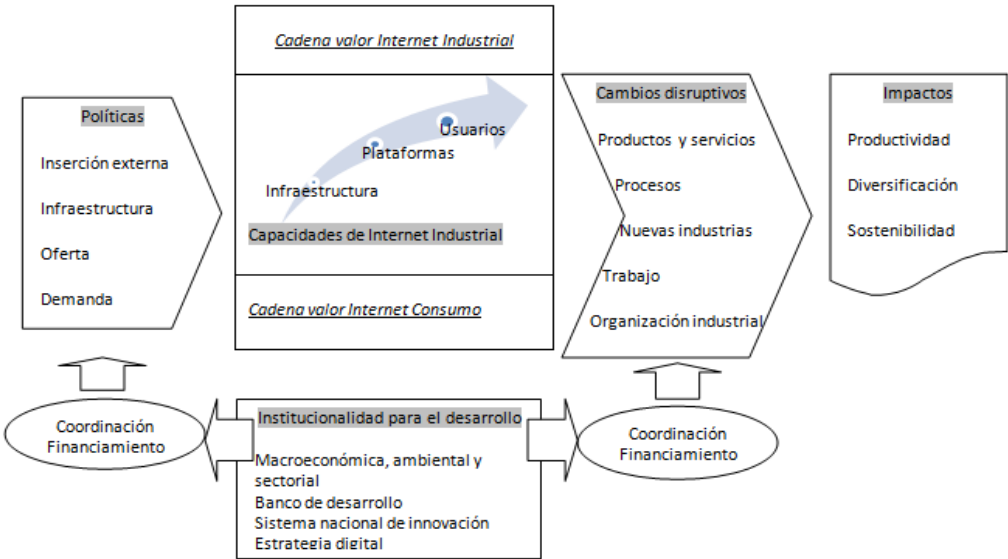
28 Frente a un rol más activo del sector público es necesario considerar los costos asociados a las fallas de gobierno, como los riesgos de captura, mala asignación de los recursos o excesiva competencia con iniciativas privadas.

En este modelo se plantea que el impacto de las políticas públicas –en los ámbitos económico y social– va a depender de su diseño e implementación y de la evolución y maduración de cada componente del ecosistema de la Internet industrial. En el primer ámbito, se consideran su efecto en la productividad y la diversificación productiva. En el segundo, destacan los impactos en la sostenibilidad ambiental. La política pública debe darse tanto en el diseño de instrumentos y programas como en el fortalecimiento de la institucionalidad (véase el diagrama 3.1).

El ecosistema de la Internet industrial se organiza en tres componentes principales que, según su grado de desarrollo y complementación, determinan su nivel de madurez y el tipo de políticas públicas necesarias en cada país. En este modelo, la infraestructura –redes de banda ancha– es el primer componente de la Internet industrial. Los elementos básicos de esa infraestructura son la conectividad nacional e internacional, las redes de acceso local, los puntos de acceso público y la asequibilidad.

Un segundo componente es el de las plataformas que considera las plataformas de redes de conectividad de corto y mediano alcance, las plataformas transversales y de especialización vertical (véase cuadro 1.2. los pilares de la Internet industrial). En ellas se incluyen el desarrollo e integración de aplicaciones, la gestión de la infraestructura de redes, la fabricación electrónica y ensamblaje de equipos y dispositivos. En el ámbito de los servicios, destacan la industria de procesos de *software* y la analítica de grandes datos. Entre los procesos de negocios verticales destacan las actividades específicas como el sector manufacturero, la industria de recursos naturales, la gestión de ciudades, el transporte y la logística.

Diagrama 3.1. Modelo de Internet industrial



Fuente: Elaboración propia

El tercer componente son los usuarios de las aplicaciones en los ámbitos de la industria, las ciudades, el transporte y la logística. La capacidad de adopción de estas aplicaciones avanzadas va depender del grado de estandarización y automatización de los procesos que tengan las actividades productivas y de servicios. Además, es clave la capacidad de las empresas -en el ámbito tecnológico, de ingeniería y financiero- para la implementación exitosa de iniciativas tales como procesos de monitoreo, de optimización y de gestión autónoma. En términos de impacto, en las empresas, mejoran la eficiencia de los procesos productivos y promueven la creación de nuevos productos y servicios; en las comunidades locales aumentan la eficiencia en la provisión de servicios públicos y la transparencia y, para ambos, mejoran la sostenibilidad ambiental.

La institucionalidad para el desarrollo corresponde al conjunto de políticas asociadas a los “factores complementarios” del ecosistema, considerando que estas tecnologías son de propósito general, es decir, transversales a mercados y actividades. Las experiencias exitosas de difusión digital demuestran que el desarrollo de complementariedades es un requisito para la masificación de los beneficios de estas tecnologías y, por lo tanto, se debe articular sectores económicos para materializar los efectos de derrame y la generación de complementariedades en el conjunto de la economía. En este sentido, las inversiones en Internet industrial tendrán un mayor impacto en la medida en que sean acompañadas por políticas que aseguren el desarrollo de los factores complementarios en los ámbitos de la política macroeconómica, industrial, de emprendimiento, recursos humanos, innovación y economía digital.

Las políticas públicas para la Internet industrial deben actuar sobre los factores críticos que condicionan el despliegue de este ecosistema y se pueden organizar en cuatro categorías: inserción tecnológica internacional, infraestructura y regulación, políticas de oferta y demanda.

En este proceso de transformación, la infraestructura digital de base son las capacidades existentes en la cadena de valor del Internet del consumo en sus diferentes eslabonamientos, destacando las capacidades en desarrollo de aplicaciones, agregación de contenido, alojamiento y transporte. El desarrollo de capacidades nacionales de Internet industrial va a depender de la base digital existente y la eficacia de las políticas públicas para que los países se incorporen en la cadena de valor de la Internet industrial internacional. Un proceso exitoso de transformación se debería expresar en un vector de cambios disruptivos –a nivel de productos y servicios, procesos, nuevas industrias, trabajo y organización industrial– para generar impactos en productividad, diversificación y sostenibilidad.

3.3 Una propuesta de política industrial 4.0

La experiencia internacional muestra que el principal desafío del cambio estructural en la era de la Internet es la implementación de una política industrial digital -o política industrial 4.0- que genere

nuevos espacios y senderos tecnológicos y productivos. Esto requiere de la utilización de nuevos enfoques de política e incentivos públicos y de alianzas público-privadas para reorientar las decisiones de inversión hacia actividades de alto valor agregado y que promuevan mejoras de productividad hacia el conjunto de la economía. Una política industrial 4.0 debe considerar tres objetivos generales prioritarios:

- Desarrollo de la infraestructura de banda ancha, fija y móvil, con niveles de penetración cercanos a los países de ingreso medio de la OCDE, calidad comparable a los estándares internacionales en términos de velocidad y latencia y servicios a precios competitivos.
- Desarrollo de la industria de tecnologías de información –microelectrónica, *software* y aplicaciones– que genere una nueva oferta de proveedores de productos y servicios para la modernización digital de las empresas.
- Desarrollo de competencias en las empresas para su transformación digital en sus modelos de negocios, productos y servicios.
- Formación de recursos humanos para la Industria 4.0 que se adapten a las nuevas demandas tecnológicas, promoviendo planes de estudios con competencias básicas y genéricas, reforzando mecanismos de aprendizaje permanente, incentivando a la matrícula en los ámbitos de estudios más demandado y anticipando los cambios en la demanda de competencias.

Esta política industrial debe tener un enfoque normativo del desarrollo en cuanto a productividad, diversificación y sostenibilidad ambiental, asegurar la sinergia entre los programas gubernamentales y promover las alianzas público-privadas en el ámbito de la inversión, la innovación y la regulación. El desafío institucional se sitúa en tres ámbitos principales:

- Ampliar las estrategias de desarrollo digital que han prevalecido hasta ahora –infraestructura de acceso y agendas digitales– con políticas de transformación y especialización productiva, formación de recursos humanos y de innovación tecnológica.
- Transitar hacia modelos de regulación de cuarta generación²⁹ que generen incentivos para cubrir las nuevas necesidades de inversión en redes y, simultáneamente, consideren las singularidades de la Internet industrial en términos de nuevos modelos de despliegue, la interoperabilidad, seguridad, protección de datos y privacidad.
- Modernización del sistema educativo, promoviendo el desarrollo de competencias para el uso de las nuevas tecnologías asociadas a la Internet industrial.
- Incorporar la dimensión regional, considerando el mercado digital de América Latina, con el objetivo de aprovechar de las sinergias transfronterizas, en términos de economías de escala y de red, a través de la convergencia de regulaciones y marcos normativos nacionales.

29 Esta regulación de cuarta generación también se denomina de competencia plena y regulación ex post. Véase UIT (2014).

De acuerdo al modelo de Internet industrial propuesto en la sección anterior, las propuestas de políticas se sitúan en tres esferas principales: inserción internacional, infraestructura y regulación, y oferta y demanda. Las políticas de inserción internacional buscan conectar a la región en las redes tecnológicas internacionales y transferir a los países conocimientos y capacidades tecnológicas en áreas emergentes tales como dispositivos tecnológicos, redes de conectividad, plataformas de *software* e integración. Se trata de atraer y localizar nuevas capacidades tecnológicas y empresariales necesarias para abordar los programas de especialización priorizados, mediante diversos instrumentos de cooperación internacional, formación de recursos humanos, transferencia tecnológica, atracción de inversiones y redes de emprendimiento (véase el cuadro 3.1).

Cuadro 3.1: Instrumentos de políticas para la inserción internacional

Ámbitos de políticas y foco sectorial	Instrumentos	Institucionalidad
<p>Política: inserción internacional</p> <p>Foco sectorial: centros de investigación, universidades y empresas tecnológicas</p>	<p>Programas de cooperación tecnológica</p> <p>Becas de especialización tecnológica</p> <p>Establecimiento de centros de excelencias</p> <p>Programas de atracción de inversiones tecnológicas.</p> <p>Redes de emprendimiento internacional</p>	<p>Agencias de ciencia, tecnología e innovación.</p> <p>Agencias de atracción de inversiones</p> <p>Centros de investigación y desarrollo</p> <p>Agencias de emprendimiento</p> <p>Cámaras empresariales</p>

Fuente: elaboración propia

El objetivo principal de la política de infraestructura y regulación es generar las condiciones para duplicar los niveles de inversión en infraestructura para la banda ancha que se han ejecutado hasta ahora y, de esta forma, alcanzar una cobertura de la banda ancha fija y móvil cercana a la de países de mayor desarrollo, así como una mejor oferta de velocidades. El retraso en las inversiones en redes de nueva generación puede generar una saturación de las redes ante el continuo crecimiento del tráfico de datos.

El principal desafío de esta política es compatibilizar, en un ambiente de creciente convergencia e hiperconectividad, la compleja relación entre inversión, competencia e innovación³⁰. La industria se enfrenta a un triple desafío: materializar nuevas inversiones en infraestructura para renovar sus redes de comunicación con los estándares que requieren los nuevos servicios de tráfico de datos, sostener la rentabilidad de los servicios prestados con la infraestructura de redes tradicionales y avanzar en mecanismos que aceleren el desarrollo y la adopción de la Internet industrial en los ámbitos de seguridad, espectros de radio, interoperabilidad y privacidad. En el cuadro 3.2 se presentan los principales instrumentos de política en este ámbito, destacando nuevos marcos regulatorios y normativos para la economía digital en su conjunto.

Cuadro 3.2. Instrumentos de política para la infraestructura y regulación

Ámbitos de política y foco sectorial	Instrumentos	Institucionalidad
Infraestructura y regulación	Marcos normativos y regulatorios del acceso y barreras de entrada y salida Privacidad y protección de datos Gestión del espectro Disponibilidad y asequibilidad de servicios digitales Subsidios o inversión en infraestructura Seguridad e interoperabilidad Coordinación para la conectividad regional	Agencias reguladoras de telecomunicaciones. Ministerios de Telecomunicaciones. Agencias de protección de datos

Fuente: elaboración propia.

Las políticas de oferta –creación de capacidades tecnológicas de Internet industrial– y las de demanda –desarrollo de competencias digitales dentro de las empresas– están estrechamente relacionadas. Una de las fallas recurrentes de implementación de políticas en la región es la

30 Generalmente la competencia entre las redes de comunicaciones y los proveedores de servicios conduce a más opciones de consumo, mejor calidad de servicios de comunicaciones y menores precios. Sin embargo, algunos argumentan que los proveedores de servicios de voz y video over-the-top inhiben a los operadores de infraestructura a invertir en la expansión de nuevas redes y creación de contenidos. Otros creen que esta situación estimula la innovación y competencia en el mercado de comunicaciones y, por lo tanto, promueve la inversión. La relación dinámica de competencia, inversión e innovación es esencial para crear un círculo virtuoso (OECD, 2016)

descoordinación entre las de oferta y demanda para el desarrollo digital. Las propuestas de política apuntan en dos direcciones: fortalecer las capacidades tecnológicas digitales mediante centros de investigación y la promoción de empresas de base tecnológica y, por otra parte, desarrollar competencias y promover la innovación digital en el sector productivo, principalmente en las pequeñas y medianas empresas, sin las cuales no habría la correspondiente demanda de capacidades (véase el cuadro 3.3).

La política industrial para la economía digital debe considerar, como punto de partida, el desarrollo de la industria del *software* y aplicaciones para crear nuevos sectores de alta productividad. La relevancia de esta industria radica en su aporte mediante la transferencia y difusión de nuevas tecnologías, la generación de empleos calificados y la exportación de servicios. Aunque esta industria ha sido fomentada en países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay, la difusión del uso y la apropiación de las TIC en los sectores productivos ha sido menos importantes, particularmente en las pymes.

Cuadro 3.3. Instrumentos de políticas de oferta y demanda

Ámbitos de políticas	Instrumentos	Institucionalidad
Políticas de oferta	Programas de investigación precompetitiva Programas de fortalecimiento de la industria nacional de microelectrónica y <i>software</i> Capital semilla y de riesgo para nuevas empresas Líneas de financiamiento y aporte de capital para nuevas empresas	Institutos de investigación tecnológica. Universidades Consorcios tecnológicos. Empresas de capital de riesgo Agencias y bancos de desarrollo Cámaras empresariales Consejos nacionales de innovación
Políticas de demanda	Subsidios a proyectos de innovación tecnológica individual o asociativos Crédito tributario a la innovación Líneas de financiamiento y garantías para infraestructura tecnológica	Fondos de innovación tecnológica Agencias y bancos de desarrollo Institutos tecnológicos sectoriales Ministerios sectoriales Consejos nacionales de innovación

	Centros de extensión tecnológica para sectores prioritarios	
	Programas de compras e inversión pública con estándares ambientales	
	Normativas ambientales en procesos	

Fuente: elaboración propia

3.4 Hacia un mercado regional digital

Como se vio anteriormente, un grupo significativo de países de América Latina no ha podido reducir las brechas digitales, fenómeno particularmente grave en materia de tecnologías más avanzadas, como las conexiones de banda ancha fija y móvil de alta velocidad. Estas nuevas brechas son señales de alerta para abordar la creciente heterogeneidad digital entre países y en su interior, y simultáneamente, son un imperativo para la cooperación y coordinación regionales en el ámbito de la economía digital.

Los diagnósticos muestran a los países de la región avanzando a velocidades distintas, con brechas dentro y entre ellos, así como diferencias frente a las economías más desarrolladas. Existen diversas áreas donde es imprescindible una política de cooperación regional. Una iniciativa inédita en la región para abordar este desafío es la agenda digital para América Latina y el Caribe (eLAC2018) que tiene como misión desarrollar un ecosistema digital en la región que, mediante un proceso de integración y cooperación regional, fortalezca las políticas que impulsen una sociedad basada en el conocimiento, la inclusión y la equidad, la innovación y la sostenibilidad ambiental³¹. En particular, el reto es reforzar los compromisos regionales, identificando los desafíos y prioridades, y poniendo especial atención a las tendencias marcadas por la ubicuidad de Internet, las redes de alta velocidad, la Internet industrial y la analítica de macrodatos, sin dejar de lado las necesidades pendientes de resolver en el acceso y uso de las TIC.

En este contexto, se busca consolidar un conjunto de acciones con una mirada regional que deberán enfocarse en los factores críticos que condicionan el Internet industrial, como el

³¹ En 2015 se realizó la Quinta Conferencia Ministerial sobre la Sociedad de la Información de América Latina y el Caribe en México, con el propósito de efectuar un balance sobre los acuerdos establecidos y renovar la conducción de este diálogo político con una visión más allá de 2015, incorporando los desafíos emergentes de la revolución digital y su impacto sobre la política pública.

fortalecimiento de los marcos institucionales y normativos y la construcción de capacidades y habilidades. Las principales áreas de acción son las siguientes:

Acceso e infraestructura

- Promover la coordinación regional en la atribución y el uso eficiente del espectro radioeléctrico, con el fin de facilitar el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones, aprovechando las economías de escala.
- Fortalecer la infraestructura de telecomunicaciones regional y subregional mediante el despliegue de fibra óptica, redes inalámbricas, incluidas redes comunitarias orientadas a los usuarios, y cables submarinos, el impulso a la instalación de nuevos puntos de intercambio de tráfico de Internet (IXP) y el fomento a la existencia de las redes de distribución de contenidos (CDN).
- Estimular la inversión en redes de nueva generación de banda ancha, para alcanzar mejoras sustanciales en la capacidad y calidad del servicio, con especial énfasis en zonas rurales, extremas y vulnerables.
- Apoyar y cooperar en los procesos de adopción de la televisión digital terrestre (TDT) en la región.

Economía digital e innovación

- Desarrollar y promover la industria de las TIC tradicional y los sectores emergentes para la producción de contenidos, bienes y servicios digitales; fomentar los ecosistemas de economía digital y la articulación público-privada, con énfasis en la creación de mayor valor agregado, el aumento del trabajo calificado y la formación de recursos humanos para incrementar la productividad y competitividad en la región.
- Modernizar el sector educativo para generar recursos humanos calificado con las nuevas competencias digitales.
- Aumentar la productividad, el crecimiento y la innovación de los sectores productivos mediante el uso de las TIC, e impulsar la transformación digital de las microempresas y las empresas pequeñas y medianas, teniendo en cuenta las trayectorias tecnológicas y productivas, y el desarrollo de capacidades.
- Potenciar la economía digital y el comercio electrónico a nivel nacional y regional, adaptando las regulaciones de protección al consumidor al entorno digital y coordinando aspectos tributarios, de logística y transporte, de medios de pago electrónicos y de protección de datos personales, brindando seguridad jurídica para promover la inversión en el ecosistema.

- Impulsar políticas dirigidas a fortalecer el ecosistema de emprendimiento digital regional, fomentando la adopción, desarrollo y transferencia de nuevas tendencias tecnológicas y generando capacidades y opciones de acceso a ellas.

Gobernanza para la sociedad de la información

- Promover la seguridad y la confianza en el uso de Internet, garantizando el derecho a la privacidad y la protección de los datos personales.
- Prevenir y combatir el cibercrimen mediante estrategias y políticas de ciberseguridad, la actualización de legislación y el fortalecimiento de capacidades. Promover la coordinación local y regional entre equipos de respuesta a incidentes informáticos.
- Promover el acceso a la información pública y la libertad de expresión por medios digitales como instrumento de transparencia y de participación ciudadana, tomando en cuenta el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos.
- Coordinar, entre los países de América Latina y el Caribe, la participación en la gobernanza de Internet, fortaleciendo capacidades, reforzando mecanismos regionales y promoviendo sinergias entre ellos; asimismo, fomentar el desarrollo de espacios de diálogo y/o mecanismos nacionales de múltiples partes interesadas, incluidos gobierno, sector privado, sociedad civil, comunidad técnica y academia, así como su articulación a nivel regional y mundial.
- Impulsar la medición del acceso y uso de las TIC, a nivel nacional y regional, fortaleciendo los marcos institucionales necesarios para la articulación, monitoreo, medición y promoción de las políticas en materia digital, garantizando la producción regular de datos y estadísticas sobre las TIC, en concordancia con los estándares internacionales, y promoviendo vínculos estrechos de colaboración entre las instituciones a cargo de las agendas digitales nacionales y los organismos nacionales de estadística.
- Fomentar la cooperación regional para la creación de contenido digital que apoye a la enseñanza y otros sectores digitales de la región.

4. CONCLUSIONES

En este documento se abordan los principales desafíos, en un contexto internacional restrictivo, que enfrentará la región para lograr beneficiarse del próximo despliegue de la Internet industrial. Este contexto internacional está caracterizado por un repliegue del proceso de globalización económica, el surgimiento de políticas nacionalistas y proteccionistas en algunos países desarrollados y una actitud defensiva entre los principales bloques de integración económica.

Existen las tensiones económicas y sociales en torno al proceso de globalización y cambio tecnológico y, en particular, al incierto impacto de las tecnologías en el progreso económico. No existe unanimidad sobre si va a prevalecer o no la visión *schumpeteriana*, es decir, que los empleos generados serán mayores que los destruidos por las nuevas tecnologías. Las posturas optimistas sobre el futuro de estas tecnologías sostienen que, como ha sucedido en otras revoluciones industriales, el fenómeno de destrucción creativa no está plenamente registrado por las estadísticas económicas tradicionales y, por lo tanto, se necesitan nuevas métricas para capturar la dinámica de la transformación económica en el contexto de esta nueva revolución industrial (Mokyr, 2014)³².

En la última década, el despliegue de la Internet del consumo ha modificado la organización económica y social en los países avanzados gracias al desarrollo de un ecosistema de múltiples actores, en el que destacan el rol de los gobiernos, la industria establecida de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC), las nuevas empresas disruptivas de servicios de Internet (*over-the-top* u OTT) y la emergencia de pequeñas y medianas empresas de base digital. La singularidad de esta revolución digital es que, en un período menor a una generación, se ha difundido a casi 50% de la población mundial y ha generado un nuevo espacio económico denominado economía digital. Sin embargo, por otra parte también se ha generado una preocupación por los efectos disruptivos en diversos mercados –tales como medios, transporte, retail y hospedaje– y la concentración y hegemonía económica que han alcanzado las nuevas empresas plataforma en la economía de Internet.

La Internet del consumo, o la comunicación persona a persona (P2P), es una industria madura, mientras que la Internet industrial, o la comunicación maquina a máquina (M2M), es una industria emergente dado que existen muchos más objetos en el mundo que personas. En el año 2020 se estiman que existirían 20.000 millones de objetos conectados, mientras que la población alcanzaría a los 7.600 millones. La constitución de un nuevo ecosistema de innovación en torno a la Internet industrial, va

³² En contraposición, existen posturas que señala a la productividad un escollo permanente a la recuperación económica, porque los avances en las tecnologías digitales generan cambios marginales en productividad y no son comparables a los generados por las tecnologías asociadas a la industria manufacturera del siglo XIX (Gordon, 2016).

expandir los límites conocidos de las tecnologías de automatización industrial tradicional, principalmente en los ámbitos de la robotización y la inteligencia artificial.

La experiencia internacional muestra que las iniciativas emblemáticas en Internet industrial la lideran grandes empresas internacionales de los rubros de automatización industrial, *hardware*, *software* y redes de comunicación y, además, por diversos gobiernos. En Estados Unidos, Europa y Asia, los gobiernos están promoviendo nuevos programas que, con diferentes modelos de intervención y de alianzas publico-privadas, están creando capacidades, plataformas e incentivos para la aplicación de la Internet industrial en sus respectivas economías. El denominador común es incrementar la competitividad internacional de la industria, liderar el ciclo de innovación de la Internet industrial y generar empleos de alta calificación.

El balance de la última década sobre la convergencia digital de América Latina, en un contexto de alto crecimiento económico y de reducción de la pobreza, es mixto. La región ha convergido en términos de infraestructura, acceso y consumo de bienes digitales, pero con altos niveles de desigualdad, bajo desarrollo endógeno, escasa apropiación tecnológica y reducido impacto en el crecimiento económico. Las principales debilidades han sido las bajas tasas de inversiones TIC en las empresas, falta de capital humano que apoye a una economía más digitalizada, el escaso desarrollo de la industria local –del software y aplicaciones– y la baja escala de los modelos de difusión tecnológica. En los países de la región más atrasados todavía no se alcanzan los umbrales mínimos de acceso y uso por parte de los ciudadanos y empresas para lograr impactos significativos.

La evidencia muestra que las brechas de capacidades digitales de la región están asociadas a la existencia de barreras estructurales para el aprovechamiento de las nuevas tecnologías. Esto es así porque el proceso de apropiación y difusión de las tecnologías digitales se explica por su transferencia desde el exterior, pero también por factores complementarios a nivel de la firma, la industria y el entorno institucional que, interactuando con el desarrollo de estas nuevas tecnologías, generan externalidades positivas, derrames tecnológicos hacia otros sectores y aumentos de productividad en toda la economía. Las implicancias de políticas para remover estas barreras son evidentes: se requieren reformas del ecosistema digital con una mayor integración tecnológica internacional, combinada con políticas de fomento a la inversión en infraestructura y, principalmente, políticas de oferta y demanda de la industria digital.

Los países de la región requieren de una política industrial 4.0 que tenga, por una parte, un enfoque normativo que aborde los desafíos de productividad, diversificación y sostenibilidad ambiental y, por otro, promueva las alianzas público-privadas en el ámbito de la inversión, la innovación y la regulación para abordar la Internet Industrial. En particular se necesita fortalecer las estrategias de desarrollo digital, promover nuevos modelos de regulación e incorporar la dimensión

regional, considerando el mercado digital de América Latina. Las propuestas de políticas se sitúan en tres esferas principales: inserción internacional, infraestructura y regulación, y oferta y demanda.

Finalmente, es imprescindible una política de cooperación para configurar un mercado digital regional, destacando iniciativas de coordinación regional en la asignación y uso eficiente del espectro radioeléctrico, fortalecer la inversión en infraestructura de telecomunicaciones regional y subregional, impulsar la instalación de puntos de intercambio de tráfico de Internet (IXP), fomentar la existencia de las redes de creación y distribución de contenidos (CDN) e estimular la inversión en redes de nueva generación para mejorar la capacidad y calidad del servicio, con especial énfasis en las zonas rurales, extremas y vulnerables.

BIBLIOGRAFIA

- ACHIET y Convergencia Research (2013), Latinoamérica desafío 2020. Inversiones para reducir la brecha digital.
- Aravena, C. y A. Hofman (2014), Crecimiento Económico y Productividad en América Latina. Una perspectiva por industria - Base de datos LAKLEMS. Serie Macroeconomía del Desarrollo, CEPAL, Santiago.
- Brady, D. (2016), Globalization and Political Instability, *The American Interest*, March.
- Butler, B (2016), Most powerful Internet of Things companies, *Network World*, April.
- CEPAL (2016a), Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible (LC/G.2660/Rev.1), Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- CEPAL (2016b), El estado de la banda ancha en América Latina y el Caribe 2016,(LC/W710), Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- CEPAL (2015), La nueva revolución digital: de la Internet del consumo a la Internet de la producción (LC/L.4029 (CMSI.5/4)), Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- CEPAL (2013), Economía digital para el cambio estructural y la igualdad, LC/L.3602, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Cimoli, M., Dosi, G. and J. Stiglitz (2015), The rationale for industrial and innovation policy, Which Industrial Policy Does Europe Need?, in *Intereconomics, Review of European Economic Policy*, Vol. 50, N 3.
- ComScore (2017), El Estado de Social Media en América Latina.
- DestinHaus (2015), The Internet of Things Value Chain, electronic version, December.
- DiMicco, D. (2015), *American Made: Why Making Things Will Return Us to Greatness*, St. Martin's Press.
- European Parliament (2016), Industry 4.0, Directorate General for Internal Policies.
- Evans, D. (2011), The Internet of Thing. How the Next Evolution of the Internet is Changing Everything, White paper, Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), April.
- Evans, P. and A. Gawer (2016), The rise of the platform enterprise. A global survey, The Emerging Platform Economy Series, The Center for Global Enterprise, January.
- Foreign Affairs (2016), The world is flat. Surviving slow growth, Volume 95, Number 2, March/April.

Frey, C. B. and Osborne, M. A. (2013), *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation*, Oxford Martin School Working Paper N 7.

gA Center for Digital Transformation (2016), *Latin America 4.0: The Digital transformation in the value chain*.

Gartner (2016), *Evaluate Offshore/Nearshore Countries for Outsourcing, Shared Services and Captives Worldwide*, 2016.

Gartner (2015), *Gartner says 6.4 billion connected things will be in use in 2016, up to 30 percent from 2015*, press release, November.

Germany Trade & Investment (2015), *Industrie 4.0. Smart Manufacturing for the Future*.

Gordon, R. (2016), *The Rise and Fall of American Growth: The US Standard of Living Since the Civil War*, Princeton University Press.

Huawei (2015), *Connect where it counts. Mapping your transformation into a digital economy with GCI 2016*.

IDC (2014), *Worldwide and Regional Internet of Things (IoT) 2014–2020 Forecast: A Virtuous Circle of Proven Value and Demand, Market Analysis*.

Kearney, M. Hershbein, B. and D. Boddy (2015), *The Future of Work in the Age of the Machine*, A Hamilton Project Framing Paper, February.

Katz, J. (2016), *Adiós al viento de cola: se abre un nuevo ciclo de ajuste estructural*, LC/L.4157, Series Production Development, CEPAL, Santiago de Chile.

Katz, R. (ed) (2015), *El ecosistema y la economía digital en América Latina*, CAR, CEPAL, cet.la y Fundación Telefónica, Ariel, Barcelona, España.

Li Da Xu and Wu He and Shancang Li (2014), *Internet of Things in Industries: A Survey*, IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 10, n 4, November.

Mazzucato, M. (2015), *Innovation systems: from fixing market failures to creating markets, Which Industrial Policy Does Europe Need?*, in *Intereconomics, Review of European Economic Policy*, Vol. 50, N 3.

McKinsey (2016), *Digital Globalization: The new era of global flows*, McKinsey Global Institute, March.

McKinsey (2015), *The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype*, McKinsey Global Institute, June.

Mokyr, J. (2014), The Next Age of Invention. Technology's future is brighter than pessimists allow, City Journal, Winter.

Naciones Unidas (2015), Proyecto de documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015, Asamblea General, A/69/L.85

National Economic Council and Office of Science and Technology Policy (2015), A Strategy for American Innovation, October.

New, J. and D. Castro (2015), Why Countries Need National Strategies for the Internet of Things, Center for Data Innovation, December

Norton, S. (2015), Internet of Things Market to Reach \$1.7 Trillion by 2020: IDC, The Wall Street Journal, June.

OECD (2016), Improving Networks and Services through Convergence, 2016 Ministerial Meeting, The Digital Economy, June.

President's Council of Advisor on Science and Technology (2014), Report to the President Accelerating U.S. Advanced Manufacturing, October

President's Council of Advisor on Science and Technology (2011), Ensuring America's Leadership in Advanced Manufacturing, June.

Rodrik, D. (2016), Fairness and Free Trade, Project Syndicate

Roubini and Nouriel (2016), The Global Economy's New Abnormal, Project Syndicate , <https://www.project-syndicate.org/>

Singh, A and C. Collyns (2005), Latin America's Resurgence, Finance and Development, A quarterly magazine of the IMF

Schwab, K. (2016), The Forth Industrial Revolution: what it means, how to respond, World Economic Forum.

Stiglitz, J. (2016), Monopoly's New Era, Project Syndicate

Stiglitz, J. (2003), Is there a Post-Washington Consensus Consensus?, in The Washington Consensus Reconsidered: Towards a New Global Governance Edited by Narcis Serra and Joseph E. Stiglitz.

Summers, L. H. (2016), The age of secular stagnation, in Foreign Affairs, March/April.

The White House (2012), Remarks by the President in State of the Union Address.

The Economic Affairs Ministry (2016), Industrie 4.0: The Digitisation of the Economy

The Economist (2016a), Lexington. The view from the rustbelt, March 19th-25th.

The Economist (2016b), The return of the machinery question, Special Report Artificial Intelligence, June 25th – July 1st.

The Federal Government (2014), Digital Agenda 2014-2017, August.

The World Bank (2016), The commodity cycle in Latin America. Mirages and dilemmas, semiannual report, Office of the Regional Chief Economist, April

Timmer M., de Vries G. and K. de Vries, (2014), Patterns of Structural Change in Developing Countries, GGDC Research Memorandum 149, July 2014.

UIT (2014), Tendencias en las reformas de telecomunicaciones.

US Department of State (2016), Joint Press Statement for the 2016 U.S.-European Union Information Society Dialogue, Media Note Office of the Spokesperson Washington, DC, June (<http://www.state.gov/r/pa/prs/ps/2016/06/259185.htm>)

World Economic Forum (2015), Industrial Internet of Thing: Unleashing the potential of connected products and services, Industry Agenda, January.

Williamson, J. (2003), A Short History of the Washington Consensus, in The Washington Consensus Reconsidered: Towards a New Global Governance Edited by Narcis Serra and Joseph E. Stiglitz