



Communication Policy Research Latin America

Volume 12

2018

Communication Policy Research Latin America, Vol. 12, may be ordered from:
Amazon.com, Amazon.co.uk, Amazon.de, Amazon.fr, Amazon.it, Amazon.es

www.cpmlatam.org

Communication Policy Research Latin America/ Christian Rojas et al., editors.

324 p. 27 cm.

ISSN 2177-3858 (Printed version)

ISSN 2177-1634 (Electronic version)

ISBN 978-1726063821

1. Telecommunication policy–Americas. 2. Information and
Communication Technologies–Americas. 3. Social and Economic
Impact–Americas. I. Rojas, Christian. II. CPMLatam.

C734 Communication Policy Research Latin America. (12.: 2018).
CPMLatam / ed., Christian Rojas [et al.]. - - Varadero, Cuba: Americas
Information and Communications Research Network, 2018.

vi, 318 p. ; 27 cm

v. 12

ISSN 2177-3858 (Printed version)

ISSN 2177-1634 (Electronic version)

ISBN 978-1726063821

1. ICT and Social Development. 2. The Future of ICT Regulation. I. Rojas,
Christian. II. CPMLatam. III. Title.

CDU 654

Printed in the United States

Editor-in-Chief
Christian Rojas

Associate Editors
Alexandre Barbosa
Hernán Galperin
Gloria Alina Mayne Davó
Judith Mariscal
Marcio Iorio Aranha
María Fernanda Viacens
Raúl Katz
Roberto Muñoz
Roxana Barrantes

Reviewers

Alexandre Barbosa, Cesar Renteria Marin, Christian Rojas, Fernando Beltrán Garcia, Diego Cardona, Fernando Callorda, Gloria Alina Mayne Davó, Guilherme Pereira Pinheiro, Hernán Galperin, Jorge Aranda, Jose Flavio Bianchi, Juan Fernando Bossio, Juan Jung, Juan Miguel Gallego Acevedo, Judith Mariscal, Luis Hernando Gutiérrez, Leonardo Larrossa, Marcio Iorio Aranha, María Fernanda Viacens, Murilo Cesar Ramos, Nathalia Foditsch, Pablo Reja Sanchez, Paulo Soares Sampaio, Raúl Katz, Roxana Barrantes, Suzana Beatriz Darin

CPRLatam is published annually by the Americas Information and Communications Research Network (ACORN-REDECOM).

Contact: www.cprlatam.org

Sponsors: TigoUNE; IFT; CISCO; Movistar.

Communication Policy Research Latin America
(CPRLatam)
www.cprlatam.org

Supporting Research Centers

Argentina: Centro de Tecnología y Sociedad (Universidad de San Andrés)

Brazil: Centro de Políticas, Direito, Economia e Tecnologias das Comunicações (Universidade de Brasília); Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Unesco-NIC. br).

Canada: Center for the Study of Regulated Industries (McGill University).

Chile: Departamento de Ciencia de la Computación (Pontificia Universidad Católica de Chile); Centro de Estudios Públicos (Universidad de Chile).

Colombia: Centro de Estudios de Competitividad (Universidad de los Andes); Observatorio de la Educación del Caribe Colombiano (Universidad del Norte de Barranquilla); Universidad del Rosario.

Ecuador: Diploma Conjunto en Economía (Pontificia Universidad Católica del Ecuador); Facultad de Ingeniería (Universidad de Cuenca); Centro de Investigación, Desarrollo y Innovación (Universidad de Cuenca).

Mexico: Programa de Investigación en Telecomunicaciones (Centro de Investigación y Docencia Económica); Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas (Tecnológico de Monterrey).

Peru: Instituto del Perú (Universidad San Martín de Porras); Instituto de Estudios Peruanos (IEP).

United States: Columbia Institute for Tele-Information (Columbia University); Annenberg Research Network on International Communication (University of Southern California); Quello Center for Telecommunication Management & Law (Michigan State University); Center for the Study of Hispanic Marketing Communication (Florida State University); Center of Convergence Network Technologies (Syracuse University); Center for Information and Society (University of Washington).

Venezuela: Universidad Central de Venezuela; Centro Nacional de Cálculo Científico (Universidad de Los Andes).

Table of Contents / Contenido / Sumário

Testing bidding efficiency in Combinatorial Clock spectrum auctions via generalised and homothetic revealed preferences (Fernando Beltrán)	1
Predictions toward Digital Economy (Esperanza Sainz López)	13
La abogacía de la competencia en las telecomunicaciones (Jesús Zurita-González)	25
Evaluando el impacto de la estructura de mercado sobre la innovación y la calidad: La banda ancha móvil en Centroamérica (Xavier Pedrós, Pau Castells, Serafino Abate & Lucrecia Corvalan)	43
Nuevos Modelos Disruptivos para los Operadores de Telecomunicaciones en un Nuevo Entorno Digital (Christian James Aguilar Armenta)	81
Before and after the Reform: Fixed line internet penetration in Mexican households (Catalina Ovando, Emmanuel Olivera & Juan Carlos Bocarando)	93
A Comparison between TVWS and 3-4G solutions to provide broadband in rural area (Miquel Oliver & Sudip Majumder)	103
Competencia en los mercados de telecomunicación tradicionales y OTT (Rebeca Escobar-Briones & Nubia M. Conde-Menchaca)	117
Governança da internet: reflexões sobre padrões abertos e e-PING Brasil (Murilo Borsio Bataglia & Ana Claudia Farranha)	131

¿Son útiles las TIC para combatir la ciberdelincuencia? La relación entre la denuncia de delitos informáticos y el equipamiento tecnológico de las comisarías (William Fernández & Carmen Vargas)	139
¿Des-confianza en línea?: Relaciones entre ciberseguridad y transacciones en línea (Roxana Barrantes, Paulo Matos & Aileen Agüero)	151
¿Quién se queda rezagado? Evaluando el proceso de difusión de TIC en el sector de manufacturas de muebles de madera de Villa El Salvador y Villa María del Triunfo (Diego Aguilar Lluncor)	163
Espaço e inclusão digital na cidade de São Paulo: uma análise desde a perspectiva da multidimensionalidade das desigualdades sociais e territoriais (Fabio Senne)	173
#PorMiCuenta: Experiencia de una plataforma de e-learning de educación financiera para jóvenes (Jaime Ramos Duffaut & Chris Boyd León)	185
Entendiendo la adopción de diferentes formas de e-government: La importancia de las relaciones sociales, aspectos cívicos y psicológicos (Roxana Barrantes, Paulo Matos & Diego Aguilar)	193
Impacto prospectivo de los nuevos mecanismos para la neutralidad de red, la gestión de tráfico y la privacidad en los servicios digitales (Ramiro Camacho Castillo)	203
Los desafíos y contradicciones en las percepciones sobre privacidad entre los adolescentes brasileños (Javiera F. M. Macaya, Tatiana Jereissati, Stefania L. Cantoni & Monica Barbovschi)	221
Impacto de la penetración de las telecomunicaciones en la pobreza y desigualdad en el Ecuador (2009-2010 / 2015-2016): Análisis y planteamiento de políticas para mejorar la cobertura y asequibilidad (Ramiro Valencia Barahona)	229

Infraestructura Tecnológica y Acceso a la Información en las Comisarías Policiales: Una Evaluación del Desempeño del Uso de las TIC en la Lucha contra el Crimen en la Ciudad de Lima (Diego Aguilar Lluncor & José Mendoza Sánchez)	251
Modelo de predicción de demanda de espectro para servicios basados en tecnologías del Internet de las Cosas (IoT) en Colombia (Manuel Ricardo Pérez Cerquera, Diana Marcela Pinzón Chaves, Daniel Jaramillo Ramirez & Fabian Humberto Herrera)	261
Multilayer, locality aware, telecommunication network deployment algorithm (Luis M. Roman, Miguel Alonso Vilchis & Ante Salcedo)	269
Tecnologías de Acceso Dinámico y Uso Compartido del Espectro (Gerardo Martínez Cruz)	277
Internet de las Cosas; Demanda Espectral en México (Cuevas-Ruíz J.L.)	287
Federalism, ICT and Development in the Global South (Marcio Iorio Aranha, Isabella Galvão Arruda, Guilherme Carvalho Stefani, Lucas Barbosa de Araújo, Henrique Bawden & Flavia M. G. S. Oliveira)	297

Testing bidding efficiency in Combinatorial Clock spectrum auctions via generalised and homothetic revealed preferences

Fernando Beltrán
University of Auckland
Faculty of Business and Economics
f.beltran@auckland.ac.nz

BIOGRAPHY

Fernando Beltrán (f.beltran@auckland.ac.nz) is Associate Professor of the University of Auckland Business School, and co-director of DECIDE, The University of Auckland Business Decision-making Lab. His current research on economics of broadband platforms, spectrum management and spectrum auctions has been published in IEEE Communications Magazine, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Telecommunications Policy, and Journal of Information Policy.

ABSTRACT

The Combinatorial Clock Auction (CCA) consists of two main stages: The Allocation stage and the Assignment stage; in turn, the allocation stage is further divided in two: the Clock Rounds and the Supplementary Round. In 2014 and 2015 Industry Canada administered two auctions on the 700 MHz and 2500 MHz, respectively. Months after the auctions finished results were publicly released. The records consist of bidder identities and, for each bidder, the number of demanded units for each block on round k , represented by a vector \mathbf{x}_k , at the license clock prices, \mathbf{p}_k . A further bid for qualified bidders in the supplementary (combinatorial) round consists of a – limited – set of bundles and prices.

The work presented in this paper analyses such bidding data sets from the Clock Rounds of the first stage of each CCA in order to assess whether bidding is consistent with utility maximisation, which is the canonical way to assert auction efficiency. Auction efficiency can be investigated by using a rationality condition called the Generalised Axiom of Revealed Preference, or GARP, as it is a necessary and sufficient condition for utility maximisation. Another related condition, the Homothetic Axiom of Revealed Preference, HARP, helps establish a similar result in terms of the equivalence between HARP being satisfied by the set of observations and the existence of a homothetic utility function which is maximised.

We report on the methods utilised for GARP and HARP testing as well as on the degree of violations of those conditions as measured by two well-established indexes for the two Canadian auction data sets.

Keywords

Canada 700 MHz auction, Canada 2500 MHz auction, Combinatorial Clock Auction, Bidding Efficiency, Rational Bidding, GARP, HARP, Efficiency Indices.

INTRODUCTION

A critically important issue to any spectrum authority or government agency in charge of spectrum assignment is to assess whether the assignment resulting from the application of a spectrum auction is efficient. This obviously includes the Combinatorial Clock Auction (CCA). In its essential design the Canadian CCA consists of two main stages: the Allocation stage and the Assignment stage; in turn, the allocation stage is further divided in two: the Clock Rounds and the Supplementary Round.

The data publicly released by Industry Canada on the bidding rounds of its 2014 700 MHz and 2015 2500 MHz auctions consist of, for each bidder, for each bidder, the number of demanded units for each block on round k , represented by a vector \mathbf{x}_k , at the license clock prices, \mathbf{p}_k . A further bid for qualified bidders in the supplementary (combinatorial) round consists of a – limited – set of bundles and prices.

Our work focuses on analysing bidding data from the Clock Rounds of the first stage of a CCA in order to assess the degree to which, for each bidder, bidding is consistent with utility maximisation, which is the canonical way to assert auction efficiency.

The auction rules in the two Canadian auctions combined a point-based activity rule aimed to keep bidders actively bidding, and a revealed preference rule that allowed bidders to “violate” the constraining point-based activity rule as long as the bid was consistent with a condition based on the Weak Axiom of Revealed Preference, WARP.

Recent literature has questioned the efficiency of the CCA in particular applications. Auction efficiency can be investigated by using a rationality condition stronger than WARP. Afriat’s theorem asserts that, given a set of observations $\mathbf{S} = \{(\mathbf{x}_k, \mathbf{p}_k); k = 1, \dots, n\}$, the fact that \mathbf{S} satisfies a rationality condition known as the Generalised Axiom of Revealed Preference, GARP, is equivalent to the existence of a function that rationalises \mathbf{S} . The latter means that GARP is a necessary and sufficient condition for utility maximisation. In other words, testing \mathbf{S} for GARP reveals information about the efficiency of the auction.

Another related condition, the Homothetic Axiom of Revealed Preference, HARP, helps establish a similar result in terms of the equivalence between HARP being satisfied by a set of observations \mathbf{S} and the existence of a homothetic utility function which is maximised. Furthermore, if preferences are homothetic the entire preference relation can be deduced from the observed set \mathbf{S} .

For this paper, we undertake the testing of GARP and HARP on the abovementioned Canadian auction data sets. However, since the tests are unambiguous - either the data set satisfies the condition or not, we also use some measures of the extent to which the conditions are violated. Such measures are known in the literature as the Afriat Efficiency Index, AEI, for GARP and the Homothetic Efficiency Index, HEI, for HARP. While AEI can be interpreted as a measure of wasted income, HEI can be also be interpreted that way under the assumption that it is errors in decision-making that yields violations of homotheticity.

This paper is only concerned with bidding in the Clock Rounds of the two Canadian auctions.

In the remainder of the paper, Section 2 summarises the main aspects and results of the 2014 700 MHz and 2015 2500 MHz Canadian auctions, whereas Section 3 explains the rules applied to the Clock Rounds stage of the auctions. Section 4 drills into the details of the Revealed Preference condition and presents the definitions of the major revealed preference axioms that the paper builds upon: HARP and GARP. It also introduces equivalent conditions, from the literature, which allow us to devise algorithms for testing HARP and GARP as well as for calculating some efficiency indices. In Section 5 the paper reports results on the degree of violations of those conditions as measured by the efficiency indices. Section 6 concludes.

THE CANADIAN 700 MHz AND 2500 MHz SPECTRUM AUCTIONS

In this section we summarise the main aspects of the auctions such as the product design, a short profile of the participants and the auction outcome.

The 700 MHz auction was organised in 56 products which corresponded to 14 geographical areas with 4 sets of bands (three bands with 2 blocks each, known as *generic*, and one band with a single paired block), and attracted 10 participants. Table 1 shows the spectrum blocks and the bands each block is defined over; two of the blocks (D and E) were sold as “unpaired” while the rest were offered in two paired sub-bands.

Block	Frequency	Pairing	MHz
A	698-704 MHz/728-734 MHz	paired	6+6 MHz
B	704-710 MHz/734-740 MHz	paired	6+6 MHz
C	710-716 MHz/740-746 MHz	paired	6+6 MHz
D	716-722 MHz	unpaired	6 MHz
E	722-728 MHz	unpaired	6 MHz
C1	777-782 MHz/746-751 MHz	paired	5+5 MHz
C2	782-787 MHz/751-756 MHz	paired	5+5 MHz

Table 1. Spectrum blocks offered in the 700 MHz auction

Canada's 700 MHz spectrum auction started on January 14, 2014, and was completed on February 13, 2014. There were 16 provisionally qualified bidders and 10 finally qualified bidders before the auction started. 8 bidders claimed wins over at least one licence. A total of about CAN \$5.3 billion were raised and the Clock Rounds extended over 108 rounds of bidding.

Industry Canada, the auctioneer, created products by grouping certain blocks such as B and C, D and E and, C1 and C2, while block A was sold as a single block; those four products combined with 14 country regions to offer a total of 56 products. In the allocation stage bidders were able to demand 0, 1 or 2 items, corresponding to 0, 1 or 2 licenses in each of products BC, DE and C1C2, and 0 or 1 in product A. A total of 98 (7 x 14) licenses was offered.

The three largest Canadian operators won 31, 30 and 22 licenses, paying a combined 94% of total revenue (CAN \$5.3 billion). One new player, Videotron, was able to build a large footprint as it won licenses in major provinces. The low frequency licenses were highly valued because the spectrum in such vicinity is especially attractive for the delivery of mobile services using next-generation wireless services, mainly LTE. Table 2 displays the overall results of the auction.

Licence Winners	# of Licences Won	Final Price	Total Population Covered
Feenix	1 Paired + 0 Unpaired	\$284,000	107,215
MTS	1 Paired + 0 Unpaired	\$8,772,072	1,206,968
Bragg	4 Paired + 0 Unpaired	\$20,298,000	3,101,204
TELUS	16 Paired + 14 Unpaired	\$1,142,953,484	33,475,915
Vidéotron	7 Paired + 0 Unpaired	\$233,328,000	28,030,489
Bell	17 Paired + 14 Unpaired	\$565,705,517	33,475,915
Sasktel	1 Paired + 0 Unpaired	\$7,556,929	1,030,039
Rogers	22 Paired + 0 Unpaired	\$3,291,738,000	33,368,700

Table 2. Canada's 700 MHz auction result

The level of competition for licenses as reflected by the final prices can be appreciated if such prices are compared to the initial (reserve) prices. Table 3 displays the intensity of competition via such relative prices of the licences, whereby the final price of the bundle won by a bidder is compared to the sum of initial prices (of licences in the bundle) set by Industry Canada (industry Canada, 2013) previous to auction start.

Bidder	Initial price	Final Price	Ratio
Feenix	\$284,000	\$284,000	1
MTS	\$3,198,000	\$8,772,072	2.74
Bragg	\$8,218,000	\$20,298,000	2.47
TELUS	\$220,633,000	\$1,142,953,484	5.18
Vidéotron	\$120,969,000	\$233,328,000	1.93
Bell	\$200,024,000	\$565,705,517	2.83
Sasktel	\$2,755,000	\$7,556,929	2.74
Rogers	\$314,353,000	\$3,291,738,000	10.47

Table 3. Relative prices of won bundles

The largest players display large differences in the final-price-to-initial-price ratio (column “Ratio” in Table 3). For instance, Rogers spent heavily as shown by a ratio of 10 which is by far the largest. Rogers won most of A licences and also created a nationwide footprint as it got at least one license from the BC product in all but the least valuable Canadian province. The ratio for the next incumbent, Telus, is also remarkably high. All others, including that of the third largest incumbent, are alike.

Block	Frequencies	Total Spectrum	Pairing
A / A'	2500-2510 MHz / 2620-2630 MHz	10 + 10 MHz	paired
B / B'	2510-2520 MHz / 2630-2640 MHz	10 + 10 MHz	paired
C / C'	2520-2530 MHz / 2640-2650 MHz	10 + 10 MHz	paired
D / D'	2530-2540 MHz / 2650-2660 MHz	10 + 10 MHz	paired
E / E'	2540-2550 MHz / 2660-2670 MHz	10 + 10 MHz	paired
F / F'	2550-2560 MHz / 2670-2680 MHz	10 + 10 MHz	paired
G / G'	2560-2570 MHz / 2680-2690 MHz	10 + 10 MHz	paired
H	2570-2595 MHz	25 MHz (*)	unpaired
I	2595-2620 MHz	25 MHz (*)	

Table 4. Spectrum blocks offered in the 2500 MHz auction
(*) (includes 5 MHz restricted band)

On the other hand, the 2500 MHz auction was organised in 7 spectrum blocks of paired spectrum and two blocks of unpaired spectrum, 14 service areas or regions, and attracted 10 participants. Table 4 shows the spectrum blocks and the bands each block is defined over; two of the blocks (D and E) were sold as “unpaired” while the rest were offered in two paired sub-bands.

License Winners	# of Licenses Won	Final Price	Population Covered
Bell Mobility	51	\$28,985,000	11,941,378
Bragg Communications	11	\$4,821,000	2,931,084
Corridor Communications	13	\$2,299,000	2,099,387
MTS	2	\$2,242,000	1,206,968
Rogers Communications	41	\$24,086,270	11,637,606
TBayTel	2	\$1,731,000	356,118
TELUS Communications	122	\$478,819,000	33,475,644
Vidéotron s.e.n.c.	18	\$186,952,000	21,283,063
Xplornet Communications Inc.	42	\$25,435,731	11,042,945

Table 5. Canada’s 2500 MHz auction result

While Table 5 is summary of auction results in terms of number of licenses won, total price paid and the population covered by the licences, the level of competition for licenses as reflected by the final price paid to initial price ratio can be seen in Table 6. Initial price is the total amount that would have been paid had the bidder purchased the

licenses demanded at round 1 at reserve prices. Three instances of final price being less than the reserve price show in the table; all other ratios reveal how competitive bidding turned out during the auction.

Bidder	Initial price	Final Price	Ratio
Videotron	\$118,960,000	\$186,952,000	1.57
TBayTel	\$424,000	\$1,731,000	4.08
Corridor Communications	\$5,643,000	\$2,299,000	0.41
Bell Mobility Inc	\$18,890,000	\$28,985,000	1.53
Bragg Communications	\$8,997,000	\$4,821,000	0.54
Rogers Communications	\$18,402,000	\$24,086,270	1.31
TELUS Communications	\$133,810,000	\$478,819,000	3.58
MTS Inc	\$4,484,000	\$2,242,000	0.5

Table 6. Relative prices of won bundles

THE AUCTION RULES

The essential CCA design consists of two main stages: the Allocation stage and the Assignment stage; in turn, the allocation stage is further divided in two: the Clock Rounds and the Supplementary Round. In the 700 MHz auction all bidders bid during the Clock Rounds but fewer did in the Supplementary round. Next, only those bidders who won in the Supplementary round at least one items of any product (spectrum bands in a geographical area), where more than one license was being offered, were allowed to proceed to bid on specific targeted licenses in the Assignment stage. Figure 1 is a flowchart that illustrates the auction stages and conditions that allow a bidder to go from one stage to the next.

Previous to the auction the auctioneer used a point system to allocate “weights” to every unit of every product. Such weights provide an initial guide to the value of licenses and are used so that every bidder sets a number of points for herself to get started. Such number is called **initial eligibility**. As every round reveals individual, unitary prices for the 56 products, bidders respond by demanding a number of units of each product; the sum of points of those demanded units is called the bidder’s “activity level”. Each round at least one product price is raised.

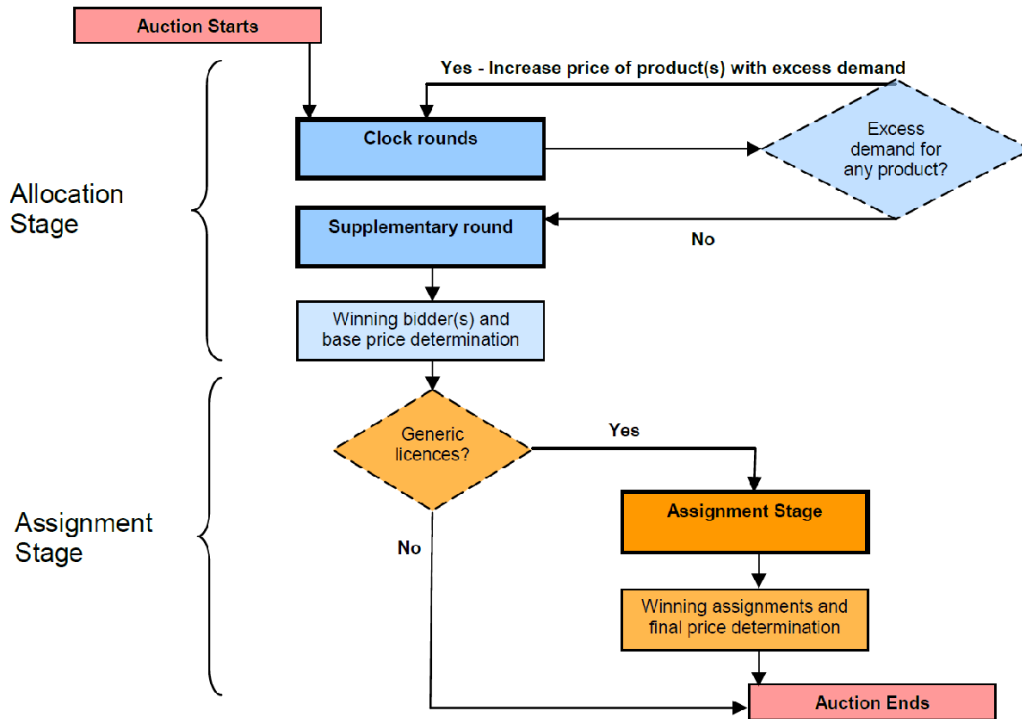


Figure 1. Combinatorial Clock auction flow chart (Source: Industry Canada, 2013)

On a given clock round a bidder’s activity level value is the sum of points of those products included in the bidder’s bid. The bidder’s eligibility level is a measure of how “large” a bidder’s bid can be at any round. Before the auction starts bidders choose their initial eligibility levels; then eligibility is either maintained if the bidder’s activity level remains equal to the eligibility, or is decreased when the activity level is reduced. The round at which this happens is known as an **eligibility-reducing** round. The latter results in next round eligibility being set equal to the new, reduced activity level. Thus a bidder’s activity should be equal or less than her eligibility; this is called the **activity rule**.

When a round closes, bidders are informed about the excess demand for each product. That is, the sum of all units demanded for each product less the number of units offered by the auctioneer.

Activity rules seek to induce bidders to bid on the items they really prefer forcing them to do so in a way that keeps them actively bidding throughout the auction. With such a rule in place the hideouts for bidders are minimised.

There is an exception to the activity rule: a bidder is allowed to bid on a bundle whose eligibility is greater than the bidder’s current eligibility at any round if a certain condition is met. Such condition is known as the **Revealed Preference Condition (RPC)**. The RPC allows a bidder to explore bundles whose eligibility exceeds the bidder’s current eligibility. It may so happen that a bidder who is focused on a particular bundle during a number of rounds, with prices for the licenses in the bundle going up and his eligibility - possibly - going down, may have overlooked an opportunity to bid on an alternative group of licenses whose price is attractive – usually cheaper than the current price held by the bundle she is focused on - but with a higher eligibility than her current eligibility. With only the activity-based rule such bundle would be out of reach for a bidder; so it is important, in terms of efficiency, to allow bidders to bid on bundles for which they may have some preference even if they were not highly attractive at earlier times.

REVEALED PREFERENCE

RPC imposes a condition on the relative prices of two bundles, namely, the new bundle q_t which breaks the eligibility condition and each of the bundles, say q_s for $s < t$, where an eligibility-reducing round occurred. Assuming that at round t a bidder has devised a bundle q_t as attractive, if the eligibility of q_t surpasses the bidder’s current eligibility, the bidder can still place a valid bid for q_t if the following condition (RPC) holds:

For every eligibility-reducing round s ($s < t$),

$$x_t - x_s \leq y_t - y_s \quad [1]$$

where $x_t = p_t \cdot q_t$, is the price of the new bundle q_t at round- t prices p_t

$$x_s = p_s \cdot q_t, \text{ is the price of the new bundle } q_t \text{ at round-}s \text{ prices } p_s$$

$$y_t = p_t \cdot q_s, \text{ is the price of bundle } q_s \text{ at round-}t \text{ prices } p_t$$

$$y_s = p_s \cdot q_s, \text{ is the price of bundle } q_s \text{ at round-}s \text{ prices } p_s$$

The latter means that as long as the relative price of the new bundle is less than the relative price of each of the bundles demanded at eligibility-reducing rounds, the new bid is valid even if it violates the eligibility condition.

The following example illustrates the components of the activity rule using information of the Clock Rounds bids by a single bidder. The following is an excerpt of Videotron' bidding history the Clock Rounds from round 52 to 57. Though for each round the demand vector is available, it is not shown here.

Round	This round eligibility	This round activity	Next round eligibility	Bid (bundle) price
52	1304	980	980	304,899,000
53	980	782	782	202,172,000
54	782	782	782	212,284,000
55	782	782	782	222,902,000
56	782	782	782	234,052,000
57	782	1129	782	387,933,000

Using the notation as in [1] above, RPC can be verified for round 57 when the eligibility is violated ($1129 > 782$). Verifying RPC has to be done for every eligibility-reducing round previous to 57, in this case round 52 (eligibility decreasing from 1304 to 980) and round 53 (from 980 to 782).

Inequality [1] is verified for $t = 57$ and $s = 52$ with

$$387,933,000 - 355,705,000 < 363,736,000 - 304,899,000$$

(values 355,705,000 and 304,899,000 calculated using individual item round prices published in Industry Canada 2015).

Inequality [1] is verified for $t = 57$ and $s = 53$ with

$$387,933,000 - 366,140,000 < 245,758,000 - 202,172,000$$

Values 366,140,000 and 245,758,000 were calculated using individual item round prices published by Industry Canada (2015b).

We want to test whether bidders bid in a way that is consistent with utility maximisation, that is, that at each round a bidder's bid maximises the difference between her valuation and the price of the bundle at posted individual licence prices. In practice a number of issues get in the way and not even bidders may find it easy to be certain that their bids are consistent with utility maximisation.

Recent work on the CCA (Knappek and Wambach, 2012), (Kroemer et al., 2016) reveal that often bidders do not necessarily bid in a way that is consistent with maximising their utility at every round. The evidence shown in (Kroemer et al., 2016) justifies our search for elements that may point at deviations from straightforward bidding that would be interpreted as strategic bidding.

The RPC allows bidders to discover prices of bundles that, in spite of having an eligibility level greater than the bidder's current eligibility, the bidder may find attractive even though the implied bidder's activity level turns out to be greater than her eligibility. The discovered bundle is a substitute, to some degree, for bundles the bidder has already bid on. Such opportunity to bid does not go missing as the RPC allows the bidder to violate the eligibility rule as long as the relative price of the "discovered" bundle is less than the relative price of each of the bundles demanded at earlier eligibility-reducing rounds.

RPC rests on the following observations (Ausubel et al., 2006). If $v(q)$ represents the bidder's value for a bundle q , then for two rounds, s and t , a sincere bidder prefers q_s to q_t when prices are p_s , or

$$v(q_s) - p_s \cdot q_s \geq v(q_t) - p_s \cdot q_t$$

Likewise a sincere bidder prefers x_t to x_s when price are p_t , or

$$v(q_t) - p_t \cdot q_t \geq v(q_s) - p_t \cdot q_s$$

Combining the two inequalities, we get:

$$q_t \cdot (p_t - p_s) \leq q_s \cdot (p_t - p_s) \quad [2]$$

Which means that, if $s < t$ the relative price of a “new” bundle q_t is less than the relative price of a bundle q_s that the bidder already bid on.

GARP and HARP

As mentioned above, RPC is verified when eligibility is violated and only for certain rounds. In other words a departure from the central activity-based rule is allowed as long as the bidder proves to be bidding rationally in the sense dictated by RPC. No verifications of RPC are required for all previous rounds where eligibility was not violated.

Interestingly enough, even though bidding in the CCA is heavily influenced by the application of the RPC, the rule only reveals a condition that logically follows the assumption that the bid revealed by the bidder at a given round and corresponding (aggregate) price are the best choices the bidder could have made at that round.

However the converse condition implied by RPC would not be sufficient as a test that checks consistent or straightforward bidding. A known result, Afriat’s theorem (Varian 2006), established a necessary and sufficient condition for a set of observations from choices made by a consumer to be consistent with utility maximisation, hence an expression of consumer rationality.

In order to understand the scope of Afriat’s theorem let S be the set of observations, $(p_i, q_i); i=1, \dots, N$, where q_i is the bundle demanded at round i at prices p_i , and N is the last round.

For two observations i and j , if $p_i \cdot q_i \geq p_i \cdot q_j$ then it is said that q_i is **directly revealed preferred** to q_j and is denoted as $q_i R_0 q_j$. When the inequality is strict, that is $p_i \cdot q_i > p_i \cdot q_j$, then it is said that q_i is **strictly directly revealed preferred** to q_j and is denoted as $q_i P_0 q_j$.

If there’s a sequence of indexes $k, u_1, u_2, \dots, u_m, h$ such that

$$p_k \cdot q_k \geq p_k \cdot q_{u1} ; p_{u1} \cdot q_{u1} \geq p_{u1} \cdot q_{u2} ; \dots ; p_{um} \cdot q_{um} \geq p_{um} \cdot q_h$$

or, equivalently,

$$q_k R_0 q_{u1} ; q_{u1} R_0 q_{u2} ; \dots ; q_{um} R_0 q_h$$

it is denoted as $q_k R q_h$. The set of all q_k, q_h such that $q_k R q_h$ is the **transitive closure** of R_0 .

Furthermore, the data set S satisfies the **Generalised Axiom of Revealed Preference** (GARP) if for each pair of bundles q_i, q_j the following holds:

$$\text{If } q_i R q_j \text{ then it is not the case that } q_j P_0 q_i$$

Equivalently, when $p_i \cdot q_i \geq p_i \cdot q_j$ then $p_j \cdot q_j \leq p_j \cdot q_i$

The theorem can now be stated:

Afriat’s theorem (1967): A finite set of data is consistent with utility maximization if and only if it satisfies GARP.

Varian (2006) presents several equivalent statements for the theorem. The one used here allows us to use GARP as a test for consistency in bidding.

Kroemer et al. (2016) propose an approach based on testing a stronger variation of GARP with non-binding budgets. They claim that with such assumption the auction bidding data can reveal how much one bundle is preferred to another one. In particular a refurbished definition of reveal preference is presented in which, given a constant income, it is said that x_t is revealed preferred to a bundle x by amount c if, $p_t \cdot x_t + c \geq p_t \cdot x$. Kroemer et al. refer to this as **GARP with quasi-linear utility**. With such definition, a test for GARP with quasi-linear utility is able to detect non-straightforward bidding behaviour without actually knowing the utility function.

Further to using revealed preferences to construct a test for consistency of data with utility maximisation, we can use homotheticity to impose some restrictions on preferences. In particular a utility function is homothetic if it is a monotonic transformation of a linearly homogeneous utility function (Heufer and Hjertstrand, 2013); the latter means that if $u(x) > u(y)$ then $u(\lambda x) > u(\lambda y)$ for all $\lambda > 0$.

A data set S satisfies the **Homothetic Axiom of Revealed Preference** (HARP) if for all distinct choices of indices i, j, k, \dots, l , it holds that:

$$(p_i \cdot q_j)(p_j \cdot q_k) \dots (p_l \cdot p_i) \geq 1$$

A theorem By Varian (Varian 1983) states a necessary and sufficient condition for a bidder's preferences to be represented by a homothetic utility function. The theorem follows.

Theorem (Varian 1983): A finite set of data S satisfies HARP if and only if there exists a homothetic function that rationalises the set of observations.

Efficiency Tests for GARP and HARP

GARP is an unambiguous test: either the set S satisfies GARP or it does not. For an observation point such that $q_i R q_j$, if the GARP condition is not satisfied then the theorem invalidates the whole set S .

Cherchye et al. (2014) introduce a refinement of GARP to account for "how much" the condition is violated or, in the context of the present work, how far from "consistent bidding" a bidder may be.

In order to achieve that, first of all, let's work with normalized prices. All products $p_i \cdot q_i$ are normalised to 1, that is, $p_i \cdot q_i = 1$ for all i .

Let $0 \leq e \leq 1$. For every pair (p_i, q_i) of observed quantities and prices consider those $q_j, (j \neq i)$ such that

$$e * (p_i \cdot q_i) = e * 1 \geq p_i \cdot q_j \quad [3]$$

Such inequality defines a relation $R_o(e)$ in $Q \times Q$, (where Q is the set of all bundles) such that $(q_i, q_j) \in R_o(e)$ if and only if [3] holds. We can then focus on, $R(e)$, the transitive closure of $R_o(e)$.

A modification of GARP is now necessary. It is said that S satisfies $GARP(e)$ if for each pair of bundles $(q_i, q_j), j \neq i$, the following holds:

If $q_i R(e) q_j$ then it is **not** the case that $q_i P_o(e) q_j$

where $q_i P_o(e) q_j$ is the expression: $e > p_j \cdot q_i$ (because we normalised the products $p_i \cdot q_i$)

The search is now for the maximum value of e that would make a bidder pass a $GARP(e)$ -based test. The maximum is well defined because if e' is such that $GARP(e')$ is satisfied by the set S , then $GARP(e'')$ is also satisfied by S for all $e'' < e'$. Finding the maximum value of e determines how well the data conforms to GARP where the range of values for e is $[0, 1]$.

Figure 2 exhibits an algorithm, based on Kroemer et al. (2016) and Cherchye et al. (2014), that finds the maximum value e^* for which the observations in S satisfy $GARP(e^*)$. The algorithm uses Warshall's method to find the transitive closure of an order relation R , which is used to test $GARP(e)$.

Algorithm to find the maximum value e^* for which the observations in S satisfy $GARP(e^*)$

Entries: S , set of observations, $(P_i, q_i); i = 1, \dots, N$, where q_i is the bundle demanded at round i at prices P_i , and N is the last round.

Output: e^* , maximum value of e in $[0, 1]$ for which all observations satisfy $GARP(e)$

For each round $i (= 1, \dots, N)$ normalize prices P_i as follows:

$$\text{Let } p_i^1 = \frac{P_i^1}{P_i^1 q_i^1} \text{ where } P_i = [P_i^1, P_i^2, \dots, P_i^n]$$

Construct an array A of all values $p_i \cdot q_j \leq 1$ for $i \neq j$

Sort these values in ascending order

While A has more than one element

Let x be the median value in A .

Test $GARP(x)$.

If $GARP(x)$ is satisfied then

Remove all values lower than or equal to x from A

Else

Remove all higher values

```

End While
Let  $e^* = x$ .
```

Figure 2. Algorithm to determine an index for a bidder’s rational bidding.

After normalising the prices observed in each round in such a way that, $p_i \cdot q_i = 1$ for all i , an array of values is obtained with all combinations of prices p_i and quantity vectors q_j such that $p_i \cdot q_j \leq 1$. Next, a search is done recurrently for the median value in A, removing any value x' less than x because if x satisfies GARP(x), then any such value x' also satisfies GARP(x'), or else, as GARP(x) is not satisfied, remove any value x'' greater than x because any such x'' does not to satisfy GARP(x'').

A test for HARP on a data set S can be determined using an observation by Varian that provides an efficient method to test the set S for consistency with HARP. Noting that the HARP condition

$$(\bar{p}_i \cdot q_j)(\bar{p}_j \cdot q_k) \cdots (\bar{p}_l \cdot q_i) \geq 1$$

for all distinct choices of indices i, j, k, \dots, l , is equivalent to,

$$\log(\bar{p}_i \cdot q_j) + \log(\bar{p}_j \cdot q_k) + \cdots + \log(\bar{p}_l \cdot q_i) \geq 0 \quad [4]$$

with $\bar{p}_i = \frac{p_i}{p_i q_i}$ for all i , if $\log(\bar{p}_i \cdot q_j)$ represents the length of an arc (i, j) in a directed graph G' then inequality [4] is true if and only if G' has no negative arc-length cycles.

Just like GARP, HARP is an unambiguous test: either the set S satisfies HARP or it does not. For a subset of points i, j, k, \dots, l , if $(\bar{p}_i \cdot q_j)(\bar{p}_j \cdot q_k) \cdots (\bar{p}_l \cdot q_i) < 1$ then HARP is not satisfied and the whole set S is invalidated.

A measure if the error incurred by a consumer that leads him to a waste in his consumption expenditure can be introduced to modify HARP, similar to what was done for GARP. Such waste is measured by $e \in (0,1]$, as follows:

It is said that a set S of observations satisfies HARP(e) if for all choices of indices i, j, k, \dots, l , it is true that

$$\left(\frac{\bar{p}_i \cdot q_j}{e}\right) \left(\frac{\bar{p}_j \cdot q_k}{e}\right) \cdots \left(\frac{\bar{p}_l \cdot q_i}{e}\right) \geq 1$$

The expression is useful to define an index that measures efficiency in terms of HARP. More specifically:

Definition (Heufer & Hjerstrand, 2014): For a set S of observations, the Homothetic Efficiency Index (HEI) is the greatest $e \in (0,1]$ such that S satisfies HARP(e).

Calculation of HEI follows an adaptation of the algorithm in Figure 2, in which testing for HARP(x) gets replaced by testing for GARP(x).

RESULTS

We have implemented GARP and HARP tests computationally and then proceeded to implement the algorithm in Figure 2 to calculate Afriat Efficiency Index and the Homothetic Efficiency Index. Let us be reminded that while AEI can be interpreted as a measure of wasted income, HEI can be also be interpreted that way under the assumption that it is errors in decision-making that yields violations of homotheticity.

The theorems in Section 4 provide each a necessary and sufficient condition for the existence of a utility function that a bidder aims to maximise through their bidding decisions. Only when the value of an index is exactly equal to 1 it can be said that the bidder bid rationally in the sense of GARP or HARP; otherwise, how far the index value is from 1 will indicate how less “rational” the bidding was. Bidders in the 2500 MHz auction (Table 7) achieved higher bidding (Afriat) efficiency than those in the 700 MHz auction, in general. This is also true for bidders in the 700 MHz auction (Table 8).

Company:	AEI	HEI
Bell Mobility	0.9131	0.8847
Bragg Communications	0.9204	0.8496
Corridor Communications	1	0.8193
SSi Micro	1	0.9845

TBayTel	1	0.5791
WIND Mobile Corp.	1	0.9658
Xplornet Communications	0.9879	0.8115
MTS	1	0.9881
Rogers Communication	1	0.9881
TELUS Communications	0.9971	0.9960
Videotron	1	0.8578

Table 7. Efficiency indices for bidders in Canada’s 2500 MHz auction

Company:	AEI	HEI
Bell	0.927	0.858
Feenix	0.960	0.551
MTS	0.994	0.650
Rogers	0.994	0.835
Telus	0.968	0.999
Videotron	0.876	0.999

Table 8. Efficiency indices for major bidders in Canada’s 700 MHz auction

Notice that HEI is less than AEI for all bidders in the 2500 and for most bidders in the 700. In general, this is to be expected as HEI seems to suggest a tighter condition than AEI. While testing GARP is akin to finding cycles on a graph built by following the pairs q_i, q_j that satisfy the transitive closure of the revealed preference condition, testing HARP is akin to finding negative length cycles in a graph built by assuming that a link (i, j) has length $\log(\bar{p}_i \cdot q_j)$. In the 700 MHz case, Videotron presents a singular case; its AEI is noticeably lower than its HEI. Though not shown in this paper, Videotron’s bidding history in the 700 MHz auction seems quite erratic, at least when compared to other bidders’ bidding behaviour. Beltran (2016) presents a detailed analysis of bidding in the 700 MHz auction, which reveals the decisions bidders made to take advantage of the Revealed Preference Condition. Videotron is an interesting case of repeatedly using RPC over the course of the Clock Rounds.

CONCLUSIONS

Our work has undertaken an investigation of bidding efficiency in the Canadian 700 MHz and 2500 MHz auctions. This approach was first attempted in (Kroemer et al., 2016), though their interest turned to detecting strategic bidding by determining when bidders would not bid in a straightforward fashion. This paper tests consist of verifying, for each bidder during their Clock Rounds participation, whether their bidding data are consistent with GARP and HARP.

Furthermore, as these conditions are unambiguous, (either a data set satisfies the condition or not) we use two known measures of the extent to which the conditions are violated. Such measures are known in the literature as the Afriat Efficiency Index, AEI, for GARP and the Homothetic Efficiency Index, HEI, for HARP.

Tests for efficiency indices (AEI and HEI) calculation reveal the extent to which bidders’ bidding behaviour conformed to revealed preference as stated by GARP and HARP. Both tests can be interpreted as providing grounds for assessing how strategic bidding was in an auction.

ACKNOWLEDGMENTS

I want to thank **Karam Sulaiman** sincerely for his algorithm implementation and computational work. Also, I want to thank the UoA Business School Summer Scholarships programme for their support.

REFERENCES

- Ausubel, L., Cramton, P. & Milgrom, P. (2006). The Clock-Proxy Auction: A Practical Combinatorial Auction Design. In Cramton, P., Shoham, Y. and Steinberg, R. eds., *Combinatorial Auctions*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Beltrán, F. (2016). ‘Strategic bidding in a Combinatorial Clock auction: The 700 MHz Canadian auction’. *Revista Internacional de Telecomunicaciones*, Vol 1. No 1. IFT, Mexico.
- Cherchye, L., De Rock, B., Smeulders, B. & Spieksma, F.C.R. (2014). Goodness of fit revealed preference tests: Complexity results and algorithms. *ACM Transactions on Economics and Computation*. Vol. 2, Issue 1, March 2014.
- Heufer, J. & Hjertstrand, P. (2014). Homothetic Efficiency. A NonParametric Approach, Ruhr Economic Papers, No. 496, RWI, Essen. <http://dx.doi.org/10.4419/86788569>
- Industry Canada (2013). Licensing Framework for Mobile Broadband Services (MBS) — 700 MHz Band. <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10572.html>
- Industry Canada (2012). Mathematical Formulations for Winner and Price Determination in the Combinatorial Clock Auction for Mobile Broadband Services (MBS) — 700 MHz Band.
- Industry Canada (2015a). Licensing Framework for Broadband Radio Service (BRS) — 2500 MHz auction. <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10726.html>
- Industry Canada (2015b). 700 MHz Auction 2014. Available at http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/h_sf10598.html
- Knapek S, & Wambach, A. (2012). Strategic complexities in the combinatorial clock auction. CESifo Working Paper Series 3983, CESifo Group Munich. http://ideas.repec.org/p/ces/ceswps/_3983.html
- Kroemer, C., Bichler, M. & Goetzendorff, A. (2016). (Un)Expected Bidder Behavior in Spectrum Auctions: About Inconsistent Bidding and Its Impact on Efficiency in the Combinatorial Clock Auction. *Group Decision and Negotiation*, Volume 25, Issue 1, pp 31-63.
- Varian, H. (2006). Revealed Preference. In *Samuelsonian Economics and the Twenty-First Century*, edited by Michael Szenberg, Lall Ramrattan, and Aron A. Gottesman. Oxford Academic Press.
- Varian, H. (1983). Non-parametric tests of consumer behaviour. *Review of Economic Studies* 50, 99-110.

Predictions toward Digital Economy

Esperanza Sainz López¹

Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT)
maria.sainz@ift.org.mx

BIOGRAPHY

Has extensive knowledge in econometrics, time series analysis and statistics. Graduate in Applied Mathematics and a Master's degree in Finance from ITAM. She had previously held the statistics position in IFT and before in the research area of INEGI. She has been a professor at ITAM for more than 30 years and since 2000 coordinates the Econometric and the Econometric Dynamic Models Diplomas. She has various publications.

ABSTRACT

This work shows the transformations that we have been experiencing in recent years that can lead us to a change in what we are, since it is modifying the way we live, work and relate to each other. ICTs play an important role in the transformation of economies and societies and digital transformation occupies a place of relevance as technological advances are taking place at great speed. Broadband services play a key role in this new revolution.

Keywords

Digital Economy, ICT, broadband services

INTRODUCTION

Some people are wondering what is happening to the world, it seems that everything is changing. The Fourth Industrial Revolution or Revolution 4.0 is the transition to new systems that are built on the infrastructure of the previous revolution, the digital, and it is a technological revolution that will change the way we live, work and relate.

This revolution represents a change of paradigm and refers to the meeting of technological developments to connect and interconnect people, platforms, machines and objects at any time and in any place. One of the fundamental support of this revolution is the intelligent devices connected to each other through the cloud and the Internet of Things, which is another of its pillars.

For Klaus Schwab, Founder and Executive Chairman of the World Economic Forum and writer of the book *The Fourth Industrial Revolution*, it is a transition to new systems sustained in the infrastructure of the Digital Revolution. "There are three reasons why current transformations do not represent an extension of the Third Industrial Revolution, but the arrival of a different one, which are speed, scope and impact on systems. The speed of current advances is unprecedented in history ... And it is interfering in almost every industry in every country". "It does not change what we do, but what we are". "The fourth revolution has the potential to raise global income levels and improve the quality of life of entire populations, which have benefited from the advent of the digital world".

¹The content of this research document, as well as the conclusions presented in it, are exclusive responsibility of the author and do not necessarily reflect those of the Study Center or those of the Federal Telecommunications Institute.

The increase in the use of Information and Communication Technologies (ICT) has caused great social, economic and cultural transformations. Because of this, personal relationships, the demand of people, work, leisure and endless things, are under constant review due to the great influence of these changes. Such is the magnitude of these changes in the global structure, in which we speak of the emergence of a new economy: the digital economy, in which ICTs have modified the traditional economy, giving rise to a structure connected at the global level, coming to modify the models in all areas, such as the productive, commercial, banking, transport, health, educational.

ICTs have unchain deep alterations in economies and societies, they are encouraging innovations in all industries and sciences and the technological advances are increasing at a great speed, which is why digital transformation already occupies a preponderant place in the planet's program. The OECD countries set their digital economy objectives at their meeting in 2016, in order to maximize the benefits of digital transformation over public policies, improving measurement and creating an integrated policy framework for a comprehensive governance approach. In order to evaluate progress, it is a priority to follow and understand the role played by ICT in the economy.

So it is relevant the identification and characterization of the factors that determine the evolution and development of this transition since the inclusion of companies, government, academics and researchers and people in this new paradigm are of prime importance for the development, the economy, competitiveness and well-being of all countries, both developed and developing.

BACKGROUND OF THE DIGITAL ECONOMY

The First Industrial Revolution originate from the discovery that steam engines could do many things and with them, the shift from manual to mechanized production was made. Then came the revolution in the field of electricity, which allowed mass manufacturing. An approximately a century later the Third Industrial Revolution occurred with the arrival of electronics, information technology and telecommunications.

Currently there is a trend towards the total automation of manufacturing to make it independent of the human labor, in which it runs on behalf of the cyber-physical systems, made possible by the internet of things and the cloud computing. Cyberphysical Systems are those that combine physical and tangible machinery with digital processes, are capable of making decentralized decisions and of cooperating with each other and with humans through the Internet of things.

Some consider that the change is not a step in the technological career, since it is not about developments, but is the meeting of those developments. The most enthusiastic academics when they talk about Revolution 4.0 have in their heads nanotechnologies, neurotechnologies, robots, artificial intelligence, biotechnology, energy storage systems, drones and 3D printers.

The impact of this revolution can be enormous if we manage to: transform cities, make them more efficient; eliminate plastic and design products and construction materials with natural organisms; stop using fossil fuels and create an integrated network for the use of the resources of solar, wind and biomass technologies; in short, promote safe and healthy products and elements for all generations. The goal is to achieve a diverse, safe, healthy and fair world with clean air, clean water, clean earth and clean energy.

Revolution 4.0 has the ability to bring inequalities to light and make them less acceptable in the future, hopefully getting enough support for the decision to reduce inequality. For all these changes that are taking place, we need a new education or training, because at this time the world is open to knowledge. Digital technology has the possibility to change results and really train the people of the world to have a more equitable growth.

One of the most controversial premises of the change is that the fourth revolution could end with about five million jobs in the 15 most industrialized countries in the world, so it will change the world of employment and affect industries across the globe. The most advanced countries are the ones that will embody the changes more quickly, but it is the emerging economies that will be able to benefit the most, experts say. However, the transformation process will only benefit those who are able to innovate and adapt.

For all this, we need a different economic model that will allow us to meet basic needs of every human in the world, that respects the resources of the planet, and that will be focused not on growth, per se, but on maximising human well-being. And history shows that values change when we rethink how we want to live. -Stewart Wallis of the New Economics Foundation, UK.

Governments are increasingly been aware of the need to develop the digital economy in a strategic manner to expand its benefits and respond to key challenges such as reducing unemployment and inequalities, and raise people out of

poverty. Accordingly the digital economy is growing quickly, and the opportunities created have begun to transform established industries, including banking, transportation, retail, energy, health, education and publishing and media.

MOBILE SERVICES IN THE WORLD

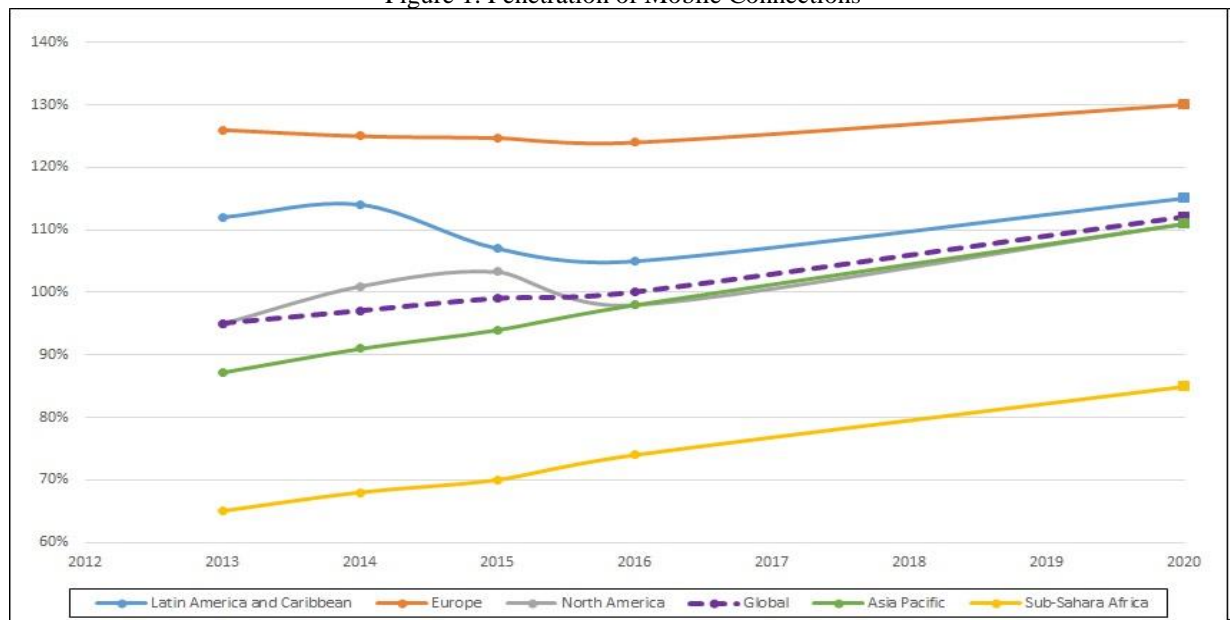
ICTs are integral to professional and personal life; individuals, businesses and governments are increasingly interconnected via a host of devices at home and at work, in public spaces and on the move. Although ICTs and the Internet already contribute significantly to digital economies worldwide, efforts to improve broadband speed, ensure access to Internet addresses for users in developing economies, and increase the use of broadband to generate wealth, hold considerable potential to boost growth in the years ahead. So it is imperative to expand coverage and improve the quality of fixed and mobile broadband infrastructures in the developing countries.

The broadband markets continue to grow with an increase in wireless broadband subscriptions offsetting a decrease in fixed telephony, confirming a trend towards mobile-fixed substitution. However, the performance of communication networks is improving with the deployment of fibre and the mobile telephony norm Long Term Evolution (LTE), while prices are declining, in particular for mobile services.

For all the above, it is important to know the status of mobile telecommunications services in the world. Using information of Global System for Mobile communications Association (GSMA) from the distribution of technologies in the network, mobile connections, adoption of smartphones, market penetration of unique subscribers for mobile telephony and mobile Internet, it can be seen how the emerging economies of Latin America and Asia Pacific are approaching the levels of the developed regions of Europe and North America. The observations of 2020 are GSMA predictions.

Regarding the levels of penetration of mobile connections, which are observed in Figure 1, since 2013 they are above the global level for Europe and Latin America and it is expected that they will continue in 2020. In contrast, for the North American region, the levels were less higher than the global, but as of 2016 they are below. The levels for the Asia Pacific region are below the global level, and are expected to almost reach the global level by 2020.

Figure 1. Penetration of Mobile Connections

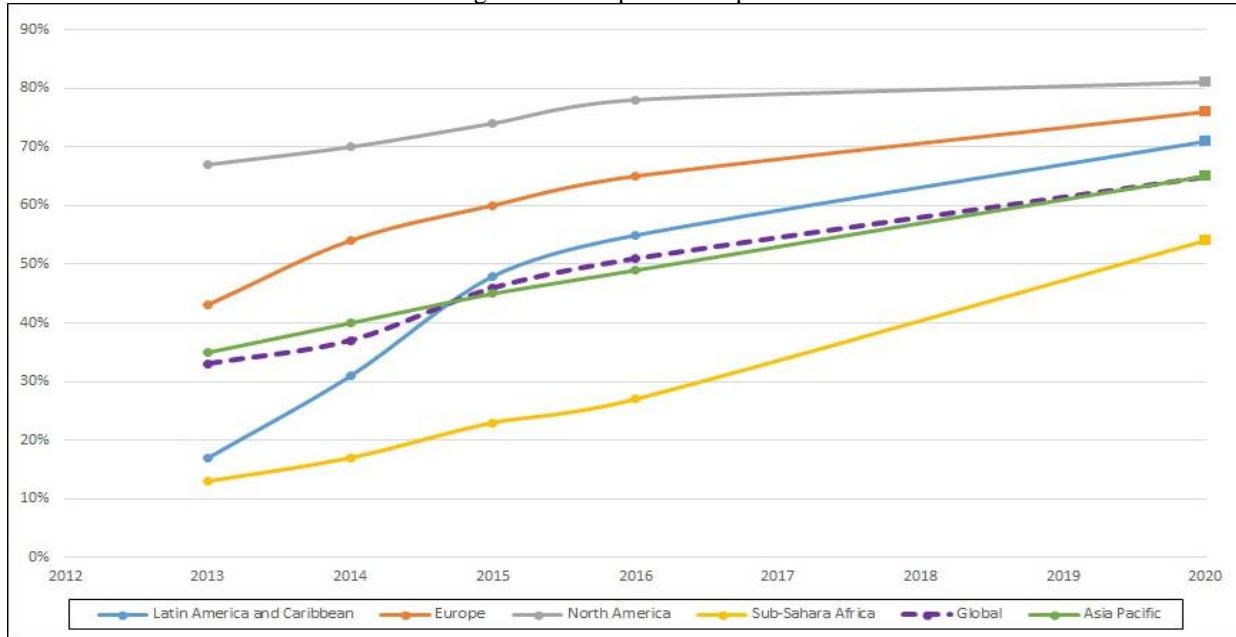


Source: GSMA / own elaboration

The Figure 2 shows that the North American region has the highest levels of smartphone adoption, followed by Europe. The countries of Latin America as of 2015 are above the global level and it is expected to continue growing, making the gap with the developed countries smaller. The levels of the Asia Pacific region are close to the global, in 2013 and 2014 above and from 2015 onwards. It is noteworthy that the differences in levels are shorten over the

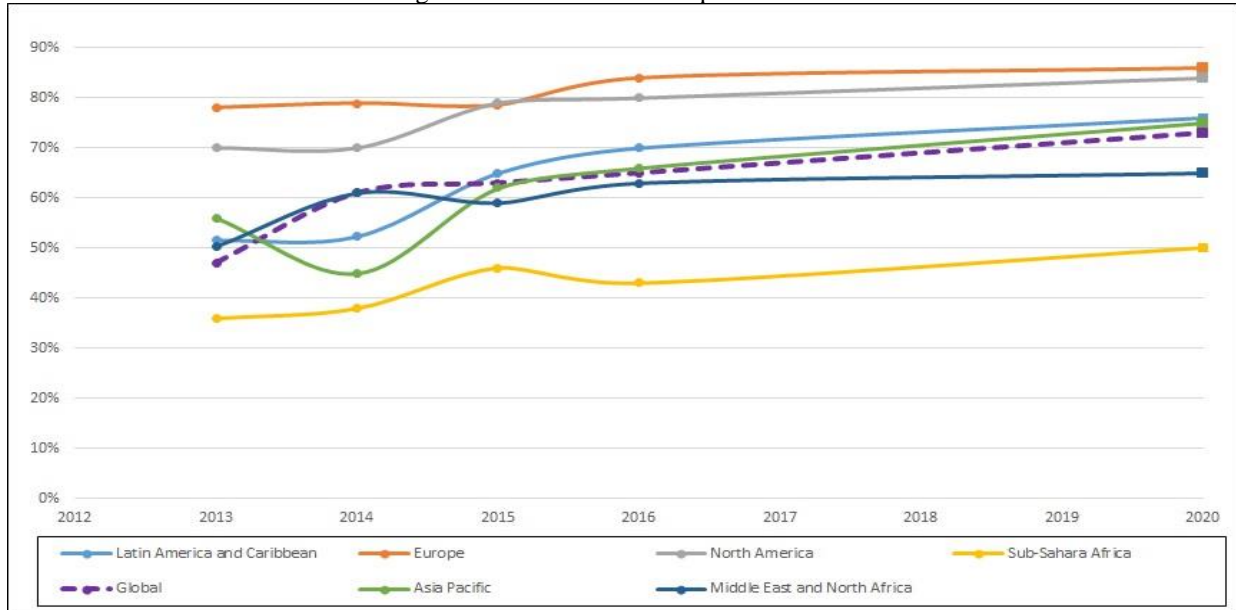
years. The adoption of smartphones, except the Sub-Sahara African region, in 2020 is expected between 65% and 81% being that in 2013 they were between 17% and 67%.

Figure 2. Smartphone Adoption



Source: GSMA / own elaboration

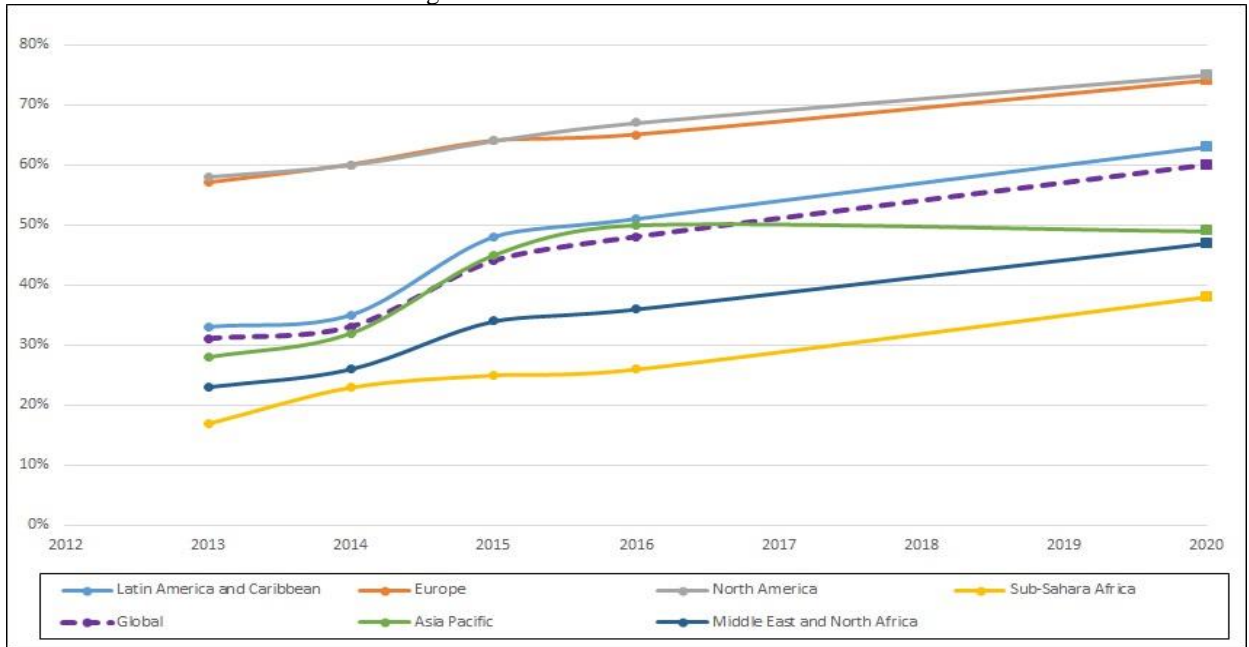
Figure 3. Penetration of Unique Subscribers



Source: GSMA / own elaboration

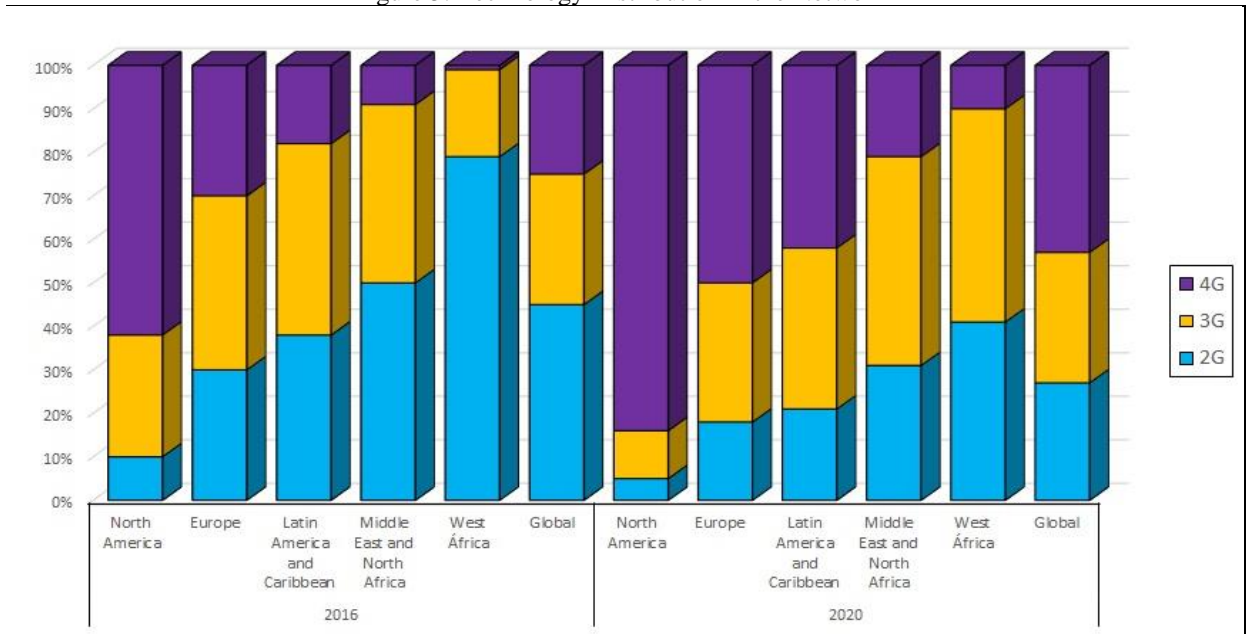
Europe presents the highest levels of penetration of unique subscribers of mobile telephony and North America each year is closer to them (Figure 3). In the regions of Latin America and Asia Pacific the levels are above the global level in 2016, approaching the levels of the countries of Europe and North America. By 2020, the same behavior is expected at higher levels. The growth expected for 2020 in the Latin American and Asia Pacific regions means that there is a special interest in these countries.

Figure 4. Mobile Broadband Penetration



Source: GSMA / own elaboration

Figure 5. Technology Distribution in the Network



Source: GSMA / own elaboration

In the Figure 4 is noted that the penetration of the mobile Internet is very similar for the regions of North America and Europe, being the highest levels and being close. With regard to Latin America, in these years it has shown a behavior above the global level, reducing the gap with developed countries. It is interesting to note that for the Asia Pacific region, growth in mobile Internet penetration is not expected for 2020, separating from the global level.

As regards the distribution of mobile network technologies (Figure 5), the most advanced region is North America, which in 2016 was 63% in 4G and by 2020 it is expected to be 84%. In Europe in 2016, 30% of the network was 4G technology and is expected to be 50% in 2020. For Latin America, a large growth in 4G technology is expected, since in 2016 was 18% and expected 42% by 2020.

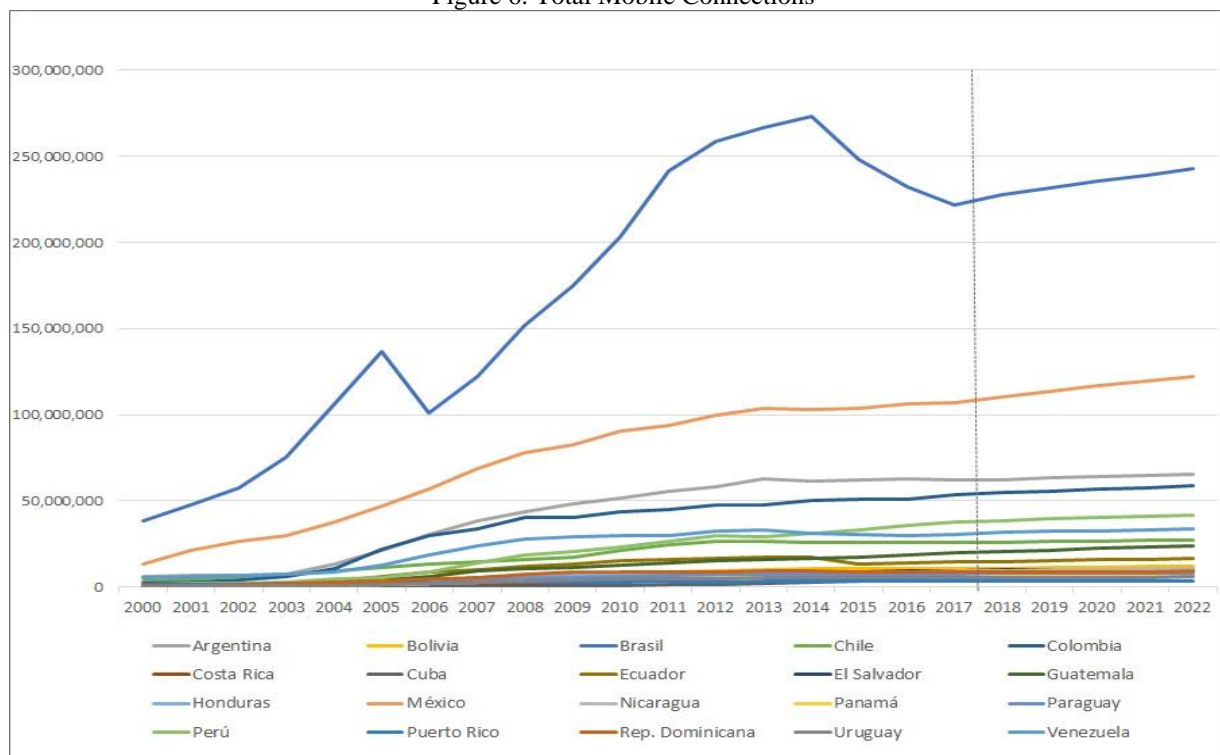
MOBILE SERVICES IN LATIN AMERICA AND CARIBBEAN

In Latin America and Caribbean the following results have been observed in recent years:

- The adoption of smartphones has accelerated, from 17% in 2013 to 55% in 2016.
- Mobile operators will continue to invest to extend 4G coverage to almost 90% of the population and expand their capacity, since in 2016 it was 18%.
- The use of mobile data is growing steadily in the region thanks to the increase in mobile broadband and the growing adoption of smartphones. The penetration of mobile Internet grew from 33% in 2013 to 51% in 2016.
- Despite the progress made to date, there are still too many people without access to the digital world in Latin America and the Caribbean, most of them located in remote rural areas, belonging to low-income sectors and, quite possibly, women.

Below are the results of the variables presented previously for 20 countries in Latin America and the Caribbean with data up to 2017 and predictions from 2018 to 2022 of the GSMA database.

Figure 6. Total Mobile Connections



Source: GSMA / own elaboration

Brazil is the country in Latin America and the Caribbean with the largest number of total connections (Figure 6), although in 2005 and in the last three years, 2015-2017 have decreased their levels in such a way that for the level expected for 2022 it is lower than the maximum reached in 2014, with about 273.6 million. The second place is occupied by Mexico, with an upward trend, as it happens for most countries.

Tabla 1. Total Mobile Connections (in millions)

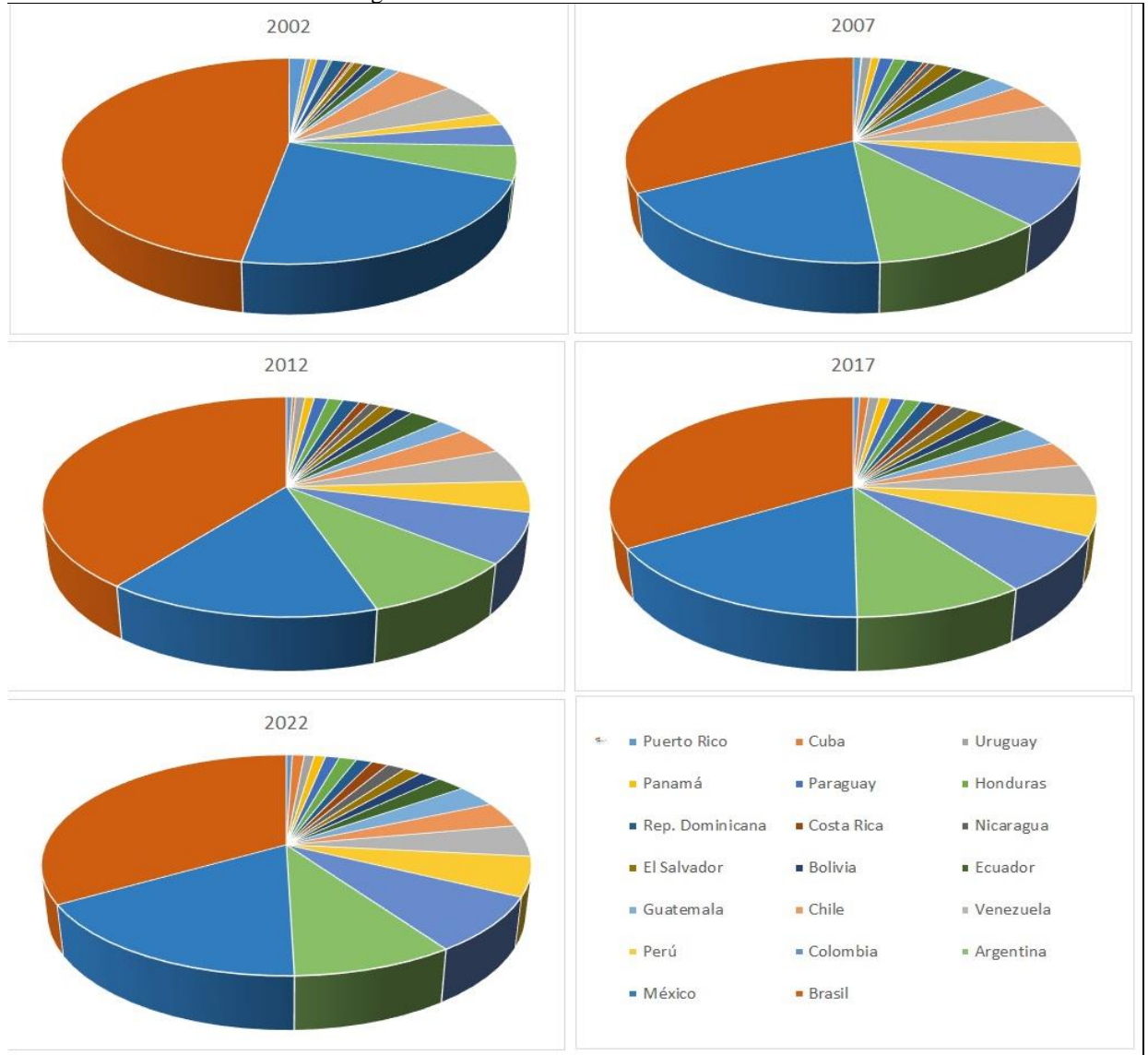
	2000	2017	2022
Brasil	38.4	221.6	242.7
México	21.3	107.0	122.4
Total (20 countries)	70.1	654.4	723.9

Source: GSMA / own elaboration

In Figure 7 is shown the distribution of total connections for the years 2002, 2007, 2012, 2017 and 2022. Over the years, Brazil's participation has decreased, from 47.2% in 2002 to 33.9% in 2017 and by 2022 it is expected to be

33.5%. Mexico has a similar situation, since in 2002 it was 21.8%, in 2017 it was 16.3% and it is expected to be 16.9% by 2022. As can be seen, the participation of the other countries has been increasing.

Figure 7. Distribution of Mobile Connections

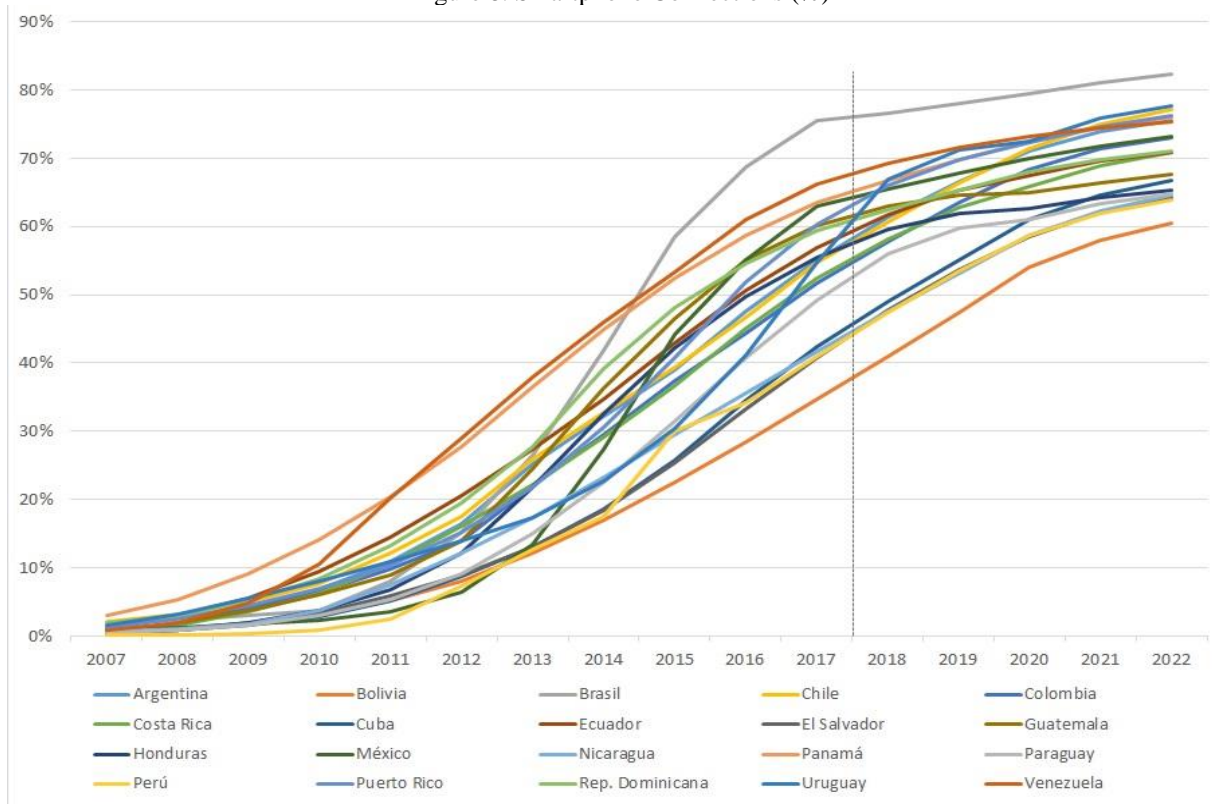


Source: GSMA / own elaboration

As visualized in the circular diagrams, Brazil and Mexico represented more than half of the connections of this group of countries, since in 2002 it was 69%, which has been decreasing over the years and in 2017 is close to 50%, so the participation of other countries has increased.

From 2007 to 2011 Panama is the country with the highest percentage of connections with smartpone (Figure 8), from 2012 to 2015 is Venezuela with Panama very close and in the last 3 years, 2015 to 2017, Brazil is the first place. In 2007 these 20 countries have percentages of connections with smartphones below 5.4%, in 2017 they are between 74.7% and 35.5% and for 2022 it is expected to increase the levels and decrease the variation among the countries, since they are expected to be between 82.3% and 60.6%.

Figure 8. Smartphone Connections (%)

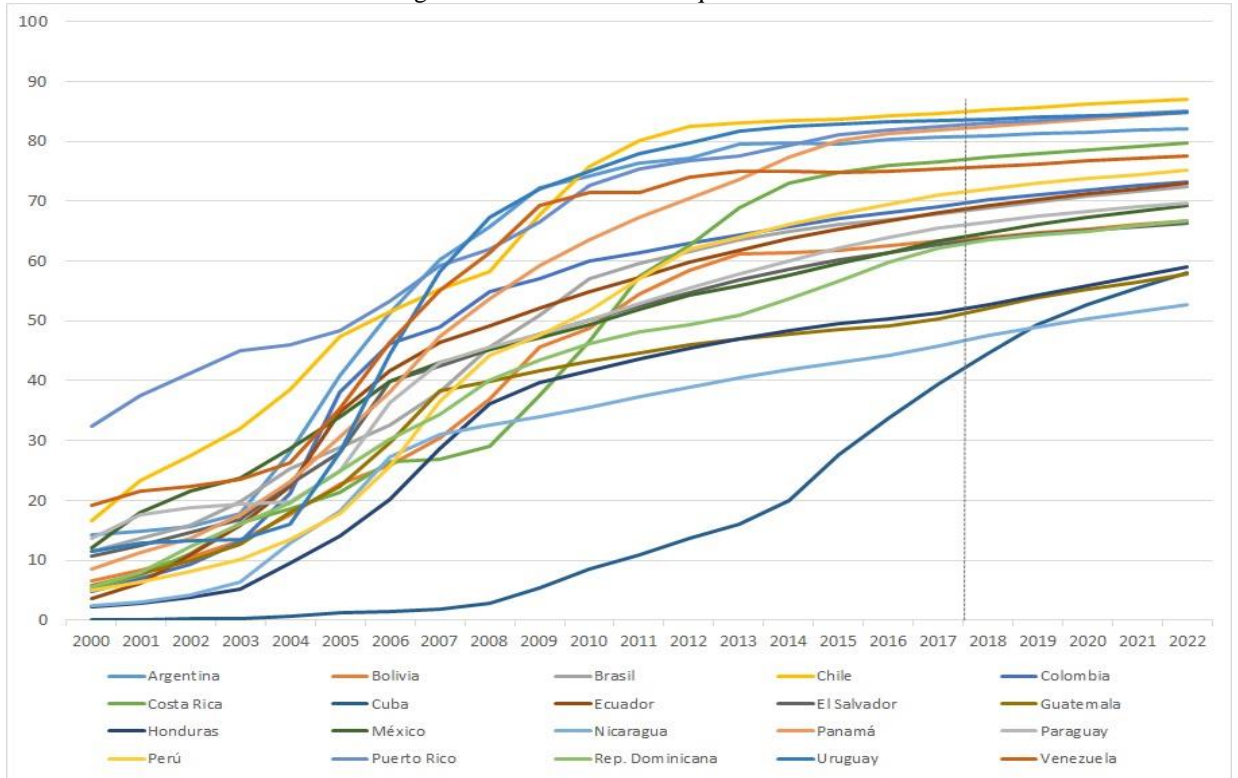


Source: GSMA / own elaboration

The penetration of unique subscribers of mobile telephony (Figure 9) presented its highest growth from 2000 to 2007, then continued to grow at lower rates until 2011 and from 2012 has shown for most of the countries smaller growth, so shows an almost constant behavior. From 2000 to 2006 Puerto Rico had the highest penetration, of 32.4 and 53.3 subscribers per 100 inhabitants respectively. Between 2007 and 2009, Argentina and Uruguay competed for the first place and from 2010 Chile has it, reaching 84.7 in 2017 and it is expected that in 2022 it will be 87.1. There is great diversity in the penetration of mobile telephony, since in 2017 the range is between 39.5 and 84.7.

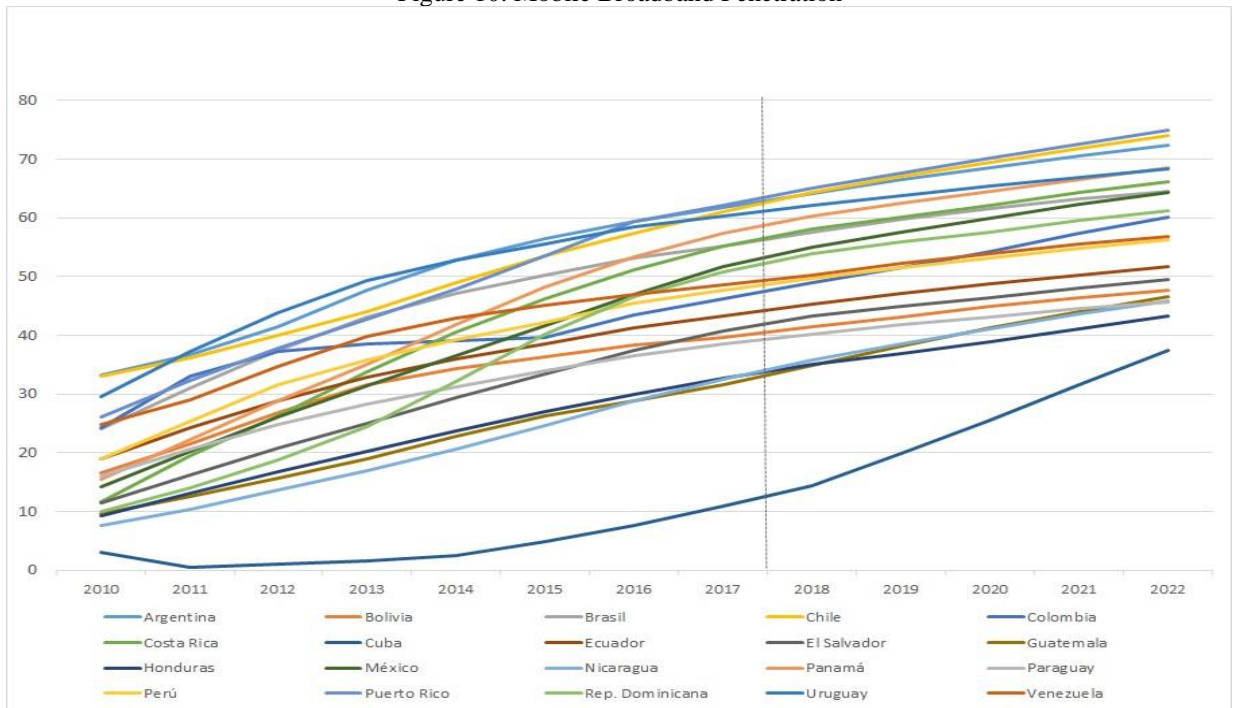
In Figure 10 is presented the Mobile Internet penetration behavior from 2010 to 2022. In general, for all countries it shows growth, since in 2010 they were below 33.2 subscriptions per 100 inhabitants, in 2017 in the range between 31.5 and 62.2 (excluding Cuba) and it is expected that by 2022 it will be between 37.5 and 75. Argentina, Chile, Puerto Rico and Uruguay have the highest penetration rates.

Figure 9. Penetration of Unique Suscribers



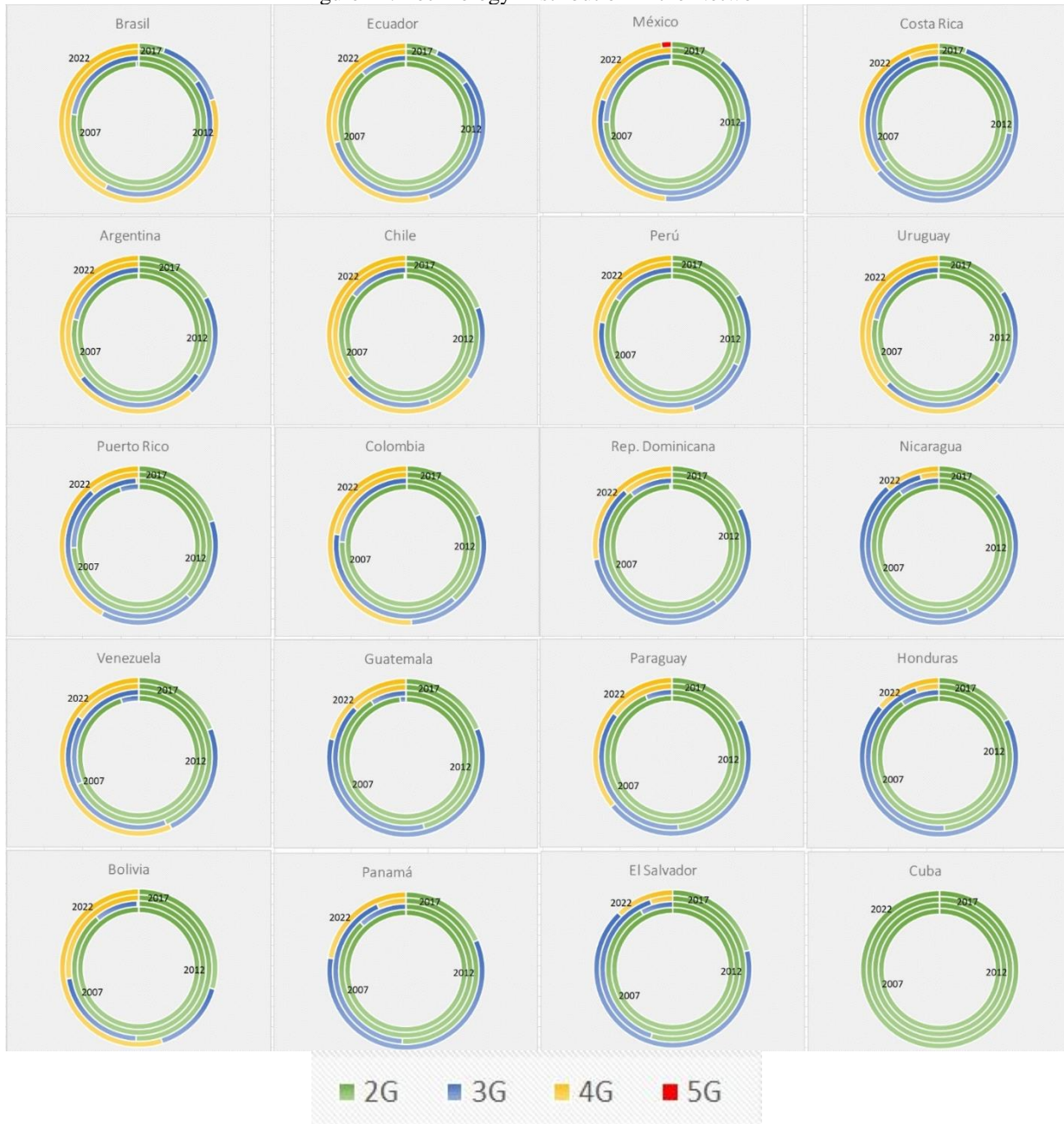
Source: GSMA / own elaboration

Figure 10. Mobile Broadband Penetration



Source: GSMA / own elaboration

Figure 11. Technology Distribution in the Network



Source: GSMA / own elaboration

CONCLUSION

Currently, new network technologies are being developed with greater speed and better quality to improve the interconnection of people, systems and objects and this new paradigm can be reached in a successful way for all.

Digital technology has the possibility of changing results so that in the world a more equitable growth is achieved, with more possibilities for all, security, justice and ecological balance. We must be alert so that these changes can occur.

Other issues that are crucial to guarantee trust in the digital ecosystem are security, privacy and protection of personal data, as well as the prevention of fraud in telecommunications.

In order to maximize the benefits of digital transformation for innovation, growth and social prosperity, the government of each country must have a prospective digital strategy that can determine the digital agenda in an effective and positive way, which would create a clear, transparent, predictable and friendly environment for business, which will allow investment growth, creation of innovation ecosystems and improvements in productivity.

The challenge is a new regulation that goes forward to the future, based on incentives that promote innovation, produce long-term efficiencies and facilitate investment. As well as the necessary conditions for the development and implementation of the Internet of Things.

ACKNOWLEDGMENTS

I thank Jesús Medina for his support in the creation of the database and the realization of the graphs of this work.

REFERENCES

General Electric, Global Innovation Barometer. Consulted in December 2017 in <https://www.ge.com/reports/innovation-barometer-2016/>

GSMA, The Mobile Economy. Reports consulted in October, November and December 2017 for different regions (Africa, Asia Pacific, Europe, Latin America, North America,) and several years (2017, 2016, 2015, 2014, 2013) in <https://www.gsma.com/mobileeconomy/>

GSMA Intelligence, Dataset of the mobile industry, <https://www.gsmaintelligence.com/>

Schwab, Klaus, (2016) *La cuarta revolución industrial*, Foro Económico Mundial, Grupo Editorial Penguin Random House.

WEF, The Fourth Industrial Revolution. Video consulted in December 2017 in <https://www.youtube.com/watch?v=-OiaE6l8ysg>

La abogacía de la competencia en las telecomunicaciones

Jesús Zurita-González¹
Instituto Federal de Telecomunicaciones
de México
jesus.zurita@ift.org.mx

BIOGRAFÍA

Jesús Zurita-González es un economista mexicano educado en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y en la Universidad de Minnesota, con estudios de doctorado en economía. Ha trabajado en los sectores público y privado diseñando medidas y políticas públicas para mejorar la competitividad de empresas y gobiernos estatales y municipales, así como para impulsar la eficiencia de la economía. Como Director General del Centro de Capital Intelectual y Competitividad, institución socia en México del Foro Económico Mundial (WEF), contribuyó a elaborar el Plan Nacional de Competitividad de la República Dominicana y a asesorar al ex presidente de este país Leonel Fernández en el diseño de políticas públicas. Ha realizado consultoría en temas de subastas y competencia económica para Pemex y el Banco de México, y ha sido profesor del departamento de economía de la UAM desde 1987. Desde inicios de 2015 labora como Director General Adjunto de Investigación en Políticas Públicas en el Centro de Estudios del Instituto Federal de Telecomunicaciones de México.

RESUMEN

La abogacía de la competencia complementa las normas obligatorias que ejecutan las autoridades de competencia para tratar de evitar prácticas no competitivas de los agentes económicos. En este trabajo se plantea como en general la política de competencia y en particular la abogacía de la competencia dependen del grado de desarrollo económico de los países. Se reportan hallazgos de la literatura sobre el tema, en particular de las experiencias de Estados Unidos y de la Unión Europea. Se describe el tipo de actividades de abogacía de las telecomunicaciones que realizan las autoridades de competencia enfatizando el caso de México. Se discute por qué debe priorizarse la abogacía de la competencia así como la importancia que tiene para la regulación y, finalmente, se presentan dos encuestas sobre la opinión de las partes interesadas de la política de competencia de la Unión Europea, que en general se considera positiva aunque pueda mejorarse.

Palabras clave

Abogacía de la competencia, telecomunicaciones, autoridades de competencia, competencia y regulación.

INTRODUCCIÓN

La Red Internacional de Competencia Económica (RICE) es una organización internacional que busca facilitar la cooperación entre las autoridades de competencia a nivel global. Se estableció en 2001 y se ha convertido en un organismo fundamental para la colaboración entre autoridades de competencia de muchos países. RICE define así la abogacía de la competencia: se refiere a aquellas actividades que emprende una autoridad de competencia relacionadas con la promoción de un medio ambiente competitivo, por medio de mecanismos no obligatorios (*non-enforcement mechanisms*), principalmente a través de su relación con otras entidades gubernamentales así como por la vía de fomentar la conciencia pública respecto a los beneficios de la competencia (ICN, 2004).

RICE tiene 336 miembros ya que algunos países cuentan con más de una entidad gubernamental que los representa, y participan en ella organismos de la sociedad civil así como organizaciones que engloban a varios países. Por ejemplo, Brasil tiene dos representaciones, registradas como: el Consejo Administrativo para la Defensa de la

¹ El contenido de este artículo, así como las conclusiones que en él se presentan son responsabilidad exclusiva del autor y no reflejan necesariamente las del Centro de Estudios, ni las del Instituto Federal de Telecomunicaciones.

Economía (*Administrative Council for Economic Defense*) y el Secretariado para Asuntos Económicos del Ministerio de Finanzas (*Secretariat for Economic Affairs of the Ministry of Finance*). Canadá también tiene dos representaciones: la Oficina de la Competencia (*Competition Bureau*) y el Tribunal de la Competencia (*Competition Tribunal*). El caso de Estados Unidos es quizá el más conocido, en virtud de que cuenta con dos autoridades de competencia: la División Antimonopolio del Departamento de Justicia (*The Antitrust Division of the Department of Justice*) y la Comisión Federal de Comercio (*Federal Trade Commission, FTC*). En contraste, las organizaciones internacionales que sólo admiten una representación por país, como la ONU (193 miembros), el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional (189 miembros), cuentan con menos de 200 miembros.

Para Cooper et. al. (Cooper, Pautler y Zywicki, 2005) la abogacía de la competencia, ampliamente definida, es la utilización del conocimiento experto de la autoridad de competencia sobre temas de competencia, economía y protección al consumidor, para persuadir a los actores gubernamentales, de todos los niveles del sistema político y en todas las ramas del gobierno, para diseñar políticas que impulsen la competencia y mejoren la elección de los consumidores.

Para estos autores, en Estados Unidos la División Antimonopolio del Departamento de Justicia (DOJ) desempeña un papel importante en la abogacía de la competencia. Apoya a los formuladores de política, federales y estatales, las cortes, a las autoridades de competencia en otros países, a la barra de abogados antimonopolio, así como al público en general, para crear conciencia de las maneras en que la competencia conduce a mercados saludables y protege a los consumidores.

La abogacía de la competencia es un complemento de las obligaciones legales que deben ejercer las autoridades de competencia para tratar de crear un ambiente económico competitivo y es importante no sólo porque puede evitar en ocasiones penalizar a ciertos agentes económicos, sino también porque permite crear conciencia entre el público y los agentes económicos para que de entre ellos surjan voces que tutelen y procuren el cumplimiento de los preceptos que conducen a un ambiente económico proclive a la innovación y la participación.

En la segunda sección se plantea la relación entre el nivel de desarrollo económico, la competencia y la política de competencia incluyendo en ella la abogacía. En la tercera sección se comenta sobre las actividades de abogacía que usualmente realizan las autoridades de competencia. En la cuarta sección se discute por qué debe priorizarse la abogacía de la competencia. En la quinta sección se argumenta sobre la importancia de la abogacía de la competencia para la regulación así como sobre la interrelación que hay entre ellas. En la sexta sección se presentan los principales resultados de dos encuestas, elaboradas en 2010 y 2014, que evalúan la política de competencia de la Comisión Europea. En la última sección se plantean algunas conclusiones y en el apéndice aparecen las normas de la Ley Federal de Competencia Económica y de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión que se refieren a la abogacía de la competencia.

NIVEL DE DESARROLLO ECONÓMICO, COMPETENCIA Y POLÍTICA DE COMPETENCIA

A continuación se presenta un conjunto de gráficas que muestran cómo el grado de desarrollo de la competencia y una mejor política de competencia se correlacionan en forma significativa con el nivel de desarrollo económico, medido con el PIB per cápita en 2017 de 136 países, tiene. A mayor nivel de ingreso per cápita, un país registra mayor competencia y una mejor política de competencia. Se utiliza información del Foro Económico Mundial y del Fondo Monetario Internacional.

En su Índice de Competitividad Global 2017-2018, el Foro Económico Mundial presenta estadísticas, en forma de índices, de lo que denomina el sexto pilar de la competitividad: la eficiencia de los mercados de bienes. Dentro de este rubro incluye la competencia doméstica, que a su vez se despliega en tres elementos: intensidad de la competencia local, grado de dominancia en el mercado y efectividad de la política antimonopolio. Los índices que caracterizan estos tres elementos tienen valores entre 1 y 7. En el caso de la intensidad de la competencia local el número 1 significa la menor intensidad de la competencia posible y 7 la mayor. En el caso del índice que refleja el grado de dominancia en el mercado, el 1 significa la mayor dominancia (es decir que un conjunto reducido de empresas domina el mercado) y el 7 la menor. En el caso del índice que registra la efectividad de la política antimonopolio, 1 significa la menor efectividad y 7 la mayor. Respecto al índice agregado de competencia doméstica, 1 significa la menor competencia posible y 7 la mayor.

Para cada índice se presenta la relación entre el logaritmo del PIB per cápita y el índice, empezando por la competencia doméstica. Se presentan dos gráficas en cada caso. Una reporta la regresión lineal entre las variables, con el logaritmo del PIB per cápita como variable explicativa, y la otra una curva de ajuste suave que va cambiando según se modifica la relación entre las variables (tiene una pendiente que va cambiando conforme aumenta el PIB per cápita). En el cuadro 1 se registran los resultados de las regresiones lineales.

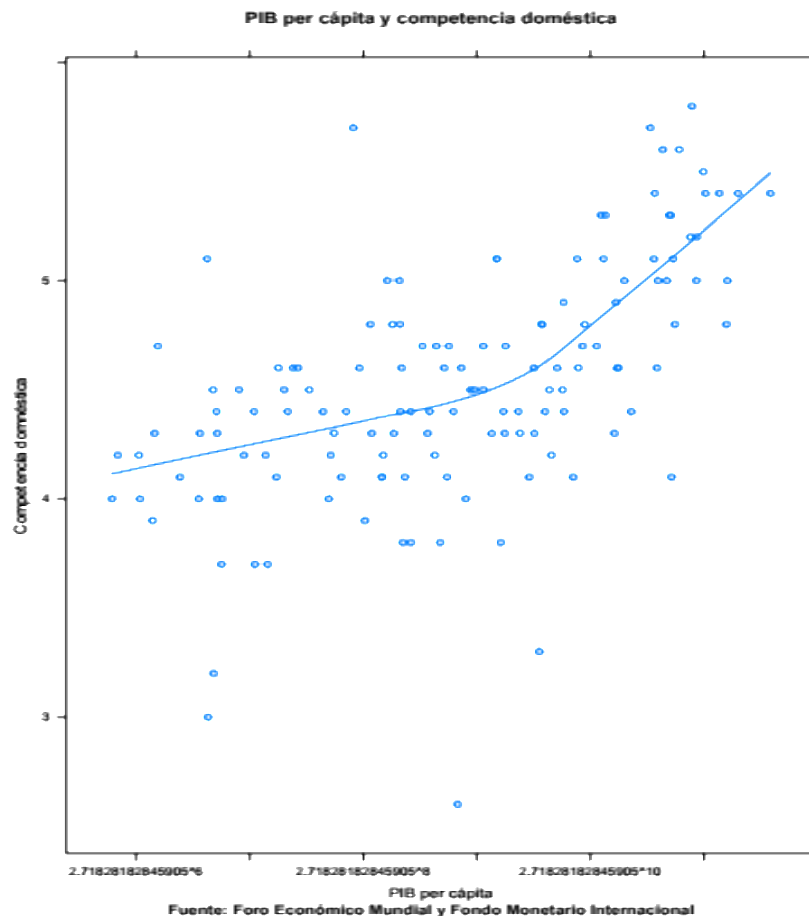
Cuadro 1. Regresiones de PIB per cápita y competencia, así como de PIB per cápita y política de competencia

Regresión	Ordenada al origen	t de student	Pendiente	t de student	R ² ajustada
Competencia doméstica	2.67	11.60	0.21	8.22	0.33
Intensidad de la competencia local	3.20	12.47	0.21	7.30	0.28
Grado de dominio del mercado	1.14	3.50	0.30	8.23	0.33
Efectividad de la política antimonopolio	0.57	1.86	0.37	10.69	0.46

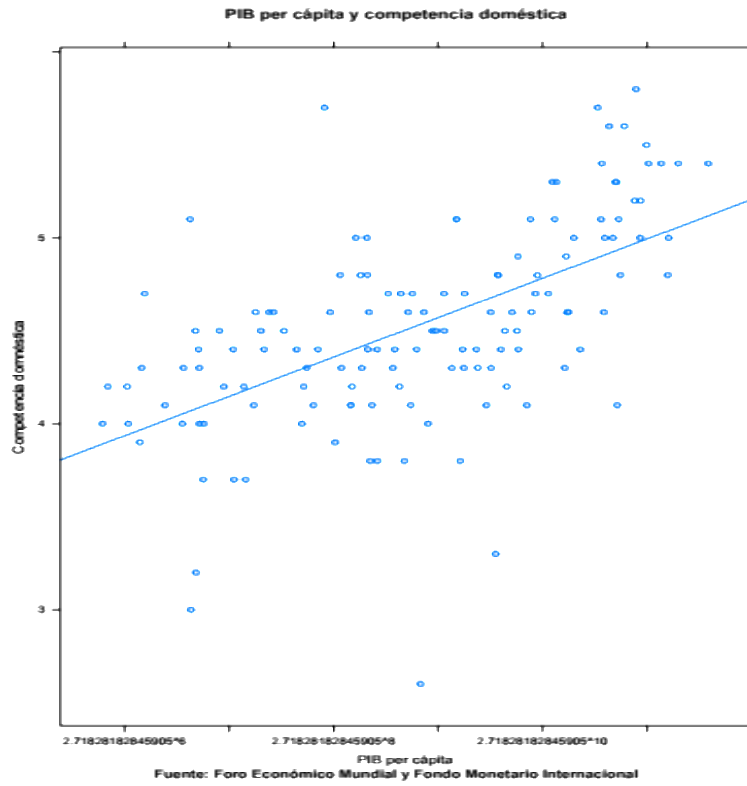
Fuente: estimaciones propias con datos del Foro Económico Mundial y el Fondo Monetario Internacional.

La curva de ajuste suave permite observar que a partir de un PIB per cápita de aproximadamente 15 mil dólares, la correlación positiva entre el PIB per cápita y la competencia, así como entre el PIB per cápita y la política de competencia, es tal que los índices de la competencia y la política de competencia aumentan más, frente a una misma variación del PIB per cápita, que antes de que esta variable alcance el valor mencionado. La excepción a esto es la intensidad de la competencia, en donde la relación parece no cambiar según el nivel del PIB per cápita; en contraste, el cambio se acentúa en el caso de la efectividad de la política antimonopolio.

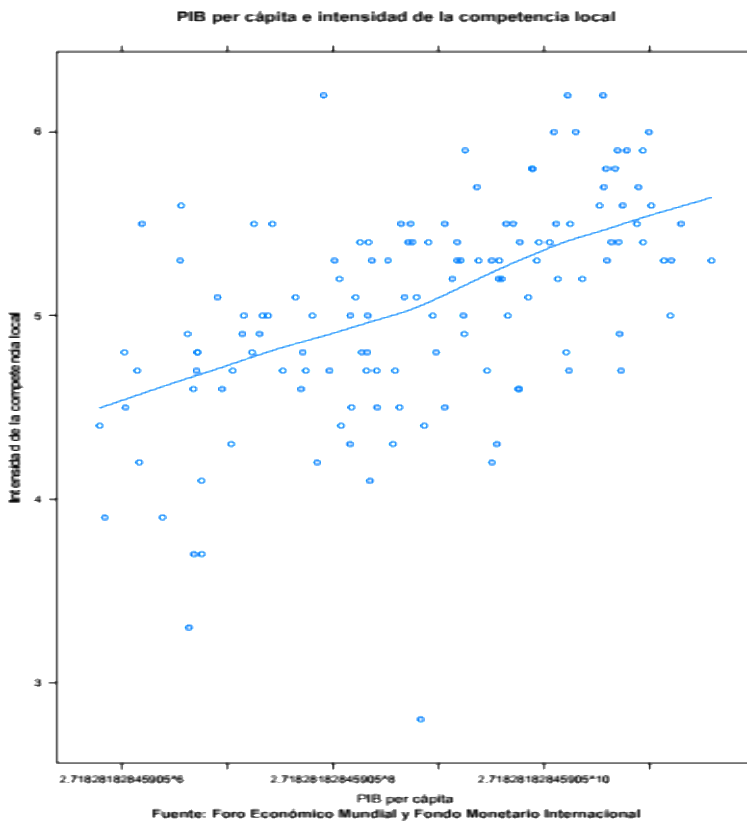
Gráfica 1



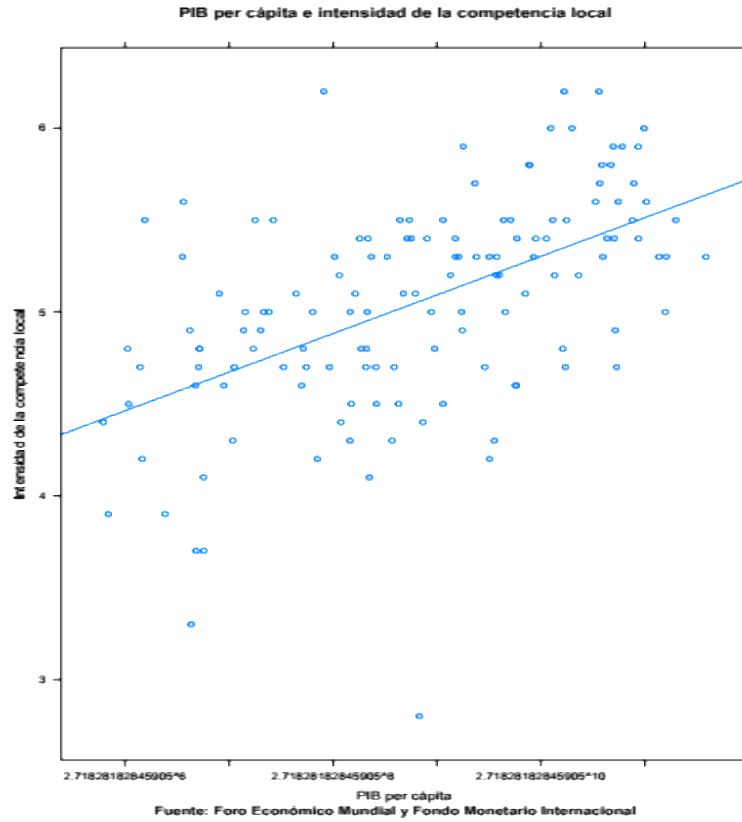
Gráfica 2



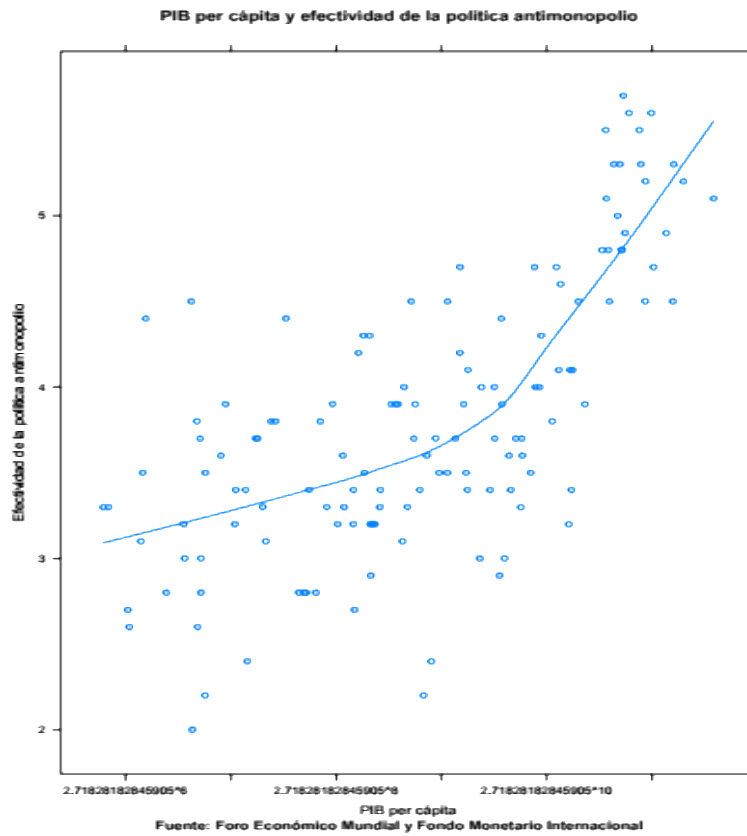
Gráfica 3



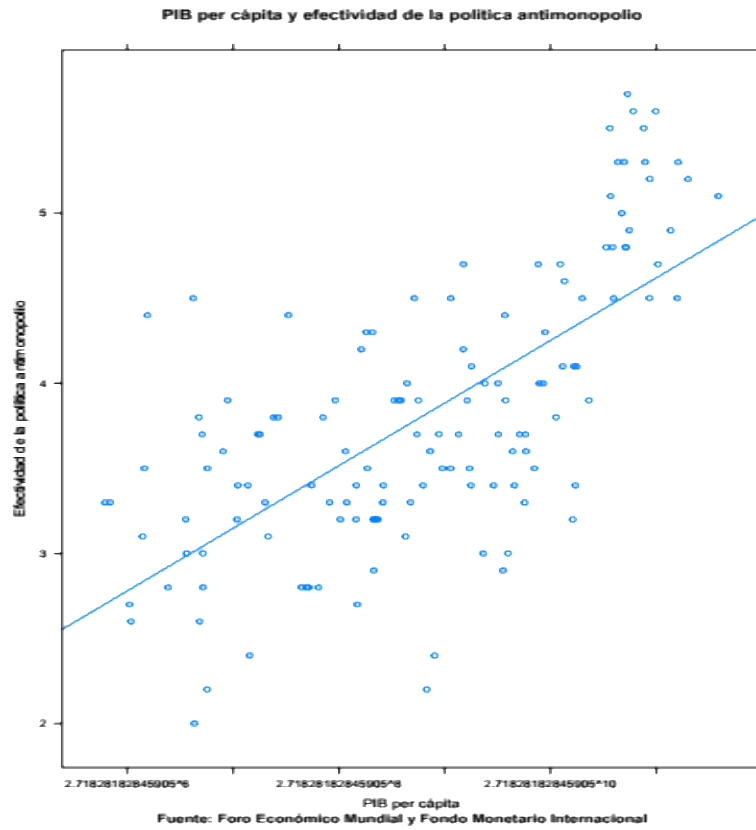
Gráfica 4



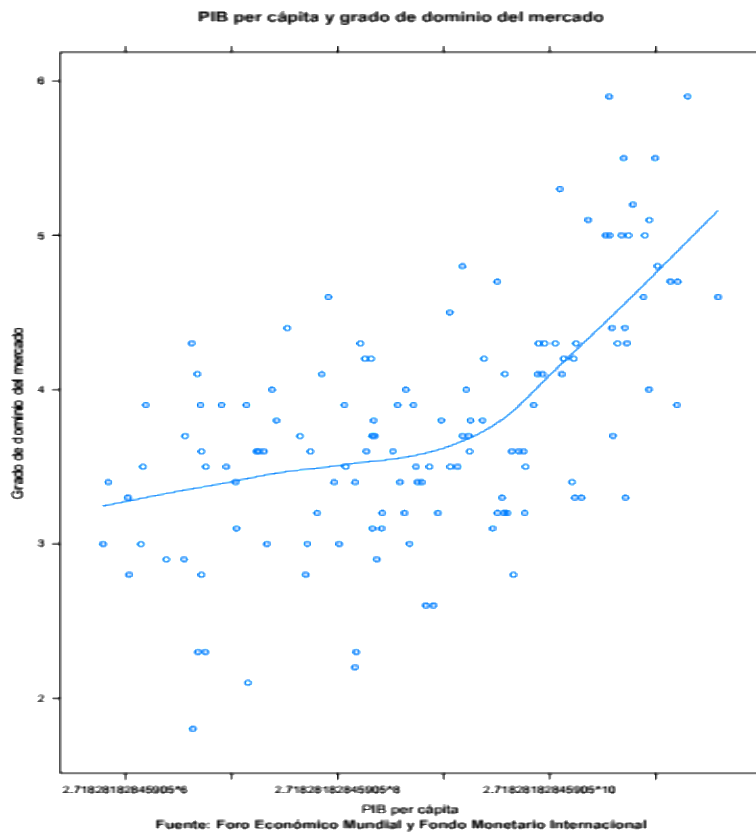
Gráfica 5



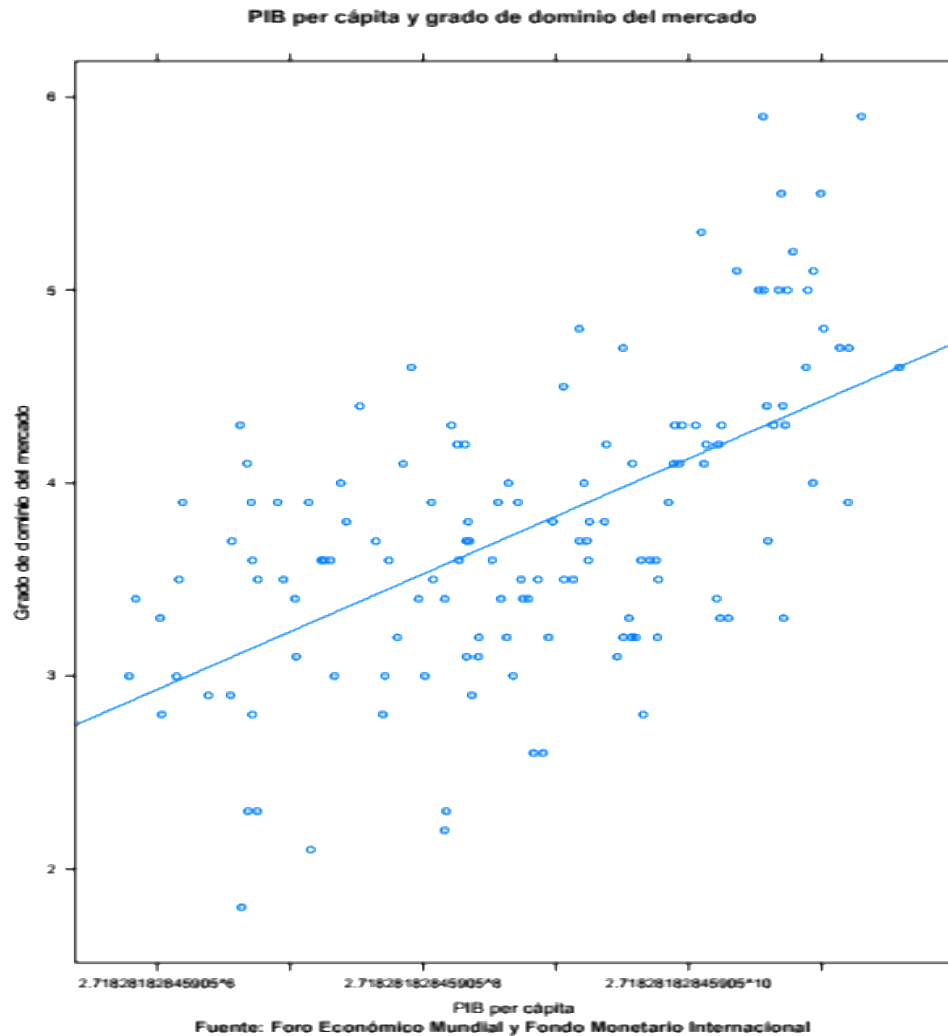
Gráfica 6



Gráfica 7



Gráfica 8



ACTIVIDADES DE ABOGACÍA DE LA COMPETENCIA

Las autoridades de competencia generalmente realizan revisiones de regulaciones y leyes existentes y propuestas, actuando como guardianes de la competencia, brindando asesoría y sugerencias y advirtiéndole sobre efectos nocivos de medidas y políticas públicas que promueven prácticas anticompetitivas e ineficiencias.

Con frecuencia se revisan posibles restricciones a la competencia presentes en la regulación sectorial, las políticas comerciales o las políticas que afectan la inversión, entre otras. Se llevan a cabo también actividades para educar al público acerca de los beneficios de la competencia (seminarios, foros, difusión de información, entre otros).

En algunos casos se realizan además reuniones informativas y foros con asociaciones empresariales (cámaras industriales y comerciales, asociaciones de productores), para explicar la importancia de la competencia económica y de la política de competencia económica, así como del respeto de las normas vigentes en esta materia.

En otros casos, la abogacía de la competencia, como la que ejerce la FTC, se refiere con frecuencia a cartas de funcionarios de esta dependencia dirigidas a algún regulador, así como también consiste de comentarios formales e informes que pueden auxiliar a los tribunales en la materia a tomar mejores decisiones.

La División Antimonopolio (AD) del DOJ (Departamento de Justicia de Estados Unidos) brinda testimonio al Congreso, realiza comentarios y ofrece consejo a agencias federales y estatales, lleva a cabo talleres y sus funcionarios aparecen en eventos públicos en donde promueven la competencia. Apoya también el trabajo de

autoridades de competencia de otros países brindando asesoría, y a los tribunales de Estados Unidos con comentarios sobre diversos aspectos económicos de las leyes de competencia.

La División Antimonopolio (AD) elabora además documentos que sirven de guía al público y particularmente al sector privado sobre los principios legales y económicos subyacentes en las leyes de competencia, con el propósito de fortalecer la competencia en los mercados de la economía de Estados Unidos. Algunos de estos documentos se utilizan para capacitar al propio personal de la AD sobre como deben integrarse las investigaciones relacionadas con posibles violaciones a las leyes de competencia, así como sobre la manera en que deben aplicarse tales leyes. Para estos autores, en Estados Unidos la División Antimonopolio del Departamento de Justicia (DOJ) desempeña un papel importante en la abogacía de la competencia. Apoya a los formuladores de política, federales y estatales, las cortes, a las autoridades de competencia en otros países, a la barra de abogados antimonopolio, así como al público en general, para crear conciencia de las maneras en que la competencia conduce a mercados saludables y protege a los consumidores.

La abogacía de la competencia en las telecomunicaciones, el caso de México

La autoridad de competencia y regulador de las telecomunicaciones en México, el Instituto Federal de Telecomunicaciones, ha realizado diversas actividades de abogacía de la competencia. A continuación se mencionan algunas de éstas:

Con el objeto de informar debidamente a la ciudadanía sobre la creación y principales funciones del Instituto, así como los beneficios de la competencia y la regulación en los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión, se llevó a cabo una campaña informativa sobre las atribuciones del Instituto, lo cual incluyó la generación de guiones para radio, TV e Internet, así como la producción y generación de pauta de medios para su transmisión.

El Instituto y la Comisión Federal de Competencia Económica celebraron un Convenio general de Colaboración con el objeto de llevar a cabo acciones de capacitación, promoción y protección de la competencia; intercambio de información y tecnologías; investigación en materias jurídicas y económicas; desarrollo de políticas internas y cualquier otra actividad conjunta que les facilite el cumplimiento oportuno de sus facultades en materia de competencia en el ámbito de sus respectivas atribuciones, en aras de promover la eficiencia económica en los mercados de bienes y servicios en nuestro país.

El Instituto participa en eventos especializados en los sectores de las Telecomunicaciones y la Radiodifusión con el fin de dar una proyección global al trabajo de sus áreas sustantivas, promover alianzas internacionales para la adopción de las mejores prácticas en su ámbito de competencia e impulsar la cooperación técnica y el intercambio de información y experiencia con otros países.

Con la finalidad de analizar y discutir las tendencias internacionales en materia de regulación y competencia en los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión y obtener retroalimentación en estas materias, el Instituto ha participado en distintos foros internacionales e incluso organizó conjuntamente con la UIT uno de ellos en el año 2013: El Simposio Mundial sobre Indicadores de las Telecomunicaciones/TIC (WTIS). Como integrante del Comité de Competencia de la OCDE, el IFT participa en sus reuniones anuales, manteniéndose al corriente en los temas de competencia que son relevantes a nivel internacional.

Se realiza anualmente un foro denominado “Los Retos de la Competencia en las Telecomunicaciones y la Radiodifusión”, en el que participan personal del Instituto, los operadores y la academia, así como distinguidos ponentes de talla internacional y expertos en competencia.

El IFT colabora apoyando en consultas llevadas a cabo por dependencias federales, agencias, foros y organismos internacionales del ámbito de las telecomunicaciones y la radiodifusión, así como de la competencia económica referida a estos sectores.

Por mandato de la Ley Federal de Competencia Económica y la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, tiene que brindar opinión (ver apéndice) sobre proyectos de ley que

PRIORIZAR LA ABOGACÍA DE LA COMPETENCIA

¿Por qué debe priorizarse la abogacía de la competencia?

Las reformas de mercado realizadas en economías emergentes han generado una redefinición de las reglas que enmarcan la actividad económica. El diálogo inicial de la autoridad de competencia y otros organismos a cargo de la definición de las nuevas reglas puede contribuir a normas que privilegien la competencia como elemento fundamental.

El cumplimiento de las leyes de competencia, particularmente en las telecomunicaciones, requiere el análisis de casos complejos que una autoridad de competencia con poca experiencia, aunado a tribunales judiciales también con escasa experiencia en estos casos, encuentran difíciles de discernir.

La abogacía de la competencia resulta esencial porque contribuye a que los reguladores, los legisladores, las empresas y el público en general, comprendan que los mercados competitivos representan la forma más efectiva de elevar la calidad de los bienes y servicios a los precios más bajos.

La abogacía y el cumplimiento de las leyes de competencia se refuerzan mutuamente. La abogacía se beneficia de la amenaza creíble de aplicar la ley, logrando que más agentes se interesen en conocer la política de competencia, y el cumplimiento de la ley mejora al hacerse conscientes los agentes económicos que la competencia es importante y genera beneficios, así como que tienen que acotar su comportamiento a la ley para evitar sanciones.

ABOGACÍA DE LA COMPETENCIA Y REGULACIÓN: OCDE Y RICE

La OCDE ha publicado tres volúmenes con el nombre de Herramientas para Evaluar la Competencia (*Competition Assessment Toolkit*), y la RICE las Prácticas Recomendadas para Evaluar la Competencia (*Recommended Practices for Competition Assessment*).

Estas dos herramientas contienen un conjunto de principios para lograr una regulación pro competitiva, principios que deben ser atendidos al realizar actividades de abogacía. Estos principios pueden guiar la abogacía enfocada a las autoridades y los legisladores para que, al proponer medidas o leyes minimicen cualesquier efectos negativos no previstos que restrinjan la competencia.

La regulación debe enfocarse solamente a temas de política legítimos. Aquella regulación que afecte los precios, la producción o la calidad de los productos, debe limitarse a condiciones bajas las cuales las fuerzas del mercado no puedan lograr los efectos deseados sobre estas variables.

Las medidas de política no deben establecerse para alcanzar otros objetivos, como asegurar que las empresas obtengan un cierto nivel de ingresos o que los consumidores puedan adquirir los productos a precios artificialmente o insosteniblemente bajos (controles de precios). Las fuerzas del mercado son usualmente la mejor manera de proveer los bienes y servicios y deben ajustarse únicamente en circunstancias excepcionales, cuando existe evidencia documentada de que la competencia sería contra productiva para lograr los objetivos de política.

La regulación debe basarse en la mejor evidencia disponible. La experiencia de la industria puede ser útil para enmarcar los temas relevantes de la regulación, pero solamente la evidencia empírica puede medir objetivamente lo que ocurre a los diferentes agentes económicos de una industria y, en particular, lo que afecta a los consumidores. Los reguladores deben recabar y mantener información sobre el funcionamiento de los mercados para asegurar que esté disponible la mejor evidencia posible para evaluar las medidas de política.

Ejemplo de abogacía: A principios de 2014 el regulador de telecomunicaciones de Canadá (CRTC) realizó una revisión de su política sobre telecomunicaciones móviles en ese país. Como parte del debate y ejerciendo sus funciones de abogacía, el CBC (Competition Bureau of Canada) proveyó evidencia empírica para respaldar opiniones acerca del rol de la regulación y la competencia en este sector de la economía canadiense. Esto contribuyó a que la CRTC pudiera decidir con mejores bases sobre el marco regulatorio actual.

La regulación debe ser la mínimamente proporcional al posible perjuicio asociado. La regulación debe centrarse en preservar la mayor competencia posible en el mercado. La regulación que abarca demasiado puede tener efectos negativos y resultados inesperados sobre la industria. Una regulación mínima permite que los objetivos de política se cumplan y provee el máximo alcance para las fuerzas del mercado en mercados regulados.

La regulación debe revisarse con regularidad para reflejar las condiciones del mercado. La economía de un país cambia continuamente y los modelos de negocio disruptivos y el avance tecnológico generan transformaciones importantes que pueden redefinir la experiencia de los consumidores. Es importante que la regulación se mantenga lo más cercanamente posible a este ritmo. De otra forma existe el riesgo de que haya regulaciones que se deterioren con el paso del tiempo y que afecten negativamente nuevas formas de hacer negocios.

Estas dos herramientas contienen un conjunto de principios para lograr una regulación pro competitiva, principios que deben ser atendidos al realizar actividades de abogacía. Estos principios pueden guiar la abogacía enfocada a las autoridades y los legisladores para que, al proponer medidas o leyes, minimicen cualesquier efectos negativos no previstos que restrinjan la competencia.

La regulación debe enfocarse solamente a temas de política legítimos. Aquella regulación que afecte los precios, la producción o la calidad de los productos, debe limitarse a condiciones bajas las cuales las fuerzas del mercado no puedan lograr los efectos deseados sobre estas variables.

Las medidas de política no deben establecerse para alcanzar otros objetivos, como asegurar que las empresas obtengan un cierto nivel de ingresos o que los consumidores puedan adquirir los productos a precios artificialmente o insosteniblemente bajos (controles de precios). Las fuerzas del mercado son usualmente la mejor manera de proveer los bienes y servicios y deben ajustarse únicamente en circunstancias excepcionales, cuando existe evidencia documental de que la competencia sería contraproducente para lograr los objetivos de política.

La regulación debe basarse en la mejor evidencia disponible. La experiencia de la industria puede ser útil para enmarcar los temas relevantes de la regulación, pero solamente la evidencia empírica puede medir objetivamente lo que ocurre a los diferentes agentes económicos de una industria y, en particular, lo que afecta a los consumidores. Los reguladores deben recabar y mantener información sobre el funcionamiento de los mercados para asegurar que esté disponible la mejor evidencia posible para evaluar las medidas de política.

Lo que ocurrió en Canadá a principios de 2014 ilustra el papel de la abogacía de la competencia en las telecomunicaciones: el regulador de telecomunicaciones de Canadá (CRTC) realizó una revisión de su política sobre telecomunicaciones móviles en ese país. Como parte del debate y ejerciendo sus funciones de abogacía, el CBC (*Competition Bureau of Canada*) proveyó evidencia empírica para respaldar opiniones acerca del rol de la regulación y la competencia en este sector de la economía canadiense. Esto contribuyó a que la CRTC pudiera decidir con mejores bases sobre el marco regulatorio actual, considerando que no debía interferir con la competencia económica.

La regulación debe ser la mínimamente proporcional al posible perjuicio asociado. La regulación debe centrarse en preservar la mayor competencia posible en el mercado. La regulación que abarca demasiado puede tener efectos negativos y resultados inesperados sobre la industria. Una regulación mínima permite que los objetivos de política se cumplan y provee el máximo alcance para las fuerzas del mercado en mercados regulados.

La regulación debe revisarse con regularidad para reflejar las condiciones del mercado. La economía de un país cambia continuamente y los modelos de negocio disruptivos y el avance tecnológico generan transformaciones importantes que pueden redefinir la experiencia de los consumidores. Es importante que la regulación se mantenga lo más cercanamente posible a este ritmo. De otra forma existe el riesgo de que haya regulaciones que se deterioren con el paso del tiempo y que afecten negativamente nuevas formas de hacer negocios.

ENCUESTAS SOBRE LA POLÍTICA DE COMPETENCIA DE LA UNIÓN EUROPEA

Las encuestas sobre la política de competencia de la Unión Europea las realizaron conjuntamente RICE y el Banco Mundial. Una en 2010 y la otra en 2014. En 2010 se entrevistaron 113 y en 2014 a 120 individuos que forman parte de organizaciones relacionadas con la política de competencia (*stakeholders*) de la Unión Europea. Estas personas contestaron preguntas sobre cómo perciben el desempeño de la Comisión Europea en cuatro grandes temas:

1. Solidez del análisis legal y económico.
2. Transparencia y equidad procesal.
3. Efectividad económica.
4. Comunicación y promoción de la cultura de la competencia.

Los resultados se presentan por el tipo de organización que representan los 120 individuos considerados, así como en general. Los distintos tipos de organización son: despachos de abogados, consultores económicos, asociaciones de negocios o de consumidores, empresas privadas, autoridades nacionales de competencia y ministerios de gobierno.

En algunos casos, las respuestas se agruparon en siete categorías. La categoría 1 representa el valor más bajo otorgado al atributo y la categoría 7 el valor más elevado. Por ejemplo, si la pregunta se refiere a calidad, el número 1 significa la peor calidad y el 7 la más alta calidad.

Con respecto al punto número 1, solidez del análisis legal y económico, las primeras dos gráficas muestran que las respuestas se inclinan hacia las respuestas superiores a cinco. En el análisis legal el 74 por ciento de los encuestados en 2010 y el 83 por ciento en 2014 señalaron respuestas mayores de 4. En una prueba de diferencia de medias de Welch se observa que la media de 2014 es estadísticamente mayor a la de 2010 (5.35 vs 5.09) considerando un intervalo de confianza del 95 por ciento, que se aplicó en la mayoría de las pruebas (a menos que se aclare que no).

En su apreciación sobre la calidad del análisis económico los encuestados no variaron su percepción entre 2010 y 2014. En ambos años el 70 por ciento de ellos le otorgaron una calificación superior a 4. La prueba de Welch reporta que la media es estadísticamente la misma en ambos años (4.915 vs 4.909) al 95 por ciento.

En cuanto a proporcionar información oportuna, un tema de transparencia, el 53.7 por ciento de los entrevistados consideraba que merecía una calificación superior a 4 en 2010, mientras que en 2014 ese porcentaje subió a 67.3. La prueba de Welch indica que la media de 2014 es mayor a la de 2010 con un nivel de confianza del 90 por ciento.

Con respecto a consultar a las partes interesadas sobre nuevas reglas, el 72 por ciento en 2010 y el 84 por ciento en 2014 le atribuyeron calificaciones mayores a 4. La prueba de Welch reporta que, con un nivel de confianza del 90 por ciento la media de 2014 es estadísticamente mayor a la de 2010 (5.47 vs 5.18).

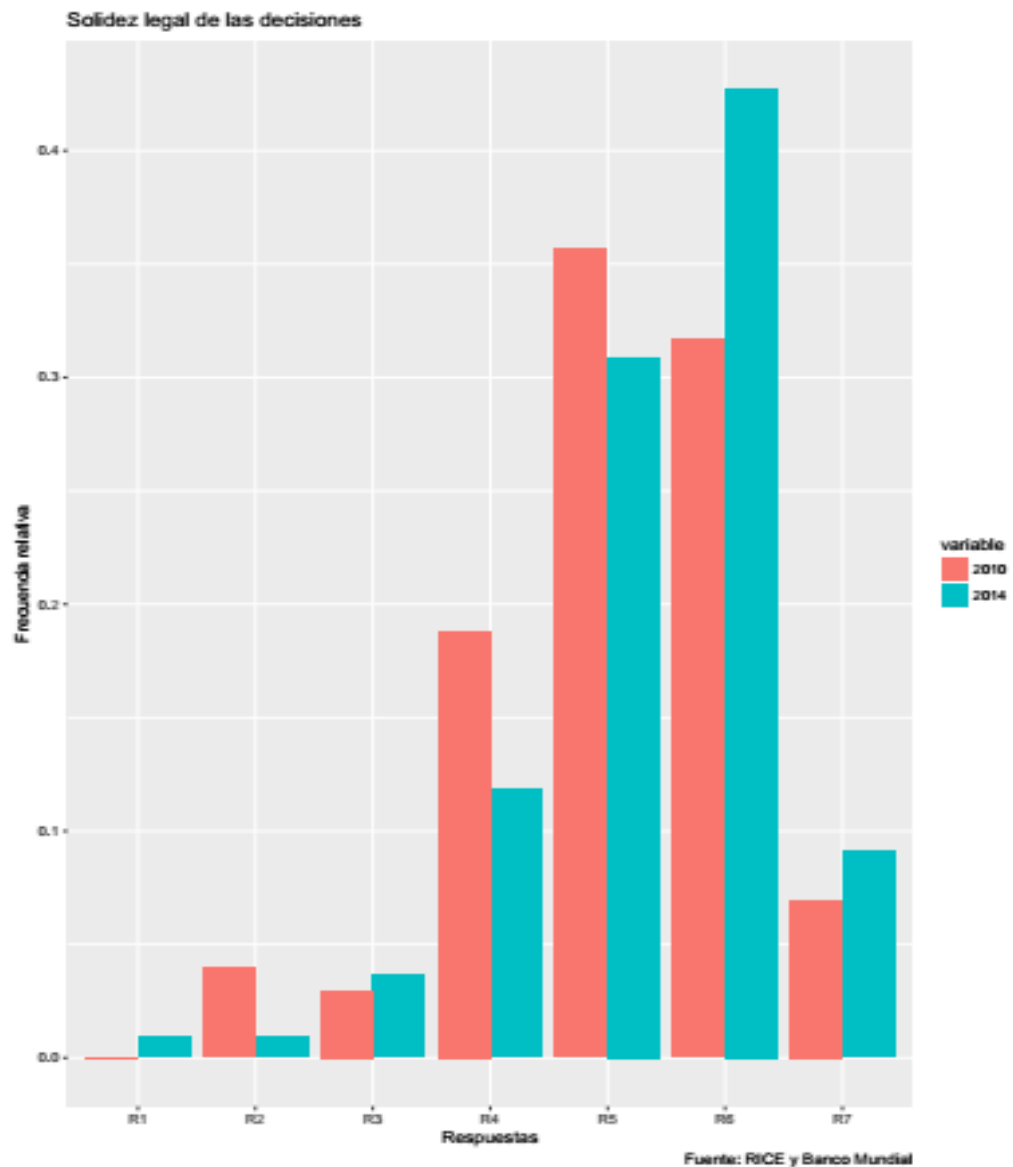
Respecto a decidir oportunamente, 37.9 por ciento de los encuestados en 2010 y 43.9 en 2014 le otorgan una calificación mayor a 4. La prueba de Welch indica que los medios son iguales estadísticamente.

En cuanto al impacto en los mercados, un tema de efectividad económica, el 64.5 por ciento en 2010 y el 69 en 2014 le otorgan una calificación mayor a 4. La prueba de Welch reporta que ambas medias son iguales estadísticamente.

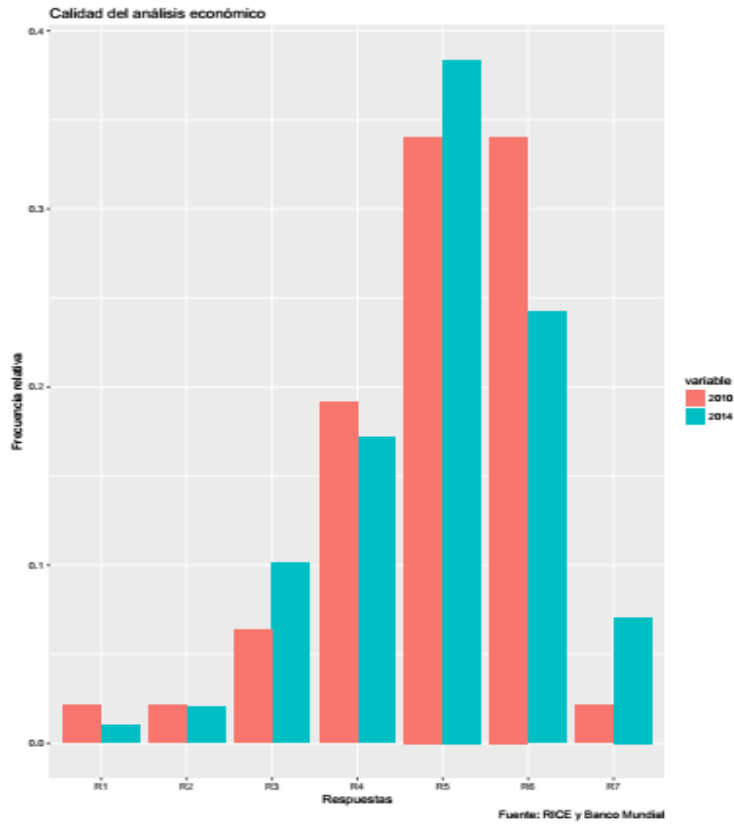
En conocimiento del mercado, el 65 por ciento en 2010 y el 66.6 en 2014 le otorgan a la Comisión Europea una calificación superior a 4. La prueba de Welch reporta que ambas medias son iguales estadísticamente.

Finalmente, en la promoción de la cultura de la competencia, el tema más directamente relacionado con abogacía, el 66 por ciento en 2010 y el 66.3 en 2014 consideran que la Comisión Europea promueve adecuadamente (con calificación mayor a 4) la cultura de la competencia. La prueba de Welch no detecta diferencia estadística entre las medias de 2010 y 2014.

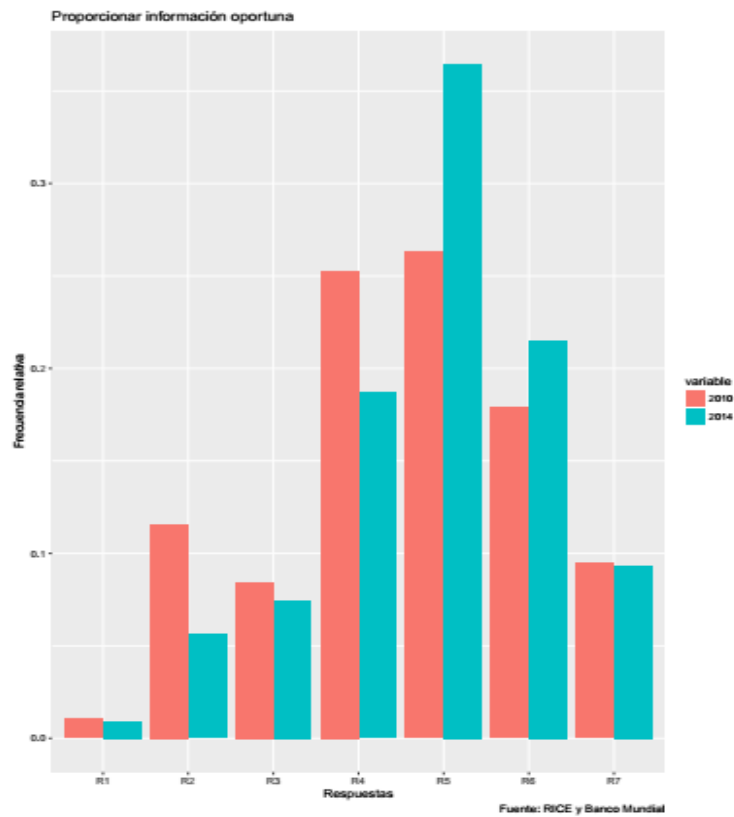
Gráfica 9



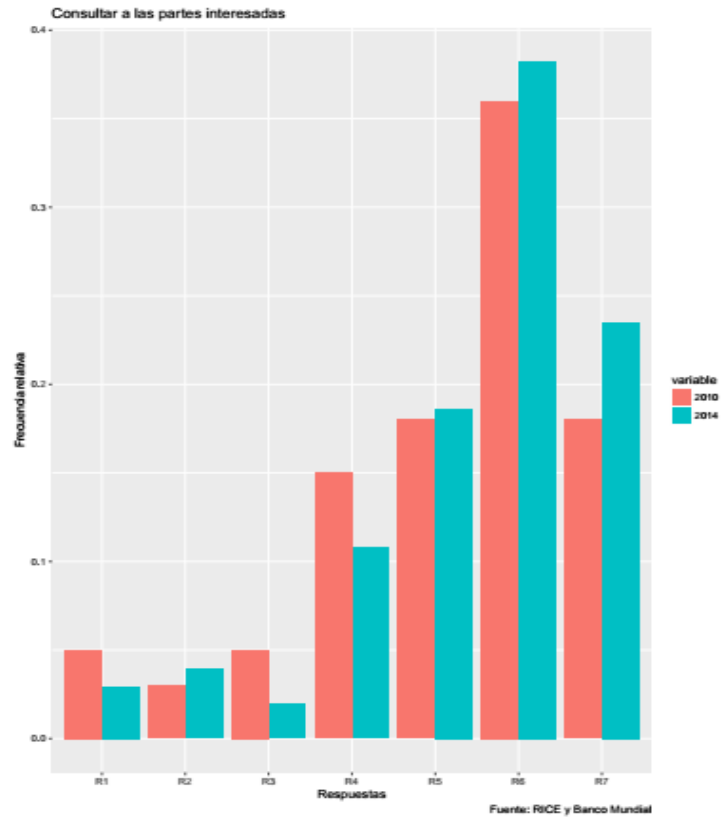
Gráfica 10



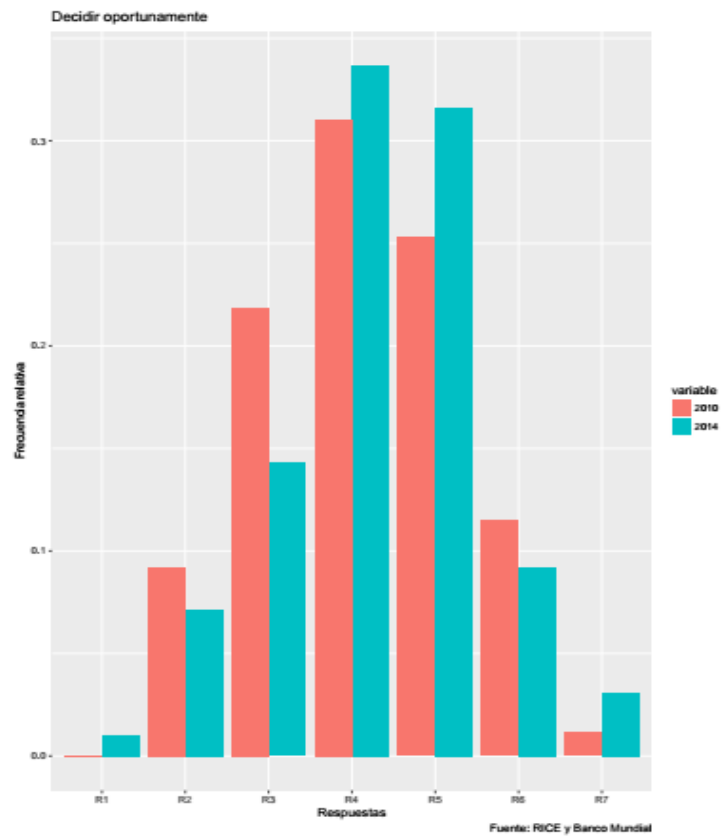
Gráfica 11



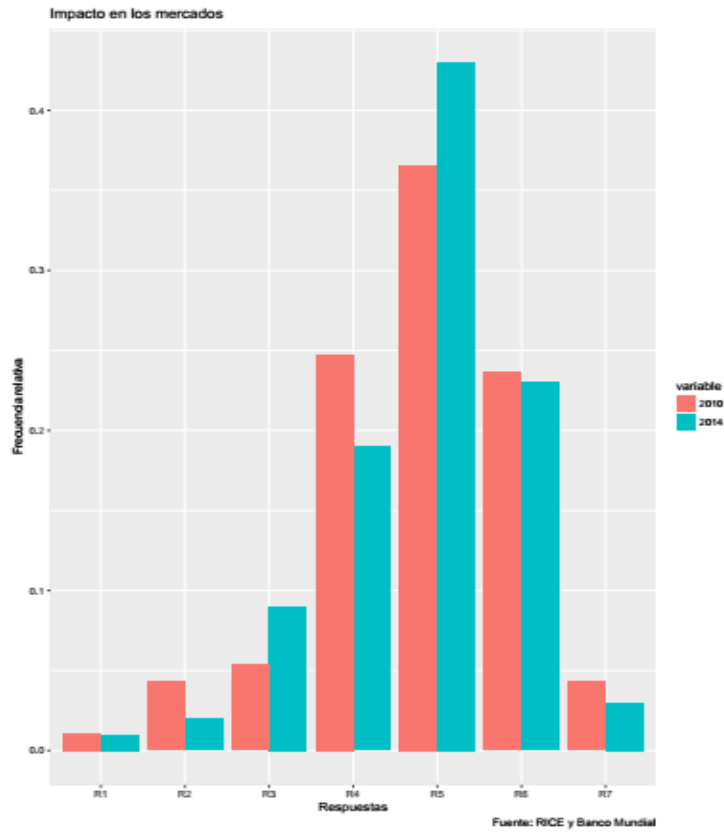
Gráfica 12



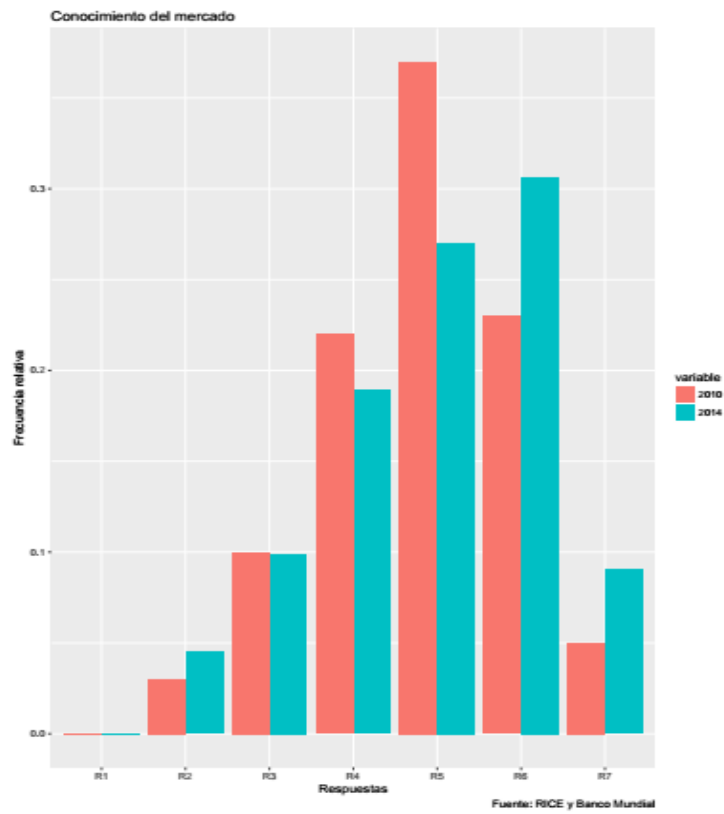
Gráfica 13



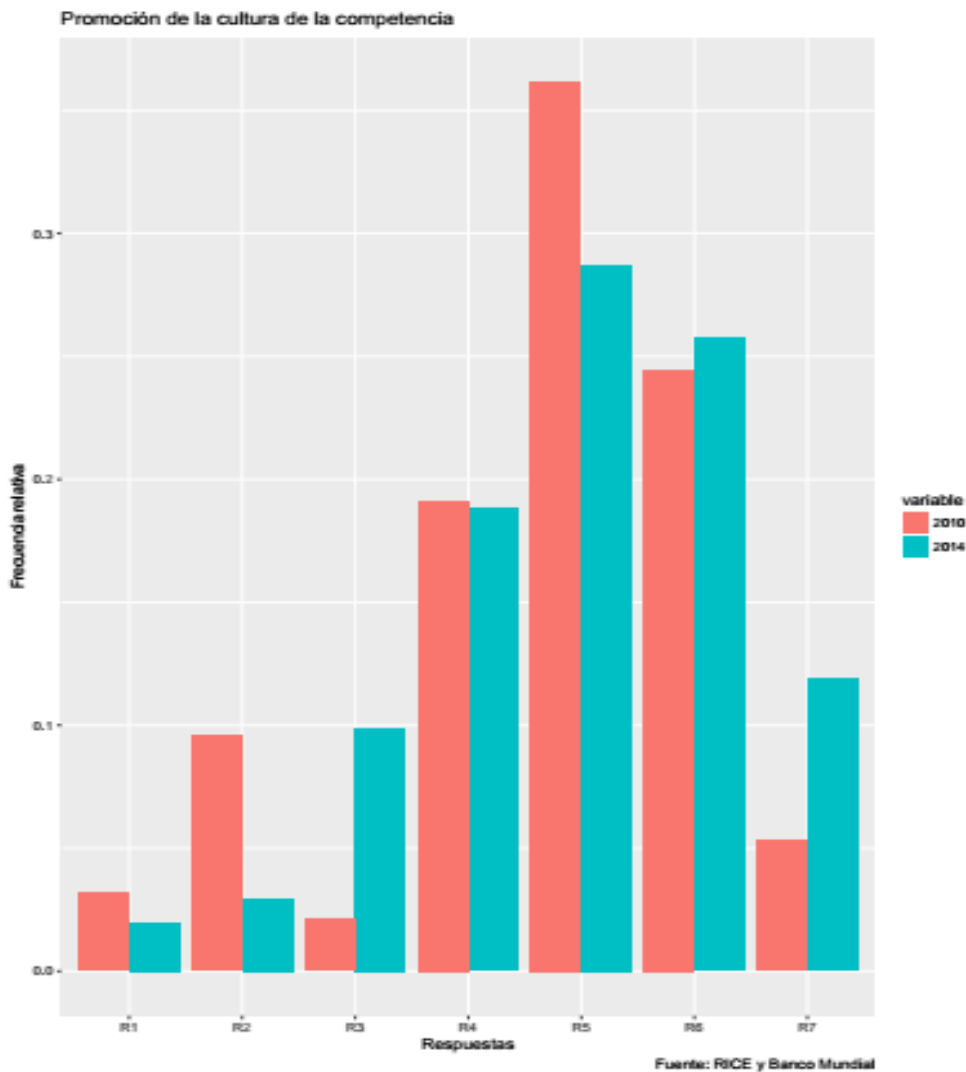
Gráfica 14



Gráfica 15



Gráfica 16



Para este trabajo interesa en particular el punto 4, que se refiere a abogacía de la competencia. Los temas que se preguntaron de este punto son tres :

- 4.1 Claridad y comprensibilidad de las comunicaciones externas.
- 4.2 Elección de comunicación y canales de medios.
- 4.3 Promoción de la cultura de la competencia y convergencia de políticas a nivel internacional.

En los temas 4.1 y 4.2 no se utilizaron valores numéricos para categorizar las respuestas, solamente se reportaron algunas de éstas que ilustran las más comunes. Se mencionarán las correspondientes a la pregunta 4.3 en lo que se refiere a promoción de la cultura de la competencia, una tarea central de abogacía, ya que en este caso se categorizaron las respuestas entre 1 y 7. 101 de los 120 participantes en 2014, y 94 de 113 en 2010, respondieron sobre qué tan bien consideran que a Comisión Europea lleva a cabo la promoción de la cultura de la competencia.

Cabe destacar la opinión de los abogados, que es más aprobatoria que la opinión general, aunque la aprobación disminuyó en 2014 respecto a 2010. Casi 69 por ciento en 2014 opinaba favorablemente sobre la promoción de la cultura de la competencia, mientras que 80 por ciento lo hacía en 2010.

También es notable que 22 de los 26 individuos que trabajaban en las autoridades nacionales de competencia en 2014 (casi 85 por ciento) opinaba favorablemente, mientras que 67 por ciento opinaba igual en 2010, probablemente porque al laborar para una autoridad de competencia entienden la dificultad de hacer abogacía y ven con mayor simpatía los esfuerzos que realiza la Comisión Europea.

El siguiente cuadro resume de manera clara la información respecto a la actuación de la Comisión Europea en materia de competencia económica. Se observa que los abogados registran una mejoría ligera en su apreciación de la cultura de la competencia de la Comisión Europea de 2010 a 2014, mientras que las ANC reportan una mejoría sustantiva en 2014. Las empresas observan un ligero deterioro en su calificación de 2014 con relación a 2010, en tanto que las asociaciones de empresas o consumidores muestran un claro deterioro.

Finalmente, las consultorías económicas y los ministerios de gobierno consideran que hubo una mejoría significativa en la promoción de la cultura de la competencia de la Comisión Europea entre 2010 y 2014. En general, considerando la media se observa una mejoría relativamente pequeña (4.3 por ciento) entre 2010 y 2014.

Promoción de la cultura de competencia en la UE en 2010 y 2014

Tipo de organización	Media 2010	Media 2014	Mediana 2010	Mediana 2014
Abogados	4.9	5.0	5.0	5.0
ANC	4.9	5.7	5.0	6.0
Empresas	4.3	4.2	4.0	4.0
Asoc. de consumidores o empresas	4.9	4.1	5.5	4.5
Consultorías económicas	4.5	5.3	5.0	5.5
Ministerios de gobierno	5.0	6.0	5.0	6.0
Total	4.7	4.9	5.0	5.0

Fuente: cálculos propios con información del Banco Mundial y la Red Internacional de Competencia

Se realizaron además pruebas Welch de diferencias de medias y se encontró que, con un nivel de confianza de 95 por ciento, solamente las medias correspondientes a las autoridades nacionales de competencia y los ministerios de gobierno son estadísticamente mayores en 2014 que en 2010, con un nivel de confianza del 95 por ciento.

CONCLUSIONES

La abogacía de la competencia en general, y en las telecomunicaciones en particular, se refuerza mutuamente con las leyes y preceptos que deben ejercer las autoridades de competencia para procurar que la libre competencia y concurrencia sea la norma en el funcionamiento de una economía.

En este trabajo se ha realizado una revisión de la literatura sobre el tema tratando de aportar elementos de análisis que pueden ser útiles para valorar la importancia que tiene la abogacía de la competencia. Se encontró, con dos encuestas a las partes interesadas sobre la política de competencia de la Comisión Europea, reforzadas por menciones en la literatura económica de otros países, que en general la política de competencia, y en particular la abogacía de la competencia, son positivamente valoradas por los agentes económicos que se involucran en ella.

No extraña que la mejor valoración la tengan las propias autoridades de competencia y los ministerios del gobierno, pero también es cierto que entre los demás agentes económicos existe una valoración positiva de la contribución de la política de competencia y la abogacía de la competencia.

Se obtuvo un resultado importante aunque quizás esperado: a mayor nivel de desarrollo económico mayor efectividad de la política de competencia. Si bien se analizó solamente la correlación entre el nivel de PIB per cápita y como perciben las partes interesadas la política de competencia en una muestra de 136 países, parece más factible que el nivel de PIB per cápita tenga efectos sobre la política de competencia que a la inversa.

Finalmente, es importante mencionar que en la legislación de competencia muchos países, incluyendo México, se menciona que las autoridades de competencia deben proporcionar su opinión sobre proyectos de ley que pueden afectar la competencia económica, si bien usualmente no son vinculantes. Es por ello importante que las autoridades de competencia se involucren más con autoridades no solamente federales sino también estatales y municipales, para enfatizarles por qué la competencia es fundamental para la actividad económica.

Asimismo, la política de competencia necesita que la sociedad esté cada vez más informada sobre por qué es conveniente la competencia, por lo que hay siempre que buscar acercarse al público y explicarle las ventajas de la competencia económica y de esta forma tener defensores en la sociedad que velen por la política de competencia. Esta tarea de abogacía es central para dicha política.

APÉNDICE: LEGISLACIÓN MEXICANA DE ABOGACÍA DE LA COMPETENCIA EN LAS TELECOMUNICACIONES**Ley Federal de Competencia Económica**

Artículo 12 Fracción IV. Establecer acuerdos y convenios de coordinación con las Autoridades Públicas para el combate y prevención de monopolios, prácticas monopólicas, concentraciones ilícitas, barreras a la libre competencia y la competencia económica y demás restricciones al funcionamiento eficiente de los mercados;

Artículo 12 Fracción XII. Emitir opinión cuando lo considere pertinente, o a solicitud del Ejecutivo Federal, por sí o por conducto de la Secretaría, o a petición de parte, respecto de los ajustes a programas y políticas llevados a cabo por Autoridades Públicas, cuando éstos puedan tener efectos contrarios al proceso de libre competencia y competencia económica de conformidad con las disposiciones legales aplicables, sin que estas opiniones tengan efectos vinculantes. Las opiniones citadas deberán publicarse;

Artículo 12 Fracción XIII. Emitir opinión cuando lo considere pertinente, o a solicitud del Ejecutivo Federal, por sí o por conducto de la Secretaría, o a petición de parte, respecto de los anteproyectos de disposiciones, reglas, acuerdos, circulares y demás actos administrativos de carácter general que pretendan emitir Autoridades Públicas, cuando puedan tener efectos contrarios al proceso de libre competencia y competencia económica de conformidad con las disposiciones legales aplicables, sin que estas opiniones tengan efectos vinculantes. Las opiniones citadas deberán publicarse;

Artículo 12 Fracción XIV. Emitir opinión cuando lo considere pertinente, o a solicitud del Ejecutivo Federal, por sí o por conducto de la Secretaría, de alguna de las Cámaras del Congreso de la Unión o a petición de parte, sobre iniciativas de leyes y anteproyectos de reglamentos y decretos en lo tocante a los aspectos de libre competencia y competencia económica, sin que estas opiniones tengan efectos vinculantes. Las opiniones citadas deberán publicarse;

Artículo 12 Fracción XV. Emitir opinión cuando lo considere pertinente, o a solicitud del Ejecutivo Federal, por sí o por conducto de la Secretaría, o de alguna de las Cámaras del Congreso de la Unión, respecto de leyes, reglamentos, acuerdos, circulares y actos administrativos de carácter general en materia de libre competencia y competencia económica, sin que estas opiniones tengan efectos vinculantes. Las opiniones citadas deberán publicarse;

Artículo 12 Fracción XVI. Resolver sobre las solicitudes de opinión formal, y emitir orientaciones generales en materia de libre competencia y competencia económica que le sean formuladas de conformidad con los artículos 104 a 110 de esta Ley;

Artículo 12 Fracción XVIII. Opinar cuando lo considere pertinente, o a solicitud del Ejecutivo Federal, por sí o por conducto de la Secretaría, o de la Cámara de Senadores del Congreso de la Unión sobre asuntos en materia de libre competencia y competencia económica en la celebración de tratados internacionales, en términos de lo dispuesto en la ley de la materia;

Artículo 12 Fracción XIX. Opinar sobre la incorporación de medidas protectoras y promotoras en materia de libre competencia y competencia económica en los procesos de desincorporación de entidades y activos públicos, así como en los procedimientos de licitaciones, asignación, concesiones, permisos, licencias o figuras análogas que realicen las Autoridades Públicas, cuando así lo determinen otras leyes o el Ejecutivo Federal mediante acuerdos o decretos;

Artículo 12 Fracción XX. Promover, en coordinación con las Autoridades Públicas, que sus actos administrativos observen los principios de libre competencia y competencia económica;

Artículo 12 Fracción XXI. Promover el estudio, la divulgación y la aplicación de los principios de libre competencia y competencia económica, así como participar en los foros y organismos nacionales e internacionales que tengan ese fin;

Artículo 110. Sin perjuicio del procedimiento para la emisión de opiniones formales, la Comisión deberá ofrecer orientación general a cualquier persona física o moral, así como a cualquier Autoridad Pública, en relación con la aplicación de esta ley, en los términos señalados en las Disposiciones Regulatorias;

Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión

Artículo 267 Sección XX. Aquellas medidas adicionales que a juicio del Instituto sean necesarias para prevenir prácticas monopólicas o promover la competencia;

Artículo 278. Las medidas de fomento a la competencia en televisión, radio, telefonía y servicios de datos deberán aplicarse en todos los segmentos de forma que se garantice en su conjunto la competencia efectiva en la radiodifusión y telecomunicaciones;

REFERENCIAS

- Abbot, A. (2016) *Competition Policy for a New Administration*.
- Abbot, A. (2016) *ICN Advocacy Workshop a Success*.
- APEC (2012) *Measures of Competition Development in APEC. Final Report*.
- APEC (2014) *Economic Policy Report: Good Regulatory Practices*.
- CBC, www.competitionbureau.gc.ca/eic/site/cb-bc.nsf/eng/04141.html, consultada el 3 de abril de 2018.
- Cooper, J. C., Pautler, P. A. y Zywicki, T. (2005) Theory and Practice of Competition Advocacy at the FTC. *Antitrust Law Journal*, vol. 72, No.3, pp. 1091-1112.
- DOJ (2013) *Competition Advocacy Update*.
- DOJ (2017) *Competition Advocacy Update*.
- ICN (2004) *Competition Advocacy in Regulated Sectors: Examples of Success*.
- ICN (2014) *DG Competition Stakeholder Survey, Aggregate Report*.
- ICN (2010) *DG Competition Stakeholder Survey, Aggregate Report*.
- IMF (2018) *World Economic Outlook Database*.
- Instituto Federal de Telecomunicaciones *Informes Trimestrales*, varios números.
- OFCOM (2016) *Making communications work for everyone*.
- WEF (2018) *Global Competitiveness Report 2017-2018*.
- World Bank (2002) *Building Institutions for Markets*.

Evaluando el impacto de la estructura de mercado sobre la innovación y la calidad: La banda ancha móvil en Centroamérica

Xavier Pedrós
GSMA Intelligence
Xpedros@gsma.com

Pau Castells
GSMA Intelligence
PCastells@gsma.com

Serafino Abate
GSMA Intelligence
sabate@gsma.com

Lucrecia Corvalan
GSMA Latin America
lcorvalan@gsma.com

BIOGRAPHIES

Xavier Pedrós is Economist at GSMA Intelligence. GSMA Intelligence is the analysis and research arm of GSMA, an international organization of mobile operators. Xavier has carried out research in the area of competition and regulatory economics, with a focus on the impact of market structure and competition in mobile markets. He has also produced research in the areas of fiscal policy in mobile markets and assessments of the economic impact of mobile telecommunications. Xavier holds a bachelor degree in Political Science at Pompeu Fabra University and two Master's degrees on Economics, with focuses on International Economics and on Industrial Organization, at Université Catholique de Louvain.

Pau Castells (Director of Economic Analysis, GSMA) heads up the economic research and analysis team of the GSMA since 2014. Before joining the GSMA, Pau developed his career as an economist both in the financial sector as well as in several UK Government departments, specialising in the economic regulation and public policy of the energy, ICT and digital sectors. He has a PhD in economics for the Autonomous University of Barcelona.

Serafino Abate is Director, Competition Economics, at the GSMA, where he works on regulatory and competition policies relating to the mobile sector, developing the GSMA's position on key regulatory and competition policy issues, such as mobile market structure and consolidation, platform competition, net neutrality. He holds a BSc in Political Economy and Industrial Organisations from the Università degli Studi di Firenze and a MSc in economics from the University of Bristol.

Lucrecia Corvalan is currently serving as Senior Policy Manager at GSMA Latin America, based in Buenos Aires. She is focused on regulatory initiatives throughout the region on Digital Inclusion, Regulatory Modernization, Competition, among others. She also coordinates of the Regulatory Working Group for Latin America at GSMA. Before joining the GSMA, Lucrecia worked as an Advisor in international affairs at the Social Development Ministry and as an Advisor in the National Deputies Chamber and at the Buenos Aires Province Senate. She has a Master Degree in International Studies from the Torcuato Di Tella University, postgraduate studies on Internet Law & ICT and Telecom regulation, and she holds a degree in Political Science & International Relations, from the Catholic University.

RESUMEN

Centroamérica sufre un rezago en la adopción y despliegue de la banda ancha móvil. Para superarlo es necesario promover estructuras de mercado que intensifiquen la competencia en inversión e innovación, contemplando a todo el ecosistema digital

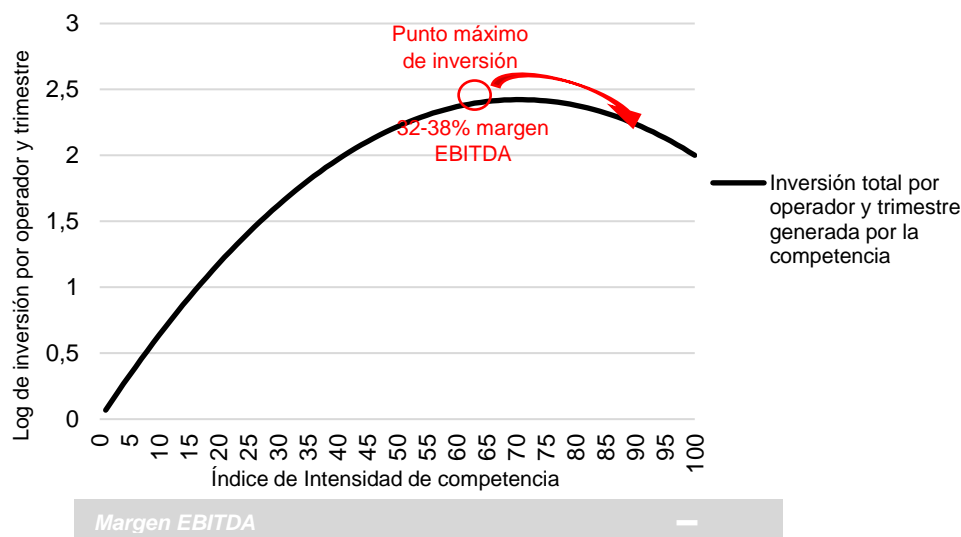
En los últimos 15 años, la adopción y despliegue de la banda ancha móvil en Centroamérica ha sufrido un rezago con respecto al resto de América Latina. Esto se manifestó especialmente en el 3G y también se traslada, y de forma aún más intensa, al despliegue del 4G. Actualmente, en promedio, en los países de Sudamérica las conexiones 4G representan un 30% de todas las conexiones y hay aproximadamente un 70% de cobertura poblacional. Estas cifras son tan sólo 5% y 35%, respectivamente, en Centroamérica. Esto supone una problemática teniendo en cuenta cómo los nuevos ciclos tecnológicos llevan mejores y nuevos servicios, a costos inferiores.

Frente a este rezago, las autoridades deberían buscar crear un entorno que promueva la inversión y la innovación. Para ello, las estructuras de los mercados deben proveer a los operadores de capacidad e incentivos para invertir, y así alcanzar competencia más intensa, la cual se verá a su vez estimulada por la oferta de otros actores convergentes. Esto requiere promover jugadores que cuenten con una escala apropiada, fuerte músculo financiero, retornos a la inversión y una mayor eficiencia en el uso del espectro. Estudios recientes han constatado un *trade-off* entre el número de operadores y los niveles de inversión e innovación.

Este estudio en particular analiza el rol que tienen las estructuras de mercado respecto al desarrollo del sector móvil en Centroamérica. Por un lado, se analizan las estructuras de mercado de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, y cómo éstas impactan sobre el desempeño de los operadores en inversión y en redes 4G. Por otro lado, se realiza un estudio comparativo de las políticas públicas en la región, señalando cómo estas pueden promover un entorno donde los operadores adquieran mayor capacidad e incentivos para competir en inversión e innovación, beneficiando así a los consumidores de la región.

La inversión en telecomunicaciones móviles en Centroamérica sigue una relación de U invertida con el número de jugadores

En efecto, el análisis realizado confirma que la inversión por operador en Centro y Sudamérica no necesariamente es mayor en los mercados con un número más elevado de jugadores. En realidad, se constata que existe una U invertida, de manera que la inversión por operador se maximiza cuando los operadores tienen un 32-38% de margen EBITDA. Los operadores con rentabilidad inferior a estos niveles llevan a cabo inversiones menores.



Estos resultados se recogen en un modelo de inversión basado en datos de 26 operadores en 13 mercados de Centroamérica y Sudamérica, en el período 2001-2016.

Los operadores en mercados con 2 y 3 jugadores tienen velocidades 4G un 40% y 10% mayores que en el promedio de Centroamérica, respectivamente

Al analizar las velocidades que experimentan los usuarios en las redes 4G en Centro y Sudamérica, se encuentran resultados en una misma dirección. Se encuentra que (en el rango conservador de las estimaciones):

- Los operadores en mercados de 2 o 3 jugadores experimentan incrementos en velocidades de descarga 4G de hasta 8 Mbps, a causa de su estructura de mercado. Por consiguiente, los usuarios en estos mercados experimentan velocidades de descarga que pueden llegar a ser alrededor de un 40% mayor que el promedio de Centroamérica.
- Los operadores en mercados de 4 jugadores o más experimentan una reducción de sus velocidades 4G de 2 Mbps, a causa de su estructura de mercado. Esto significa que los usuarios de estos operadores ven sus velocidades de descarga un 10% por debajo del promedio de Centroamérica.

Estos resultados se derivan de modelos de velocidades de descarga 4G estimados con datos de 52 operadores de Centro y Sudamérica de 2013 a 2016, en base a tests de usuarios recogidos por Speedtest Intelligence™.

Las autoridades públicas de Centroamérica tienen la oportunidad de eliminar el rezago en 4G en la región, promoviendo políticas públicas favorables a la innovación e inversión

Teniendo en cuenta la evidencia que arroja este estudio, las políticas públicas deberían ajustarse para facilitar la capacidad e incentivos para invertir – y así promover un entorno con mayor competencia en innovación, que redunde en mejores productos y servicios para los usuarios. Esto requiere contar con operadores con escala, márgenes, suficiente rentabilidad esperada y eficiencia en el uso del espectro. Para llevar esto a cabo, se identifican tres necesidades de reforma principales.

- Los procesos de control de fusiones deberían considerar cómo las eficiencias pueden incentivar las capacidades competitivas de los jugadores, utilizando criterios de análisis apropiados. Así mismo, las autoridades deberían considerar todas las presiones competitivas a las que están sujetos los operadores en el ecosistema digital, especialmente en un contexto de convergencia. Estas recomendaciones aplican a todos los mercados pero de modo singular se identifican barreras específicas en Panamá (con una regulación que de facto prohíbe fusiones) y El Salvador (con procesos de control de fusiones donde no se han aceptado argumentos de eficiencias).
- Existen una serie de regulaciones minoristas y mayoristas actuales que están reduciendo la capacidad de los operadores para competir. Por ejemplo, 3 de los 6 mercados establecen topes de precios (Honduras, El Salvador y Nicaragua); regulaciones directas sobre calidad final (Costa Rica, Panamá y Honduras) y limitaciones sobre la discriminación de precios (Costa Rica, Panamá y Nicaragua). Las autoridades deberían revisar los análisis de competencia sobre los que estas regulaciones se sustentan.
- Finalmente, la regulación de espectro debería promover un uso eficiente, asignando cantidades suficientes, bloques amplios y espectro en bandas altas y bajas. El estudio encuentra que Centroamérica sólo ha asignado el 21% de espectro estimado como necesario por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, para una provisión eficiente y eficaz de servicios móviles. A este respecto, Guatemala, Panamá y El Salvador se encuentran especialmente rezagados.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy, llevar la banda ancha móvil a toda la población es un elemento central de la estrategia digital de los gobiernos de Centroamérica. En los últimos años, esto se ha reflejado en el lanzamiento de diferentes agendas de gobierno digital en Costa Rica, Honduras, Panamá y Guatemala.¹ Sin embargo, la región se enfrenta hoy a un rezago respecto al resto de América Latina: este rezago se produjo en la adopción y despliegue de 3G y hoy también se traslada y de forma más intensa al despliegue del 4G. Actualmente, en promedio, en los países de Sudamérica las conexiones 4G representan un 30% de todas las conexiones y hay aproximadamente un 70% de cobertura poblacional. Mientras tanto, estas cifras son sensiblemente más bajas en países de Centroamérica: sólo el 5% de las conexiones son 4G y existe solamente un 35% de cobertura 4G.²

¹ En diciembre de 2010 Costa Rica lanzó su Plan Maestro de Gobierno Digital. En 2014, Honduras y Panamá lanzaron su propia Agenda de Gobierno Digital. Más recientemente, en febrero de 2017, el Gobierno de Guatemala creó la Agenda de Nación Digital.

² El promedio de Sudamérica comprende Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. El promedio de Centroamérica comprende Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

El despliegue de redes con tecnologías 3G, con velocidades de descarga superiores a los 256 Kbps, permitió el desarrollo del internet móvil a través de la llegada de los *smartphones* y del ecosistema digital que gira entorno a ellos. Hoy, las redes 4G permiten llevar la experiencia del usuario a un nivel comparable, y muchas veces superior, al de las redes fijas. Esto es especialmente importante en Centroamérica, dónde la cobertura de la banda ancha fija es limitada fuera de los grandes centros urbanos. En América Latina, un aumento en la penetración de banda ancha de 10 puntos porcentuales está asociado con un incremento en el crecimiento de la renta per cápita de entre 0.9 y 0.16 puntos, sobre todo gracias a mejoras de productividad (Katz et al. 2009; Czernich et al. 2011).

Tabla 1. Datos macroeconómicos (2016) y de mercado (2017 T4) básicos

	Población (millones)	Renta per cápita (USD, precios actuales)	Penetración internet móvil	Penetración conexiones 4G
Panamá	4,03	13.680	54%	7%
Costa Rica	4,86	11.825	55%	6,5%
El Salvador	6,34	4.225	50%	5%
Guatemala	16,58	4.150	36%	6%
Honduras	9,11	2.360	43%	5%
Nicaragua	6,15	2.150	55%	4%

Penetración de internet móvil medida como subscriptores a internet móvil sobre el total de la población. El subscriptor a internet móvil se define como el usuario único que ha utilizado servicios de internet en su teléfono móvil en el período relevante.³ Penetración de conexiones 4G medida como conexiones 4G sobre el total de conexiones, excluyendo conexiones celulares IoT.⁴

Fuente: Banco Mundial y GSMA Intelligence

Los mercados de telecomunicaciones móviles están sujetos a cambios tecnológicos que requieren de ciclos de inversión que se han hecho cada vez más cortos. Esto permite mejorar las velocidades de transmisión, introducir innovaciones y extender el consumo de servicios móviles con una reducción drástica de costos. Por estos motivos, la innovación en las redes de telecomunicaciones móviles es un eje clave de bienestar del consumidor, actual y futuro – especialmente en un contexto de explosión de la demanda por la transmisión de datos.

El rezago actual de Centroamérica en 4G plantea entender el rol de las estructuras de mercado y el número de jugadores en relación a la calidad, la innovación y los precios. La experiencia internacional, la teoría económica y estudios recientes (incluyendo GSMA 2017⁵), constatan un *trade-off* entre el número de jugadores en mercados móviles y las inversiones en redes móviles. Si bien el ingreso de nuevos jugadores y la menor concentración de los mercados han llevado beneficios a los consumidores en el contexto de los procesos de apertura de los mercados a finales de los 90, el debate hoy es en torno a cuáles son el número de jugadores o niveles de concentración óptimos.

Existe una serie de mecanismos por los que operadores en mercados con menos jugadores pueden ver su incentivo y capacidad para invertir reforzados. Estos incluyen una mayor escala para distribuir costos, músculo financiero, mayores retornos a la inversión o un uso más eficiente del espectro. Esto puede repercutir en operadores con recursos más apropiados para competir con mayor intensidad. Igualmente, las autoridades también deben considerar que la presión competitiva a la que se encuentran sujetos los operadores móviles hoy va más allá de la competencia en infraestructura, debido a la convergencia de servicios y a los diferentes jugadores en el ecosistema digital.

Las estructuras de mercado se encuentran sujetos a tres ejes clave de políticas públicas: el control de fusiones, las regulaciones minoristas y mayoristas y las regulaciones de espectro. Estas políticas persiguen precios bajos y ajustados a los costos, para promover adopción a corto plazo así como impulsar la inversión como factor de calidad, innovación y reducción drástica de costos, en el medio y largo plazo. Alcanzar todos estos objetivos requiere que estas políticas se guíen en base a evidencia sobre cuál es la relación entre las estructuras de mercado, la inversión y la innovación.

³ Los servicios móviles se definen como cualquier actividad que consume datos móviles (i.e., excluyendo SMS, MMS y voz celular). Algunos ejemplos de estos servicios incluyen: navegación, email, aplicaciones de redes sociales, vídeo o música on line, juegos online, entre otros.

⁴ Las conexiones se basan en las tarjetas SIM únicas registradas en las redes de los operadores del país. Las conexiones difieren de los suscriptores en que un usuario único puede tener múltiples conexiones.

⁵ GSMA (2017), “Assessing the impact of mobile consolidation on innovation and quality”. Disponible en <<https://www.gsmaintelligence.com/research/2017/09/assessing-the-impact-of-mobile-consolidation-on-innovation-and-quality/643/>>

Para afrontar estas cuestiones, este estudio realiza dos aportes.

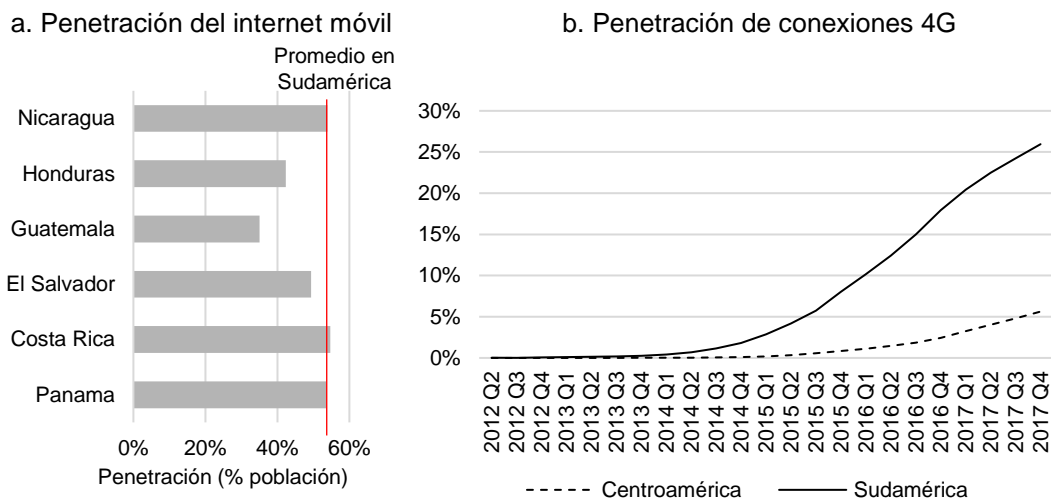
- En primer lugar, se realiza un análisis de los rezagos en el desarrollo de las telecomunicaciones móviles en Centroamérica (Capítulo 2) y se analiza cómo las estructuras de mercado afectan el desempeño en calidad, precios y cobertura de red (Capítulo 3). Este análisis se centra en cómo la inversión y la calidad de red varían en función de aspectos como el número de jugadores, sus cuotas de mercado y los índices de concentración en el mercado. El análisis constata la importancia de mantener estructuras de mercado donde los operadores tienen suficiente escala, rentabilidad, márgenes y uso eficiente del espectro.
- A continuación, se realiza un análisis comparado de las políticas públicas que tienen un mayor impacto sobre la escala de los operadores, la rentabilidad, los márgenes y el uso de espectro (Capítulo 4). El análisis comparativo señala e identifica los aspectos y reformas clave en la región para promover la inversión e innovación para el desarrollo del 4G (aún hoy por desplegar plenamente en la región) y, en un futuro, el 5G.

2. EL ESTADO DE LA BANDA ANCHA MÓVIL EN CENTROAMÉRICA

2.1 UN REZAGO QUE PERSISTE EN TODA LA REGIÓN

El desarrollo de la banda ancha móvil en Centroamérica ha sufrido de un rezago respecto al resto de América Latina. Si bien hoy las tasas de penetración de internet móvil están a niveles próximos a los de Sudamérica, gracias a las inversiones en despliegue de 3G realizadas por los operadores, las conexiones 4G representan en 2017 solo el 5% de todas las conexiones, cinco veces menos que en Sudamérica (Figura 1b). Así, mientras que Sudamérica se encuentra ya en un ciclo de crecimiento de conexiones impulsado por el 4G, ésta tecnología aún es muy limitada en Centroamérica.

Figura 1. Evolución de la penetración del internet móvil y de las conexiones 4G en Centro y Sudamérica



Penetración de internet móvil medida como subscriptores a internet móvil sobre el total de la población. El subscriptor a internet móvil se define como el usuario único que ha utilizado servicios de internet en su teléfono móvil en el período relevante.⁶ Penetración de conexiones 4G medida como conexiones 4G sobre el total de conexiones, excluyendo conexiones celulares IoT.⁷

⁶ Los servicios móviles se definen como cualquier actividad que consume datos móviles (i.e., excluyendo SMS, MMS y voz celular). Algunos ejemplos de estos servicios incluyen: navegación, email, aplicaciones de redes sociales, vídeo o música online, juegos online, entre otros.

⁷ Las conexiones se basan en las tarjetas SIM únicas registradas en las redes de los operadores del país. Las conexiones difieren de los suscriptores en que un usuario único puede tener múltiples conexiones.

El promedio de Sudamérica comprende Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. El promedio de Centroamérica comprende Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

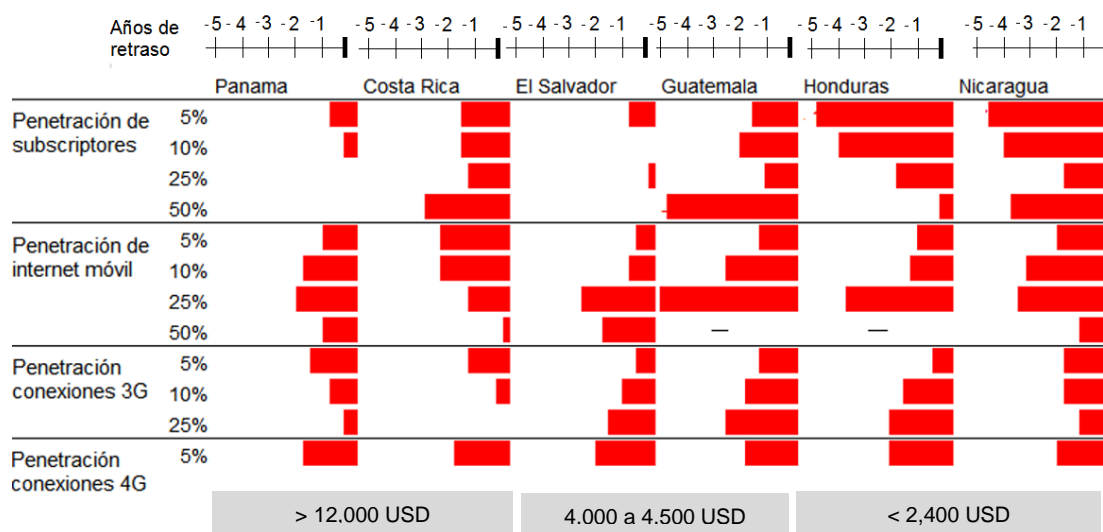
Fuente: GSMA Intelligence

Este rezago, en realidad, también se produjo en la adopción de telecomunicaciones móviles de las generaciones anteriores (Recuadro 1). En su conjunto, esto supone hoy desafíos importantes para los gobiernos de la región, que en su mayoría reconocen en la banda ancha un factor con potencial para promover el crecimiento económico. Esto se constata a partir de la evidencia que muestra cómo la banda ancha incrementa la productividad y competitividad, promueve la creación de empresas, incrementa la inversión extranjera o fomenta la creación de empleo y mejoras en los salarios.⁸

En países con limitado despliegue de infraestructura fija, como en Centroamérica, la banda ancha móvil tiene un impacto sustancial. El Banco Mundial (2009) y Czernich et al. (2011) encuentran que un incremento del 10% en penetración de banda ancha se asocia con el crecimiento del PIB entre 1 y 1,5 puntos porcentuales en países de bajos y media renta per cápita. Estudios específicos para América Latina han encontrado similares resultados: el aumento de la penetración de banda ancha en 10% contribuye en 0,16% el crecimiento del PIB (Katz 2009); y los activos TIC explican casi el 18% del crecimiento del valor agregado en países de América Latina (Katz 2015).

- La penetración de suscriptores móviles sufrió históricamente rezagos especialmente intensos en los países con menos renta per cápita: Honduras, Nicaragua y Guatemala. Por ejemplo, Honduras y Nicaragua llegaron al 5% de penetración de suscriptores más de 4 años por detrás del promedio de Sudamérica (en 2003 en lugar de 1999).
- En cambio, la adopción de tecnologías de internet móvil (3G y 4G) ha sufrido retrasos mucho más generalizados, como se muestra en la Figura 2. En el caso de 3G, todos los países de Centroamérica lograron el 5% inicial de penetración de conexiones 3G entre 3 y 7 trimestres por detrás de Sudamérica. En el 4G, el rezago parece que será más intenso: de un mínimo de dos años. Sólo Panamá, Costa Rica y Nicaragua recientemente lograron llegar al 5% de penetración en 2017 T3, con dos años de retraso.

Figura 2. Rezagos dentro de Centroamérica: años de retraso respecto a Sudamérica para llegar a principales hitos



Renta per cápita

- Nivel aún no alcanzado en 2017 T4

⁸ Algunos de los estudios que han investigado estas cuestiones incluyen Atasoy (2013), Forman et al. (2012), Canzian et al. (2015), Kandilov & Renkow (2010) y McCoy et al. (2018).

Penetración de subscriptores medida como número de subscriptores a servicios móviles sobre el total de la población. Penetración de internet móvil medida como subscriptores a internet móvil sobre el total de la población. El subscriptor a internet móvil se define como el usuario único que ha utilizado servicios de internet en su teléfono móvil en el período relevante (y que puede tener una o más conexiones).⁹ Penetración de conexiones medida como conexiones de la tecnología relevante sobre el total de conexiones, excluyendo conexiones celulares IoT.¹⁰

Fuente: GSMA Intelligence

2.2 EL BIENESTAR DEL CONSUMIDOR EN LOS MERCADOS MÓVILES

El bienestar del consumidor depende de un conjunto de características de la provisión de los servicios de telefonía móvil: en particular, la cobertura, la calidad y los precios. Si bien todas estas son dimensiones importantes, con el desarrollo actual del ecosistema digital y la explosión global en la demanda por la transmisión de datos, los factores de calidad y cobertura están ganando relevancia.

Esto es porque, cuando los mercados requieren inversiones continuas en tecnologías, hay una relación estrecha entre la inversión, la innovación y el bienestar del consumidor. Los diferentes ciclos tecnológicos impulsan nuevos servicios o mejoras de calidad en los existentes, así como hacen posible la baja de precios a partir de reducciones drásticas en los costos unitarios (ver Tabla 2). Estos ciclos se están produciendo con períodos de tiempo más cortos.

Tabla 2. Ciclos de inversión en la telefonía móvil

	1G 1980-1990	2G 1990-2006	3G 2006-2011	4G 2009-Presente	5G Presente - ?
Innovación (nuevos servicios)	Voz	SMS, MMS, navegación limitada	Navegación de alta velocidad y aplicaciones	Navegación de banda ancha, video conferencia, televisión móvil	Coches conectados, telemedicina, IoT
Mejoras de calidad (velocidades)	2,4-14,4 Kbps	14,4 Kbps	3,1 Mbps	100 Mbps	1 Gbit/s y superior
Mejoras de precios (100% representa el precio por Mbyte en 1G)	100%	50%	10%	5%	N.A.

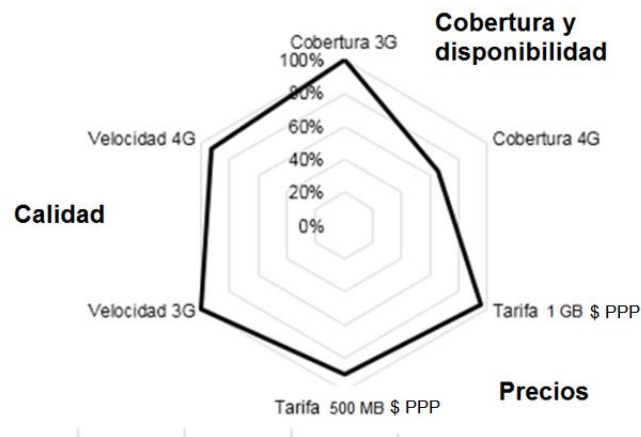
Fuente: GSMA Intelligence. Estimaciones de precios basadas en costos unitarios derivados por Telstra (2009).

En Centroamérica, hoy el principal factor diferenciador con respecto a Sudamérica es la cobertura 4G, que se encuentra rezagada en todos los mercados: Centroamérica tiene en promedio un 60% de cobertura, frente a más del 80% en la región vecina. Mientras tanto, hoy la cobertura 3G, la calidad y precios de los servicios móviles en Centroamérica se encuentran en promedio a niveles comparables con los de Sudamérica (Figura 3).

⁹ Los servicios móviles se definen como cualquier actividad que consume datos móviles (i.e., excluyendo SMS, MMS y voz celular). Algunos ejemplos de estos servicios incluyen: navegación, email, aplicaciones de redes sociales, vídeo o música online, juegos online, entre otros.

¹⁰ Las conexiones se basan en las tarjetas SIM únicas registradas en las redes de los operadores del país. Las conexiones difieren de los suscriptores en que un usuario único puede tener múltiples conexiones.

Figura 3. Resultados de adopción y desempeño relativo de Centroamérica (100% = Sudamérica), (2017 T1)



Los valores para los indicadores de precios se encuentran invertidos, de forma que una puntuación por debajo de 100% significa que los precios son relativamente más caros en comparación con Sudamérica.

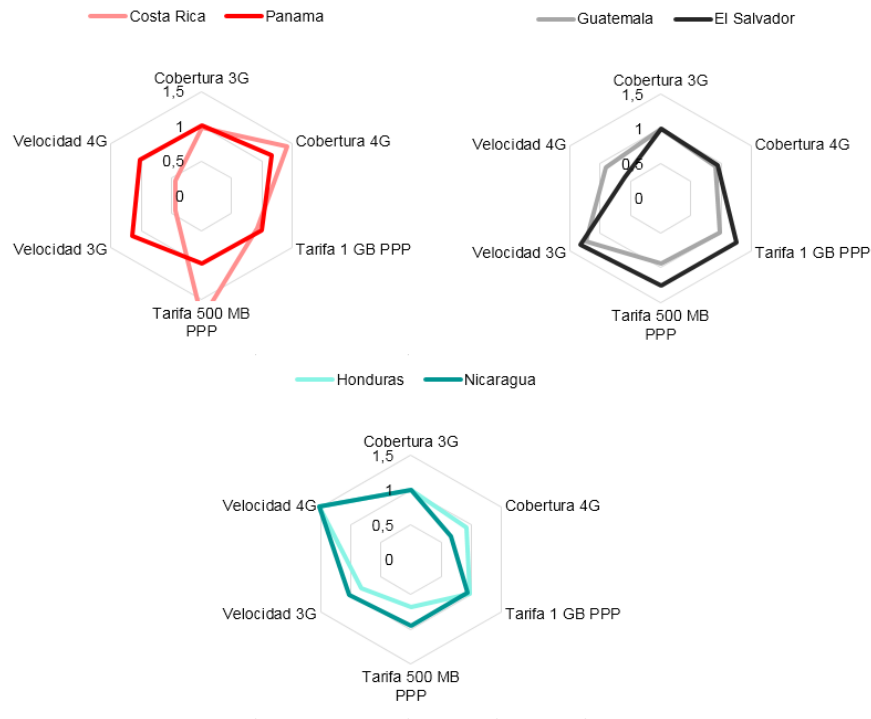
El promedio de Sudamérica comprende Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. El promedio de Centroamérica comprende Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

Fuente: GSMA Intelligence, Speedtest Intelligence y UIT

Estos resultados agregados esconden en realidad variación entre países de Centroamérica, y estas diferencias no se explican sólo con diferencias en renta per cápita y otros factores de demanda (como pueden ser los ingresos disponibles, el contenido relevante o el conocimiento de las tecnologías digitales).

- En los dos mercados con mayor renta per cápita, Costa Rica y Panamá, Costa Rica destaca por su desempeño en cobertura y precios. Es el mercado líder en la región en estas dos dimensiones, si bien tiene el peor desempeño en cuanto a calidad. Por otro lado, Panamá, siendo el país con mayor renta per cápita, sólo tiene desempeño promedio en disponibilidad y calidad, y el peor resultado en precios.
- En un nivel de desarrollo económico inferior, El Salvador y Guatemala tienen niveles de cobertura promedio. Guatemala tiene un perfil de desempeño comparable al de Panamá, con una renta per cápita substancialmente menor. El Salvador contrasta, al lado de Guatemala, con precios más competitivos, si bien la calidad de red es inferior.
- Finalmente, Honduras y Nicaragua, pese a estar en la cola en renta per cápita, destacan por ser líderes en calidad, y con precios y cobertura promedio (con excepción de la cobertura 4G de Nicaragua). La Figura 4 muestra que estos dos mercados tienen en algunos casos resultados mejores que otros países con mayor renta per cápita.

Figura 4. Resumen comparativo de la banda ancha móvil con respecto al valor promedio en Centroamérica (100% = Centroamérica)



Los valores para los indicadores de precios se encuentran invertidos, de forma que una puntuación por debajo del 100% significa que los precios son relativamente más caros en comparación con el promedio de Centroamérica. Fuente: GSMA Intelligence, Speedtest Intelligence y Tarifica. Datos de 2017 T4 en cobertura y de 2016 T4 en calidad y precios.

En conclusión, vemos que los factores de disponibilidad, calidad y precios varían, y que estos no se pueden explicar solamente a partir de factores de demanda (capturados por diferencias en renta per cápita). Esto sugiere que, en realidad, hay factores adicionales importantes para explicar el desarrollo de la banda ancha móvil, como pueden ser los factores de estructura de mercado (Capítulo 3) y su regulación (Capítulo 4), y que a su vez, al igual que los factores de demanda, pueden tener un impacto sobre la disponibilidad, calidad y precios.

3. EL IMPACTO DE LA ESTRUCTURA DE MERCADO

La apertura de los mercados de telecomunicaciones móviles llevó a mejoras claras en el bienestar de los consumidores. Esto introdujo por primera vez competencia entre operadores, llevando incentivos para desplegar las tecnologías 2G y 3G, mantener precios cerca de costos e invertir en nuevos servicios. Hoy en día, las autoridades públicas confían de forma generalizada en estructuras de mercado con más jugadores e índices de concentración más bajos como el principal mecanismo para brindar beneficios a los consumidores.

No obstante, la relación entre el número de jugadores y el desempeño en calidad, innovación, precios y bienestar para el usuario no es obvia. Si bien índices de concentración más bajos pueden introducir incentivos a mejorar los precios y la calidad de los servicios, un entorno de alta des-concentración puede generar dinámicas que anulen estos efectos positivos. Particularmente, las estructuras de mercado con un número más alto de operadores pueden socavar la escala de los operadores, incrementar costos medios de despliegue, y reducir los márgenes y los retornos a la inversión. Esto, en su conjunto, puede reducir la capacidad e incentivos para invertir en mejorar la calidad de red e innovar, así como la capacidad de minimizar costos.

En este capítulo, se describen de modo comparativo las estructuras de mercado en Centroamérica (Sección 3.1). A continuación, se procede a analizar el impacto que han tenido las diferentes estructuras de mercado de la región

sobre la innovación, calidad y precios (Sección 3.2). Particularmente, se estudia empíricamente cómo diferentes niveles de concentración afectan la inversión por operador y las velocidades de descarga en redes 4G. Esto se realiza mediante modelos de inversión y de calidad de red 4G, estimados a partir de datos históricos de los operadores en América Latina.

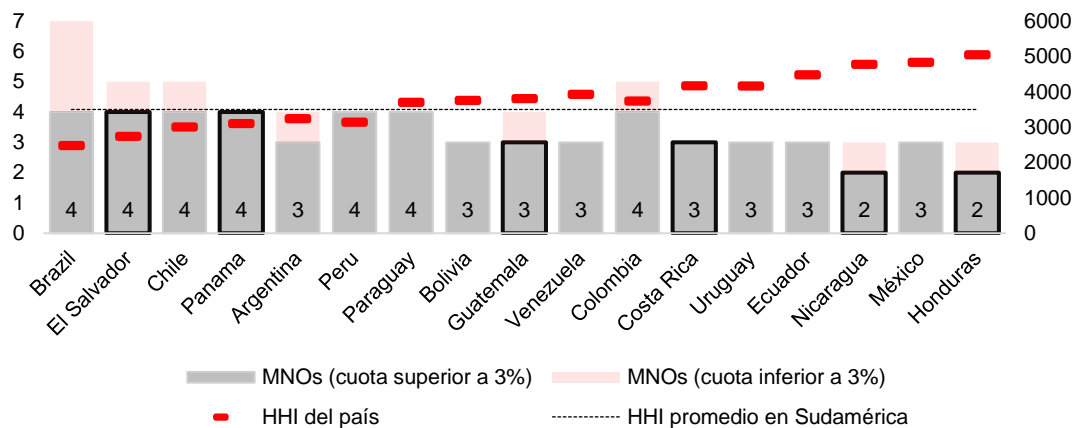
En su conjunto, el análisis concluye que un número más alto de jugadores no conduce a mejores resultados de inversión y de calidad de red. Los resultados sugieren que el desempeño es superior en un entorno de competencia con operadores con capacidad para invertir, aunque sean pocos en contraste con una estructura de mercado con muchos operadores, pero con poca capacidad para invertir.

3.1 ESTRUCTURAS DE MERCADO EN LA REGIÓN

Teniendo en cuenta los operadores con cuotas de participación superior al 3%, los países de Centroamérica se pueden agrupar en los mercados con cuatro operadores, El Salvador y Panamá; los mercados con 3 operadores, Guatemala y Costa Rica; y los mercados con dos jugadores, Nicaragua y Honduras.

Los mercados con 4 operadores están entre los mercados con menos concentración de toda América Latina, según el índice Herfindahl-Hirschman (HHI). Especialmente El Salvador se encuentra substancialmente por debajo del promedio en Sudamérica. Guatemala y Costa Rica tienen niveles de concentración ligeramente superiores a este promedio, mientras que Honduras y Nicaragua (con dos jugadores) se encuentran en la cabeza.

Figura 5. Número de operadores (izquierda) y HHI (derecha), T4 2017



Cuotas de mercado basadas en número de conexiones, excluyendo conexiones celulares IoT.

Fuente: GSMA Intelligence

El HHI es un índice orientado a medir concentración de mercado, de uso habitual en análisis de competencia. Su cálculo representa la suma de los cuadrados de las cuotas de mercado de todos los operadores en un mercado. Como medida de competencia, sin embargo, tiene dos limitaciones relacionadas:

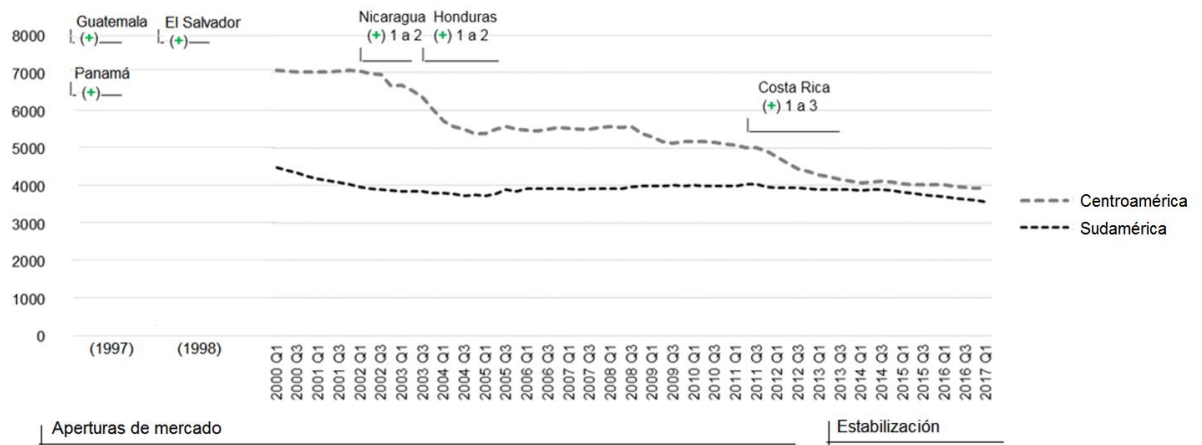
- El cálculo del HHI requiere de una definición de mercado, de acuerdo a la que se miden las cuotas de mercado. El mercado se debe de definir en base a las empresas que producen servicios que se pueden considerar sustitutivos (desde el punto de vista de la demanda y de la oferta). Esto es problemático en mercados, como los de telecomunicaciones, dónde los servicios se encuentran diferenciados (por ejemplo, los operadores ofrecen diferente cobertura, velocidad o servicios vinculados), de forma que definir sustitución no es trivial.¹¹
- En los mercados de telefonía móvil, cuando el HHI se calcula en base a operadores de red de infraestructura, este es un indicador de concentración que presume que la presión competitiva percibida por un operador sólo puede proceder de otros operadores de red. Esto puede representar una subestimación

¹¹ En mercados con productos diferenciados, se dice que las empresas se encuentran en diferentes grados de *proximidad* en función de qué tan sustitutos sean sus productos.

de la situación competitiva, teniendo en cuenta el rol de los operadores virtuales, las tendencias de convergencia o las OTTs.

Los procesos de apertura de mercado han marcado una tendencia de convergencia en los niveles de HHI con respecto a los de Sudamérica, como se ilustra en la Figura 6. A finales de la década de los noventa, ya se habían dado aperturas de mercado en Guatemala (1997), Panamá (1997) y El Salvador (1998). A principios de la década del 2000 quedaban aún por abrir sus mercados Nicaragua y Honduras (pasando de 1 a 2 operadores en ambos casos) y Costa Rica (pasando de 1 a 3 operadores).

Figura 6. Evolución del HHI promedio en la región y el impacto de las aperturas de mercado



Cuotas de mercado para el cálculo de HHI basadas en el número de conexiones, excluyendo conexiones celulares IoT.

Fuente: GSMA Intelligence

A parte de las aperturas de mercado, que han provocado los cambios de HHI más notables en cada país, ha habido otros cambios de segundo orden que, en general, han llevado a más reducción en concentración (ver Anexo 6). Las entradas y salidas *netas* han sido tres.

- El Salvador experimentó una entrada de 3 a 4 en 2001 (Digicel), con un impacto sobre el HHI localizado durante los dos siguientes años – a partir de entonces se recuperan los niveles de concentración antes de la entrada.
- En Panamá, el 2 a 4 de 2008, con las entradas de Digicel y Claro. Estas causaron un decrecimiento significativo en el HHI – de hecho, el cambio en HHI más remarcable en la región entre 2000 y 2017 (sin tener en cuenta los procesos de apertura de mercados).
- La única salida neta ocurrió en Guatemala en 2005, con un impacto limitado en términos del HHI. Más adelante habría una entrada de un jugador, pero este se mantendría con una cuota de mercado por debajo del 3%.

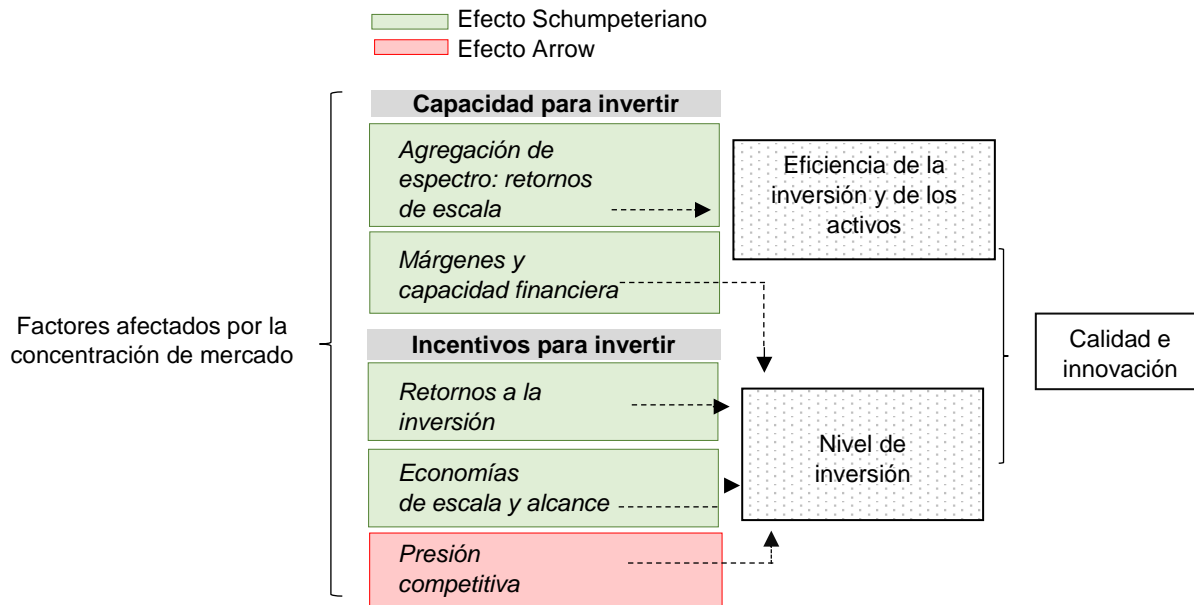
3.2. EL IMPACTO SOBRE LA CALIDAD E INNOVACIÓN

El impacto de la estructura de mercado sobre la inversión es ambiguo, desde un punto de vista teórico.

Por un lado, los mercados con más jugadores o con índices de concentración más bajos pueden proporcionar niveles de inversión más altos mediante un refuerzo del *incentivo* a invertir, a través de una mayor presión competitiva. Cuando la inversión permite a una empresa diferenciarse de sus competidores y aumentar precios, cabe esperar que los incentivos a invertir sean mayores en mercados poco concentrados o con bajos márgenes (esto es conocido como “efecto Arrow” o “escape de la competencia”).

Sin embargo, también existen razones por las que mercados con un número mayor de jugadores o niveles de concentración muy bajos pueden generar un impacto contrario en la calidad e innovación, si esto supone que los operadores pierdan *capacidad* para invertir – esto es conocido como los “efectos Schumpeterianos” (Figura 7).

Figura 7. La relación entre concentración, calidad e innovación



Fuente: GSMA Intelligence

En primer lugar, los mercados con un número más alto de jugadores pueden llevar a que las inversiones y activos de los operadores sean menos eficientes. Para maximizar la capacidad que un operador puede ofrecer en sus redes a partir de una inversión, estos necesitan asignaciones de espectro grandes y diversificadas.¹² En la medida en que los operadores que agregan mayores cantidades de espectro son más eficientes en su combinación, y en la medida en que índices de concentración inferiores implican más fragmentación, en estos mercados el uso de los activos de los operadores puede ser menos eficiente.

Por otro lado, los mercados con índices de concentración más bajos pueden inducir menores niveles de inversión por tres razones.

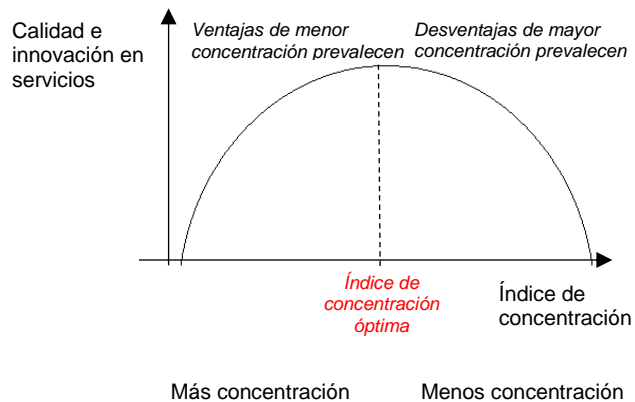
- En estos mercados los operadores esperan *retornos post-inversión inferiores*. Esto significa un debilitamiento de los incentivos a invertir, llevando a niveles totales de inversión inferiores respecto a una situación donde los retornos esperados son superiores.
- Segundo, la mayor intensidad de competencia repercute en *márgenes y recursos financieros* mermados, socavando la disponibilidad de recursos propios y creando mayor dependencia del financiamiento externo. Generalmente, esto significa costos de capital más elevados.
- Las *economías de escala y de alcance* son significativas en los mercados de telecomunicaciones. Para ofrecer servicios móviles, los operadores afrontan costos fijos y comunes que son independiente del número de usuarios – por ejemplo, los costos del espectro utilizado por la red, el núcleo de la red o ciertos costos administrativos. En consecuencia, los costos promedio de los operadores se reducen conforme la base de usuarios crece, y esto puede también reducir los costos incrementales a largo plazo (LRIC) por cada expansión de red.¹³ Esto hace a los operadores más eficientes, mejorando los retornos y reforzando el incentivo a invertir.

¹² Como se apunta en WIK (2015, p.33): “El LTE requiere de un mínimo de cantidad de espectro contiguo y las velocidades de conexión se pueden incrementar más con bloques de espectro más grandes. Los operadores más grandes también puede que realicen un *mix* de espectro más eficiente particularmente en las bandas de frecuencias bajas (para cobertura) y espectro en las bandas de frecuencia altas (para capacidad). Ver también https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0021/58314/2nd_condoc_annex_6.pdf (párrafo 3.23).

¹³ Como en otras industrias de red, los costos que tienen los operadores para incrementar su capacidad en una unidad –o costos marginales- no son estables. Estos costos caen a casi cero una vez el operador instala cierta capacidad y a continuación se incrementan substancialmente cuando el operador alcanza su capacidad máxima (para luego caer a cero de nuevo una vez se

En realidad, el “efecto Arrow” y el “efecto Schumpeteriano” pueden coexistir, en una relación de U invertida entre concentración del mercado e inversión (Aghion et al. 2005). A altos niveles de concentración, la introducción de mayor intensidad de competencia genera un impacto positivo sobre la calidad e innovación. Por ejemplo, los mercados que pasan de ser un monopolio a tener múltiples operadores de servicios experimentan dinámicas por las que las ventajas de menor concentración prevalecen. Sin embargo, a partir de cierto punto, la introducción de aún más des-concentración puede generar un impacto negativo – si esta merma los márgenes, retornos a la inversión y, más generalmente, la escala del operador.

Figura 8. La relación de U Invertida teórica entre concentración, calidad e innovación



Recientemente, una serie de estudios han analizado cómo las fusiones móviles y las diferentes estructuras de mercado impactan las inversiones. Estos estudios, centrados en mercados desarrollados, no proporcionan evidencia para presumir que la concentración en el mercado siempre reduzca la inversión. De hecho, algunos estudios han encontrado que la relación entre concentración del mercado y la inversión por operador es siempre positiva, mientras que otros han encontrado que esto ocurre cuando se superan ciertos umbrales de concentración (Tabla 3).

Tabla 3. Hallazgos sobre los efectos de la concentración móvil

Estudio	Medida de concentración	¿Cómo afecta mayor concentración a la inversión por operador?	¿Cómo afecta mayor concentración a la inversión total en el país?
WIK (2015)	HHI	No hay efecto	No hay efecto significativo
CERRE (2015)	HHI	Inversión incrementa	↑ No hay efecto significativo
Houngbonon & Jeanjean (2016a)	Número de jugadores	Inversión incrementa	↑
Houngbonon & Jeanjean (2016b)	Índice Lerner	U Invertida: inversión maximizada en el 38% de margen EBITDA	∩
HSBC (2015)	Índice Lerner	U Invertida: inversión maximizada en el 37-40% de margen EBITDA	∩

invierte para instalar una nueva capacidad). Para cada una de estas expansiones, los operadores mayores son capaces de distribuir los costos *fijos* en una mayor masa de usuarios – lo que significa que se puede reducir el coste incremental a largo plazo o LRIC.

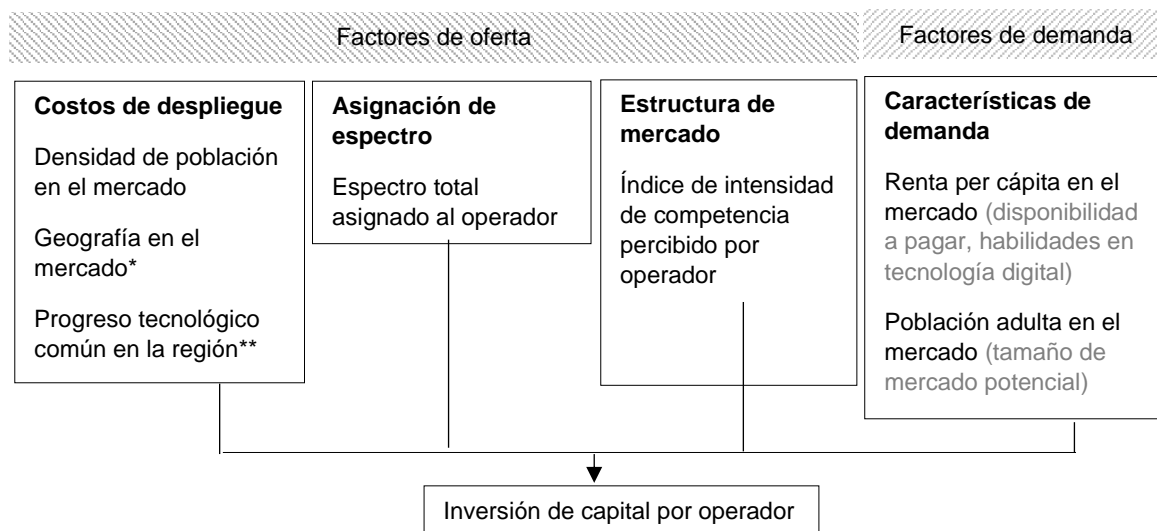
3.2.1 EVALUACIÓN DE INVERSIÓN

La evaluación del impacto de las estructuras de mercado sobre la inversión realizada para Centro y Sudamérica en su conjunto señala una relación de U invertida entre la intensidad de la competencia y la inversión. Encontramos que, a niveles relativamente bajos de competencia, el efecto global de añadir más intensidad de competencia es positivo. Sin embargo, una vez esta ha llegado a cierto punto, mayor intensidad resulta en cambio en una reducción del capex por operador.

La competencia se mide en este análisis a partir del índice de Lerner. Este índice representa el poder de mercado como la diferencia entre precios y costos, estimada a partir de márgenes EBITDA: cuando esta distancia es mayor, la competencia percibida por el operador es menor. Teniendo esto en cuenta, se calcula un Índice de intensidad de competencia a partir del índice de Lerner invertido. A diferencia del HHI, este Índice de intensidad de competencia permite medir la *proximidad* de competencia entre operadores, y proporciona información a nivel de operador.¹⁴

Para entender el impacto de la intensidad de competencia sobre la inversión por operador se ha estimado un modelo econométrico de inversión. En este modelo, la inversión por operador se determina con un conjunto de factores de demanda y de oferta de cada mercado. A parte del Índice de intensidad de competencia, se tiene en cuenta cómo los niveles de inversión varían debido a diferencias entre mercados en cuanto a costos de despliegue y asignaciones de espectro. También se tienen en cuenta características de demanda, particularmente la disponibilidad a pagar o el tamaño del mercado potencial (ver Figura 9).

Figura 9. Factores introducidos en el modelo de inversión



* Factor introducido a partir de efectos fijos por mercado, tal y como se detalla en Anexo 4.

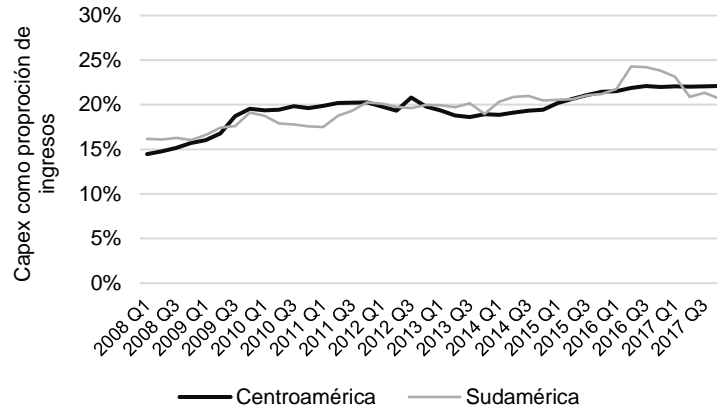
** Factor introducido a partir de efectos temporales en la región, tal y como se detalla en Anexo 4.

Se emplean datos de inversión trimestrales para 26 operadores en 13 mercados de Centro y Sudamérica, en el período 2001 a 2016.¹⁵ La inversión se mide en este análisis como las inversiones en bienes de capitales, o capex por operador. Esto captura las inversiones de los operadores en activos tangibles pero no las inversiones hechas en la compra de espectro. Los operadores en Centroamérica han realizado un esfuerzo de inversión comparable al de Sudamérica (Figura 10). En el período de 2006 a 2017, las inversiones de los operadores han pasado a representar de un 15% al 22% de sus ingresos.

¹⁴ Ver Hounghon & Jeanjean (2016b) y HSBC (2015) para literatura relacionada. El índice Lerner se describe en Anexo 4.

¹⁵ Debido a disponibilidad limitada de datos sobre capex y márgenes EBITDA, en este estudio se incluyen los mercados de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. La cobertura en el período 2001 a 2016 varía según disponibilidad de datos.

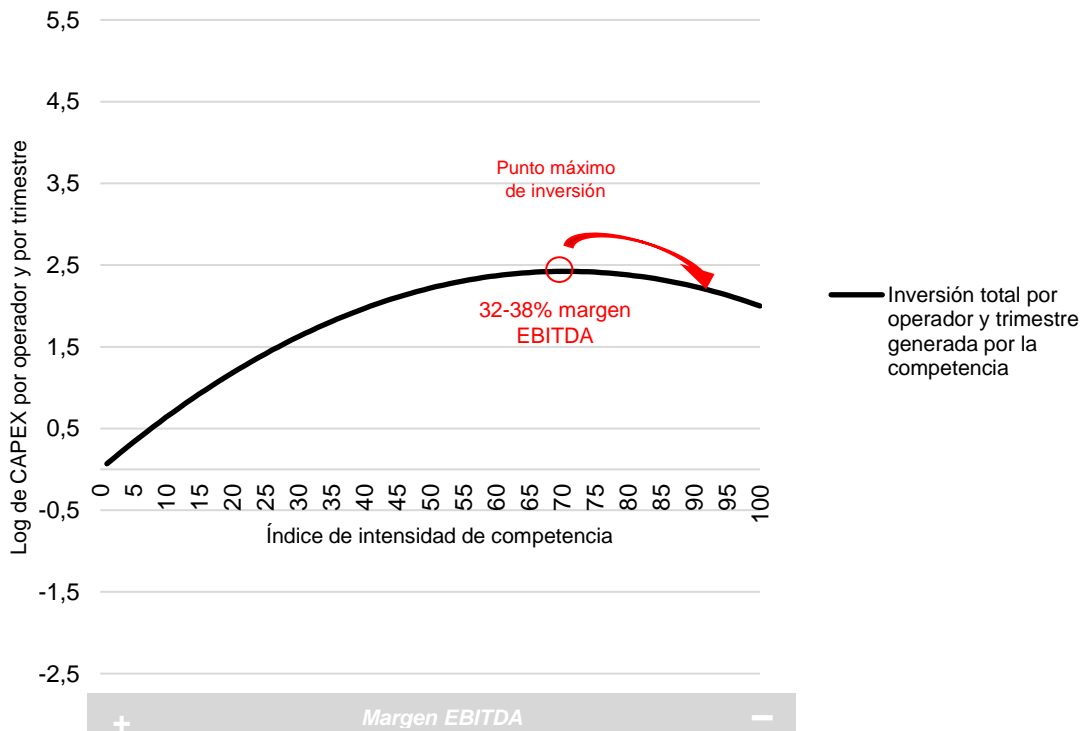
Figura 10. Capex Como proporción de los ingresos



Fuente: GSMA Intelligence

La estimación de este modelo arroja que la inversión por operador se maximiza cuando el Índice de intensidad de competencia alcanza 62 a 68 puntos (Figura 11). Esto se corresponde con un nivel de EBITDA del 32 al 38%, según la construcción específica de diferentes modelos. Esto significa que, si un operador tiene márgenes inferiores a estos niveles, la inversión por operador se reduce en relación a una situación en que los márgenes son superiores. Todos estos son valores promedio, y que pueden ser superiores o inferiores en la práctica según las condiciones específicas de cada mercado.

Figura 11. La relación de U invertida entre intensidad competitiva e inversión. Estimaciones promedio para mercados de Centro y Sudamérica



La línea ‘Inversión total por operador y trimestre generada por la competencia’ recoge la suma de la contribución del Índice de intensidad de competencia sobre el capex por operador en base a los resultados de la Columna 3 de la Tabla 4. Es decir, es la suma de los coeficientes encontrados para las variables Competencia y el término cuadrático de Competencia, interactuados con el valor de intensidad de competencia relevante a cada punto.

En definitiva, este resultado confirma que, en Centro y Sudamérica, los mercados con un número mayor de jugadores se pueden ver penalizados en relación a las inversiones que los operadores pueden realizar. El análisis confirma que una mayor competencia tiene un impacto positivo cuando refuerza los incentivos de los operadores a retener y ganar usuarios compitiendo en calidad; sin embargo, un entorno de mercado con demasiados operadores socava su escala, capacidad e incentivos para invertir.

Los resultados sobre los cuales se fundamenta la ilustración de la Figura 11 se basan en las estimaciones resumidas en la Tabla 4. El análisis en las Columnas 2 a 4 recoge que, pese a que el Índice de intensidad de competencia tiene un impacto positivo, la segunda instancia (el término cuadrático) tiene un signo contrario. Esto significa que existe una relación de U invertida. En estas estimaciones, el Índice de intensidad de competencia tiene un impacto total negativo a partir de lo que equivale a un 32 a 38% de EBITDA, dependiendo de la inclusión de diferentes factores de control. Estos resultados se confirman cuando el capex se mide como inversión por operador por subscriptor (ver Anexo 4.3).

Tabla 4. Sumario de resultados de los modelos de inversión para Centro y Sudamérica, estimación con Variable Instrumental

	Log capex			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Índice de intensidad de competencia	-2,384*** (0,722)	8,806*** (2,394)	5.975** (2,351)	7,734** (3,230)
Índice de intensidad de competencia (cuadrado)		-6,575*** (2,347)	-4.784** (2,028)	-5,654** (2,501)
Log de densidad de población				-35,02* (18,26)
Log de renta per cápita			1,366*** (0,379)	1,374** (0,540)
Log de población adulta				18,04 (13,41)
Cantidad de espectro				0,000769 (0,000992)
EBITDA de maximización de inversión	NA	33%	38%	32%
Observaciones	791	791	791	780
R Cuadrado	0,812	0,734	0,776	0,778
Efectos fijos por país y tiempo	Sí	Sí	Sí	Si
Errores estándar robustos	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Diagnósticos de Variable Instrumental</i>				
Test de exogeneidad	No pasado	Pasado	Pasado	Pasado
Test de identificación débil	Pasado	Pasado	Pasado	Pasado
Test de sub-identificación	Pasado	Pasado	Pasado	Pasado

Errores robustos a heteroskedasticidad y autocorrelación dentro de clusters (país)

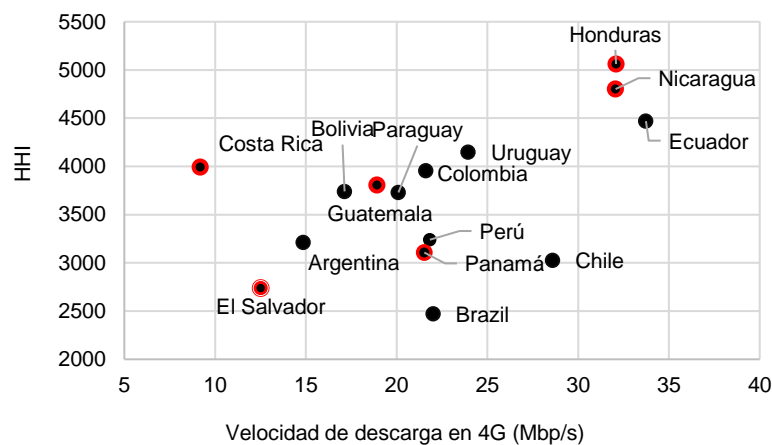
*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

3.2.2 EVALUACIÓN DE CALIDAD DE REDES 4G

La inversión por operador es una medida *indirecta* sobre cómo las estructuras de mercado impactan la calidad de servicio. Esto es porque, independientemente de mayores niveles de inversión, los operadores en mercados con índices de concentración más altos pueden canalizar la inversión de forma más eficiente - particularmente, debido a la eficiencia que resulta de la agregación de espectro. Esto significa que, con los mismos niveles de inversión, los consumidores en mercados con índices de concentración más altos puedan tener acceso a redes de mayor calidad. Debido a esto, es importante medir cuál es el impacto de la estructura de mercado sobre indicadores que capturen más directamente el desempeño de la red que perciben los usuarios.

En Centro y Sudamérica, se observa una relación positiva entre los niveles de concentración y las velocidades de descarga en 4G (Figura 12). Esta relación, sin embargo, podría estar afectada por el rol de otros factores diferentes a los niveles de concentración. Por ejemplo, los países analizados tienen diferencias en cuanto al uso y posible saturación de sus redes – si bien todos los países en Centroamérica tienen tasas de penetración 4G bajas (como se ha visto en la Sección 2), existen diferencias importantes con Sudamérica. Igualmente, los países tienen diferentes costos de despliegue de red (debido a distribución de la población o características geográficas) y consumidores con diferente disponibilidad a pagar, entre otros factores que pueden afectar los resultados de velocidad de descarga. Por este motivo, se ha realizado un análisis econométrico que tiene en cuenta todos estos factores.

Figura 12. HHI y Velocidades de descarga (2016 T4)



Fuente: Speedtest Intelligence y GSMA Intelligence

Para medir el impacto de la estructura de mercado sobre la calidad en redes 4G se ha estimado un modelo de calidad de red, donde las velocidades de bajada resultan de un conjunto de factores de oferta y demanda. Las velocidades de bajada dependen, en este modelo, del espectro disponible para 4G, la renta per cápita, la densidad de población, la demanda por internet móvil (como factor de saturación y/o de mercado potencial) y las velocidades 3G (como sustituto tecnológico). También se tienen en cuenta otros factores, como la aparición de dispositivos más eficientes – ver Anexo 5.

La calidad de red se mide con datos de Speedtest Intelligence, basados en tests realizados por los usuarios con la aplicación Speedtest® de Ookla®.¹⁶ Se analiza el desempeño promedio de redes 4G de 52 operadores en 16 países de Centro y Sudamérica en el período 2013 a 2016.¹⁷ La estructura de mercado se mide con dos tipos de variables. Por un lado, variables que capturan el número de jugadores,¹⁸ que permiten medir el impacto promedio inducido por cambios en estos (independientemente de su cuota de mercado). Por otro lado, se mide el impacto de cambios sobre el HHI.

¹⁶ Mediante la aplicación *Speedtest*, los usuarios de servicios móviles realizan tests de desempeño de las redes móviles, informando sobre parámetros como las velocidades de descarga, las velocidades de subida o la latencia, entre otros. Los resultados de estos tests son recogidos y agregados después de aplicar un proceso de filtro y normalización. Ver Anexo 5.2 para más detalle.

¹⁷ Estos países incluyen Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

¹⁸ Número de jugadores con cuota de mercado superior al 3% (según el número de conexiones, excluyendo conexiones celulares IoT).

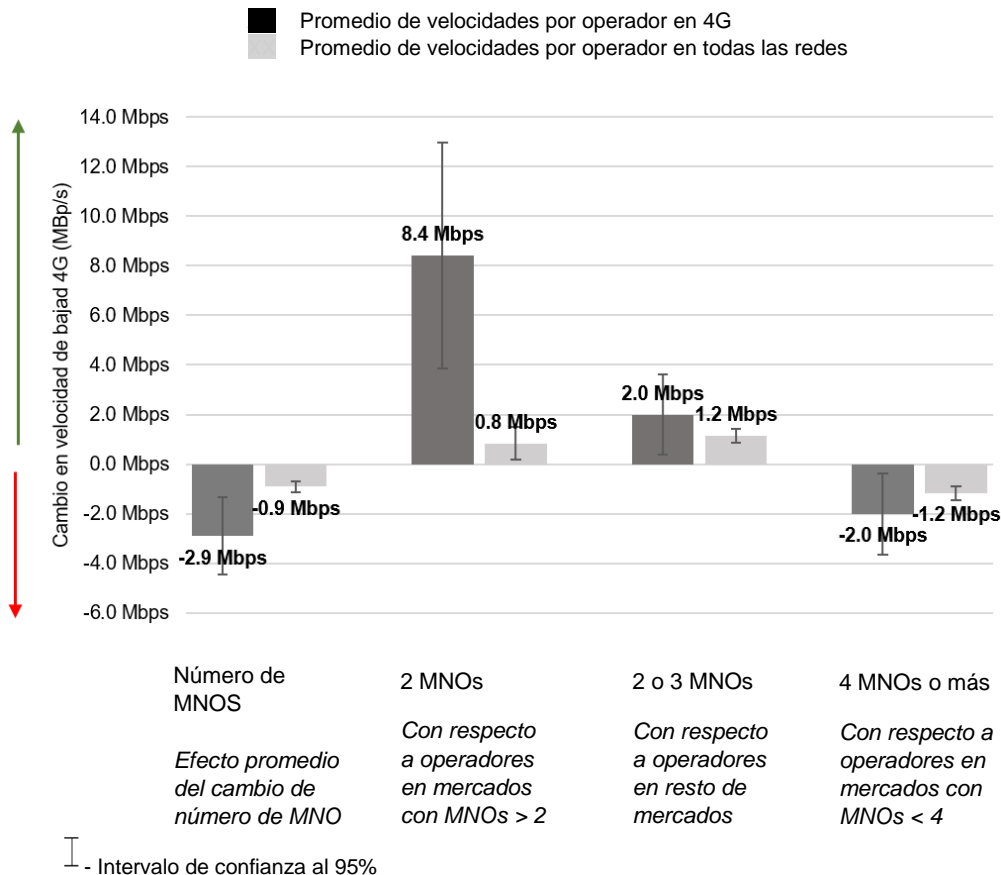
La evaluación de impacto del cambio de número de jugadores sobre el desempeño en 4G confirma que los operadores en mercados con mayor número de jugadores experimentan velocidades más reducidas de las que tendrían con estructuras más concentradas. Según las estimaciones realizadas con datos para el período de 2013 a 2016, un incremento de un operador en el mercado causa en promedio una caída de las velocidades de descarga 4G de 3-4.4 Mbps. Consistente con esto, también se encuentra que las reducciones en el HHI generan reducciones en velocidades 4G: una reducción en el HHI de 1000 puntos induce una reducción de velocidades de 2-2,7 Mbps.

En el análisis sobre operadores en mercados con un número concreto de jugadores se encuentran resultados similares:

- Los operadores en mercados con 2 y 3 MNOs experimentan incrementos de velocidades de descarga 4G, en comparación a los operadores en el resto de mercados, a causa del rol de la estructura de mercado. Los incrementos son de 8,4-12,6 Mbps en operadores en mercados de 2 jugadores, lo cual corresponde a un incremento del 40-60% respecto al desempeño promedio en 4G en Centroamérica¹⁹. Los operadores en mercados de 2 o 3 jugadores experimentan una subida de 2-3,5 Mbps, o de 10-17% más que el promedio de velocidades en Centroamérica. Los resultados son la misma dirección al medir las velocidades en todas las redes en su conjunto.
- Mientras tanto, los operadores en mercados con 4 jugadores o más experimentan una reducción de sus velocidades de 2-3,5 Mbps, en comparación con los operadores en el resto de mercados, debido al rol de la estructura de mercado. Esta reducción representa un 10-17% del promedio de velocidades en Centroamérica. Los resultados son también en la misma dirección al medir las velocidades promedio en todas las redes en conjunto.

El rango de estos resultados depende de diferentes formas de estimar los modelos de velocidad de descarga (ver Recuadro 6). Los resultados en el rango más conservador se muestran en la Figura 13.

Figura 13. Efectos marginales promedio del número de jugadores sobre velocidades de descarga



¹⁹ Los mercados de Centroamérica tienen un promedio de velocidad 4G de 21 Mbps en 2016 T4.

Los cambios en velocidades mostrados resultan de una combinación de dos comparativas (teniendo en cuenta los factores en el Recuadro 5): por un lado, las diferencias de velocidades asociadas al cambio de jugadores en el período de 2013 a 2016 en Centro y Sudamérica; por otro, de las diferencias de velocidades asociadas a la comparativa de operadores en mercados con diferentes números de jugadores. Los efectos marginales ilustrados se encuentran basados en las simulaciones detalladas en el Anexo 5 (modelos que incluyen la penetración del internet móvil).

El análisis realizado sobre velocidades de subida 4G es consistente con estos resultados. Además, encontramos que, como proporción de las velocidades promedio, los efectos son de una magnitud similar. Esto es porque, si bien en términos de Mbps los efectos son inferiores, el desempeño promedio en velocidades de subida en Centro y Sudamérica es inferior en comparación con la velocidad de bajada (como en la mayoría de mercados).

Separadamente, el análisis más general sobre determinantes de velocidades confirma que uno de los factores clave es la cantidad de espectro. En concreto, encontramos que el incremento en 1 MHz de espectro resulta en una subida en velocidades de descarga de aproximadamente 0,11 Mbps. Esto significa que asignar a un operador con dos bloques de 20 MHz redundaría en un incremento de 4,4 a 5,6 Mbps. Esto supone un incremento de 21 al 27% respecto al desempeño promedio de Centroamérica en 2016 T4 (promedio de 21 Mbps).

Los cambios en velocidad de bajada en redes 4G ilustrados en la Figura 13 se basan en las estimaciones resumidas en la Tabla 5. La Columna 1 muestra el coeficiente negativo asociado a la variación del número de jugadores desde dos operadores en adelante (p. ej., variación de 2 a 3, 3 a 4 jugadores, etc.), y las Columnas 3 a 5 muestran los coeficientes de impacto asociados a variables únicas capturando el número de jugadores. El Anexo 5 desarrolla estos resultados, incluyendo los resultados en los rangos superiores.

Tabla 5. Resultados de los modelos de velocidades 4G para Centro y Sudamérica

	Velocidades de descarga 4G por operador (Mbps)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Número MNOs	-2,901*** (0,796)				
HHI		0,00203*** (0,00058)			
4 MNOs			-1,987** (0,833)		
2 o 3 MNOs				1,987** (0,833)	
2 MNOs					8,356*** (2,321)
Espectro 4G	0,113*** (0,0159)	0,114*** (0,0158)	0,111*** (0,0159)	0,111*** (0,0159)	0,106*** (0,0157)
Penetración internet móvil	24,57*** (6,358)	32,16*** (5,450)	30,63*** (5,893)	30,63*** (5,893)	24,64*** (6,119)
Velocidad de descarga 3G	3,003*** (0,322)	2,816*** (0,353)	3,023*** (0,327)	3,023*** (0,327)	3,094*** (0,301)
Log de renta per cápita	-3,650*** (1,295)	-4,830*** (1,141)	-5,331*** (1,149)	-5,331*** (1,149)	-3,449*** (1,288)
Log de densidad de población	2,136** (1,062)	2,146** (0,953)	2,735*** (1,056)	2,735*** (1,056)	2,973*** (0,956)
Constante	40,64*** (9,046)	32,81*** (10,51)	43,26*** (9,134)	41,27*** (9,411)	23,32** (11,54)
Observaciones	492	492	492	492	492
R Cuadrado	0,328	0,327	0,318	0,318	0,329

Efectos fijos subregionales y por trimestre. Errores estándar robustos entre paréntesis
*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Los modelos adicionales estimados sugieren que los cambios en velocidades asociados con el número de jugadores en la Figura 13 dependen de la distribución de cuotas el mercado. Por un lado, el efecto positivo que perciben los operadores en mercados de 2 o 3 jugadores se llega a materializar en incrementos de 6 y 8 Mbps cuando estos tienen cuotas de mercado similares. Por otro lado, se encuentra que los operadores en estructuras de 4 jugadores que tienen

un reparto de cuotas de mercado similar perciben un efecto negativo que puede llegar a reducir las velocidades en 8 Mbps.

En suma, estos resultados confirman que las estructuras de mercado óptimas deben de combinar de forma apropiada *capacidad e incentivos* para competir.

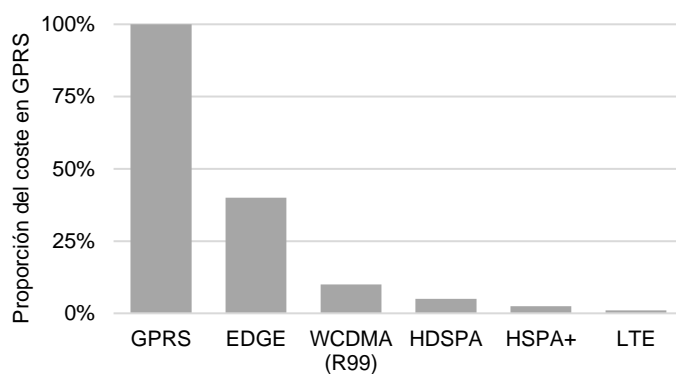
3.3 EL IMPACTO SOBRE PRECIOS

Las autoridades de competencia generalmente prevén que, a mayores índices de concentración, los operadores pierden incentivos a reducir sus márgenes de beneficios y a reducir sus costos para ser más eficientes. Sin embargo, al mismo tiempo, niveles inferiores en los índices de concentración pueden redundar que la *escala de los operadores* se ve reducida, significando esto que tienen menos capacidad de distribuir sus costos fijos – es decir, mayores costos promedio. También, en la medida en que una mayor fragmentación en el mercado pueda inducir una distribución ineficiente del espectro, esto también puede redundar en mayores costos por bit transmitido.²⁰

Por otro lado, mayor número de competidores en el mercado también puede resultar en niveles más altos de precios a través de la *una reducción en la inversión*. Esto es importante porque las telecomunicaciones móviles son una industria con un alto ratio de progreso tecnológico, hecho que significa cambios drásticos en las estructuras de costos.²¹ De hecho, se ha encontrado que el progreso tecnológico se desarrolla en la industria móvil de forma que el desempeño de las redes se dobla anualmente (Houngbonon & Jeanjean, 2016a).

La evolución decreciente del costo medio por Mbyte asociado a las nuevas generaciones tecnológicas ha sido significativo: el costo medio por Mbyte asociado al LTE representa menos de un 5% del costo por Mbyte asociado al GPRS (Figura 14). En la misma línea, un estudio reciente sobre la evolución de los costos unitarios de los datos móviles en Francia ha encontrado que la introducción del 4G fue responsable de más de la mitad del decrecimiento en precios entre 2011 y 2014 (Nicolle et al., 2018).

Figura 14. Costo medio por Mbyte como porcentaje del costo bajo la tecnología GPRS










Costos unitarios derivados por Telstra. Fuente: Telstra (2009), "Building the Business Case for Mobile Broadband: The HSPA Evolution Path". Accesible en <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2012/03/22092009182239.pdf>.

²⁰ En este contexto, una distribución ineficiente del espectro se refiere a asignaciones de espectro en bloques pequeños y con carteras de espectro poco diversificadas.

²¹ Una distinción importante a hacer es que los mecanismos por los que menor concentración puede llevar a reducciones de precios son limitados a las estructuras de costos y de tecnología existentes. Esto es porque las estructuras de coste y tecnología existentes limitan el punto hasta el cual se puede esperar reducciones en el margen de beneficio, así como el punto hasta el que las empresas pueden reducir sus costos. Mientras tanto, las reducciones de precio que se derivan de la inversión son ilimitadas, e incrementan con el grado de progreso tecnológico. Dado que los mercados de telecomunicaciones son caracterizados por innovación regular, por lo tanto, el potencial de reducir costos a través de inversión es especialmente importante en los mercados móviles.

Los estudios económicos que han analizado específicamente el rol de la concentración sugieren resultados encontrados: algunos estudios no concluyen impactos significativos, mientras que otros han encontrado efectos opuestos (ver Tabla 6). Los resultados opuestos se explican, sobretudo, por diferencias en cómo se miden los precios (ver Recuadro 5). Los estudios que se han centrado en los precios por Mbyte han encontrado que mayor concentración es un factor clave de decrecimiento de precios unitarios.

Tabla 6. Hallazgos sobre el impacto de la concentración sobre los precios: evidencia en países desarrollados

Estudio	Medida de precios	Concentración o consolidación	¿Cómo afecta mayor concentración a los precios?
Frontier (2015)	ARPU	Concentración en general	Sin impacto =
CERRE (2015)		4 a 3	Subida 
DG Comp (2015)	Canastas de servicios	4-a-3 ²²	Subida 
RTR (2016)		4-a-3 ²³	Subida 
DG COMP (2015)		5-a-4 ²⁴	Bajada 
Houngbonon (2015)		4-a-3 ²⁵	Datos: Bajada 
HSBC (2015)	Precios unitarios	4-a-3 ²⁶	Datos: Bajada 
Jeanjean (2015)		Concentración en general	Datos: Bajada 

Fuente: GSMA Intelligence

Los estudios económicos que han analizado los efectos de la concentración sobre los precios se diferencian en cuanto a indicadores de precios utilizados. En general, el uso de precios unitarios tiene ciertas ventajas en comparación con las canastas de servicios:

- La medición de precios con canastas de servicios móviles implica definir una determinada asignación de datos móviles. Con esta fijada, se observan los precios de las tarifas que más se acercan a esta asignación. Comparar estos precios en el tiempo conlleva el sesgo por el hecho que, progresivamente, los operadores ofrecen tarifas con asignaciones mayores (mientras que las asignaciones en las canastas se mantienen constantes). Un estudio reciente ha concluido que esta metodología de las canastas no permite observar el impacto de las redes de nuevas tecnologías sobre los precios (Nicolle et al., 2018).
- Le medición de precios unitarios, en cambio, estima para cada punto del tiempo un indicador de costo para una misma cantidad comparable en el tiempo (p. ej., el costo de un Mbyte o de un minuto de voz). A

²² Evaluación de la fusión entre T-Mobile y Orange en Holanda en 2007.

²³ Evaluación de la fusión entre Hutchison y Orange en Austria en 2012.

²⁴ Evaluación de la fusión entre T-Mobile y Tele.ring en Austria en 2006.

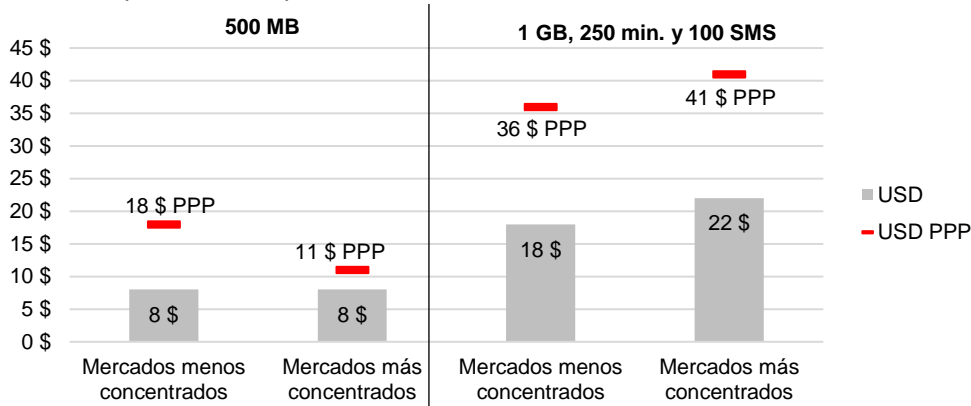
²⁵ Evaluación de la fusión entre Hutchison y Orange en Austria en 2012

²⁶ Evaluación de la fusión entre Hutchison y Orange en Austria en 2012.

menudo, esta metodología va acompañada de estimaciones que también tienen en cuenta las diferencias en precios causadas por las mejoras en calidad de servicio que se producen con el tiempo.

La Figura 15 muestra el desempeño de los mercados de Centroamérica, recogiendo el promedio de precios según sus estructuras de mercado sean más o menos concentradas (teniendo en cuenta el HHI actual promedio de la región).²⁷ En general, la comparativa para 2017 de las tarifas de 500 MB y de 1 GB recogidas por Tarifica no lleva a conclusiones claras sobre el rol de la concentración en el mercado en precios. En los 500 MB, los precios ajustados por PPP en los mercados más concentrados son significativamente inferiores, pero esto se revierte en la canasta de uso más intensivo (aunque con menos diferencia).

Figura 15. Desempeño relativo por concentración en canastas de servicios en Centroamérica, 2017

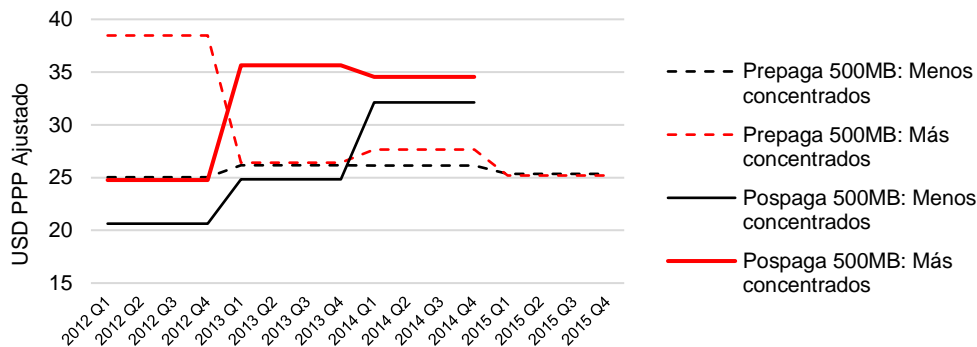


Mercados menos y más concentrados en base a países con niveles de HHI inferiores o superiores a 3900 puntos, respectivamente. Los precios de las tarifas que se incluyen, para cada país, en cada canasta, pueden ser prepaga o pospaga. Se tiene en cuenta, para cada mercado, la tarifa más barata que cumpla con la asignación de la canasta, independientemente de la forma de pago.

Fuente: Tarifica y GSMA Intelligence

Las tendencias entre 2012 y 2015 para las tarifas prepaga y pospaga de 500 MB (según reportadas por la UIT) resultan también en un desempeño inconclusivo respecto a la relación entre la concentración en el mercado y los precios minoristas (Figura 16). En prepaga, ambos grupos tienen precios similares en 2015. En pospaga, ambos grupos han estado sujetos a tendencias similares.

Figura 16. Desempeño relativo por concentración en canastas de servicios en Centroamérica, 2012 a 2015



Mercados menos y más concentrados en base a países con niveles de HHI inferiores o superiores a 3900 puntos, respectivamente. Fuente: UIT

²⁷ La referencia que se utiliza para distribuir los países entre más o menos concentrados es en base a 3900 puntos de HHI. Este es el valor aproximadamente promedio en la actualidad, al que se le ha aplicado un ajuste para acercarlo al valor mediano durante el periodo 2012 a 2017. Este ajuste se ha hecho para minimizar los puntos en el tiempo en que los países pasan de un grupo a otro, según sus tendencias en HHI – es decir, para tener dos grupos de países estables.

4. ASPECTOS CLAVE PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE CENTROAMÉRICA

Del Capítulo 3 se deriva (i) que existe una U invertida entre el número de jugadores (o el índice de concentración en un mercado) y la inversión y (ii) que los operadores en mercados con relativamente menos jugadores en la región tienden a tener mejor desempeño en redes 4G. A su vez, el reemplazo tecnológico inducido por mayores índices de concentración redundan en drásticas reducciones de costos. Como se ha discutido, esto se produce a través de un conjunto de mecanismos que refuerzan los incentivos y capacidad para invertir (entre otros, la escala del operador, la rentabilidad, los márgenes y/o la optimización en el uso de espectro).

Las autoridades públicas formulan políticas públicas en los mercados de las telecomunicaciones móviles persiguiendo compatibilizar diferentes objetivos. Por un lado, se promueve el objetivo de que los precios sean reducidos y ajustados a los costos, de forma que en el corto plazo se maximice el uso de los servicios móviles. Las autoridades, por otro lado, deben de crear un entorno que promueva la inversión, es decir, la innovación, calidad de red y reducciones drásticas en costos, en el medio y largo plazo. Teniendo en cuenta el alto progreso tecnológico de los mercados de telecomunicaciones móviles, las autoridades deben de encontrar un equilibrio apropiado donde esto último se promueve suficientemente.

Las autoridades suelen utilizar dos tipos de instrumentos con el objetivo de perseguir estos objetivos. Por un lado, la política de defensa de la competencia. Esto son normas generales que aplican a todas las industrias, generalmente organizadas en dos ámbitos: el control de fusiones; y la prohibición de prácticas anticompetitivas. Por otro lado, la regulación sectorial. Esto son normas específicas para la industria que, ante el riesgo de una falta de competencia entre un número limitado de competidores, tratan de garantizar un funcionamiento eficiente del mercado.²⁸

En este capítulo se recogen tres ejes clave respecto a la política de defensa de la competencia y la regulación (Tabla 7). Estos tres ejes se han evaluado en base a las Leyes de Defensa de la Competencia (complementada con la práctica del control de fusiones de Honduras y El Salvador) y de las Leyes de Regulación de cada país (Recuadro 8).

Tabla 7. Resumen de ejes clave

Política de defensa de la competencia	Eje 1: Un control de fusiones consistente con mercados dinámicos	La consolidación entre operadores ha sido una característica de los mercados de telecomunicaciones móviles en los últimos 10 años. Teniendo en cuenta la Sección 3, las fusiones pueden ser un importante mecanismo mediante el cual intensificar inversión y calidad. Para ello, el control de fusiones debe de adaptarse al hecho que las inversiones son un determinante clave de la competencia y de bienestar del consumidor (es decir, mercados dinámicos): esto tiene implicaciones para la <i>definición de mercado relevante</i> , el <i>análisis de mercado</i> , las <i>barreras de entrada</i> y la consideración de <i>eficiencias</i> .
	Eje 2: Regulaciones minoristas y mayoristas que promuevan la inversión	En aras del bienestar del consumidor, la mayoría de países de Centroamérica mantienen aún hoy regulaciones sobre precios y/o calidad, bajo presunción de que los mercados no son competitivos. Estas regulaciones, en la mayoría de los casos orientadas a mantener precios bajos en los períodos inmediatos a la apertura de los mercados, pueden no promover hoy estructuras de mercado consistentes con la promoción de la inversión – dado su foco en el corto plazo.
Regulación	Eje 3: Regulaciones de espectro que promuevan su uso eficiente	La regulación sobre la asignación de espectro es un determinante de eficiencia de los operadores. Una distribución escasa y fragmentada del espectro redundan en que los operadores tienen, con la misma inversión en infraestructura, menos capacidad y cobertura.

²⁸ Aparte del sector donde aplican, la política de defensa de la competencia y la regulación también son diferentes en cuanto a la naturaleza de la intervención (ex ante o ex post) y la duración de su intervención (continua o limitada). La política de defensa de la competencia son normas que *corrigen* y sancionan, con efectos limitados a una empresa(s) en concreto. Mientras tanto, las regulaciones se aplican de forma continua, tratando de transformar la forma en que un mercado funciona, para *prevenir* resultados ineficientes en lugar de *corregir* y *sancionar*.

La evaluación de marcos normativos, sobre los tres ejes indicados anteriormente, se basa en un análisis comparado de la regulación y la política de defensa de la competencia en Centroamérica.

En política de defensa de la competencia, destaca la reciente creación de las Leyes de Defensa de la Competencia en la región: Costa Rica fue el primero en 1996, el resto en 2006. Esto contrasta con las Leyes de Competencia en Estados Unidos (cuyas primeras leyes se establecieron a principios de siglo XX) o en la Unión Europea (primeras leyes en los años 60). También destaca Guatemala, siendo el único país de la región sin una ley específica sobre competencia, si bien desde 2017 existe una discusión sobre una propuesta de ley.

En la mayoría de países de Centroamérica las Leyes de Regulación de Telecomunicaciones se impulsaron en paralelo con los procesos de apertura de los mercados. En la mayoría de los casos, las Leyes de Regulación atribuyen a las Autoridades Reguladoras potestades en política de competencia, principalmente respecto al control de prácticas anticompetitivas. Este es el caso de Costa Rica (donde además el ente regulador ejerce el control de fusiones), Honduras, Panamá y Nicaragua, tal y como se detalla en la Tabla 8.

Tabla 8. Regulación y política de defensa de la competencia en Centroamérica

	Regulación	Política de defensa de la competencia	Interacción
	<i>Ley de Regulación - Autoridad Reguladora</i>	<i>Ley de Competencia - Autoridad de Competencia</i>	<i>Atribuciones de la Autoridad Reguladora en Política de Competencia</i>
Panamá	Ley de Telecomunicaciones (1996) - ASEP	Normas de Defensa de la Competencia y otras medidas (2006), Comisión de Libre Competencia y Asuntos del Consumidor	Autoridad Reguladora con potestades en control de prácticas anticompetitivas ²⁹
Costa Rica	Ley General de Telecomunicaciones (2008) - SUTEL	Ley de Promoción de la Competencia y Defensa Efectiva del Consumidor (1995), Comisión para Promover la Competencia	Autoridad Reguladora con potestades en control de fusiones y control de prácticas anticompetitivas ³⁰
El Salvador	Ley de Telecomunicaciones (1997) - SIGET	Ley de Competencia (2004), Superintendencia de Competencia	N.A.
Guatemala	Ley General de Telecomunicaciones (1996) - ST	Sin Ley de Competencia específica ³¹	N.A.
Honduras	Ley Marco del Sector de Telecomunicaciones (1995) - CONATEL	Ley para la Defensa y Promoción de la Competencia (2006), Comisión para la Defensa y Promoción de la Competencia	Autoridad Reguladora con potestades en control de prácticas anticompetitivas ³²

²⁹ En Panamá, mientras que las provisiones sobre fusiones y su valoración están en manos de la Ley y Autoridad de Competencia, a los Reguladores también se les atribuyen ciertas potestades para sancionar prácticas anticompetitivas.

³⁰ En Costa Rica, la Ley de Regulación del sector posee un título especial (Título III de la Ley General de Telecomunicaciones de 2008) donde establece preceptos específicos sobre el control de las fusiones entre operadores, y atribuye a la Autoridad Regulatoria la capacidad para decidir la aprobación o prohibición de fusiones. La Ley de Regulación también establece un listado específico de prácticas anticompetitivas, también, sancionadas por la Autoridad de Regulación.

³¹ En Guatemala las normas sobre competencia se estructuran con principios generales sobre competencia contenidos en su Constitución, en el Código de comercio y en el Código penal. Por ejemplo, la Constitución prevé que el Estado debe favorecer la libertad de comercio e impedir prácticas excesivas tendientes a una concentración de bienes, proteger a consumidores y usuarios (artículo 119) y prohibir monopolios y privilegios (artículo 130). Igualmente, existen en el Código de comercio (artículo 361) y en el Código penal (artículos 340 y 341) otras referencias a los monopolios.

³² En Honduras, mientras que las provisiones sobre fusiones y su valoración están en manos de la Ley y Autoridad de Competencia, a los Reguladores también se les atribuyen ciertas potestades para sancionar prácticas anticompetitivas.

Nicaragua	Ley General de Telecomunicaciones y Servicios Postales (1996) - TELCOR	Ley de Promoción de la Competencia (2006), Comisión Procompetencia	Autoridad Reguladora con potestades en control de prácticas anticompetitivas ³³
-----------	--	--	--

Fuente: GSMA Intelligence, basado en análisis de Leyes de Regulación de Telecomunicaciones, Leyes de Competencia y sus respectivos reglamentos.

4.1 UN CONTROL DE FUSIONES CONSISTENTE CON COMPETENCIA INTENSA EN INNOVACIÓN

La consolidación entre operadores ha sido una característica de los mercados de telecomunicaciones móviles en la última década. Esto se ha producido por un conjunto de factores que han propiciado menor rentabilidad, incluyendo la entrada de nuevos operadores, la competencia de las plataformas de internet en servicios de comunicación y redes sociales, la mercantilización de los datos o la necesidad de invertir en actualizaciones tecnológicas en ciclos más cortos. Como resultado de este proceso, en Europa la mayoría de los países tiene hoy 2,3 o como máximo 4 operadores de red. En Estados Unidos, India y Brasil también se discute la consolidación actualmente.

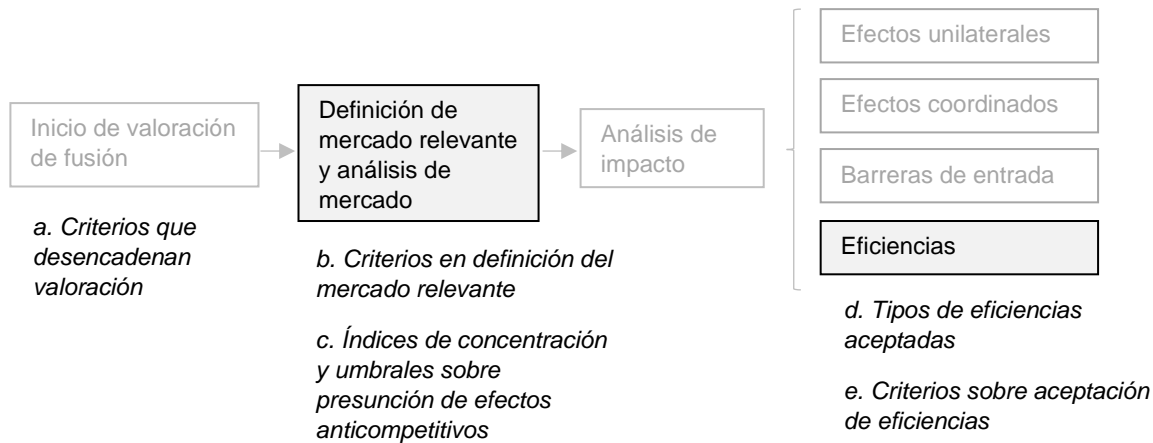
La inversión y la innovación son un eje clave de competencia en mercados dinámicos, como el mercado de telecomunicaciones móviles. Consistente con la evidencia de que mayores niveles de concentración pueden conducir a mayor inversión por operador y mejores niveles de calidad de red (Sección 3), las fusiones pueden ser un importante mecanismo para mejorar las capacidades competitivas de los operadores, revirtiendo esto en mayor intensidad competitiva. Sin embargo, en algunos casos existen barreras que limitan o incluso prohíben estas fusiones:

- Por un lado, pueden existir barreras *directas*, es decir, prohibiciones a las fusiones por defecto. Este es el caso de Panamá, cuya Ley de Telecomunicaciones crea la distinción entre licencias de Tipo A (telefonía móvil) y Tipo B (telefonía fija, entre otros), estableciendo un límite en el número de licencias de Tipo A así como la prohibición de fusión entre operadores de este tipo.³⁴
- Por otro lado, el control de fusiones ejercido en el marco de la política de defensa de la competencia de cada país puede ejercer de barrera *indirecta*. Esto es en el caso en que la evaluación en el control de fusiones utilice herramientas que subestiman la situación competitiva o cuando se siguen procedimientos rígidos con respecto las eficiencias. Algunos de estos aspectos son los criterios que desencadenan una evaluación de fusión, la definición de mercado relevante, las herramientas utilizadas para analizar la competencia en el mercado, y la evaluación de eficiencias. Estos aspectos se recogen en la Figura 17.

³³ La Ley de Competencia establece que los entes reguladores están facultados y tiene competencia exclusiva para conocer, instruir y resolver sobre prácticas anticompetitivas, competencia desleal, concentraciones y en general sobre cualquier otra práctica, acto o conducta determinada en la presente ley como nociva y que pudiere o estuviere encaminada a limitar, impedir o restringir la libre y sana competencia entre los agentes económicos de mercados sujetos a regulación.

³⁴ La fusión sí que es posible entre operadores de Tipo A y Tipo B. En la actualidad existe un proyecto de ley orientado a flexibilizar esta regulación, haciendo posible la fusión entre los operadores de telefonía móvil. Este proyecto de ley reconoce la necesidad de nuevas inversiones en infraestructura, y de cómo una estructura que permita la consolidación de 4 a 3 operadores puede permitir realizar economías de escala y reforzar incentivos y capacidad para invertir (Proyecto de Ley 479 de 2017).

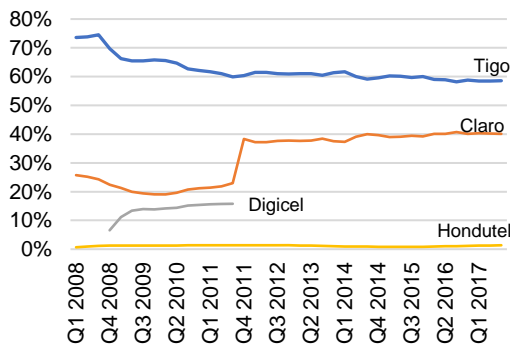
Figura 17. Procedimiento general de control de fusiones¹



Para evaluar los procedimientos de control de fusiones, se ha revisado la Ley de Defensa de la Competencia de cada país respecto a los ítems destacados en la Figura 17. También se ha revisado los dos casos de fusión más recientes, cuyo estudio ponen de relieve diferencias en el análisis de fusiones 4 a 3. Estos son las fusiones aceptadas de Honduras (2011) y el rechazo de fusión hasta dos veces en El Salvador (la última valoración fue en 2012).

Caso de Estudio 1: El 4 a 3 aprobado en Honduras

Figura 18: Distribución de cuotas de mercado en Honduras

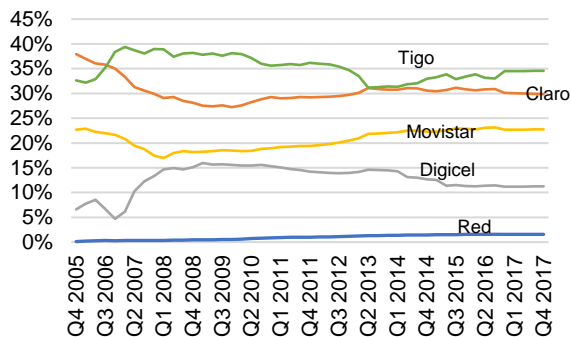


Fuente: GSMA Intelligence. Cuotas de mercado en base a conexiones.

En 2011, la Comisión para la Defensa y Promoción de la Competencia de Honduras aprobó la fusión entre Claro y Digicel. Esta fusión supuso la consolidación entre el segundo y tercer operador en un mercado de 4. Después de la fusión, Claro pasó de tener aproximadamente un 20% de la cuota de mercado a un 40% (Figura 18). Claro se mantuvo como segundo competidor frente a Tigo, con una cuota de mercado 20 puntos por debajo, si bien desde la fusión Claro incrementó su cuota de mercado – reduciéndose así la distancia entre los dos primeros jugadores.

Caso de Estudio 2: El 5 a 4 rechazado en El Salvador

Figura 19: Distribución de cuotas de mercado en El Salvador



Fuente: GSMA Intelligence. Cuotas de mercado en base a conexiones.

En 2012, la Superintendencia de Competencia de El Salvador denegaba por segunda vez la autorización de compra de Claro a Digicel. Se trataba de un mercado con 4 operadores (con cuota de mercado por encima del 2,5%), con una fusión en este caso entre el segundo y el cuarto jugador. El operador resultante hubiera incrementado su participación en el mercado del 30 al 45% (parecido al caso de Honduras donde el nuevo operador tuvo un 40%), unos 10 puntos por encima del hasta entonces operador líder del mercado salvadoreño Tigo.

Recomendaciones de Políticas Públicas en control de fusiones

1. La definición de mercado debe incorporar una mirada prospectiva a las presiones competitivas en el ecosistema digital

Las consideraciones respecto a la definición de mercado son similares en Centroamérica, tanto en las Leyes de Defensa de la Competencia como en la praxis evaluada en el control de fusión de Honduras y El Salvador. La definición del mercado evalúa los servicios que pueden ser considerados sustitutos, respecto a los servicios móviles que ofrecen los operadores que se fusionan. Para ello, se consideran sustitutos existentes en el lado de la demanda (i.e., aquellos servicios que los consumidores consideran sustitutos) y en el lado de la oferta (i.e., identificando proveedores de servicios alternativos que podrían ofrecer tal servicio).

En mercados sujetos a intensa innovación, sin embargo, es importante que las autoridades de competencia también consideren la sustitutibilidad de forma prospectiva: es decir, cómo sería una definición de mercado más amplia, teniendo en cuenta la sustitución en el futuro (CET.LA³⁵ 2017). Con la emergencia de las OTTs, es importante considerar sus roles de sustitución tanto en oferta como en demanda. Esto es de particular relevancia la luz de los estudios que encuentran que estas generarán una importante presión competitiva – por ejemplo, un análisis reciente estima que en 2014 las OTTs capturaban el 24% de los ingresos de mensajería a nivel global, con esta cifra pudiendo subir a 40-60% en 2018 (McKinsey 2017).³⁶ La incorporación de estos servicios en la definición de mercado resultaría en implicaciones significativas, por ejemplo, en el cálculo de cuotas de mercado.

2. Los análisis de mercado deben de evitar utilizar indicadores de poder de mercado y de competencia que pueden ser equívocos

Las consideraciones sobre número de jugadores, cuotas de mercado e índices de concentración son aspectos generalmente utilizados para analizar la posible pérdida de intensidad competitiva. Estos se reflejan en las Leyes de Defensa de la Competencia de los países de la región, si bien no se establecen unos umbrales absolutos a partir de los que las fusiones se deben de prohibir (ver Anexo 1.1) y en la práctica de Honduras y El Salvador hay diferencias importantes (ver Recuadro 10).

Si bien estos indicadores son informativos, su grado de utilidad para medir el poder de mercado o la intensidad de competencia es muy relativo, particularmente en mercados dónde la innovación es un determinante clave de la competencia.

- Los procesos de control de fusiones presumen que un número de operadores inferior resulta en una pérdida de intensidad competitiva. Sin embargo, esta no tiene por qué ser una conclusión directa en mercados que requieren fuertes inversiones. En este contexto, un número alto de operadores puede socavar la capacidad de los operadores para llevar a cabo inversiones. Así, en realidad, un número inferior de competidores puede resultar en mayor intensidad competitiva.
- En mercados donde los jugadores compiten en calidad para ganar clientes, las cuotas de mercado altas y estables pueden reflejar los esfuerzos competitivos más que la *falta* de competencia. Dado que los operadores pueden obtener altas cuotas de mercado como resultado de haber sido innovadores y ofrecer mejor calidad, el estudio de las cuotas de mercado de por sí no tiene implicaciones conclusivas sobre la intensidad de la competencia en un mercado.
- Los índices de concentración como el HHI siempre incrementan después de una fusión, basados en la simple agregación de cuotas de mercado.³⁷ Por lo tanto, este cálculo no captura la posibilidad que los operadores fusionados ganen capacidad competitiva y esto revierta en mayor intensidad competitiva en el mercado. Frente al HHI, otros índices, como por ejemplo el Índice de Dominancia (ID), dependen del tamaño relativo de las empresas que se concentran y de la estructura particular del mercado. El ID no aumenta cuando se concentran empresas relativamente pequeñas (de hecho, se puede ver reducido),

³⁵ Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina.

³⁶ Ver informe de McKinsey al respecto: <https://www.mckinsey.com/industries/telecommunications/our-insights/overwhelming-ott-telcos-growth-strategy-in-a-digital-world>

³⁷ Esto es en tanto en que el índice HHI resulta de una sumatoria del cuadrado de las cuotas de mercado.

mientras que sí lo hace en caso de concentraciones entre empresas relativamente grandes. Por este motivo, se dice que tiene mayor predictibilidad respecto al aumento del grado de poder sustancial que resulta de una concentración económica.³⁸

Después de verificar que ambas transacciones pasaban los umbrales que conllevan el control de la fusión por las autoridades públicas y de realizar la definición de mercado, las Autoridades de Competencia de Honduras y El Salvador calcularon diferentes índices de concentración.

- En El Salvador, los cálculos de índices de concentración sólo analizaron el comportamiento del HHI sobre el número de usuarios, concluyendo que la transacción podía perjudicar el proceso competitivo según los umbrales utilizados en Estados Unidos y España (se recogen en Anexo 3).
- En Honduras, en cambio, se calcularon tanto el HHI y el ID, tanto en base a ingresos de los operadores como en usuarios. Utilizando el HHI, el análisis concluyó que (tanto en número de usuarios como en ingresos) la fusión podía resultar en una concentración restrictiva a la competencia siguiendo los umbrales de Estados Unidos y España. En cambio, la Comisión encontró que la fusión llevaría a la reducción del ID en ambas variables, y que, en consecuencia, existía baja probabilidad de afectar negativamente el proceso de libre competencia.

En Honduras, la reducción en el ID vino dada por el hecho que la unión era entre dos operadores de tamaño relativamente pequeño, en comparación con el líder del mercado. Esta disminución en el ID reflejaba que la fusión entre el segundo y tercer operadores podía proporcionar beneficios en tanto en cuanto esta daba mayor capacidad al segundo operador para competir con el operador líder – intensificando así el proceso competitivo.³⁹

3. Las barreras de entrada deben de ser evaluadas teniendo en cuenta la innovación inherente en el ecosistema

Las Leyes de Defensa de la Competencia en la región comprenden el análisis de barreras de entrada para valorar la posibilidad de que la fusión se vea contrarrestada por la presión competitiva producida por la entrada de un nuevo jugador. Las Leyes de la región y la práctica analizada en los casos de Honduras y El Salvador incluyen la valoración de barreras legales, técnicas y económicas similares. Algunos ejemplos son la disponibilidad de espectro, las economías de escala existentes o las inversiones ya realizadas por los operadores. Encontramos, sin embargo, que estos análisis de barreras de entrada no son consistentes con una serie de características claves de los mercados de telecomunicaciones móviles – también señaladas en CET.LA (2017). Sin estas consideraciones, la situación competitiva se tiende a subestimar.

- Las barreras de entrada deberían ser valoradas en relación a las posibilidades de innovación disruptiva. En mercados sujetos a avances tecnológicos e innovaciones, la innovación es un mecanismo importante para sortear barreras de entrada existentes. Por ejemplo, la disrupción de las OTTs ha ocurrido en los espacios de voz y datos a pesar de la existencia de barreras de entrada. Consecuentemente, las autoridades deben de relativizar las barreras de entrada en función de innovaciones futuras, así como tener en cuenta la presión competitiva ejercida no sólo cuando estas se materializan, sino debido a las *expectativas* de disrupción.
- Existen diferentes tipos de rivalidad, para las que existen diferentes barreras de entrada. Las barreras habitualmente escrutadas por las autoridades de competencia están orientadas a analizar la entrada de un jugador igual al incumbente. Sin embargo, en los mercados de telecomunicaciones existen modalidades de entrada muy diversas, por ejemplo, no necesariamente asociadas al uso de infraestructura física y que reducen significativamente los costos de entradas asociados a la industria. Algunos ejemplos son las MVNOs o las OTTs.
- Las barreras de entrada se deben considerar de acuerdo a la dimensión del mercado y sus expectativas de crecimiento. Tal y como se sugiere en CET.LA (2017), la entrada es más sencilla en mercados en crecimiento o en aquellos dónde se esperan fuentes de crecimiento. En este sentido, por ejemplo, el mercado

³⁸ Ver la *Guía para el control de las concentraciones económicas* de la Comisión de Libre Competencia y Asuntos del Consumidor de Panamá para un desarrollo del ID, en <http://siteresources.worldbank.org/INTCOMPLEGALDB/Resources/501.pdf>

³⁹ Tal y como se reflejó en la Resolución Número 19-CDPC-2011-AÑO-VI de la Comisión para la Defensa y Promoción de la Competencia de Honduras: “Esto (*la reducción en el Índice de Dominancia*) refleja el que cuando se concentran agentes económicos de tamaño pequeño, pueden competir en circunstancias menos desiguales con el o los agentes dominantes en el mercado, pues éstos pueden defenderse mejor de las prácticas de desplazamiento anticompetitivo que pudieran ejercer el o los dominantes”.

de los datos móviles en Centroamérica aún se encuentra en fase de expansión, especialmente en lo que se refiere a banda ancha móvil.

4. Las eficiencias deberían ser analizadas con criterios flexibles, a la luz de la evidencia empírica

Las Leyes de Defensa de la Competencia en Centroamérica reconocen diferentes tipos de eficiencias que una fusión pueda generar. Por ejemplo, la producción de misma cantidad a menor costo; menores costos si se producen más servicios de forma conjunta; o la disminución de gastos administrativos, entre otros (ver Anexo 1.1). Pese a esto, la consideración de estas eficiencias recae eventualmente en la práctica del control de fusiones. A este respecto, se encuentran diferencias sustantivas en las fusiones propuestas en Honduras y El Salvador, como se destaca en el Recuadro 11. En este sentido, se requiere que los criterios de prueba sean suficientemente flexibles.

Una evaluación reciente de la fusión 4 a 3 de Austria concluyó que esta causó una mejora significativa en innovación y calidad no sólo del operador sujeto a la consolidación; también produjo, indirectamente, una intensificación de la competencia en estos factores en el mercado en su conjunto (GSMA 2017). Dos años después de la fusión, se encontró que la cobertura poblacional de 4G de Hutchison fue 20-30 puntos porcentuales más alta de lo que hubiera sido si la fusión no hubiera tenido lugar. La fusión también aumentó significativamente las velocidades de carga y descarga 4G de Hutchison en aproximadamente 7 Mbps y 3 Mbps, respectivamente. Los efectos de fusión que se extendieron a sus rivales A1 Telekom y T-Mobile se materializaron en mejoras significativas en las velocidades de las redes 3G y 4G.

En Honduras, a la luz de los diferentes resultados en cuanto a los índices de concentración, la Comisión analizó el impacto de la fusión en cuanto a efectos unilaterales, efectos coordinados y barreras de entrada, encontrando que existía el riesgo que la transacción perjudicara la dinámica de competencia. Sin embargo, la Comisión concluyó que las eficiencias resultarían en un impacto global positivo para el consumidor. Las partes presentaron 19 eficiencias argumentadas, entre las que destacan:

- Ahorros en costos, por la eliminación de duplicidad de redes y debido a la compartición de gastos fijos en infraestructuras y en gastos administrativos, cuantificados en USD 31.9 millones anuales. Se estimó que los precios se podrían reducir un 16% durante los 4 años siguientes a la fusión.
- Se alegaron eficiencias que permitirían mayor inversión y mejorar la cobertura. Se argumentó mejoras en calidad a partir de mejores economías de escala, capacidad para invertir USD 150 millones durante los 5 años siguientes a la fusión y mediante una mayor eficiencia en el uso de espectro.

La Comisión finalmente autorizó la fusión bajo condición de la realización de estas reducciones de precios y de inversión.⁴⁰ En su decisión, la Comisión hizo especial hincapié en el uso de espectro, en un contexto de creciente demanda por capacidad y de espectro limitado. En este sentido, la Comisión argumentó explícitamente que la fusión podría contribuir a una asignación de espectro que optimice la capacidad de las redes.⁴¹

Esta valoración contrasta con la evaluación de la Superintendencia de Competencia de El Salvador. Después de encontrar que la fusión llevaría a alta concentración en términos de suscriptores y en términos de espectro, y que se facilitarían efectos unilaterales y coordinados, la Superintendencia rechazó las razones de eficiencia (Tabla 9) – la mayoría de las cuales con características similares a las presentadas en la fusión de Honduras.

⁴⁰ Formalmente, la Comisión argumentó falta de claridad respecto al traslado de estas eficiencias a los consumidores, por un lado y, por otro, dudas respecto a la estimación de ahorros. En este sentido, los objetivos de reducción de precios, de incremento de inversión y mejora de cobertura fueron propuestos por la misma Comisión como condiciones para aprobar la fusión.

⁴¹ Por ejemplo, la Resolución Número 19-CDPC-2011-AÑO-VI de la Comisión para la Defensa y Promoción de la Competencia de Honduras argumentó: “Si consideramos que el mercado móvil está en una etapa de relativa madurez respecto al número de abonados (...), es razonable pensar que existirá una gran presión futura sobre las capacidades de las redes (...). Esta mayor presión por capacidades para datos implica el uso de bloques de espectro con portadoras de mayor ancho de banda que las usadas para servicios de voz. (...) Siendo el espectro un recurso limitado, no es posible asignarlo de forma indiscriminada sin generar rápidamente escasez. (...)”. *Se deben considerar* “los mecanismos de distribución del espectro, donde deben tenerse en cuenta la asignación de bloques continuos de tamaño mínimo que hagan eficiente la explotación del recurso para datos de alta velocidad”.

Tabla 9. Argumentos de eficiencia en la fusión de El Salvador

Argumento de eficiencia	Valoración por la Superintendencia⁴²
Ahorros en costos	<i>“Eficiencia no se puede verificar debido a distintas informaciones presentadas”</i>
Mejora de cobertura, con una reducción de los puntos sin señal o con señal pobre	<i>“Eficiencia no es inherente a la fusión ya que se puede conseguir con otros medios, como el despliegue de infraestructura”</i>
Mayor inversión	<i>“Eficiencia no es inherente a la fusión ya que no puede venir mediante los ahorros en costos (que no se han verificado)”</i>
Optimización del uso del espectro mediante combinación de bloques	<i>“Eficiencia no es inherente a la fusión ya que los operadores por sí solos ya tienen la posibilidad de implementar en su red configuraciones más óptimas”</i>
Resolución de la fragmentación de espectro, que permitiría a los usuarios de uno de las partes acceder a redes 3G y desplegar 4G	<i>“Después de una nueva asignación de espectro, Digicel ya no tiene todo el espectro fragmentado”</i>

Fuente: Basado en Resolución SC-013-S/C/R-2012 de la Superintendencia de Competencia de El Salvador. Las referencias sobre la valoración de la Superintendencia de Competencia de El Salvador son basadas en las argumentaciones de la resolución. Estas no representan citaciones explícitas de la Superintendencia sino un resumen simplificado del motivo principal de no aceptación de los argumentos de eficiencias presentados por las partes.

4.2 REGULACIONES MINORISTAS Y MAYORISTAS QUE PROMUEVAN LA INVERSIÓN Y DEJEN SITIO A LA COMPETENCIA

En aras del bienestar del consumidor, la mayoría de países en la región mantienen hoy regulaciones minoristas y mayoristas. Por ejemplo, todos los países, a excepción de Guatemala, tienen aún topes de precios minoristas o regulaciones sobre calidad final (ver Tabla 10, basada en el contenido desarrollado en el Anexo 2). Estas regulaciones se preservan bajo la presunción de falta de competencia efectiva, habitualmente justificada utilizando definiciones de mercado e índices que pueden ser equívocos (ver Sección 4.1). Estas regulaciones pueden ser problemáticas en tanto en que, en general, ponen un énfasis en los beneficios generados a corto plazo, dando menos peso a las eficiencias dinámicas.

⁴²Las referencias sobre la valoración de la Superintendencia de Competencia de El Salvador son basadas en las argumentaciones de la resolución SC-013-S/C/R-2012. Estas no representan citaciones explícitas de la Superintendencia sino un resumen simplificado del motivo principal de no aceptación de los argumentos de eficiencias presentados por las partes.

Tabla 10. Análisis comparado de regulaciones minorista y mayorista

	Regulación minorista					Regulación mayorista
	Regulación de topes de precios	Regulación de niveles de calidad	Prohibiciones sobre discriminación tarifaria			Precio de interconexión directamente establecido
			Discriminación tarifas en general	Subsidios cruzados	Vinculación de servicios	
Panamá	No	Sí	Sí	Sí	No	No
Costa Rica	No	Sí	No	Sí	No	No
El Salvador	Sí (voz)	No	No	No	No	Sí
Guatemala	No	No	No	No	No	No
Honduras	Sí (voz)	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Nicaragua	Sí (voz)	No	Sí	Sí	No	No

Basado en el análisis comparado desarrollado en Anexo 2.

Recomendaciones de Políticas Públicas en regulaciones minoristas y mayoristas

1. La regulación de precios minoristas reduce los incentivos a la inversión y pueden hacer que la provisión de servicios no sea sostenible a largo plazo

Las autoridades regulatorias en la región han mantenido en diferentes momentos regulaciones sobre los precios finales en el mercado. Actualmente, El Salvador, Honduras y Nicaragua mantienen fijación de precios tope. Mientras tanto, Costa Rica, Panamá y Guatemala con el tiempo han declarado el mercado minorista en competencia efectiva. Las características de estas regulaciones se detallan en la Anexo 2.

La fijación de precios se mantiene en algunos mercados bajo la premisa que los precios por encima de costos no son consistentes con mercados competitivos. Sin embargo, en realidad, los mercados competitivos pueden tener períodos en que los precios se encuentren por encima o por debajo de los costos medios.⁴³ Esto es especialmente el caso de los mercados con economías de escala y altos costos fijos (como las telecomunicaciones), donde la recuperación de estos requiere que los operadores obtengan un margen sobre los costos variables.

La fijación de tarifas tope hoy existente en El Salvador, Honduras y Nicaragua puede ser problemática porque una regulación de precio bajista disminuye la remuneración de la inversión futura, de forma que podría llevar a que ciertas inversiones no se realicen. Para inversiones ya realizadas, en tanto en que la metodología de fijación de precios no permita a los operadores recuperar las inversiones realizadas, esto puede inducir la salida de operadores en el largo plazo. Estos mismos mecanismos también aplican a la regulación de precios mayoristas – por ejemplo, respecto a la regulación de interconexión (ver Anexo 2).

2. Las regulaciones de topes de precios minoristas pueden crear ‘puntos de referencia’ en competencia de precios

En mercados con pocas empresas, la regulación de tarifas tope puede crear *puntos de referencia* de competencia en precios. En presencia de topes de precios, dado que las empresas tratan de situar sus precios finales lo más cerca del límite máximo, para así maximizar su rentabilidad, la competencia en rangos de precios inferiores puede quedar anulada. Esto se produce en tanto en que los precios tope fueran superiores a los que prevalecerían sin regulación.

3. Las regulaciones sobre niveles mínimos de calidad pueden tener efectos contrapuestos

Los reguladores de algunos mercados han establecido criterios mínimos de calidad en la provisión de servicios, bajo la presunción de una falta de competencia efectiva que – de otra forma - no llevaría a tales estándares de calidad. Panamá, Costa Rica y Honduras tienen diferentes normativas al respecto, mientras que El Salvador se encuentra actualmente en proceso de consulta para establecer los criterios de calidad (ver Anexo 2). Costa Rica destaca por

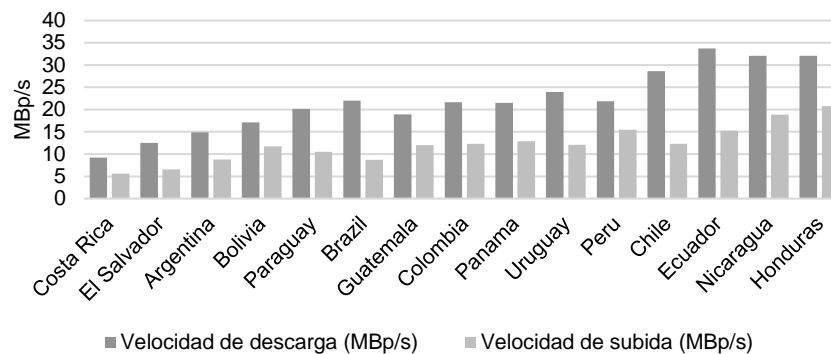
⁴³ En mercados perfectamente competitivos, los precios son iguales a los costos únicamente en el largo plazo (es decir, cuando todos los costos son variables, de forma que los costos marginales incluyen los costos fijos).

tener la normativa más restrictiva entre los países analizados, con la obligación de proveer un servicio ilimitado de datos a una velocidad mínima de 256 Kbps.

Establecer parámetros de calidad restrictivos y fijar servicios ilimitados puede ser contraproducente en tanto en que esto incrementa los costos de tal forma que los parámetros de calidad no se puedan sostener en el tiempo. Esto se produce en tanto que la capacidad disponible sea limitada y/o cuando el precio no pueda reflejar ese incremento de costos (i.e., precios por debajo de costos medios). El ejemplo de Costa Rica muestra cómo establecer regulaciones sobre calidad puede impactar sobre los resultados en velocidades promedio en la red 4G (Recuadro 12).

Costa Rica destaca por estar a la cola de las velocidades de red 4G en toda América Latina (Figura 20). Esto contrasta con ser el mercado con mayor renta per cápita en Centroamérica, y con renta per cápita cercana al promedio del conjunto de América Latina.

Figura 20. Velocidades de red 4G en Centro y Sudamérica, 2016 T4



Fuente: Speedtest Intelligence.

Después de la apertura del mercado en 2011, el regulador SUTEL determinó la obligatoriedad de que las tarifas postpago ofrecieran datos móviles ilimitados. Esto puso presión sobre la capacidad de la red. El uso masivo de las redes a postpago llevaría a la SUTEL, más tarde, a establecer principios sobre políticas de uso justo, mediante las que los operadores reducían la velocidad una vez el usuario consumía la capacidad asignada.

En 2014 y 2015 la SUTEL convocó audiencia pública para eliminar el principio de tarifa plana para datos móviles en postpago. Estos intentos fueron parados por el Tribunal Constitucional debido a la presentación de recursos de amparo solicitando la suspensión del proceso de fijación tarifaria. Eventualmente, en septiembre de 2017 la SUTEL desistió de fijar tarifas y declaró la existencia de competencia efectiva en el mercado minorista de servicios móviles, dejando a los operadores la fijación de los precios.

Sin embargo, esto sería seguido, en octubre de 2017, por la interposición de otros recursos de amparo ante el Tribunal Constitucional respecto a las políticas de uso justo. El Tribunal Constitucional revocaría entonces la resolución que introducía las bases para las políticas de uso justo, y ordenó a la SUTEL establecer una velocidad mínima funcional. La SUTEL definió entonces una velocidad de 256 Kbps como la velocidad funcional del servicio de acceso a internet, vigente en la actualidad.

4. Las barreras a la discriminación de precios reducen el consumo de servicios

La discriminación de precios –entendida como la flexibilidad comercial para fijar márgenes diferentes para distintos servicios y segmentos del mercado- permite incrementar la cantidad de servicios móviles consumidos y producidos en el mercado. Esto es porque, mediante la creación de múltiples ofertas de servicios, los operadores pueden ofrecer servicios que se acomoden a las necesidades y disponibilidades a pagar de diferentes segmentos del mercado. Por ejemplo, un tipo de discriminación de precios habitual en mercados avanzados es la que constituye las distintas ofertas según cantidad de datos, voz y SMS (discriminación de precios de segundo grado).

Honduras, Nicaragua y Panamá han introducido diferentes tipos de regulación que limitan la capacidad de los operadores de tener ofertas diferenciadas, reduciendo esto el consumo y producción de servicios móviles (ver Anexo 2). Estas limitaciones se trasladan en principios generales de prohibición de discriminación de precios, subsidios cruzados o vinculación de servicios.

4.3 REGULACIONES DE ESPECTRO QUE PROMUEVAN SU USO EFICIENTE

Recomendaciones de Políticas Públicas en regulaciones de espectro

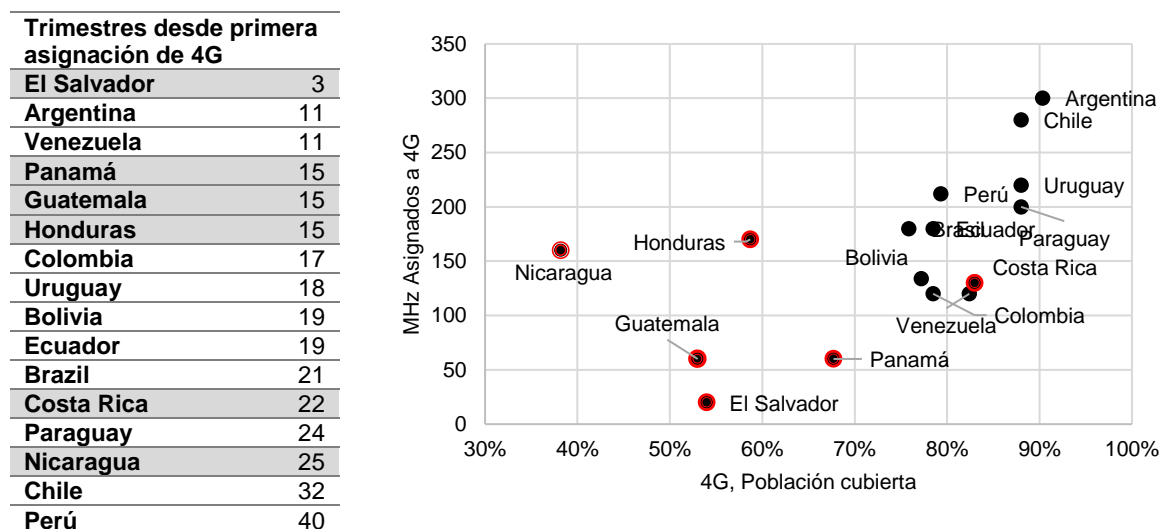
1. La asignación de espectro tiene que ser con cantidades suficientes y de forma temprana y adecuada, para un despliegue de cobertura y capacidad sostenible

Asignar las cantidades suficientes es importante en tanto en que esto permite incrementar la capacidad y cobertura de la red de forma sostenible. Con una cantidad fija de espectro, es posible incrementar capacidad y cobertura desplegando más células y sitios. Sin embargo, los retornos en estas inversiones son decrecientes - es decir, los beneficios adicionales de añadir nuevas células decrecen, generando mayores costos por bit transmitido. Esto es por los costos asociados con la compra de sitios, su construcción y mantenimiento.

Igualmente, provisionar espectro de forma temprana y adecuada es importante – no sólo porque sin él no se puede proveer servicios, sino también porque asignarlo tarde tiende a ser en condiciones de mayor escasez. Esto eventualmente puede contribuir a incrementar los precios en la asignación.

Las asignaciones de espectro para 4G tienen una relación claramente positiva con los niveles de cobertura en la región de América Latina (Figura 21). Los países de Centroamérica han tendido a asignar menores cantidades de espectro para los servicios de 4G, y esto se ha trasladado en un rezago en 4G. Además, El Salvador, Panamá, Guatemala y Honduras, lo han asignado con mucho retraso con respecto a los otros países de la región. En este análisis destaca Nicaragua que, pese a tener asignados más de 150 MHz tiene un nivel comparativamente bajo de cobertura, debido a factores regulatorios específicos del país.⁴⁴

Figura 21. Cobertura 4G y cantidad de espectro asignado por país, 2017



Fuente: GSMA Intelligence

- Centroamérica como región se encuentra rezagada en la asignación total de espectro para servicios móviles en general, y en particular en cuanto a espectro para 4G. Panamá, Guatemala y El Salvador son los mercados con más bajas asignaciones de espectro en toda América Latina, y muy lejos del promedio. Además, en Guatemala y el Salvador no se han puesto a disposición de la industria las bandas de frecuencia típicas para el despliegue de servicios de 4G en América Latina, como son la banda de 700 MHz, AWS o 2.5 GHz.

⁴⁴ La baja cobertura de Nicaragua es en parte relacionada con una modificación regulatoria en la canalización de las frecuencias asignadas que hizo que el despliegue de cobertura no se realizara hasta en 2015.

- De acuerdo a evaluaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)⁴⁵, el espectro estimado necesario para servicios móviles hacia el año 2020 resulta en un rango entre 1300 MHz y 1720 MHz. Esto es muy superior a los 273 MHz que actualmente poseen en promedio los operadores de los países bajo análisis de Centro América⁴⁶ e incluso de los 335 MHz de promedio en toda la región de América Latina (Tabla 11).

Tabla 11. Asignación de espectro, por tecnología en uso

	Total de MHz asignados	MHz para 4G	MHz para 2G/3G	Bandas 4G	Proporción de MHz asignados a 4G	Proporción de MHz respecto a la estimación de la UIT ⁴⁷
América Latina	338	163	176		48%	26%
Centroamérica	270	100	170		37%	21%
Nicaragua	330	160	170	700; AWS; 1900	48%	25%
Honduras	320	170	150	700; AWS/AWS Ext; 2.5	53%	25%
Costa Rica	380	130	250	1800; 2.5	34%	29%
Panamá	220	60	160	700	27%	17%
Guatemala	186	60	126	850; 1900	32%	14%
El Salvador	219	20	199	1900	9%	17%

Fuente: GSMA Intelligence

2. La optimización del espectro sólo se puede alcanzar con bloques de tamaños grandes y en bandas altas y bajas

Dado que el espectro es un recurso limitado, las autoridades deben de procurar que se maximice su desempeño. El espectro tiene características físicas de propagación que implican que, para conseguir la mayor capacidad al menor coste (i.e., *eficiencia técnica*), los operadores deben tener asignaciones de espectro (i) en bloques suficientemente grandes; y (ii) en carteras diversificados (es decir, frecuencias altas y bajas). Esto es por la dependencia de los costos y de la capacidad de la red respecto a la cantidad de ancho de banda que ofrece una red.

- **Tamaño de los bloques de espectro.** El espectro que se utiliza en bloques grandes logra mayor eficiencia (por ejemplo, en LTE, bloques de 2x20 MHz de espectro pareado, y 40 MHz no pareado), lo que permite generar mayor capacidad con la misma asignación conjunta de espectro (Roetter 2011). Un estudio sobre el desempeño de bloques de espectro desde 2x5MHz a 2x20MHz ha encontrado que los mercados de América Latina que limiten la agregación de espectro o que restrinjan la expansión en bloques más amplios pueden doblar o incluso cuadruplicar el coste de proveer banda ancha móvil (Leighton 2009).
- **Diversificación de la cartera de frecuencias.** Los operadores proveen servicios en diferentes contextos topo y demográficos – de zonas más a menos densas, urbanas o rurales. Maximizar la capacidad de la red requiere de una combinación de frecuencias bajas (<1 GHz) y altas (>1 GHz). Esto es porque las frecuencias bajas tienen un rango de propagación apropiado para el despliegue en zonas con menos estaciones base, en zonas menos densas, mientras que las frecuencias altas con rangos cortos y grandes capacidades son más efectivas en zonas más densas que requieren células muy juntas, que tienen que manejar el tráfico más denso en términos de Mbps/km².

5. CONCLUSIONES

Los mercados de telecomunicaciones móviles están sujetos a ciclos de cambio tecnológico que se han hecho cada vez más cortos, requiriendo más intensidad en inversión. Estas innovaciones traen nuevos servicios, mejora en la

⁴⁵ Informe UIT-R M.2290

⁴⁶ % de espectro licenciado para IMT a operadores móviles (de la UIT-R M.2290)

⁴⁷ Total de MHz respecto a la cantidad de espectro estimado como necesario por la UIT, en relación al límite inferior de 1300 MHz.

calidad de los existentes y reducciones drásticas en precios, en el medio y largo plazo. Todo esto repercute en mayor bienestar del consumidor, especialmente en un contexto de explosión de la demanda por la transmisión de datos.

En los últimos 15 años, Centroamérica ha sufrido un rezago sistemático en estas transiciones tecnológicas. Este rezago se produjo en el 3G y hoy también se traslada, y de forma todavía más intensa, al despliegue del 4G. Para superarlo, las autoridades deben crear un entorno que promueva competencia intensa en inversión y la innovación. Para ello, las estructuras de mercado deben proporcionar a los operadores con capacidad e incentivo para invertir e innovar. Esto requiere operadores que tengan suficiente escala, músculo financiero, retornos esperados a la inversión y eficiencia en el uso del espectro.

La inversión y la innovación en telecomunicaciones móviles en Centroamérica sigue una relación de U invertida con el número de operadores

Los resultados del estudio arrojan que existen mecanismos significativos por los que los mercados con índices de concentración más altos pueden reforzar la capacidad e incentivo para invertir. Esto, a su vez, puede resultar en mercados donde se compita de forma más intensa en inversión e innovación. En su conjunto, el análisis encuentra que, hoy, los mercados de Centro y Sudamérica con un número inferior de jugadores inducen un mejor desempeño en indicadores de inversión e innovación.

En primer lugar, este estudio ha analizado la relación entre un Índice de intensidad de competencia (medida a través de la rentabilidad de los operadores) y la inversión por operador. Esto se ha realizado en base a la simulación de modelos de capex para 26 operadores de 13 países de la región más amplia de Centro y Sudamérica (con datos de 2001 a 2016).

- En Centroamérica, la relación entre el Índice Intensidad competitiva y la inversión sigue una U invertida. A bajos niveles de intensidad competitiva, el efecto de introducir operadores incrementa la inversión por operador. Sin embargo, a partir de ciertos niveles, introducir mayor presión competitiva repercute en niveles inferiores de capex.
- Encontramos que el capex por operador se maximiza con unos niveles de EBITDA del operador entre 32 y 38%. Esto significa que los operadores que tienen niveles de rentabilidad por debajo a este rango realizarían mayores inversiones en estructuras de mercado con mayor rentabilidad.

En segundo lugar, el análisis del impacto del número de jugadores y entradas y salidas de operadores de 2013 a 2016 (i.e., ya en período post-apertura de mercado) sobre el desempeño en redes 4G apunta resultados en una dirección similar. Estos resultados se derivan de modelos de velocidades de descarga en red 4G para 52 operadores de 16 países de Centro y Sudamérica.

- El nivel de concentración medido por el HHI tiene un impacto positivo sobre las velocidades de descarga 4G. Por ejemplo, un incremento del HHI de 1000 puntos induce un incremento de velocidades de descarga de aproximadamente 2,7 Mbps.
- Los operadores en mercados con 2 y 3 MNOs experimentan incrementos de velocidades de descarga 4G, en comparación a los operadores en el resto de mercados. Los incrementos son de 8,4 Mbps en operadores en mercados de 2 jugadores, y de 2 Mbps en estructuras de 2 o 3 jugadores (en las estimaciones más conservadoras). Esto corresponde a un incremento del 40% y 10% del desempeño promedio en 4G en Centroamérica, respectivamente.
- Mientras tanto, los operadores en mercados con 4 jugadores o más experimentan una reducción de sus velocidades de 2 Mbps, en comparación con los operadores en el resto de mercados (en las estimaciones más conservadoras). Esta reducción representa un 10% del promedio de velocidades en Centroamérica.

Los resultados subrayan la necesidad de políticas públicas que apoyen la capacidad y los incentivos para la inversión

Los resultados del estudio sugieren que hay una serie de elementos clave que las políticas públicas deberían apoyar, para dar incentivos y capacidad para invertir: entre otros, la escala del operador, la rentabilidad, los márgenes disponibles y la optimización en el uso de espectro. Para ello, se identifican tres ejes clave de acción.

Eje 1: el control de fusiones debe ser consistente con un entorno donde exista capacidad e incentivo para competir en inversión de forma intensa

Todas las Leyes de Defensa de la Competencia en Centroamérica tienen orientaciones que pueden ser equívocas respecto a la definición de mercado, análisis de competencia y de barreras de entrada, llevando esto a una

subestimación de la situación competitiva. En relación a las eficiencias, si bien todas las Leyes incluyen disposiciones similares respecto a su consideración, los dos casos más recientes de evaluación de fusión muestran discrepancias en el grado en que estas se aceptan.

Estas recomendaciones aplican a todos los mercados pero de modo singular se identifican barreras específicas en Panamá –dónde se establece, por regulación, la prohibición de fusiones entre operadores- y en El Salvador –con procesos de control de fusión que han desestimado el rol de las eficiencias.

Política de defensa de la competencia

1. La definición de mercado debe incorporar una mirada prospectiva a las presiones competitivas en el ecosistema digital
 2. Los análisis de mercado deben de evitar utilizar indicadores de poder de mercado y de competencia que pueden ser equívocos
 3. Las barreras de entrada deben de ser evaluadas teniendo en cuenta la innovación inherente en el ecosistema
 4. Las eficiencias deberían ser analizadas con criterios flexibles, a la luz de la evidencia empírica
-

Eje 2: las regulaciones minoristas y mayoristas deben promover entornos rentables y dejar sitio para la competencia

La mayoría de países mantienen regulaciones sobre precios y calidad, en aras de bienestar del consumidor. Estas normativas se encuentran muy orientadas a las ventajas generadas en el corto plazo, sin dar suficiente importancia a un entorno dónde los operadores tengan suficiente rentabilidad y retorno a la inversión.

- 3 de los 6 mercados establecen topes de precios minoristas (Honduras, El Salvador y Nicaragua); regulaciones directas sobre calidad final (Costa Rica, Panamá y Honduras) y limitaciones sobre discriminación de precios (Costa Rica, Panamá y Nicaragua).
- Estas regulaciones se mantienen con las autoridades presumiendo falta de competencia a partir de uso de indicadores que no necesariamente capturan la intensidad competitiva en el mercado.

Regulación minorista y mayorista

1. La regulación de precios minoristas reduce los niveles de inversión y pueden hacer que la provisión de servicios no sea sostenible a largo plazo
 2. Las regulaciones de topes de precios minoristas pueden crear 'puntos de referencia' en competencia de precios
 3. Las regulaciones sobre niveles mínimos de calidad pueden tener efectos contrapuestos
 4. Las barreras a la discriminación de precios reducen el consumo de servicios
-

Eje 3: las regulaciones de espectro deben ser consistentes con su uso eficiente

En promedio, los países de Centroamérica sólo han asignado 100 MHz para servicios 4G, en frente a 163 MHz promedio en América Latina. Teniendo en cuenta todo el espectro asignado a telefonía móvil, Centroamérica sólo ha asignado el 21% de espectro estimado como necesario por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, para una provisión eficiente y eficaz de servicios móviles. Guatemala, Panamá y El Salvador se encuentran especialmente rezagados a este respecto.

Regulación de espectro

1. La asignación de espectro tiene que ser con cantidades suficientes y de forma temprana y adecuada, para un despliegue de cobertura y capacidad sostenible
 2. La optimización del espectro sólo se puede alcanzar con bloques de tamaños grandes y en bandas altas y bajas
-

REFERENCIAS

- Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R. y Howitt, P. (2005), "Competition and Innovation: an inverted U relationship", *The Quarterly Journal of Economics*, Mayo 2005.
- Atasoy, H. (2013), "The Effects of Broadband Internet Expansion on Labor Market Outcomes", *Industrial & Labor Relations Review*, 66(2), 315-345.
- Banco Mundial (2009), "Economic Impacts of Broadband", estudio realizado por Qiang, C., et al. en *Information and Communications for Development*. Disponible en http://siteresources.worldbank.org/EXTIC4D/Resources/IC4D_Broadband_35_50.pdf
- BWB (2016), "An Ex-post Evaluation of the Mergers H3G/Orange and TA/Yess!". Disponible en <https://www.en.bwb.gv.at/News/Seiten/BWB-und-RTR-present-reports-on-the-telecom-sector-enquiry.aspx>
- Canzian, G., P, S., & Schüller, S. (2015), "Broadband Diffusion and Firm Performance in Rural Areas: Quasi-Experimental Evidence", IZA Discussion Papers no. 9429. Disponible en <http://www.econstor.eu/bitstream/10419/124938/1/dp9429.pdf>
- CEPAL (2004), "Regulación y competencia de las telecomunicaciones en Centroamérica: un análisis comparativo", Series de la CEPAL. Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/4942-regulacion-competencia-telecomunicaciones-centroamerica-un-analisis-comparativo>
- CERRE (2015), "Evaluating market consolidation in mobile communications", estudio realizado por Genakos C., Valletti T. & Verboven F. Disponible en http://cerre.eu/sites/cerre/files/150915_CERRE_Mobile_Consolidation_Report_Final.pdf
- CET.LA (2017), "Análisis de competencia en mercados dinámicos", estudio realizado por Frontier. Disponible en <http://cet.la/estudios/cet-la/analisis-competencia-mercados-dinamicos/>
- Czernich, N., et al. (2011), "Broadband Infrastructure and Economic Growth", *The Economic Journal*, Vol. 121, Issue 552.
- DG Competition (2015), "Ex-post analysis of two mergers: T-Mobile/tele.ring in Austria and T-Mobile/Orange in the Netherlands", realizado por Aguzzoni L., et al. Disponible en <http://ec.europa.eu/competition/publications/reports/kd0215836enn.pdf>
- Forman, C., A. Goldfarb & Greenstein, S. (2012), "The Internet and Local Wages: A Puzzle", *American Economic Review*, 102, 556-575.
- Frontier (2015), "Assessing the case for in-country mobile consolidation", estudio preparado para la GSMA. Disponible en <http://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2015/02/Assessing-the-case-for-in-country-mobile-consolidation-report.pdf>
- GSMA (2017), "Assessing the impact of mobile consolidation on innovation and quality". Disponible en <https://www.gsmaintelligence.com/research/2017/09/assessing-the-impact-of-mobile-consolidation-on-innovation-and-quality/643/>
- Houngbonon, G.V. (2015), "The Impact of Competition on the Price of Wireless Communications Services", working paper. Disponible en https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db_name=EARIE42&paper_id=108
- Houngbonon, G.V. & Jeanjean, F. (2016a), "Optimal market structure in the wireless industry", *Information Economics and Policy*, 38, 12-22. Disponible en http://econpapers.repec.org/article/eeeiepoli/v_3a38_3ay_3a2017_3ai_3ac_3ap_3a12-22.htm
- Houngbonon, G.V. & Jeanjean, F. (2016b), "What level of competition intensity maximises investment in the wireless industry?", *Telecommunications Policy*, 40(8), 774-790. Disponible en <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2983042>
- HSBC (2015). "Supersonic: European telecoms mergers will boost capex, driving prices lower and speeds higher". Disponible en <http://www.orange.com/fr/content/download/33263/1086075/version/2/file/Supersonic+13.04.15.pdf>
- Jeanjean, F. (2015), "What causes the megabyte price drop in the mobile industry?", *Journal of Industrial and Business Economics*, Vol. 42, Issue 3.

Kandilov, I., T. & Renkow, M. (2010), “Infrastructure Investment and Rural Economic Development: An Evaluation of USDA's Broadband Loan Program”, *Growth and Change*, 41, 165-191.

Katz, R. (2009), “Banda Ancha, Digitalización y Desarrollo”, presentación basada en análisis para el CEPAL. Disponible en <https://www.cepal.org/socinfo/noticias/noticias/8/46168/Raul_L._Katz.pdf>

Katz, R. (2015), “El ecosistema y la economía digital en América Latina”, estudio realizado para la Fundación Telefónica. Disponible en <https://www.fundaciontelefonica.com/arte_cultura/publicaciones-listado/pagina-item-publicaciones/itempubli/430/>

Leighton, W.A. (2009), “Measuring the Effects of Spectrum Aggregation Limits: Three Case Studies from Latin America”. Disponible en <<https://ssrn.com/abstract=1494371>>

Nicolle, A., et al. (2018), “The impact of competition, investment, and regulation on prices of mobile services: evidence from France”, *Economic Inquiry*, Enero 2018.

McCoy, D., Lyons, S., Morgenroth, E., Palcic, D., Allen, L. (2018), “The impact of broadband and other infrastructure on the location of new business establishments”, *J Reg Sci*, 2018, 1–26. Disponible en <<https://doi.org/10.1111/jors.12376>>

Roetter, M. (2011), “Spectrum for Mobile Broadband in the Americas: Policy Issues for Growth and Competition”, estudio preparado para la GSMA. Disponible en <<https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2011/01/gsamaamericasmbspectrumpaperjan2011-1.pdf>>

RTR (2016), “Ex-post analysis of the merger between H3G Austria and Orange Austria”. Disponible en <https://www.rtr.at/en/inf/Analysis_merger_H3G_Orange/Ex_post_analysis_merger_H3G_Orange_RTR.pdf>

Telstra (2009), “Building the Business Case for Mobile Broadband: The HSPA Evolution Path”. Disponible en <<https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2012/03/22092009182239.pdf>>

WIK (2015), “Competition & Investment: An analysis of the drivers of investment and consumer welfare in mobile communications”, estudio preparado para Ofcom, realizado por Elixmann D., et al. Disponible en <http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/dcr_discussion/annexes/Competition_and_investment_mobile.pdf>

Nuevos Modelos Disruptivos para los Operadores de Telecomunicaciones en un Nuevo Entorno Digital

Christian James Aguilar Armenta¹
Instituto Federal de Telecomunicaciones
james.aguilar@ift.org.mx

BIOGRAFÍA

Christian James Aguilar Armenta: Doctor en Electrónica por la Universidad de York, Reino Unido. Ingeniero en Telecomunicaciones por la Universidad Nacional Autónoma de México. Investigador en el Centro de Estudios del Instituto Federal de Telecomunicaciones, México.

RESUMEN

Sabemos que el nuevo ecosistema digital trae consigo el surgimiento de nuevos servicios en telecomunicaciones, lo cual a su vez conlleva oportunidades y desafíos, tanto para operadores como para reguladores. Por tanto, resulta fundamental conocer el estado actual de éste, con la finalidad de entender y tratar de predecir el papel que desempeñarán los operadores en la cadena de valor de nuevos modelos de negocio, los tipos de interacción que tendrán con otros actores involucrados, así como los posibles impactos regulatorios. Para contribuir a tal fin, en este artículo presentamos una revisión de modelos de negocio de reciente creación, en los que los operadores son los actores principales. Tras un análisis detallado de los casos más relevantes, exponemos los desafíos regulatorios que representan en la actualidad, así como sus potenciales implicaciones en materia de competencia económica.

Palabras clave

Nuevo ecosistema digital, nuevos modelos de negocios, operadores de telecomunicaciones, 5G, regulación.

INTRODUCCIÓN

En un artículo publicado en 2015 (Rotolo, Hicks y Martin, 2015) se define el término “tecnología emergente” como:

una tecnología radicalmente innovadora y con un crecimiento relativamente acelerado, que se caracteriza por un cierto grado de coherencia que perdura a lo largo del tiempo y que tiene el potencial de ejercer un impacto considerable en el o los ámbitos socio-económicos, en cuanto a la composición de los actores involucrados, las instituciones y los patrones de interacción entre ellos, junto con el conocimiento sobre los procesos de producción asociados a éste. Su impacto más prominente, sin embargo, está en el futuro, y por esta razón, en la fase emergente, éste es ambiguo e incierto.

A nuestro juicio, esta definición resulta un buen punto de partida para explorar el nuevo ecosistema tecnológico digital y sus implicaciones para el sector de las Telecomunicaciones, considerando que involucra algunos de los asuntos fundamentales que ocupan a los reguladores del sector. Este nuevo ecosistema digital está particularmente relacionado con cuestiones de “innovación”, “crecimiento acelerado”, “coherencia a lo largo del tiempo” y sobre todo con el papel que van a desempeñar los principales “actores involucrados” y sus “interacciones”. Además, resulta importante conocer el potencial “impacto” que puede generar sobre el ámbito socioeconómico, el cual resulta complicado de predecir.

En este artículo nos ocuparemos precisamente de analizar el nuevo ecosistema digital, el potencial impacto que tiene entre los actores involucrados para la provisión de un servicio y en predecir sus posibles implicaciones regulatorias

¹ El contenido de este artículo así como las conclusiones que en él se presentan son responsabilidad exclusiva del autor y no reflejan necesariamente las del Centro de Estudios, ni las del Instituto Federal de Telecomunicaciones.

y en materia de competencia económica. Para tal fin, comenzaremos por presentar un análisis de la participación que los operadores de telecomunicaciones tienen en los nuevos modelos de negocio en la actualidad. Posteriormente, abordaremos las potenciales repercusiones y desafíos que representan estos nuevos modelos de negocio, tanto para los operadores como para los reguladores.

NUEVO ECOSISTEMA DIGITAL

Las tecnologías digitales han permitido que las comunicaciones entre las personas sean más rápidas, sencillas y que trasciendan fronteras, facilitando, entre otros muchos sectores, la economía digital (Brynjolfsson y McAfee, 2011). Sin embargo, la evolución de la digitalización ha sido tan rápida que en la actualidad constituye un desafío para todos los sectores de la industria y de la sociedad. Uno de los mayores impactos del nuevo ecosistema digital recae en la cadena de valor con la que tradicionalmente los operadores ofrecen sus servicios de voz, SMS, datos y acceso a Internet a los usuarios a través de planes tarifarios.

La versatilidad de conectividad que actualmente ofrecen las redes de telecomunicaciones, las capacidades de los dispositivos inteligentes y la evolución del Internet han permitido que los operadores sean testigos del desarrollo de nuevos modelos de negocio y de monetización, creados particularmente por desarrolladores de servicios y aplicaciones que se ofrecen a través de Internet y que comúnmente son conocidos como Over-The-Top (OTT). La proliferación de los OTTs ha generado que los operadores ya no sean los únicos que ofrezcan los servicios tradicionales de voz, mensajes y datos a través de sus propias redes. Desde el inicio de los OTTs en el año 2011 (Begen, Akgul y Baugher, 2011), la cantidad de datos que se transmiten a través de las redes de los operadores se ha incrementado de manera exponencial.² Este crecimiento inusitado de tráfico ha generado que los operadores manifiesten de manera recurrente, dentro del debate de la neutralidad de la red, los altos niveles de congestión en sus redes.

Más allá de la congestión que sufren las redes de los operadores y de la posible necesidad de establecer un mecanismo que permita cubrir los costos de dicha congestión, es importante resaltar que en estos modelos de negocio la participación de los operadores podría verse relegada a ser únicamente proveedores de conectividad. Sin embargo, los OTTs se han convertido más en aliados que adversarios para los operadores en la provisión de algunos servicios en este nuevo ecosistema, dado que los operadores han decidido unir fuerzas e incluir los servicios de los OTTs como parte de los paquetes que ofrecen a sus usuarios.³ De esta manera, pareciera que los operadores están dispuestos, al menos por el momento, de proveer conectividad a cambio de ser partícipes de la monetización que generan los nuevos modelos de negocios de los OTTs.

A pesar de lo anterior, el nuevo ecosistema tecnológico supone impactos mayores que van más allá de los servicios que puedan ofrecer los OTTs, así como de los mecanismos que se puedan establecer para la compartición “justa” de las ganancias con los operadores. El nuevo ecosistema tiene el potencial de atraer a diversos actores del mundo digital e incrementar su participación con nuevos servicios y tecnologías innovadoras en la cadena de valor de los operadores. Es decir, puede crear mayores oportunidades y beneficios para todos los actores involucrados: operadores, desarrolladores de plataformas y aplicaciones, proveedores de tecnología y dispositivos (*vendors*), fabricantes de equipos, industrias verticales, intermediarios (e.g. agregadores), entre otros, sin dejar de considerar a los gigantes de las tecnologías como Google, Apple, Microsoft, Intel, etc. En particular, consideramos que el éxito de la participación de los actores dependerá de su habilidad para satisfacer las necesidades específicas de los usuarios.

Hasta este punto hemos hablado del posible impacto del nuevo ecosistema, pero ¿qué hace que este nuevo ecosistema sea tan atractivo y prometedor? Ya hemos mencionado que las tecnologías digitales han sido las impulsoras de toda esta revolución; sin embargo, algunas de estas han sido desarrolladas para solucionar problemas específicos de los sistemas de comunicaciones y que en conjunto van a permitir crear servicios y soluciones nunca antes vistos. En este caso nos referimos a las tecnologías que son indispensables para el desarrollo de la nueva generación de redes inalámbricas 5G, las cuales aportarán atributos diferentes en comparación con las actuales redes 4G, a saber: MIMO, beam-forming, Software Defined Networking (SDN) y Network Function Virtualization (NFV). Estas dos últimas en particular permitirán que una misma red física pueda soportar varias redes virtuales (*Network Slicing*) con atributos específicos para satisfacer necesidades específicas (Osseiran, Monserrat y Marsch, 2016). Esta capacidad genera un sin número de posibles servicios que hasta el momento no hemos visto. Estas tecnologías en combinación con el despliegue masivo de antenas pequeñas (*small cells*), que operarán en frecuencias altas del espectro radioeléctrico (*mmWave bands*), permitirán que las redes inalámbricas 5G tengan particularmente la capacidad de: 1) brindar mayor velocidad y banda ancha (xMBB); 2) soportar la conectividad masiva de diversos dispositivos

² <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/november-2017/mobile-data-traffic-growth-outlook>

³ Operator-OTT Partnerships Tracker: 3Q17, Ovum (2017).

(mMTC); y 3) proveer conectividad con muy baja latencia y con un alto nivel de confiabilidad (uMTC) (Osseiran et al., 2016).

Además, por si fuera poco, nos encontramos en una época en la cual ya existen diversas tecnologías inalámbricas que complementarán el desarrollo de las redes 5G: 3.5G, 4G-LTE, Wi-Fi, Bluetooth, entre otras, así como nuevas que están en proceso de maduración: NB-IoT, LTE-M, RFID, y aquellas que emplean espectro de uso libre: SigFox y LoRa, sin dejar de lado las tecnologías satelitales. Por otra parte, también hay tecnologías que sin ser parte de las redes 5G serán cruciales para su buen funcionamiento: Big Data/Data Analytics, Artificial Intelligence (AI), Edge Computing, Realidad Virtual/Realidad Aumentada y Blockchain, por mencionar solo algunas de las más importantes. El impacto que tendrá este nuevo ecosistema tecnológico es tan significativo que los organismos de estandarización ya han estado trabajando en crear los estándares que definirán la arquitectura y los requerimientos tecnológicos de las redes 5G: Release 15 de 3GPP e IMT-2020 de UIT.⁴

Como vemos este nuevo ecosistema digital, conformado por diversas tecnologías, permitirá que el horizonte de oportunidades para los operadores de telecomunicaciones no se limite a ofrecer únicamente súper conectividad sino a ofrecer soluciones específicas a industrias, empresas, gobiernos, casas residenciales y a usuarios en general, tanto en zonas urbanas como en rurales. No obstante, tal como lo mencionamos, estas oportunidades no se presentarán únicamente para los operadores sino también para todos los actores involucrados en el ecosistema. Es justo aquí donde los nuevos modelos disruptivos de negocio surgen y donde la cadena de valor se modificará debido a la participación de más actores. ¿Cuál será entonces el papel que desempeñarán los operadores en este nuevo ecosistema? ¿Cuáles serán los desafíos regulatorios y de competencia económica que originarán estos nuevos modelos de negocio?

En este artículo trataremos de responder estas preguntas, analizando algunos casos reales en los que los operadores tienen participación actualmente y explorando las implicaciones regulatorias a las que probablemente se enfrentaran los reguladores y gobiernos.

METODOLOGÍA

La metodología que utilizamos para lograr el objetivo de este artículo consistió en una revisión sistemática de diversas fuentes de información con el fin de identificar: 1) los nuevos modelos de negocio con los que los operadores pueden generar ganancias mediante la comercialización a un tercero; 2) las implicaciones de competencia económica; y 3) los desafíos regulatorios.

Para lo anterior, nuestro universo bajo análisis fue la economía digital y las tecnologías digitales que permiten el desarrollo de nuevos modelos de negocio. La combinación booleana de términos de búsqueda que utilizamos, para poder delimitar el conjunto de fuentes bibliográficas, fueron todos aquellos que están relacionados con el nuevo ecosistema tecnológico más los términos que permitieran identificar a los operadores. Es decir, términos relacionados con las tecnologías de IoT (smart cities, home, energy, autonomous vehicles, etc), con las tecnologías 5G, y con Big Data, Data Analytics, Edge Computing, AI, Virtual Reality/Augmented Reality, Media and Entertainment, entre otras, más el término que hiciera referencia a los operadores (e.g. communications service provider, Telcos, network operator, etc).

Particularmente, nuestra revisión sistemática consistió en buscar información de fuentes bibliográficas de bases de datos académicas (e.g. IEEE, Science Direct, Elsevier, etc), de organismos de estandarización de las telecomunicaciones (e.g. ETSI, ITU, 3GPP), de las páginas de Internet de los operadores y de documentos informativos de análisis, opinión o prospectiva de empresas de consultoría, o de medios informáticos especializados en noticias relacionadas con tecnología y el mundo de los negocios.

Una vez que obtuvimos y realizamos un análisis exhaustivo de la información relevante, elaboramos una tabla que contiene campos específicos para: 1) identificar el caso de uso (*use case*); 2) describir el servicio; 3) identificar los requerimientos de una red; 4) describir el nuevo modelo de negocio y la participación de los operadores; 5) identificar de manera general las implicaciones de competencia económica; y finalmente para 6) identificar los desafíos regulatorios de cada caso. Posteriormente clasificamos e incluimos en un mismo grupo general los casos que resultaron similares respecto a sus requerimientos de red, así como de sus implicaciones de competencia y desafíos regulatorios. Finalmente, seleccionamos los casos más representativos para el propósito de este artículo.

RESULTADOS

Hasta el momento no existe el lanzamiento de una red a gran escala 5G en ningún país, sólo se han realizado pruebas pre-comerciales de servicios 5G. Un caso de este tipo fueron los servicios que proporcionó KT Mobile en los juegos

⁴ http://www.3gpp.org/NEWS-EVENTS/3GPP-NEWS/1937-5G_DESCRIPTION

olímpicos de invierno en Corea del Sur de este año.⁵ De hecho, se espera que los estándares tecnológicos para las redes 5G de 3GPP e ITU estén totalmente listos en este año para las redes que tengan planeado iniciar operaciones en 2019.⁶ A pesar de esto, en la actualidad existen servicios y soluciones, diferentes a los tradicionales, del nuevo ecosistema digital que dan origen a nuevos modelos de negocio y de los que son parte los operadores. Sin embargo, estos nuevos servicios son de creación muy reciente y muchos de estos casos aún no están documentados en bases de datos académicas, lo que propició que nuestra principal fuente de información hayan sido los medios informáticos especializados en tecnología y las páginas de Internet de los propios operadores.

Con la revisión sistemática que realizamos de estas fuentes de información pudimos identificar 26 casos en los que los operadores son los principales actores en la provisión de un servicio o solución del nuevo ecosistema digital. Es importante resaltar que ni la cantidad de casos ni la manera en que se identificaron son lo más significativo para este artículo; lo que realmente es sustantivo en este caso fue la identificación de las oportunidades que existen para los operadores en el nuevo ecosistema digital, y, sobre todo, la posibilidad de predecir las potenciales implicaciones regulatorias y de competencia económica que estos nuevos modelos de negocio significan para el sector. Por lo tanto, en esta sección nos enfocamos solamente en cinco casos representativos, con el fin de sintetizar y transmitir la información más relevante, de suerte que se expongan de manera clara las potenciales implicaciones más importantes de competencia económica y regulación para cada caso en específico. Nuestro criterio de inclusión principal para estos cinco casos es la clasificación que realizamos tras considerar todos los casos encontrados: IoT, Big Data, Blockchain, Inteligencia Artificial (AI) y Media & Entertainment. La tabla 1 presenta estos cinco casos.

La tabla 1 nos permite conocer los detalles de algunos de los nuevos servicios que los operadores están ofreciendo actualmente y que están fuera del universo de servicios que tradicionalmente ofrecían y que eran de su dominio. También nos permite observar la forma en que comercializan estos servicios en asociación con otros actores involucrados, y sobre todo nos permite identificar las potenciales implicaciones en materia de competencia y de regulación para cada caso en específico. Sin embargo, con el fin de presentar de manera esquemática todos los casos que analizamos y observar a cuál modelo de implementación o sector está dirigido cada servicio, de los cinco modelos identificados por Taga et al. (Taga, Swinford y Peres, 2017) para el despliegue de servicios 5G por parte de los operadores, la Figura 1 muestra los sectores específicos a los que están dirigidos los servicios y soluciones que encontramos de un mismo grupo general.

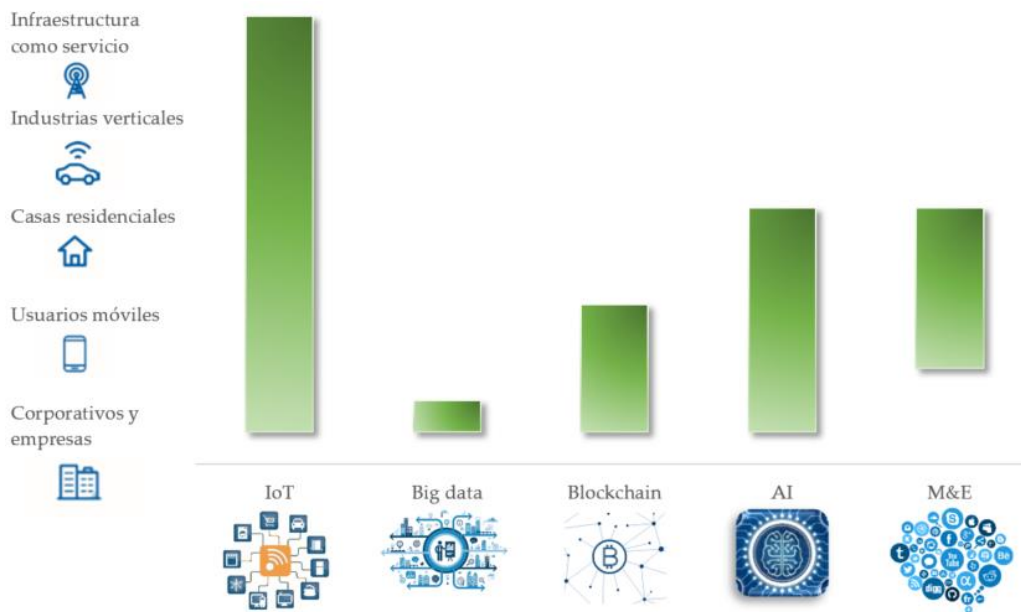


Figura 1. Representación esquemática de los servicios por grupo general

⁵ International Olympic Committee, “Fans of the Olympic Winter Games 2018 to experience world’s first broad-scale 5G network”, 9 February 2018. Available at: <https://www.olympic.org/news/fans-of-the-olympic-winter-games-2018-to-experience-world-s-first-broad-scale-5g-network>

⁶ <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/wireless/5g-is-meeting-its-targets-for-2020-commercial-rollout>

Tabla 1. Selección de *use cases*

<i>Use case</i>	Servicio	Requerimientos de una red	Modelo de negocio	Implicaciones de Competencia	Desafíos regulatorios
Vehículos autónomos (IoT) (1. Pedro Tomás, “South Korea allows KT self-driving bus”)	Plataforma integral de red móvil que permite proporcionar la conectividad, gestión y control para autos autónomos en Corea del Sur.	Baja latencia; Alta confiabilidad; Alta velocidad; Alta disponibilidad; Densidad de conexión; Densidad de volumen; Cobertura (movilidad); Seguridad <i>Data analytics</i> ; AI.	Comercialización de la tecnología <i>5G self-driving technologies</i> consistente en capacidad de red (banda 28 GHz), AI, sensores y mapas 3D HD por parte de SK Telecom para proporcionar conectividad, gestión y control de vehículos autónomos. SK Telecom en asociación con Nvidia y LG Electronics, así como en colaboración con <i>The Korean Transportation Safety Authority</i> y la Universidad de Seúl.	* Asociación del operador con fabricantes de dispositivos, desarrolladores de sistemas de procesamiento de datos y de AI; * Posible distorsión de la neutralidad a la competencia (participación del gobierno); * Posible diferenciación de tarifas por servicio, conexión o dispositivo conectado a la red; * Posibles barreras a la entrada para otros operadores.	* Seguridad, privacidad y protección de los datos; * Adopción de estándares y arquitecturas abiertas; * Interconexión e interoperabilidad entre sistemas; * Asegurar neutralidad tecnológica; * Homologación de dispositivos; * Calidad de los servicios; * Regulación ética y legal de sistemas AI; * Delimitación de responsabilidades; * Conectividad sin fronteras (i.e. <i>roaming internacional</i>); * Acceso a infraestructura (<i>small cells</i>); * Espectro y modelos de asignación adecuados.
Big Data (2. Pedro Tomás, “Telefonica launches big data services unit”)	Unidad de servicios de Big Data de Telefónica para brindar un servicio de análisis de información a sus clientes para mejorar su administración de los recursos y proceso de toma de decisiones.	<i>Data analytics</i> ; Cloud computing; Seguridad; Cobertura.	Comercialización de tres líneas de negocio de Big Data: 1) <i>Business Insight</i> : proporciona a las empresas datos agregados y anónimos que se recolectan de la red de Telefónica; 2) <i>Synergic Partners</i> : proporciona servicios de análisis y consultoría de los datos; y 3) Big Data como servicio: a empresas para que hagan un mejor uso de sus propios datos, a través de la nube de Telefónica.	* Concentración con los proveedores expertos de sistemas de procesamiento y análisis de datos por parte del operador; * Posible exclusividad de acceso a insumos esenciales (datos de los usuarios).	* Seguridad, privacidad y protección de datos; * Adopción de estándares de seguridad; * Asegurar neutralidad tecnológica.

Blockchain (3. Cem Sentürk, "City Pass")	Aplicación para pagar múltiples servicios como renta de bicicletas, acceso a lugares turísticos, acceso a albercas, etc. de manera segura a través de una sola interfaz que permite la autenticación y transacción directa con la plataforma.	Baja latencia; Alta disponibilidad; Cobertura; Alta confiabilidad; Alta seguridad; Alta velocidad; Densidad de conexión; <i>Cloud computing</i> ; <i>Data analytics</i> ; AI.	Comercialización del servicio <i>City Pass</i> por Deutsche Telekom, para realizar transacciones digitales directas, seguras y descentralizadas entre el usuario y la plataforma. Sistema abierto e independiente para la integración de más servicios.	* Posible asociación del operador con desarrolladores de plataformas y aplicaciones de blockchain, de redes sociales, de almacenamiento en la nube y de transporte; * Posibles barreras a la entrada para otros operadores;	* Regulación y validación de las transacciones digitales; * Seguridad, privacidad y protección de datos; * Adopción de estándares de seguridad y de interoperabilidad para transacciones electrónicas; * Regulación ética y legal de los sistemas de AI.
AI (4. Pedro Tomás, "SK Telecom unveils AI service")	Dispositivo (altavoz) con reconocimiento de voz que funciona como asistente virtual para el control de casas inteligentes, música, información sobre el clima y tráfico, asistencia en comercio electrónico y reproducción de multimedia.	<i>Cloud computing</i> ; <i>Data analytics</i> ; AI; <i>Machine learning</i> ; Disponibilidad; Seguridad; Densidad de conexión; Interoperabilidad.	Comercialización del dispositivo de asistencia virtual por parte de SK Telecom, con interfaz abierta para incorporar otros dispositivos y servicios de AI al ecosistema. SK Telecom integrará a otros desarrolladores de AI para robustecer el ecosistema.	* Posible asociación del operador con fabricantes de dispositivos, desarrolladores de plataformas y aplicaciones de AI; * Posibles barreras a la entrada para otros operadores.	* Seguridad, privacidad y protección de datos; * Regulación ética y legal de los sistemas AI; * Delimitación de responsabilidades; * Adopción de estándares y neutralidad tecnológica;
Media & Entertainment (5. Mike Dano, "5G during Winter Games")	Prueba de red comercial de servicios 5G en los juegos olímpicos de invierno en Corea del Sur para proveer servicios de: 1) transmisión 4K y visión en 360°; 2) VR; 3) conectividad masiva de dispositivos y control con <i>Edge Computing</i> ; 4) alta velocidad; y 5) mejor banda ancha.	Alta velocidad; Alta confiabilidad; Banda ancha; Baja latencia; Densidad de volumen; Densidad de conexión; Cobertura; Calidad; Disponibilidad; Seguridad; Eficiencia espectral y energética; <i>Edge computing</i> ;	Comercialización de servicios 5G por parte de KT, Intel, Toyota, Samsung y Ericsson. Particularmente, Intel proporciona la plataforma FlexRAN y la tecnología de <i>Edge Computing</i> , así como funciones de <i>Cloud Computing</i> y <i>data centers</i> ; Samsung y Ericsson, en colaboración directa con KT, proporcionan la red 5G en la banda de 28 GHz. Las pruebas de la red sientan las bases para la comercialización de servicios 5G de KT.	* Asociación del operador con desarrolladores de plataformas y servicios de <i>Cloud Computing</i> , <i>Edge Computing</i> , VR/AR, AI y con <i>vendors</i> de tecnología 5G; * Posible diferenciación de tarifas por servicio, conexión o dispositivo conectado a la red; * Posibles acuerdos de exclusividad para el acceso a infraestructura del operador;	* Seguridad, privacidad y protección de los datos; * Adopción de estándares y arquitecturas abiertas; * Interconexión e interoperabilidad entre sistemas; * Asegurar neutralidad tecnológica; * Calidad de los servicios; * Espectro y modelos de asignación adecuados.

		<p><i>Cloud computing;</i> AI/VR/AR; MIMO y <i>Beam-forming</i>.</p>		<p>* Posibles barreras a la entrada de otros participantes.</p>	<p>* Flexibilidad a nuevos entrantes en diversos escenarios; * Acceso a infraestructura (<i>small cells</i>); * Regulación ética y legal de los sistemas AI; * Delimitación de responsabilidades;</p>
--	--	--	--	---	--

La Figura 1 muestra la distribución particular de los 26 casos que encontramos y que clasificamos por grupo general. Por ejemplo, los casos que identificamos de IoT son servicios que están dirigidos prácticamente a todos los sectores de implementación de mayor interés para los operadores. Por otra parte, los servicios de Big Data están dirigidos únicamente a satisfacer las necesidades de los corporativos y de las empresas, a diferencia de los servicios de Blockchain que además están dirigidos a los usuarios móviles. Finalmente, los servicios de AI están dirigidos a proporcionar soluciones a las casas residenciales, usuarios móviles y corporativos, a diferencia de los servicios de M&E que evidentemente están mayormente dirigidos a los usuarios móviles y de las casas residenciales. La distribución y relación que tienen los servicios que exponemos con los cinco sectores de implementación, identificados como los de mayor interés para los operadores (Taga et al., 2017), no representan una distribución generalizada ni mucho menos una representación estándar de los nuevos servicios digitales que existen hoy en el mercado. Por el contrario, sólo representan la distribución particular de los servicios que encontramos y que nos sirven de referencia para el objetivo de este artículo. No obstante, consideramos que no es coincidencia que la mayoría de los actuales servicios que proporcionan los operadores en este nuevo ecosistema son soluciones de IoT, probablemente por ser los servicios que aprovechan la infraestructura y experiencia de los operadores de mejor manera.

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

El propósito de esta sección es predecir e indicar los aspectos que consideramos requieren atención por parte de los reguladores, partiendo del análisis de todos los nuevos modelos de negocio que encontramos y en los cuales los operadores son los principales actores. El objetivo general es ayudar a que los reguladores puedan anticipar las necesidades para incentivar la inversión por parte de los operadores y en especial favorecer el desarrollo del nuevo ecosistema digital en México en beneficio de todos los usuarios. En las siguientes subsecciones presentamos una explicación breve de cada uno de los aspectos que consideramos son de relevancia para las autoridades en materia de competencia económica y regulación, y que están presentes en los casos de esta investigación.

Implicaciones en material de competencia económica

Asociación o Integración Vertical. Las asociaciones de los operadores con otros actores involucrados en la provisión de un servicio o solución resultaron ser una opción para la mayoría de los nuevos modelos de negocio que encontramos. Muchos de los servicios requieren de la experiencia de terceros expertos en nichos de mercado de diversos sectores. De ahí que las asociaciones sean una opción para los operadores con el fin de proveer una solución específica, disminuir el riesgo, aumentar la rentabilidad de sus redes y tener incentivos a la inversión.

Posibles barreras a la entrada. Las asociaciones de los operadores con otros actores que pertenecen a la cadena de producción y distribución de los servicios pueden generar barreras de entrada para otros operadores y proveedores de tecnología, equipo, plataformas o aplicaciones.

Diferenciación de tarifas por servicio. Muchos de los nuevos servicios que encontramos, particularmente los que agrupamos en IoT, involucran la conexión de diversos dispositivos que forman parte de un mismo servicio general; sin embargo, algunos operadores aplican tarifas por cada dispositivo adicional conectado (e.g. smart home); otros, por el contrario, establecen tarifas mensuales que permiten la conexión de un grupo de dispositivos del servicio específico. La falta de un plan tarifario claro para nuevos servicios que involucran la conexión de varios dispositivos podría afectar el balance entre el costo-beneficio que adquieren los usuarios y los costos que requieren recuperar los operadores.

Posible distorsión de la neutralidad a la competencia. En algunos servicios identificamos la colaboración del gobierno, particularmente para facilitar el acceso a infraestructura pública. La participación adecuada del gobierno facilita el despliegue y desarrollo de nuevos servicios para los usuarios. Sin embargo, es fundamental que el gobierno no genere distorsiones al mercado como consecuencia de su poder sobre la propiedad pública.

Posibles barreras de acceso a insumos esenciales. En algunos de los servicios, particularmente los servicios de Big Data, los operadores utilizan como insumo esencial los datos agregados y anónimos que recolectan de sus usuarios. Esto potencialmente tiene muchas implicaciones, particularmente sino existe un control adecuado para la protección y seguridad de los datos. Sin embargo, lo que queremos resaltar en este punto es el potencial control que un incumbente podría tener al proveer un servicio cuyo insumo esencial fueran los datos que recolecta de su red; es decir, sus competidores estarían en desventaja al no contar con el suficiente insumo esencial para brindar servicios similares.

Desafíos regulatorios

Espectro. El espectro no deja de ser fundamental y la necesidad de usar más espectro tampoco. En particular, identificamos que los servicios que requieren transmitir grandes cantidades de información generalmente utilizan espectro de ondas milimétricas (*mmWave bands*) o bandas altas (e.g. vehículos autónomos, smart cities, M&E, etc). No obstante, el nuevo ecosistema digital también requiere de las bandas de frecuencias bajas para estos y otros servicios. Los segmentos del espectro necesarios para el ecosistema se pueden generalizar en tres rangos de frecuencias: < 1 GHz, 1 – 6 GHz, y > 6GHz, tanto de espectro identificado como de aquel que aún requiere exploración. Particularmente encontramos que las bandas de 600 y 700 MHz son importantes para el rango por debajo de 1 GHz. La banda de frecuencias 3.4 – 4.2 GHz es significativa en el segmento 1 – 6 GHz, sin dejar de mencionar que encontramos un servicio de vehículos autónomos, del que forma parte AT&T, que utiliza la banda de 5.9 GHz. La banda de frecuencias 24.25 – 27.5 GHz destaca entre las frecuencias por encima de 6 GHz; sin embargo, hay otras que están en proceso de identificación por parte de la CMR-19 y que son candidatas a ser ampliamente usadas para el ecosistema (i.e. 45.5 – 50.2 GHz, 66 - 76 GHz y 81 – 86 GHz).

También identificamos que es necesario explorar modelos adecuados de asignación del espectro tanto para zonas aisladas (e.g. smart farming) como para áreas confinadas o delimitadas (e.g. smart factory) que requieren soluciones específicas. El espectro de uso libre puede no ser suficiente para servicios que requieren mayor seguridad y confiabilidad. Consideramos importante explotar aún más el uso secundario del espectro, así como otras técnicas de compartición en frecuencias altas que experimentan propagación limitada y menores interferencias. Las economías de escala podrían beneficiarse de una mayor participación de nuevos entrantes que deseen desplegar redes privadas y que adquieran espectro propio.

Infraestructura. De la misma manera que el espectro, el acceso a la infraestructura es indispensable para el buen desarrollo del ecosistema. Servicios como los que se ofrecieron en los juegos olímpicos de invierno en Corea del Sur requirieron del acceso a infraestructura para instalar pequeñas antenas y así poder ofrecer mayor velocidad y mejor banda ancha. Es necesario crear modelos adecuados de compartición de infraestructura, principalmente para lugares confinado o *indoors* en zonas urbanas. La participación de nuevos entrantes que tengan el interés de participar en la densificación de antenas en zonas urbanas y que pretendan comercializar su infraestructura, sin dejar de considerar la posibilidad de que también adquieran espectro para ofrecer capacidad en zonas específicas, podría ser otro factor importante que impulse el desarrollo del ecosistema.

Arquitecturas abiertas. Los servicios de IoT son los que principalmente requieren que las arquitecturas de los sistemas sean abiertas, para garantizar la interconexión e interoperabilidad con otros sistemas o redes. La interconexión de redes ha sido fundamental para la conectividad global; sin embargo, consideramos indispensable que los reguladores estén muy atentos de la utilización de nuevas tecnologías para este nuevo ecosistema y aseguren tanto la neutralidad tecnológica como la adopción de estándares internacionales entre los operadores, para garantizar la eficaz interoperabilidad de los distintos sistemas o redes. De los servicios de IoT que encontramos e identificamos que emplean Edge Computing (i.e. vehículos autónomos, logística, M&E) observamos que la interoperabilidad es imprescindible para garantizar la seguridad y continuidad del servicio.

Calidad de los servicios. Varios reguladores han establecido parámetros para garantizar que los operadores ofrezcan sus servicios con niveles mínimos de calidad; sin embargo, estos estándares de calidad se limitan principalmente a regular los servicios de voz, SMS y transferencia de datos que tradicionalmente ofrecen los operadores, a través del cumplimiento de índices de calidad como velocidades mínimas de transferencia de datos (*throughput*). Con la diversificación de servicios en este nuevo ecosistema, observamos que los estándares de calidad también tendrán que ampliar su alcance. De los servicios que encontramos, identificamos que varios requerirían estándares claros de calidad, particularmente los que requieren baja latencia, densidad de conexión de varios dispositivos, densidad de

volumen de tráfico, alta disponibilidad y confiabilidad, sin descartar los parámetros tradicionales de velocidad y banda ancha. El establecimiento de índices de calidad para varios de estos parámetros es indispensable para garantizar la seguridad de las personas en algunos servicios (e.g. vehículos autónomos, smart factory).

Diferenciación de servicios. Una de las características esenciales de las redes 5G, que representa una mejora sobre las redes 4G, es el *network slicing*. Las tecnologías que conformarán a las redes 5G permitirán que una red física pueda soportar varias redes virtuales con diferentes características de desempeño. Esto en teoría permitirá que un operador pueda brindar diversos servicios con requerimientos específicos a través de una misma red sin degradar, modificar o interferir el tráfico y desempeño de los distintos servicios que se transmiten en la red. De ser así, los reguladores tendrían que establecer reglas claras para evitar que se violen algunas de las reglas de neutralidad de la red como las publicadas por la Unión Europea.⁷ En particular, los reguladores tendrían que establecer algo similar a lo siguiente: 1) la capacidad de la red debe ser suficiente para proporcionar los servicios especializados en adición a cualquier servicio de acceso a Internet que se provea; 2) los servicios especializados no son usados ni ofrecidos como reemplazo del servicio de acceso a Internet; y 3) los servicios especializados no deben disminuir la disponibilidad o la calidad del servicio de acceso a Internet de los usuarios.

Regulación ética y legal de sistemas AI. La adopción creciente de sistemas de AI en nuestra vida diaria genera muchas expectativas, pero también muchas inquietudes relacionadas con efectos involuntarios que estos sistemas pudieran originar de manera autónoma. La seguridad y la privacidad son los aspectos que más preocupan a las personas con el uso de sistemas AI, particularmente por la falta de un panorama ético y legal claro que delimite los alcances y las responsabilidades de estos sistemas. El potencial de los sistemas AI es muy amplio; sin embargo, entre los servicios que encontramos y en los que se usan los primeros sistemas de AI, identificamos que su principal función es automatizar y hacer más eficiente el procesamiento de datos, particularmente de los servicios que involucran la adquisición masiva de datos (e.g. control aéreo de drones, vehículos autónomos, smart factory). No obstante, los operadores tienen planeado acrecentar las capacidades de sus sistemas de AI para mejorar y ampliar las capacidades de sus servicios.

Delimitación de responsabilidades. La delimitación de responsabilidades en los efectos que pudiera tener un servicio podría limitarse a simplemente identificar quién es el actor involucrado responsable de algún efecto o, por el contrario, ampliar el alcance y responsabilizar a un sistema de AI. En los casos que encontramos es importante delimitar las responsabilidades de los participantes en la cadena de valor, considerando que son servicios que involucran la participación de varios actores para brindar una solución específica. Asimismo, hay servicios más críticos que requieren de un análisis más profundo para delimitar correctamente al responsable (e.g. military manufacturing).

Seguridad, privacidad y protección de datos. Prácticamente todos los servicios que encontramos en este nuevo ecosistema digital representan un desafío regulatorio con respecto a la seguridad, privacidad y protección de los datos. Esto no es ninguna coincidencia; es evidente que el elemento esencial de todos los servicios digitales lo constituyen precisamente los datos digitales. En la medida en que existen más servicios que se suman al desarrollo creciente de la economía digital, los datos tienen más valor e importancia. Esta situación se agrava si los datos involucrados son los personales, los cuales, en una extensión del término para este nuevo ecosistema, pueden ya no estar ligados exclusivamente a personas sino a objetos o bienes materiales que tengan relación directa con una persona (Weber, 2015). El desafío no es menor, considerando que involucra los derechos fundamentales de las personas. Los reguladores deben fomentar el desarrollo del nuevo ecosistema, pero al mismo tiempo garantizar: 1) la privacidad o el control sobre la diseminación de los datos de las personas; 2) la no vulnerabilidad de los datos; y 3) la protección a través de algún tipo de seguridad.

CONCLUSIÓN

Visto desde diferentes ángulos, el nuevo ecosistema digital representa diversos cambios significativos en la creación, provisión y comercialización de nuevos servicios de telecomunicaciones. Sin embargo, del análisis de los nuevos modelos de negocio que identificamos y de la participación que los operadores tienen en estos casos, podemos concluir lo siguiente:

⁷ REGULATION (EU) 2015/2120 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 November 2015 laying down measures concerning open internet access and amending Directive 2002/22/EC on universal service and users' rights relating to electronic communications networks and services and Regulation (EU) No 531/2012 on roaming on public mobile communications networks within the Union.

1. Los nuevos modelos de negocio están dirigidos a industrias verticales, sectores específicos y nichos de negocio. Los operadores han comenzado a explorar e incorporar nuevas tecnologías que complementen sus capacidades para ofrecer soluciones integrales que van más allá de la conectividad;
2. El nuevo ecosistema representa oportunidades de negocio para todos los actores del mundo digital y con ello la incorporación de nuevos participantes en la cadena de valor;
3. La cadena de valor puede modificarse tanto hacia arriba (*upstream*), con la participación de nuevos actores que provean, por ejemplo, infraestructura para la instalación de pequeñas antenas, como hacia abajo (*downstream*) con la participación de intermediarios que ofrezcan los servicios directamente a los usuarios;
4. El papel que puedan desempeñar los operadores en la cadena de valor depende de varios factores. Algunos están relacionados con: i) el servicio específico que deseen ofrecer y el nivel de conocimiento que tengan del sector; ii) la inversión y modernización que realicen en sus redes para ampliar sus capacidades; iii) el manejo de tecnologías complementarias necesarias para el servicio, entre otras. Pese a esto, consideramos que de manera muy general hay cuatro posibles escenarios de participación para los operadores: 1) dominan toda la cadena de valor y son los encargados de proveer tanto la tecnología como los servicios a los usuarios finales; 2) son el principal actor de la cadena de valor y se encargan de proveer el servicio a los usuarios; sin embargo, requieren de terceros especialistas del sector para la provisión de tecnología y para el desarrollo de plataformas o aplicaciones complementarias; 3) cuentan con las mejores capacidades tecnológicas de red que les permiten soportar los requerimientos específicos de diversos sectores, pero no son ellos quienes proveen los servicios a los usuarios, sino intermediarios que conocen muy bien los sectores; y 4) quedan fuera de la cadena de valor debido a que los desarrolladores de tecnología, en colaboración con nuevos entrantes especialistas del sector, tiene la capacidad de proveer servicios específicos a los usuarios;
5. Existen oportunidades reales de negocio para que los operadores amplíen sus servicios más allá de los que tradicionalmente estaban bajo su dominio. Su éxito depende, entre otras cosas, de la habilidad que tengan para satisfacer los requerimientos específicos de los usuarios o clientes, de la inversión que realicen en sus redes para el despliegue de nuevas capacidades, de su estrategia de participación en la cadena de valor, y de su capacidad para aprovechar todas las tecnologías inalámbricas, fijas y satelitales que existen en la actualidad para la provisión de conectividad mixta;
6. Las principales implicaciones de competencia son las integraciones verticales o asociaciones que los operadores decidan realizar con otros actores involucrados en la provisión de un servicio, las posibles barreras a la entrada que estas concentraciones puedan significar, así como las posibles distorsiones que se puedan generar por la participación de los gobiernos en algunas soluciones. Además, la diferenciación de tarifas por servicio es un posible esquema debido a las nuevas capacidades de las redes;
7. Los principales desafíos regulatorios están relacionados con la necesidad de identificar más espectro –tanto en bandas bajas como en altas – y nuevos modelos de asignación y compartición que permitan una mayor participación de nuevos entrantes en diversos escenarios. De la misma manera, identificar nuevos modelos de compartición de infraestructura, garantizar la interconexión e interoperabilidad de las redes y sistemas a través de arquitecturas abiertas, establecer estándares de calidad para servicios específicos, prevenir que se violen los principios fundamentales de la neutralidad de la red al ofrecer servicios diferenciados, establecer un panorama ético y legal claro para el uso de servicios de AI, delimitación clara de responsabilidades y garantizar la seguridad, privacidad y protección de datos.

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros del Centro de Estudios del IFT, especialmente a Óscar Felipe Saenz de Miera por su apoyo y contribución. También a Alberto Candelaria y Laura Cruz por su ayuda en el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS

Begen, Ali C., Akgul Tankut, and Baugher Mark. "Watching Video over the Web". IEEE. March/April, 2011 https://www.computer.org/cms/Computer.org/ComputingNow/homepage/2011/1211/T_IC1_WatchingVideoovertheWebPart1.pdf (consultado Abril 18, 2018).

Brynjolfsson, Erik and McAfee, Andrew. *Race against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*. Lexington, Massachusetts: Digital Frontier Press, 2011.

- Dano, Mike. "KT's millimeter wave 5G network transmitted 3,800 TB of data during Winter Olympics" Enterprise Fierce Wireless. February 25, 2018 <https://www.fiercewireless.com/5g/kt-s-millimeter-wave-5g-network-transmitted-3-800-tb-data-during-winter-olympics> (consultado Abril 12, 2018).
- Osseiran, Afif, Monserrat Jose F., and Marsch Patrick. *5G Mobile and Wireless communications technology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2016.
- Pedro Tomás, Juan. "SK Telecom unveils artificial intelligence service" Enterprise IoT Insights. September 1, 2016 <https://enterpriseiotinsights.com/20160901/carriers/sk-telecom-artificial-intelligence-tag23> (consultado Abril 02, 2018).
- Pedro Tomás, Juan. "South Korea allows KT to test self-driving bus in Seoul". Enterprise IoT Insights. January 12, 2018 <https://enterpriseiotinsights.com/20180112/connected-cars-2/south-korea-allows-kt-test-self-driving-bus-seoul-tag23> (consultado Abril 02, 2018).
- Pedro Tomás, Juan. "Telefonica launches big data services unit". Enterprise IoT Insights. October 24, 2018 <https://enterpriseiotinsights.com/20161024/carriers/telefonica-launches-big-data-services-unit-tag23> (consultado Abril 04, 2018).
- Rotolo, Daniel, Hicks Diana, and Martin Ben R. "What Is an Emerging Technology?". Research Policy. July 7, 2015 <https://www.sussex.ac.uk/webteam/gateway/file.php?name=2015-06-swps-rotolohicksmartin.pdf&site=25> (consultado Abril 15, 2018).
- Sentürk, Cem. "City Pass – Blockchain". T-Systems MMS. February 27, 2018 <https://www.telekom.com/en/company/details/city-pass---blockchain-516382> (consultado April 04, 2018).
- Taga, Karim, Swinford Richard and Peres Glen. "5G deployment models are crystallizing: Opportunities for telecom operators to facilitate new business ecosystems". Arthur D Little. June 2017 <http://www.adlittle.com/en/5Gdeployment> (consultado Abril 05, 2018).
- Weber, Rolf H. "Internet of things: Privacy issues revisited". Computer Law & Security Review. October 2015 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0267364915001156> (consultado Abril 11, 2018).

Before and after the Reform: Fixed line internet penetration in Mexican households

Catalina Ovando
Universidad Popular Autónoma del
Estado de Puebla (UPAEP)
mariacatalina.ovando@upaep.mx

Emmanuel Olivera
Universidad Popular
Autónoma del Estado de
Puebla (UPAEP)
emmanuel.olivera@upaep.mx

Juan Carlos Bocarando
Universidad Popular Autónoma del
Estado de Puebla (UPAEP)
juancarlos.bocarando@upaep.edu.mx

BIOGRAPHIES

Catalina Ovando is a full professor at Interdisciplinary Center for Graduate Studies and Research, Strategy, Technology & Society Research Center, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. She has received the Ph.D. degree from the Telecommunications school from the Universidad Politécnica de Madrid. Her research interests are future-oriented technology analysis, techno-economic analysis, innovation & strategy and telecommunications industry policy.

Emmanuel Olivera is a full professor at Interdisciplinary Center for Graduate Studies and Research, Strategy, Technology & Society Research Center, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. He holds a Master's Degree in International Economics from the Colegio de Puebla and Ph.D., in Economics of the Universidad de las Américas Puebla. His line of research is applied econometrics in economic competition.

Juan Carlos Bocarando obtained his master's degree in Administrative Sciences from the Universidad Veracruzana (UV) in Veracruz-Mexico. A full-time doctoral student in Strategic Planning and Technology Management at the Universidad Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP). His research interests focus on technology adoption.

ABSTRACT

Despite being the second largest mobile market in Latin America regarding subscribers, Mexico's penetration levels remain lower than the regional averages. The aim of this paper is to evaluate whether the Mexican 2013 Telecommunications and Broadcasting Reform helped mitigate or exacerbate the digital divide. In particular, we evaluate if the Reform had an impact on fixed-line internet penetration in Mexico. For the assessment, the 2010 Census and 2015 Intercensal Survey data were used to create impact indexes through Generalized Linear Models (GLMs) estimations. Results were confronted through a quintile analysis, with the intention of showing the average of internet penetration in each income group. The data obtained suggest that internet penetration had positive variations in all the quintiles indicating that recent regulatory changes in telecommunications matter had helped to reduce the digital divide. However, more digital inclusion actions will be needed as most of the poorest remains at digital exclusion.

Keywords

Mexico Telecommunications Reform, public policy evaluation, digital divide, ICT4D, digital inclusion.

INTRODUCTION

Universal digital inclusion policy is defined at the Mexican Federal Telecommunications and Broadcasting Law as a set of programs and strategies emitted by the Federal Executive committed to providing Information and Communication Technology (ICT) access, including broadband to the whole population, placing special emphasis on the most vulnerable segments of society for closing de digital divide limiting individuals, households and firms the access to the aforementioned technologies¹. Since the Reform, Mexico has done several changes to overcome the facility access barrier; however, the ICT adoption is still low. Despite having increased in recent years, Mexican internet users are only 71.1 million of a 128 million population². Around the 86% of Mexican internet users are in

urban areas, meanwhile, only 14% are in rural areas. Mexico's great challenge is what some authors call socio-digital gap³.

The digital exclusion is divided into a number of factors such as by differences in skills, culture and other demographics and social variables⁴⁻⁷. From the socio-demographic factors, income and education are the strongest predictors of internet purchase⁸. Income is traditionally the most pervasive indicator of development and directly related to internet adoption^{9,10}. It is worth mentioning in this regard that income distribution in Mexican households is extremely unequal; the 10% wealthiest households' income is almost 20 times bigger than the poorest 10%¹¹.

National Survey on Availability and Use of Information Technologies in Households -ENDUTIH, for its acronym in Spanish¹²- reported that main determinants for the use of ICT in Mexico are educational level, income, and age of a person. It also was stated that the most backward population are the elderly and the less skilled. Result generated by ENDUTIH and the data presented by CONEVAL¹³ in 2016 indicate that poverty is identified as the main reason for technological exclusion. The high rates of poverty and inequality in access to social services in terms of education, health, housing and culture are the main barriers to the adoption

of the Internet in the ICT market in Mexico¹⁴.

Recent studies of the growing digital inclusion literature had reported that the availability of ICTs is no longer the of center use intention^{15,16}. The focus of the aforementioned intention had been displaced in favor of other interests, such as accessibility and skills which seem to structure the main axes of social segmentation that affecting ICT appropriation. As poverty had proven to be significant factor affecting of digital exclusion worldwide^{7,17}, but especially in Mexico¹⁸, this paper used a welfare approach to classify Mexican population in five wealth groups.

The aim of this paper is to evaluate whether the Mexican 2013 Telecommunications and broadcasting Reform helped mitigate or exacerbate the digital divide. For the assessment, the 2010 Census and 2015 Intercensal Survey data were used to create impact indexes through Generalized Linear Models estimations (GLMs). Results from year 2010 and 2015 were confronted through a quintile analysis, with the intention of showing the average of internet penetration in each income group. The paper first discusses the Telecommunication and Broadcasting Reform, followed by a compilation of the digital inclusion plans of the last 3 presidential terms. Subsequently, the methodology is explained, followed by the results and discussion section and finally de conclusions are set.

THE TELECOMMUNICATIONS AND BROADCASTING REFORM

On June 11, 2013, the Official Journal of the Federation (DOF for its acronym in Spanish), the institution responsible in Mexico for publishing provisions in various areas of competence issued by the Federation's powers to be observed and applied, announces the Reform to The Magna Charta in the field of telecommunications (the Reform). The decree establishes that the State will guarantee or promote that services are provided under conditions of competition, quality, plurality, universal coverage, interconnection, convergence, continuity, and without arbitrary interference.

The Reform contained a full set of measures¹⁹ such as the establishment of the Federal Telecommunications Institute (IFT for its acronym in Spanish), as the regulatory body for telecommunications; the establishment of telecommunications and broadcasting services as public services of general interest; the creation of specialized courts in telecommunications, broadcasting and economic competition; the establishment that against IFT's rules, acts and omissions only an indirect protection writ of appeal could proceed and the suspension of the act claimed will not be granted; the figure of preponderance (Significant Market Power), and the imposition of asymmetric regulation, such as price intervention; the growth of foreign investment limits; the construction of a shared public wholesale network.

However, possibly the most relevant issue regarding digital inclusion were the recognition at the constitutional level of the rights to access to ICTs, telecommunications user rights and audiences' rights. The Magna Charta's article 6°, included a digital inclusion statement: The State will guarantee the population integration to the information and knowledge society, through a universal digital inclusion policy with annual and six-yearly goals²⁰. As digital inclusion actions are stated in the constitution the next section explores the most representative actions in this matter.

DIGITAL INCLUSIONS ACTIONS

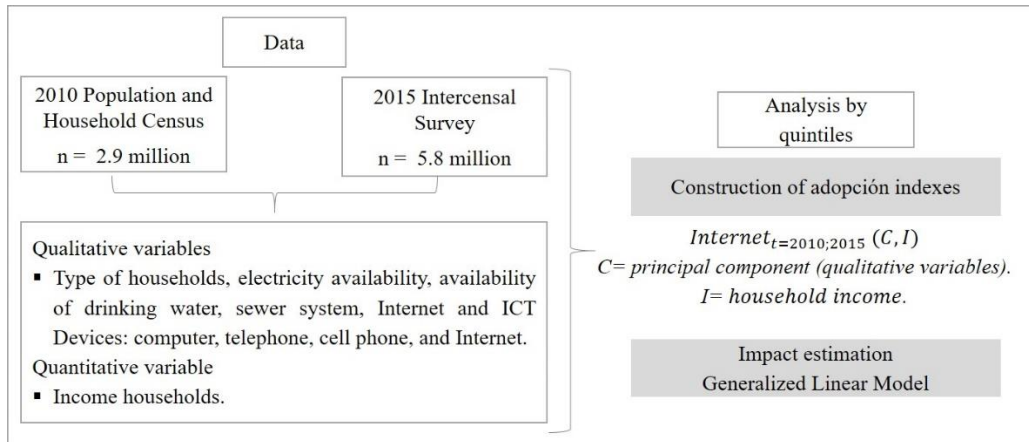
Table 1 Describes the national digital inclusion plans of the last 18 years, by presidential term. The information was collected from different reports ^{21,22,23}. Unfortunately, there is no information evaluating the impact of each program on internet adoption.

Table 1. 2000-2018 Digital inclusion plans		
Presidential Term	Program	Objective
Vicente Fox Quesada (2000-2006)	National system e-Mexico -Digital Community Centers (DCC)	Support digital inclusion in areas of difficult access
	Enciclomedia	Bridging the digital divide in the education sector
	RH-net	Facilitate and implement new mechanisms for the organization of the Career Professional Service System (SPC) in federal offices
Presidential Term	Program	Objective
Felipe Calderón Hinojosa (2007-2012)	National Broadband Impulse Network (NIBA Network)	Deploy a backbone fiber network to offer connectivity services to institutional actors in the country.
	Impulse to CCD	Connectivity was provided to 14,566 CCDs to cover the lack of internet services in remote areas.
	Digital Skills for All Program (PHDT)	The PHDT platform included the use of Telematic Classrooms, which sought to integrate the Enciclomedia equipment with an educational content management system, a local portal administration system, but above all with a high capacity Internet connection.
	CompuApoyo Program	Workers of affiliated companies received support from the government for the acquisition of a computer equipment. To supplement the program, \$500 MXN support was granted for Internet subscription.
Enrique Peña Nieto (2013-2018)	México Conectado	It seeks to guarantee the constitutional right of access to broadband Internet, through the deployment of telecommunications networks that provide connectivity in public places and spaces in the three areas of government: federal, state and municipal.
	Digital Inclusion Program (PID)	Develop digital skills and computational thinking for student learning, provides access to broadband Internet, digital resources and equipment to selected public schools
	Program for the Development of the Software Industry and innovation (PROSOFT)	Promote productivity in strategic sectors of the country through the adoption of ICT and innovation.
	National Wholesale Network	Optimize the use of the 700 MHz frequency band, reduce costs and increase coverage in regions without broadband services.

METHODOLOGY

The aim of the paper is to evaluate whether the Mexican 2013 Telecommunications and broadcasting Reform helped mitigate or exacerbate the digital divide. For the assessment, the 2010 Census and 2015 Intercensal Survey data were used to create impact indexes through Generalized Linear Models estimations (GLMs). Figure 1 shows the general framework of the study.

Figure 1. General framework of the study



The research framework includes data from two statistical reports published by Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI for its acronym in Spanish). The first one is the 2010 Population and Household Census²⁴ and the second is the 2015 Intercensal Survey²⁵; both statistical surveys were based on probability samples. The database, constructed for analysis purposes, contains microdata on eleven variables related to household conditions by geographic unit: type of dwelling (e.g. detached house, mobile house, apartment; etc.), services availability (electricity, drinking water, sewer system, computer, telephone, cell phone and internet) and household income.

For the assessment, an analysis based the Gaussian Distribution and the method Generalized Linear Model (GLMs for its acronym in English) was used. The GLMs are based on the family of exponential linear functions, which include Normal and Reverse Normal distributions, Poisson, Negative Binomial, Bernoulli (Probit and Logit) and Gamma. Given the form of the functions, the estimates of the models are based on Maximum-Likelihood procedures. Essentially GLMs are a generalization of Ordinary Least Squares (OLS), assuming more complex distributions that contribute to a better fit with a non-linear estimate with homoscedastic errors^{26,27}. The function that defines the GLM with the given estimator θ is:

$$Q(\theta) = \sum_{i=1}^N [a(m(X_i, B)) + b(Y_i) + c(m(X_i, B))]$$

Where $m = X_i B = E(Y|X)$ is the conditional mean of y , $a(.)$ and $c(.)$ are the members of the families of exponential linear functions and $b(.)$ is a normalized constant. The Maximum-Likelihood estimation is to find the derivative that optimizes the exponential linear function for each X and thus determine the estimates of the model. In this sense, the estimators are consistent and efficient at the correctly specified conditional mean. In cases in which the variance function is unknown, it is always possible to estimate the variance-covariance Matrix of the estimators with robust standard errors. Descriptive statistics of the variables used for the 2010 and 2015 analysis are described in Table 2 and Table 3, respectively.

Table 2. 2010 Descriptive statistics

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
State	2,903,640	17.95129	7.86225	1	32
Municipal levels	2,903,640	81.89604	107.5908	1	570
Type of dwelling	2,903,640	1.09896	0.70309	1	9

Electricity availability	2,885,227	0.954559	0.20827	0	1
Availability of drinking water	2,626,692	0.498773	0.499999	0	1
Sewer system	2,874,519	0.505125	0.499974	0	1
Internet and ICT Device: computer	2,882,847	0.172374	0.377705	0	1
Internet and ICT Device: telephone	2,882,380	0.289679	0.453614	0	1
Internet and ICT Device: cell phone	2,883,058	0.467046	0.498913	0	1
Internet and ICT Device: internet	2,882,004	0.112451	0.315921	0	1
Household income	2,310,550	6380.41	12947.82	0	999998

Table 3. 2015 Descriptive statistics

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
State	5,854,392	17.84108	7.978077	0	32
Municipal levels	5,854,392	73.98461	96.97825	0	570
Type of dwelling	5,854,392	2.854398	12.24134	0	99
Electricity availability	5,826,321	0.976644	0.151031	0	1
Availability of drinking water	5,514,675	0.53137	0.499015	0	1
Sewer system	5,805,232	0.573734	0.494534	0	1
Internet and ICT Device: computer	5,813,807	0.200574	0.40043	0	1
Internet and ICT Device: telephone	5,812,499	0.242586	0.428647	0	1
Internet and ICT Device: cell phone	5,814,455	0.662042	0.473014	0	1
Internet and ICT Device: internet	5,811,062	0.185564	0.388755	0	1
Household income	4,284,584	7527.837	12833.16	0	999998

RESULTS AND DISCUSSION

After the creation of the five wealth groups by the aforementioned method, we confirmed that Mexico is characterized by a significantly unequal distribution of household income, as the Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL for its acronym in Spanish) reported (CONEVAL, 2016). Table 4 shows the average household income distribution for 2010 and 2015 by quintile.

Table 4. Household income per quintile in MXN

Quintile	2010 min	2010 max	2015 min	2015 max
1	0	857	0	2143
2	858	3000	2144	4200
3	3001	5143	4201	6429
4	5144	9000	6430	10501
5	9001	999998	10503	999998

Table 4 also evidence that 2010 quintile 1 is entirely below the extreme poverty line as the basic monthly basket of goods per person was 970 MXN in that year. It is worth to highlight that most of the population in quintiles 1 and 2 in both 2010 and 2015 study year, are below the welfare line as it was established at 2,107 and 2,615 MXN per person respectively¹³. This information is consistent with the fact that in that 2010, 13 million inhabitants (11.3% of

the population) lived in extreme poverty and 46.1% (52.8 million inhabitants) lived in poverty¹⁴. As a consequence of this situation, it seems unlikely than a person of this quintile could afford 4.4% of its income on communications, which is the 2016 average spending²⁸. To analyze the effects of the 2013 Telecommunications Reform on internet adoption, two adoption indexes were constructed, for the years 2010 and 2015 as shown in Table 5.

Table 5. Generalized Linear Model

Year	2010	2015
Income	0.000	0.000
	(198.84)**	(220.82)**
C1	0.119	0.168
	(958.51)**	(1,499.54)**
Cons	0.104	0.173
	(493.31)**	(933.29)**
N	2,087,401	4,060,982
	p<0.05; ** p<0.01	p<0.05; ** p<0.01

Table 6. Year 2010 Household with Internet Access (%)

Quintile by Household	No	Yes	Total
1	99.89	0.11	100.00
2	99.72	0.28	100.00
3	99.01	0.99	100.00
4	96.16	3.84	100.00
5	38.54	61.46	100.00
Total	86.67	13.33	100.00

Table 7. Year 2015 Household with Internet Access (%)

Quintile by Household	No	Yes	Total
1	98.85	1.15	100.00
2	97.49	2.51	100.00
3	93.40	6.60	100.00
4	76.86	23.14	100.00
5	22.67	77.33	100.00
Total	77.89	22.11	100.00

Table 6 and Table 7 shows the percentage of households adopting and not adopting internet in each quintile for the year 2010 and 2015 respectively. It can be observed that there is an adoption increment in all quintiles, as there was a general increment of 165.9%. In relative terms quintile 1 had the biggest increment (1045.5%), followed by quintile 2 (896.4%). Quintiles 3 and 4 had also a huge increase (666.7% and 602.6%, respectively), while quintile 5 only reached an increment of 125.8%. However, in absolute terms, results adoption shows a direct relationship with wealth, as Quintiles 1 o 3 hold below 10% adoption levels.

Figures 2 and 3 shows the relation between the 2010 and 2015 adoption index and household income. 2010 graph shows a greater concentration on the origin, implying that most of the households, and especially the ones with lower income, had not adopted internet, while 2015 graph shows more dispersion.

Figure 2. 2010 Adoption Index by Income

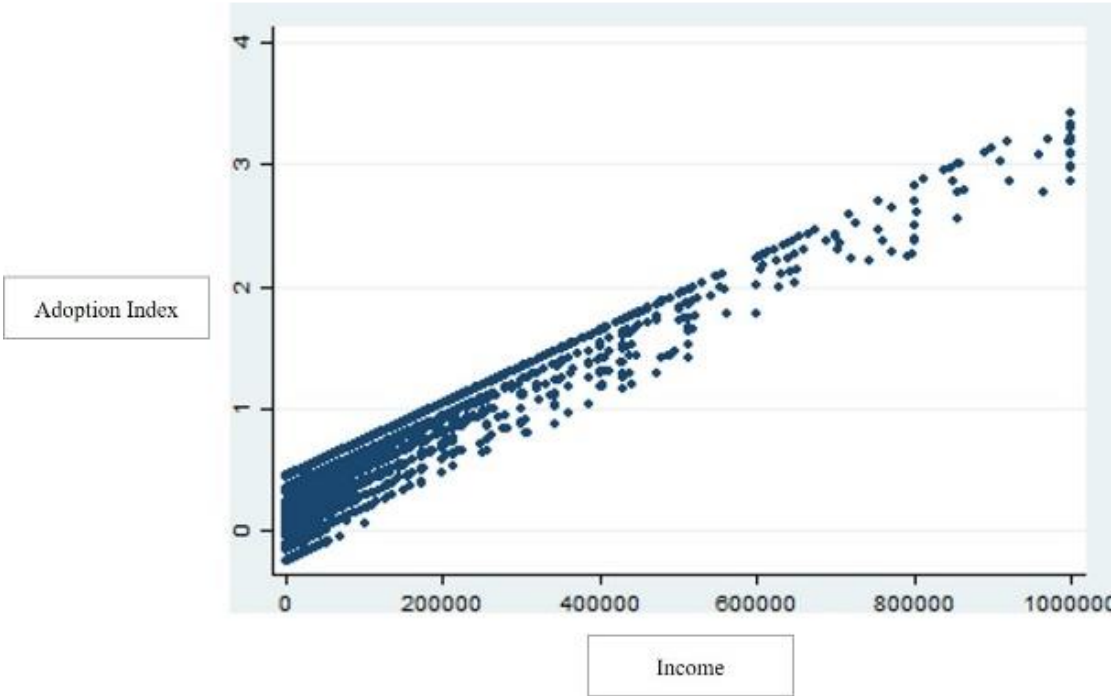
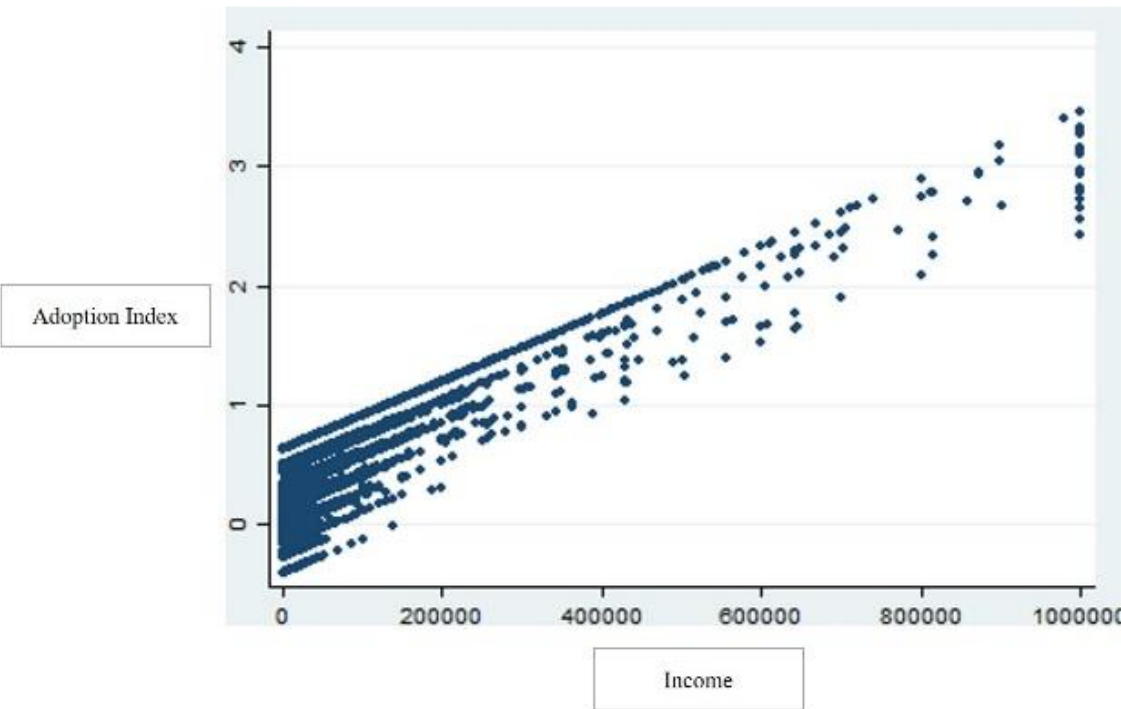
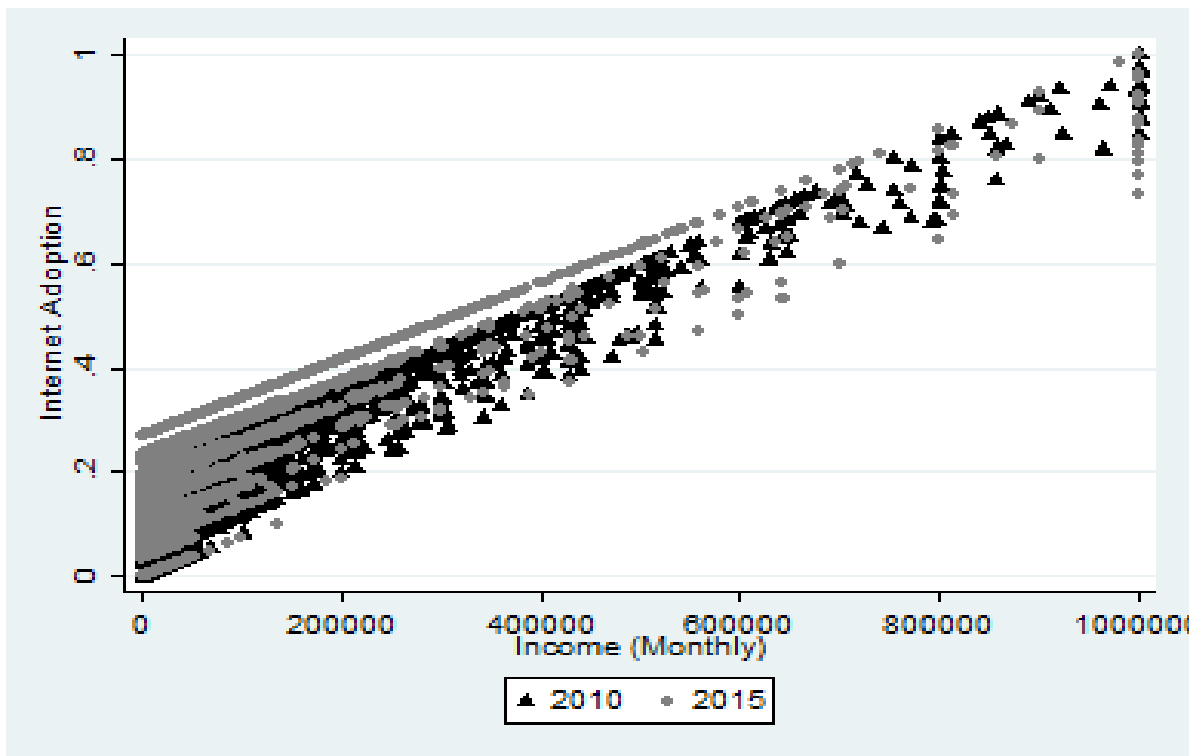


Figure 3. 2015 Adoption Index by Income



From a general point of view is important to mention that in 2015 grew the mean adoption index in 57% compared to 2010; the index went from being 0.1036215 to 0.1631014 respectively. Figure 4 shows the relation between the 2010 and 2015 adoption index.

Figure 4. 2010 and 2015 Adoption Index



CONCLUSION

The aim of this paper is to evaluate whether the Mexican 2013 Telecommunications and broadcasting Reform helped mitigate or exacerbate the digital divide. For the assessment, the 2010 Census and 2015 Intercensal Survey data were used to create impact indexes through Generalized Linear Models estimations (GLM). Results from year 2010 and 2015 were confronted through a quintile analysis, with the intention of showing the average of internet penetration in each income group.

The data obtained suggest that between 2010 and 2015, internet penetration had positive variations in all the quintiles and 57% overall, indicating that recent regulatory changes in telecommunications matter had helped to reduce the digital divide. However, the impact was not homogeneous in all the quintiles. Internet penetration increment was more significant in the lower quintiles (those with lower income) and positive, but less important in the first quintile (those with higher income). However, in absolute terms, quintiles 1 to 3 hold adoption levels below 10%. In addition, it was found that the first quintile’s average household income was below the basic basket of goods line. As a direct consequence of this situation, it seems unlikely that a person of this quintile could afford an internet subscription. Finally, it can be concluded that the Reform helped to reduce the digital divide but not in homogenous way; more digital inclusion actions will be needed especially for the poorest.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank Juan Carlos Bocarando and Eduardo Rosas, as well as the anonymous reviewers for their valuable comments and suggestions to improve the quality of the paper.

REFERENCES

- Executive, F. *Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión*. 89 (2014).
- INEGI. *COMUNICADO DE PRENSA NÚM. 122/17: AUMENTAN USO DE INTERNET, TELÉFONOS INTELIGENTES Y TV DIGITAL: ENCUESTA NACIONAL SOBRE DISPONIBILIDAD Y USO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN LOS HOGARES, 2016*. (2017).
- Ramón-Jerónimo, M. A., Peral-Peral, B. & Arenas-Gaitán, J. Elderly Persons and Internet Use. *Soc. Sci. Comput. Rev.* 31, 389–403 (2013).
- Van Deursen, A. & Van Dijk, J. Internet skills and the digital divide. *New media Soc.* 13, 893–911 (2011).
- Feasey, R. Confusion, denial and anger: The response of the telecommunications industry to the challenge of the Internet. *Telecomm. Policy* 39, 444–449 (2015).
- Flamm, K. & Chaudhuri, A. An analysis of the determinants of broadband access. *Telecomm. Policy* 31, 312–326 (2007).
- Hilbert, M. When is cheap, cheap enough to bridge the digital divide? Modeling income related structural challenges of technology diffusion in Latin America. *World Dev.* 38, 756–770 (2010).
- Chaudhuri, A., Flamm, K. S. & Horrigan, J. An analysis of the determinants of internet access. *Telecomm. Policy* 29, 731–755 (2005).
- Hilbert, M. The bad news is that the digital access divide is here to stay: Domestically installed bandwidths among 172 countries for 1986-2014. *Telecomm. Policy* 40, 567–581 (2016).
- Prieger, J. The Broadband Digital Divide and the Economic Benefits of Mobile Broadband for Rural Areas. (2012). OCDE. *Estudios Económicos de la OCDE: México*. (2017).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnología de Información en los Hogares*. (2017).
- CONEVAL. Evolución de las líneas de bienestar y de la canasta alimentaria. *Medición de la pobreza* (2016).
- CONEVAL. *Coneval Informa La Evolución de la Pobreza 2010-2016*. (2017).
- van Deursen, A. J. & van Dijk, J. A. The digital divide shifts to differences in usage. *New Media Soc.* 16, 507–526 (2014).
- Toudert, D. Comunicación y sociedad. *Comun. y Soc.* 153–180 (2013).
- Barrantes, Roxana; Galperin, H. Can the poor afford mobile telephony? Evidence from Latin America. *Telecomm. Policy* 32, 521–530 (2008).
- Casanueva-Reguart, C. Telecomunicaciones, servicio universal y pobreza en México: hacia una evaluación de una política pública: 1990-2013. in *Las Telecomunicaciones en México: Regulación y Reforma Competencia, Desarrollo de Infraestructura e Inclusión Digital (1990-2017)* 51 (Porrúa, 2018).
- Álvarez, C. L. *Telecomunicaciones y Radiodifusión en México*. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2018).
- Constitución Mexicana*. (1917).
- Ovando, C. & Olivera, E. Was household internet adoption driven by the reform? Evaluation of the 2013 telecommunication reform in Mexico. *Telecommunications Policy* (2018). doi:10.1016/j.telpol.2018.03.005
- Quintanilla Mendoza, G. Política Informática en México: desarrollo, lecciones y avances. *Espac. Públicos* 19, 133–162 (2016).
- Asociación de Internet.mx. *Estudio de inversiones gubernamentales en Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC)*. (2018).

INEGI. *Censo de Población y Vivienda 2010*. (2010).

INEGI. *Encuesta Intercensal 2015*. (2015).

McCullagh, P. Generalized linear models. *Eur. J. Oper. Res.* 16, 285–292 (1984).

Nelder, J. A. A Reformulation of Linear Models. *J. R. Stat. Soc. Ser. A* 140, 48 (1977).

INEGI. *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016*. (2016).

A Comparison between TVWS and 3-4G solutions to provide broadband in rural area

Miquel Oliver

Universitat Pompeu Fabra
miquel.oliver@upf.edu

Sudip Majumder

Universitat Pompeu Fabra
sudipeee@gmail.com

BIOGRAPHIES

Miquel Oliver is Full Professor and director of the multidisciplinary Networking and Strategies Research Group (NeTS) since its foundation. His research is on wireless communications, with a multidisciplinary view including regulation, telecom policies and economic impact.

Sudip Majumder is student at the Master in Wireless Communications from Universitat Pompeu Fabra and Universitat Politècnica de Catalunya. He completed B.Sc in Electrical Engineering from Bangladesh. Then he worked as an Engineer for five years. He has published three articles about Natural Gas study of Bangladesh, Smart Grid and Water depth measurement using Ultrasonic Signal System.

ABSTRACT

In this paper we discuss how TVWS and 3-4G technologies are competing for becoming a technoeconomic feasible solution in rural areas. We analyse and report pilots testing TVWS all over the world to better understand its performance that seems to match the needs to deploy mobile broadband in rural and low-density areas. A cost and technical comparison is made between two technologies to benchmark them. We shortly present the cases of Bangladesh and Ecuador, as two countries with similar telecom indicators, with a strong presence of the rural broadband market need and with national plans to quickly cover the rural gap by means of any technology. The paper concludes that 3-4G (neither 5G) will be definitive solutions for the vast demand for rural broadband, while TVWS is having an increasing number of tests and pilots worldwide but still needs more extensive experiences as well as a sustainable business model to become an alternative for rural broadband.

Keywords

TVWS, white spaces, mobile broadband, rural broadband services, digital gap.

INTRODUCTION

The potential market for rural broadband based on TVWS is of 23.4 million people, according to Microsoft, for a cost in the range of \$10–15 billion. Using commercial wireless in the 700 MHz band would cost even more, between \$15–25 billion, to provide a similar coverage (Kelly et al., 2009). On a first sight 3 and 4G mobile communication systems are more suitable to provide mobile services for high dense areas than for disperse and rural. The limited propagation conditions and reduced coverage in higher frequencies require more dense and costly networks to provide full coverage anywhere. Even in the coming generation of mobile systems, 5G, the scenarios are unlikely to change. On the other hand, TV White Spaces (TVWS) appear as a more feasible solution for spread scenarios where broadband is demanded but the density of users is lower. Some TVWS pilots has been testing the technologies in the last years with a sundry of results and conclusions (GSMA, 2018).

There are several TVWS pilot projects being deployed, at least in 18 countries (Oliver and Salas, 2017). In these pilots, no interference with the current broadcast TV service have been identified, becoming fully compatible within the same spectrum bunch. TVWS can enable wireless broadband connectivity for nearly 10 kilometers. where as in comparison, Wi-Fi can only reach approximately 100-300 meters. It has been shown that emerging

TVWS broadband can support data speeds of 50 Mbps or more. Even earlier TVWS technology provides speeds up to 30 Mbps. From the report of Voices for Innovation Advisory Task Force it states that connecting rural Americans to the internet via TVWS technology will be 80 percent less expensive than bringing fiber to homes and 50 percent less expensive than using fixed wireless technology.

Wired solutions based on fiber, such as GPON, can deliver up to several Gigabits of data rate. But their main drawback is higher operational cost associated with laying the optical fiber which makes the ultimate goal of covering the nationwide connectivity quite unachievable and unaffordable for most developing countries. The concept of GSM White Spaces has also been considered but to achieve that, the rural community needs to establish their own community networks. Projects like Terragraph by Facebook makes use of a multi-node 60 GHz wireless system for providing high speed Internet and to achieve street-level coverage of Gigabit Wi-Fi, but again the idea is concentrated towards the dense urban and city areas. In terms of spectral efficiency, Facebook has ARIES project¹ which is basically a terrestrial system focused on improving the speed, efficiency, and the overall quality of internet connectivity by engaging around hundred transmitting antennas in an array. But again, it has a drawback of having huge infrastructure cost which obstruct a perfect solution for rural coverage. Same goes for the usage of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and drones which has an aerial option for Internet connectivity. To achieve the economic viability, TVWS has the utmost potential to deploy the low-cost rural internet access as these bands have excellent characteristics as propagation and low level of noise with low operational and deployment cost. The cost effectiveness for providing internet using TVWS depends upon the network design and its implementation and complexity factors. In this paper we will draw a comparison line between TVWS and 3-4G solutions to provide broadband in rural areas. We will discuss TVWS as a natural extension of WiFi for rural areas, sharing free licensed spectrum focusing in two cases with similar patterns of mobile services penetration: Bangladesh and Ecuador. And its implications, limitations in terms of technical and regulatory context.

In summary, today, we have this two competing technologies, LTE-based cellular systems (from 3 to 5G) and TVWS, which is WiFi-inspired to provide a robust and cost-efficient solution in some rural scenarios. In this paper we analyse and compare both in terms of performance and capacity, costs and regulations to identify the most suitable option in every area depending on several parameters that include the demand, the existing regulations and geography.

MARKET FOR RURAL BROADBAND

According to the World Bank, broadband and economic growth are tightly linked in a substantial way. In a larger proportion than other information and communication technologies such as traditional voice telephony or Internet narrowband. For example, an increase of ten percentage points in broadband penetration provides a boost in GDP of 1,21 and 1,38 for developed and developing countries, respectively. This result confirms broadband as a key driver for economic growth, and more especially in rural developing countries.

The OECD (OECD, 2016) also reports the importance of what they call the broadband ecosystem that foment the high interactivity among broadband users in contrast to narrowband and dial-up technologies. The broadband ecosystem creates a virtuous circle among the high-connectivity networks, services, applications and users to promote new opportunities for innovation and value creation. In this research, OECD concludes that Interaction is the enabler in contrast to other passive high-capacity broadcast TV networks.

As stated before, broadband is crucial for economic growth and wealthfare. Mobile broadband appears as a suitable solution for developing countries where there is a lack of fixed telecommunications infrastructure to deploy broadband. On the other hand, the penetration of mobile services in developing countries has been increasing reaching between 70 and 80 percent of the population. But the usage of mobile telephony and mobile broadband is not equally distributed along the countries. Broadband coverage (nowadays mainly 3G) is concentrated in urban areas where the gross of the market is located and where mobile network operators are in healthy competition. Rural areas remain uncovered for broadband services being a substantial part of the population and a noticeable fraction of the GDP of the country as its first sector economy.

¹ Introducing Facebook's new terrestrial connectivity systems — Terragraph and Project ARIES
<https://code.facebook.com/posts/1072680049445290/introducing-facebook-s-new-terrestrial-connectivity-systems-terragraph-and-project-aries/>

GSMA (GSMA, 2018) quantifies figures of mobile penetration. Last year, over 5 billion of people got a mobile subscription, from where 3.5 als had access to Internet through their mobile device. There are still 3.8 billion of people with no mobile subscription, out of which 1.2 billion do not have any mobile coverage at all, the gross living in rural areas in developing countries. For example, in the Latin American and Caribbean region, OECD estimates some 300 million people with no access to the Internet (Microsoft, 2017). So, the market for mobile rural broadband is still vast although it has some particularities with respect to the business model and overall investment. It is clear that using traditional business models for MNO that market will never be covered. Changes in regulatory-spectrum framework, new incentives for private investments, including new stakeholders are required to cope that need. Even from the technology side, 3G and 4G are not efficient enough to cover large and complex topologies in rural areas.

But the lack of mobile broadband coverage in rural areas is not an exclusive matter of developing countries. The FCC (FCC, 2016) has also diagnosed a noticeable fraction of the rural population in the US not yet covered. FCC counts a 39% of rural population, which represents roughly 24 million of people, with lack of a basic broadband access, while in cities is only a 4%. This coverage broadband has negative implications for economic development in rural areas, that even dissuades small business to operate in those areas because they tend to subscribe to mass-market broadband service which is scarce in those areas.

Spectrum availability in rural areas for both developing and developed countries is not an issue (Microsoft, 2017). The digital dividend concentrates TV broadcast services in less channels allowing the use of part of the spectrum for broadband. Here is where governments can adapt spectrum regulations to be more flexible and introduce dynamic spectrum management techniques that has been shown feasible in most pilots. It is important to notice that exclusive use of the spectrum means a strong barrier for other competitors than MNO. In this context is where TVWS appears as a serious technology to deploy broadband in rural areas in a more cost-efficient way due to the constraints of low density of users and long distances to be covered with less investments in infrastructure than ordinary 3G and 4G.

TVWS TECHNOLOGY DESCRIPTION AND SUPPLIERS

In this section we will briefly explain how TVWS is working as well as the main manufacturers providing TVWS equipment comparing their performance and technical specifications.

Every TV station broadcasts in a certain frequency which is established by the regulatory authority and in a specific geographic area. The switchover from analog to digital TV allowed to compact the use of spectrum for TV and free other channels for other complementary uses. In a simpler way, The TVWS spectrum represents large portions of the UHF (300MHz-3GHz) spectrum, that is hundreds of MHz, (in some countries it and also includes VHF that is becoming available on a geographical basis for sharing uses). This spectrum can be used by primary users (licensed) or by secondary users that using unlicensed equipment can, share the spectrum with the digital TV transmitters and other users such as wireless microphones (Fitch, 2011).

There are many TVWS available over the world. The amount of free channels depend upon the regional places and the national spectrum regulations and policies. The way wireless technology and the amount of mobile data traffic exponentially increasing, there's no sign of slowing down. The range of applications and uses is vast: from public cellular system to enterprise wireless network; from emergence uses of Internet of Things to Smart City, including the industry revolution or machine to machine communication; we need more mobile capacity to provide robust and secure wireless communications systems. And all of these examples of applications are bandwidth intensive. Cellular networks have dedicated channels and countries have different range of frequencies available. And with the rate of mobile penetration and mobile data consumptions, it is quite inevitable that this licensed frequency spectrum will be saturated the sooner the later. In terms of the spectrum, TVWS presents an alternative to Cellular networks for providing reliable long-distance and high-capacity Internet access. TVWS has a prior advantage when it comes to propagation characteristic, as it is located at lower frequency spectrum bands than Cellular. UHF (and VHF) band allows wider communication distance and better penetration through barriers. That is why nowadays TVWS has been considered a prime option for M2M communication, super Wifi, Video Surveillance and Disaster Planning (Oh, 2016).

To deploy TVWS technologies, we first need a database which contains a list of all available channel by location. The amount of white space available in a particular region does not imply that a particular white space device (WSD) can freely use all the white spaces available. It has to done in co-ordination with the regulatory authority, for example in USA, FCC allows for a variety of legislative entities to use this spectrum not least of which being

the television stations that on licenses to broadcast, but also there are secondary users. Moreover, there are different types of white space devices which are limited to use the specific range of spectrum by regulation. TVWS devices may consult the spectrum database for the channel availability after registration and proper authentication. TVWS cognitive radios can sense which channels can provide the optimum quality so that it can execute the best interference-free operation. Based on the availability and the continuous changes of every scenario, the cognitive radio system can change the channel dynamically. Thus white space database is updated periodically to avoid interferences with other users.

In physical layer, TVWS embraces from 470 to 806 MHz for UHF, in case of including VHF band then the range lowers up to 54 MHz. The signal wavelength are from 0.37 to 5.5 meter and the relative bandwidth is larger than 174%. Antenna bandwidth widening approaches and the size of the antenna is one of the challenges when it comes to physical layer. As the frequency of TVWS is much more lower than the other wireless communication system that usually go beyond GHz bands (i.e Wifi, 3G-4G, LTE etc), so the physical size of the antenna needs to be larger and compact [7]. TVWS has low emission of transmission power. The TVWS band presents a path-loss advantage over unlicensed ISM bands (2.4 GHz and 5.7 GHz) due only to operating frequency. For example, TV channel 2 (54-60 MHz) has 20 dB less path-loss than TV channel 30 (566-572 MHz), which itself holds a 20 dB gain over the unlicensed band at 5.7 GHz (Flores, 2013). There is a new design methodology called SEA (System Embedded Antenna), where the circuits embedded with the antenna without causing the antenna performance (Oh, 2016). In MAC layer, interference with the secondary user is a crucial thing. Network layer deals with the dynamic routing scheme within the large TVWS network. And finally, in application layer, there is WSDB (White Space Database) and application located on WSDB (Oh, 2016).

Spectrum identification is one of the major issues for TVWS so that secondary users to detect primary users frequencies and sense the spectrum hole and hence secondary users does not interfere with the rest of active transmission. Spectrum sensing and its ability to identify underutilized spectrum is becoming progressively more important to current and future wireless communication systems to identify unused spectrum gaps with characterizing interference and consequently, achieving reliable and efficient operation (Pandit, 2017). Spectrum sensing techniques can be divided into two groups: individual sensing; and cooperative sensing. Individual sensing approach can be classified into energy detection, cyclostationarity based sensing, radio-identification based sensing, waveform-based sensing and matched filtering. Among these approaches, matched filtering is the more reliable in terms of performance though the architecture design is rather sophisticated. There are some challenges in terms of individual sensing such as channel uncertainty and hidden nodes problem. Cognitive radio cooperative spectrum sensing occurs when a group or network of cognitive radios share the sense information they gain. This provides a better picture of the spectrum usage over the area where the cognitive radios are located. Cooperative sensing alleviate the effects of noise uncertainty, but requires additional communication nodes among multiple secondary users to be established on before hand to detect spectrum availability (Nekovee et al., 2010). For example, in the IEEE 802.22, standard for Wireless Regional Area Network, establishes a minimum sensitivity of -116 dBm for all receiving devices, implying an approximate signal to noise SNR of -20dB for TVWS channels (Gonçalves et al., 2011).

TVWS can use various bandwidth strategies such as channel aggregation to achieve high throughput transmission. For example, a technique suitable for this requirement is a variant of OFDM called non-contiguous OFDM (NC-OFDM) (Rajbanshi et al., 2006). Positioning is also very crucial for the wireless device to avoid the interference with primary users. As per TVWS regulation, wireless devices periodically access the frequency database. That requires to provide their own GPS-location data to the database for querying which is challenging for several reasons (inaccuracy in indoors, power consumption, etc) (Oh, 2016).

Figure 1. TVWS schema

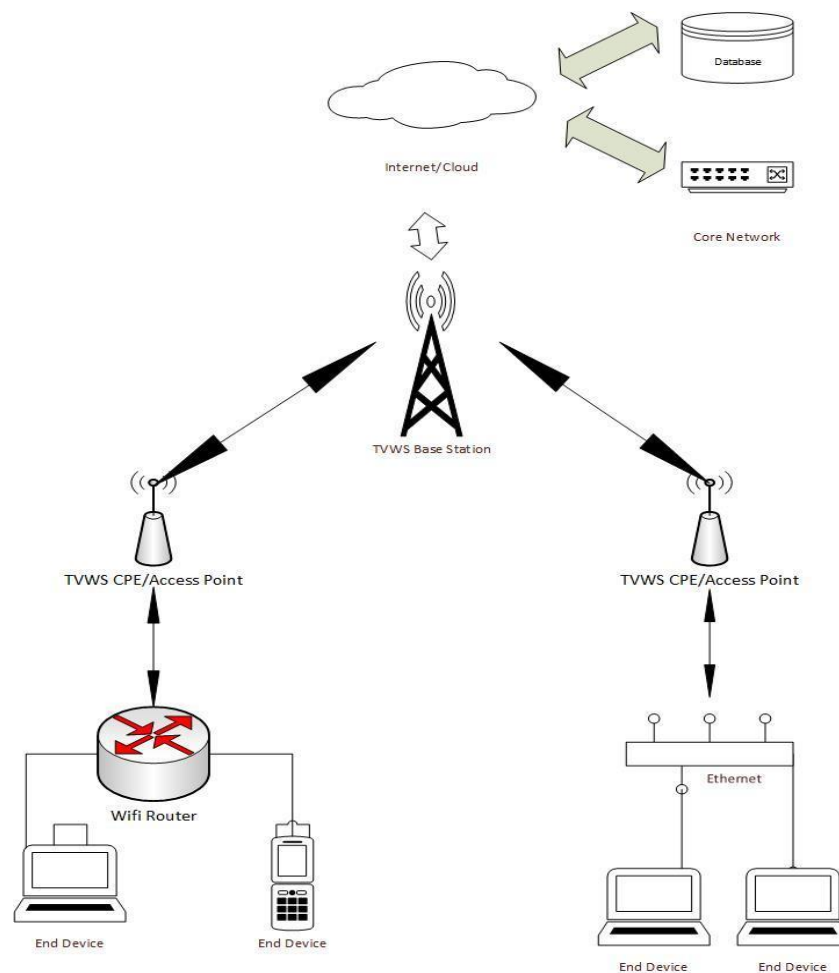


Figure: TVWS Flow Diagram

The number of manufacturers of TVWS wireless devices is increasing upon time. Below we present a list of the main current vendors with its main technical specifications and characteristics.

For example, Carlson Wireless Technologies are providing TVWS solutions which is called generation 3, which is widely adopted to deliver broadband internet connection to the customers in non-line-of-sight and rural locations. This TVWS equipment provides greater throughputs, (72 Mbps aggregate per base station, and 24 Mbps per client throughput. Latency also becomes an issue for video streaming/gaming, VoIP and OTT TV. It can serve up to 90 broadband subscribers per base station. As per their calculation, Gen 3 has much lower NLOS build-out costs than 900 MHz, Fixed LTE or LOS networks. It has NLOS coverage areas (10 to 40 km radius) and the built uses IEEE 802.11af standard (Carlson, 2018).

ICC Networking is another solution provider, which has a TVWS cognitive radio, RaptorXR. RaptorXR is a software configurable full-duplex digital radio, utilizing locally available VHF/UHF TV channels. This TVWS CR has a complete Hi-Band VHF and UHF operation in the range of 174-216, 470-602, 620-698 MHz. According to FCC regulation, it has a maximum power output of +27.8 dBm. It uses channel spacing of 6 MHz, channel bonding and aggregation of 4 Channels and transmission bandwidth of 6,7 & 8 MHz. For security purpose payload encryption has 128/256 bit Advanced Encryption Standard (AES) feature (Intcompcorp, 2018).

Adaptrum manufacturer built first radios that leveraged TVWS spectrum on a dynamic access basis. Adaptrum's ACRS2.0 provides long-range wireless broadband connectivity ranging up to (10 KM with no line of sight setup). These radios are conceived for supporting a range of wireless applications-from rural broadband for underserved

communities, to wireless offload, to machine-to-machine communication. Adaptrum radios have a 94% of channel efficiency, a data rate up to 35 Mbps and latency below 15ms. Adaptrum participate in several TVWS pilots all around the globe in Virginia (US), Northern Namibia, Washington County of Maine, Oxford of UK, Oman, Malawi, Colombia, Jamaica, Scotland, Kenya and India and among others (Adaptrum, 2018).

Redline's radio operate in the low frequency bands from 470Mhz to 698Mhz. This range provides good performance in non-line of sight making it possible to mount the end radio on existing structures, thus eliminating the need for remote masts which will reduce upfront capital costs (Rdl, 2018). In the following table we summarize the technical information from the vendors we have identified having TVWS equipment, including the main characteristics of their performance.

Table 1. TVWS Vendor's comparison

Vendor Name	Product Name	NLOS coverage	Throughput	Frequency Range	Latency
Carlson Wireless Technologies	RuralConnect Gen 3	10-40 km	72 Mbps base station throughput Up to 24 Mbps client	470 to 698 MHz (US) 470 to 786 MHz (internat.)	25-35 ms (Round Trip)
ICC Networking	RaptorXR	24-32 km	Full-duplex data rates up to 45 Mbps	VHF Model: 174-216 MHz, Channels 7-13 UHF Model: 470-698 MHz	<20 ms
Adaptrum	ACRS 2.0	10 km	Up to 35 Mbps	400MHz - 1GHz	<15 ms
Redline Communicat.	Redline PTP TVWS	50 km	186.6 Mbps (base) 15-25 Mbps (client)	470-698 MHz	<10ms

TVWS FOR RURAL AREAS: EXISTING PILOTS AND PERFORMANCE

As TVWS has a larger coverage than any of the wireless communication system and wider penetration over hills, mountains and through heavy obstacles, it is very likely that TVWS can be an excellent option for providing broadband internet to the rural community where the deployment and operation cost will be very minimum and affordable. And with the help of dynamic spectrum access technology underutilized spectrum can be treated for the greater good.

There has been several pilot projects which are successfully deployed in several countries around the globe. Besides those pilot projects, Microsoft has filed application for special temporary authority (STA) from the FCC to test sensors in the white space VHF and UHF bands to determine their suitability for precision agriculture applications. After getting the approval four experimental units, produced by Microsoft, will be tested at various sites in the US².

On September 2016, **NuRAN** Wireless and Globe Telecom has completed a trial demonstrating the use of TVWS technology as a wireless backhaul. Trials conducted in Cebu and Bohol, reached speeds of up to 10Mb/s over distances of 7-12Km. Tests were completed over a period of 8 months. Globe have claimed to be the first in the **Philippines** to adopt the TVWS frequencies for broadband deployment.

Indian Institute of Technology Bombay have created a mesh-network that connects 13 rural locations using TVWS. The UHF nodes used to provide connectivity operate in the 470-590 MHz range and achieve an average speed of 5-8 Mbps (Kumar et al., 2016). The trials conducted in the early 2016 with 1 base station that connects to 10 client stations, and then it connects to several WiFi hotspots to provide internet access to the rural people.

1. ²Blouinnews: Microsoft looks to white spaces for rural web. (n.d.). Retrieved April 11, 2018, from <http://blouinnews.com/92430/story/microsoft-looks-white-spaces-rural-web>

MBC and Microsoft partner with school districts in rural southern Virginia to create largest US TV White Space network providing free internet access to student's homes. MBC deployed Adaptrum high power TVWS base stations at school and tower locations along with ACRS2.0 client radios at student's homes. MBC is providing coverage to approximately 1,000 homes across two counties.

Axiom deployed Adaptrum's TV White Space solution to close the digital divide in unserved communities of their home county of **Washington** County, Maine. Axiom deployed Adaptrum's ACRS2 systems in a point-to-multipoint last-mile network. Axiom Networks was able to cost-effectively bring internet to unserved homes and communities, and is now ready to scale throughout Maine.

The MyDigitalBridge foundation partnered with Microsoft to bridge digital divide in rural **Namibia** using TVWS network covering the largest geographic area to date. MDB deployed Adaptrum's ACRS2 system in both a last-mile and relay network configuration. MDB connected 28 rural schools with internet service and piloted voice, video, and data services to enhance educational.

In the first deployment of in the middle east, Adaptrum and Oman Broadband Company (OBC) completed a successful pilot in Muscat, **Oman**. This pilot project includes internet connectivity to the schools and the residences. Following the positive results of the pilot, OBC is looking ahead to a nationwide rollout of TVWS technology. In Malawi, C3 and Microsoft are using TVWS to bring new opportunities to the 28,000 residents of the UNHCR refugee camp at Dzaleka in Malawi (UNHCR, 2018).

A number of TV White Space trials have been conducted across the **UK** with the collaboration with Ofcom. These trials are tested for applications in Wifi like services, webcam streaming and machine to machine networks. Broadway Partners and Nominet are today announcing the next phase of the rollout of TV white space (TVWS) broadband technology, with installations beginning around Loch Ness, near Inverness in **Scotland** – a tourist hotspot and home to a number of villages and communities with over two thousand households and businesses (Nomitek, 2017).

Love-Hz partnered with Nominet to deploy Adaptrum's TV White Space solution for connecting water level sensors as part of an early-warning flood system. Love-Hz deployed Adaptrum's ACRS2 systems to backhaul aggregated sensor data. Love-Hz and Nominet developed a live flood monitoring map by connecting water level sensors over TVWS. Now the residents of **Oxford** can get early warning of imminent Isis overflow.

There is another pilot which was conducted around the conservation area of Llanarth in **Wales**. The area is approximately 20km² with 330 households in the region. The deployment was using a hybrid solution of 5 GHz LOS and TVWS technologies. It's been observed that, one property using TVWS technology achieved 47Mb/s download speed and 30Mb/s upload speed at uncontended times. The cost of the core network (expandable) was £98,000 excluding installation costs, management costs and VAT. And estimated per household cost for infrastructure circa. was £240 (Monmouthshire, 2018).

The motivation for TVWS movement in terms of the technical approach and pricing is very pragmatic and favorable. It is affordable and it offers reachability to connect and serve the rural and urban communities. For examples, In Botswana, 43% of people in rural areas are being covered through TVWS deployment. Ghana (50%), Namibia (55%), South Africa (37%), Tanzania (70%) are also a great examples of TVWS deployment. (Oliver and Salas, 2017) discusses seven countries (Argentina, Brazil, Colombia, Ecuador, Jamaica, Uruguay and Venezuela) reporting the status of the TVWS plans or actions deployed in each. It has included in this panel any Latin American or Caribbean country with some declared activity to deploy or analyze the feasibility of TVWS. There are still a lot of TVWS movements around the globe, where rural is a common denominator.

SPECIFIC MOBILE SOLUTIONS (3G-4G-5G) FOR RURAL AREAS

Most of the worldwide population, a 60%, still lives in rural areas, and 20% in remote ones. It is worth to mention that rural areas represent the 90% of the total world surface with a population density below 100 people per squared km. The use of traditional cellular telephony to provide broadband service to those areas is unfeasible from a tecnoeconomic perspective. In one hand, the very low densities of population, added together to the lower average income in rural and remote areas makes the 3G and 4G investments much less viable. According to the GSMA, the number of users per site is 60% and 80% less for rural and remote, respectively in comparison to urban zones. This effect, directly derived from the sparse population in rural and remote areas is translated in a reduction of an 80% and 95% (rural and remote) of the revenues per site.

But the population density is not the only responsible of that need of overinvestment to deploy 3G and 4G technologies. The use of higher frequencies (over 900MHz) and the access parameters for cellular technologies

reduces the maximum distance up to 35 km (extendible to 70km with changes in the access configuration protocol) in optimal propagation conditions.

In addition to that density problem, there is a general lack of networking infrastructure (fiber deployed, backhaul networks, electrical supply, security) in most areas to face regular deployments as the ones in most populated areas.

Network deployment to rural and remote locations is adversely impacted by a lack of basic infrastructure such as reliable power provision, road access or public buildings. Mobile operators must, as a result, build each site in a self-sufficient manner adding to the up-front deployment costs and ongoing operations and maintenance costs. Africa and, to a lesser extent South-East Asia, are affected by the lack of basic infrastructure.

GSMA reported information about the differences in cost for deployment, market and income depending on the user's density (see Table 2 below). The main differences when we compare low density areas (rural and remote) with urban ones, is the largest operating costs (up to +100% of cost with respect to urban) and the fall in revenues (up to -95%).

Table 2. Economic differences per site and per type of area (Source: GSMA)

Units per site	Urban	Rural (100 hab/km ²)	Remote (25 hab/km ²)
User's	100%	-60%	-80%
Revenues	100%	-80%	-95%
OPEX	100%	+25%	+100%
CAPEX	100%	+5%	+30%

CASES ANALYSED: BANGLADESH AND ECUADOR

In this section we briefly compare the cases of Ecuador and Bangladesh, two distant countries with similar realities regarding the importance of their rural areas and the profile of adoption of mobile services. These two cases can illustrate the difficulties in providing cost-effective solutions to cover a huge part of their broadband market that is not currently covered by traditional wired or mobile technologies.

Ecuador has one of the smallest land area (283,560 square kilometer) in South America but still it is larger than Bangladesh (147,560 square kilometer). But the number of inhabitants and the population density of Bangladesh is bigger than Ecuador. Bangladesh has more than 10 times of population than Ecuador. But there are some commonalities between two country's telecom evolution. As of 2017, Ecuador has 58% internet penetration and 88% of mobile penetration out of their population, where Bangladesh has 45% internet penetration and 87% mobile penetration. Both of these markets were influenced by poor fixed lined infrastructure. Both of the countries has some geographical challenges with the hills, mountains or in case of volcanoes. But as the cellular technology has solely been dominated around the globe, there has been a great amount of expansion and improvement in the mobile sector. Though Ecuador has an underinvestment legacy in telecom infrastructures but now Ecuador has more than 3 million 4G subscriber where in 2016 the number was 1.2 million. Bangladesh has just started 4G service in some selected areas. At the very beginning of 2018, the country's telecoms regulator held an auction for allocating new frequencies for 4G service. Where the BTRC auctioned four blocks of 1,800 megahertz band and five blocks of 2,100 MHz band. The major MNO Grameen Phone paid BDT 12.84 billion for 5 MHz frequency of the 1,800 MHz band and another MNO, Banglalink acquired a total of 10.6 MHz frequency of the 1,800 MHz and 2,100 MHz band for Tk 25.58 billion³. Besides the fixed broadband, cable modem and fiber based services the Ecuador government are also very keen to deploy some other technologies such as TVWS where Bangladesh are fully focused on the 4G/LTE deployment and it seems they do not have any prior plans for TVWS.

Geographic pattern, availability of white space and the cellular traffic profile is indispensable factors for getting the output of TVWS implementation. There are several case studies around the world where we can see that, with the minimum cost of deployment we are able to achieve greater data rate and being able to serve more people with broadband internet and other services. (Penaherrera et al., 2017) summarizes a study about TV White Spaces

³ Correspondent bdnews24.com, S. (n.d.). Bangladesh earns almost Tk 53bn in revenue from 4G spectrum auction. Retrieved from <https://bdnews24.com/business/2018/02/13/bangladesh-earns-almost-tk-53bn-in-revenue-from-4g-spectrum-auction>

(TVWS) current state in Ecuador, how this can solve coverage problems in difficult to reach geographic zones in comparison with other kind of technologies, facilitating the access to basic services such as Internet and Smart Grids support. In Ecuador radio spectrum is regulated by the Agency for Control and Regulation of Telecommunications (ARCOTEL). Ecuador's television service is provided in the VHF and UHF frequency bands, which are divided into 44 channels of 6 MHz bandwidth each one. The paper also shows that, shows that of the 50 existing channels (6 MHz) in both VHF and UHF, 20 of them are available for future applications representing a free bandwidth of 120 MHz in Azuay province. There were various application were brought up which can be conducted by the TVWS radio spectrum such as data service for providing internet access, video transmission and interconnection with ECU911 infrastructure, IoT and smart cities application and 4G TVWS. It is necessary to consider that in Ecuador the analog TV is still being used, although a complete transition to Digital TV should be done in 2018 (Vargas et al., 2014).

The scenario of Bangladesh for instance is also quite interesting. Very recently, due to emerging of social and economic growth Bangladesh has now become a developing country with GDP of USD 246.2 billion (2017, estimate). "Digital Bangladesh" is an integral part of the government's Vision 2021—which promises a prosperous and equitable middle-income Bangladesh by its golden jubilee of independence⁴. Guiding towards Digital Bangladesh, the Government and the regulatory authority has taken a lot of policies such as ICT policy, cyber security policy, broadband policy, national telecom policy, rural connectivity policy etc. Bangladesh has one of the most prolific mobile traffic and internet subscription pattern in comparison with the global scenario. This robust growth in the last decade can be attributed to the phenomenal uptake of mobile phones – from 5 million to 116 million (more than 70 per cent of the population) – alongside robust growth in the number of internet subscribers which stands at 36 million today, or nearly one-quarter of the population, from less than a million a decade back. According to GSMA Spectrum Report, 2017 Bangladesh has 53% of Unique Subscriber penetration and 33% has Mobile internet penetration. With right policies in place, the GSMA expects the economic contribution of the mobile industry in Bangladesh will continue to increase⁵. By 2020 the mobile industry is expected to generate \$17 billion of economic value. Very recently, some operators have successfully launched 4G mobile system into the major cities of the country. In Indonesia, Pakistan and Bangladesh, only around 50%, 35% and 4% of the population have access to 4G services respectively (the regional average is 75%)⁶.

The dream concept of Digital Bangladesh was to ensure the reachability of technology throughout the nation, especially to the rural community in terms of education, public health, financial market, internet connection etc. Bangladesh Television (BTV) is the only terrestrial broadcaster in Bangladesh, and once it completes the digitization of its broadcasting services then it will be limited to a small region of the UHF band and most part of the band will lie vacant⁷ The license of satellite television broadcasting is given from the Ministry of Information. Spectrum is assigned from BTRC to those operators who have license to establish TV station. So far 28 (twenty eight) satellite television channels have been assigned spectrum from BTRC. These television channels are using 6, 9 or 12MHz uplink frequency from 5.85-6.425 GHz band. The license of FM radio broadcasting is given from the Ministry of Information. According to NFAP, frequency is assigned from BTRC to the licensee from 87.5 to 108 MHz⁸. As per current Government's manifesto, rural urban connectivity is their prior concern. And TV broadcasting has nationwide coverage whereas mobile operators are not very likely to invest for the rural market as they do not find it attractive. Also If the coverage comparison is drawn between TVWS and Wifi or other technology, it can be seen that Wifi or other technology is able to cover 7-8 km for uplink and downlink in the rural area, whereas TVWS can serve upto 40 km. TVWS Broadband Wireless Connectivity Cost for Throughput 22 Mbps & 44 km Coverage Distance (approx.) the roughly estimation is 10840 USD, including the monthly maintenance cost, per site installation cost, wiring cost and equipment cost. Where as in other Wireless & Wired (Fiber optic) Connectivity Cost for Throughput 10Mbps & 11Km Coverage Distance (approx.) the rough estimation is 57500 USD. So in terms of establishing the rural connectivity TVWS can be a suitable replacement than the traditional cellular technologies. But to implement this, regulatory authority and the government need to work with the regulation and licensing framework. US-based software giant Microsoft wanted to extend

⁴ http://plancomm.gov.bd/wp-content/uploads/2015/02/18_Achieving-Digital-Bangladesh-by-2021-and-Beyond.pdf

⁵ <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2017/01/Economic-Impact-Bangladesh-Mobile-Industry.pdf>

⁶ <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=336a9db2ab3ed95bc70e62bf7e867855&download>

⁷ TV White Space in Rural Broadband Connectivity in Case of Bangladesh. Retrieved April 11, 2018, from <http://www.ajer.org/papers/Vol-7-issue-3/E07033645.pdf&p=DevEx.5067.1>

⁸ <http://www.btrc.gov.bd/broadcasting>

cooperation to Bangladesh government in increasing capacity of bandwidth for wireless devices by using TV white spaces (TVWS) while the assurance came when between and Communication Technology (ICT) Secretary sought cooperation from the President of Microsoft Asia Pacific Cesar Cernuda to increase internet speed using TVWS at a meeting held at the ICT Division on June 17, 2014⁹. But due to lack the regulatory movement in Bangladesh on TVWS it did not proceed further, And also the country has just been busy on starting its 4G licensing, that could be a another reason.

COMPARISON AND BENCHMARK BETWEEN 3-4G AND TVWS

There is a great potential for leveraging white space frequencies to provide badly needed two way telecommunication services in rural areas, especially in developing countries where white spaces are abundant and telecommunications infrastructure is lacking (Brown et al., 2014). It implies there is an window of opportunity to make proper utilization of TVWS for providing broadband service specially for rural region. The best advantage of TVWS is, it has a minimal costing when it comes to installation and maintenance. Though the current throughput of TVWS is inferior than the other alternative cellular systems, but as the technology is developing, there are lot of innovations about to happen in the near future which can minimize the equipment cost and also it will be more suitable for mobile solutions. For example, with the leadership of Cisco and principal partnership with the University of Strathclyde, 32 other organisations including BBC R&D, Microsoft, BT, 5GIC, Parallel Wireless, Lime Microsystems, Zeerta Networks, the Agi-EpiCentre and Scottish Futures Trust, a project is aiming to create a complete end-to-end rural 5G testbed system for trials of new wireless and networking technologies¹⁰.

The bellow table is the comparison between different cellular technology and TVWS in terms of speed, technology and other technical specs:

Table 3. Comparison between XG and TVWS

Feature	Data rate	Technology	Switching	Internet Service	Operating frequency	Latency
2G	64 Kbps	Gprs, GSM, EDGE	Circuit sw voice Packet sw data	Narrowband	GSM: 900MHz, 1800MHz CDMA: 800Mhz	300-1000 ms
3G	144Kbps-2Mbps	UMTS, HSPA, HSPA+	Packet switching	Broadband	2100MHz	100-500 ms
4G	100Mbps-1Gbps	LTE, LTE Advanced	Packet switching	Ultrabroadband	850MHz, 1800MHz	<100ms
TVWS	15-72 Mbps	White Space	Packet switching	Broadband	470 MHz – 790 MHz in Europe 54 MHz – 698 MHz in the US	<10-20 ms

In terms of cost estimation and revenues for the deployment, equipment, maintenance and spectrum TVWS is more likely to serve better than any other traditional cellular system in rural areas. (Khalil, 2017) addresses the rural connectivity by utilizing the proposed concept of TVWS and how it may be slotted within existing 5G infrastructure with some various options like usage of the solar panel or other power saving schedule so that the cost becomes minimum. As rural and urban areas have leesser population density and consumption, mobile operators are not always fascinated due to Low Average Revenue per User (ARPU). To achieve the universal coverage an optional solution can be wired solutions based on fiber, such as GPON or Projects like Terragraph or ARIES project by Facebook But again, they have a drawback of having huge deployment and operational cost which are an obstacle for establishing rural broadband. Same goes for the usage of Unmanned Aerial Vehicles

⁹ <http://www.bssnews.net/newsDetails.php?cat=0&id=417536&date=2014-06-17>

¹⁰ The Centre for White Space Communications. Retrieved from <https://www.wirelesswhitespace.org/2018/04/5gruralfirst/>

(UAVs) and drones. Google has the concept of using balloons for provisioning of Internet, in which about 300 balloons can cover up the earth's inhabited regions which they called Project Loon¹¹.

The white spaces in TV band of the spectrum can be suggested to alleviate the issue in conventional cellular networks or wired network to achieve the economic viability. Ajer¹² estimates the cost comparison of Rural Broadband Connectivity between TVWS and other Wireless & Wired (Fiber optic) connectivity in Bangladesh and it has been observed that, for TVWS broadband wireless connectivity cost for throughput 22 Mbps & 44 km coverage distance (approx.), the monthly cost consumption per site becomes between 10-12 thousand USD. Where as for the other wireless & wired connectivity cost for throughput 10Mbps & 11Km coverage distance (approx.), the monthly cost per site becomes more than 50 thousand USD. TVWS has wider propagation characteristic. It has 5-7 times better coverage for both downlink and uplink direction compared with other wireless (WiMAX/Wi-fi) technology. Lower cost of capital expenditure (CAPEX) and lower cost of operating expenditure (OPEX) will always be a big advantage over cellular system. But while comparing the cost of the spectrum is also a major issue which needs to be considered. If the spectrum cost is equivalently higher then the TVWS will become more cost efficient. In (Markendahl, 2012) authors illustrated two examples where the impact of spectrum price can be seen for higher levels of bandwidth, For the low spectrum price levels (Sweden case) a small increase can be observed but for the high price levels (India case) the networks costs increase dramatically.

In (Espinoza, 2017) the author demonstrates effective download channel capacity per AP/BS and download capacity per node for Wi-Fi, WiMAX, LTE and TVWS at different broadband speeds per customer in the Yauli area (Andes, Peru). In the technical analysis in both study areas, Wi-Fi (2.4GHz), WiMAX (3.5GHz), LTE (1.7/2.1GHz), and TVWS (470-698MHz) uses 20MHz, 10MHz, 20MHz, and 6MHz channels, respectively. In Yauli, effective download capacity for TVWS observed from 9.9Mbps to 10.8Mbps where LTE was the highest as it has a high data rates and more throughput efficiency (less overhead) than the other technologies. In terms of cumulative calculation of CAPEX and OPEX for these two particular areas, the study lacks some specific details about TVWS technology, such as infrastructure and operational cost or the analysis of spectrum cost. It does not clearly specify the reason behind the increment in costs and expenses for TVWS over the 10 years of period. The paper rather looked LTE oriented as a roadmap for introducing the rural broadband.

From one of the TVWS vendor, Carlson Wireless Technologies, the price estimation to setup a TVWS solution including one base station, base antennas, base accessories and client setup it will cost about 10 thousand USD which has an advantage of fewer backhaul links, fewer towers and lower operational and maintenance costs.

CONCLUSIONS

The paper makes a comparison of 3-4G and TVWS technologies as potential solutions for the rural broadband gap. We also state two cases to provide a flavor of the difficulties of how governments try to gather that problem. We also include information about current vendors and the performance of their solutions. This is just an exploratory research that concludes that although the number of TVWS pilots and experiences is increasing, they are scattered all over the world without a large case to sustain that TVWS is mature enough to become the final solution for rural broadband everywhere. We also realized that current business models are too 4G-LTE inspired and do not catch the particularities like TVWS technology. We made a comparison between the existing vendors who provide the TVWS solutions but could not differentiate much in terms of technical specifications.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was partially supported by the Spanish and Catalan Governments through the projects TEC2016-79510-P and 2017-SGR-1739, respectively.

REFERENCES

A. B. Flores, R. E. Guerra, E. W. Knightly, P. Ecclesine and S. Pandey, "IEEE 802.11af: a standard for TV white space spectrum sharing," in *IEEE Communications Magazine*, vol. 51, no. 10, pp. 92-100, October 2013.

Adaptrum (2018) Mid-Atlantic Broadband deploys Adaptrum to extend internet access to student's homes. (n.d.). Retrieved April 11, 2018, from <http://www.adaptrum.com/CaseStudy/Virginia-MBC-TVWS-Homework-Network>

¹¹ Project Loon. (n.d.). Retrieved from <https://www.google.com/intl/es419/loon/>

¹² <http://www.ajer.org/papers/Vol-7-issue-3/E07033645.pdf> [Accessed 14 May 2018]

- Adaptrum (2018) TVWS Radios for long-range NLOS wireless broadband. (n.d.). Retrieved April 11, 2018, from <http://www.adaptrum.com/Products/>
- Brown T.X., Pietrosevoli E., Zennaro M., Bagula A., Mauwa H., Nleya S.M. (2015) A Survey of TV White Space Measurements. In: Nungu A., Pehrson B., Sansa-Otim J. (eds) e-Infrastructure and e-Services for Developing Countries. AFRICOMM 2014. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 147. Springer
- Carlson (2018) RuralConnect - TV White Spaces Radio. (n.d.). Retrieved April 11, 2018, from <https://www.carlsonwireless.com/ruralconnect/>
- Espinoza, D. (2017). Broadband Technology Roadmap for Rural Areas in the Andes and Amazon Regions of Peru. *SSRN Electronic Journal*. doi:10.2139/ssrn.2963462
- FCC (2016), [FCC Releases 2016 Broadband Progress Report](#).
- Fitch, M., Nekovee, M., Kawade, S., Briggs, K., & Mackenzie, R. (2011). Wireless service provision in TV white space with cognitive radio technology: A telecom operators perspective and experience. *IEEE Communications Magazine*, 49(3), 64-73. doi:10.1109/mcom.2011.5723802
- Flores A.B, R. E. Guerra, E. W. Knightly, P. Ecclesine and S. Pandey, IEEE 802.11af: a standard for TV white space spectrum sharing, in *IEEE Communications Magazine*, vol. 51, no. 10, pp. 92-100, October 2013.
- Gonçalves, V. and Pollin, S. (2011), The value of sensing for TV White Spaces, in 2011 IEEE Symposium on New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks (DySPAN), May 2011, pp. 231–241
- GSMA (2018) [Enabling Rural Coverage Regulatory and policy recommendations to foster mobile broadband coverage in developing countries](#).
- Intcomcorp (2018) RaptorXR – TVWS Point-to-Point NLOS Wireless. (n.d.). Retrieved April 11, 2018, from <https://www.intcomcorp.com/raptorxr/>
- Kelly, T., Mulas V., Raja, S., Zhen-Wei Qiang, C. and Williams M. (2009) What role should governments play in broadband development?, World Bank. Paper prepared for infoDev/OECD workshop on “Policy Coherence in ICT for Development”. Paris, 10-11 September 2009.
- Khalil, M., Qadir, J., Onireti, O., Imran, M. A., & Younis, S. (2017). Feasibility, architecture and cost considerations of using TVWS for rural Internet access in 5G. *2017 20th Conference on Innovations in Clouds, Internet and Networks (ICIN)*. doi:10.1109/icin.2017.7899245
- Kumar, A., Karandikar, A., Naik, G., Khaturia, M., Saha, S., Arora, M., & Singh, J. (2016). Toward enabling broadband for a billion plus population with TV white spaces. *IEEE Communications Magazine*, 54(7), 28-34. doi:10.1109/mcom.2016.7509375
- Markendahl, J., Sanchez, P., & Moelleryd, B. (2012). Impact of deployment costs and spectrum prices on the business viability of mobile broadband using TV white space. *Proceedings of the 7th International Conference on Cognitive Radio Oriented Wireless Networks*. doi:10.4108/icst.crowncom.2012.248449
- Microsoft (2017), [A Rural broadband strategy](#). Microsoft White Paper.
- Monmouthshire (2018). [online] Available at: <http://monmouthshire.biz/wp-content/uploads/2018/02/Final-Report-for-the-TV-White-Space-Broadband-Trial.pdf> [Accessed 11 Apr. 2018]
- Nekovee, M. (2010). Cognitive Radio Access to TV White Spaces: Spectrum Opportunities, Commercial Applications and Remaining Technology Challenges. *2010 IEEE Symposium on New Frontiers in Dynamic Spectrum (DySPAN)*. doi:10.1109/dyspan.2010.5457902
- Nomitek (2017) TV white space brings connectivity to local communities around Loch Ness. (2017, November 21). Retrieved April 11, 2018, from <https://www.nominet.uk/tv-white-space-brings-connectivity-local-communities-around-loch-ness/>
- OECD (2016), [Broadband Policies for Latin America and the Caribbean](#). A Digital Economy Toolkit.
- Oh, S. W. (2016). *TV white space: The first step towards better utilization of frequency spectrum*. Piscataway, NJ: IEEE Press.

Oliver, M., & Salas, F. (2017). TV White Space as a Feasible Solution to Spread Mobile Broadband. *SSRN Electronic Journal*. doi:10.2139/ssrn.2944184

Penaherrera, O. S., Delgado, J. L., Guerrero, L. F., & Inga, J. P. (2017). TV White Spaces. A case study in Ecuador. 2017 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIconRus). doi:10.1109/eiconrus.2017.7910528.

Rajbanshi, R., Wyglinski A. M. and Minden G. J. (2006) "An Efficient Implementation of NC-OFDM Transceivers for Cognitive Radios," *2006 1st International Conference on Cognitive Radio Oriented Wireless Networks and Communications*, Mykonos Island, 2006, pp. 1-5.

Rdl (2018) TV White Space. (n.d.). Retrieved April 11, 2018, from <http://rdlcom.com/applications/tvws/>

S. Pandit and G. Singh (2017), *Spectrum Sharing in Cognitive Radio Networks*, Springer International Publishing AG 2017 DOI 10.1007/978-3-319-53147-2_2

UNHCR (2017) Connectivity brightening future of refugees in Malawi. March, 2017, from <http://www.unhcr.org/afr/news/latest/2017/3/58c7aa054/connectivity-brightening-future-of-refugees-in-malawi.html>

Vargas, J. M., Witt, D. C., Vásquez, R. L., Pietrosevoli, E., Cuenca, U. D., Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca, & D. (2014). Sensing TVWS with open source technology in Ecuador Maskana. *Revista científica*. S.I.: Universidad de Cuenca.

Competencia en los mercados de telecomunicación tradicionales y OTT

Rebeca Escobar-Briones¹
Centro de Estudios
Instituto Federal de Telecomunicaciones
rebeca.escobar@ift.org.mx

Nubia M. Conde-Menchaca
Centro de Estudios
Instituto Federal de Telecomunicaciones
nubia.conde@ift.org.mx

BIOGRAFÍAS

Rebeca Escobar-Briones: Investigadora en Competencia Económica del IFT. Experta en regulación, competencia y telecomunicaciones, cuenta con diversas publicaciones en esas materias. Fue Candidata a Comisionada para el IFT y la COFECE en 2013 y 2016. Es maestra en Política Pública (ITAM), tiene un postgrado en Administración (U. Católica de Lovaina), y es egresada de la Licenciatura de Economía (ITAM).

Nubia M. Conde-Menchaca: Subdirectora de Investigación. Con experiencia en investigaciones realizadas en la UNAM. Cuenta con estudios de Maestría en Economía de la Tecnología (DEPFE-UNAM) y es egresada de la Licenciatura en Economía (UNAM).

RESUMEN

Una economía basada cada vez más en el Internet, genera múltiples beneficios para los consumidores, pero también retos de competencia para los operadores y regulatorios para las autoridades. El estudio considera la evolución reciente de los tres servicios tradicionales de telecomunicación, voz, mensajería y video, así como, los OTT de funcionalidad similar que coexisten con ellos. Con base en la revisión bibliográfica, se analiza desde una perspectiva de la demanda, el grado de sustitución y/o complementariedad entre los servicios tradicionales y OTT. Se encuentra que, a la fecha, no hay conclusiones contundentes, ya que bajo ciertas condiciones de consumo se observa sustitución, mientras en otras, complementariedad entre los servicios. Desde la perspectiva de los proveedores, se encuentra cierta complementariedad que se refleja en un mayor número de asociaciones entre operadores y OTT.

Palabras clave

OTT, competencia, sustitutos.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de servicios y aplicaciones *Over-the-top* (OTT) que se prestan a través de la banda ancha ha permitido el desarrollo de una economía que cada día se basa más en el Internet. Este fenómeno acarrea múltiples beneficios, pero impone también nuevos retos para los operadores de servicios tradicionales, que coexisten con las nuevas tecnologías. Así también, hay nuevos desafíos para las autoridades que diseñan e implementan la regulación en que se desarrollan estas actividades, y que evalúan los procesos de concentración y las prácticas entre los agentes económicos, en un contexto de gran dinamismo.

Dado el desarrollo reciente de los OTT, los operadores de telecomunicaciones han enfrentado una reducción de los ingresos que obtienen de los servicios tradicionales de mensajería (SMS), voz y video, a la vez que crecen los correspondientes a la banda ancha. Al desplazar el uso de los servicios tradicionales de telecomunicaciones, los OTT presentan características de servicios sustitutos, pero también tienen un efecto de complementariedad en los diferentes niveles de la cadena productiva al estimular la demanda de datos. Lo anterior replantea el *ecosistema* en el que operan los servicios (Peitz y Valletti, 2015).

¹ El contenido de este artículo, así como las conclusiones que en él se presentan son responsabilidad exclusiva de la autora y no reflejan necesariamente las del Centro de Estudios, ni las del Instituto Federal de Telecomunicaciones.

La evolución y la relación entre los servicios tradicionales y OTT es de interés desde el punto de vista regulatorio y de competencia. Históricamente, los operadores tradicionales de telecomunicaciones han sido regulados en virtud de que las redes presentaban características de insumos esenciales. Por su parte, los servicios OTT han operado en un entorno de poca regulación específica, que ha propiciado su desarrollo y la innovación (Arnold, Schneider y Hildebrandt, 2016). Las diferencias regulatorias entre servicios con usos similares han motivado la investigación académica y, en algunos países, la revisión del marco legal en el que se desenvuelven los operadores tradicionales y los OTT. Un punto central de los estudios académicos como los de Arnold et al, 2016, Feasey, 2015 y Stork, Esselaar y Chair, 2017, ha sido determinar en qué medida se sustituyen los servicios y, por tanto, establecer si son parte de un mismo mercado relevante.

El propósito del artículo es determinar el grado de sustitución y complementariedad entre los servicios tradicionales y OTT, con base en la revisión bibliográfica sobre la materia, que presentan las investigaciones académicas recientes. Con la información estadística disponible se determinará la dinámica en los mercados en que coexisten los servicios tradicionales y los OTT. El estudio generará información cuantitativa y cualitativa útil, sobre el estado de los servicios de voz, mensajería y video tradicionales y OTT, destacando en su caso, su situación competitiva.

El estudio se integra de cinco apartados, además de esta introducción. En el primero, se describen los conceptos básicos asociados a los OTT, incluyendo consideraciones sobre las modificaciones que recientemente se han aplicado y propuesto al marco regulatorio. La segunda sección presenta argumentos en torno a la situación de sustitución o complementariedad entre estos servicios, desde una perspectiva de la demanda; se incluye la evolución reciente de los servicios tradicionales de telecomunicación y su desarrollo reciente se contrasta con la tendencia reportada por los OTT de funcionalidad similar. En la tercera sección se presentan consideraciones sobre la relación de los servicios, desde una perspectiva de los negocios. En el cuarto apartado se incorporan las conclusiones y en el última, se incluye la bibliografía.

CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS SERVICIOS OTT

Los OTT se definen a partir del método que se emplea para su prestación, que es el Internet. Así, por ejemplo, Berc (2016) considera que el concepto OTT no se refiere a un servicio en específico, sino al método con el que se presta; específicamente la provisión de un contenido, servicio o aplicación a través de Internet. Es comúnmente admitido que se trata de servicios provistos por terceros, independientes de los proveedores de acceso a Internet (UIT, 2013). Sin embargo, es posible que los OTT sean ofrecidos por los propios operadores o que existan asociaciones comerciales entre ambos.

Los atributos de las aplicaciones dependen del proveedor de OTT, pero la percepción de calidad recibida por el usuario está influida también por la calidad y capacidad de la red que provee el acceso. Existe una gran variedad de servicios OTT: juegos en línea, distribución de contenidos audiovisuales, comunicación de voz y mensajería, servicios de localización, intercambio de archivos e información, de almacenamiento de información, aplicaciones de software por Internet, entre otros.

Un tema central de análisis y debate ha sido la diferencia regulatoria que aplica entre operadores tradicionales y OTT. En un extremo, se encuentran quienes se oponen a que se les imponga casi cualquier tipo de regulación. Señalan que los OTT no han estado prácticamente regulados, y que ello explica su crecimiento disruptivo y su impacto. Consideran que regularlos sería ahogar el crecimiento del sector más dinámico y con mayor potencial (Feasey, 2015). En otro extremo, están quienes pugnan por una regulación más estricta de los OTT (Allouet, Le Franc, Marques y Rossi, 2014; Claasen 2016, citado por Stork et al 2017), y que opinan que la misma importancia y popularidad que han cobrado, hace necesaria la regulación con una intensidad similar a la que se aplica a las redes tradicionales. Los proponentes de una regulación más amplia, señalan que el impacto en cuestiones como la política, la información, la cobertura social, la protección civil y la seguridad pública, requiere una regulación similar. Peitz y Valletti (2015) agregan propuestas intermedias, como imponer obligaciones (interoperabilidad, por ejemplo) sólo a los agentes con poder de mercado, sean estos operadores tradicionales u OTT.

En la determinación de la regulación de los OTT, las agencias reguladoras han considerado el principio de cancha pareja, bajo el cual los servicios similares deben estar regulados de manera similar, y el principio de proporcionalidad basado en la viabilidad de introducir la regulación correspondiente, y procurar que los beneficios netos de la misma sean positivos. Con ambos criterios, han comparado los beneficios, los costos económicos imputables y los efectos estáticos y dinámicos de la regulación (Berc, 2016).

En términos generales, las agencias reguladoras han optado por mantener en los últimos años una regulación ex ante ligera para los OTT. En la Unión Europea, se plantea sujetarlos únicamente a obligaciones de seguridad y de apoyo a los usuarios con discapacidad. Se observa así mismo, una reducción de las cargas regulatorias que aplican a los operadores tradicionales, como la propuesta de desregular los tiempos de publicidad de la televisión abierta². En Estados Unidos, se eliminaron recientemente las obligaciones de neutralidad de red y en los países de América Latina, no se han impuesto obligaciones ex ante a los OTT. Así, ha prevalecido el enfoque de desregular a los operadores tradicionales, más que aplicar una fuerte regulación a los OTT.

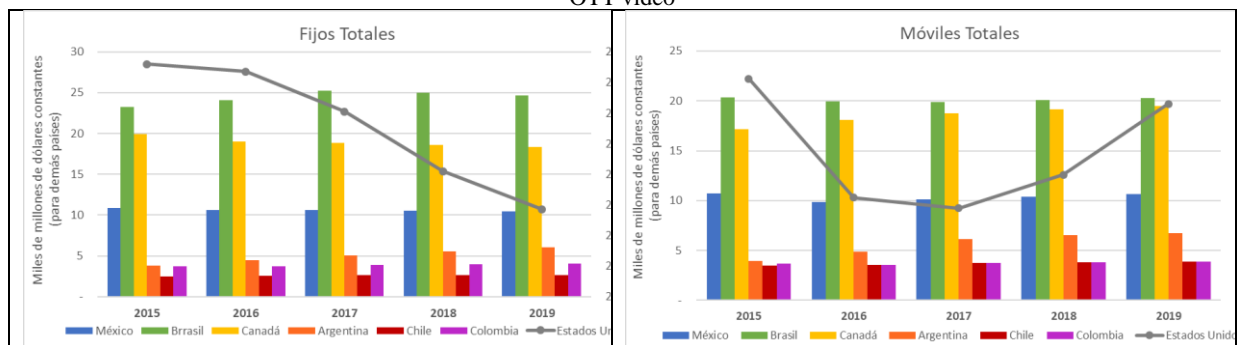
¿SON LOS SERVICIOS TRADICIONALES DE TELECOMUNICACIÓN Y LOS OTT COMPLEMENTOS O SUSTITUTOS?

Desarrollo reciente de los Servicios OTT.

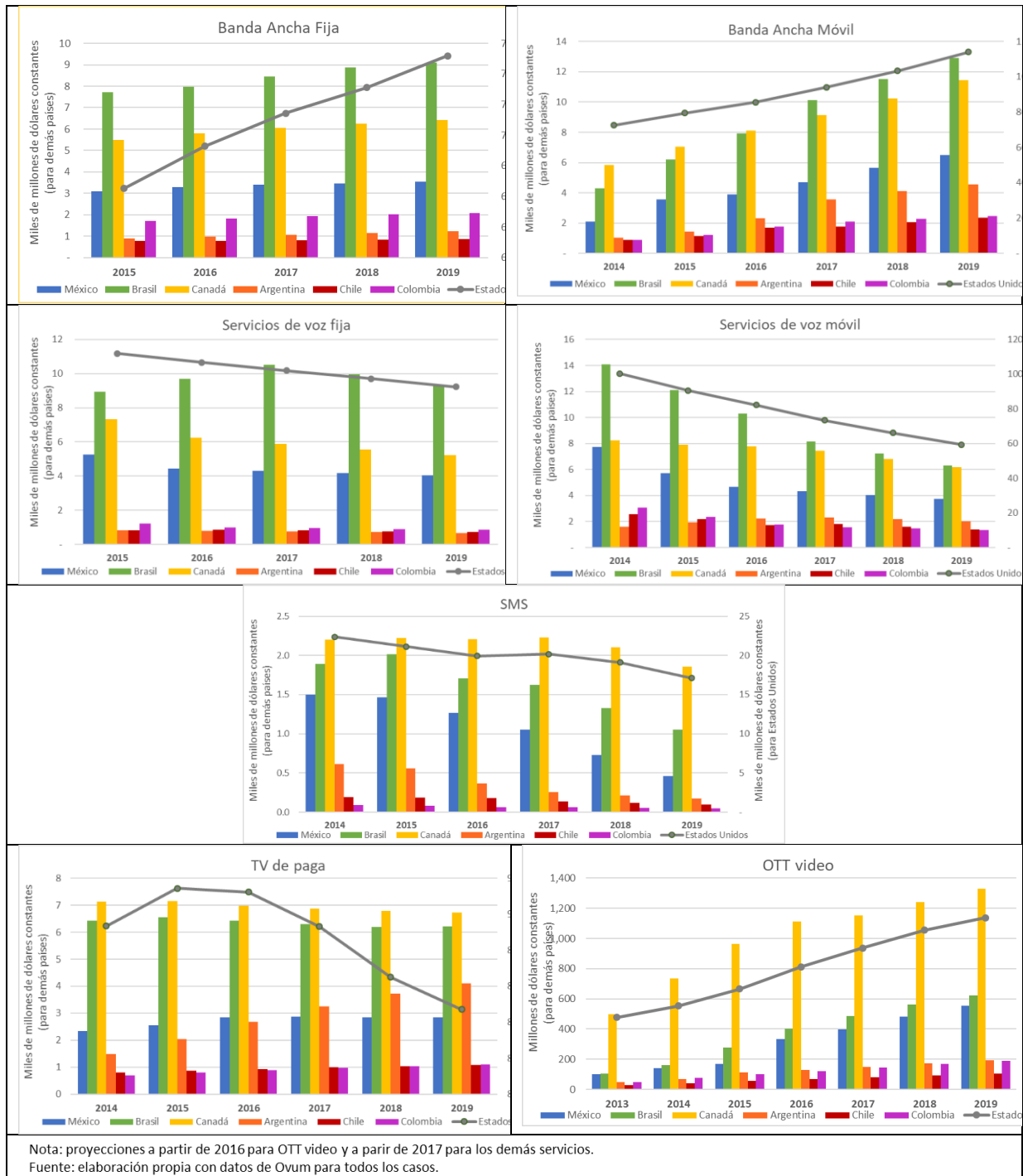
Los OTT ofrecen una amplia variedad de funciones que contribuyen en todas las áreas de la vida de las personas, como la comunicación interpersonal, el entretenimiento, los negocios y las finanzas. Además, permiten el desarrollo de las sociedades de colaboración que abarcan actividades como el hospedaje y el transporte público. Su rápido desarrollo responde a la facilidad de uso, la amplitud de funciones, el menor precio al que se ofrecen, el servicio a la carta, la posibilidad de acceder a ellos a través de dispositivos móviles, así como a la mayor penetración de los dispositivos inteligentes y de los servicios de banda ancha. Estos factores, a su vez, se ven retroalimentados por la expansión de los OTT, que genera una demanda por dispositivos y acceso a las redes, constatándose una relación en ambos sentidos.

La evolución reciente de los OTT ha tenido un efecto en los ingresos de los operadores tradicionales de telecomunicaciones y, por tanto, en su modelo de negocios. La gráfica 1 muestra una reducción de los ingresos de los servicios tradicionales de mensajería (SMS), voz y televisión restringida (TVR), a la vez que crecen los correspondientes a la venta de banda ancha, en una muestra de siete países americanos. Las tendencias a nivel global son similares. La evolución de los ingresos se debe tanto a la caída de los precios, como a los menores volúmenes consumidos SMS y, en algunos casos de voz, como se analizará en las siguientes secciones. Se constata a partir de la gráfica 1 que los OTT parecen desplazar el uso de los servicios tradicionales de telecomunicaciones, lo que sería propio de servicios sustitutos; no obstante, también hay un efecto de complementariedad en los diferentes niveles de la cadena productiva (Peitz y Valetti, 2015), al estimularse la demanda por el uso de datos.

Gráfica 1. Ingresos por servicios tradicionales de telecomunicaciones fijos (izquierda) y móviles (derecha); y por servicios OTT video

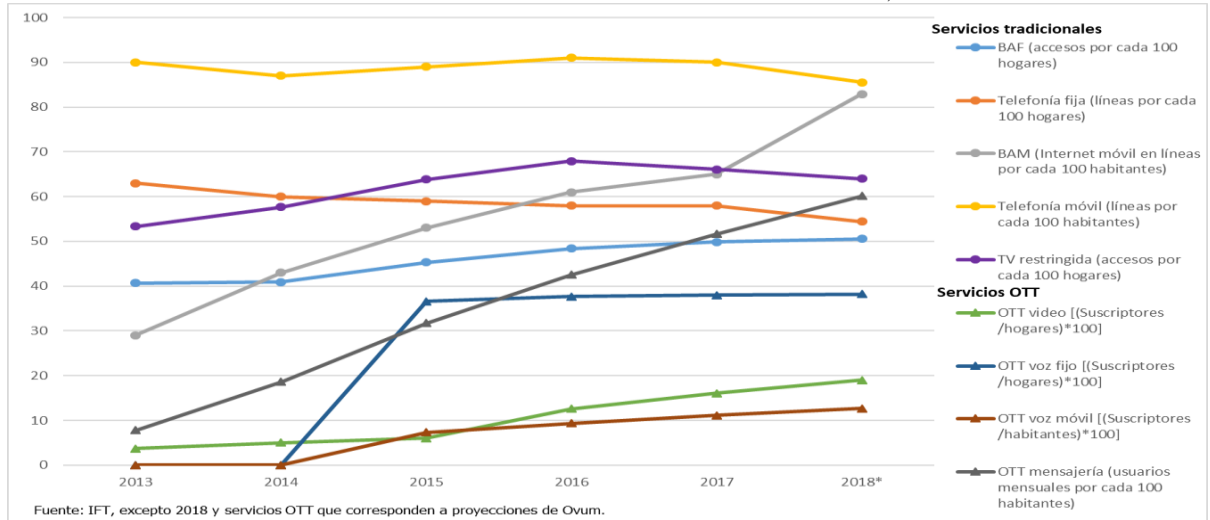


² Véase Cullen (2017). Proposal for a revisión of the Audiovisual Media Services. Disponible en: <http://www.cullen-international.com/product/documents/TRMEEU20180141>

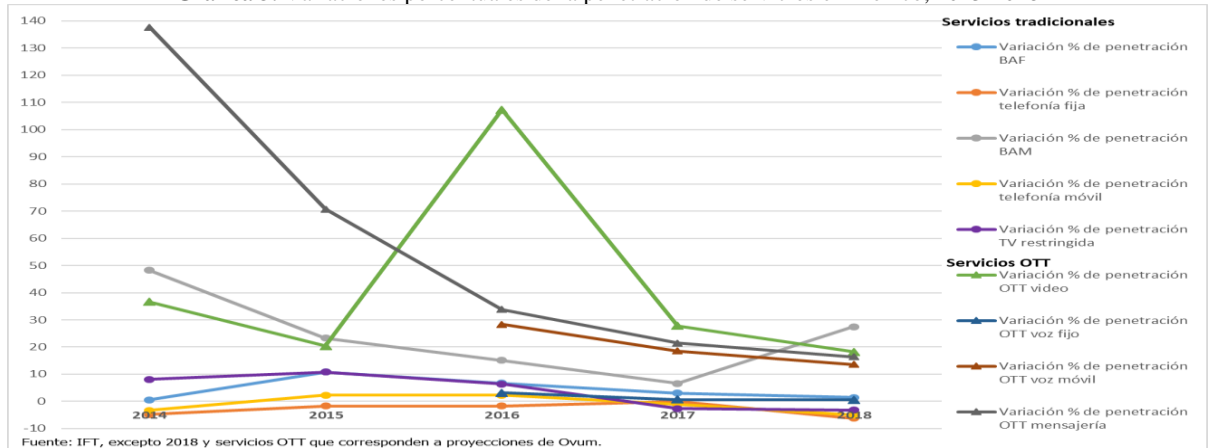


Para México, las gráficas 2 y 3 muestran la penetración y el crecimiento reciente de los OTT y algunas proyecciones. Se aprecia un mayor dinamismo en los servicios OTT, particularmente en el caso de mensajería. Así también la ha aumentado la penetración de banda ancha móvil que promueve la utilización de los OTT. En términos de variación anual, el servicio de banda ancha y los OTT también son los que presentan un mayor dinamismo. Las tendencias sugieren una relación de retroalimentación entre las redes de banda ancha y los OTT: en la medida que aumenta la disponibilidad y popularidad de las aplicaciones y OTT, crece la demanda de banda ancha (fija y móvil), y viceversa.

Gráfica 2. Penetración de servicios de telecomunicaciones en México, 2013-2018



Gráfica 3. Variaciones porcentuales de la penetración de servicios en México, 2013-2018



Existen diferentes metodologías para determinar el grado de sustitución o complementariedad entre los servicios en general, pero hay pocos estudios aplicados para los OTT. Un método recurrentemente empleado en la academia es la estimación de las elasticidades cruzadas de los precios a través de funciones de demanda. Así, tratándose de la sustitución entre servicios fijos y móviles de telecomunicación, se cuenta con los estudios de Grzybowski y Lukasz (2014) y Narayana (2010). Otro mecanismo, es el uso de la teoría de nichos empleada por Kim, Kim and Nam (2016) para medir la sustitución entre servicios tradicionales y los OTT de video en Corea.

En general, un ejercicio como los señalados, requiere de la medición del uso de cada una de las funciones que ofrece la aplicación, toda vez que la tecnología determina que sean multifuncionales. La división funcional es compleja. Así, por ejemplo, WhatsApp permite la comunicación interpersonal tanto de mensajería como de voz, en grupo entre los usuarios que cuentan con la aplicación, envío de archivos y fotografías. El servicio tradicional de SMS se limita a los textos, por lo que su comparación con los OTT resulta imprecisa, más aún que se necesitarían los datos específicos de mensajes OTT de texto y/o de voz. Al respecto, Arnold, Hildebrandt, Tas y Kroon (2017) señalan que las aplicaciones como iMessage, Facebook Messenger y WhatsApp ofrecen más bien una “*experiencia integral de Internet*”, con una gama amplia de funciones que rebasa la ofrecida por los servicios tradicionales. Estos autores mapean 23 diferentes funciones al analizar las aplicaciones más populares en el mundo y agregan que el uso de los OTT se caracteriza por la interacción (voz, mensajes, fotos y videos), y no solo por la comunicación entre personas.

Desde el punto de vista de la competencia, es relevante para las agencias reguladoras determinar si los nuevos servicios están sustituyendo a los tradicionales o complementándolos. En la academia existen estudios como los de Arnold et al (2016 y 2017), Feasey (2015), Ganuza y Vicens (2014), Gerpott (2015) y Kim et al (2016), que analizan este tema a nivel global o en países específicos. Los estudios no son muy abundantes por la escasez de datos, y sus

resultados no permiten establecer conclusiones generales, pero resultan útiles para determinar algunas tendencias en los servicios específicos.

Sustitución entre servicios OTT y tradicionales, un enfoque de la demanda.

Servicios de Mensajería. La mensajería OTT a través de dispositivos fijos y móviles es uno de los servicios que presentan un mayor dinamismo. En México, se estima que en 2018 su penetración es de 60%, además de que registran una tasa de crecimiento promedio anual de más de 16%. En años recientes diversas aplicaciones de mensajería han cobrado relevancia como medio de comunicación personal y de negocios. En México, WhatsApp es el servicio de mayor uso en mensajería, seguido por Instagram y Facebook Messenger; todos presentan un crecimiento importante en términos de usuarios y tráfico. El tráfico de mensajería creció a una tasa de 25% en 2017, y se estima que este ritmo se mantenga en 2018 (Cuadro 1 y gráfica 4). A nivel global destacan iMessage, KakaoTalk, Skype, Snapchat, Viber y WhatsApp, entre otras; además, surgen nuevas opciones específicas como Slack para empresas; DisneyMix para familias y niños; CareMessenger en asuntos de salud y otras redes locales como Hike, en India, o, WeChat en China (Arnold et al, 2017).

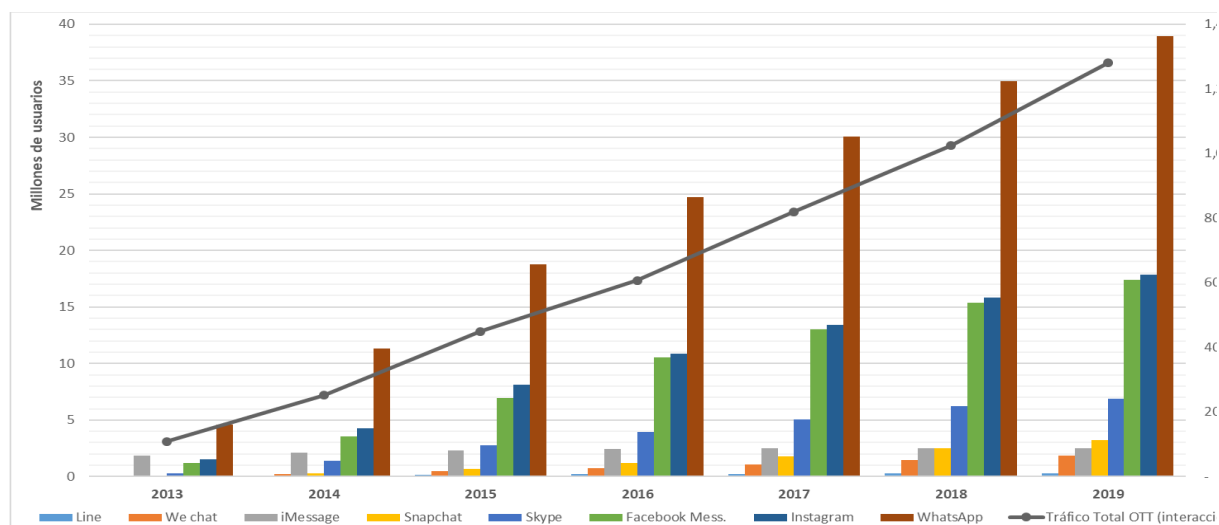
Cuadro 1 Principales indicadores de OTT mensajería en México, 2013-2018

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Usuarios en principales OTT mensajería (miles)	9,685	23,316	40,335	54,683	67,231	79,210
Penetración de la mensajería OTT	7.8	18.6	31.7	42.5	51.6	60.1
Tasa de crecimiento usuarios		140.7	72.9	35.6	22.9	17.8
Tasa de crecimiento penetración		137.6	70.8	33.8	21.4	16.4
Tasa de crecimiento tráfico		130.5	78.8	35.0	25.0	25.0

Nota: Cifras de 2018 de usuarios, penetración y tráfico corresponden a estimaciones.

Fuente: Elaboración propia a partir de cifras de Ovum.

Gráfica 4 Tráfico anual y usuarios activos en principales OTT de mensajería en México, 2013-2019



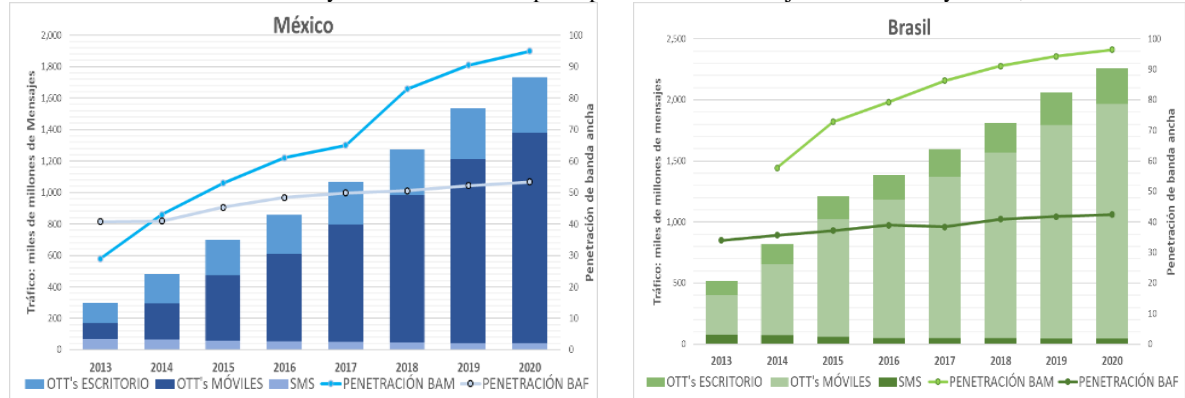
Nota: Cifras 2013-2017; estimaciones 2018 y 2019. El tráfico de mensajes incluye todas las interacciones entre usuarios: intercambio de mensajes de texto, videos y fotos. Los usuarios activos es el que ha descargado una aplicación de mensajería para dispositivos fijos o móviles, se ha registrado y la usa al menos una vez al mes.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Ovum.

A la par de la fuerte expansión de los servicios OTT de mensajería, se aprecia el estancamiento, e incluso la contracción de los servicios tradicionales de mensajería. A manera de ejemplo, la gráfica 5 presenta datos para México y Brasil. En los dos casos se observa una expansión de los servicios de mensajería OTT (tráfico de textos)

y la penetración de la banda ancha, a la vez que se contrae la cantidad de mensajes de texto enviados con técnicas tradicionales.

Gráfica 5. Tráfico anual y usuarios activos en principales OTT de mensajería en México y Brasil, 2013-2020



Nota: Se incluyen cifras para 2013 a 2017, y estimaciones para 2018 a 2020.
Fuente: elaboración propia a partir de datos de IFT y de Ovum.

Respecto a si existe una relación de sustitución entre los OTT y los servicios tradicionales de mensajería, se encontraron cuatro estudios de corte académico. Arnold et al (2017) señalan las limitaciones de comparar los servicios OTT y tradicionales, debido a las diferentes funcionalidades. Utilizan datos panel de 164 países para el periodo 2000-2015 y un modelo de producción para determinar la relación, usando alternativamente un índice de telecomunicaciones de la UIT y otro de aplicaciones en Internet que ellos estiman. Concluyen que no hay sustitución entre servicios.

Arnold et al (2016) basan su investigación en la revisión de la literatura, y en un estudio cuantitativo que elaboran a partir de una encuesta aplicada en línea a los consumidores en Alemania en 2015. Complementan esa información con más de 20 entrevistas. A través del análisis de regresiones prueban que, si bien el 78% de los consumidores utilizan OTT de comunicaciones, sólo alrededor de la mitad de ellos sustituyen los servicios tradicionales, mientras que la otra mitad los usa de manera complementaria. Las variables que explican la mayor intensidad de uso de los OTT son: menor edad del usuario; el mayor ingreso familiar; uso de teléfonos inteligentes; si son usuarios de Apple y si habían comprado mayor volumen de datos de alta velocidad de Internet móvil. Concluyen que los OTT de mensajería (y de voz), son sustitutos de los servicios tradicionales sólo en algunas situaciones de consumo, ya que, las funcionalidades novedosas de los OTT aportan diferencias significativas desde la perspectiva de algunos consumidores, que complementan para esos los servicios tradicionales.

En el mismo sentido, Gerpott (2015) considera que los usuarios alemanes no son un grupo homogéneo, por lo que encuentra una situación dual: sustitución entre SMS y gasto mensual en Internet móvil (que usa como proxy del uso de OTT) para los usuarios de alto consumo, y complementariedad entre los de menor consumo. Concluye que el efecto de los primeros predomina. Encuentra también que las variables personales determinan la disminución del consumo de los servicios tradicionales y el aumento de Internet móvil. Así, el uso de SMS se reduce más entre los usuarios de mayor consumo de este servicio, y también entre las mujeres, los usuarios con contratos de servicios móviles más duraderos, los que cuentan con teléfonos inteligentes y los que prinden más frecuentemente el dispositivo. El estudio se basa en información de facturación de los usuarios residenciales de post-pago para datos mensuales de dos años.

Stork et al (2017) presentan un estudio sobre 12 países africanos realizado con cifras de encuestas levantadas en 2012. En estos países el Internet móvil se ha expandido ya sea como complemento del Internet fijo, o como principal o única forma de acceso a la red. La mitad de los usuarios de Internet en esos países usaron por primera vez el servicio en un teléfono móvil. Lo anterior derivado de la menor penetración de los servicios fijos. En esos países los usuarios acceden a Internet regularmente desde un celular, lo cual no es diferente a lo registrado entre la población de bajos ingresos y en las zonas más pobres en México. Stork et al sustentan su análisis en los precios. Encuentran que, si bien el acceso a Internet es costoso, los OTT son alternativas preferidas a los servicios de mensajes (y de voz) tradicionales, debido a los ahorros en precio.

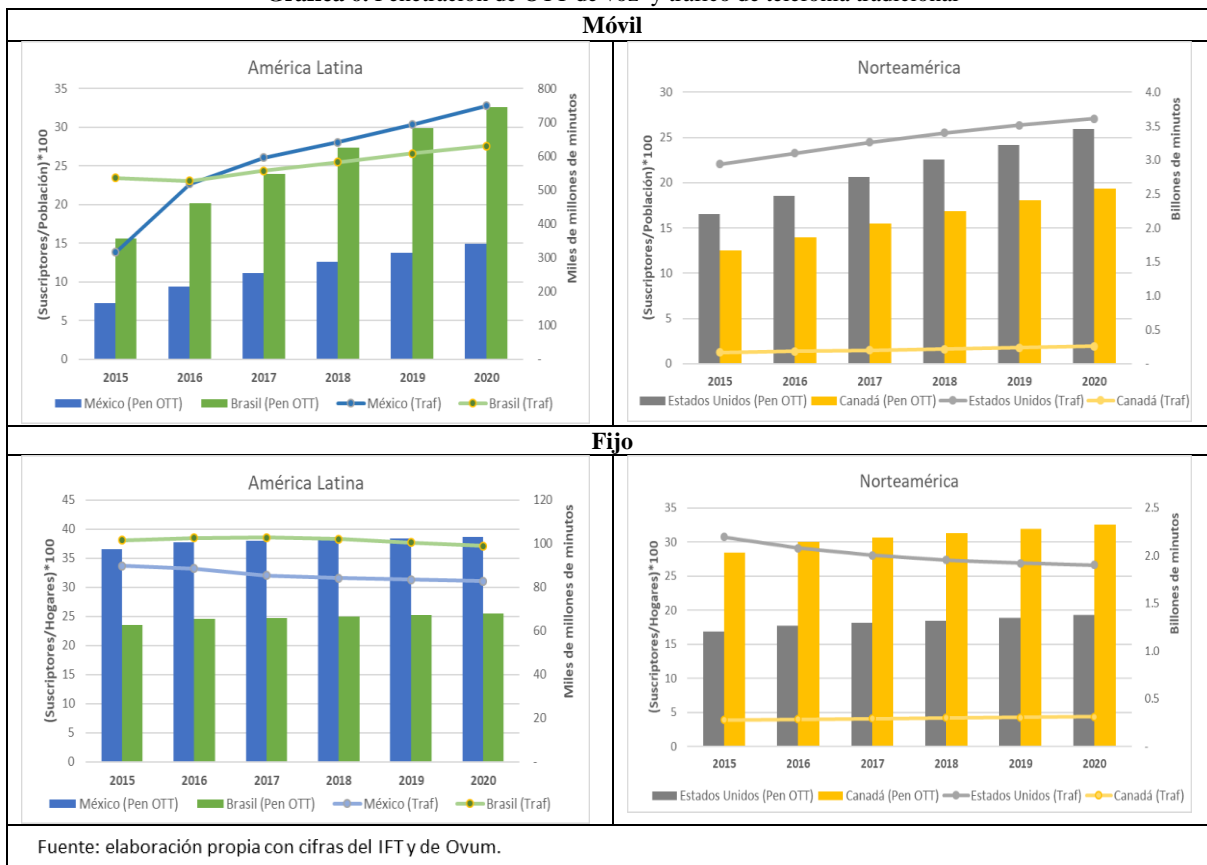
Los casos señalados de la literatura académica, no permiten establecer una relación contundente de sustitución entre los servicios OTT de mensajería y los tradicionales. De los casos analizados, es posible inferir que la

complementariedad o sustitución depende en cierta medida de las características de los diferentes grupos de consumidores.

Servicios de voz. 2015 marca un punto de inflexión en el crecimiento del tráfico de voz a nivel internacional, ya que el crecimiento de este indicador se volvió negativo en algunos países por primera vez desde la Gran Depresión (Stork et al, 2017). Los autores sostienen que la disminución es un cambio estructural permanente debido a la adopción masiva de OTT.

Al considerar cifras para México, se observa que, igual que los OTT de mensajería, las aplicaciones de voz a través de Internet, tanto en dispositivos fijos como móviles, registran un fuerte crecimiento (gráfica 6). En términos de tráfico, destaca que el efecto de desplazamiento de los servicios tradicionales se ha dado fundamentalmente en las redes fijas, pero no en las móviles. Las primeras presentan en México una reducción de 17%, entre 2013 y 2017, mientras que las segundas reportan un aumento. Esta tendencia es similar en Brasil, país con la mayor penetración de los servicios OTT de voz, tanto fijos como móviles. En Canadá la penetración es mayor tratándose de los servicios OTT fijos, mientras que en EUA hay mayor aceptación por los de voz móviles respecto a los fijos. En EUA el tráfico de voz fija presenta mayor desplazamiento que en los dos países de Latinoamérica considerados, y en Canadá se reporta un aumento tanto en el tráfico móvil como en el fijo.

Gráfica 6. Penetración de OTT de voz y tráfico de telefonía tradicional

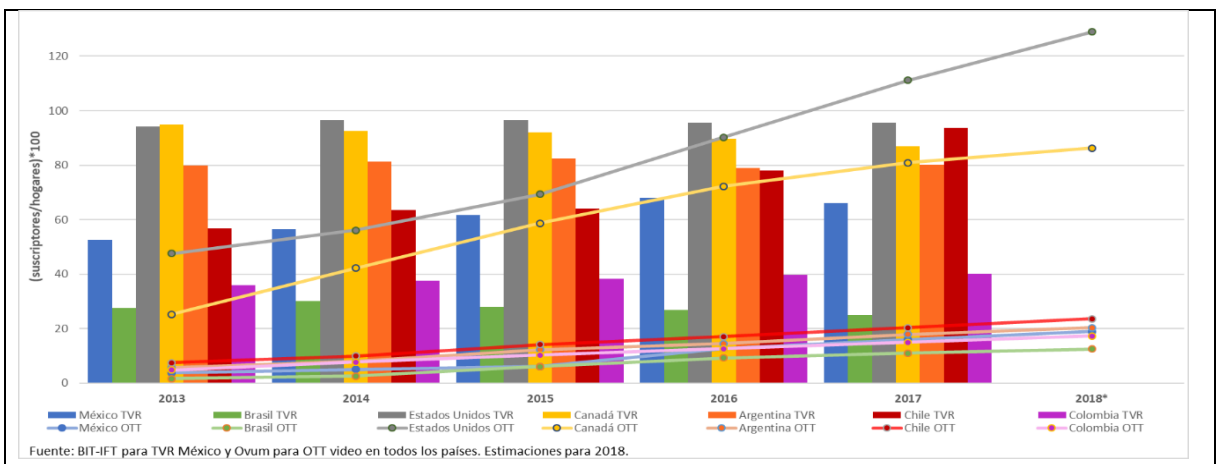


La reducción de las comunicaciones de voz fija es insuficiente para establecer de manera general que los OTT han sustituido al servicio tradicional, más aún que el servicio de voz móvil no presenta ese efecto en México. En la academia, existen pocos estudios que centren su objeto en este tema. Al respecto, como se señaló en la sección anterior, se cuenta con los estudios de Arnold et al (2016) y Stork et al (2017), que cubren tanto a la mensajería como a los servicios de voz. Arnold et al concluyen que los servicios OTT son complementarios para ciertos tipos de consumo, y sustitutos en otros casos. Stork et al aproximan el uso de los OTT a través del consumo de Internet móvil, que si bien incluye los OTT de voz no es limitativa de éstos, y los compara respecto de los ingresos de los servicios tradicionales de voz y mensajería. Consideran que los OTT son alternativas preferidas a los servicios de mensajes de texto y llamadas de voz tradicionales, debido a los ahorros en los precios.

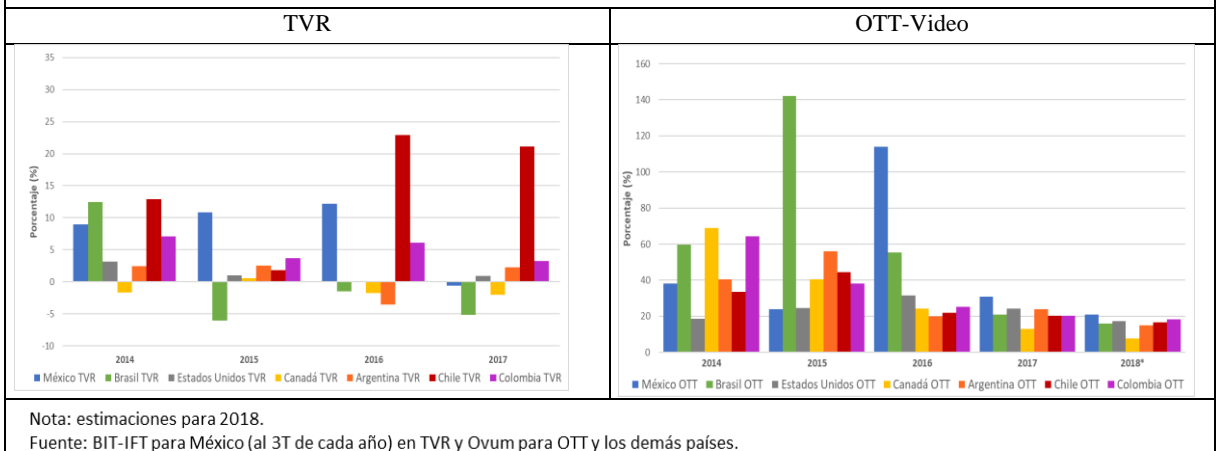
Si bien no realiza un estudio cuantitativo, Feasey (2015) argumenta que los operadores de redes tradicionales deben considerar a los OTT como complementos y no como sustitutos. Señala que los servicios OTT de voz y (de mensajería), afectan los ingresos de los operadores, reflejando cierta sustitución. Agrega que en el futuro deberán verse más integraciones (complementariedad) entre OTT y operadores.

Servicios de video. En México el número de usuarios de OTT-video ascendió a 5.5 millones al cierre de 2017, frente a 19.5 millones de suscriptores de televisión tradicional de paga (TVR³), con penetraciones de 16 y 66 hogares de cada cien, respectivamente. Entre 2013 y 2017, los primeros aumentaron 370% (gráficas 2, 7 y 8). Se estima que siga aumentando el número de usuarios de servicios OTT de video en los siguientes años. En el contexto internacional, las tendencias son similares, ya que los OTT han crecido más que la TVR. Cabe señalar, que los OTT video han reducido su dinamismo después de un periodo inicial de introducción del servicio caracterizado por una elevada tasa de crecimiento. Así, a partir de 2017 se reporta ya un menor crecimiento en los países considerados. Sin embargo, México mantiene aún un mayor dinamismo que otros países.

Gráfica 7. Penetración de los servicios TVR y OTT video en países de América, 2013-2018



Gráfica 8. Tasa de crecimiento anual de suscriptores a TVR y OTT video en países de América, 2013-2017



El desplazamiento de los servicios tradicionales por los OTT se deriva de la cantidad limitada de tiempo que tienen los usuarios o por la restricción de los recursos financieros que un consumidor tiene para adquirir los servicios (Cha, 2013). Al respecto, algunas investigaciones consideran juegos de suma cero con respecto a la competencia por el tiempo o los ingresos. Los nuevos medios pueden tener éxito sólo desviando recursos de los servicios tradicionales,

³ Fuente: BIT del IFT, <https://bit.ift.org.mx/BitWebApp/>. La TVR incluye los servicios prestados a través de cable y satélite.

y el desplazamiento ocurre cuando la aparición de OTT video reduce la asignación de recursos del consumidor hacia los tradicionales (Kim et al, 2016). Otro aspecto que influye sobre las decisiones de sustitución de los servicios tradicionales y OTT video es la funcionalidad de los mismos, ya que un nuevo servicio que es funcionalmente similar al tradicional, tiende a sustituirlo (Cha, 2013).

La sustitución de los servicios puede darse en dos grados diferentes, según sea el desplazamiento total o parcial de los servicios tradicionales. En el primer caso, se observa el denominado fenómeno “cord cutting”, que describe el desplazamiento de los usuarios de TVR hacia los servicios OTT. Por su parte, el “cord shaving” hace referencia a un desplazamiento parcial, en el que se reduce el consumo de TVR y se adopta el servicio de OTT; en este esquema se mantiene el consumo de ambos servicios. Esta idea es compatible con el planteamiento de Vogelsang (2010).

En relación con los estudios académicos que han abordado los aspectos de sustitución de TVR y OTT, destaca Banerjee, Alleman y Rappoport (2013). Analizan con técnica de panel, los datos de una encuesta levantada en 2011 en EUA, para determinar los factores que inciden en las decisiones de uso de TVR y los OTT-video. Encuentran que en la adopción de OTT incide la edad, el nivel de ingresos y el origen étnico. Los consumidores más jóvenes y de bajos ingresos son más propensos a dejar los servicios de TVR (cord cutters)⁴ y optar por los OTT. Por el contrario, los consumidores de mayores ingresos tienden a consumir ambos servicios de manera complementaria. Estos autores encuentran también un tercer grupo que ha mantenido inalterado su consumo de TVR (cord loyalists).

Kim et al (2016) explican la dinámica competitiva de los servicios de TVR y OTT a través de la teoría de nichos, incluyendo amplitud del nicho, traslape y superioridad competitiva del servicio, los cuales miden con 6 atributos: fuente de información, tiempo dedicado al servicio, conveniencia, entretenimiento, precio, e instrumento de interacción social. Utilizan bases de datos y una encuesta. No llegan a una conclusión contundente sobre la competencia entre servicios TVR y OTT, pero aportan evidencia sobre una fuerte competencia entre los proveedores de TVR.

Fuduric, Malthouse and Viswanathan (2018) estudian los datos de facturación mensual de un operador de TVR, que ofrece también Internet y voz. La muestra cubre 1.5 millones de suscriptores de 12 Estados de los EUA entre 2014 y 2015. Encuentran que la intención de sustituir o complementar los servicios tradicionales y OTT no es uniforme en toda la población estudiada, sino que depende de las características demográficas. Señalan que 46.9% de los suscriptores son leales a la TVR (cord loyalists) y no presentan variación de consumo, mientras que 2.7% redujeron su gasto en paquetes de video pero mantuvieron los datos (cord shavers), 2.7% eliminaron totalmente el gasto en video pero mantuvieron el servicio de datos (cord cutters), y 29.5% se desconectaron completamente (churners)⁵. Estos últimos podrían considerarse también “cord cutters”, pero no es posible inferir todo el desplazamiento de los servicios. Lo anterior, porque el estudio analiza datos de facturación de un solo operador de TVR, y no considera cifras de consumo de servicios OTT que son adquiridos a otros operadores. El estudio sugiere que las personas leales a la TVR son en promedio de mayor edad; tienen mayores ingresos y tienden a ser más establecidos (tienen casa propia), y con mayor duración en la residencia actual; en mayor grado están casados y viven en hogares con un número de personas más grande. Los autores estiman también la probabilidad de que las personas cambien su status de consumo. Encuentran que es más probable que se reduzca el consumo, a que se sustituya completamente por servicios OTT.

Cha (2013) parten de la coexistencia de tecnologías tradicionales y nuevas en los mercados de medios, y buscan investigar cómo las características percibidas de las plataformas de video en línea afectan la intención del consumidor de usar Internet y la televisión para ver contenidos. El estudio se basa en la teoría del comportamiento planificado y el modelo de aceptación de tecnología. Usan una encuesta aplicada a 1500 adultos que utilizan Internet en los EUA. Encuentran que en la medida que más consumidores perciben que las plataformas de video en línea difieren de la televisión en cuanto a la satisfacción de sus necesidades, es más probable que opten por los servicios de video en línea.

Ganuzo y Vicens (2014) analizan alternativas de OTT con contenidos como los eventos deportivos o películas, y muestran que la presencia de redes de fibra y las consiguientes altas velocidades de acceso resultarán en una reasignación de rentas entre los diferentes actores en la cadena de valor, en particular, una transferencia de renta de los operadores y redes a los proveedores de contenido. Señalan que los OTT video podrían ser un sustituto para la TV tradicional. Como resultado de ello, muchos hogares abandonan por completo los servicios de TVR. Sin

⁴ Los autores los denominan “usuarios sin TVR”, traducido del inglés: “non-payTV users”.

⁵ Agregan que 16.1% son sólo usuarios de datos; 2.1% son consumidores reincidentes que regresaron a paquetes Premium en el último período, pero tenía sólo datos en periodos anteriores.

embargo, agregan: “(...), es probable que los hogares que realmente pagan por televisión sean aquellos con mayores ingresos, que se prevé paguen tanto por televisión de paga como por OTT-TV. Por lo tanto, no se espera que el ‘corte del cable’ ocurra a gran escala en Latinoamérica”.

El potencial de servicio OTT parece tener un límite, debido a que los servicios tienden a dirigirse a los usuarios que nunca antes habían gastado en TVR; así también, los empaquetamientos (doble, triple y múltiple play), que reducen el desplazamiento de los servicios tradicionales. Baccarne et al. (2013, en Ganuza y Vicens, 2014) concluyen en un estudio realizado para el norte de Bélgica, que es poco probable un escenario de desplazamiento a gran escala de los usuarios de TVR hacia los OTT video. Consideran que la adopción de paquetes de triple play es alta y la competencia entre los distribuidores de TVR obliga a estos últimos a bajar los precios.

LA RELACIÓN DE LOS SERVICIOS TRADICIONALES Y OTT DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS OFERENTES⁶

Aspectos generales. El análisis de la sustitución de los servicios es necesario para la determinación de los mercados relevantes. Este se ha realizado tradicionalmente en América, a partir de la percepción de los usuarios, por lo que los estudios de sustitución se enfocan en la demanda de los servicios. Para completar ese enfoque, presentado anteriormente, se incluye a continuación una perspectiva del lado de los oferentes. Se muestra, que, en los últimos años, los proveedores de servicios tradicionales y OTT han encontrado sinergias, ajustando sus modelos de negocio y propiciando asociaciones entre ellos. Operan así, como servicios complementarios, no obstante, la sustitución de los servicios tradicionales en algunos segmentos de consumo.

Los modelos de negocios de los operadores tradicionales y los OTT son diferentes. Los primeros integran normalmente el servicio al usuario y el control de la red. Enfrentan requisitos de concesiones y de cobertura, además de elevados costos asociados al tendido de la red, que constituyen una barrera a la entrada, junto con otros aspectos como las marcas. La innovación en el sector de las telecomunicaciones se da en la medida en que se dan las inversiones en redes. La competencia es en el mercado y no por el mercado; y, gracias a la interoperabilidad de las redes, coexisten algunos operadores menores con el incumbente.

Con el surgimiento de Internet cambia ese paradigma, y se separa el servicio de las redes, caen las barreras a la innovación, surgen múltiples innovadores desarrollando nuevos servicios OTT y aplicaciones. Los modelos de negocios de los OTT buscan rápidos efectos de red para consolidarse en el mercado, por lo que en ocasiones se ofrecen de manera gratuita, y generan ingresos a través de la publicidad, la venta de mega datos, o sólo tienen por objeto ser vendidos a terceros. Rara vez son interoperables, por lo que cada empresa trata de atraer un mayor número de usuarios a sus plataformas y excluirlos de otras. La ventaja del *first mover* y la escala global son decisivas. La competencia es diferente en estos servicios, ya que en muchos casos se compite por la categoría o el mercado entero. Las empresas salen y entran al mercado rápidamente y una o dos dominan cada mercado. Los OTT han sido más transitorios y sus activos más móviles. Se han desarrollado en un entorno con poca regulación, a diferencia de los servicios tradicionales, y, hasta hace poco, no tenían necesidad de cooperar.

La competencia entre proveedores de servicios tradicionales y OTT presenta diferentes etapas. Feasey (2015) identifica que en un inicio los operadores intentaron vender sus propias aplicaciones, en una siguiente etapa realizaron un fuerte cabildeo para solicitar una mayor regulación a los OTT, también bloquearon servicios específicos. Como resultado de estas acciones se establecieron las reglas de neutralidad de las redes. Más adelante se intensifica la venta de servicios empaquetados y las asociaciones entre proveedores tradicionales y OTT. Stork et al (2017) agregan una etapa que incluye la estrategia de simular los servicios de los OTT, mediante el empaquetamiento de servicios tradicionales y datos.

La relación entre OTT y operadores tradicionales es compleja. “Los OTT tienen en algunos casos un alcance global, y si un operador tradicional se niega a llevar sus señales, habrá otro en el mismo mercado geográfico que acepte, lo que podría inducir a los usuarios a cambiar de operador” (Ovum, 2017).

En muchos países la pérdida de ingresos de los operadores, no se traduce simétricamente en mayores ingresos de las OTT, sino en ganancias de los consumidores, ya que las aplicaciones han abaratado los servicios para el consumidor. Los OTT conservan una parte de los ingresos, y posiblemente en el futuro absorban una mayor parte, pero sobretodo han desplazado las ganancias de los sectores tradicionales hacia los consumidores Feasey (2015).

⁶ Esta sección se elaboró con base en Feasey (2015) y Stork et al (2017), entre otros.

En los últimos años se han reportado consolidaciones de redes, particularmente en los mercados móviles. Así también, se cuenta con un mayor despliegue de redes por parte de los OTT⁷ y se han multiplicado las alianzas e integraciones entre OTT y operadores. “Los operadores que se han asociado con los OTT han tenido mejores resultados, e incluso han reportado aumentos de los ingresos generales” (Stork, et al, 2017).

Asociaciones entre operadores y OTT⁸. El objetivo más común de las asociaciones es fortalecer los ingresos (Berec, 2016:33), así también reducir la desconexión y el aumento de suscriptores. Los operadores tienen incentivo de promover asociaciones para aumentar la demanda de datos, atraer nuevos usuarios, reducir la desconexión y favorecer la diferenciación de su servicio, tanto por las OTT que incluyen como por el mecanismo de inclusión elegido. Stork et al (2017) señalan que una de las sinergias de la asociación entre operadores y OTT se encuentra en la reducción de costos, ya que en la medida en que los OTT se convierten en el servicio dominante, las funciones de facturación y marketing de los operadores se simplifican. Los OTT también tienen incentivos a asociarse con los operadores, ya que adquieren acceso a una base amplia de clientes acostumbrados a pagar una factura mensual por los servicios, además de que pueden propiciar un mayor control de la calidad de transmisión. Desde luego, lo anterior tiene como límite el marco de la neutralidad de redes. Las asociaciones pueden tener también un efecto positivo sobre la lealtad de marca de ambos proveedores. Grove y Baumann (2012) argumentan que a largo plazo un agente integrado puede lograr un mejor desempeño al controlar ambos elementos (infraestructura y servicios). Recientemente se empiezan a dar también asociaciones entre proveedores de servicios tradicionales, OTT y productores de dispositivos (Ovum, 2018).

Las integraciones son temporales (promociones de tres a seis meses) y es aún muy raro encontrar integración de largo plazo (*hard bundling*), que permitan que el servicio OTT se integre al esquema tarifario del operador (Ovum, 2017).

Las agencias reguladoras reportan que estas asociaciones no han tenido un impacto significativo sobre la competencia y los consumidores (Berec, 2016). La mayoría de los OTT se ofrecen en términos competitivos, ya que existe una alternativa de servicio. Además, pueden ser adquiridos directamente a través de Internet, lo que hace que las asociaciones sean menos exclusivas y excluyentes. Algunas asociaciones y empaquetamientos pueden fortalecer la competencia y conducir a menores precios, al aumento de opciones de consumo y a la reducción de costos de transacción de los usuarios. Sin embargo, el empaquetamiento es una estrategia de diferenciación y de reducción de la movilidad de los consumidores, por lo que también tiene un efecto restrictivo sobre la competencia.

De lo anterior es posible concluir que, desde la perspectiva de los oferentes, se constata un proceso gradual de complementariedad entre servicios, el cual se manifiesta en un mayor número de asociaciones entre servicios.

Mercado mexicano de video OTT. De acuerdo con cifras de Ovum, en 2013 el mercado OTT video en México contaba con la participación mayoritaria (92%) de empresas nuevas en los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión. Destaca Netflix como nueva entrante. La participación de los entrantes se ha reducido gradualmente, en la medida en que proveedores OTT vinculados a empresas posicionadas en las telecomunicaciones (Claro y Dish OTT) y la radiodifusión (Blim) ganan una porción del mercado. En 2017, se estima que las primeras retenían el 47% del mercado, las segundas también 47% y 5% las relacionadas a la radiodifusión. Se prevé que la estructura de mercado OTT-video se mantenga relativamente estable en los siguientes años (Gráfica 9).

⁷ En los últimos años los OTT han realizado inversión en redes submarinas. Ovum (2018b)

⁸ Sección elaborada con información de Berec (2016) y planteamientos de Ovum: <https://www.ovumkc.com>, entre otros.



Las cifras permiten inferir que el mercado mexicano de OTT video ha sido permeable, favoreciendo la entrada a nuevos jugadores. Las disposiciones de neutralidad de red que establece la ley sectorial sin lugar a dudas han favorecido este desarrollo. Además, la apertura del mercado de OTT video sigue promoviendo la entrada de nuevas empresas como Amazon Prime y Drama Fever. Lo anterior fortalece la pluralidad del entretenimiento.

Los operadores de TV abierta se enfrentan a las desafiantes condiciones del mercado por la sostenibilidad de las transmisiones comerciales al disminuir las audiencias. En este entorno se han abierto oportunidad promoviendo complementariamente sus OTT y explotando tantas ventanas de lanzamiento como sea posible. Las cifras presentadas en este estudio (gráficas 2 y 3) permiten inferir que el crecimiento de los OTT video se ha desacelerado, lo que podría reducir presión a los operadores tradicionales, que requieren mantener utilidades para continuar la expansión de sus redes. En este sentido, las asociaciones con OTT abren una oportunidad.

CONCLUSIONES

Los OTT han presentado un fuerte dinamismo en los últimos años, que si bien entra ya a una fase más moderada, reduce los ingresos que los operadores reciben por la venta de servicios tradicionales. Respecto a la sustitución entre servicios, a nivel internacional, los estudios que se han realizado en la materia son aun escasos y se acotan a algunos países. Estos casos no permiten establecer una relación contundente de sustitución entre los servicios OTT. Las escasas investigaciones sugieren que la sustitución de los servicios tradicionales por los OTT no es general, sino que

se presenta sólo en algunos segmentos de mercado, mientras en otros grupos de consumidores, se percibe una relación de complementariedad. Desde la perspectiva de la oferta, los operadores tradicionales y los OTT han encontrado sinergias que se traducen en más asociaciones entre ellos, sugiriendo una conducta complementaria.

BIBLIOGRAFÍA

- Allouet, A. M.; Le Franc, S.; Marques, M. N. y Rossi, L. (2014) Achieving a Level Playing Field between the Players of the Internet Value Chain, *Communications & Strategies*, 93, 1st Q., 99-118.
- Arnold, R.; Hildebrandt, C.; Tas, S. y Kroon, P. (2017) More than Words: A global analysis of the socio-economic impact of Rich Interaction Applications (RIAs), *28th European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS): "Competition and Regulation in the Information Age"*, July 30 - August 2, Passau, Germany, 18p.
- Arnold, R., Schneider, A. y Hildebrandt, C. (2016) All Communications Services Are Not Created Equal – Substitution of OTT Communications Services for ECS from a Consumer Perspective, *TPRC44 Conference*, Sept. 30 - Oct. 1st, Arlington, VA, 22p.
- Banerjee, A., Alleman, J., Rappoport, P. (2013) Video-viewing behavior in the era of connected devices, *Communications & Strategies*, 92, 4th Q, 19-42.
- Body of European Regulators for electronic Communications (BEREC) (2016) Report on OTT Services, BoR (16) 35, 38p.
- Cha, J. (2013) Predictors of television and online video platform use: a coexistence model of old and new video platforms, *Telematics and Informatics*, 30, 4, 296–310.
- Feasey, R. (2015) Confusion, denial and anger: The response of the telecommunications industry to the challenge of the Internet, *Telecommunications Policy*, 39, 6, 444–449.
- Fuduric, M., Malthouse, E.C, and Viswanathan, V. (2018) Keep it, shave it, cut it: A closer look into consumers' video viewing behavior, *Business Horizons*, 61, 1, 85-93.
- Ganuzza, J. and Vicens, M. (2014) Over-the-top (OTT) content: implications and best response strategies of traditional telecom operators. Evidence from Latin America, *proceeding of the 8th CPR LATAM - Communication Policy Research Conference*, May 30-31st, Bogota, Colombia, 10p.
- Gerpott, T. (2015) SMS use intensity changes in the age of ubiquitous mobile Internet access – A two-level investigation of residential mobile communications customers in Germany, *Telematics and Informatics*, 32, 809–822.
- Grove, N. y Baumann, O. (2012) Complexity in the telecommunications industry: When integrating infrastructure and services backfires, *Telecommunications Policy*, 36, 1, 40-50.
- Grzybowski, L. (2014) Fixed-to-mobile substitution in the European Union, *Telecommunications Policy*, 38, 7, 601-612.
- Kim, J., Kim, S. and Nam, Ch. (2016) Competitive dynamics in the Korean video platform market: Traditional pay TV platforms vs. OTT platforms, *Telematics and Informatics*, 33, 2, 711-721.
- Narayana, M.R., (2010) Substituability between Mobile and Fixed Telephones: Evidence and Implications for India, *Review of Urban & Regional Development Studies*, 22, 1, 1-21.
- Ovum (2017) Video partnerships are a big deal for OTT and operators a like. Disponible en: <https://ovum.informa.com>.
- Ovum (2018) Hike Total hints at potential of OTT, telco, and device manufacturer partnerships. Disponible en: <https://ovum.informa.com/searchlisting?searchText=Hoke,%20total%20hints>.
- Ovum (2018b). OTT present valuable opportunities to wholesale carriers. Disponible en: <https://ovum.informa.com>.
- Peitz, M. y Valletti, T. (2015) Reassessing competition concerns in electronic communications markets, *Telecommunications Policy*, 39, 896–912.
- Stork, Ch., Esselaar, S. y Chair, Ch. (2017) Threat or opportunity for African Telcos?, *Telecommunications Policy*, 41, 600-616.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (2013). Regulating ‘Over-the-Top’ Services. <http://www.ictregulationtoolkit.org/toolkit/2.5>
- Vogelsang, I. (2010) The relationship between mobile and fixed-line communications: A survey, *Information Economics and Policy*, 22, 1, 4-17.

Governança da internet: reflexões sobre padrões abertos e e-PING Brasil

Murilo Borsio Bataglia

Universidade de Brasília (UnB)

murilo.bataglia@gmail.com

Ana Claudia Farranha

Universidade de Brasília (UnB)

anclaud@uol.com.br

BIOGRAFIAS

Mestrando em Direito pela Universidade de Brasília (PPGD/UnB). Especialista em Direito Eleitoral pela PUC-MG. Graduado em Direito pela UNESP - Franca.

Doutora em Ciências Sociais pela UNICAMP. Mestre em Ciência Política pela UNICAMP. Graduada em Direito pela UFES. Professora Adjunta da Faculdade de Direito da Universidade de Brasília (FD/UnB).

RESUMO

Este artigo objetiva realizar alguns apontamentos acerca do uso de protocolos ou padrões abertos pelos governos. Faz-se, de início, contextualização acerca da governança de internet, situando este debate a partir de estudos de Laura Denardis. Em seguida, abordam-se implicações sociotécnicas e políticas acerca da adoção de tais protocolos abertos, especialmente no que se refere a governos democráticos. Questiona-se: que tipos de impactos sociotécnicos e políticos os padrões abertos implicam? Como se relacionam com governos democráticos? Que riscos teriam para informações públicas seu uso em formatos proprietários? Logo, tem-se a hipótese de que governos democráticos evitam padrões proprietários, como seria o caso brasileiro.

Palavras-chave

Governança da internet, padrões abertos, interoperabilidade, e-PING.

INTRODUÇÃO

O presente artigo tem por objetivo tecer reflexões acerca de padrões abertos (formatos abertos), apontando qual sua relação com a interoperabilidade, com formatos proprietários e desdobramentos sociotécnicos e políticos. Por meio de revisão bibliográfica, parte-se da contextualização da governança da internet, a partir de classificação de Laura Denardis, para adentrar na temática dos padrões. Este estudo aborda a linha dos estudos de ciência, tecnologia e sociedade ao considerar não apenas aspectos estatocêntricos, ou de instituição governamental, mas que considera demais atores (institucionais e não institucionais) envolvidos no debate em tela. Procura-se verificar como tais padrões são utilizados na realidade brasileira, a partir de exemplificações de padrões recomendados para utilização em situações de disponibilização e troca de informações – no documento de padrões de interoperabilidade para governo eletrônico (EPING). São perguntas de pesquisa: que tipos de impactos sociotécnicos e políticos os padrões abertos implicam? Como se relacionam com governos democráticos? Que riscos teriam para informações públicas seu uso em formatos proprietários? Disso, tem-se a hipótese de que governos democráticos, justamente em razão da importância da informação, transparência e *accountability* para o empoderamento da sociedade, evitam padrões proprietários, priorizando padrões abertos, como seria o caso brasileiro.

GOVERNANÇA DA INTERNET

Governança da Internet: contextualização

Adentrando o debate acerca da governança da internet, importante contextualizar esse conceito, perpassando pelos seus principais elementos e pontos de debate. Adotam-se as produções de Laura Denardis sobre esse tema, com abordagem da teoria da ação nos estudos de ciência e tecnologia.

Acerca desta abordagem teórica, Musiani e Epstein a contrapõem com a teoria social clássica, responsável por uma abordagem econômico-institucional. Os estudos de ciência e tecnologia, por sua vez, consideram o “social” como um efeito gerado por diferentes meios e, nesse contexto, a governança é entendida como uma ordem social não exclusivamente desenhada pelas instituições, mas sim, por algo que vai além delas, estando vinculadas a práticas de pessoas/atores engajados em manter ou desafiar a ordem social existente. O foco, portanto, está não apenas nas instituições (ICANN, IETF, IGF, W3C dentre outras), mas também em outros atores, como o setor privado, que desenvolve dispositivos, padrões, e têm comportamentos que influenciam a organização e configuração da rede. Assim, sob esse viés dos estudos de ciência e tecnologia, este artigo vai além do foco institucional, abarcando também a influência de corporações e da sociedade, bem como de outros atores (humanos e não humanos, configurações de arranjos híbridos de governança da internet, e da sua própria infraestrutura/design) no funcionamento da rede – englobando o modelo *multistakeholder*. Tais fatos poderão ser retratados por meio da participação – ou não – de determinados atores nos chamados padrões ou protocolos abertos e também nos modelos proprietários, além de expor que esses mesmos elementos têm papéis (político, econômico e técnico) na configuração estrutural na governança da rede (EPSTEIN et al 2016).

De início, abordando-se o conceito de governança à internet, a Cúpula Mundial sobre Sociedade da Informação (WSIS) a define como o desenvolvimento de princípios, tomadas de decisão e programas que moldam a evolução e uso da internet, por governos, setores privados e sociedade civil, cada qual em seu respectivo papel (WSIS, 2005).

Laura Denardis, por sua vez, apresenta este conceito afirmando que envolve diversos atores: o governo (e não apenas ele), agentes do setor privado, instituições internacionais. Além disso, afirma que os estudos de governança da internet focam no que está em debate acerca do design, administração e manipulação de sua arquitetura e protocolos – arquitetura técnica que não está alheia à cultura e à política, mas que se envolve de decisões políticas e valores que são responsáveis por definir a liberdade do indivíduo e o ritmo de inovação nesse espaço. Com base nisso, portanto, a governança exige um conhecimento técnico do tema a ser debatido, e uma qualificação dos atores envolvidos, uma vez que estes não são apenas governos. (DENARDIS, 2013).

No que concerne aos desenhos de protocolos da internet e coordenação de recursos críticos, destacam-se, além dos governos, a atuação de instituições internacionais e companhias do setor privado. Nesse ponto, há questionamentos que perfazem os estudos de governança: a) como entender o papel da indústria privada em determinar contextos de expressão cultural e política?; b) como balancear o desejo de interoperabilidade e a necessidade de limitar certas transações por motivos de confiança? c) qual a relação entre a governança de Estados-nação e modos não territoriais de governança da internet? Em suma, envolve o debate acerca das implicações de abertura e interoperabilidade em contraponto com as forças para “fechamento” e adoção de modelos proprietários. Consequentemente, as decisões tomadas nesse contexto impactam o interesse público (DENARDIS, 2013).

Uma vez esclarecido tais pontos, Denardis elenca principais tópicos da governança de internet: a) recursos críticos da internet (recursos destinados unicamente para internet, sob uma coordenação central); b) desenho de protocolo (pela linguagem protocolar comum é que se torna possível o funcionamento da internet, o compartilhamento e troca de informações, a interoperabilidade); c) direitos de propriedade intelectual; d) infraestrutura envolvida para a segurança na internet; e) direitos à comunicação (liberdade de expressão e associação promovidas pelos recursos de internet, contrapondo-se a mecanismos de filtragem de conteúdo por ações de governos). Para o presente estudo, foca-se no segundo ponto, a respeito dos padrões de protocolos abertos que possibilitam a troca de informação, e a interoperabilidade na internet.

PADRÕES ABERTOS E INTEROPERABILIDADE

O funcionamento da internet se torna possível em razão da chamada linguagem protocolar comum. Assim, protocolos consistem em planos “[...] que desenvolvedores usam para fabricar produtos que serão compatíveis com outros produtos baseados nos mesmos padrões” (DENARDIS, 2013, p. 562, tradução própria). Dessa forma, padrões públicos abertos possibilitam que tecnologias heterogêneas troquem informações e que usuários também troquem um produto por outro sabendo que estes ainda podem se conectar. Como exemplos, citam-se padrões de *wi-fi*, *bluetooth*, protocolos VoIP, HTTP, e TCP/IP. Em relação a este último, o protocolo TCP/IP é um padrão aberto no qual a internet se apoia para formar-se como rede; o HTTP relaciona-se com a comunicação na web. Há de se falar ainda no ODF, um padrão aberto para formato de documentos. Além do mais, em termos de instituições, a IETF foi quem desenvolveu a rede de protocolos para a internet (incluindo o TCP/IP) – o que é apenas parte do necessário

para a interoperabilidade *end-to-end* para voz, vídeo, dados e imagens na internet (CHEDE, 2008; DENARDIS, 2010; DENARDIS, 2013).

Os padrões abertos relacionam-se com o conceito de interoperabilidade que, por sua vez, se diferencia do de intraoperabilidade. Interoperabilidade liga-se à capacidade de softwares trocarem informações a partir de padrões e interfaces abertos, ou seja, não controlados por uma empresa e tampouco privilegiando um produto em específico. Já intraoperabilidade diz respeito às condições criadas por um fornecedor que tornam a conexão entre seus próprios produtos mais viável e facilitada. Logo, nesta situação, “[...] o fornecedor de um determinado produto cria protocolos e formatos que favorecem o seu negócio – mantendo seus produtos sob seu domínio” (CHEDE, 2008, s/p). Este é o caso dos formatos office (.pdf, .word, .excel são padrões proprietários criados por corporação privada).

Vale também dizer que os protocolos de internet envolvem implicações políticas e econômicas, além das funções técnicas mencionadas. Estudos levantam questionamentos acerca dos valores envolvidos no design de protocolos, e, especialmente, qual legitimidade que instituições privadas teriam ao fazer escolhas políticas de certos padrões? E, ainda, qual seria a responsabilidade de governos para proporcionar condições para certos tipos de padronização de processos? Assim, um dos pontos principais dos estudos da governança da internet são os padrões abertos (que, como dito, permitiram o crescimento da rede). Dessa maneira, problematiza-se esse tema em três vertentes, a saber: elaboração, implementação e uso de padrões abertos. Tal fato se traduz ao se estudar quem possui permissão para participar da elaboração de padrões de design, ou quem tem permissão para ter acesso a informações sobre o desenvolvimento desses padrões, seus registros e deliberações; ou, ainda, ao verificar o grau de abertura na sua implementação: se possui acesso livre, ou até que ponto tais formatos de padrões possuem limites de direitos de propriedade intelectual para implementação de seus produtos. (DENARDIS, 2013).

Ainda no que tange ao conceito de padrões abertos, Denardis descreve algumas definições de “abertura”. Como exemplificação, cita a definição de abertura referente à estrutura europeia de interoperabilidade para serviços de governo eletrônico, cujos principais requisitos são: padrão adotado e mantido por organização com fins não lucrativos, e seu desenvolvimento aberto se dá com base no consenso; público e disponível para uso, cópia e distribuição por qualquer pessoa; a propriedade intelectual possivelmente presente é livre. (DENARDIS, 2007).

Adequando esses elementos de definição de padrões abertos de acordo com: (a) abertura na criação, (b) a implementação e (c) o seu uso, por conseguinte, apresentam-se as seguintes características desses mesmos padrões: (a) incorporam procedimento aberto, justo e transparente, isto é, para todos os interessados – sem exigência de filiação a corporações ou taxas de adesão -, incluindo a abertura de propriedade intelectual e não permitindo que um grupo domine o processo de tomada de decisão; (b) neste, existem três critérios: especificações do padrão aberto estão disponíveis para os interessados, não há taxa para acesso as especificações, e não se tem que pagar *royalties* ou patentes; (c) permite interoperabilidade técnica entre diferentes produtos (DENARDIS, 2007).

Dentre esses debates, encontra-se aquele em que se discute o papel dos governos em promover certos tipos de padrões, tentando adotar padrões abertos, através de “[...] estruturas de interoperabilidade de governos eletrônicos (e-GIFs, especificando padrões para tecnologia de informação para infraestrutura de e-governo” (DENARDIS, 2013, p.563, tradução própria).

Forças de abertura x forças de formatos proprietários

O desenho de protocolos (padrões) possui influência na acessibilidade, interoperabilidade, competição econômica e na liberdade individual. Daí a necessidade de se trazer a sociedade para o debate dessas áreas de governança da internet. O ponto crucial seria o papel desempenhado, na governança da internet, pelo setor privado em direcionar a determinação de políticas públicas. (DENARDIS, 2013).

À medida que novas tecnologias surgem, importa verificar os potenciais impactos para a sociedade. Como ponto positivo, destacar-se-ia a constante inovação promovida pelo mercado. Isso tudo envolve: interoperabilidade e abertura versus abordagens proprietárias e informações fechadas. Como consequência, tem-se o ressurgimento de normas de comunicação proprietária e a redução da transparência na governança da internet. Logo, importa trazer a público as implicações da “privatização da governança”. (DENARDIS, 2013, p. 571-572).

Necessário se faz definir o chamado “padrão proprietário” (“especificação fechada”). Trata-se daquele “[...] desenvolvido e pertencente a uma única companhia que controla o desenvolvimento, uso e o suporte a mudanças de especificações” (DENARDIS, 2007, p. 12, tradução própria). Suas características: (a) quanto ao desenvolvimento, trata-se de criação em ambiente fechado, de fornecedor isolado, em que não se dá importância para procedimentos que envolvam equidade, registros de dissidência, por exemplo, e ainda consiste em processo nada transparente, cujas discussões internas não se tornam públicas; (b) uma vez criado padrão proprietário, sua implementação é fechada,

ou seja, não se encontra disponível para outros fornecedores, além de que possui direitos de propriedade intelectual, e não confere licença para outro fornecedor, o que ocasiona que tal padrão proprietário não é interoperável com outros produtos; (c) em relação ao uso, o usuário fica dependente dos produtos de um único fornecedor para continuar acessando ou trocando informações no formato de padrão proprietário (dependendo de atualizações que sejam compatíveis com versões anteriores) (DENARDIS, 2007, p.12-13).

Para fomentar ainda esse debate, a autora discorre que os padrões de tecnologias de informação e de comunicação têm cada vez mais se entrelaçado com funções do governo, e o grau de abertura de padrões técnicos tem implicações em diversas áreas (política de inovação e competição, desempenho de serviços de modo eficaz e eficiente, respostas a desastres, extensão da privacidade do usuário na internet). Em razão de tais consequências, tem-se investido na promoção de padrões técnicos abertos aderindo-se a princípios da transparência, eficiência de custos e interoperabilidade (DENARDIS, 2010).

Consequências da adoção de padrões abertos e princípios democráticos

Como dito, a adoção de padrões abertos envolve questões econômicas, técnicas e políticas. Relativamente às questões políticas envolvidas ao conceito de padrões, desvelam-se quem os controla e elabora, e os sentidos que neles empregam. Assim, em um contexto democrático, a elaboração, implementação e uso de padrões devem encontrar base na igualdade de participação do processo de decisão entre todos os membros envolvidos, isto é, atentar-se também para a relação entre os *stakeholders* (DENARDIS, 2007). Como exemplo, Denardis (2007) aponta quatro caminhos nos quais os padrões podem gerar efeitos políticos em sociedades democráticas:

- i) efeitos de padrões nos processos democráticos formais: como por exemplo nas eleições periódicas com votos eletrônicos, em que a transparência se faz crucial;
- ii) padrões impactam em condições para a democracia: permitem o acesso a informações por parte dos cidadãos, o arquivamento de documentos, garantindo que documentos arquivados digitalmente possam ser acessíveis futuramente. “Informação eletrônica acessível hoje pode se tornar inacessível em dez anos, pois o que era dominante em termos de mídia física, *software*, e outros formatos proprietários não teriam mais um suporte” (DENARDIS, 2007, p.04, tradução própria);
- iii) questões políticas substantivas: padrões técnicos podem envolver instituições e gerar efeitos de interesse público, “[...] padrões técnicos poderiam potencialmente adquirir não somente poder de mercado, mas também poder de tomar decisões que afetem as vidas e interesses de cidadãos que dependem da tecnologia” (DENARDIS, 2007, p.05, tradução própria).
- iv) valores democráticos e processos de formação de padrões: o desenvolvimento de padrões pode ser fechado (padrões proprietários) ou aberto, sendo desenvolvidos por atores privados ou por organização voluntária, que influencia no acesso livre aos registros de procedimentos de sua modificação (DENARDIS, 2007).

Possuindo tais fundamentos de que certos padrões possuem valores políticos e cujas consequências de elaboração, implementação e uso variam conforme o tipo de padrão adotado (aberto ou proprietário), pode-se refletir acerca da adoção de padrões abertos, sua relação com governos e a democracia.

Pode-se destacar como consequência o acesso à informação referente às decisões governamentais tanto quanto aos registros ou armazenamento dessas mesmas informações. Tal fato pode se ligar ao reforço da legitimidade do exercício do poder. (DENARDIS, 2007).

Aprofundando, por sua vez, essa relação: “A capacidade de cidadãos acessarem documentos governamentais afeta sua capacidade de participar e de criticar decisões públicas” (DENARDIS, 2007, p. 16, tradução própria). Ademais, promovem-se valores de transparência e *accountability* pois os registros das ações governamentais em modelos fixos gera compromisso dos governantes em justificá-las, e, tendo tais justificativas registradas, permite-se aos cidadãos o acesso a elas. Esse acesso, por conseguinte, não pode ser restringido por barreiras como taxas ou barreiras de interoperabilidade. (DENARDIS, 2007).

Isto posto, a questão dos padrões abertos de documentos sob custódia do governo revela importância para os cidadãos: em termos de registros de dados pessoais, é importante que se assegure a compatibilidade do formato adotado com os sistemas em que se hospeda para garantir a interoperabilidade dos dados entre as repartições públicas. Logo, o cidadão possui o direito de que o governo seja *accountable*, e este o pode ser por meio de tais informações em formato aberto que possibilitam a interoperabilidade no sistema e, nas ocasiões em que as informações são públicas, o livre acesso. Essa *accountability* não seria possível caso o governo empregasse modelo

proprietário ou outro documento em formato fechado que implicasse em vulnerabilidade de sua segurança. (DENARDIS, 2007).

Neste ponto, então, conclui-se que o movimento para a adoção de padrões abertos no contexto de documentos públicos digitais (ou eletrônicos) beneficia os cidadãos e priorizam os valores democráticos (DENARDIS, 2010, p.15). Partindo-se dessa questão, aponta-se a crescente utilização de tais padrões pelos governos (no chamado governo eletrônico ou governo digital).

GOVERNO ELETRÔNICO: PADRÕES ABERTOS NO BRASIL

Governo eletrônico

Governo eletrônico corresponde ao uso de tecnologias de informação e comunicação por órgãos governamentais, nas relações G2G (intra ou inter-governos), G2B (governos e empresas, pessoas jurídicas), G2C (governos e cidadãos), e G2E (governo e seus próprios servidores), possibilitando empoderamento do cidadão por meio de acesso a informações e como maior eficiência na gestão. Portanto, envolve: prestação de serviços e informações de modo eletrônico; regulamentação das redes de informação; transparência e prestação de contas públicas; ensino à distância e bibliotecas virtuais; difusão cultural; licitações públicas eletrônicas; negócios eletrônicos. Para tanto, necessário se faz a implementação de sistemas de informação modernos (tanto do ponto de vista técnico, quanto organizacional) que favoreça a integração de sistemas e a disponibilização de serviços públicos (REINHARD et al, 2016).

Nesse debate, esclarece-se que há uma diferença entre governo eletrônico e governo aberto; da mesma forma entre padrões abertos e dados abertos. Governo aberto indica a intenção de um governo em ser transparente. Governo eletrônico tem o foco na automação de processos (BERBERIAN et al, 2014, p.32). Dados abertos indicam o caminho para concretizar essa realidade de um governo aberto, sendo definidos como aqueles que qualquer pessoa pode usar, reutilizar, redistribuir, “[...] estando, no máximo, à exigência de creditar a sua autoria e compartilhar pela mesma licença” (OKF). Podem também ser definidos pelo art. 2º, III do Decreto n. 8.777/2016. Dados abertos e padrões abertos são coisas distintas: padrões ou formatos abertos seriam apenas um dos requisitos para que um dado seja considerado aberto (congregando demais especificações).

Padrões abertos e interoperabilidade no Brasil

A partir de 2004 muitos governos nacionais passaram a introduzir estruturas de interoperabilidade para a adoção de padrões abertos em seus sistemas de informação (DENARDIS, 2010).

O Brasil foi o primeiro da América do Sul a adotar arquitetura de interoperabilidade com base em padrões abertos, recomendando, assim o uso do ODF a partir de 2006. A concepção brasileira de interoperabilidade abordou: a) as comunicações internas do governo; b) o intercâmbio de informações com os cidadãos; c) interação com empresas e parceiros comerciais governamentais; d) competição nos mercados globais. Tal interoperabilidade foi requisito para prover serviços públicos e investir em sistemas de tecnologia de informação e de comunicação, sendo tal implementação conduzida pelo então Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), pelo Instituto Nacional para Tecnologia da Informação (ITI) da Presidência da República; o Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO) – empresa pública vinculada à Secretaria do Tesouro Nacional (DENARDIS, 2007).

Como definição de interoperabilidade, o Brasil a considera como a “[...] capacidade de diversos sistemas e organizações trabalharem em conjunto (interoperar) de modo a garantir que pessoas, organizações e sistemas computacionais interajam para trocar informações de maneira eficaz e eficiente” (ePING, 2016). Logo, para que haja um governo moderno e integrado, exige-se a aplicação de sistemas que sejam integrados e interoperáveis, e seguros no setor público. Com isso, a estrutura para governo eletrônico – denominada arquitetura ePING (interoperabilidade de governo eletrônico) aplica-se aos órgãos que integram o SISP (Sistema de Administração dos Recursos de Tecnologia da Informação) (ePING, 2016).

Essa estrutura (cuja aplicação é obrigatória no Poder Executivo Federal - Portaria SLTI/MP nº 92) define um mínimo de especificações técnicas e políticas de uso das TICs necessárias para providenciar interoperabilidade entre os serviços de governo eletrônico, a comunicação governo e sociedade, bem como com outros poderes e outros governos e mercados. Logo, são cinco as áreas sobre as quais essa arquitetura e-PING atua: 1) Interconectividade; 2) Segurança; 3) Meios de Acesso; 4) Organização e Intercâmbio de Informações; 5) Áreas de Integração para Governo Eletrônico. Como políticas gerais que norteiam os setores de interoperabilidade, existe a adoção de tecnologias de internet universalmente convencionais (navegadores que atuam como a principal interface para

acessar os sistemas de informação do governo e o formato XML como padrão para troca de dados). Outra política diz respeito a se ter apoio do mercado para redução de custos e riscos. Menciona-se ainda a transparência e publicidade de documentos do e-PING. Outro ponto se trata da segurança, na qual as condições tecnológicas devem preservar as informações privadas dos cidadãos, de indústrias, e de agências de governo. Comenta-se, ainda acerca da transparência (Lei de Acesso à Informação n. 12.527/11), que reforça a interoperabilidade pela publicidade dos dados. E por fim, importante notar a política de uso de software público/livre e a chamada “adoção preferencial de padrões abertos” (padrões proprietários seriam aceitáveis desde que transitoriamente, ou quando não há padrão aberto disponível até o momento) (DENARDIS, 2007; DENARDIS, 2010; ePING, 2017).

Padrões abertos no acesso à informação: EPING Brasil

Para efeitos de compreensão da análise, especificam-se que documentos nos formatos “odf” são formatos abertos, e que os formatos “pdf”, “doc”, “xls”, “ppt” são extensões proprietárias. Assim, o governo deveria evitar o uso destes últimos, “[...] a fim de manter o acesso por parte do cidadão, sem que o mesmo seja privado ou até venha a se tornar um excluído digital por ser obrigado a usar programas licenciados para visualizar a informação a que tem direito” (CORDEIRO et al, 2012, p.02).

Ademais, constituem padrões abertos os arquivos: a) JSON; b) XML; c) CSV; c) ODS; d) RDF. (ENAP, 2016).

Agora, objetiva-se verificar junto ao governo federal brasileiro se as recomendações do sistema EPING contemplam tais padrões abertos ou se ainda se munem de padrões proprietários. Por questões de recorte metodológico, tem-se por objeto de análise de seções que envolvam a disponibilização de informações públicas para os cidadãos, a saber: a) “meios de acesso”; e b) “organização e intercâmbio de informações”.

No que se refere à primeira seção, no tópico de arquivos do tipo documento ou publicação, é recomentado o uso de padrões abertos (ODF, EPUB), porém inclui-se a recomendação de formato proprietário (PDF). Vislumbra-se também que o fato de se “recomendar” o uso ao mesmo tempo em que possibilita o não engessamento do órgão governamental para utilização de formato que lhe seja mais conveniente, ao mesmo tempo confere margem para se empregar outros formatos (como no caso dos proprietários), implicando nas questões políticas de transparência e interoperabilidade conforme mencionadas. Ao continuar a análise, em arquivos de planilha, por sua vez, são “adotados” os formatos abertos ODF; em arquivos de apresentação, o ODF é adotado, e o HTML recomendado; em Arquivos de bancos de dados, CSV é adotado, e XML (ambos abertos), recomendado; para intercâmbio de informações gráficas e imagens estáticas o formato aberto PNG é adotado e os também abertos JPEG e SVG recomendados; na compactação de arquivos, são recomendados os formatos abertos ZIP, GNU ZIP, e TAR (EPING, 2017).

Em relação à organização e intercâmbio de informações, a linguagem para intercâmbio de dados adota os formatos abertos XML e JSON; para transformação de dados, também são adotados formatos abertos XSL; na definição dos dados para intercâmbio, XML (aberto) é adotado (EPING, 2017).

Logo, no quesito de informações divulgadas e de troca de informações, é notória a recomendação de padrões abertos. No entanto, também se verificou a margem para uso de formatos proprietários seja pela liberdade conferida, seja pela explícita recomendação desses padrões (formato pdf). Corroborando com essa assertiva e essa permissão de utilizar padrões proprietários, o governo federal brasileiro, por meio do Sistema de Administração dos Recursos de Tecnologia da Informação (SISP), anunciou, que seus órgãos deveriam enviar manifestação de interesse na aquisição de soluções da Microsoft (pacotes Office, Windows Server, Client Access Server). Logo, o atual governo poderá adotar padrões proprietários (apesar das recomendações de uso dos padrões abertos, conforme documento EPING 2017). Trata-se de política que vai de modo contrário às gestões anteriores – apesar de existir algumas exceções, como no caso da Receita Federal, Banco Central e Caixa Econômica Federal – que já utilizavam softwares proprietários ou adquiririam licenças permanentes de pacotes Office (por não adaptação com outros modelos). (JUNQUEIRA, 2016).

Assim, tanto essa adoção de software e padrões proprietários pelo governo brasileiro, quanto a inserção do governo e publicação de certas informações em redes sociais (“plataformas proprietárias”) -, retomam importantes questões. Ao submeterem-se ou adotarem tais práticas, os órgãos do governo passam a depender tecnicamente das empresas responsáveis pela criação de tais padrões. As informações governamentais que envolvem tanto informações públicas quanto os dados sensíveis e de segurança nacional passam a ficar, de certa forma, sob domínio de entidades privadas, de grandes corporações.

Tal fato vai de encontro com o tema da própria soberania do país e com as implicações de acesso livre a dados e informações, transparência, uma vez que modelos proprietários bloqueariam tais canais a partir da dependência de outras organizações.

No caso brasileiro, conforme aponta Denardis, até o momento o Poder Executivo Federal do Brasil adota e/ou recomenda o uso de padrões abertos, sendo transitório o uso de modelos proprietários – o que parece que haverá mudanças com aquisições de pacotes de determinadas corporações – o que se desvela contraditório e merece maior justificativa acerca dos motivos.

Por fim, percebe-se que os padrões de documentos têm implicações políticas em governos democráticos: o acesso livre e aberto a diversos tipos de documentos governamentais é importante para a democracia, seja por assegurar a igualdade e liberdade de acesso, seja pelo fato de que o contato com tais documentos constituem deveres públicos (DENARDIS, 2007).

CONCLUSÃO

Como fora proposto, desenvolveram-se reflexões acerca da governança da internet, especificando-se o que Denardis classificou como “desenho de protocolo de internet”. Neste setor, por sua vez, escolheu-se discorrer sobre debates de protocolos (ou padrões) abertos. Tal fato se deu explicando governança dessa rede com pontos de ligação dos estudos de ciência, tecnologia e sociedade.

Logo, mencionaram-se certas consequências ou implicações técnicas, sociais e políticas frente ao uso de padrões abertos e padrões proprietários. Explanou-se acerca da aproximação da adoção de protocolos abertos por governos em regimes democráticos, justamente por permitir que atores sociais (e não apenas governamentais) participassem da elaboração, implementação e uso desses protocolos. Isso, por sua vez, favorece a democracia em termos de participação, ao permitir o acesso por parte dos cidadãos, capacitando-os, pelo acesso a informações, para o debate em tomadas de decisões importantes na democracia. Verificou-se também que a adoção de padrões proprietários favorece a dependência governamental a determinadas empresas ou corporações (em termos de acompanhamento de atualização de formatos, de *softwares*, por exemplo).

Uma vez feitas essas reflexões, observou-se que, ao analisar o governo brasileiro e seu sistema de padrão de interoperabilidade para governo eletrônico (EPING versão 2017), prioriza-se em grande parte (em termos de meios de acesso e troca de informações) a adoção de protocolos abertos, evitando-se padrões proprietários, justamente em razão da importância da informação, transparência e *accountability* para o empoderamento da sociedade. No entanto, faz-se ressalva à confirmação da hipótese apresentada, em razão da proposta de mudança da política do atual governo em adquirir volume de licenças de formatos proprietários. Tal fato, por fim, merece maiores esclarecimentos acerca dos motivos, haja vista conforme explana Denardis, que o formato aberto gera inúmeros benefícios para a dinâmica democrática e que o cidadão possui o direito de que o governo lhe seja *accountable*.

REFERÊNCIAS

- Berberian, C., Camargo, R., and Mello, P. (2014). Governo aberto: a tecnologia contribuindo para maior aproximação entre o Estado e a sociedade. *Revista do TCU*. n.131. sept/dec. Available in: <<http://revista.tcu.gov.br/ojsp/index.php/RTCU/article/view/60>>. Accessed in: May, 14, 2018.
- Brasil (2012). SLTI/MP. Instrução normativa n. 04, de 18 de abril de 2012. Available in: <http://www.lex.com.br/legis_23147590_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_4_DE_12_DE_ABRIL_DE_2012.aspx>. Accessed on: April, 29, 2017.
- Chede, C. (2008). *Padrões abertos, interoperabilidade e interesse público*. Disponível em: <<https://www.politics.org.br/edicoes/padr%C3%B5es-abertos-interoperabilidade-e-interesse-p%C3%BAblico>>. Accessed on: May, 05, 2018.
- Canabarro, D. and Wagner, F. (2014). A governança da internet: definição, desafios e perspectivas. Canabarro, D. R.; Pimenta, M. *Governança digital*. Porto Alegre: UFRGS/CEGOV. Available in: <<https://www.ufrgs.br/cegov/files/livros/gtdigital.pdf>>. Accessed on: May, 11, 2018.
- Cordeiro, A. et al. (2012). Governo eletrônico e redes sociais: informação, participação e interação. *RECIIS – R. Eletr. de Com. Inf. Inov. Saúde*. Rio de Janeiro, v.6, n.2, Jun., 201. Available in: <<http://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/17275>>. Accessed on: July, 12, 2017.

- Denardis, L. (2013). The emerging field of internet governance. In: Dutton, W. H. *The Oxford handbook of studies in internet*. New York: Oxford Press, 2013.
- Denardis, L. (2010) E-governance policies for interoperability and open standards. *Yale information society project paper*. Jun. 2010. Available in: <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1629833>>. Accessed on: July, 13, 2017.
- Denardis, L. (2007). Open documents and democracy: a political basis for open document standards. Yale.
- Enap. Escola Nacional de Administração Pública. (2016). *Elaboração de plano de dados abertos*. Brasília: ENAP, 2016.
- e-PING (2016). Padrões de interoperabilidade de governo eletrônico. Available in: <<https://www.governoeletronico.gov.br/eixos-de-atuacao/governo/interoperabilidade/eping-padroes-de-interoperabilidade-de-governo-eletronico>>. Accessed in: May, 11, 2018.
- e-PING (2017). Padrões de interoperabilidade de governo eletrônico: documento de referência. Disponível em: <https://www.governoeletronico.gov.br/documentos-e-arquivos/e-PING_v2017_20161221.pdf>. Accessed em: 14 jul. 2017.
- Epstein, D. and Katzenbach, C. and Musiani, F. (2016). Doing internet governance: practices, controversies, infrastructures, and institutions. *Internet Policy Review*, 5(3). Disponível em: <<http://policyreview.info/articles/analysis/doing-internet-governance-practices-controversies-infrastructures-and-0>>. Acesso em: 20 maio 2017.
- Junqueira, D. (2016). Por que o governo federal está adotando soluções da Microsoft em vez de software livre. Gizmodo Brasil. Disponível em: <<http://gizmodo.uol.com.br/governo-federal-adota-microsoft/>>. Acesso em: 15 jul. 2017.
- Open Knowledge Foundation. About. Available in: <<https://okfn.org/about/>>. Accessed on: May, 01, 2018.
- Reinhard, N. and Santos, E. M.. Serviços de Governo Eletrônico: um panorama no Brasil. In: Pinho, J. A. G. (2016). *Artefatos digitais para mobilização da sociedade civil: perspectivas para avanço da democracia*. Salvador: UFBA.
- Wsis. Tunis Agenda for the Information Society (2005). *Agenda de Tunis PT_BR*. p. 78 Available in: <<https://www.itu.int/net/wsis/docs2/tunis/off/6rev1-es.html>>. Accessed on: April, 30, 2017.

¿Son útiles las TIC para combatir la ciberdelincuencia? La relación entre la denuncia de delitos informáticos y el equipamiento tecnológico de las comisarías

William Fernández
Universidad del Pacífico
w.fernandeztinoco@up.edu.pe

Carmen Vargas
Pontificia Universidad Católica del Perú
carmen.vargas@pucp.pe

BIOGRAFÍAS

William Fernández es bachiller en economía de la Universidad del Pacífico. Se desempeña como asistente de investigación en el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.

Carmen Vargas es bachiller en economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Se desempeña como consultora del Ministerio de la Producción.

RESUMEN

La ocurrencia de delitos informáticos una problemática es bastante grave y reciente en el Perú. El fácil acceso a la tecnología y las condiciones socioeconómicas del país han dado pie a que se convierta en un lugar propicio para cometer ciberdelitos. Por otro lado, los agentes involucrados como la policía muchas veces se encuentran en desventaja, ya que no cuentan con las habilidades necesarias para combatir este tipo de delitos. En ese sentido, es relevante preguntarnos si es que la capacidad del personal de la comisaría para utilizar las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) funciona como señal de seguridad que sirve para disuadir a los criminales de delinquir. Se estimó un modelo probit en el cual la variable dependiente es la probabilidad de ocurrencia de delitos informáticos y se obtuvo los efectos marginales de tres índices construidos a partir de variables que indican el uso de las TIC.

Palabras clave

Criminalidad, ciberdelincuencia, seguridad ciudadana, tecnologías de información y comunicación.

INTRODUCCIÓN

Un delito informático se define como toda aquella acción ilegal que se comete a través de las vías informáticas o que tiene como propósito causar daños a los instrumentos electrónicos o redes de comunicación. Así, se valen mucho del uso de las diferentes Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para cometerse. Este tipo de delincuencia comenzó a proliferar a inicios del siglo XXI, junto con el proceso de digitalización de los sistemas de información y la globalización que sufrieron las naciones del mundo, al hacerse más barata la producción de sistemas informáticos y, por ende, más accesible para la población. En este sentido, esta no es una problemática ajena para los países en vías de desarrollo, puesto que, en dichos países, los delitos informáticos se han incrementado y, al mismo tiempo, se han visto considerablemente sofisticados. Según algunos autores, esto puede deberse a que la probabilidad de cometer un crimen y ser detectado es menor en estos países, en comparación con la de las naciones de ingresos altos. Lo más preocupante de esto es que, en varios casos, el impacto económico negativo que generan ha sido mayor que el de los crímenes convencionales (Kshetri, 2010).

El Perú, país de ingreso medio que experimentó un crecimiento económico importante durante la primera década del siglo XXI, no se encuentra ajeno a este fenómeno. Este país se ha convertido en un lugar propicio para la creación de *malware* (virus informáticos), el cual es uno de los tipos de ciberdelitos más comunes en países de ingreso medio. Por ejemplo, el trabajo de Kshetri (2013) habla sobre la creación del Sistema de Administración de PCs Zombi (SAPZ), un virus presuntamente creado en el Perú, que infectaba la computadora del usuario mediante *phishing* y, una vez instalado, redirigía a la víctima a una versión falsa de la página del Banco de Crédito del Perú, para robarse las credenciales del usuario. Esto solo es un ejemplo para poner en contexto la magnitud del problema, puesto que el Perú se ubica en el cuarto lugar en cuanto al número de ataques cibernéticos por cada

10,000 usuarios de Internet, y primero del mundo en actividad maliciosa por usuario de banda ancha (Kshetri, 2013).

Ante esta situación, las autoridades peruanas comenzaron a actuar para hacerle frente a la ciberdelincuencia. Así, desde el año 2005, la Dirección de Investigación Criminal de la Policía Nacional del Perú (DIRINCRI) cuenta con la División de Investigación de Delitos de Alta Tecnología (DIVINDAT), cuya principal función es luchar contra los delitos informáticos, realizando una tarea especializada de investigación, para la que su personal cuenta con las mismas o mejores condiciones que las de los delincuentes. Desde el campo normativo, la legislación peruana condena los delitos informáticos desde el 22 de octubre de 2013, con la promulgación de la Ley 30096 (“Ley de delitos informáticos”). En dicha ley, se penalizan las conductas ilícitas que afectan los sistemas y datos informáticos y otros bienes jurídicos de relevancia penal, cometidas mediante la utilización de las TIC.

A pesar de lo mencionado en el párrafo anterior, la lucha contra el cibercrimen no puede depender únicamente de un área de la policía nacional. Todas las comisarías necesitan tener el número adecuado de equipos de comunicación e informática, y su personal debe estar debidamente capacitado, con el objetivo de poder identificar o detectar delitos que utilicen como principal medio las TIC, para que los culpables puedan ser sancionados. Tal como establece la literatura, los delitos informáticos suelen quedar impunes en países en vías de desarrollo, y esto sucede porque los culpables no pueden ser identificados, dado el poco conocimiento que tienen las mismas autoridades policiales sobre el tema. En otras palabras, no basta únicamente con contar con los mejores equipos informáticos o de comunicación, sino también saber cómo utilizarlos para poder hacer frente al cibercrimen.

Bajo este contexto, la pregunta de investigación que se plantea en este documento es la siguiente “¿el hecho de que el personal de una comisaría sepa cómo usar las TIC funciona como una señal de seguridad, que sirve para disuadir a los criminales de cometer ciberdelitos, dado que enfrentan una mayor probabilidad de detección y castigo?” Para responder a esta interrogante, nos valemos principalmente de dos fuentes de información: el Censo Nacional de Comisarías y el Registro Nacional de Delitos en las Dependencias Policiales. Ambas bases de datos tienen como unidad de análisis a las comisarías peruanas, y contamos con información de los años 2015 y 2016.

MARCO TEÓRICO

La relación entre el uso de las TIC en una comisaría y la ocurrencia de delitos informáticos

El estudio de la problemática de la ciberdelincuencia en países en vías de desarrollo se encuentra en sus inicios. Tal como la literatura indica, esto puede deberse a que todavía se conserva la percepción de que, en muchas de estas naciones, la brecha digital aún es bastante amplia o que la penetración de los servicios de Internet entre la población es parcial. Esto lo señala Kshetri (2010). La poca importancia ha dado pie a que se destinen muy pocos recursos a combatir el cibercrimen, puesto que por mucho tiempo estos no se han percibido como una amenaza real. Sin embargo, justamente los altos índices de pobreza, sumados a las altas tasas de desempleo de estas naciones, han funcionado como incentivos para que los individuos se vean atraídos para cometer este tipo de crímenes, dado que pueden investigar sobre estas nuevas maneras de delinquir a un relativo bajo costo. Por ejemplo, un *hacker* puede aprender a robar contraseñas únicamente con una computadora y una conexión estable a Internet.

Al no existir claras medidas de lucha contra el cibercrimen, se torna más difícil que el culpable de un delito informático sea identificado y posteriormente castigado (Kshetri, 2010), con lo que los criminales ven incrementado su retorno esperado de delinquir. En un país en vías de desarrollo (tal como el Perú) hay, además, grandes oportunidades para los ciberdelincuentes, puesto que recién se están digitalizando todas las transacciones, por lo que los consumidores y los negocios aún no adoptan las medidas de ciberseguridad necesarias para estar protegidos contra este tipo de delitos (la inexistencia de mecanismos de defensa eleva el retorno esperado del criminal). Por si esto fuera poco, Mora (2015) señala que hay una importante falta de personal calificado para el manejo o uso de las TIC en las comisarías peruanas, por lo que es evidente que los oficiales se encuentran en una clara desventaja con respecto a los delincuentes. Esta situación se torna incluso más delicada para las comisarías del interior del país.

Asimismo, también es importante analizar la decisión de denunciar o no un ciberdelito en un país como el Perú. De acuerdo con Leukfeldt (2017), hay factores económicos asociados a la decisión de reportar un cibercrimen (costos y beneficios), por lo que, para el contexto peruano, denunciar un delito informático podría acarrear muchos costos (como la transacción) y traer muy pocos beneficios, dado que la probabilidad de encontrar al culpable y castigarlo es casi nula. Este mismo estudio señala que la policía de países de ingresos medios no cuenta con las habilidades ni conocimiento para manejar los casos de cibercrímenes de manera efectiva.

El retorno esperado del delincuente

En vista de lo descrito previamente, es necesario plantear el retorno esperado del delincuente, para poder determinar en qué medida las habilidades en cuanto al manejo de las TIC de las comisarías pueden influir en la misma. Tal como dice Ngafeeson (2010), al momento de cometer un delito informático los culpables enfrentan una barrera de seguridad, que influye directamente sobre la probabilidad de ser detenidos o salir impunes. Dicha barrera de seguridad se vale tanto de las medidas de ciberseguridad que puedan adoptar las empresas o individuos, como también de la capacidad tecnológica de la comisaría. En tal sentido, Ortiz (2013) señala que la tecnología brinda la capacidad de amplificar abrumadoramente las capacidades de los agentes policiales en sus tareas de aprehensión, análisis e investigación, y esto se vuelve más relevante para el caso de los ciberdelitos puesto que se cometen valiéndose principalmente de las TIC.

Así, se tiene la siguiente función de retorno esperado:

$$E(R) = (1 - \alpha) * (M_b + P_b) + \alpha * (\partial * O_c) - c$$

Donde:

α = Probabilidad de ser detenido.

M_b = Beneficios monetarios de cometer el delito.

P_b = Beneficios psicológicos de cometer el delito (existen personas que crean *malware* sin fines económicos, únicamente para robar información).

∂ = Probabilidad de ser condenado.

O_c = Costo de oportunidad de ser condenado.

c = Todos los costos asociados a cometer el delito informático (tiempo, dinero, etc.).

Teniendo esta función en mente, es importante ver dónde puede influir la comisaría. Naturalmente, el parámetro que puede afectar es α , puesto que esa es la probabilidad de ser detenido. De acuerdo con los diferentes estudios que se han revisado, esta probabilidad en el Perú debería ser muy baja, por lo que el retorno esperado sería positivo. Si se busca disuadir a los delincuentes, entonces se debe subir α , para que el retorno esperado sea cada vez menor. La mejor manera de disminuir este retorno esperado sería crear *Computer Incidence Response Teams* (CIR), tal como Gercke (2011) señala. Sin embargo, esta es una alternativa muy costosa. Por ello, lo mejor para un país como el Perú es que cada comisaría tenga la capacidad de detectar, analizar e investigar cibercrímenes. Lo que se busca probar en este estudio es que esto efectivamente disminuye la probabilidad de ocurrencia de un delito informático.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Para poder responder a la pregunta de investigación, nos valemos de dos bases de datos que conformaran un *pool* de observaciones que comprende dos periodos de análisis. La primera fuente es el Censo Nacional de Comisarías del Perú (CNC) 2015 y 2016, elaborado por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). Esta base tiene como unidad de análisis a las dependencias policiales del país, que suman un total de 1,471 al año 2016 y 1,469, para el 2015. La parte más relevante de la misma es el módulo 300, que cuenta con datos acerca del equipamiento informático que existe dentro de cada comisaría. La segunda base de datos de la que se vale el presente estudio es el Registro Nacional de Denuncias de Delitos en las Dependencias Policiales (RENADDEP) 2015 y 2016. La unidad de análisis de esta base son las comisarías básicas y unidades especializadas de investigación criminal de la Policía Nacional del Perú (PNP). Al año 2016, se identificaron en total 1,290 comisarías entre las básicas y las especializadas en investigación criminal; mientras que, para el 2015, se cuenta con 1,241 comisarías.

Cabe resaltar que este tipo de establecimientos son también dependencias policiales, por lo que la información de esta última base se puede juntar fácilmente con la de la primera. La información relevante que se consigue de esta base es si se ha reportado la ocurrencia de algún tipo de delito informático dentro de cada dependencia policial o no. Dada la naturaleza de nuestras bases de datos, al realizar la unión de ambas bases quedaron cerca de 811 observaciones con información incompleta sobre el uso de los equipos informáticos que emplean o que

no tienen datos de las denuncias de delitos informáticos. Por lo tanto, la base con la cual se estimaron los resultados tiene como unidad de análisis a 2, 230 dependencias policiales del 2015 y 2016, tal como se puede observar en el cuadro 1. Asimismo, para tener un mejor entendimiento de las variables utilizadas en el cuadro 2 se expone el resumen y descripción de cada una de estas, así como la fuente de la cual fueron obtenidas.

Cuadro 1: Estadísticas descriptivas de las principales variables

Variables	Obs.	Total			No hubo delito			Hubo delito		
		Prom.	Desv. est.		Obs.	Prom.	Desv. est.	Obs.	Prom.	Desv. est..
TIC_1	2,330	0.36	0.26	2,249	0.36	0.26	81	0.32	0.25	
TIC_2	2,330	0.26	0.38	2,249	0.27	0.39	81	0.09	0.24	
TIC_3	2,330	0.39	0.34	2,249	0.40	0.34	81	0.20	0.23	
Distrito urbano	2,330	0.61	0.49	2,249	0.60	0.49	81	0.72	0.45	
Usuario computadora	2,330	0.46	0.50	2,249	0.46	0.50	81	0.56	0.50	
Pob. atendida por comisaría	2,330	3.17	1.56	2,249	3.15	1.57	81	3.60	1.40	
Operaciones estadísticas	2,330	0.49	0.50	2,249	0.49	0.50	81	0.56	0.50	
Equipos comunicación (n°)	2,330	5.15	6.56	2,249	5.20	6.64	81	3.93	3.48	
Equipos informáticos (n°)	2,330	12.51	9.06	2,249	12.44	9.06	81	14.44	8.76	

Fuente: Censo Nacional de Comisarías del Perú y Registro Nacional de Delitos en las Dependencias Policiales 2015-2016. Elaboración propia.

Cuadro 2: Resumen y descripción de variables utilizadas

Variable	Descripción	Fuente
Ocurrió delito	Toma el valor de 1 si se registró la denuncia de un delito informático en la dependencia policial. Nota: se considera "delito informático" a todo aquel crimen que se cometió utilizando como medio las herramientas informáticas.	Registro Nacional de Denuncias de Delitos en las Dependencias Policiales, 2015-2016
Región	Variable categórica que indica a cuál de las 25 regiones del país pertenece la comisaría.	Censo Nacional de Comisarías, 2015-2016
Distrito urbano	Toma el valor de 1 si la comisaría se encuentra en un distrito considerado "urbano" según el INEI.	INEI, 2015-2016
Usuario computadora	Toma el valor de 1 si la persona autorizada para usar las computadoras dentro de la comisaría es únicamente el comisario	Censo Nacional de Comisarías, 2015-2016

Población atendida por comisaría	Variable que toma valores del 1 al 6 de acuerdo al rango de población que la comisaría debe atender aproximadamente. Los rangos son los siguientes: 1 (menos de 5,000 habitantes), 2 (entre 5,000 y 10,000 habitantes), 3 (entre 10,001 y 20,000 habitantes), 4 (entre 20,001 y 40,000 habitantes), 5 (entre 40,001 y 80,000 habitantes) y 6 (de 80,0001 a más habitantes).	Censo Nacional de Comisarías, 2015-2016
Operaciones estadísticas	Toma el valor de 1 si la comisaría cuenta con un ambiente dedicada a realizar operaciones estadísticas.	Censo Nacional de Comisarías, 2015-2016
Equipos comunicación (número)	Número de teléfonos fijos, celulares y otros equipos de comunicación con los que cuenta la comisaría.	Censo Nacional de Comisarías, 2015-2016
Equipos informáticos (número)	Número de computadoras, laptops, impresoras, escáner, proyectores y otros equipos informáticos con los que cuenta la comisaría.	Censo Nacional de Comisarías, 2015-2016

Elaboración propia.

METODOLOGÍA

De acuerdo con la teoría econométrica, para procesar datos en forma de variables dicotómicas de corte transversal, la mejor alternativa es utilizar modelos logit o probit (Greene, 2003). En ese sentido, dado que la variable dependiente de la especificación que estimaremos es una dicotómica, que toma el valor de 1 si se denunció la ocurrencia de un delito informático en la dependencia policial y 0 de cualquier otra forma, lo mejor para la presente investigación es utilizar la metodología del modelo de probabilidad de variable dependiente limitada (probit). Este explica la probabilidad de ocurrencia de un delito informático en la dependencia policial, y está expresada en la siguiente ecuación:

$$y_i^* = x_i\beta + \varepsilon_i$$

A partir de la ecuación, la variable y_i^* es la ocurrencia del delito informático en la i -ésima comisaría, x_i es el conjunto de variables de control que explican la ocurrencia de los cibercrímenes. El vector de coeficientes de las variables es β y ε_i es una variable continua con distribución normal. Para y_i la probabilidad de observar la denuncia del delito informático tiene la siguiente forma:

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{si } y_i^* > \tau \\ 0, & \text{si } y_i^* \leq \tau \end{cases}$$

Cuando existen denuncias sobre los delitos informáticos ($y_i = 1$), asumiendo que el umbral es $\tau = 0$, se puede obtener la siguiente expresión:

$$\Pr(y_i = 1|x_i) = \Pr(\varepsilon_i < x_i\beta|x_i) = F(x_i\beta)$$

Debido a la ecuación anterior, que es la distribución de la probabilidad acumulada normal, estimamos el modelo probit utilizando la siguiente ecuación:

$$y_i = \beta_0 + \delta TIC_i + \beta_1 dist_i + \beta_2 policial_2 + u_i$$

La variable de interés es TIC_i , el cual se refiere a una serie de índices cuya construcción será explicada en la siguiente sección, pero que reflejan el uso de las TIC en la comisaría. Por otro lado, $dist_i$ se refiere a los efectos fijos por el distrito en el que se ubica la comisaría, que serán utilizados como variables de control; mientras que $policial_i$ se refiere al conjunto de características propias de cada dependencia policial, y que también explican la ocurrencia de delitos informáticos. Finalmente, μ_i es el error de la estimación.

Análisis Factorial Exploratorio

La construcción de las variables TIC se realizó a partir del análisis factorial exploratorio, que consiste en encontrar grupos homogéneos a partir de un conjunto grande de variables, que se correlacionan altamente entre sí. Este es un enfoque impulsado por los datos, de modo tal que no se realizan especificaciones con respecto al número de variables latentes ni las relaciones entre los factores comunes (Fernández, 2015). En ese sentido, se emplea esta metodología para construir tres diferentes índices TIC: TIC_1, que se refiere al acceso de la comisaría a sistemas de información digital; TIC_2, que se compone de variables que indican si la comisaría realiza el registro de las ocurrencias de manera digital, y TIC_3, que se construye a partir de variables que funcionan como *proxy* del uso de las TIC. Es necesario resaltar que los tres índices fueron normalizados para que únicamente presentaran valores entre 0 y 1. A continuación, se presentan las variables que componen cada índice:

Cuadro 3. Descripción de las variables de interés (índices TIC)

Índice	Descripción
TIC_1	Se refiere al acceso a sistemas de información. Lo componen las variables: Acceso a información del RENIEC, requisitorias policiales, registros públicos, procesos judiciales, movimientos migratorios y al sistema de denuncias.
TIC_2	Se refiere al registro digital de las ocurrencias. Lo componen las variables: registro digital de accidentes de tránsito, denuncias directas y reservadas, registros operativos y patrullas.
TIC_3	Se refiere al uso de las TIC. Lo componen las variables: registro digital de denuncias en general, horas de uso promedio de las computadoras, acceso al sistema de denuncias, y registro total de las denuncias en el Sistema de Denuncia Policial (SIDPOL).

Elaboración propia.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se estimó la ecuación especificada en la sección anterior en tres versiones del modelo probit, en las que se van insertando las variables de interés TIC_1 , TIC_2 y TIC_3 . De esta manera, en el cuadro 4 se puede observar el efecto marginal de cada índice TIC sobre la probabilidad de ocurrencia de delitos informáticos. El modelo 1 contiene la variable TIC_1 , de acceso a sistemas de información en la dependencia policial. Esta variable no es significativa; sin embargo, sí se obtienen resultados significativos para algunas de las variables de control. Tanto el número de equipos informáticos, equipos de comunicación, usuario de la computadora, la población atendida por la comisaría y si esta cuenta con un ambiente designado a tareas de estadística, tienen efectos significativos sobre la probabilidad de ocurrencia de un delito. Si únicamente el comisario está autorizado para utilizar las computadoras, entonces la probabilidad se incrementa en casi 2%. Esto tiene sentido, puesto que solo habría una persona con el conocimiento y permiso necesarios para manejar los sistemas informáticos, por lo que las medidas de ciberseguridad implementadas no podrán ser muy potentes. Otra variable que presenta un resultado interesante es la de la población atendida por la comisaría, dado que se obtiene que, a mayor población, mayor probabilidad de delito. Lógicamente, los lugares más poblados son las zonas urbanas o las ciudades más grandes, donde la penetración del Internet es mayor y en general existe mayor acceso a las TIC. La variable de equipos de comunicación presenta un coeficiente negativo, es decir, el tener un mayor número de equipos está asociado a una menor probabilidad de que ocurra un cibercrimen (-0.3%). No obstante, lo que este estudio busca demostrar es que el uso (y no la tenencia) de las TIC impacta negativamente sobre la probabilidad de ocurrencia de un delito informático, por lo que esta variable no funcionaría como buen *proxy* (al igual que la de equipos informáticos).

El modelo 2 incluye como variable a TIC_2 . Este índice consiste en el registro digital de las ocurrencias dentro de la comisaría, y es significativo al 1%. En ese sentido, ante un aumento de 0.1 en nuestro índice, la probabilidad de ocurrencia de un delito informático disminuye en 6%, aproximadamente. Asimismo, las variables de control mantienen su significancia y signo. Por último, el modelo 3 presenta el efecto marginal de la variable TIC_3 , que se convierte en nuestro índice más poderoso, puesto que un aumento de 0.1 en el índice reduce en 10% la probabilidad de que ocurra un delito informático. Algo curioso de esta estimación es que la variable de distrito

urbano presenta un coeficiente positivo y significativo por primera vez. Así, si la comisaría se ubica en un distrito clasificado como “urbano”, entonces la probabilidad de ocurrencia de un delito informático se incrementa en 2%. En las tres estimaciones, las tres regiones que no presentan delitos informáticos (Tacna, Callao y Moquegua) son omitidas, puesto que no se podría estimar la probabilidad si es que no hay información sobre las denuncias. Esto no afecta la consistencia de la estimación de los efectos de las otras variables, ya que no se utilizan dichas observaciones en la regresión.

Cuadro 4: Efectos marginales (dy/dx) de la estimación de la probabilidad de ocurrencia de delitos informáticos

Probabilidad de ocurrencia de delito informático	(1)	(2)	(3)
	TIC_1	TIC_2	TIC_3g
TIC_1	-0.0243 (0.0195)		
TIC_2		-0.0569*** (0.0140)	
TIC_3			-0.102*** (0.0197)
Amazonas	0.0923** (0.0415)	0.0982** (0.0426)	0.108** (0.0476)
Ancash	0.0176 (0.0159)	0.0137 (0.0148)	0.0158 (0.0187)
Apurímac	0.0185 (0.0257)	0.0133 (0.0224)	0.00818 (0.0238)
Arequipa	-0.000462 (0.00783)	-5.45e-05 (0.00971)	-0.00382 (0.0120)
Ayacucho	0.0324 (0.0228)	0.0244 (0.0200)	0.0133 (0.0179)
Cajamarca	0.0237* (0.0137)	0.0187 (0.0128)	0.00971 (0.0134)
Cusco	0.0371** (0.0166)	0.0335** (0.0165)	0.0226 (0.0156)
Huancavelica	0.0119 (0.0181)	0.00867 (0.0173)	0.00280 (0.0175)
Huánuco	0.0415 (0.0275)	0.0292 (0.0223)	0.0197 (0.0206)
Ica	0.108** (0.0427)	0.106** (0.0430)	0.134*** (0.0491)
Junín	0.0147 (0.0157)	0.00880 (0.0138)	0.00287 (0.0146)
La Libertad	0.0167 (0.0139)	0.0123 (0.0131)	0.0135 (0.0165)
Lambayeque	0.0145 (0.0160)	0.0244 (0.0225)	0.0308 (0.0296)
Loreto	0.127*** (0.0468)	0.130*** (0.0498)	0.113** (0.0484)
Madre de Dios	0.0750 (0.0752)	0.0505 (0.0564)	0.0367 (0.0477)
Pasco	0.0520 (0.0384)	0.0440 (0.0348)	0.0284 (0.0286)
Piura	0.0260 (0.0163)	0.0225 (0.0157)	0.0236 (0.0189)
Puno	0.0373* (0.0223)	0.0319 (0.0200)	0.0164 (0.0172)
San Martín	0.138***	0.111***	0.0765***

	(0.0389)	(0.0340)	(0.0282)
Tumbes	0.0860	0.0745	0.0969
	(0.0591)	(0.0555)	(0.0635)
Ucayali	0.170**	0.139*	0.136**
	(0.0838)	(0.0709)	(0.0683)
Distrito urbano	0.0121	0.0133	0.0188**
	(0.0106)	(0.00987)	(0.00925)
Usuario computadora (comisario==1)	0.0187**	0.0188**	0.0195**
	(0.00786)	(0.00791)	(0.00802)
Población atendida por comisaría	0.00616**	0.00734**	0.00914***
	(0.00308)	(0.00309)	(0.00306)
Operaciones estadísticas	0.0163**	0.0143*	0.0139*
	(0.00802)	(0.00778)	(0.00770)
Equipos comunicación (número)	-0.00363**	-0.00308**	-0.00262**
	(0.00143)	(0.00134)	(0.00129)
Equipos informáticos (número)	0.00219***	0.00208***	0.00216***
	(0.000560)	(0.000553)	(0.000535)
Observaciones	2,211	2,211	2,211

Errores estándar entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Nuestros resultados también se pueden mostrar de manera gráfica. En el Gráfico 1 se observa que los efectos marginales que miden el cambio en la probabilidad de ocurrencia de un delito informático a medida que TIC_1 cambia de 0 a 1 (manteniendo todas las demás variables constantes), no son significativos. En cambio, en el Gráfico 2 se observa el cambio en la probabilidad de ocurrencia de un delito a medida que el factor TIC_2 se acerca a 1. En este caso, la probabilidad de que ocurra un delito puede llegar a disminuir hasta ubicarse entre 0 y 0.2. De este resultado se puede concluir que, para combatir la ciberdelincuencia, no basta con equipos informáticos de alta calidad ni acceso a la información digital, la verdadera diferencia es poder utilizar estas herramientas informáticas para manejar de manera efectiva los casos de ciberdelincuencia.

Por otro lado, en el Gráfico 3 se puede apreciar que, mientras más uso hagan las comisarías de las tecnologías de la información, la probabilidad de que ocurra un delito informático se acerca a 0. Una de las teorías presentadas en el marco teórico que explica este resultado se basa en que una manera de hacer uso de las tecnologías es creando mayores medidas de ciberseguridad. Esto se traduce en mayores costos para el delincuente al momento de cometer el crimen, ya que será detectado fácilmente. Además, el uso de las tecnologías de manera adecuada a las comisarías no solo genera eficiencia en el desarrollo de sus actividades, sino que también aumenta el bienestar de las personas al vivir en una sociedad más segura y de menor probabilidad de ser atacados por *hackers* o estafadores.

Gráfico 1. Cambio en la probabilidad de ocurrencia de un delito informático: TIC_1

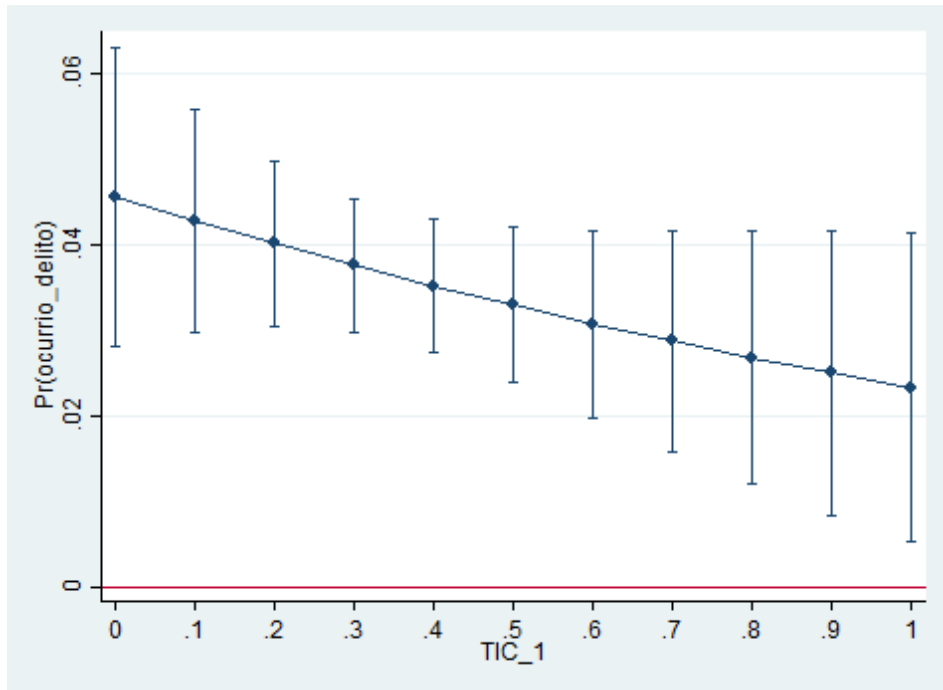


Gráfico 2. Cambio en la probabilidad de ocurrencia de un delito informático: TIC_2

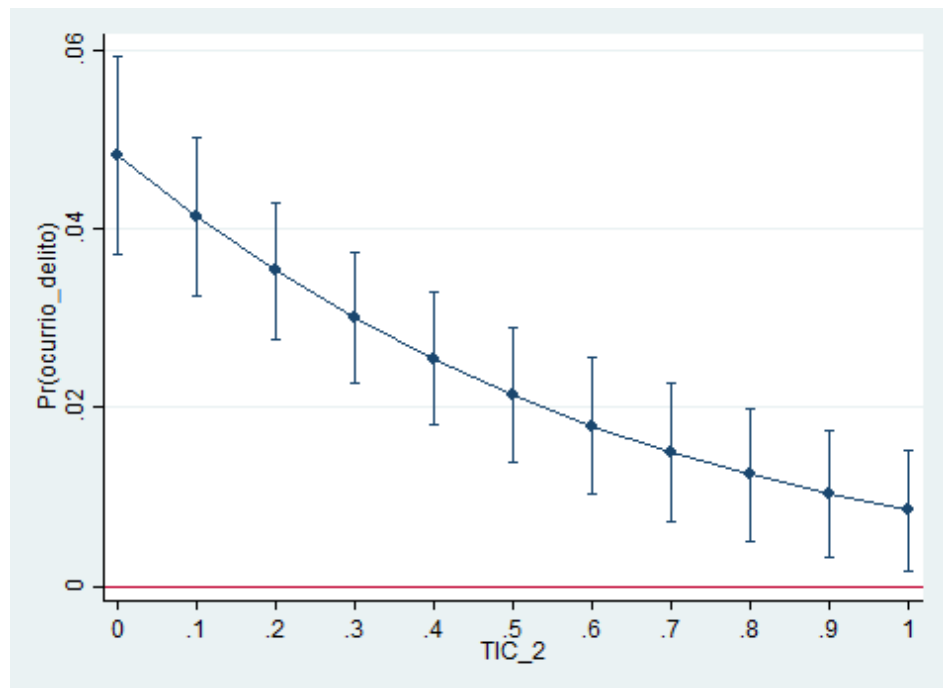
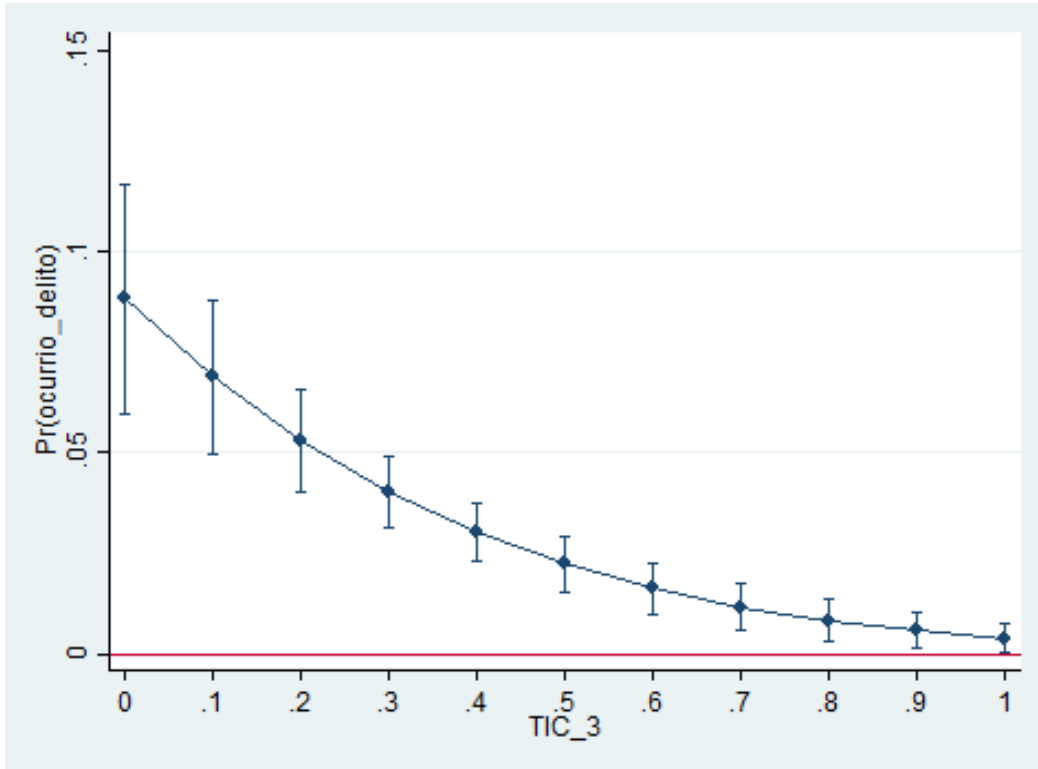


Gráfico 3. Cambio en la probabilidad de ocurrencia de un delito informático: TIC_3



CONCLUSIONES

Los resultados encontrados confirman la hipótesis, es decir, el uso de las tecnologías de información y comunicación en las dependencias policiales sí funciona como una señal significativa para disuadir a los delincuentes de cometer delitos informáticos. Si bien la variable dependiente únicamente se basa en la denuncia de algún delito informático en las comisarías (que solo sucede en 81 casos), las pérdidas registradas por ciberdelitos en el 2016 ascienden a U\$ 4,072 millones para el país, según cifras de la firma Digiware (Rojas, 2016). A partir de las estimaciones de los tres modelos propuestos, se encuentra que TIC_3 es el índice más potente al momento de reducir la probabilidad de que ocurra un delito informático. Por ello, las comisarías peruanas deberían enfocarse en potenciar las variables que componen dicho índice (horas de uso de la computadora, registro digital de denuncias, etc.). Es muy costoso para el Estado crear unidades como la DIVINDAT en todo el Perú, pero lo que sí puede hacer es potenciar el uso de las TIC en las comisarías, mediante la compra de equipo, pero, lo que es igual o más importante, es la correcta capacitación del personal.

No se debe sub-dimensionar el problema. Si bien es cierto nosotros establecemos que solo en 81 comisarías ocurrió algún delito informático, en muchas de estas el número de delitos es bastante alto, y esto representa un altísimo costo social. Por este motivo, es evidente que el Perú aún enfrenta muchos desafíos en términos de la prevención y erradicación del cibercrimen. Nuestro estudio investiga este tema, que ha sido bastante dejado de lado en la literatura y definitivamente necesita atención. Más aún se ha comprobado la capacidad de la comisarías en luchar contra el cibercrimen. Así, las investigaciones futuras en este tema deberían esbozar un perfil de los criminales dedicados a cometer ciberdelitos o de las víctimas, para que la policía tenga aún mayores probabilidades de capturarlos.

REFERENCIAS

- Andeme, D., Fosso, S. and Kala, J.R. (2018) 'Determinants of Cyber Security Use and Behavioral Intention: Case of the Cameroonian Public Administration', *Springer Nature 2018*, no. 746, pp. 1087–1096.
- BMI Research (2017) *Peru: crime and security risk report includes the bmi operational risk index*, London: Business Monitor International.
- Chung, W., Chen, H., Chang, W. and Chou, S. (2004) 'Fighting cybercrime: a review and the Taiwan experience', *Decision Support Systems*, vol. 41, pp. 669–682.
- El Peruano (2013) *Ley N° 30096*, Lima.
- Fernández, A. (2015) 'Aplicación del análisis factorial confirmatorio a un modelo de medición del rendimiento académico en lectura', *Ciencias Económicas*, vol. 33, no. 0252-9521, Noviembre, pp. 39-66.
- Gercke, M. (2011) 'Understanding cybercrime: a guide for developing countries'.
- Greene, W.H. (2003) *Econometric Analysis*, International edition, Pearson Education.
- Kigerl, A. (2012) 'Routine Activity Theory and the Determinants of High Cybercrime Countries', *Social Science Computer Review*, vol. 30, pp. 470-486.
- Kshetri, N. (2010) 'Diffusion and effects of cyber-crime in developing economies', *Third World Quarterly*, vol. 31, no. 7, January, pp. 1057-1079.
- Kshetri, N. (2013) *Cybercrime and cybersecurity in the global south*, Greensboro: International Political Economy.
- Kundi, G.M., Nawaz, and Akhtar, R. (2014) 'Digital Revolution, Cyber-Crimes And Cyber Legislation: A Challenge To Governments In Developing Countries', *Journal of Information Engineering and Applications*, vol. 4, no. 4.
- Leukfeldt, R. (2017) *Research agenda the human factor in cybercrime and cybersecurity*, Eleven International Publishing.
- Mora, P.N. (2015) *Uso de tecnologías para sistematización de la información sobre el crimen (usos, problemas de georreferencia y demás)*, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ngafeeson, M. (2010) 'Cybercrime Classification: A Motivational Model', *College of Business Administration*, no. 1201.
- Ortiz, J.C. (2013) 'La investigación del delito en la era digital: Los derechos fundamentales frente a las nuevas medidas tecnológicas de investigación', *Fundación Alternativas*, no. 74.
- Overvest, B. and Straathof, B. (2015) 'What drives cybercrime? Empirical evidence from DDoS attacks', April.
- Rojas, W. (2016) *Ciberdelitos en Perú va en aumento*, Canal Ti.
- Salazar, M. (2013) *Peru: new cybercrime law undermines transparency legislation*, New York: Global Information Network.

¿Des-confianza en línea?: Relaciones entre ciberseguridad y transacciones en línea¹

Roxana Barrantes

Instituto de Estudios Peruanos
rox.barrantes@iep.org.pe

Paulo Matos

Instituto de Estudios Peruanos
pmatos@iep.org.pe

Aileen Agüero

Instituto de Estudios Peruanos
aaguero@iep.org.pe

BIOGRAFÍA

Roxana Barrantes: PhD en Economía por la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign. Investigadora principal del Instituto de Estudios Peruanos, Profesora principal del Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú, y Miembro del Comité Directivo del Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información (DIRSI).

Aileen Agüero: Máster en Desarrollo Rural del programa “International Master in Rural Development” - Erasmus Mundus, de la Unión Europea. Licenciada en Economía por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), e Investigadora del Instituto de Estudios Peruanos y del Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información (DIRSI).

Paulo Matos: Economista por la Pontificia Universidad Católica del Perú y Asistente de Investigación en el Instituto de Estudios Peruanos y del Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información (DIRSI).

RESUMEN

El siguiente artículo intenta dar una aproximación a las relaciones existentes entre diversos aspectos asociados a ciberseguridad y transacciones en línea. En particular, se consideran tres aspectos con respecto a la seguridad en línea: i) percepción de seguridad en la red, ii) ser víctima de un ciberataque, y iii) realización de actividades riesgosas. Utilizando un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) y la base de datos After Access 2017, se caracteriza las relaciones entre cada uno de estos aspectos, así como la importancia de otras variables de carácter más estructural. Los principales resultados son: (1) La percepción de seguridad por parte del usuario juega un rol fundamental en la adopción de actividades de comercio electrónico; aquellos que reportan sentirse inseguros en la red tienden a realizar significativamente menos transacciones en línea. (2) Existe una fuerte relación positiva entre el uso de comercio electrónico y la probabilidad de ser víctima de un ciberataque, es decir, este grupo de usuarios sería más vulnerable a este tipo de delitos. (3) Las usuarias, con menor nivel educativo y socioeconómico, así como aquellos que viven en un contexto rural son los que tienen mayores desventajas en términos de adopción de actividades comerciales en línea.

Palabras Claves:

Ciberseguridad, e-commerce, comercio en línea, TIC, ciberataques.

MOTIVACIÓN – JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, las TIC constituyen parte importante de las vidas de millones de personas en todo el mundo. En particular, en América Latina, más del 60% de la población es usuaria de Internet², y este servicio es empleado para fines educativos, entretenimiento, compras, acceso a servicios del gobierno, realización de negocios, entre otros. De esta manera, se reconoce que las tecnologías tienen un importante potencial para mejorar la calidad de vida, así como para impulsar el desarrollo económico.

En los últimos años, los sectores de comercio y servicios financieros se han visto particularmente influenciados por la digitalización de la economía, lo cual ha llevado a la agilización de procesos, la apertura de nuevos mercados, la reducción de costos de transacción y la creación de nuevos productos; en otras palabras, la generación de nuevas

¹ Los autores agradecen la asistencia de Gera Ríos y Greta Zamora, del Instituto de Estudios Peruanos.

² A junio de 2017. Fuente: <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>. [Consultado el 10 de enero de 2018]

oportunidades. De esta manera, el comercio electrónico (o *e-commerce*) viene siendo impulsado para promover emprendimientos, creatividad e innovación. Por otra parte, se han venido fomentando soluciones digitales o móviles para generar una mayor inclusión financiera (United Nations Conference on Trade and Development, 2017).

A pesar de estos desarrollos y contribuciones de las TIC, es fundamental notar que la creciente demanda por servicios de Internet, a través de los distintos dispositivos, incrementa la exposición a ciertos riesgos. Esto se debe a que los usuarios de Internet, ya sea de manera consciente o no, compartimos una gran cantidad de información personal, y, en la mayoría de casos, desconocemos el uso que se le da. Así, los problemas de falta de seguridad en línea están asociados a los delitos informáticos o “ciberdelitos”, que van desde el recibir correos no deseados (*spam*) hasta extorsiones o la destrucción completa de sistemas y redes. La gravedad de estos problemas recae en el hecho de que no solamente se ven afectadas las personas u organizaciones que fueron el “objetivo” de los atacantes, sino que el delito podría perjudicar también a los contactos de las mismas, generando un costo considerablemente alto para la sociedad en su conjunto (J. M. Bauer & Dutton, 2015).

De la misma manera, de acuerdo a un reciente estudio del Banco Interamericano de Desarrollo, los riesgos en línea constituyen una preocupación creciente, ya que las amenazas y vulnerabilidades podrían frenar la innovación y el avance de la economía basada en Internet. (BID & OEA, 2016). En un nivel más micro, se señala que existe una escasa toma de conciencia social en este tema, pues hay muy pocas campañas de educación y sensibilización a la población. Además, por lo general, los usuarios subestiman su exposición al riesgo y sobre-estiman su capacidad y eficacia para el manejo del mismo (J. M. Bauer & Dutton, 2015).

A pesar del contexto descrito, a entendimiento de los autores, son prácticamente inexistentes los estudios empíricos cuantitativos que relacionan estos elementos desde la perspectiva de un **usuario** típico de Internet en la región latinoamericana. En particular, la literatura que predomina es de corte normativo y teórico, y tiene como finalidad brindar un diagnóstico inicial y recomendaciones generales de política (J. M. Bauer & Van Eeten, 2011; Fundación Telefónica, 2016; Graham, Howard, & Olson, 2011; Griffor, 2017).

En ese sentido, se resalta la importancia de entender más profundamente cómo podrían afectar los diversos riesgos presentes en Internet, así como la preocupación del usuario por su seguridad en línea, a la posibilidad de que este realice transacciones en línea (comercio electrónico y servicios financieros). De esta forma, se plantea la siguiente pregunta de investigación: *¿Cómo se vinculan los aspectos sobre ciberseguridad con el uso de comercio electrónico y/o servicios financieros en línea?*³

Específicamente, en este trabajo se consideran tres aspectos sobre ciberseguridad desde la perspectiva de un **usuario promedio**, que han sido tratados en la literatura (Chen, Beaudoin, & Hong, 2016; Dinev, Hart, & Mullen, 2008; Riek, Böhme, & Moore, 2014). Estos son:

1. Preocupación por la seguridad
2. Ser víctima de un ataque en línea
3. El mostrar comportamientos riesgosos, que podrían afectar la seguridad en Internet.

Dado ello, el objetivo principal de este estudio es profundizar en los vínculos de estos aspectos de ciberseguridad con el uso de comercio electrónico y/o servicios financieros en línea. Así, se plantea un marco teórico que permite entender los conceptos mencionados, los componentes inmersos dentro de ellos, así como las posibles relaciones entre estos. Luego, mediante el uso de la encuesta “After Access 2017”⁴, se proponen indicadores pertinentes para los elementos descritos, y se evalúa si las relaciones propuestas en el marco teórico se cumplen para la muestra utilizada.

REVISIÓN DE LA LITERATURA Y MARCO TEÓRICO

En los últimos años, Internet se ha convertido en una alternativa para realizar, de manera más eficiente, un conjunto de transacciones en línea, así como en una plataforma donde un conjunto de organizaciones e individuos pueden realizar múltiples formas de comercio (Shweta & Garg, 2016). En particular, el comercio electrónico (*e-commerce*) posee un conjunto de beneficios, en relación a las formas tradicionales de realizar transacciones. Por un lado,

³ A lo largo del texto, se emplearán los términos “comercio electrónico”, “transacciones comerciales” y “servicios financieros en línea” de manera equivalente.

⁴ La cual fue llevada a cabo por el proyecto OlATICS (After Access), de DIRSI en el 2017, en cinco países en la región: Argentina, Colombia, Guatemala, Paraguay y Perú. Esta encuesta contiene información sobre el uso de nuevas tecnologías, la cual es representativa a nivel nacional, urbano y rural. Para más información, ver: <https://olatics.net/wp-content/uploads/2018/01/doc-tecnico.pdf>

remueve las barreras de espacio y tiempo para los consumidores y vendedores; promueve facilidades de compra y mayor información sobre productos para los consumidores; e incrementa el acceso a mercados, tanto nacionales como internacionales, a mayor escala y con interoperabilidad de plataformas (Arti & Purohit, 2015; Kidane & Sharma, 2016)

Sin embargo, el crecimiento exponencial del *e-commerce* y de los servicios financieros en línea, se ha traducido en un conjunto de vulnerabilidades para el usuario, volviéndose potencial víctima de un conjunto de delitos en la red (*ciberdelitos*), tales como: fraude a través de desviaciones de pagos en la red; robo de identidad virtual; *phishing* (recibir correos electrónicos fraudulentos con el fin de adquirir información sensible del usuario); virus o *malwares*; robo de propiedad intelectual entre otros (J. Bauer, 2016; Shweta & Garg, 2016; Sourabh & Anooja, 2016).

Con la finalidad de evitar estos riesgos, existe una tendencia a no utilizar un conjunto de servicios en línea. De esta forma, se perdería la oportunidad de obtener diversos beneficios sociales y económicos que Internet podría ofrecer (Riek et al., 2014). Es en este contexto donde la preocupación por la seguridad del usuario, así como la necesidad de promover espacios seguros en la red, se vuelve un elemento clave en la discusión sobre políticas públicas en la sociedad de información.

Frente a ello, surge el término *ciberseguridad*, (Clark, Berson, & Lin, 2014), en alusión a un conjunto de tecnologías, procesos y políticas que ayudan al usuario de Internet a prevenir/reducir el impacto negativo de un conjunto de eventos en el ciberespacio, los cuales ocurren como resultado de acciones deliberadas en contra de las TIC o el usuario que las posee.

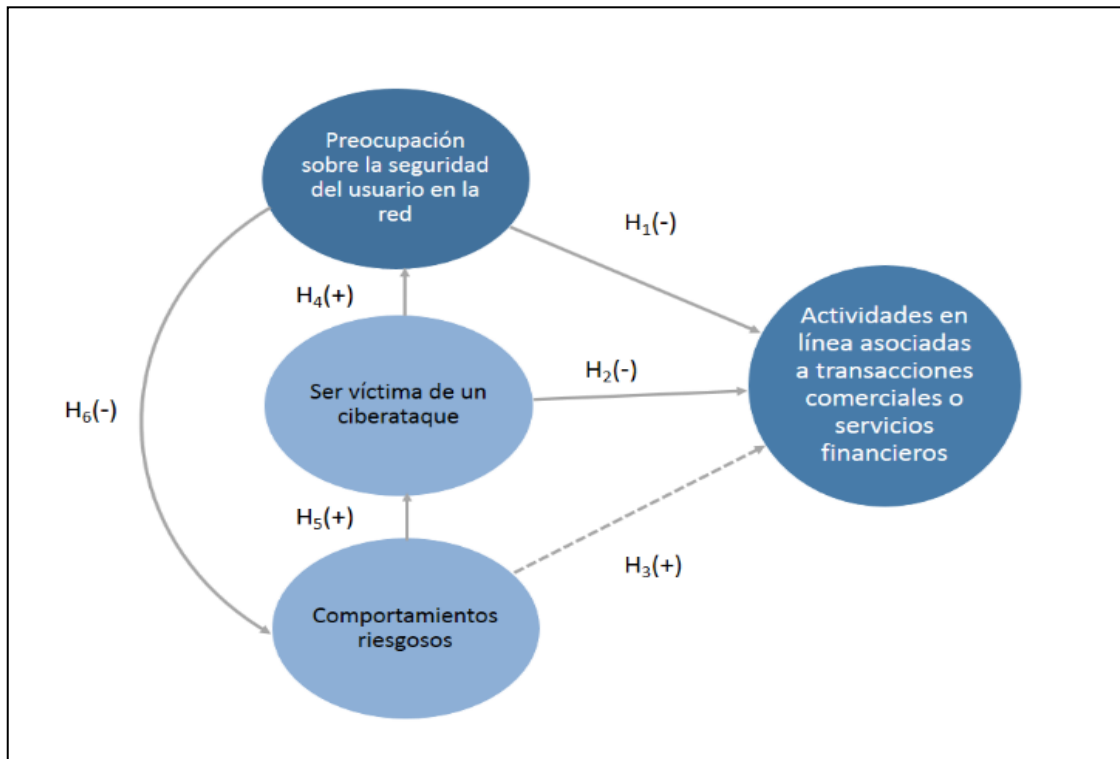
En ese sentido, se han identificado, sobre la base de una revisión de literatura, tres aspectos relacionados directamente a la seguridad del usuario en la red: preocupación por la seguridad en la red; ser víctima efectiva de un *ciberataque*; y el mostrar comportamientos riesgosos (Chen et al., 2016; Chen, Beaudoin, & Hong, 2017; Dinev et al., 2008; Griffor, 2017; Riek et al., 2014)

A partir de ambos conceptos, *transacciones en línea (e-commerce y servicios financieros)* y *ciberseguridad*, se proponen seis hipótesis corroborar empíricamente:

- **H₁**: Existe una relación negativa entre la preocupación por la seguridad del usuario en la red y la realización de transacciones comerciales o financieras (Chen et al., 2016; Dinev et al., 2008; Gurung & College, 2015; Riek et al., 2014).
- **H₂**: Existe una relación negativa entre ser víctima efectiva de un *ciberataque* y la realización de transacciones comerciales o financieras (Davis, Garcia, & Zhang, 2009; Kaplan, 2017; Riek et al., 2014)
- **H₃**: Los usuarios que muestran mayores niveles de comportamientos riesgosos en línea tienden a realizar mayores transacciones comerciales y financieras en línea (Dinev et al., 2008; Gurung & College, 2015; Kim & Byramjee, 2014).
- **H₄**: Los comportamientos riesgosos aumentan la posibilidad de ser víctima de un *ciberataque* (Chen et al., 2017).
- **H₅**: Ser víctima de un *ciberataque* tiende a aumentar la preocupación del usuario por su seguridad en la red (Riek et al., 2014).
- **H₆**: El aumento de la preocupación por la seguridad del usuario tiende a reducir los niveles de comportamientos riesgosos (Dinev et al., 2008).

De esta manera, se plantea el modelo teórico mostrado en la figura 1. Este refleja anteriores estudios aplicados al contexto de países desarrollados, y responde a la necesidad de explicar las múltiples interacciones existentes entre los aspectos descritos.

Figura 1. Modelo teórico de referencia



Elaboración propia

ESTRATEGIA EMPÍRICA: BASE DE DATOS Y METODOLOGÍA ECONÓMICA

Como insumo principal, se ha utilizado la encuesta “After Access 2017”, la cual contiene información sobre el uso de TIC, representativa a nivel nacional, para cinco países de la región: Argentina, Colombia, Guatemala, Paraguay y Perú. El análisis se centra en usuarios que emplean Internet, redes sociales, Smartphones o PC; es decir, aquellos que han logrado superar barreras importantes de acceso y uso⁵.

En primer lugar, en el Cuadro 1 se definen las variables que permiten construir indicadores adecuados para evaluar las hipótesis mencionadas anteriormente, así como algunas variables relevantes para el análisis. Por otro lado, el Cuadro 2 presenta los valores que toman cada uno de los indicadores en la muestra utilizada.

⁵ Esta muestra consiste en alrededor 2623 informantes en los cinco países.

Cuadro 1. Indicadores principales a utilizar en el estudio

Variable	Descripción
1. Actividades en línea asociadas a comercio y finanzas (Ecomm)	
A. Usos asociados a dispositivos móviles	
Mov1	Toma el valor de 1 si el usuario ha utilizado alguna vez aplicaciones móviles de comercio electrónico, de lo contrario 0.
Mov2	Toma el valor de 1 si el usuario ha utilizado servicios de Dinero móvil y/o banca móvil para enviar o recibir dinero, de lo contrario 0.
B. Usos asociados a PC/Laptop/Tablet	
Comp1	Toma el valor de 1 si el usuario ha utilizado servicios de banca en línea o visita el sitio web de su banco, de lo contrario 0.
C. Usos no asociados a un dispositivo en particular	
Inter1	Toma el valor de 1 si el usuario usa WhatsApp, Facebook u otra plataforma en Internet para contactarse con clientes o vender algo, de lo contrario 0.
Inter2	Toma el valor de 1 si el usuario ha realizado pagos asociados al gobierno (ej. Impuestos), de lo contrario 0.
2. Ciberseguridad: víctimas de ataques en línea, percepciones y actividades riesgosas	
Ataq1	Toma el valor de 1 si el usuario ha sido víctima de violencia/bullying en línea en las redes sociales, de lo contrario 0.
Ataq2	Toma el valor de 1 si el usuario se ha enfrentado a material ofensivo no deseado o phishing, de lo contrario 0.
Percep1	Toma el valor de 1 si el usuario cree que su seguridad o la invasión de la privacidad son limitantes de su uso de Internet, de lo contrario 0.
Percep2	Toma el valor de 1 si el usuario cree que los virus o malware son una limitante de su uso de Internet, de lo contrario 0.
Risk1	Cantidad de información que comparte en redes sociales: nombre, género, edad, estado civil, número de celular, fotos, etc. Toma el valor de 0, si comparte 4 o menos de estos datos, 1 si comparte entre 5 y 6, y 2 si comparte más de 6.
Risk2	Número de amigos en redes sociales que conoce en persona. Toma el valor de 0 si conoce a “la mayoría de ellos”, el valor de 1 si conoce a “la mitad de ellos”, y 2 si conoce “algunos de ellos” o a “ninguno de ellos”.
Risk3	Toma el valor de 0 si verifica autenticidad de mensaje que comparte siempre o si no comparte mensaje, 1 si solo verifica cuando es de un desconocido, 2 si comparte sin verificar autenticidad.
3. Características TIC de los usuarios	
TIC1	Años de experiencia en el uso de Internet
TIC2	Número de dispositivos desde los cuales se conecta a Internet
TIC3	Número de amigos (con respecto a sus cinco amigos más cercanos) que usa correo electrónico, una red social o alguna aplicación de mensajería instantánea.
4. Características generales de los usuarios	
Mujer	Toma el valor de 1 si el usuario es del sexo femenino
Etario	Grupo de edad al que pertenece el usuario: 1, menor de edad; 2, joven (18 - 25 años); 3, adulto (26 - 59 años); 4, adulto mayor (60 a más).
Edu	Toma el valor de 1 si el informante tiene un nivel educativo menor que secundaria, toma el valor de 2 si el informante tiene secundaria completa, 3 si tiene más que secundaria completa.
NSE	Índice de nivel socioeconómico del usuario
Rural	Toma el valor de 1 si el usuario vive en el ámbito rural

Es importante mencionar que cada uno de los sub-indicadores descritos en las dos primeras partes del Cuadro 1, se agregan para construir los cuatros indicadores principales: *Ecomm* (suma de todos los indicadores presentados en la parte 1 del Cuadro 1), *Percep* (suma de los sub-indicadores *Percep1* y *Percep2*), *Ataq* (suma de los sub-indicadores *Ataq1* y *Ataq2*), y *Risk* (promedio de *Risk1*, *Risk2* y *Risk3*).

Cuadro 2. Resumen de estadísticos principales

Variable	Promedio	Mediana	Min	Max
<i>Ecomm</i>	0.99	1.00	0.00	5.00
<i>Percep</i>	0.74	1.00	0.00	1.00
<i>Ataq</i>	0.45	0.00	0.00	2.00
<i>Risk</i>	0.60	0.67	0.00	2.00
Mujer	0.56	1.00	0.00	1.00
Menor de edad	0.13	0.00	0.00	1.00
Jóvenes (18 - 25)	0.32	0.00	0.00	1.00
Adultos (26 - 60)	0.52	1.00	0.00	1.00
Adultos mayores	0.04	0.00	0.00	1.00
Educación	2.51	3.00	1.00	3.00
NSE	0.76	0.75	0.20	1.00
Rural	0.22	0.00	0.00	1.00
TIC1 (Años de uso)	7.83	7.00	0.00	35.00
TIC2 (Número de dispositivos)	1.88	2.00	0.00	3.00
TIC3 (Social TIC)	18.48	20.00	0.00	20.00
PBI per cápita	13,572.89	13,043.88	7,960.12	19,978.64

N° de observaciones: 2623

Fuente: Encuesta After Access 2017; PBI tomado del WorldBank Indicators (2017).

Elaboración propia

Posteriormente, a partir de la metodología de Ecuaciones Estructurales, se estiman el signo y la magnitud de las relaciones propuestas (de acuerdo a las hipótesis), para evaluar su relevancia en el contexto de los países analizados. Esta metodología permite analizar diferentes tipos de relaciones entre variables observadas en un marco teórico de referencia, con lo que se determina si existe evidencia que respalde las hipótesis planteadas (Schumacker & Lomax, 2010).

El modelo teórico expresado de forma gráfica en la figura 1, se puede representar como el siguiente conjunto de ecuaciones simultáneas:

$$Ecomm = \alpha_1 Safe + \alpha_2 Ataq + \alpha_3 Risk + \alpha_4 X + \varepsilon_1 \quad (1)$$

$$Percep = \beta_1 Ataq + \gamma_1 X + \varepsilon_2 \quad (2)$$

$$Ataq = \beta_2 Risk + \gamma_2 X + \varepsilon_3 \quad (3)$$

$$Risk = \beta_3 Percep + \gamma_3 X + \varepsilon_4 \quad (4)$$

donde, la ecuación (1) representa la principal relación a evaluar, es decir, aquella que vincula los aspectos de seguridad con la realización de transacciones comerciales y financieras en línea (H1 a H3). Por su parte, las ecuaciones (2) - (4) muestran las relaciones entre los diversos aspectos de ciberseguridad propuestos (H4 a H6)

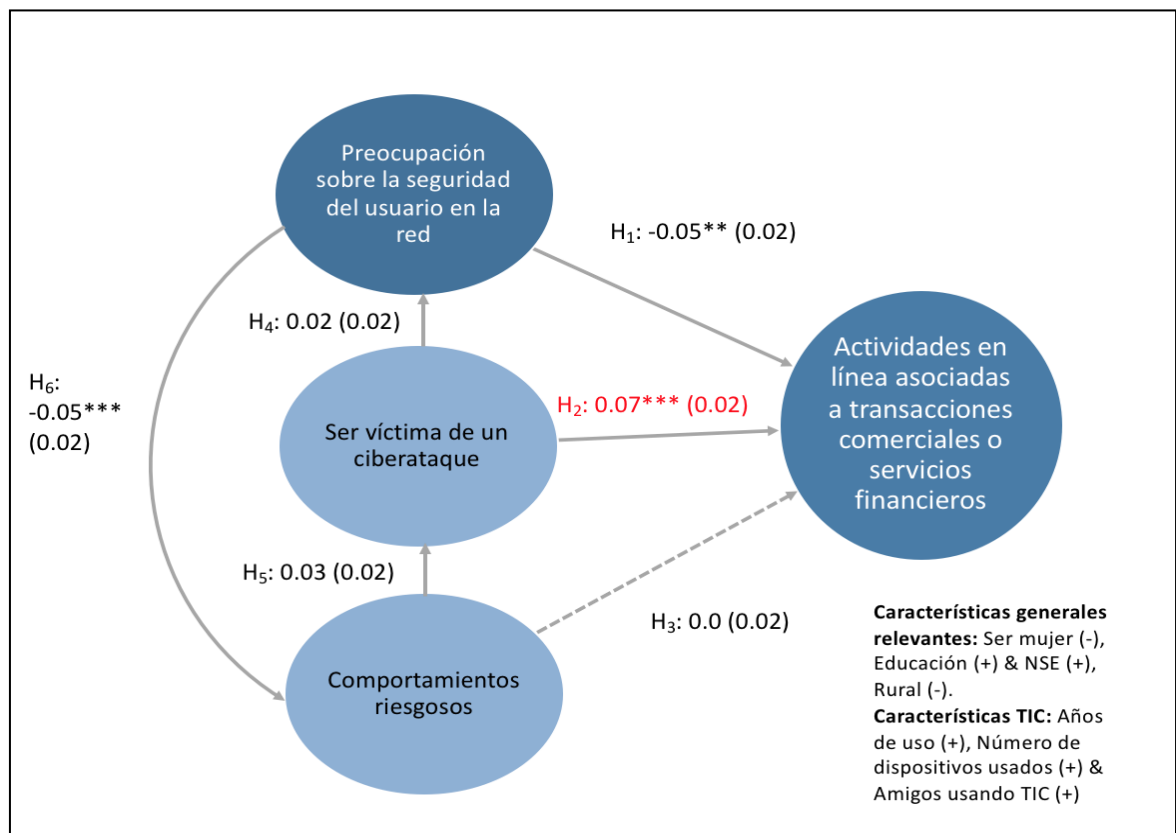
Se estima el valor de los coeficientes a través del método de Máxima Verosimilitud. Adicionalmente, se incluye un vector de variables de control en cada una de las cuatro relaciones; este incluye tanto variables de control de carácter general (género, nivel educativo, nivel socioeconómico, ámbito geográfico), así como otras variables asociadas a las características TIC del usuario (tiempo de uso de Internet, número de dispositivos desde donde accede a Internet, número de amigos que utilizan algún dispositivo o plataforma virtual).

RESULTADOS

La Figura 2 resume los principales resultados de este estudio⁶. En primer lugar, es importante señalar los principales factores que estarían relacionados a un mayor / menor uso de transacciones comerciales en línea. Por un lado, en lo que respecta a características generales, ser mujer, tener un menor nivel educativo, pertenecer a niveles socioeconómicos bajos y vivir en el ámbito rural están relacionados negativamente con la probabilidad de utilizar transacciones comerciales en línea. Asimismo, en lo que respecta a características tecnológicas, los años de uso importan, así como el número de dispositivos que el individuo utiliza para conectarse a Internet. Esto último resalta la importancia de la familiaridad con el uso de tecnologías en la realización de usos digitales más complejos, tales como aplicaciones comerciales, dinero electrónico o banca en línea.

Por otro lado, que el círculo social más cercano al usuario emplee este tipo de tecnologías constituye un factor favorable en términos de la adopción de actividades de comercio electrónico. En particular, entre los factores mencionados, el género del individuo, su nivel de educación y la antigüedad de uso de Internet son los que tienen mayor impacto en la realización del tipo de actividades referidas; esto resalta la importancia de políticas estructurales asociadas a los factores mencionados, aun cuando se ha superado la brecha del acceso.

Figura 2. Principales resultados del SEM – Coeficientes estandarizados



Fuente: After Access 2017. Elaboración propia.

Adicionalmente, se muestran los hallazgos relacionados a las hipótesis planteadas. En primer lugar, el resultado asociado a la *Hipótesis 1*, resalta la importancia de la percepción de seguridad del usuario en la adopción de transacciones comerciales en línea. En particular, el percibir de un ambiente no seguro podría conllevar a que el usuario se vea menos propenso a brindar la información necesaria para realizar una transacción en línea (Kaplan, 2017). De esta forma, se resalta la importancia de un ambiente *virtual* seguro para el usuario, si es que se desea promover el uso de este tipo de actividades. Y este esfuerzo, como resaltan Bauer & Dutton (2015), no puede darse solo por parte de los dueños de las plataformas, sino también desde el sector público, debido a las propiedades de externalidad positiva que presenta un *ciberespacio* seguro.

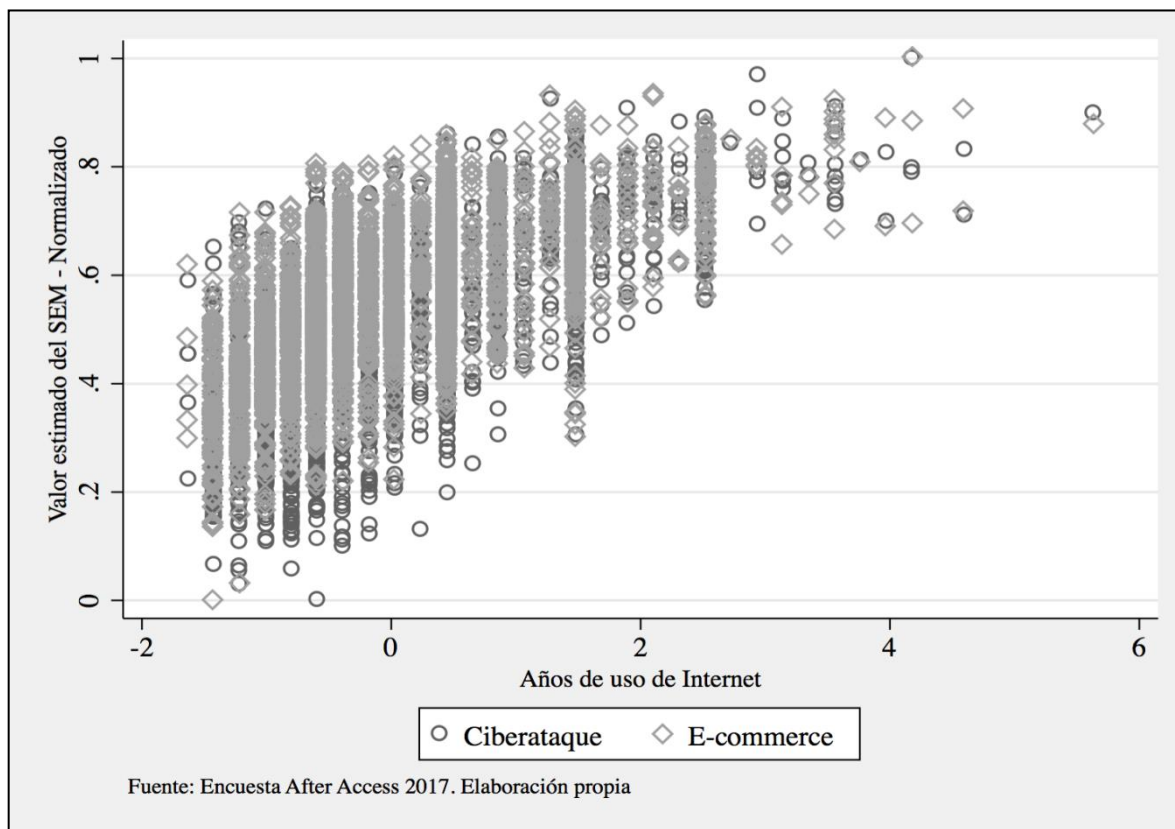
⁶ El conjunto de estimaciones completa se puede encontrar en el Cuadro A1 del anexo.

Respecto a la *Hipótesis 2* (marcada en rojo), esta no cumple con lo inicialmente propuesto: ser víctima de un ciberataque reduce luego la probabilidad de realizar alguna de actividad de comercio electrónico. Por el contrario, se observa una relación fuertemente positiva. Esto podría explicarse por una relación de doble sentido existente entre ambos conceptos, si bien un ciberataque podría desincentivar a un usuario de utilizar actividades de comercio electrónico, es poco probable que un ciberataque ocurra si el usuario no ha hecho uso de este tipo de actividades. Además, dado que el indicador propuesto tan solo determina si el usuario ha realizado alguna actividad de comercio electrónico, y no si la realizó, pero dejó de hacerlo por algún inconveniente ocurrido – por ejemplo, haber sido víctima de un ataque en línea – es difícil distinguir entre ambos efectos, debido a la inexistencia de información en nuestra fuente de datos; esto llama la atención sobre la importancia de seguir los esfuerzos para la recolección de este tipo información.

Asimismo, en relación a la *Hipótesis 2*, podría considerarse una doble causalidad en la relación entre comercio electrónico y ciberataques; en un sentido pareciera ser positiva (a mayor uso de comercio electrónico mayores probabilidades de recibir un ciberataque), pero la relación inversa, no necesariamente tendría el mismo signo. Dado un ciberataque, es probable que se tenga menos incentivos a realizar transacciones. Si bien la metodología propuesta constituye un importante esfuerzo por controlar por un factor como la doble causalidad (utilizando un conjunto de ecuaciones simultáneas), no necesariamente lo logra por completo; se evidencia, de esta manera, la gran complejidad presente en este tipo de relaciones.

Por otro lado, la Figura 3 muestra la fuerte correlación existente entre las variables estimadas dentro del modelo de variables estructurales, de comercio electrónico y ataques en línea, en términos de tiempo de uso de Internet. De esta forma, un indicador importante en la explicación de esta fuerte relación positiva son los años de uso de Internet; así si bien el crecimiento de este último ha conllevado a un aumento de actividades comerciales en la red, también ha hecho que paralelamente crezca la posibilidad de ser víctima de un ataque en línea, a tal extremo que la relación descrita por los datos es casi 1 a 1.

Figura 3. Relación entre Comercio Electrónico y ser víctima de ataques en línea, a partir del SEM



Las tres hipótesis siguientes, de la (3) a la (5), muestran el mismo signo que el propuesto inicialmente; sin embargo, la relación no es lo suficientemente fuerte para destacar estadísticamente. Por último, la *Hipótesis 6*, como se esperaba, indica una relación negativa entre la preocupación por la seguridad y la realización de comportamientos riesgosos en línea.

CONCLUSIONES

El aumento del uso de Internet ha generado un conjunto de beneficios para los ciudadanos en diferentes esferas de sus vidas, desde mayores oportunidades de trabajo y educación; aumento en la eficiencia en comunicación; aumento de transacciones comerciales; hasta la facilitación de la provisión de servicios públicos. Sin embargo, este crecimiento ha venido acompañado, por un conjunto de problemas asociados a la seguridad en la red.

En ese sentido, este estudio brinda una aproximación a las relaciones existentes entre diversos aspectos asociados a ciberseguridad y transacciones en línea – actividad cada vez más relevante en la vida de los usuarios de Internet. En particular, se trataron tres aspectos con respecto a la seguridad en línea: percepción de seguridad en la red, ser víctima de un ciberataque y la realización de actividades riesgosas.

De esta forma, a partir de una revisión de literatura, se planteó un conjunto de relaciones alrededor de estos conceptos; y utilizando un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) y la base de datos After Access 2017, se estimó el valor de cada una de estas relaciones, así como la importancia de otras variables de carácter más estructural (género, edad, nivel educativo, nivel socioeconómico, entre otras). Este ejercicio se realiza para un conjunto de individuos que ya superaron la valla del acceso – usuarios de Smartphones, computadora o Internet – en cinco países latinoamericanos (Argentina, Colombia, Guatemala, Paraguay y Perú).

En ese sentido, los principales hallazgos son: (1) la percepción de seguridad por parte del usuario juega un rol fundamental en la adopción de actividades de comercio electrónico; usuarios que reportan sentirse inseguros en la red tienden a realizar significativamente menos transacciones en línea. (2) Existe una fuerte relación positiva entre el uso de comercio electrónico y la probabilidad de ser víctima de un ciberataque, mostrando a este grupo de usuarios como más vulnerable a este tipo de delitos. (3) Las usuarias, con menor nivel educativo y socioeconómico, así como aquellos que viven en un contexto rural son los que tienen mayores desventajas en términos de adopción de actividades comerciales en línea.

REFERENCIAS

- Arti, S., & Purohit, G. . (2015). Role of Web Mining in E-Commerce. *International Journal of Advance Research in Computer and Communication Engineering*, 4(1), 251–253. <https://doi.org/10.17148/IJARCCCE.2015.4155>
- Bauer, J. (2016). Inequality in the Information Society. *SSRN Electronic Journal*. Retrieved from <http://ssrn.com/abstract=2813671>
- Bauer, J. M., & Dutton, W. H. (2015). The New Cybersecurity Agenda: Economic and Social Challenges to a Secure Internet. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2614545>
- Bauer, J. M., & Van Eeten, M. (2011). Introduction to the Economics of Cybersecurity. *Communications & Strategies*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.religion.2008.01.006>
- BID & OEA. (2016). Ciberseguridad: ¿Estamos preparados en América Latina y el Caribe? Washington, D.C: Banco Interamericano de Desarrollo; Organización de los Estados Americanos.
- Chen, H., Beaudoin, C. E., & Hong, T. (2016). Protecting Oneself Online. *Journalism & Mass Communication Quarterly*, 93(2), 409–429. <https://doi.org/10.1177/1077699016640224>
- Chen, H., Beaudoin, C. E., & Hong, T. (2017). Securing online privacy: An empirical test on Internet scam victimization, online privacy concerns, and privacy protection behaviors. *Computers in Human Behavior*, 70, 291–302. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.003>
- Clark, D., Berson, T., & Lin, H. S. (2014). *At the Nexus of Cybersecurity and Public Policy: Some Basic Concepts and Issues*. Washington, D.C: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18749>
- Davis, G., Garcia, A., & Zhang, W. (2009). Empirical analysis of the effects of cyber security incidents. *Risk Analysis*, 29(9), 1304–1316. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2009.01245.x>
- Dinev, T., Hart, P., & Mullen, M. R. (2008). Internet privacy concerns and beliefs about government surveillance - An empirical investigation. *Journal of Strategic Information Systems*, 17(3), 214–233. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2007.09.002>
- Fundación Telefónica. (2016). *Ciberseguridad , la protección de la información en un mundo digital*. Barcelona, España: Editorial Ariel S.A.
- Graham, J., Howard, R., & Olson, R. (2011). *Ciber security essentials*. Danvers, Massachusetts: Taylor & Francis Group, LLC.

- Griffor, E. (2017). *Handbook of System Safety and Security*. Chennai, India: Todd Green. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803773-7.00008-5>
- Gurung, A., & College, N. (2015). An Empirical Investigation on Customer's Privacy Perceptions, Trust and Security Awareness in E-commerce Environment. *Journal of Information Privacy and Security*, 6548(November), 42–64. <https://doi.org/10.1080/2333696X.2008.10855833>
- Kaplan, J. M. (2017). Cibersecurity for Commercial Advantage. In E. Griffor (Ed.), *Handbook of System Safety and Security* (pp. 97–111). Chennai, India: Todd Green.
- Kidane, T., & Sharma, R. (2016). Influence of culture on E-commerce and vice versa. *Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 87–94.
- Kim, S., & Byramjee, F. (2014). Effects of risks on online consumers' purchasing behavior: Are they risk-averse or risk-taking? *Journal of Applied Business Research*, 30(1), 161–171.
- Riek, M., Böhme, R., & Moore, T. (2014). Understanding the Influence of Cybercrime Risk on the E-Service Adoption of European Internet Users. *Proceedings of the 13th Workshop on the Economics of Information Security (WEIS)*, 1–35. Retrieved from <http://weis2014.econinfosec.org/papers/RiekBoehmeMoore-WEIS2014.pdf>
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling* (3rd ed.). New York, United States: Routledge, Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1198/tech.2005.s328>
- Shweta, V., & Garg, N. (2016). Cyber Threats and Its Impact on E-Commerce Sites. *International Journal of Computer Technology and Applications*, 9(41), 805–812. Retrieved from <http://serialsjournals.com/serialjournalmanager/pdf/1500284389.pdf>
- Sourabh, M., & Anooja, A. (2016). Cyber Crimes Threat for the E-Commerce. *SSRN Electronic Journal*, (December 2017). <https://doi.org/10.2139/ssrn.2767443>
- United Nations Conference on Trade and Development. (2017). *Information Economy Report 2017: Digitalization, trade and development*.

ANEXO

Cuadro A1. Coeficientes del Modelo de Ecuaciones Estructurales

	(1) Ecomm	(2) Percep	(3) Ataq	(4) Risk
Aspectos de Ciberseguridad				
Percep	-0.05** (0.02)			-0.05** (0.02)
Ataq	0.07*** (0.02)	0.02 (0.02)		
Risk	0.00 (0.02)		0.03 (0.02)	
Características TIC				
TIC 1	0.18*** (0.02)	-0.06** (0.02)	0.10*** (0.02)	-0.01 (0.02)
TIC2	0.12*** (0.02)	0.03 (0.02)	0.04 (0.02)	0.06** (0.02)
TIC3	0.07*** (0.02)	-0.02 (0.02)	0.03 (0.02)	-0.02 (0.02)
Características generales				
Mujer	-0.15*** (0.02)	0.04* (0.02)	-0.06** (0.02)	-0.05* (0.02)
Jóvenes	0.07* (0.03)	-0.04 (0.03)	0.02 (0.03)	0.17*** (0.03)
Adulto	0.18*** (0.03)	0 (0.03)	-0.09** (0.03)	0.18*** (0.03)
Adulto M.	0.02 (0.02)	0.04 (0.02)	-0.08*** (0.02)	0.05* (0.02)
Educación	0.15*** (0.02)	-0.02 (0.02)	0.08*** (0.02)	-0.04 (0.02)
NSE	0.12*** (0.02)	-0.08*** (0.02)	0.05* (0.02)	0.02 (0.02)
Rural	-0.09*** (0.02)	0.11*** (0.02)	-0.04 (0.02)	0.01 (0.02)
Constante	0.00 (0.02)	0.00 (0.02)	0.00 (0.02)	0.00 (0.02)
Varianza Dep.	0.74*** (0.02)	0.96*** (0.03)	0.94*** (0.03)	0.97*** (0.03)

Coeficientes estandarizados, se incluye control por PBI per cápita de cada país. Fuente: After Access 2017. Elaboración propia.

¿Quién se queda rezagado? Evaluando el proceso de difusión de TIC en el sector de manufacturas de muebles de madera de Villa El Salvador y Villa María del Triunfo

Diego Aguilar Lluncor
Instituto de Estudios Peruanos
daguilar@iep.org.pe

BIOGRAFÍA

Diego Aguilar Lluncor es Practicante de Investigación del Instituto de Estudios Peruanos.

RESUMEN

Diversos estudios han demostrado la importancia de la incorporación de nuevas tecnologías en el proceso productivo de las empresas resaltando el impacto del uso de TIC mediante un análisis “ex-post”, dejando de lado la discusión acerca de los motivos por los cuales las empresas deciden adoptar estas tecnologías. Esta investigación analizó los factores que determinaron el proceso adopción e intensidad de uso de TIC en las micro y pequeñas empresas del sector de manufacturas de muebles de madera. Los resultados evidencian la posibilidad de la existencia de un grupo de firmas rezagadas en el proceso de difusión de TIC: firmas con trabajadores más educados y más capacitados, con más trabajadores y con clientes y proveedores ubicados en zonas no próximas tienen mayores probabilidades de no solo adoptar Internet y Redes Sociales, sino también diversificar el uso de estas tecnologías y aplicarlas por medio de diferentes formas de uso.

Palabras clave

Difusión de TIC, adopción de TIC, usos de TIC, logit ordenado, microempresas.

INTRODUCCIÓN

Diversos estudios han demostrado la importancia de la incorporación de nuevas tecnologías en el proceso productivo de las empresas resaltando el impacto del uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en tres ámbitos: la estructura organizacional, la productividad, y el desempeño de las firmas. No obstante, estos tipos de estudios se concentran en realizar un análisis “ex-post”, pues se evalúa el impacto del uso de las TIC una vez que las empresas ya han incorporado el uso de estas en sus actividades productivas. No se discute con la misma intensidad sobre los factores que incentivan a las empresas a decidir incluir (o no) las nuevas tecnologías. En este sentido, es fundamental desarrollar más investigaciones que permitan comprender el proceso de adopción de TIC en este contexto y así, facilitar el análisis, formulación y recomendaciones de políticas relevantes para los sectores económicos relevantes.

Del mismo modo, los factores que determinan la (no) adopción de TIC pueden ser distintos cuando el análisis se refiere a la incorporación de la mismas dentro de una empresa (intra-firma) o entre empresas de un mismo sector económico (inter-firma). Gran parte de la literatura sobre temas de difusión de tecnología está enfocada en el proceso de difusión inter-firma (Colombo et al. 2013). Battisti & Stoneman (2005) argumentan que el efecto difusión entre firmas (i.e. el tiempo que un número dado de firmas usa una determinada tecnología) es más importante en la fase inicial, mientras que el efecto difusión dentro de las firmas (i.e. el tiempo e intensidad de uso de una determinada tecnología por una firma individual) es más relevante en últimas etapas del proceso completo de difusión de tecnologías.

El proceso de difusión de TIC dentro de las firmas refiere a tres etapas claves (Ben et al. 2014; Gallego et al. 2014). En primer lugar, la percepción y características de las empresas determinan en gran medida si esta decide (o no) adoptar nuevas tecnologías. Seguidamente, ocurre (o no) el proceso de adopción de nuevas tecnologías. Finalmente, luego de la incorporación, se lleva a cabo el uso de las nuevas tecnologías dentro de las firmas (y posteriormente ocurre la evaluación del desempeño de estas). De esta manera, el proceso de difusión de nuevas tecnologías implica tres decisiones importantes: (i) adoptar o no adoptar nuevas tecnologías; (ii) la velocidad de reemplazo de las viejas tecnologías por las nuevas; y (iii) el nivel de aprovechamiento de las capacidades de las nuevas tecnologías explotadas por la firma, denominada “*depth of adoption*” o intensidad de uso (Findik & Tansel 2015).

En este contexto, el presente análisis se centra en las empresas del sector de manufacturas de muebles de madera de los distritos de Villa El Salvador (VES) y Villa María del Triunfo (VMT) ubicadas en la ciudad de Lima (Perú), por tres razones. En primer lugar, el uso de TIC (en particular, Internet y Redes Sociales) en el sector es particularmente nuevo: el 37% de firmas utiliza Internet solo desde hace tres años; mientras que, del total de firmas que usa Internet, solo poca más de la mitad de firmas (52,6%) emplean Redes Sociales apenas desde hace 2 años. Por lo tanto, existen características y factores que determinan las diferencias en las decisiones y tiempo de adopción, así como en la intensidad de uso de TIC en el sector. En segundo lugar, el uso de TIC (Internet y Redes Sociales) en este sector es importante en la medida en que estas son empleadas para actividades de publicidad y promoción, lo cual incrementa su productividad y facilita la comunicación con la red de proveedores y clientes (Barrantes et al. 2012). Finalmente, la importancia de este sector para la actividad económica en el Perú es fundamental: representa el 38% del total de la mano de obra del sector de manufacturas en el ámbito urbano (INEI 2015), y es el segundo sector manufacturero más importante del país después del sector textil (PRODUCE 2016).

De esta manera, el objetivo de esta investigación es analizar los factores que determinaron el proceso de difusión de TIC en las empresas (micro y pequeñas empresas) del sector de manufacturas de muebles de madera ubicadas en VES y VMT en el año 2017. Mediante este análisis se busca estudiar qué características explican las decisiones de adopción de TIC en las firmas de este sector, así como el nivel de intensidad de uso y aplicaciones de estas tecnologías en las firmas que han incorporaron las TIC a sus actividades productivas. Para ello, se analizan las probabilidades de adopción e intensidad de uso de dos tipos de TIC: Internet y Redes Sociales¹.

El resto de este documento está dividido de la siguiente forma. En la siguiente sección se aborda la revisión de investigaciones previas acerca de las características que influyen en el proceso de difusión de TIC en pequeñas empresas y un breve análisis del sector de manufacturas de madera de VES y VMT. Posteriormente, se exponen la base de datos y las principales variables empleadas en el estudio. Luego, se muestran los resultados. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de política.

REVISIÓN DE LITERATURA

La literatura resalta cuatro grupos de variables importantes que influyen el proceso de difusión de TIC². El primer grupo de variables corresponde al “Efecto Capital Humano”. Esta teoría afirma que la difusión de nuevas tecnologías requiere un examen de las habilidades de las empresas para absorber conocimiento sobre el uso de nuevas tecnologías de recursos externos (i.e. la capacidad de absorción) y difundirlo dentro de la firma (Ben 2016). De esta manera, el proceso de difusión de TIC puede estar influenciado por tres factores. El primero corresponde al nivel de inversión en actividades de Investigación y Desarrollo (I&D), el cual emplea el rol de construir o reforzar el nivel de capacidad de absorción, y de generador de innovación. El segundo factor está asociado al nivel de experiencia adquirido con el tiempo de uso de las tecnologías (King & Lakhani 2011). El último indica que el nivel educativo de los propietarios, administradores y trabajadores es relevante para el análisis por dos motivos: (i) un mayor nivel educativo condiciona la visión y orientación hacia la incorporación y uso de nuevas tecnologías (Bayo-Moriones & Lera-López 2007); y (ii) el nivel de educación condiciona el desarrollo de capacidades y habilidades que permiten optimizar el uso eficiente de TIC (Wieliki & Cavalcanti 2006).

¹ La literatura resalta el rol de las Redes Sociales como nuevas herramientas de estrategia de marketing, la cual permite establecer una nueva relación de contacto con los clientes y proveedores de las MYPES (Deelmann & Loos 2002; Öztamur & Sarper 2014).

² Adicionalmente, las características del contexto como en nivel de competencia o el sector económico son factores que se consideran en el proceso de difusión de TIC, pero no son tomadas en este estudio (Bocquet et al. 2007; Fabiani et al. 2005).

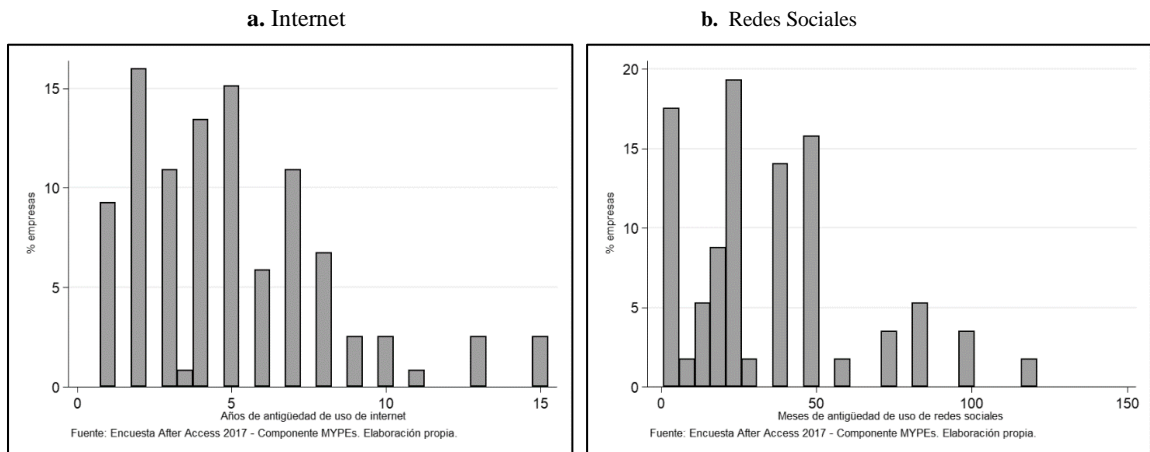
El segundo grupo de determinantes se refiere a las características y diferencias presentes entre firmas. Distintos estudios proponen diferentes explicaciones para justificar por qué firmas grandes son más capaces de adoptar y usar nuevas tecnologías (Morgan et al. 2006). Asimismo, empresas más pequeñas también pueden adoptar nuevas tecnologías, pero probablemente necesiten asistencia para alcanzar usos más eficientes (Giotopoulos et al. 2017). De este modo, el “Efecto Rango” resalta el tamaño de la firma como determinante del proceso de difusión de TIC. Asimismo, el número de años en funcionamiento de la firma en el mercado también es un indicador del nivel de adopción de TIC: firmas con más años establecidas en el mercado reconocen los principales beneficios de la incorporación de TIC en determinadas partes del proceso productivo (OCDE 2004). Finalmente, el nivel de ventas recoge información acerca del nivel de participación de las firmas en el mercado, así como sus capacidades productivas.

Por otro lado, el “Efecto Aprendizaje” está relacionado de forma más directa con la adopción y uso de TIC. Esta teoría afirma que un determinante importante del proceso de difusión de TIC son las actividades de capacitación en el uso de TIC realizadas por las firmas (Arendt 2007). Este factor también hace referencia al nivel de experiencia adquirida durante el tiempo que las empresas usan alguna TIC, influenciando así la intensidad y el nivel de uso de estas. Finalmente, el “Efecto Redes” destaca la característica más resaltante de las TIC: son tecnologías de redes que permiten la interacción e intercambio de información con muchos otros tipos de agentes (individuos, firmas, gobiernos). Por lo tanto, la difusión de TIC intra-firma en el sector de manufacturas de madera dependerá del número de agentes con los cuales las firmas se mantienen en contacto (proveedores y clientes), así como la distancia entre estos (Hodgkinson & McPhee 2002).

Adicionalmente a estos factores, distintos estudios (aunque en menor medida) muestran dos efectos importantes en el proceso de difusión de TIC. El “Efecto Epidemia” afirma que la forma cómo se transfiere la información entre firmas y dentro de las firmas es un factor importante en la toma de la decisión de la adopción de TIC: el número de firmas que adoptan nuevas tecnologías aumenta en el tiempo si, y solo si, el nivel de contacto y comunicación entre los no adoptantes y los usuarios permite a los primeros recolectar información acerca de los beneficios de la incorporación de nuevas tecnologías (Ben 2014).

El sector de manufacturas de madera de Villa El Salvador y Villa María del Triunfo

Figura 1: Distribución de tiempo de uso de Internet y Redes Sociales (% de empresas)



En cuanto a las TIC en el sector estudiado, el uso es particularmente nuevo. La sección “a” de la figura 1 muestra que el 37% de firmas utiliza Internet solo desde hace 3 años. De igual manera, la sección “b”, resalta que solo la mitad de aquellas firmas que usan Internet (52,6%) emplean Redes Sociales apenas desde hace 2 años. Estudios como el de DESCO (2011) argumentan que las MYPE madereras de VES y VMT no tienen incentivos para la innovación en tecnología pues los factores de competencia están explicados por la calidad y los precios ofrecidos al consumidor final. Del mismo modo, el cuadro 1 muestra que las firmas con más años establecidas en el mercado son superadas en el proceso de adopción de TIC. Por otro lado, Barrantes et al. (2012) destacan el efecto positivo

de las TIC como facilitadores y aceleradores de los procesos de negociación y producción de las empresas de manufacturas de madera, así como una mejor respuesta ante posibles emergencias o contratiempos³.

BASE DE DATOS Y VARIABLES DEL MODELO

La fuente de información de este estudio corresponde a la encuesta “After Access 2017 - Componente MYPES”, realizada por la red del Diálogo Regional de la Sociedad de la Información (DIRSI) en el año 2017. Esta encuesta recogió información sobre el acceso, percepciones y formas de uso de diferentes TIC de 149 empresas peruanas del sector de manufacturas de muebles de madera de VES y VMT, ubicadas en la zona sur de la ciudad de Lima.

Según la revisión de literatura, se han construido cuatro grupos de variables explicativas importantes que determinan y afectan las decisiones de adopción y el grado o intensidad de uso. El primer grupo de variables corresponde al “Efecto Capital Humano”: (i) “educación del propietario” es una variable dummy que toma el valor de 1 si el nivel educativo del propietario es mayor que el nivel “secundaria”; y (ii) “educación de los trabajadores” es una variable que toma tres posibles valores (donde 3 indica educación superior universitaria). El segundo grupo de variables refiere al “Efecto Rango”. La variable “antigüedad” indica el número de años que la empresa tiene establecida en el mercado; la variable “tamaño” refiere al logaritmo del número de trabajadores de la firma, y la variable “nivel de ventas” muestra el nivel de ventas según 6 rangos posibles. La variable binaria “capacitación TIC” corresponde al “Efecto Aprendizaje” y toma el valor de 1 si los trabajadores de la empresa recibieron capacitación en temas de TIC. Finalmente, el “Efecto Redes” recoge información sobre la extensión de clientes y proveedores de las firmas analizadas a través de tres variables: “importadora” y “exportadora” son variables binarias que indican si las firmas son importadoras y/exportadoras de otras provincias/regiones u otros países; y “número de proveedores” indica el logaritmo del número de proveedores de insumos y servicios de la empresa analizada.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos

Variable	Total		No adoptan		Adoptan	
	Promedio	Des. Est.	Promedio	Des. Est.	Promedio	Des. Est.
<i>I. Efecto Capital Humano</i>						
Educación propietario	0,67	0,47	0,52	0,51	0,71	0,46
Educación trabajadores	1,27	0,51	1,20	0,46	1,27	0,52
<i>II. Efecto Rango</i>						
Tamaño	1,71	0,79	1,38	0,68	1,79	0,79
Antigüedad	11,50	7,44	13,12	9,44	11,14	6,91
Nivel de ventas	4,56	1,52	3,68	1,70	4,76	1,42
<i>III. Efecto Aprendizaje</i>						
Capacitación TIC	0,12	0,32	0,08	0,28	0,13	0,33
<i>VI. Efecto Redes</i>						
Importadora	0,44	0,50	0,28	0,46	0,47	0,50
Exportadora	0,69	0,47	0,52	0,51	0,72	0,45
Número de proveedores	1,92	0,78	1,78	0,89	1,95	0,76

El cuadro 1 muestra los principales estadísticos descriptivos resaltando las diferencias según grupos de firmas que adoptaron y no adoptaron el uso de Internet. De este modo, es importante resaltar que, en promedio, la educación de los propietarios y trabajadores es mayor en aquellas firmas que adoptaron el uso de Internet (lo usan desde hace más de dos años). Por otro lado, un hecho particularmente interesante se distingue en el análisis de la antigüedad en firmas que adoptaron y no adoptaron el uso de Internet: en promedio, firmas con más años en funcionamiento no adoptaron el uso de Internet. Asimismo, las firmas que adoptaron y usan Internet realizaron más actividades de capacitación para sus trabajadores en temas de TIC. Finalmente, son más las firmas importadoras y/o exportadoras que adoptaron el uso de Internet, así como es más grande su red de proveedores de insumos y servicios.

La segunda variable de adopción empleada en esta investigación corresponde al Índice de Lefebvre y Lefebvre (ILL). Este índice fue propuesto por Lefebvre & Lefebvre (1996) como una suma ponderada que incorpora en la especificación no sólo indicadores de adopción o no adopción, si no que añade a la ecuación los usos específicos para cada TIC adoptada. Por lo tanto, a diferencia de la variable dependiente descrita anteriormente, este índice permite evaluar la importancia relativa de los usos específicos de las TIC adoptadas (Huaroto 2012). Este índice muestra que algunas aplicaciones o usos de TIC son más importantes que otras para el sector de manufacturas de

³ Asimismo, destacan el carácter imprescindible de los móviles para el sector, ya que estos permiten mantener una comunicación constante con clientes cada vez más internalizados en la cultura de la comunicación digital.

madera de VES y VMT. Después de obtener el ILL para cada firma, esta investigación adapta la clasificación planteada por Monge et al. (2005) y se clasifican a las empresas analizadas según su nivel de adopción de TIC en cinco grupos que van desde “Sin adopción” hasta “Alta adopción”.

METODOLOGÍA EMPÍRICA

Se emplean dos tipos de metodologías econométricas para someter a prueba la hipótesis del estudio. El primer método empleado corresponde a un modelo de variables dependientes categóricas: logit ordenado. Este modelo permite estimar probabilidades basado en variables no continuas (discretas) y finitas que contienen valores con información que puede ser ordenada de forma natural, asumiendo una función de densidad logística (Cameron & Trivedi 2009; Greene 2012). El segundo método refiere al modelo clásico de regresión lineal: Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Adopción

La adopción de TIC es planteada en esta investigación como una variable categórica ordenada mediante la construcción de dos índices o variables. En primer lugar, se construye una variable ordenada $Adop_i$ que puede tomar tres posibles valores (0, si la empresa analizada no adopta ninguna tecnología (Internet y/o Redes Sociales); 1, si la empresa adopta solamente Internet; y 2, si la empresa adopta Internet y Redes Sociales)⁴. Formalmente, la especificación paramétrica toma la siguiente forma:

$$(1) \quad Adop_i^* = \sum_h^{10} \beta_h' x_{hi} + u_i ,$$

donde $Adop_i^*$ es una variable latente, β_h' es el vector de coeficientes asociados a las variables explicativas x_{hi} (cuadro 1) y u_i es el término de error (con distribución acumulada de una función logística). La variable latente $Adop_i^*$ no es observable, lo que se observa en la realidad es la variable dependiente categórica $Adop_i$ que recoge la decisión de adoptar o no adoptar. De esta manera, podemos estimar la ecuación (1) (i.e. la probabilidad de que la empresa i adopte TIC), mediante la siguiente especificación:

$$(2) \quad \Pr(Adop_i = j) = F(\alpha_{j-1} < Adop_i^* \leq \alpha_j) = F\left(\alpha_j - \sum_{h=1}^{10} \beta_h' x_{hi}\right) - F\left(\alpha_{j-1} - \sum_{h=1}^{10} \beta_h' x_{hi}\right),$$

donde $F(\cdot)$ es la función logística distribución acumulada de u_i . De este modo, los parámetros de interés β_h' (así como los puntos de corte óptimos α_j) son obtenidos mediante el proceso de maximización de la función log-verosimilitud de la ecuación (2). No obstante, los valores obtenidos de β_h' solo capturan la dirección (aumenta o disminuye) y no la magnitud de las variables explicativas sobre la probabilidad de adopción (Cameron & Trivedi 2009). Así, los efectos marginales de la ecuación (2) son obtenidos de la siguiente manera:

$$(3) \quad \frac{\partial \Pr(Adop_i = j)}{\partial x_h} = \left[F'\left(\alpha_j - \sum_{h=1}^{10} \beta_h' x_{hi}\right) - F'\left(\alpha_{j-1} - \sum_{h=1}^{10} \beta_h' x_{hi}\right) \right] \beta_h'$$

De forma similar, la ecuación a estimar y los efectos marginales del ILL se presentan en las ecuaciones (4) y (5), respectivamente:

$$(4) \quad \Pr(Niv_adop_i = j) = F\left(\alpha_j - \sum_{h=1}^{10} \beta_h' x_{hi}\right) - F\left(\alpha_{j-1} - \sum_{h=1}^{10} \beta_h' x_{hi}\right) , \quad j = 0, 1, 2, 3, 4, 5$$

$$(5) \quad \frac{\partial \Pr(Niv_adop_i = j)}{\partial x_h} = \left[F'\left(\alpha_j - \sum_{h=1}^{10} \beta_h' x_{hi}\right) - F'\left(\alpha_{j-1} - \sum_{h=1}^{10} \beta_h' x_{hi}\right) \right] \beta_h'$$

⁴ Además, se destaca la adopción de estas tecnologías dentro de un rango temporal de 2 años como máximo: el valor de esta variable para las empresas que vienen usando estas tecnologías por más de 2 años es igual a 0 (ya han pasado por el proceso de adopción).

Intensidad de uso

La segunda variable relevante del proceso de difusión corresponde a la intensidad de uso de las TIC. Los tipos de uso de TIC modelados se recogen en siete actividades para Internet (comunicación, información, compra/venta, publicidad, promoción, banca, capacitación, y búsqueda de proveedores) y cinco para Redes Sociales (comunicación, publicidad, promoción, y venta), obteniendo así un total de doce tipos de aplicaciones de las TIC estudiadas. De este modo, esta variable dependiente argumenta que un mayor número de usos o aplicaciones de TIC corresponde a un mayor nivel de intensidad de uso. A diferencia del método de estimación planteado para las variables de adopción, para este caso se emplea el método de Mínimos Cuadrado Ordinarios (MCO) para estimar la siguiente ecuación:

$$(6) \quad Num_usos_i = \sum_{h=1}^{10} \beta'_h x_{hi} + u_i \quad ,$$

donde x_i son las variables explicativas (cuadro 1), u_i son los errores estadísticos y β'_i son los parámetros que capturan el efecto de las variables explicativas sobre la variable de intensidad de uso.

RESULTADOS

Adopción

El cuadro 2 muestra los efectos marginales de la estimación de adopción de Internet y/o Redes Sociales. Este cuadro muestra que el nivel educativo del propietario no es una variable determinante para las decisiones de adopción de TIC. Por el contrario, el nivel educativo promedio de los trabajadores de la empresa de manufacturas de madera es un factor relevante para el proceso de difusión de TIC: un mayor nivel educativo aumenta la probabilidad de adoptar el uso de Internet y aumenta aún más la probabilidad de adoptar el uso de Redes Sociales (el análisis no difiere cuando se evalúa la adopción de Internet y Redes Sociales por separado).

Cuadro 2. Efectos marginales de la estimación de adopción de Internet y/o Redes Sociales por logit ordenado y logit

VARIABLES	Logit Ordenado			Logit	
	Sin adopción	Internet	Redes Sociales	Internet	Redes Sociales
<i>I. Efecto Capital Humano</i>					
Educación propietario	0,008 (0,046)	0,008 (0,048)	-0,015 (0,094)	0,028 (0,055)	0,081 (0,110)
Educación trabajadores	-0,100* (0,054)	0,085* (0,047)	0,185* (0,096)	0,052* (0,060)	0,278*** (0,082)
<i>II. Efecto Rango</i>					
Tamaño	-0,091*** (0,035)	0,101** (0,042)	0,182*** (0,068)	0,076* (0,042)	0,176** (0,077)
Antigüedad	0,004* (0,003)	0,003 (0,003)	0,008 (0,005)	-0,004 (0,003)	-0,009 (0,007)
Nivel de ventas	0,009 (0,018)	0,008 (0,019)	0,018 (0,036)	0,002 (0,021)	0,044 (0,042)
<i>III. Efecto Aprendizaje</i>					
Capacitación TIC	-0,107** (0,042)	0,192* (0,124)	0,299* (0,158)	0,039* (0,067)	0,352** (0,150)
<i>IV. Efecto Redes</i>					
Importadora	-0,028 (0,044)	0,029* (0,044)	0,057* (0,087)	0,117* (0,063)	0,021 (0,112)
Exportadora	-0,153** (0,067)	0,093** (0,038)	0,246*** (0,083)	0,156* (0,092)	0,292*** (0,101)
Número de proveedores	-0,004 (0,029)	0,003 (0,029)	0,008 (0,059)	0,023 (0,038)	0,045 (0,070)
Observaciones	137	137	137	137	137
Log-pseudolikelihood	-	-	-	-51,80	-76,86
Test de Wald	-	-	-	0,00303	0,000354

Errores estándar robustos en paréntesis. *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1.

Nota: Las categorías del logit ordenado están determinadas de la siguiente manera. La categoría 0 corresponde a "sin adopción" (columna 1); la categoría 1 a "adopción de Internet" (columna 2); y la categoría 2 corresponde a "adopción de Internet y Redes Sociales" (columna 3).

Por otro lado, el tamaño de la firma incide positivamente y progresivamente sobre la probabilidad de adopción de TIC: firmas más grandes no sólo tienen más probabilidades de adoptar Internet, sino que existe una mayor posibilidad de adoptar el uso de Redes Sociales. Del mismo modo, es importante destacar que firmas más antiguas y tradicionales tienen menores probabilidades de adoptar el uso de Internet y Redes Sociales⁵. Finalmente, las actividades de capacitación en temas de TIC van más allá de la adopción de Internet, mostrando una probabilidad positiva y mayor en la adopción de Redes Sociales (29,9%). Del mismo modo, ser una firma importadora y/o exportadora (más no la extensión de la red de proveedores de servicios e insumos) afecta positivamente las probabilidades de incorporación de Internet y Redes Sociales a las actividades productivas de las firmas de manufacturas de madera.

Por otro lado, el cuadro 3 muestra que un mayor nivel educativo promedio de los trabajadores de las empresas de este sector aumenta la probabilidad de desarrollar una alta adopción de TIC en 11,1 % (versus 7,7% y 7,4 % de media e incipiente adopción, respectivamente). De igual manera, el número de trabajadores de la firma (tamaño) afecta de forma positiva al proceso de difusión de TIC en las empresas del sector: firmas más pequeñas tienen menores probabilidades de desarrollar un nivel alto de adopción de TIC y quedarse en niveles incipientes, bajos o tomar la decisión de no adoptar ninguna tecnología. Además, este modelo indica que empresas que desarrollan actividades de entrenamiento y capacitación de TIC para sus trabajadores tienen un 9,8% de probabilidad de desarrollar un nivel alto de adopción. Finalmente, firmas ni importadoras ni exportadoras tienen probabilidades de 6,2% y 8,1% de no adoptar ninguna TIC, respectivamente.

Cuadro 3. Efectos marginales del nivel de adopción de Internet y Redes Sociales por logit ordenado

VARIABLES	(1) Sin adopción	(2) Incipiente adopción	(3) Baja adopción	(4) Media adopción	(5) Alta adopción
<i>I. Efecto Capital Humano</i>					
Educación propietario	-0,045 (0,006)	0,037 (0,007)	0,004 (0,007)	0,038 (0,008)	0,048 (0,005)
Educación trabajadores	-0,096** (0,011)	0,024** (0,001)	0,012 (0,003)	0,077** (0,019)	0,111** (0,027)
<i>II. Efecto Rango</i>					
Tamaño	-0,085*** (0,032)	0,075** (0,031)	0,013 (0,015)	0,076** (0,031)	0,099*** (0,036)
Antigüedad	0,003 (0,003)	0,004** (0,002)	0,000 (0,001)	0,002 (0,002)	0,003 (0,003)
Nivel de ventas	-0,010 (0,016)	0,008 (0,014)	0,001 (0,003)	0,008 (0,013)	0,011 (0,018)
<i>III. Efecto Aprendizaje</i>					
Capacitación TIC	-0,061 (0,042)	0,063 (0,050)	0,027** (0,034)	0,053** (0,034)	0,198** (0,090)
<i>IV. Efecto Redes</i>					
Importadora	-0,062** (0,004)	0,032 (0,017)	0,003 (0,010)	0,037* (0,020)	0,067** (0,056)
Exportadora	-0,081** (0,047)	0,035 (0,029)	0,002 (0,008)	0,037** (0,002)	0,076*** (0,029)
Número de proveedores	0,019 (0,031)	0,006 (0,014)	0,0007 (0,002)	0,008 (0,013)	0,021 (0,032)
Observaciones	137	137	137	137	137
Log-pseudolikelihood	-199,3	-199,3	-199,3	-199,3	-199,3
Test de Wald	1,31e-05	1,31e-05	1,31e-05	1,31e-05	1,31e-05

Errores estándar robustos en paréntesis. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

⁵ No obstante, los resultados aún son débiles pues el análisis particular para cada TIC no muestra la relevancia de esta variable para las decisiones de adopción.

Intensidad

El cuadro 4, muestra los resultados de la estimación respecto a los efectos estudiados sobre la intensidad de uso (número de usos) de Internet y Redes Sociales por MCO. En primer lugar, un mayor nivel educativo promedio de los trabajadores de las firmas aumenta considerablemente el número de usos de Internet y Redes Sociales (más para este último). Asimismo, el nivel educativo de los propietarios no emplea un rol importante en la intensidad de uso de tecnologías (de forma similar para el caso adopción). En segundo lugar, el tamaño de la firma tiene un efecto positivo y significativo sobre la intensidad de uso de TIC en las firmas del sector de manufacturas de madera. Como señala Findik & Tansel (2015), el uso de TIC está más extendido en firmas con un mayor número de trabajadores debido a dos factores: (i) un cierto grado de especialización trabajo-capital, que permite incrementar y aprovechar las aplicaciones de TIC dentro de la firma; y (ii) los menores costos asociados a las necesidades y requerimientos de comunicación y supervisión entre trabajadores, y entre propietarios (o administradores) y trabajadores.

Por otro lado, aquellas empresas con un mayor número de años establecidas en el mercado son las que emplean menor medida Internet y Redes Sociales (en menor medida esta última): en promedio, el número de usos en firmas con más de siete años en funcionamiento es menor en 6,47%, respecto a firmas “nuevas” en el mercado. Finalmente, firmas que interactúen con proveedores y clientes de otros distritos, regiones o países emplean las TIC de forma más diversa (aunque es más significativa la ubicación que el número de proveedores y clientes)

Cuadro 4. Estimación del número de usos de Internet y/o Redes Sociales por MCO

VARIABLES	(1)	(2)	(3)
	TIC	Internet	Redes Sociales
<i>I. Efecto Capital Humano</i>			
Educación propietario	0,080 (0,603)	0,264 (0,354)	-0,184 (0,311)
Educación trabajadores	1,676*** (0,115)	0,695** (0,003)	0,982*** (0,267)
<i>II. Efecto Rango</i>			
Tamaño	1,037** (0,197)	0,642*** (0,237)	0,395* (0,017)
Antigüedad	-0,052* (0,035)	-0,035 (0,022)	-0,017 (0,017)
Nivel de ventas	0,123 (0,215)	0,188 (0,136)	0,065 (0,105)
<i>III. Efecto Aprendizaje</i>			
Capacitación TIC	1,123* (0,081)	0,417* (0,012)	0,706* (0,035)
<i>IV. Efecto Redes</i>			
Importadora	0,778 (0,562)	0,538* (0,347)	0,240 (0,283)
Exportadora	1,442** (0,131)	0,574* (0,083)	0,868** (0,003)
Número de proveedores	-0,182 (0,352)	-0,113 (0,220)	-0,070 (0,181)
Constante	-1,171 (1,124)	-0,305 (0,643)	-0,866 (0,580)
Observaciones	137	137	137
R-cuadrado	0,276	0,295	0,204
Test F	8,836	9,956	5,591

Errores estándar robustos en paréntesis. *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

Esta investigación buscó analizar los factores que determinaron el proceso de difusión de Internet y Redes Sociales en las empresas del sector de manufacturas de madera de VES y VMT ubicadas en la zona sur de la ciudad de Lima. De esta manera, se expusieron las características relevantes que explican las decisiones de adopción e intensidad de uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en las empresas de este sector. En general, los resultados evidencian la posibilidad de la existencia de un grupo de firmas rezagadas en el proceso de difusión de TIC: firmas con trabajadores más educados y más capacitados en temas de TIC, más grandes (en términos del número de

trabajadores) y con clientes y proveedores ubicados en zonas no adyacentes tienen mayores probabilidades de no solo adoptar Internet y Redes Sociales, sino también diversificar el uso de estas tecnologías y aplicarlas por medio de diferentes formas de uso.

Iniciativas como la creación de la “Dirección de Digitalización y Formalización” o formulación de políticas como el “Plan de Digitalización de la MYPE” o “Tu Empresa”, ambas impulsadas por el Ministerio de la Producción (PRODUCE) en el periodo 2016-2017, son relevantes para el análisis de los hallazgos encontrados en la presente investigación, ya que estas iniciativas buscan promover el uso de TIC en las MYPE. Los resultados más importantes de esta investigación refuerzan la idea de que las características particulares que destacan en cada sector económico son importantes para el proceso de difusión de Internet y Redes Sociales. Por lo tanto, es importante que las políticas que promueven la adopción y uso de TIC en las empresas consideren las características propias de cada sector en particular y no desarrollen políticas con planes generales y sí específicos.

Asimismo, la distinción entre los objetivos de política respecto a impulsar un plan de digitalización desde cero o, por otro lado, repotenciar a las firmas que ya han incorporado el uso de TIC en sus actividades productivas es un aspecto fundamental que puede determinar el éxito o fracaso de las políticas de digitalización (i.e. impactos diferenciados). Los resultados de esta investigación muestran que, en particular para el sector de manufacturas de madera de VES y VMT, existen un conjunto de características que generan un rezago en el proceso de difusión de TIC en un determinado grupo de firmas.

REFERENCIAS

- Arendt, L. (2007). Barriers to ICT adoption in SMEs – How to bridge digital divide? *The Institute of Labour and Social Studies*, Vol. 35, pp. 83-90.
- Barrantes, R., Agüero, A., Cavero, M., Huaroto, C. (2012). The impacts of the use of mobile telephone technology on the productivity of micro- and small enterprises: An exploratory study into the carpentry and cabinet-making sector in Villa El Salvador. *Information Technologies & International Development*, Vol. 8, Nro. 4, pp. 77-94.
- Battisti, G. & Stoneman, P. (2005). “The intra-firm diffusion of new process technology”. *International Journal of Industrial Organization*, Nro. 23, pp. 1-22.
- Bayo-Moriones, A. & Lera-López, F. (2007). A firm-level analysis of determinants of ICT adoption in Spain. *Technovation*, Vol. 27, Nro. 6, pp. 1641-1655.
- Ben, A., Castillo, D., Hadhri, W. (2014). Determinants of Intra-firm Diffusion Process of ICT: Theoretical Sources and Empirical Evidence from Catalan Firms. *Internet Econometrics*, pp. 288-312.
- Ben, A. (2016). “Determinants of information and communication technologies adoption by Tunisian firms”. *Journal of Innovation Economics & Management*, Nro. 20, pp. 151-177.
- Bocquet, R., Brossard, O. & Sabatier, M. (2007). Complementarities in organizational design and the diffusion of information technologies, an empirical analysis. *IREsearch Policy*, Vol. 36, Nro. 3, pp. 409-437.
- Cameron, C. & Trivedi, P. (2009). *Microeconometrics using Stata*. Texas: Stata Press.
- Centro de Estudios y Promoción de del Desarrollo (DESCO). (2011). Hombres y mujeres emprendedores en la industria del mueble de madera en Lima Sur. Serie de Estudios Urbanos, Nro. 6.
- Colombo, M., Croce, A., Grilli, L. (2013). ICT services and small businesses’ productivity gains: An analysis of the adoption of broadband Internet technology. *Information Economics and Policy*. Vol. 25, pp. 171-189.
- Deelmann, T. & Loos, P. (2002). Trust economy: Aspects of reputation and trust building for SMEs in e-business. Proceedings of the Eighth Americas Conference on Information Systems, pp. 213-2221.
- Fabiani, S., Schivardi, F. & Trento, S. (2005). ICT adoption in Italian manufacturing: firm-level evidence. *Industrial and Corporate Change*, Vol. 14, Nro. 2, pp. 225-249.
- Findik, D. & Tansel, A. (2015). Resources on the stage: A firm level analysis of the ICT adoption in Turkey. *Turkish Economic Association*, Nro. 12.
- Gallego, J., Gutiérrez, L. & Lee, S. (2014). A firm-level analysis of ICT adoption in an emerging economy: evidence from the Colombian manufacturing industries. *Industrial and Corporate Change*, Vol. 24, Nro. 1, pp. 191-221.
- Giotopoulos, I., Kontolaimou, A., y otros. (2017). What drives ICT adoption by SMEs? Evidence from a large-scale survey in Greece. *Journal of Business Research*, Vol. 91, pp. 60-69.
- Greene, W. (2012). *Econometric analysis*. Pearson: New York.

- Hodgkinson, A. & McPhee, P. (2002). SME information sourcing for innovation and export market development from local or external networks? University of Wollongong Working Paper Series, pp. 02-08.
- Huaroto, C. (2012). Efecto de la adopción del Internet en la productividad de las MYPE en el Perú. Lima: CIES.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2015). Encuesta Nacional de Hogares 2015. Consulta: 15 de enero del 2018.
- King, A. & Lakhani, K. (2011). The contingent effect of absorptive capacity: An open innovation analysis. Working Paper, pp. 11-102, Harvard Business School.
- Lefebvre, E. & Lefebvre, L. (1996). Information and telecommunication technologies. The impact of their adoption on small a medium-sized enterprise. IDRC.
- López, J. (2013). Modelo de gestión estratégica empresarial para las MYPEs del Perú y su aplicación en un clúster de muebles de Villa El Salvador. Lima: Universidad San Martín de Porres.
- Monge, R., Alfaro, C. & Alfaro, J. (2005). Las TICs en las Pymes de Centroamérica. IDRC.
- Morgan, A., Colebourne, D. & Thomas, B. (2006). The development of ICT advisors for SME business: An innovation approach. *Technovation*, Vol. 26, Nro. 8, pp. 980-987.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2004). "The Economic Impact of ICT. Measurement, Evidence and Implications". OCDE: París.
- Öztamur, D. & Sarper, I. (2014). Exploring the role of social media for SMEs: As a new marketing strategy tool for the firm performance perspective. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Nro. 150, pp. 511-520.
- PRODUCE. (2016). Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno 2015. Ministerio de la Producción del Perú, 138.
- Wieliki, T. & Cavalcanti, G. (2006). Study of Digital Divide: Measuring ICT utilization and implementation barriers among SMEs of Central California. International Conference on Business Information Systems (Austria).

Espaço e inclusão digital na cidade de São Paulo: uma análise desde a perspectiva da multidimensionalidade das desigualdades sociais e territoriais

Fabio Senne

Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da
Informação (Cetic.br)/ Doutorando em Ciência Política pela
Universidade de São Paulo (USP)

fsenne@nic.br

BIOGRAFIA

Fábio Senne é doutorando em Ciência Política pela Universidade de São Paulo (SP), mestre em Comunicação pela Universidade de Brasília (UnB), bacharel em Ciências Sociais pela Universidade de São Paulo (USP). É coordenador de pesquisas no Centro de Estudos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação (Cetic.br), do Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR.

RESUMO

O que explica as desigualdades marcantes no acesso e no uso da Internet? Predominam na literatura as abordagens que atribuem as disparidades a fatores econômicos ou as que veem no ambiente digital a reprodução de características individuais pré-existent no mundo *off-line*. Recentemente, vêm ganhando destaque análises que se aprofundam sobre um nível *meso*, que procuram avaliar diferenças nos padrões de inclusão digital segundo características de determinadas comunidades ou territórios. O presente artigo apresenta um estudo empírico sobre a cidade de São Paulo, tendo como fonte a pesquisa amostral “TIC Domicílios” (2015 e 2016). Os resultados indicam que aspectos territoriais importam para a análise da inclusão digital, ainda que controlando por condições socioeconômicas. Entre as principais implicações do estudo está a necessidade de um aprofundamento teórico e metodológico sobre os fatores sociais e institucionais que afetam o cenário de desigualdades na Internet, incluindo o efeito localizado das políticas urbanas.

Palavras-chave

Desigualdades *on-line*, Inclusão digital, Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), Brasil

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a Internet tem ganhado status de bem público fundamental. A promoção do acesso e do uso da rede passou a fazer parte do repertório de ações do Estado nos diversos níveis de governo. Levantamentos de organismos internacionais apontam que a maior parte dos países da América Latina adotou, nos últimos anos, planos de difusão da Internet banda larga (ITU, 2013) ou estratégias nacionais de uso das TIC na educação (Sunkel, Trucco, & Espejo, 2014). A tendência de crescente adoção da Internet também se apresenta no âmbito das políticas urbanas. Esse tipo de intervenção vem se tornando crítica, especialmente em regiões metropolitanas, nas quais a densidade populacional conduz a novas experiências de uso das TICs em temas como segurança pública, energia, educação, cuidados em saúde e mobilidade (Helsper, 2014; Mossberger, Tolbert, & Franko, 2012; Van Deursen, Helsper, Eynon, & Van dijk, 2017).

A disseminação do uso da Internet, entretanto, ainda ocorre de forma extremamente desigual entre os diversos países, assim como entre os habitantes de um mesmo país. De acordo com dados da UIT, cerca de 215 milhões de pessoas com 15 anos ou mais seguem desconectadas da rede na América Latina (Galperin, 2017). No Brasil, em 2016, enquanto 92% dos indivíduos com renda familiar de mais de 10 salários-mínimos utilizavam a Internet, somente 44% daqueles com renda familiar de até 1 salário-mínimo encontravam-se *on-line* (CGI.br, 2017). Mas o que explica a permanência de disparidades *on-line* tão marcantes?

Uma primeira resposta para o problema emergiu durante o processo de disseminação do acesso comercial à Internet, em meados dos anos 1990, e esteve caracterizada por uma perspectiva econômica, dedicada à identificação da distância entre o número de indivíduos que possuíam ou não acesso à rede. De maneira geral, a exclusão digital (*digital divide*) seria o produto de políticas setoriais de telecomunicações, tais como regulação de preços e ampliação da cobertura da rede (Hargittai & Hsieh, 2013, p. 133).

A partir de meados dos anos 2000, a crítica sociológica a uma visão limitada do “fosso digital” trouxe luz a um segundo nível de exclusão, que passou a ser identificado também entre aqueles indivíduos que venceram a barreira do acesso (*second-level digital divide*) (DiMaggio, Hargittai, Celeste, & Shafer, 2004; Van Deursen & Van Dijk, 2014; Van Dijk, 2005). Desse ponto de vista, características socioeconômicas (tais como nível educacional, gênero, renda, faixa etária), diferenças motivacionais e distintas capacidades e habilidades digitais estariam produzindo usos desiguais, mesmo entre aqueles que já possuem acesso à rede (Van Dijk, 2005).

Abordagens mais recentes sobre tema têm buscado expandir o debate para além de explicações calcadas na política econômica (nível macro) e/ou nas condicionantes sócio demográficas dos indivíduos (nível micro). Segundo tais críticos, elas não dariam conta de explicar porque determinadas localidades apresentam indicadores de inclusão digital elevados a despeito de condições sócio econômicas vulneráveis. Ou porque algumas políticas locais de incentivo à conectividade falham em seu intuito de universalizar o acesso a todos os grupos sociais (Helsper, 2014). Exemplos desse realinhamento são os estudos que investigam como características de determinadas comunidades afetam a integração da banda larga (Katz & Gonzalez, 2016), ou em que medida a adoção das TICs depende da combinação de recursos individuais com a atuação de redes sociais (*network effect*) (DiMaggio & Garip, 2012). A introdução de um nível intermediário de análise (*meso*) contribuiria para iluminar pontos-cegos na análise das desigualdades *on-line*.

O presente artigo propõe um olhar empírico sobre o fenômeno das desigualdades digitais, incorporando variáveis relacionadas ao espaço intra-urbano. A partir dos dados de *survey* de abrangência nacional (CGI.br, 2017), analisamos o efeito dos territórios no acesso e uso das tecnologias digitais, tendo como foco o caso da cidade de São Paulo. Por meio de desagregação inédita de indicadores para localidades administrativas no interior de uma municipalidade, justifica-se a necessidade de uma agenda de investigação renovada do tema das desigualdades *on-line*.

Na seção seguinte revisamos brevemente uma literatura emergente, que busca estabelecer uma interface entre desigualdades territoriais e digitais. Na sequência apresentamos a fonte de dados utilizada para o estudo empírico, bem como suas potencialidades e limitações. A análise do comportamento das variáveis por meio de estatísticas descritivas precede a última seção, que apresenta e discute os resultados obtidos por meio de modelos de regressão logística. Por fim, a conclusão aponta as implicações dos resultados obtidos e caminhos futuros de investigação.

REVISÃO DA LITERATURA

Desde a seminal argumentação de Norris sobre como a Internet poderia alterar a estrutura de oportunidades e o engajamento cívico (Norris, 2001), as pesquisas em ciência política têm dado maior atenção a como a disseminação da rede afeta a participação política e o acesso à informação. Uma pletera de estudos tem se dedicado a compreender o papel da Internet em campanhas eleitorais (Anstead & Chadwick, 2009; Davis, Baumgartner, Francia, & Morris, 2009), ou como parlamentos, partidos políticos ou gabinetes governamentais, por sua vez, possuiriam menores condições de controlar o fluxo de informações públicas (Coleman, 2009), o que se acentua com o papel proeminente das redes sociais *on-line* e a chamada Web 2.0 (Bae, 2014). Há, contudo, poucas investigações no campo sobre os fatores político-institucionais que dão origem às desigualdades digitais.

Já entre os pesquisadores que avançaram sobre o tema da exclusão digital (*digital divide*), houve avanços no sentido de conectar aspectos individuais do uso da Internet a fatores socioeconômicos estruturantes. Contudo, a teorização sobre as desigualdades digitais ainda não incorporou uma abordagem mais sistêmica para entender a interação entre os fatores de nível social e individual – entre eles o papel das políticas públicas. Ainda sabemos pouco sobre porque indivíduos com origens sócio demográficas e níveis de habilidades aparentemente muito semelhantes se envolvem com as TIC de maneiras muito diferentes (Van Deursen et al., 2017).

Mais recentemente, a literatura sobre as desigualdades digitais tem buscado maior aprofundamento sobre a acumulação de fatores de desigualdade, em especial, aqueles que vão além das dinâmicas individuais. Entre as abordagens emergentes sobre o tema estão investigações sobre como as características de determinadas comunidades afetam a integração da banda larga (Katz & Gonzalez, 2016), ou como a situação de pobreza restringe as oportunidades individuais (Hampton, 2010; Mossberger et al., 2012).

Outra vertente de estudos avalia, ainda, em que medida a adoção das TICs depende da combinação entre recursos individuais e a atuação de redes sociais (*network effect*) (DiMaggio & Garip, 2012). Tais autores argumentam que as redes profissionais, de pares e familiares em torno de um indivíduo influenciam a adoção de certas práticas, como é o caso do uso da Internet, e podem exacerbar a desigualdade intergrupala. Helsper e Van Deursen (2016), na mesma linha, mostraram que o apoio para o uso das TICs é distribuído de forma desigual, já que indivíduos de áreas desfavorecidas têm menor probabilidade de contarem com redes de apoio fortes e diversificadas em seus laços familiares.

Entre os estudos de matriz quantitativa, há poucas investigações empíricas que consideram os efeitos do território sobre as disparidades no ambiente digital. As investigações existentes nesse campo têm se concentrado em análises no âmbito nacional ou na comparação entre países (Galperin, Mariscal, & Barrantes, 2014), – havendo poucos esforços para compreender o fenômeno considerando maior desagregação regional. Entre os trabalhos que podem ser citados nesse sentido está o de Mossberger e outros autores, que fazem uso de modelos multi-nível, integrando pesquisa amostral realizada na cidade de Chicago (EUA) com dados disponíveis no nível de setores censitários. Os autores encontram evidências de que fatores associados ao nível da vizinhança (*neighborhood-level factors*) – como o percentual de negros, latinos e asiáticos; o percentual da população abaixo da linha da pobreza; e o percentual de indivíduos que concluíram o ensino secundário – influenciam as razões pelas quais os residentes não possuem acesso domiciliar (Mossberger et al., 2012). Não há consenso, entretanto, acerca da relevância das diferenças regionais para explicar a inclusão digital. Blank et. al. (2018), utilizando técnicas de estimação em pequenas áreas (*small area estimation*), não encontram diferenças significativas de uso da Internet entre as regiões do Reino Unido após o controle por variáveis demográficas.

Cabe destacar ainda a emergência de projetos acadêmicos que exploram de forma comparativa as relações entre desigualdades sociais e digitais, utilizando-se de metodologias baseadas em variáveis geográficas, como a criação de mapas de inclusão digital e social. É o caso do *DiSTO - From Digital Skills to Tangible Outcomes*, que tem por objetivo o desenvolvimento de pesquisas teoricamente informadas sobre as habilidades digitais, o engajamento dos indivíduos com a Internet e os resultados tangíveis que esse uso tem em suas vidas.¹ Tais pesquisadores argumentam que as desigualdades digitais entre bairros de grandes áreas metropolitanas não podem ser compreendidas satisfatoriamente por fatores individuais como idade, educação e gênero (Helsper & Kirsch, 2015). Desse ponto de vista, redes sociais e fatores socioculturais no nível da comunidade apresentam-se como variáveis importantes para explicar essas desigualdades sócio digitais. Outro exemplo de projeto de mapeamento no âmbito intra-urbano é o estudo realizado na cidade de Los Angeles (EUA), que revela relação entre o acesso à Internet e características de determinadas área, onde a demanda pela rede é baixa devido a barreiras como o alto custo (Galperin, Bar, & Kim, 2016).

Tendo em vista a literatura sobre o tema da inclusão digital, e considerando as múltiplas dimensões que promovem ou limitam a extensão com que os indivíduos são incluídos digitalmente, o presente estudo busca compreender em que medida o território, expresso pelo local de residência, pode ser incorporado como variável explicativa das desigualdades *on-line*. Assumimos, portanto, a hipótese de que os fatores estruturais e individuais não explicam toda a variação nos indicadores relacionados à inclusão digital, o que reforça a necessidade de estudos futuros que incorporem variáveis de outra natureza.

METODOLOGIA

Base de Dados

Sabe-se muito pouco sobre a geografia do uso de Internet no nível subnacional (Blank et al., 2018). Bases de dados passíveis de desagregação em unidades territoriais menores (como bairros ou setores censitários) são raras, mesmo em países com sistemas estatísticos desenvolvidos. Os censos, que são caros e realizados com menor periodicidade,

¹ Entre os propósitos do projeto está a realização de análises comparativas entre mapeamentos produzidos em regiões metropolitanas como Londres, Los Angeles, Santiago, São Paulo, entre outras grandes cidades. Mais informações em: <http://www.lse.ac.uk/media-and-communications/research/research-projects/disto>

acabam sendo fontes que pouco se aprofundam sobre indicadores de inclusão digital, limitando-se, na maioria das vezes a registrar informações quanto ao uso ou não-uso da rede.

No Brasil, dados em escala nacional sobre o acesso e uso da Internet estão disponíveis desde 2005, quando um módulo da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad) foi implementado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com o apoio do Comitê Gestor da Internet no Brasil - CGI.br (IBGE, 2007). A partir de então a Pnad e o Censo de 2010 passaram a coletar um conjunto de indicadores básicos sobre o acesso domiciliar ao computador e à Internet, bem como a proporção de indivíduos usuários da rede – estes últimos definidos como os cidadãos que acessaram a Internet nos últimos três meses que antecedem a entrevista. O CGI.br, por sua vez, passou a conduzir desde 2005 a pesquisa TIC Domicílios (CGI.br, 2017), que inclui uma amostra probabilística, representativa do Brasil e com dados desagregados pelas cinco macrorregiões em áreas urbanas e rurais. Em 2017, a pesquisa completou 12 anos de série histórica, contando com uma amostra inicial de 33 mil domicílios. Enquanto a Pnad permite maior desagregação regional e o cruzamento dos dados de uso da Internet com indicadores de acesso a outros serviços essenciais, a TIC Domicílios detalha os usos da rede desempenhados pelos indivíduos, incluindo a medição de atividades de comunicação, educacionais, comércio eletrônico e governo eletrônico – fatores que têm se mostrado fundamentais para a caracterização das desigualdades digitais para além do uso.

Para o presente estudo foram utilizados os bancos de microdados das pesquisas TIC Domicílios de 2015 e 2016.² A justificativa para a escolha das bases foi a utilização dos dados mais recentes, tendo em vista o interesse de que o estudo dialogue com políticas públicas em curso. A utilização de bases de dados de dois anos consecutivos teve como objetivo a realização de um exercício de agregação das amostras, que permitisse a obtenção de um número maior de casos e que facilitassem o exercício de desagregação espacial na leitura dos resultados.

A despeito de constituírem-se em edições diferentes do estudo, o desenho da amostra segue os mesmos critérios de seleção nos dois anos. A amostra da TIC Domicílios é desenhada por estratificação de conglomerados, em múltiplos estágios, e selecionada sistematicamente com probabilidade proporcional ao tamanho da população (PPT) de 10 anos ou mais. Em 2015 e 2016, foram definidos 36 estratos com conglomerados diferenciados por unidade da federação (UF), capital e interior. Para nove unidades da federação, consideraram-se ainda as regiões metropolitanas (RM) e, para a região Norte, cinco unidades federativas foram consolidadas. Esses estratos foram utilizados para seleção probabilística de municípios. Para a agregação das variáveis apresentadas neste trabalho optou-se pelo cálculo da média das estimativas verificadas em cada um dos anos.

Variáveis

No presente artigo assumimos o pressuposto de que a redução das desigualdades é o resultado agregado de uma combinação de políticas distintas, tendo em vista as relações recíprocas entre renda e acesso a serviços (Arretche, 2015). Desse ponto de vista, o acesso e o uso da Internet é entendido como uma dimensão relevante para o estudo das desigualdades sociais. Por desigualdades *on-line*, compreende-se as disparidades verificadas entre indivíduos e grupos no acesso à Internet, em seu uso efetivo e a existência de habilidades para o devido aproveitamento de seus potenciais benefícios.

As variáveis dependentes do estudo são o uso da Internet e as habilidades para o uso das TIC. Os conceitos de uso e habilidades foram operacionalizados por meio de variáveis coletadas no âmbito individual segundo parâmetros internacionais de medição definidos pela União Internacional de Telecomunicações (ITU, 2014) – o que facilita a geração de estudos comparativos internacionalmente. Para a dimensão do uso consideramos indicador de uso individual da rede nos últimos três meses (*HH7: Proportion of individuals using the Internet*). No plano das habilidades para o uso das TIC, adotou-se o indicador internacional que mede a incidência por meio de 9 itens (*HH15: Individuals with ICT skills, by type of skills*). Optou por criar uma variável binária que classifica os indivíduos entre aqueles que declararam possuir 4 ou mais habilidades e aqueles que não atingem este quantitativo.

Há, certamente, inúmeras limitações na forma como as variáveis selecionadas operacionalizam o conceito de inclusão digital. No caso da variável de uso, ressalta-se a crescente modificação na forma como indivíduos fazem uso de dispositivos conectados e reconhecem a presença da rede, o que leva a uma tendência de o indicador ser sub-reportado. Já no caso das habilidades, a opção pela auto-declaração dos indivíduos acerca de suas habilidades também desperta um grande debate metodológico, com tendências comprovadas a sub-reporte ou sobre-reporte a depender de perfis populacionais específicos. Os itens definidos pela ITU também se encontram em revisão, e são

² As bases de dados e informações metodológicas detalhadas sobre o estudo podem ser encontradas em: <http://cetic.br/pesquisa/domicilios/microdados>.

criticados por valorizarem demasiadamente habilidades operacionais, como o uso de planilhas de cálculo e a operação de *software*.

Para avaliar o papel do local de residência para as dinâmicas de inclusão digital, buscamos promover a maior desagregação possível das entrevistas obtidas pela pesquisa no município de São Paulo. Além de ser a municipalidade com a maior amostra na pesquisa, a escolha de São Paulo também se justifica pela maior disponibilidade de dados sócio demográficos com maior grau de desagregação, o que favorece futuros estudos sobre a dimensão territorial das desigualdades digitais. A desagregação em regiões administrativas foi operacionalizada pela classificação dos domicílios em quatro níveis geográficos utilizados pela administração municipal: Regiões (8), Supervisões Técnicas de Saúde - STS (24)³, Subprefeituras (32) e Distritos (96). Devido ao tamanho das amostras obtidas, não foi possível apresentar resultados consistentes para a desagregação por Distritos. Já a desagregação por Subprefeituras foi possível, com limitações, após a agregação das bases de 2015 e 2016. Ainda assim, determinadas localidades contaram com um número de entrevistas insuficiente para estimativas precisas. As demais desagregações apresentaram resultados mais robustos, mas apresentam a desvantagem de limitarem a possibilidade de análise sobre o efeito do território.

Diante das limitações inerentes aos dados, optou-se inicialmente pela apresentação de um modelo de regressão logística para testar o efeito do território entre os níveis de maior desagregação (8 Regiões e 24 STSs). Na sequência, apresentamos estatísticas descritivas para o nível seguinte de desagregação (32 Subprefeituras), apresentamos mapas relativos aos quintis verificados nos indicadores de uso e habilidades TIC.

Entre as variáveis sócio demográficas de controle foram privilegiadas aquelas que apresentaram maior significância em estudos prévios sobre os condicionantes do uso da rede; idade, escolaridade e condição de atividade econômica. A faixa etária dos respondentes foi trabalhada considerando indivíduos de 10 anos ou mais, divididos em seis faixas. O grau de escolaridade foi agregado em quatro grupos (Analfabeto/Educação Infantil; Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior). Também se avaliou a condição de atividade dos indivíduos, classificando como fora da População Economicamente Ativa (não-PEA) aqueles que declararam não trabalhar e não procurar trabalho nos últimos 30 dias. Devido a limitações importantes na coleta da variável renda, optou-se pela inclusão do indicador classe social segundo critério baseado em itens de consumo e escolaridade.⁴

RESULTADOS (1800)

Análise descritiva

O uso de Internet na cidade de São Paulo encontra-se acima da média nacional em 2015/2016. Considerando-se a base agregada dos anos de 2015 e 2016, 74% dos paulistanos utilizaram a Internet nos últimos 3 meses, percentual que foi de 60% no que se refere ao total do Brasil para o mesmo período. As desigualdades na cidade, contudo, são acentuadas a depender dos perfis sócio demográficos. Enquanto entre os indivíduos da classe A o percentual de uso chega a 90%, nas classes DE é de 30%. A faixa-etária de 60 anos ou mais apresenta diferenças importantes em comparação às demais faixas (40%). O uso também é menor na população que cursou o ensino primário (53%) e que não é economicamente ativa (55%), como mostra a Tabela 1.

A análise agregada dos dados obtidos no município aponta pouca diferença na variável sexo, considerando as margens de erro. A faixa etária apresenta-se como fator altamente correlacionado com o uso, claramente mais limitado entre idosos. Classe social e escolaridade, correlacionados entre si, também são determinantes para explicar o uso da rede, como já verificado em outros estudos sobre o tema.

³ As 24 Supervisões Técnicas de Saúde - STS, alteradas para 27 pelo Decreto 57.857 de 5 de setembro de 2017, são divisões administrativas definida pela Prefeitura Municipal com o objetivo de implementar a Política Municipal de Saúde.

⁴ A classificação econômica é baseada no Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB), conforme definido pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (Abep). A entidade utiliza para tal classificação a posse de alguns itens duráveis de consumo doméstico, o grau de instrução do chefe do domicílio declarado, a pavimentação da localização e o tipo de rede de acesso à água no domicílio.

Tabela 1. Usuários de Internet no Município de São Paulo (média 2015/2016)

% sobre o total de indivíduos de 10 anos ou mais	
Sexo	
Feminino	0.69
Masculino	0.78
Classe social	
Classe A	0.90
Classe B	0.86
Classe C	0.70
Classe DE	0.30
Condição de atividade	
PEA	0.83
Não PEA	0.55
Faixa etária	
De 10 a 15 anos	0.87
De 16 a 24 anos	0.94
De 25 a 34 anos	0.86
De 35 a 44 anos	0.85
De 45 a 59 anos	0.70
60 anos ou mais	0.40
Grau de Escolaridade	
Analfabeto / Educação infantil	0.07
Fundamental	0.53
Médio	0.90
Superior	0.91
Total	0.74

Regressão logística

Adotou-se um modelo de regressão logística para cada um dos anos considerado na análise (2015 e 2016), que testou separadamente as duas variáveis dependentes associadas à dinâmica da inclusão digital: uso da Internet e habilidades para o uso das TIC. Os modelos consideram as características do desenho da amostra no cálculo.⁵

Para cada um dos anos foram testados três modelos. O primeiro deles não levou em consideração desagregação regional, incluindo variáveis categóricas de classe social, condição de atividade, grau de instrução, faixa etária e sexo. Em ambos os anos a variável sexo não apresentou correlação com uso e com as habilidades TIC, e foi retirada dos modelos seguintes. O Modelo 2 testou a desagregação regional em 8 sub-regiões, enquanto o Modelo 3 inclui a desagregação por 24 sub-regiões da área de saúde.⁶

Em todos os modelos, as variáveis grau de instrução e faixa etária apresentaram relação significativa com ambas as variáveis dependentes. Já a classe social mostrou-se significativa na maioria dos modelos, com exceção dos realizados para habilidades TIC em 2015. Fazer ou não parte da População Economicamente Ativa (PEA) também é significativo para explicar o uso de Internet, ainda que em menor nível, mas explica pouco a presença individual de habilidades TIC.

Já o uso de variáveis geográficas indica que o nível de desagregação importa. Enquanto no modelo com menor desagregação a variável região não foi significativa para explicar o uso de Internet, quando a desagregação aumenta

⁵ Foi utilizado o módulo “Complex Samples” do software SPSS.

⁶ O modelo classificou corretamente as variáveis dependentes (Tabela de classificação) em mais de 80% em todos os modelos.

a variável passa a explicar a variável dependente, controlados fatores sócio demográficos. No caso das habilidades os resultados são menos assertivos. Enquanto em 2015 a divisão em oito regiões demonstrou-se relevante para explicar a presença de habilidades no ano de 2015, no ano de 2016 o padrão se inverte, com significância encontrada apenas no modelo mais desagregado.

Tabela 2. Regressão Logística – Uso de Internet (Usou a rede nos últimos 3 meses)

	2015			2016		
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
(Corrected Model)	.000	.000	.000	.000	.000	.000
(Intercept)	.150	.083	.005	.000	.000	.000
Classe social	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***
PEA	.005**	.014*	.004**	.000***	.001***	.017*
Grau de Instrução	.001***	.001***	.000***	.000***	.000***	.000***
Faixa Etária	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***
Sexo	.234			.517		
Região (8)		.417			.092	
Região STSs (24)			.000***			.000***

*p < .05. **p < .01. ***p < .001.

Tabela 3. Regressão Logística – Habilidades TIC (Possui 4 ou mais habilidades)

	2015			2016		
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 1	Model 2	Model 3
(Corrected Model)	.000	.000	0.00	.000	.000	.000
(Intercept)	.000	.000	0.00	.000	.000	.000
Classe social	.017*	.061	.007**	.001***	.000***	.000***
PEA	.147	.133	.118	.499	.682	.551
Grau de Instrução	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***
Faixa Etária	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***
Sexo	.193			.579		
Região (8)		.001***			.234	
Região STSs (24)			.078			.034*

*p < .05. **p < .01. ***p < .001.

Mapas de inclusão digital

Adicionalmente, optou-se por investigar o efeito do território sobre as variáveis selecionadas de inclusão digital (uso da Internet e habilidades TIC) tendo em vista o terceiro nível de desagregação investigado: as 32 Subprefeituras da cidade de São Paulo. O exercício partiu da agregação dos resultados de duas edições da pesquisa TIC Domicílios (2015 e 2016). Uma média dos resultados obtidos nas variáveis dependentes para cada uma das Subprefeituras foi calculada, de forma a buscar ampliação do número de casos e diminuição do erro amostral. Apesar das variações ao longo do tempo no fenômeno observado (uso de Internet e habilidades TIC), considerou-se que as disparidades entre as localidades não sofreriam alterações substantivas nos dois anos observados, o que permitiria o cálculo de uma média para os dois anos.

Após o cálculo das médias, notou-se que os erros amostrais associados a cada uma das localidades limita a qualidade das estimativas, o que dificulta análise mais aprofundadas a nesse nível de desagregação. Dessa forma, optou-se pela classificação das estimativas em seis grupos, que permitissem a leitura dos resultados, a exemplo de outros projetos internacionais de medição de desigualdades digitais (Helsper & Kirsch, 2015).

Os mapas apresentados (Figuras 1 e 2) permitem associar os resultados a dinâmicas de territorialidade das desigualdades já conhecidas, como a concentração dos usuários e dos postos de trabalho em áreas do centro da cidade. A comparação entre os mapas também permite mostrar diferenças importantes entre as disparidades no que se refere a uso da Internet e habilidades TIC. As variações no percentual de uso encontram-se menos associadas à distância para o centro, enquanto o indicador de habilidades TIC, em geral mais associado ao grau de escolaridade, apresenta um padrão mais concentrado nas localidades centrais. Nos mapas das figuras abaixo quanto mais fortes os tons de azul menor a inclusão digital.

Figura 1. % Usuários de Internet (2015-2016)

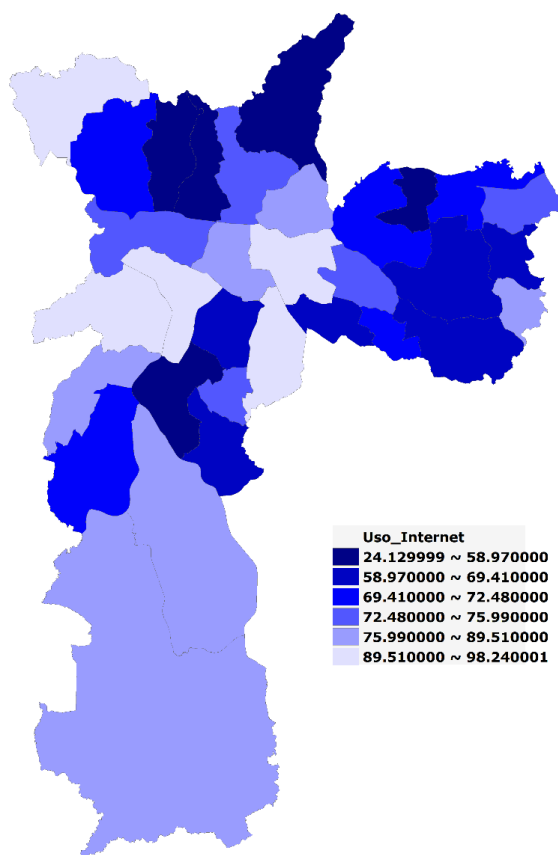
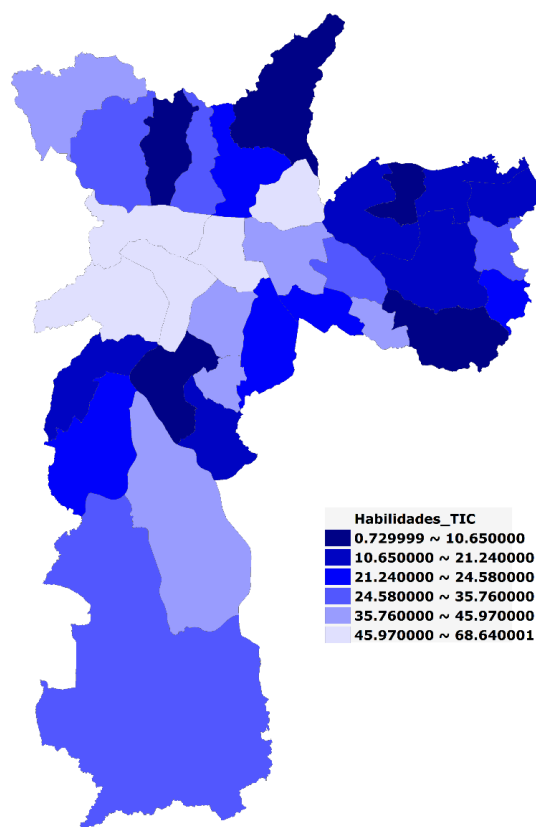


Figura 2. % 4 ou mais habilidades TIC (2015-2016)



Finalmente, avaliou-se a dispersão das duas variáveis dependentes em comparação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de cada uma das 32 localidades referente ao Censo de 2010.⁷ Em ambos os casos verificamos correlação fraca entre a distribuição regional do uso e das habilidades TIC e o desenvolvimento humano medido em cada localidade. Tais dados sugerem que, para níveis maiores de desagregação, as variações no uso de Internet e a presença de habilidades TIC não são explicadas somente a partir de características socioeconômicas. São, portanto, indícios de que a análise poderia ser complementada com a introdução de variáveis que pudessem explicar a geografia da inclusão digital de forma multidimensional.

⁷ Fonte: <http://dados.prefeitura.sp.gov.br/dataset/indice-de-desenvolvimento-humano-municipal>

Figura 3. Gráfico de Dispersão do Percentual de Usuários de Internet por Índice de Desenvolvimento Humano em Subprefeituras da cidade de São Paulo (2015-2016)

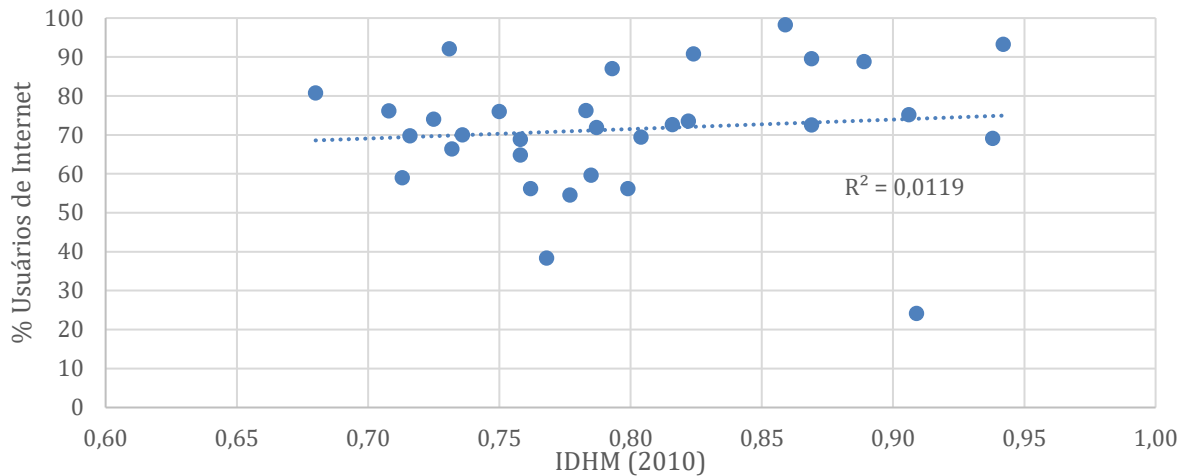
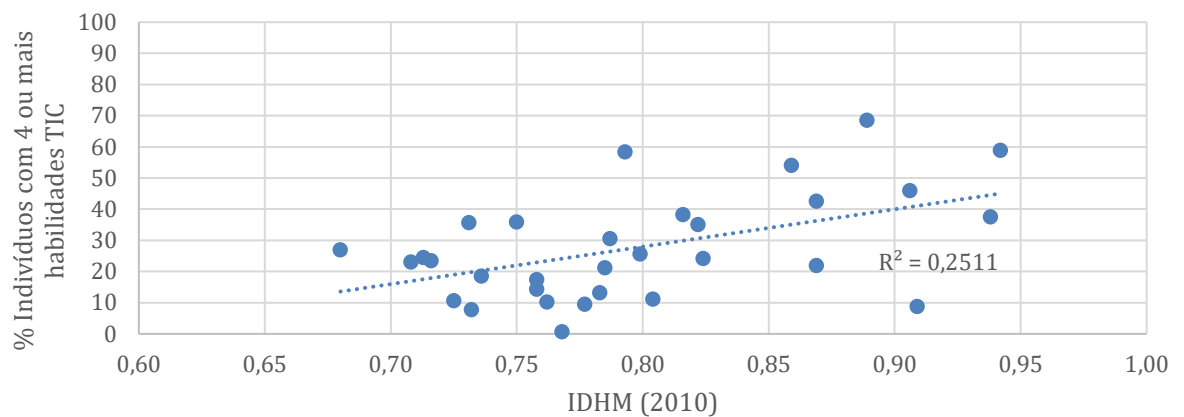


Figura 4. Gráfico de Dispersão do Percentual de Indivíduos com 4 ou mais Habilidades TIC por Índice de Desenvolvimento Humano em Subprefeituras da cidade de São Paulo (2015-2016)



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao agregar uma dimensão pouco explorada na investigação das desigualdades sociais e digitais, buscamos oferecer uma contribuição teórico-metodológica ao estudo da multidimensionalidade das desigualdades. Ao contrário de outras áreas em que a oferta de dados é mais substancial, há ainda muitos esforços para a compreensão das dinâmicas de inclusão digital em nível local.

Os resultados apresentados indicam que os graus de desagregação são relevantes para compreender o uso da Internet e as habilidades que se desenvolvem em torno do uso das TIC. Enquanto nos modelos com maior nível de desagregação a relevância do fator regional é reduzida, seu valor explicativo cresce na medida em que nos aproximamos dos contextos de áreas mais específicas. A fraca correlação entre indicador de desenvolvimento humano e o uso das TIC também expõe a necessidade de aprofundamento em aspectos ainda não observados.

Entre os resultados relevantes dos esforços de desagregação territorial no interior do município também está a possibilidade de avaliar as mudanças ao longo do tempo, com a replicação dos exercícios estatísticos desenvolvidos em diferentes séries temporais da pesquisa utilizada como fonte, o que pode facilitar a compreensão de como transformações sociais ou tecnológicas levam a mudanças no engajamento digital dos cidadãos.

A implementação de estudos comparativos no plano internacional também é uma agenda de pesquisa que merece destaque. Caracterizadas por um cenário de desigualdades marcantes, estudos quantitativos em cidades ao redor do mundo poderiam conferir maior robustez às conclusões.

AGRADECIMENTOS

O presente artigo não seria possível sem o apoio do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), do Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br), ao qual agradecemos em nome de Marcelo Pitta, que contribuiu com a construção das análises estatísticas. Também agradecemos aos aportes da Prof. Dra. Ellen Helsper (London School of Economics), fonte de inspiração e figura ativa do debate teórico-metodológico que informa o texto. Por fim agradecemos ao Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebrap), em nome de Graziela Castello, que também forneceu subsídios importantes para a presente análise.

REFERENCES

- Anstead, N., & Chadwick, A. (2009). Parties, election campaigning, and the internet: toward a comparative institutional approach. In *Routledge Handbook of Internet Politics* (pp. 162-203). London and New York: Routledge.
- Arretche, M. (2015). Trazendo o conceito de cidadania de volta: a propósito das desigualdades territoriais. In *Trajetórias das desigualdades: como o Brasil mudou nos últimos cinquenta anos* (pp. 193-222). São Paulo: Editora Unesp; CEM.
- Bae, S. Y. (2014). *From Encounters to Engagement: Examining Political Engagement in an Age of Social Media*: A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (Communication) in the University of Michigan.
- Blank, G., Graham, M., & Calvino, C. (2018). Local Geographies of Digital Inequality. *Social Science Computer Review*, 36(1), 82-102. doi:10.1177/0894439317693332
- CGI.br. (2017). *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação - TIC Domicílios 2016*. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil.
- Coleman, S. (2009). Making parliamentary democracy visible: speaking to, with, and for the public in the age of interactive technology. In *Routledge Handbook of Internet Politics*. London and New York: Routledge
- Davis, R., Baumgartner, J. C., Francia, P. L., & Morris, J. S. (2009). The internet in U.S. election campaigns. In *Routledge Handbook of Internet Politics*. London and New York: Routledge.
- DiMaggio, P., & Garip, F. (2012). Network Effects and Social Inequality. *Annual Review of Sociology*, 38, 93-118.
- DiMaggio, P., Hargittai, E., Celeste, C., & Shafer, S. (2004). From Unequal Access to Differentiated Use: Literature Review and Agenda for Research on Digital. In *Social Inequality* (pp. 355-400). New York: Russell Sage Foundation.
- Galperin, H. (2017). *Sociedad digital: brechas y retos para la inclusión digital en América Latina y el Caribe*. Retrieved from <http://cetic.br/media/docs/publicacoes/8/PolicyPapers-ConfMinistros-BrechaDigital-ES.pdf>
- Galperin, H., Bar, F., & Kim, A. (2016). *Home Broadband in Los Angeles County*. Retrieved from <http://arnicusc.org/publications/c2ig-policy-brief-1/>
- Galperin, H., Mariscal, J., & Barrantes, R. (2014). *The Internet and Poverty: Opening the Black Box*. Victoria: DIRSI.
- Hampton, K. (2010). Internet Use and the Concentration of Disadvantage: Glocalization and the Urban Underclass. *American Behavioral Scientist*, 53(8), 1111-1132. doi:10.1177/0002764209356244
- Hargittai, E., & Hsieh, Y. P. (2013). Digital Inequality. In *Oxford Handbook of Internet Studies* (pp. 129-150): Oxford University Press.
- Helsper, E. J. (2014). *Digital Inclusion in Europe: Evaluating Policy and Practice*. Retrieved from
- Helsper, E. J., & Kirsch, R. M. (2015). *Technical Annex for the 'Heatmap of Exclusion in a Digital UK' Heatmap. Metric construction. Report for the Go ON UK Digital Exclusion Heatmap project*. Retrieved from

- Helsper, E. J., & van Deursen, A. J. A. M. (2016). Do the rich get digitally richer? Quantity and quality of support networks for digital engagement. *Information, Communication & Society*, 20, 700-714.
- IBGE. (2007). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Acesso à Internet e Posse de Telefone Móvel Celular para Uso Pessoal 2005*. Rio de Janeiro: IBGE; NIC.br.
- ITU. (2013). *Planning for Progress: why national broadband plans matter*. Retrieved from Geneva: <http://www.broadbandcommission.org/documents/reportnbp2013.pdf>
- ITU. (2014). *Manual for Measuring ICT Access and Use by Households and Individuals – 2014 Edition*. Retrieved from
- Katz, V. S., & Gonzalez, C. (2016). Community Variations in Low-Income Latino Families' Technology Adoption and Integration. *American Behavioral Scientist*, 60, 59-80.
- Mossberger, K., Tolbert, C. J., & Franko, W. (2012). Mapping Opportunity in Chicago Neighborhoods. In *Digital Cities: The Internet and the Geography of Opportunity* (pp. 1-36). New York: Oxford University Press.
- Norris, P. (2001). *Digital Divide?: Civic Engagement, Information Poverty and the Internet Worldwide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sunkel, G., Trucco, D., & Espejo, A. (2014). *La integración de las tecnologías digitales en las escuelas de América Latina y el Caribe: una mirada multidimensional*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Van Deursen, A., Helsper, E. J., Eynon, R., & Van dijk, J. (2017). *The Compoundness and Sequentiality of Digital Inequality* (Vol. 11).
- Van Deursen, A., & Van Dijk, J. (2014). The digital divide shifts to differences in usage. *New Media & Society*, 16(3), 507-526. doi:10.1177/1461444813487959
- Van Dijk, J. (2005). *The deepening divide: Inequality in the information society*. London: Sage.

#PorMiCuenta: Experiencia de una plataforma de e-learning de educación financiera para jóvenes

Jaime Ramos Duffaut
 Instituto de Estudios Peruanos
jramos@iep.org.pe

Chris Boyd León
 University of Minnesota / Instituto de Estudios Peruanos
boydl001@umn.edu

BIOGRAFÍAS

Jaime Ramos Duffaut es MSc. en Planning por la Universidad de Guelph (Canadá), Licenciado en Educación por la Pontificia Universidad Católica del Perú e investigador del área de Economía del Instituto de Estudios Peruanos.

Chris Boyd León es estudiante del Ph.D. en Applied Economics de la University of Minnesota (Estados Unidos) y ha sido investigadora del área de Economía del Instituto de Estudios Peruanos.

RESUMEN

#PorMiCuenta es una plataforma de e-learning que busca generar capacidades financieras en los jóvenes usuarios del programa BECA 18 del gobierno peruano. BECA 18 otorga becas integrales para realizar estudios superiores a jóvenes egresados de educación secundaria en situación de pobreza y pobreza extrema. #PorMiCuenta, pretende que los becarios conozcan el sistema financiero para un adecuado manejo del dinero que reciben del Estado. #PorMiCuenta, en su primera versión, ha demostrado ser una propuesta exitosa, en tanto sus impactos se sostienen en el tiempo. La evaluación experimental muestra que el programa incrementó el conocimiento financiero, las habilidades financieras, y el uso de algunos productos y canales financieros. Sin embargo, el programa no tuvo impacto sobre la realización de presupuestos, ni sobre el uso de productos financieros complejos como créditos y seguros, lo cuales podrían requerir una aproximación diferente de la virtual.

Palabras clave

Educación Financiera, jóvenes, online training, edutainment.

INTRODUCCIÓN

El presente documento sistematiza la experiencia del curso de e-learning #PorMiCuenta con el objetivo de mejorar las capacidades financieras de los jóvenes becarios, para la adecuada administración de la manutención recibida del Programa Beca 18.¹ Esta iniciativa ha sido impulsada por el Instituto de Estudios Peruanos, el Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo y la Fundación CITI. #PorMiCuenta tiene por objetivo mejorar las capacidades financieras de los jóvenes becarios, para la adecuada administración de la manutención recibida del Programa Beca18 y de sus propios recursos financieros. El documento de trabajo se estructura de la siguiente manera. La primera sección presenta las principales razones que sustentan una iniciativa. La segunda sección desarrolla las características de la plataforma e-learning #PorMiCuenta. La tercera sección presenta la metodología de evaluación y la cuarta presenta los resultados cuantitativos de la evaluación de resultados y de la evaluación de impacto realizada casi un año después de finalizada la intervención. Finalmente, la sección “Conclusiones” plantea algunas reflexiones sobre los alcances y las limitaciones del proyecto, y una serie de consideraciones para

¹ Este documento es una versión resumida del documento de trabajo Ramos, J. y Boyd, C. (2018). “Lo hice #PorMiCuenta: desarrollando capacidades financieras en usuarios de Beca 18”. Lima: IEP, Proyecto Capital.

iniciativas similares futuras, así como un conjunto de recomendaciones para su incorporación como política pública escalable y sostenible en el tiempo.

¿POR QUÉ EDUCACIÓN FINANCIERA PARA JÓVENES?

El proceso de globalización ha permitido que hoy tengamos un mundo más interconectado en diversos sentidos. Una de sus características centrales es, por un lado, la integración más profunda entre los mercados de productos, capitales y trabajo (OMC, 2008) y el flujo migratorio alrededor del mundo producto de esta dinamización de la economía mundial. A su vez, el desarrollo tecnológico de las comunicaciones ha llegado a un nivel en el que los bienes, servicios e información se propagan a escala global con fluidez, velocidad y eficiencia (Vertovec, 1999). Por ello, las personas no solo se ven presionadas porque deben tomar decisiones financieras con mayor velocidad, sino también porque sus decisiones tienen repercusiones a mayor escala. Hoy en día, el nivel de producción mundial agregada ha llegado a niveles nunca antes vistos (Drucker, 1997). Los niveles de consumo hoy en día son significativamente mayores a lo visto hace algunos años, lo cual da pie a pensar que atendemos una “era del consumo” (Alonso, 2007). Esto supone, a su vez, que nos enfrentamos a contextos menos estables en el tiempo, que requieren una toma de decisiones cada vez más rápida. En un mundo, donde el flujo de mercancías y dinero es cada vez mayor y los niveles de consumo, más elevados, las personas se ven condicionadas a tomar decisiones financieras con mayor velocidad. Esta es una realidad sobre la que no existe ningún referente en el pasado que permita orientar desde la experiencia los desafíos que enfrenta la población actual frente a la economía globalizada. Prueba de ello es que diversas aproximaciones coinciden en señalar que un componente clave en la explicación de la crisis financiera del 2008 fue la burbuja del crédito, en gran parte generada por el acceso y el uso descontrolado de este producto financiero. Desde entonces, la OCDE ha puesto mayor énfasis en el desarrollo de estrategias de educación financiera y ha destacado en particular la importancia de desarrollar capacidades financieras en la población joven (OCDE, 2005).

Los jóvenes de hoy no solo son los adultos del futuro, sino que ahora ya son actores sociales y económicos activos, que toman decisiones financieras todos los días. En el 2017, en el Perú había 8.4 millones de jóvenes (de 15 a 29 años), el 26.5% de la población total, pero eran el grupo poblacional menos incluido del sistema financiero: 19.5% tenía una cuenta de ahorros, 9.5% menos que el promedio nacional y solo el 9% ahorra (The Global Findex Database, 2014). En este contexto, y considerando que los jóvenes se encuentran en el momento del ciclo de vida donde deben tomar sus primeras decisiones relacionadas al aspecto laboral, a la salud o a la educación, es vital que ellos cuenten con herramientas que les permitan reducir su vulnerabilidad frente a eventos financieros negativos y que sean competentes antes de involucrarse en contratos y transacciones financieras que los sitúe en riesgo. Asimismo, los jóvenes pasarán en algún momento a ser parte de la población adulta, acabando con el llamado “bono demográfico”. En este contexto, educar financieramente a los jóvenes se vuelve no solo importante, sino estratégico, ya que supone asegurar que cuenten con mayores habilidades para la gestión eficiente de sus recursos, lo cual tendrá impactos positivos en sus familias, sus comunidades y el país. Diversas experiencias de educación financiera alrededor del mundo han demostrado ser efectivas no solo en cuanto a mejorar la administración de recursos escasos en hogares pobres, sino también en generar mejores condiciones para el empoderamiento, en tanto pueden tomar decisiones informadas, evitar dificultades, saber dónde pedir ayuda y realizar otras acciones que mejoren su bienestar financiero actual y en el largo plazo. Asimismo, el desarrollo de capacidades financieras orientadas a la práctica del ahorro abre la posibilidad de instalar una aspiración a futuro, sobre la base de las condiciones reales y presentes (capacidad de agencia).

Población objetivo: Jóvenes receptors de Beca 18

Los usuarios del programa gubernamental BECA18 son los jóvenes egresados de educación secundaria de las escuelas públicas que ocupan los primeros puestos en rendimiento escolar y que se encuentran en situación de pobreza y extrema pobreza.

El proyecto “Incluir para crecer: Educación financiera para beneficiarios del programa Beca 18” (en adelante, programa #PorMiCuenta), impulsado por el Instituto de Estudios Peruanos - Proyecto Capital, en conjunto con el Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo (PRONABEC) y el Citibank del Perú (a través de la Fundación Citi) tenía como objetivo mejorar las capacidades financieras de los jóvenes becarios, no solo para la adecuada administración de la manutención recibida del Programa Beca 18, sino también para sus propios recursos financieros. Así, la educación financiera resulta clave para que los jóvenes de Beca 18 se encuentren no solo en capacidad de administrar eficientemente los recursos destinados por el Programa para su manutención —de modo que puedan lograr cierto nivel de estabilidad durante el periodo de estudio y reducir el impacto que el aspecto financiero pueda tener sobre su rendimiento académico—, sino también las capacidades básicas para

desempeñarse con competencia en su futura vida adulta y profesional. Además, #PorMiCuenta es parte de las iniciativas que alienta el sector público para promover la difusión de conocimientos financieros hacia los jóvenes estudiantes (PLANEF, 2017; ENIF, 2015), las cuales reconocen la importancia de la inclusión financiera para la protección e inclusión social para la población en situación de vulnerabilidad, entre ella los jóvenes, tomando en cuenta sus características específicas.

CARACTERÍSTICAS DE LA PLATAFORMA POR MI CUENTA

El objetivo de diseñar una plataforma web de educación financiera para jóvenes se sustentó en dos criterios centrales: el público objetivo y su potencial incorporación como herramienta de política pública para el desarrollo de capacidades. Usar el canal web resulta clave y pertinente para una intervención de educación financiera, en tanto el 70.4% de jóvenes en el Perú utilizan internet, 65.4% al menos una vez al día. Asimismo, una plataforma web permite abordar la diversidad de estilos de aprendizaje que tienen los jóvenes, al permitir utilizar diversos medios para transmitir mensajes clave y herramientas útiles y significativas para los estudiantes para solucionar problemas en su vida cotidiana. Usando una estrategia pedagógica orientada a satisfacer las necesidades reales de los becarios y utilizando un enfoque educativo y comunicacional conocido como “edutainment” (educación y entretenimiento), se dispusieron una serie de recursos educativos que buscaban incrementar el conocimiento, crear actitudes favorables, trascender normas sociales, así como generar cambio en las conductas (Singhal et al., 1999; Singhal y Rogers, 2002). Estos recursos fueron videos y secuencias gráficas (audiovisual), historietas (visual y lectura), multimedia (audiovisual), documentos informativos (lectura), ejercicios y enlaces de interés; los cuales, según los becarios fueron útiles e hicieron a la plataforma atractiva y fácil de usar. La segunda consideración para el diseño de la iniciativa #PorMiCuenta fue la incorporación como política pública que planteara la posibilidad de escalamiento. Era necesario pensar una estrategia que resulte eficiente y eficaz, que logre resultados significativos en la población objetivo. Asimismo, que pueda también ser parte de los beneficios que otorga el PRONABEC a los becarios complementariamente a las subvenciones que reciben del Estado. Por lo expuesto anteriormente, una plataforma web resulta una herramienta útil, en la medida en que —tras una determinada inversión en el desarrollo de la web— puede ser utilizada por la totalidad de beneficiarios del programa, dando como resultado un reducido costo invertido por participante.

La plataforma “#PorMiCuenta” fue llamada así para reforzar la idea de que los contenidos de educación financiera resultan útiles para la vida cotidiana de los jóvenes, tras acceder y hacer uso de ellos, estarían en mejores condiciones para tomar decisiones conscientes y responsables por cuenta propia. A la vez, un nombre con hashtag (#) buscó empatizar con el lenguaje digital al que están expuestos los jóvenes día a día, además que les permitiría utilizarlo como tag dentro de su interacción virtual, construyendo así un referente positivo de autonomía y responsabilidad.

La plataforma buscaba desarrollar entre sus jóvenes usuarios, a lo largo de la intervención, no solo conocimiento financiero, sino también habilidades financieras, actitudes financieras y cambio en el comportamiento financiero, específicamente buscaba generar:

- Confianza en el sistema financiero (SF)
- Actitud positiva frente al ahorro
- Planificación de ingresos y gastos
- Capacidad para el uso de cuentas de ahorro, crédito y seguros
- Capacidad de uso de los diversos canales financieros.

Para ello, la plataforma contó con cinco módulos. El primer módulo “Sistema financiero” tuvo como objetivo introducir a los becarios en el funcionamiento del sistema económico y financiero, de tal forma que puedan entender la lógica del flujo de dinero y su lugar en él. El segundo módulo “Ahorro” desarrolló las diferentes modalidades de ahorro, así como sus respectivas ventajas y desventajas. El tercer módulo “Presupuesto” presentó la herramienta del presupuesto, sus ventajas para la administración de los ingresos y gastos, y se desarrollaron los pasos para ponerla en práctica. El cuarto módulo “Productos y servicios financieros” dio a conocer la oferta de productos y servicios financieros (ahorro, crédito y seguro), haciendo énfasis en la cuenta de ahorros del Banco de la Nación (BN), las potencialidades y limitaciones que tiene su uso y las consideraciones que deben tomar los becarios al momento de acceder a ellos. El quinto módulo “Canales financieros” presentó el abanico de posibilidades para realizar operaciones financieras, sus potencialidades y limitaciones, así como las consideraciones de seguridad que deben tomar en cuenta antes de usarlos.

La plataforma fue creada utilizando el enfoque metodológico del edutainment. Así, se dispusieron una serie de recursos pedagógicos orientados a transmitir contenidos financieros a través de mecanismos entretenidos y que forman parte de la vida cotidiana de los jóvenes en sus interacciones virtuales. De acuerdo con Khdour y Salem (2014), implementar una plataforma de e-learning no solo implica poner los recursos pedagógicos a disposición de los participantes, sino asegurarse de que estos sepan cómo utilizarlos para desarrollar los aprendizajes previstos. En esa línea, la plataforma consideró un diseño auto instructivo, a través del cual los mismos participantes identifican con facilidad la ruta de aprendizaje que debían seguir (ver Figura 1).²

Figura 1. Página de inicio de la plataforma e-learning #PorMiCuenta



Los recursos didácticos implementados en la plataforma #PorMiCuenta, en cada uno de los cinco módulos, fueron cinco: videos y secuencias gráficas, historietas, ejercicios, documentos informativos y enlaces a contenidos externos (ver Figura 2).

Los videos y secuencias gráficas implementadas narran las experiencias de personajes, con características similares a las de los becarios, que incorporan mensajes claves de educación financiera. La construcción de personajes referentes que muestren algunas características de “héroe” o “heroína” resultan útiles para promover el cambio de comportamientos (De Fossard 2005). Las historietas de la plataforma #PorMiCuenta estuvieron orientadas a captar la atención de los becarios usando un componente de suspenso, reflejando situaciones cotidianas donde los protagonistas debieron tomar decisiones financieras que resultaron clave por su impacto futuro. Una de las múltiples potencialidades que se le reconoce a la historieta es que logra captar la atención del lector pues involucra su activa participación y atención para poder seguir la historia narrada (Misrachi y Alliende 1991). Los ejercicios virtuales permitieron a los becarios poner a prueba los conocimientos y habilidades adquiridos como parte de su participación en la plataforma, simulando situaciones cotidianas que enfrentarán en su vida diaria. El uso de estos recursos, a través de la incorporación de las tecnologías de la información y

² La evaluación de resultados dio cuenta de que este objetivo fue logrado. El 90% de los becarios consideró que el entorno de la plataforma era atractivo (47%) o muy atractivo (43%). Asimismo, el 85% de los becarios consideró que navegar por la plataforma fue fácil (49%) o muy fácil (36%).

comunicación (TIC) al proceso educativo, contribuye al aprendizaje en tanto recrea situaciones similares a las que el participante enfrentará fuera del entorno web en el que se encuentra (López y Morcillo 2007). Por su parte, los documentos informativos (o documentos PDF) tuvieron como objetivo profundizar y complementar los mensajes y contenidos de educación financiera. Estos documentos presentaron información más detallada sobre los temas trabajados en cada módulo, en un lenguaje amigable y claro, con esquemas de apoyo. Los documentos informativos sirvieron para atender los diferentes estilos de aprendizaje y contrarrestar las limitaciones de los otros medios empleados. Juntos con ellos, los enlaces externos sirvieron para dar la posibilidad a los jóvenes becarios de explorar y profundizar más aún sobre cada tema, fuera de la plataforma.

Figura 2. Página del Módulo 1 de la plataforma e-learning #PorMiCuenta

Programa Nacional BECA 18

#PorMiCuenta
EDUCACIÓN FINANCIERA PARA BECA 18

#PorMiCuenta tomo mis propias decisiones

1. SISTEMA ECONÓMICO Y FINANCIERO

¿Que tanto sabes del Sistema Económico y el Sistema Financiero? Aquí irás un texto corto de introducción y explicación del módulo en general, como acceder a la información, entre otros. Aquí irás un texto corto de introducción y explicación del módulo en general, como acceder a la información, entre otros.

Información sobre los recursos del módulo

>Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

1.1 SECUENCIAS GRÁFICAS ILUSTRADAS

Nam libero tempore, cum soluta nobis est eligendi optio cumque nihil impedit quo minus id quod maxime placeat facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus.

Ver más

1.2 HISTORIETAS

Nam libero tempore, cum soluta nobis est eligendi optio cumque nihil impedit quo minus id quod maxime placeat facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus.

Ver más

1.3 DOCUMENTOS IMPORTANTES

Nam libero tempore, cum soluta nobis est eligendi optio cumque nihil impedit quo minus id quod maxime placeat facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus.

Ver más

1.4 EJERCICIOS

Nam libero tempore, cum soluta nobis est eligendi optio cumque nihil impedit quo minus id quod maxime placeat facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus.

Ver más

1.5 MULTIMEDIA

Nam libero tempore, cum soluta nobis est eligendi optio cumque nihil impedit quo minus id quod maxime placeat facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus.

Ver más

1.6 RECURSOS ADICIONALES

Nam libero tempore, cum soluta nobis est eligendi optio cumque nihil impedit quo minus id quod maxime placeat facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus.

Ver más

¿Has revisado ya todos los recursos de este módulo?

Si estás seguro de haber revisado todos los temas previos para este módulo, y estás listo/a para seguir avanzando, completa a continuación la prueba de salud. Una vez iniciada no habrá marcha atrás, y la nota que obtengas será registrada en una base de datos. No importa la nota que obtengas, de todas maneras podrás acceder al siguiente módulo. Recuerda que tienes 30 minutos para completarla. ¡Adelante!

Iniciar prueba

CONTACTO

PREGUNTAS FRECUENTES

AYUDA

© Todos los derechos reservados. Instituto de Estudios Peruanos

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La fase I del programa #PorMiCuenta, es decir la plataforma web en su primera versión, fue evaluada de dos maneras. La primera fue una evaluación de resultados, solo entre los becarios a quienes se les invitó aleatoriamente a usar la plataforma (grupo de tratamiento). Con esta evaluación comparamos diferentes indicadores (sobre conocimientos, habilidades actitudes y comportamiento financieros) justo antes de usar la

plataforma y justo después de terminar cada uno de los cinco módulos de ella. La segunda fue una evaluación de impacto, la cual comparaba al grupo de tratamiento y a un grupo de control, justo antes de iniciar el Programa y casi un año después del mismo, usando los mismos indicadores que en la evaluación de resultados.

Antes de iniciar el Programa y la evaluación, se seleccionaron aleatoriamente a 1600 de los cerca de 20 000 becarios de Beca 18 de todo el Perú, registrados a fines de 2015 (i.e. aleatorización a nivel individual). De estos 1600 becarios, efectivamente, 850 fueron asignados al grupo de tratamiento (a quienes se dio acceso a la plataforma online “Por Mi Cuenta”) y 723 al grupo de control (no se les ofreció el programa). Antes de iniciar el curso online, los becarios asignados al tratamiento debían llenar una encuesta de entrada (encuesta de línea de base), la cual tomaba alrededor de 30 minutos.³ Los becarios asignados a control también debían llenar la encuesta de entrada, pero no tenían acceso al curso online. En ambos casos, el personal de Beca 18 que acompaña a los becarios a nivel nacional (gestores) apoyó en la tarea recordar a los becarios de llenar las encuestas online. La encuesta de línea de base se realizó entre diciembre de 2015 y febrero de 2016, y fue completada por 620 becarios del grupo de tratamiento y 483 del grupo de control.

Luego de completar cada uno de los módulos, los becarios del grupo de tratamiento debían responder, nuevamente, las preguntas de la encuesta correspondientes solo a dicho módulo (i.e. encuesta de seguimiento). Con las respuestas a la encuesta de seguimiento se realizó la llamada evaluación de resultados. De los 620 becarios de tratamiento que respondieron a la encuesta de línea de base, solo 459 realizaron efectivamente al menos uno de los cinco módulos del curso online y respondieron la encuesta de seguimiento correspondiente. Es decir, el curso online tuvo un take-up de 74.0%. Además, se debe notar que la edad promedio de los (459) usuarios de la plataforma fue 18.6 años y que el 40% de ellos fueron mujeres.

Entre octubre de 2016 y febrero de 2017, se invitó a responder la encuesta de salida a los 1103 becarios que completaron la encuesta de línea de base. Luego de responderla, los becarios asignados al grupo de control podían tener acceso a la plataforma #PorMiCuenta. Esta encuesta fue respondida completamente por 376 becarios del grupo de tratamiento (281 de los cuales habían realizado al menos uno de los cinco módulos) y 299 del grupo de control. Así, los resultados de impacto presentados en la siguiente sección corresponden solamente a estos 675 becarios que respondieron ambas encuestas.⁴

Aun cuando se verificó que variables sociodemográficas (sexo, edad, notas de los becarios, etc.) no estuvieran relacionadas con la asignación al tratamiento y que se mantuviera la distribución inicial de las mismas para la línea de salida, nuestras especificaciones para las estimaciones de impacto las incluyen, e incluyen también efectos fijos según región, en tanto cada una tenía un gestor de Beca 18 distinto. Se usaron en total seis especificaciones, tres para la intención de tratar y tres para el efecto del tratamiento sobre los tratados (diferencias en diferencias simples, diferencias en diferencias con variables de control, y diferencias en diferencias con variables de control y efectos fijos por región de estudio). La intención de tratar (ITT) mide el mínimo efecto del programa, es decir, el impacto de haber sido asignado solamente al tratamiento. Los impactos estimados que aborda el tratamiento sobre los tratados (ToT) corresponden al impacto de haber recibido efectivamente el tratamiento, es decir de haber realizado al menos uno de los cinco módulos. No obstante, en la siguiente sección se resumen solamente los impactos del tratamiento sobre los tratados, usando controles y efectos fijos por región.

RESULTADOS

Luego de terminado el módulo 1, el porcentaje de becarios —usuarios de la plataforma— que se identifica como parte del sistema financiero aumentó de 41% a 70%; el porcentaje de los que reconocen que los bancos están cubiertos por el Fondo de Seguro de Depósitos (FSD) pasó de 45% a 62%, pero no se incrementó de manera similar para otras instituciones formales, con lo que solo 5% de los usuarios identificó correctamente a las entidades cubiertas por el FSD. Además, el porcentaje de becarios que identifica correctamente los principales roles del Estado en el sistema financiero (como garantizar el correcto funcionamiento de las instituciones y

³ Las encuestas de línea de base, seguimiento y salida contenían las mismas preguntas, excepto por la encuesta de salida, la cual preguntaba además por el uso de servicios y productos financieros en los últimos seis meses. Las preguntas de la encuesta fueron de tres tipos: opción múltiple, verdadero o falso y ejercicios prácticos. Las preguntas en las encuestas de línea de base y salida se aplicaron en el mismo orden en el que se ofrecieron los módulos en la plataforma.

⁴ Con este tamaño y características de la muestra, se logra un efecto mínimo detectable de 0.29, al 95% de confianza y 80% de poder. Estas sub-muestras de tratamiento y control, a pesar de la atrición (tasa de no respuesta en línea de salida) se encontraban balanceadas en la línea de base. Es decir, los grupos de tratamiento y control comparados para el análisis eran estadísticamente iguales en un conjunto de características sociodemográficas, previamente a la intervención de Por Mi cuenta, y por ende se puede asumir que ambos grupos se diferencian solamente en dicha intervención.

proteger los derechos de los consumidores de productos y servicios) pasó de 17% a 33%. La evaluación de impacto muestra que casi un año después, el Programa incrementó, entre los que efectivamente usaron la plataforma (tratamiento sobre los tratados), en 18% el porcentaje de jóvenes que se consideraban parte del sistema financiero, en casi 5% la probabilidad de reconocer correctamente las entidades cubiertas por el FSD, y en casi 13% el porcentaje de becarios que identificó correctamente los principales roles del Estado en el sistema financiero.

Luego de concluir el módulo 2, el porcentaje de jóvenes becarios —usuarios de la plataforma— que identificaba todas las ventajas del ahorro formal pasó de 8% a 29%. Además, más del 80% de los becarios reportó haber identificado su meta de ahorro. Sin embargo, la evaluación de impacto muestra que, casi un año después de la intervención, el programa no logró incrementar el porcentaje de jóvenes que reconocía correctamente todas las ventajas del ahorro formal, ni logró cambios significativos en el porcentaje de jóvenes con alguna meta de ahorro.

De los jóvenes que terminaron el módulo 3, el porcentaje que conocía los elementos a considerar para la elaboración de un presupuesto (tomar en cuenta todos los ingresos y gastos en los que incurren, y no solo aquellos relacionados con el estipendio entregado por Beca 18) pasó de 28% a 42%. No obstante, la evaluación de impacto mostró que casi un año después de la intervención, esta no había generado cambios en ninguno de los indicadores sobre presupuesto. Así, parece que los posibles incrementos se diluyeron en el tiempo.

Luego de terminar el módulo 4, el porcentaje de jóvenes usuarios de la plataforma que reconoció tener una cuenta de ahorros en el BN (todos los becarios tienen esta cuenta, pero muchos no sabían que podían ahorrar en ella) pasó de 53% a 69%. Más aún, el impacto del Programa sobre este porcentaje fue de 21%, casi un año después de la intervención. Sobre las cuentas de ahorro en general, el porcentaje de jóvenes que las conocía correctamente pasó de 9% a 16% luego de realizado el módulo 4, y se incrementó en 8% según la evaluación de impacto. Pero el conocimiento sobre la tenencia de un crédito responsable y sobre las características de los seguros no se incrementaron un año después de la intervención, según la evaluación de impacto.

Luego de realizar el módulo 5, los canales financieros más identificados por los jóvenes usuarios de la plataforma #PorMiCuenta continuaron siendo la agencia bancaria (86%), el cajero automático (83%) y la banca por internet (57%), pero los canales que aumentaron más su conocimiento fueron los agentes corresponsales (de 24% a 50%) y la banca por teléfono (de 20% a 45%). Si bien el conocimiento sobre las operaciones que se podían realizar en cada canal se incrementó después de realizar el módulo, según la evaluación de impacto el Programa solo tuvo impacto significativo sobre el conocimiento correcto de las operaciones que se pueden realizar en los agentes corresponsales (11%), quizá debido a su importante presencia y cercanía. Más importante, el conocimiento correcto de las medidas de seguridad para el uso de canales financieros, luego de realizado el módulo pasó de 11% a 23%; y casi un año después de la intervención, el porcentaje aumentó en 20% gracias al Programa.

Finalmente, para evaluar cambios en el comportamiento financiero, solamente en la evaluación de impacto, se preguntó por el uso de productos financieros, operaciones y canales utilizados en los últimos seis meses previos a la encuesta, es decir en el periodo post intervención de #PorMiCuenta. Se encontró que el programa logró incrementar en 15% el porcentaje de jóvenes que usaba una cuenta de ahorros; pero no se encontraron impactos sobre el uso de créditos o seguros. Estos impactos tienen sentido en tanto el Programa se enfocó en promover el ahorro y en el reconocimiento de la cuenta en el BN como una cuenta que efectivamente se puede usar para ahorrar. Asimismo, el uso de la plataforma #PorMiCuenta logró incrementar en 0.4 el número de canales financieros utilizados.

En suma, la plataforma web #PorMiCuenta logró ampliar el conocimiento financiero inicial de sus usuarios y, probablemente, el hecho de que estuviera siempre disponible independientemente de su ubicación geográfica, junto con un tiempo de interacción con el sistema financiero, permitió que los jóvenes utilizaran los conocimientos que les fueron más útiles, pues se observa que algunos cambios se sostienen y otros incluso aumentan con el tiempo. No obstante, algunas áreas (por ejemplo, presupuesto, seguros) requieren mayor énfasis en la plataforma y probablemente mayor involucramiento de los jóvenes en el sistema financiero.

CONCLUSIONES

El programa de educación financiera #PorMiCuenta fue diseñado para contribuir al objetivo país de desarrollar capacidades financieras en los jóvenes peruanos, quienes se encuentran en una situación crítica con respecto a su nivel de ahorro y a su participación en el sistema financiero. #PorMiCuenta es más que un curso para desarrollar capacidades financieras en los usuarios de Beca 18, es una fuente de consulta a la que ellos pueden acceder permanentemente. Asimismo, al ser una plataforma de e-learning puede ser escalable a bajo costo. No obstante,

esta experiencia también mostró que fue clave el trabajo de los gestores de Beca 18 para lograr que los becarios empiecen a usar la plataforma.

Usando una evaluación experimental, encontramos que #PorMiCuenta es, en general, una propuesta positiva para el desarrollo de capacidades financieras. Después de casi un año, #PorMiCuenta tuvo impactos positivos sobre el conocimiento financiero (p. ej. saber que los ahorros en una institución financiera formal están protegidos), clave para generar confianza en el sistema financiero; y sobre algunas habilidades financieras (p. ej. auto-identificación como parte del sistema financiero). Los impactos de mayor magnitud estuvieron siempre vinculados al ahorro, quizá debido a que todos los becarios ya tenían una cuenta de ahorros en el BN, donde se les deposita su manutención, incluso logrando cambios en el comportamiento financiero (incremento de 15% en el uso de cuentas de ahorro). Aunque algunos jóvenes empezaron a usar otros productos financieros (crédito y seguros), el programa -en promedio- no tuvo un impacto significativo sobre su uso. El programa también tuvo impactos de importante magnitud sobre el conocimiento y habilidades financieras relacionados con el uso de canales financieros. #PorMiCuenta logró incrementar en 20% el conocimiento correcto de las medidas de seguridad para el uso de canales financieros, y logró incrementar su uso de 1.3 a 1.8 (de un total de cinco canales).

Finalmente, la falta de impacto sobre las variables relacionadas con el presupuesto o el uso de productos financieros diferentes al ahorro puede deberse a que este tipo de aprendizajes que llevan a cambios en el comportamiento financiero muy posiblemente se darán solo cuando el becario los lleve a la práctica. En este sentido, es necesario repensar algunos de los temas tocados en la plataforma #PorMiCuenta de forma que invite a los becarios a poner en práctica su conocimiento. Más aún, algunos de los temas (p. ej. “cómo hacer un presupuesto”) posiblemente requieren de una aproximación ya no virtual sino personal y personalizada para incentivar el cambio en el comportamiento financiero.

REFERENCIAS

- Alonso, L. E. (2007). La era del consumo. *Sociedad y Discurso*, (11).
- De Fossard, E. (2005). Writing and producing radio dramas. SAGE Publications India.
- Drucker, P. F. (1997). The global economy and the nation-state. *Foreign Affairs*, 76, 159.
- Estrategia Nacional de Inclusión Financiera - ENIF (2015) Disponible en: <https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/ENIF.pdf>
- Khdour, T., y Salem, S. (2014). The effects of integrating knowledge management with E-Learning systems. *Proceedings of 2014 Zone 1 Conference of the American Society for Engineering Education*.
- López, M., y Morcillo, J. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(3), 562-576.
- Misrachi, C., y Alliende, F. (1991). La historieta como medio educativo y como material de lectura. *Lectura y vida*. Volumen, 12.
- Organización Mundial del Comercio (2008). Informe sobre el comercio mundial 2008: El comercio en un mundo en proceso de globalización. Organización Mundial del Comercio. Disponible en: https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/anrep_s/world_trade_report08_s.pdf
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2005). Improving Financial Literacy: Analysis of Issues and Policies. OCDE Publishing.
- The Global Findex Database (2014) Measuring Financial Inclusion around the World. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/187761468179367706/pdf/WPS7255.pdf>
- Plan Nacional de Educación Financiera - PLANEF (2017). Disponible en: <http://www.bn.com.pe/inclusion-financiera/archivos/ENIF/plan-nacional-educacion-financiera-junio2017.pdf>
- Singhal, A., Rogers, E., y Mahajan, M. (1999). The gods are drinking milk! Word-of-mouth diffusion of a major news event in India. *Asian Journal of Communication*, 9(1), 86-107.
- Singhal, A., y Rogers, E. M. (2002). A theoretical agenda for entertainment— education. *Communication theory*, 12(2), 117-135.
- Vertovec, S. (1999). Conceiving and researching transnationalism. *Ethnic and racial studies*, 22(2), 447-462.

Entendiendo la adopción de diferentes formas de e-government: La importancia de las relaciones sociales, aspectos cívicos y psicológicos

Roxana Barrantes

Instituto de Estudios Peruanos
rox.barrantes@iep.org.pe

Paulo Matos

Instituto de Estudios Peruanos
pmat@iep.org.pe

Diego Aguilar

Instituto de Estudios Peruanos
daguilar@iep.org.pe

BIOGRAFÍAS

Roxana Barrantes: PhD en Economía por la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign. Investigadora principal del Instituto de Estudios Peruanos, Profesora principal del Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú, y Miembro del Comité Directivo del Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información (DIRSI).

Diego Aguilar: Practicante de investigación del Instituto de Estudios Peruanos y del Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información (DIRSI).

Paulo Matos: Economista por la Pontificia Universidad Católica del Perú y Asistente de Investigación en el Instituto de Estudios Peruanos y del Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información (DIRSI).

RESUMEN

El interés por estudiar diferentes formas de gobierno electrónico ha aumentado de la mano con el crecimiento exponencial de la Sociedad de Información. La literatura existente se ha enfocado principalmente en aspectos asociados a la oferta de servicios de gobierno electrónico (Kunstelj & Vintar 2004; Layne & Lee 2001; Teo et al. 2009). Sin embargo, ¿de qué sirven plataformas sofisticadas, entidades gubernamentales digitalizadas con sistemas de gobierno electrónico casi perfectos, si la mayoría de ciudadanos no aprovecha estos servicios? La oferta disponible de servicios de gobierno electrónico está lejos de ser perfecta, sin embargo, la interrogante anterior no deja de ser válida. Según la encuesta After Access 2017, si bien alrededor de 70% de informantes tiene acceso a Internet, solo 13% de ellos lo utilizan para aspectos relacionados a gobierno, en cinco países de la región. En ese sentido, el siguiente trabajo intenta ahondar en el conocimiento de los factores que priman en la adopción del usuario de diferentes formas de *e-government*, resaltando la importancia de variables como las relaciones sociales en-línea, factores cívicos y percepciones de valor del usuario.

Palabras clave

E-government, gobierno electrónico, TAM, aspectos cívicos, TIC.

INTRODUCCIÓN

¿Cómo puede el sector público alcanzar la eficiencia y efectividad, y al mismo tiempo abordar aquellas preocupaciones acerca de la equidad en la oferta de servicios públicos? ¿Cómo puede el sector público establecer un diálogo más fácil entre los ciudadanos y los gobiernos? Cada vez más, las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) son vistas como posibles soluciones que buscan transformar al sector público en un organismo más eficiente, promoviendo valores democráticos, como la igualdad, equidad y la participación cívica (Akman et al. 2005; Baumgarten & Chui 2009).

En esa búsqueda de la mejora de los servicios públicos surge el concepto de gobierno electrónico (*e-government*), el cual se entiende como el uso de Tecnologías de Información y Comunicación en la provisión de servicios públicos

e información para los ciudadanos (Carter & Belanger 2005; Sipior & Ward 2005; Nam 2014). De este modo, el gobierno electrónico se refiere a la transformación de los servicios y procesos del sector público en un formato electrónico con el objetivo de ofrecer mayor accesibilidad e interacción con los ciudadanos (Huang & Bwoma 2003).

El interés por estudiar este fenómeno ha incrementado desde la última década de la mano con el crecimiento exponencial de la Sociedad de Información. Sin embargo, la literatura existente se ha enfocado principalmente en aspectos asociados a la oferta de servicios de gobierno electrónico (Kunstelj & Vintar 2004; Layne & Lee 2001; Teo et al. 2009). Con ello surge la siguiente interrogante, *¿de qué sirven plataformas sofisticadas, entidades gubernamentales digitalizadas con sistemas de gobierno electrónico casi perfectos, si la mayoría de ciudadanos no aprovecha estos servicios?*

La oferta disponible de servicios de gobierno electrónico está lejos de ser perfecta, sin embargo, la interrogante anterior no deja de ser válida. Según la encuesta After Access 2017, si bien alrededor de 70% de informantes tiene acceso a Internet, solo 13% de ellos lo utilizan para aspectos relacionados a gobierno, en cinco países de la región. De esta forma, lo anterior nos hace cuestionarnos sobre los factores que están detrás de estos bajos niveles de adopción. Si bien existe literatura que ha intentado aproximarse a esta interrogante, la mayoría de esta es para el contexto de países desarrollados (Kumar et al. 2007; Shreef et al. 2011; Nam 2014). Son casi nulos las investigaciones en la región con este enfoque, mucho menos aquellas que integren diferentes países en el análisis, y qué incluyan además factores de adopción diferentes a lo estrictamente económico.

En ese sentido, con el objetivo de llenar el anterior vacío, se propone la siguiente pregunta de investigación: *¿Cuál es el rol que juegan un conjunto de factores de participación cívica, relaciones sociales y psicológicos en el grado, y diferentes tipos de usos gobierno electrónico (e-government) realizados por el usuario?* De esta forma, el objetivo principal de la investigación es responder la anterior pregunta, esto se realizará mediante un enfoque cuantitativo, utilizando como principal insumo la encuesta After Access 2017, la cual permite obtener resultados válidos para cinco países de América Latina: Argentina, Colombia, Guatemala, Paraguay y Perú.

En lo que sigue del documento, se presenta el marco teórico que permite entender la relación entre los factores planteados en la investigación. Luego, se detalla sobre las variables a utilizar en el trabajo, así como sobre la estrategia empírica a implementar. Se culmina el documento con la discusión de los resultados y las conclusiones.

MARCO TEÓRICO

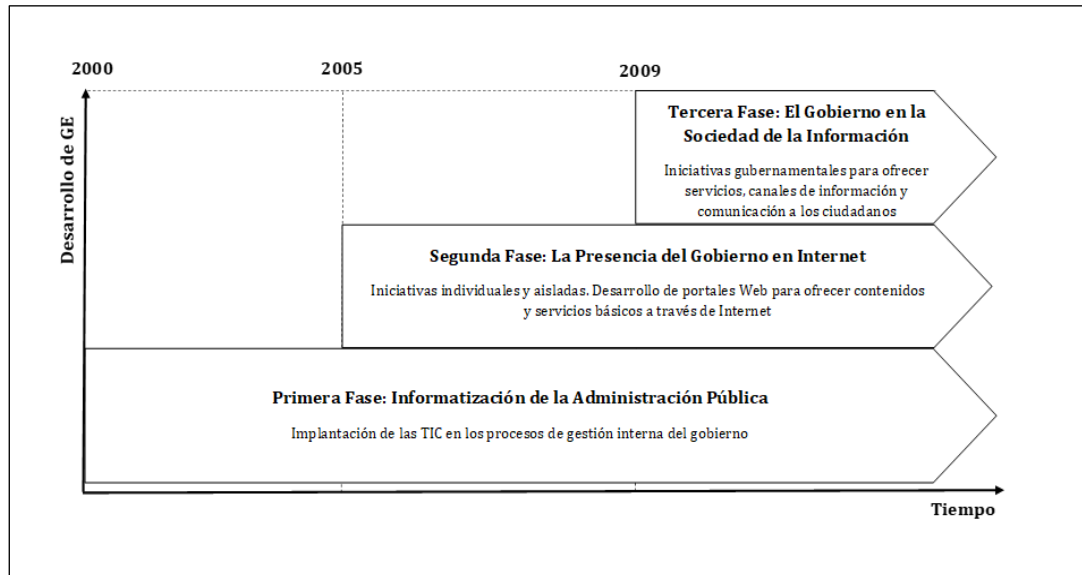
1. Sobre el concepto de gobierno electrónico

No todos los gobiernos del mundo emplean las TIC de la misma forma, así como no todos han pasado por el mismo proceso evolutivo con el objetivo de incrementar su presencia en la Sociedad de la Información. El gobierno electrónico surge con el objetivo de crear administraciones eficientes, eficaces y transparentes, gobiernos que logren políticas públicas con buenos resultados a través de la consideración de la opinión de sus ciudadanos. No obstante, el concepto actual del gobierno electrónico ha pasado por un proceso evolutivo en el que el enfoque y los objetivos de esta herramienta no siempre han sido los mismos (Chun et al. 2010; Naser & Concha 2011).

Así, el gobierno electrónico ha sido entendido y definido de varias formas desde su surgimiento (finales de los 2000). De esta forma, es posible plantearse varios paradigmas de gobierno electrónico para aproximarse a su actual entendimiento, ver Figura 1. En primer lugar, el concepto de gobierno electrónico surge como la incorporación de las TIC en el proceso de gestión interna del gobierno, con un rol de incrementar la eficiencia administrativa y operativa exclusivamente dentro del gobierno sin ningún tipo de inclusión o interacción con el ciudadano.

Por otro lado, a inicios del año 2005, el concepto de gobierno electrónico evoluciona hacia iniciativas de desarrollo de portales web para ofrecer contenidos y servicios básicos a través de Internet, aunque aún son parte de iniciativas individuales y aisladas. En esta segunda fase los gobiernos muestran información a los ciudadanos, quienes solo actúan como receptores ya que no pueden interactuar con ella (forma pasiva).

Finalmente, a inicios del año 2009 se plantea al gobierno electrónico como una herramienta para incluir al gobierno y sus instituciones a la Sociedad de Información (en etapas avanzadas en la relación entre individuos, entre empresas y entre ciudadanos y empresas). El gobierno electrónico evoluciona hacia iniciativas, que, mediante el uso de TIC, buscan ofrecer servicios, transacciones, canales de información y comunicación en-línea a los ciudadanos. Por lo tanto, a partir de este periodo hay una mayor participación e interacción de los ciudadanos con el gobierno, mayor transparencia y toma de decisiones de forma colaborativa.

Figura 1: Paradigmas del Gobierno Electrónico

Fuente: Naser & Concha (2011). Elaboración propia.

No obstante, actualmente existen ciertas diferencias respecto al concepto de gobierno electrónico, así como sus dimensiones y objetivos finales (Tohidi 2011; Lim et al. 2013; Nam 2014). Por ejemplo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) define al gobierno electrónico como la utilización de Internet y el *World Wide Web* para entregar información y servicios del gobierno a los ciudadanos, descuidando el enfoque de transparencia y rendición de cuentas (*accountability*) y la dimensión de participación e interacción con los ciudadanos. Por otro lado, la International Telecommunication Union - ITU (2009) plantea al gobierno electrónico como “el uso de tecnologías de información y comunicación para prestar servicios públicos, mejorar la eficiencia general y promover valores democráticos, así como un marco regulatorio para que facilite información para iniciativas y promueva la sociedad de la información”. A igual que la definición planteada por la ONU, la ITU descuida el enfoque de inclusión del ciudadano como uno de los objetivos del gobierno electrónico. De esta manera, la definición de gobierno electrónico empleada en este estudio busca incorporar la dimensión de interacción del gobierno con sus ciudadanos a través del aprovechamiento de las TIC como herramientas para la mejora en la toma de decisiones y la rendición de cuentas: el gobierno electrónico es la oportunidad de desarrollar una nueva relación entre el gobierno, los ciudadanos y las empresas a través de las TIC, permitiendo la difusión y recopilación de información y servicios tanto dentro como fuera del gobierno para la toma de decisiones, rendición de cuentas y la prestación de servicios (UN 2016).

2. Comprendiendo la adopción de gobierno electrónico: los factores que influyen la decisión de los ciudadanos

Nam (2014) identifica cinco tipos de determinantes:

- Factores psicológicos:** Este primero grupo de factores está asociado principalmente a percepciones sobre servicios gubernamentales y tecnologías. Por ejemplo, percepciones sobre la utilidad del servicio, sobre el valor de la información gubernamental, sobre la participación política, así como percepciones sobre la facilidad de uso de tecnologías.
- Interacción con el gobierno:** Este segundo grupo de factores están asociados principalmente a la interacción tradicional entre los individuos y el gobierno. En particular, interacción cara-cara en oficinas gubernamentales, por teléfono, por cartas o por otros medios.
- Canales de información:** Este grupo se refiere al círculo social u otros medios, mediante el usuario se enteró de la existencia de actividades gubernamentales en línea.
- Confianza en el gobierno:** Se refiere al nivel de confianza en las instituciones públicas que posee el individuo, ya sea gobierno local, regional o nacional, así como otras organizaciones regulatorias.

- e) **Adopción de tecnologías:** Las actividades de Gobierno Abierto se dan a través de plataformas digitales, por lo que es necesario ciertos niveles de habilidades para un adecuado uso.

Adicionalmente a los anteriores factores, existen otro conjunto de variables generales que van afectar las habilidades digitales de los usuarios, por ende, a la probabilidad de usar servicios de *e-government*: nivel educativo, sexo, tipo de ocupación, experiencia en el uso de tecnologías y edad (Mendonça, Crespo, & Simões, 2015).

ESTRATEGIA EMPÍRICA Y BASE DE DATOS

En esta sección se explica la estrategia empírica mediante la cual se concretará el objetivo principal de la propuesta. Para esto se utilizará como principal insumo la encuesta *After Access 2017*, la cual contiene información sobre el acceso y uso de nuevas tecnologías en cinco países latinoamericanos, Argentina, Colombia, Guatemala y Perú. En particular, se centrará en usuarios que hayan pasado la valla del acceso, es decir, que hayan usado alguna vez Internet. Asimismo, solo se tendrá en cuenta a usuarios que hayan cumplido la mayoría de edad (mayores de 18 años).

Utilizando la información disponible en la encuesta, se proponen cuatro grupos de indicadores, mostrados en el Cuadro 1. En primer lugar, siguiendo la literatura revisada se definen dos grupos de actividades asociadas a gobierno electrónico: Usos asociados a servicios de gobierno y aquellos asociados a la obtención de información; ambos en términos de número de actividades realizadas. Estas dos variables dependientes continuas se relacionarán con tres grupos de factores: (1) cívicos, sociales y psicológicos; (2) características de adaptación tecnológica; y (3) otros factores sociodemográficos. Adicionalmente es posible ver los estadísticos descriptivos asociados a cada de estos indicadores en el Cuadro 2.

Cuadro 1: Resumen de principales variables utilizadas en el estudio

Variable	Descripción
1. Actividades de Gobierno electrónico (<i>e-government</i>)	
A. Servicios de Gobierno	
Serv1	Realiza algún tipo de trámite de gobierno en línea
Serv2	Concierta citas a través de Internet (para sacar DNI, servicios de salud, etc.)
Serv3	Realiza pagos de gobierno en línea
Serv4	Presenta quejas a través de Internet
B. Información de Gobierno	
Info1	Realiza consultas generales en línea
Info2	Consigue información sobre actividades del Gobierno
Info3	Revisa el FB de oficinas gubernamentales
Info4	Sigue cuentas del gobierno en Twitter o YouTube
2. Factores cívicos, sociales y psicológicos	
Factores de participación cívica y política	
Pol1	¿Vota normalmente en elecciones?
Pol2	¿Participa voluntariamente en alguna organización, asociación o cooperativa de su comunidad o localidad?
Pol3	Periodo de tiempo que participa en una organización social
Pol4	¿Cuántas horas pasa socializando en persona con grupos sociales (religiosos, políticos o deportivos)?
Relaciones Sociales asociadas a tecnologías (Canales de Información)	
Social	¿Cuántos de sus cinco amigos más cercanos posee un celular, un correo electrónico, una red social o una cuenta de mensajería instantánea?
Factores psicológicos y sobre percepciones sobre TIC	
Psico1a	Me preocupa la seguridad/invasión de privacidad (percepción de seguridad)
Psico1b	Me preocupa los virus/malware (percepción de seguridad)
Psico2	Me parece que Internet es muy difícil de usar (percepción de dificultad de uso)
Psico3a	A través de Internet el Estado Ofrece más y mejores servicios (percepción de valor del servicio)
Psico3b	A través de Internet el Estado es más transparente (percepción sobre mejora de la información)

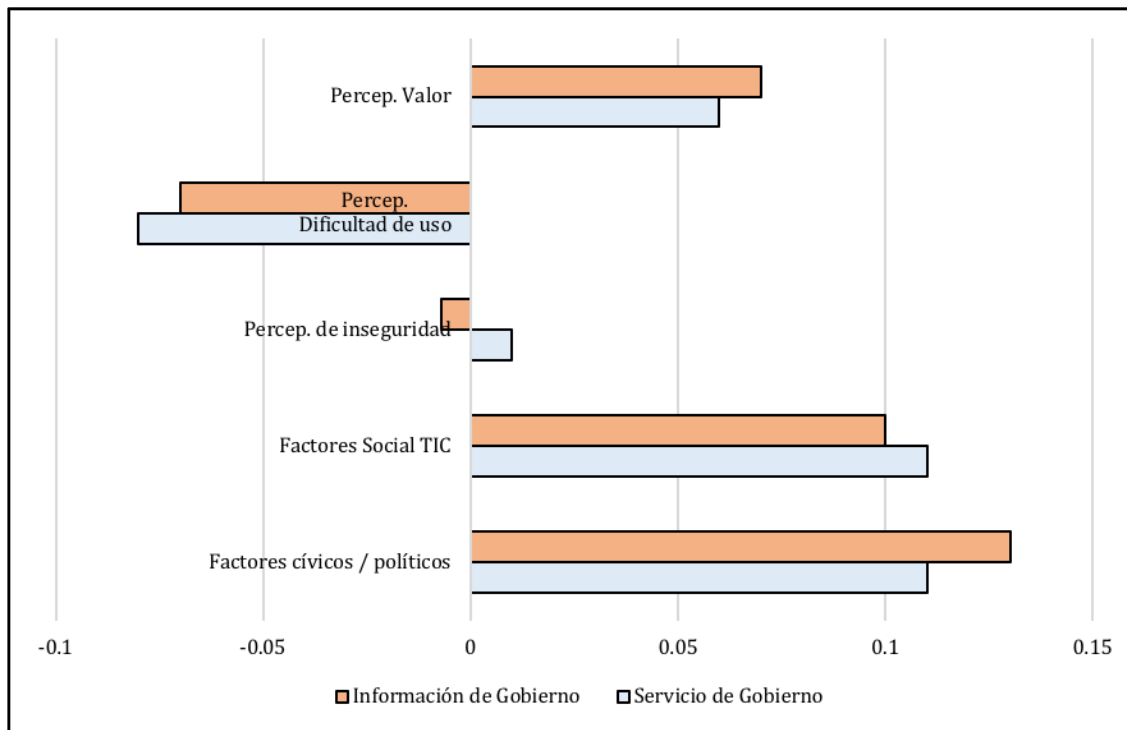
Variable	Descripción
3. Características TIC de los informantes	
TIC1	Años de experiencia en el uso de internet
TIC2	Número de dispositivos desde los cuales se conecta a internet
4. Características generales de los informantes	
Mujer	Toma el valor de 1 si el informante es del sexo femenino
Etario	Grupo de edad al que pertenece el informante: 1, joven (18 - 25); 2, adulto (26 - 59); 3, adulto mayor (mayor a 60).
Edu	Toma el valor de 1 si el informante tiene un nivel educativo menor que secundaria, toma el valor de 2 si el informante tiene secundaria completa, 3 si tiene más que secundaria completa
NSE	Índice de nivel socioeconómico del informante
Rural	Toma el valor de 1 si el informante vive en una localidad rural

Cuadro 2: Resumen de estadísticos principales

Variables	Obs.	Promedio	Mediana	Min	Max
SERV	4488	0.36	0.00	0.00	4.00
INFO	4488	0.34	0.00	0.00	4.00
GOB	4488	0.70	0.00	0.00	8.00
Político y cívico	4488	1.31	0.75	0.00	23.00
Social TIC	4488	17.38	20.00	0.00	20.00
Percepción inseguridad	4488	0.82	1.00	0.00	1.00
Percepción de dificultad de uso	4488	0.17	0.00	0.00	1.00
Percepción de valor	4485	0.56	0.60	0.20	1.00
TIC1 (Años de uso Internet)	4488	6.71	5.00	0.00	35.00
TIC2 (Número de dispositivos)	4488	1.57	2.00	0.00	3.00
Joven (18 - 25 años)	4488	0.26	0.00	0.00	1.00
Adulto (26 - 59 años)	4488	0.67	1.00	0.00	1.00
Adulto mayor (Mayor a 60)	4488	0.06	0.00	0.00	1.00
Mujer	4488	0.62	1.00	0.00	1.00
Educación	4488	2.34	3.00	1.00	3.00
NSE	4488	0.71	0.71	0.20	1.00
Rural	4488	0.23	0.00	0.00	1.00
PBI per cápita	4488	13461.55	13043.88	7960.12	19978.64

Fuente: After Access 2017. Elaboración propia

Por otro lado, la Figura 3 presenta una primera aproximación a las relaciones propuestas en el trabajo, en particular, se muestra un conjunto de correlaciones entre las actividades asociadas a información de gobierno electrónico y servicios de gobierno con los factores psicológicos, cívicos y políticos planteados inicialmente. Se observa que la percepción de valor de servicio, el número de amigos que tienen algún dispositivo TIC, así como los factores cívicos y políticos cuentan positivamente en lo que respecta a los diversos tipos de usos de *e-government*, y en ciertos casos la magnitud de esta relación puede variar de acuerdo el tipo de actividad de gobierno (servicio o información). Por el contrario, la percepción de dificultad de uso sobre el uso de tecnologías tiene un efecto negativo en este grupo de usos de Internet.

Figura 3: Correlaciones entre factores de demanda y actividades de gobierno electrónico

Fuente: After Access 2017. Elaboración propia.

Sin embargo, si bien el anterior gráfico nos da una aproximación a las preguntas de investigación planteadas, no necesariamente es una aproximación formal a esta, y no controla por otros factores que podrían ser subyacentes a las relaciones mencionadas. En ese sentido, se presenta la estrategia empírica utilizada para estimar el efecto entre las variables planteadas y los diferentes tipos de uso de gobierno electrónico, de una manera más rigurosa.

De esta forma, dada la naturaleza de nuestras variables dependientes (número de actividades asociadas a gobierno) $Y = \{1, 2, \dots, n\}$, enteros positivos, y siguiendo la estrategia de Nam (2014), se propone utilizar un **Modelo de Regresión a lo Poisson**. Este se estima mediante el método de máxima verosimilitud, siguiendo la siguiente fórmula:

$$\text{Log}L(y_1, y_2, \dots, y_n | \beta, x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n \log P(Y_i = y_i | \beta, x_i) \quad (1)$$

Donde la función de distribución, sigue la siguiente función:

$$f(y_i) = P(Y_i = y_i | \beta, x_i) = \frac{\exp(-\exp(\beta^t x_i)) \exp(\beta^t x_i)^{y_i}}{y_i!} \quad (2)$$

Los coeficientes obtenidos serán aquellos que maximicen la expresión en (1). Esto permitirá medir la magnitud de las relaciones planteadas, así como su significancia estadística en el contexto especificado.

RESULTADOS PRINCIPALES

En esta sección se presentan los principales resultados obtenidos a partir de la metodología implementada. Estos se dividen en tres modelos, aquel asociado al suministro de servicios público en-línea, el segundo, asociado a la búsqueda de información en-línea, el último, es la suma de los dos primeros. Antes de describir los hallazgos encontrados, es importante señalar la diferencia clave entre estos dos tipos de actividades en-línea. Por un lado, las actividades en-línea asociadas al suministro de servicios públicos llegan hacer parte de una “necesidad básica”, por ejemplo, es obligatorio para los ciudadanos tener un documento de identidad, un pasaporte o pagar impuestos. En ese sentido, la decisión por parte de los ciudadanos esta en hacerla por medios físicos tradicionales o no-convencional virtuales.

Por otro lado, los servicios de información, no necesariamente llegan a tener el mismo sentido de “obligatoriedad” que los anteriores, al menos no al mismo nivel. Por el contrario, estos llegan a implicar una especie de *activismo*, al menos parcialmente, dado que se expresan en una iniciativa del ciudadano de estar informado de lo que hace el sector público, en cualquiera de sus niveles.

En ese sentido, entendiendo la diferencia entre ambos tipos de actividades, podemos pasar a explicar los factores asociados a cada uno de estos. En general, en todos los casos el signo de la relación se mantiene entre los dos tipos de actividades, pero la magnitud de importancia tiende a variar.

En lo que se refiere al primer grupo de factores, los de participación cívica, que tu círculo más cercano de amigos tenga algún dispositivo TIC y la percepción de valor del servicio implican elementos importantes en el uso de actividades de gobierno electrónico. Sin embargo, mientras que los aspectos políticos y cívicos juegan uno de los más importantes roles en el número de actividades de información; el círculo social influye más en la realización de servicios. Esto indicaría que efectivamente existe de *activismo* detrás del uso de actividades de información. Por otro lado, el efecto positivo del círculo social TIC, estaría asociado a que los *amigos* cercanos juegan un rol clave dentro de los canales de información que tienen las personas para enterarse sobre los servicios que brinda el gobierno.

En lo que respecta a las características TIC de los individuos, la familiaridad de uso de tecnologías llega a ser fundamental, la cual refleja en el tiempo de uso y el número de dispositivos desde donde se accede a Internet. Por ejemplo, una persona que usa Internet solo desde computadora y recién desde el último año, se encuentra en desventaja en su capacidad de apropiación de tecnologías, en relación a una persona que viene usando Internet desde hace 10 años, y lo utiliza tanto desde su Laptop, Tablet y dispositivo móvil. Es importante resaltar que este tipo de características llega a estar entre las más importantes respecto a las especificadas en el modelo.

Por último, en lo que refiere a características de índole más estructural, ser mujer, adulto mayor, tener un nivel educativo bajo, así como un bajo nivel socioeconómico pone al individuo en desventaja en lo que respecta al número de actividades de gobierno electrónico que realiza. En particular, el factor de capital humano llega a ser el más importante entre todas las variables del modelo, resaltando la importancia de políticas no solo específicas TIC, sino de otras políticas complementarias más generales como la mejora de acceso a la educación, capacitación docente, mejora de calidad educativa, entre otras.

Asimismo, el factor género sigue siendo relevante en este tipo de actividades, resaltando las desigualdades que enfrentan las mujeres en la región, así como la necesidad de políticas concretas hacia este grupo, tanto en términos de alfabetización digital, como otras transversales relevantes.

En general, lo que este conjunto de resultados nos indica que, no basta con un sistema de gobierno electrónico perfecto, y otros factores de oferta. Por el contrario, una vez pasada la barrera del acceso, todos los informantes son usuarios de Internet, existen diferencias claves, que son necesarias de tomar en cuenta para la elaboración de política públicas acorde a las necesidades de los ciudadanos.

Cuadro 3: Resultados del Modelo de Poisson – Coeficientes estandarizados

Variables	(1) Servicios	(2) Información	(3) Total
Factores cívicos, sociales y psicológicos			
Político y cívico	0.11*** (0.02)	0.15*** (0.02)	0.13*** (0.01)
Social TIC	0.18*** (0.04)	0.11*** (0.04)	0.14*** (0.03)
Percepción inseguridad	0.08*** (0.03)	0.02 (0.03)	0.05*** (0.02)
Percepción de dificultad de uso	-0.05 (0.03)	-0.03 (0.03)	-0.04 (0.02)
Percepción de valor	0.12*** (0.02)	0.16*** (0.03)	0.14*** (0.02)
Características TIC de los informantes			
Años Internet	0.23*** (0.02)	0.26*** (0.02)	0.25*** (0.02)
Número dispositivos	0.27*** (0.03)	0.25*** (0.03)	0.26*** (0.02)

Características generales de los informantes			
Adultos	0.11*** (0.03)	0.09*** (0.03)	0.10*** (0.02)
Adultos Mayores	-0.05 (0.03)	-0.08** (0.03)	-0.06*** (0.02)
Mujer	-0.18*** (0.02)	-0.13*** (0.03)	-0.15*** (0.02)
Nivel Educativo	0.33*** (0.04)	0.29*** (0.04)	0.31*** (0.03)
NSE	0.20*** (0.03)	0.18*** (0.03)	0.19*** (0.02)
Rural	-0.05 (0.03)	-0.03 (0.03)	-0.04 (0.02)
Constante	-1.45*** (0.04)	-1.42*** (0.03)	-0.74*** (0.02)
Observaciones	4,485	4,485	4,485
R2	0.15	0.13	0.15

Se incluye controles por PBI per cápita de cada país. Coeficientes estandarizados. Errores estándar en paréntesis, niveles de significancia estándar *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

La literatura existente sobre el desarrollo de gobierno electrónico se ha enfocado principalmente en factores de oferta, descuidando el punto de vista desde el ciudadano. En ese sentido, para contribuir con el entendimiento de la adopción y uso del gobierno electrónico, pero desde un enfoque centrado en la demanda, el presente estudio busca analizar cuál es el rol que desempeñan factores de participación cívica, relaciones sociales y factores psicológicos, así como de las características TIC y generales de los individuos, tales como género, nivel educativo y NSE.

Lo anterior teniendo en cuenta diferentes tipos de uso de *e-government* realizados por los ciudadanos. Los resultados obtenidos indican que la implementación y mejoras de la infraestructura tecnológica de los gobiernos (*factores de oferta*) no son los únicos factores relevantes en el desarrollo del gobierno electrónico. Por el contrario, factores cívicos como votación en elecciones o participación en grupos políticos/sociales, así como la percepción de valor del servicio brindado por el gobierno tienen un impacto positivo importante en el número de actividades de gobierno en-línea que realiza el usuario. Asimismo, que el círculo social cercano del individuo utiliza tecnologías de información y comunicación juega el papel de canal de información para el usuario, aumentando las posibilidades de usos de gobierno electrónico.

Por otro lado, variables asociadas a la familiaridad de dispositivos TIC por parte del usuario, tales como tiempo de uso de Internet y número de dispositivos desde los cuales se conecta, tienen un efecto importante en el número de actividades de gobierno en-línea, tanto de aquellas asociadas a la obtención de información, como aquellas relacionadas al suministro de servicios públicos. Por último, en lo que respecta a variables generales, ser mujer, adulto mayor, tener un nivel educativo bajo, así como un bajo nivel socioeconómico pone al individuo en desventaja en las actividades mencionadas.

REFERENCES

- 5G América (2017). E-gobierno en América Latina 2017. Serie de Estudios TIC para el Desarrollo.
- Akman, İ., Yazici, A., Mishra, A., & Arifoglu, A. (2005). e-Government: A global view and an empirical evaluation of some attributes of citizens. *Government Information Quarterly*, 22(2), 239–257.
- Barber, B. R. (1998). Three scenarios for the future of technology and strong democracy. *Political Science Quarterly*, 1(4), 573-589.
- Budge, I. (1996). *The new challenge of direct democracy*. Oxford: Polity Press.
- Baumgarten, J., & Chui, M. (2009). e-Government 2.0. *McKinsey Quarterly*, Nro. 4, 26–31.
- Carter, L., & Belanger, F. (2004). The influence of perceived characteristics of innovating on e-government adoption. *The Electronic Journal of e-Government*, 2(1), 11–20.

- Carter, L., & Belanger, F. (2005). The utilization of e-government services: Citizen trust, innovation and acceptance factors. *Information Systems Journal*, 15(1), 5–25.
- Chadwick, A., & May, C. (2003). Interactions between states and citizens in the age of the Internet: “E-government” in the United States, Britain and the European Union. *Governance*, 16(2), 271-300.
- Chun S., Shulman, S., Sandoval, R. & Hovy, E. (2010). “Government 2.0. Making Connections between Citizens, Data and Government”. *Information Polity: The International Journal of Government & Democracy in the Information Age*, Vol. 15, pp. 1-9.
- Colesca, S. E., & Dobrica, L. (2008). Adoption and use of e-government services: The case of Romania. *Journal of Applied Research and Technology*, 6(3), 204–217.
- Davis, F.D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13, 319–340.
- Dimitrova, D.V., & Chen, Y. (2006). Profiling the adopters of e-government information and services: The influence of psychological characteristics, civic-mindedness, and information channels. *Social Science Computer Review*, 24(2), 171–188.
- Edmiston, K. D. (2003). State and local e-government: Prospects and challenges. *American Review of Public Administration*, 33(1), 20–45.
- Galan, J., Giraud, M. & Meyer-Waarden, L. (2017). A Theoretical extension of the technology acceptance model to explain the adoption and the usage of new digital services.
- Gilbert, D. & Balestrini, P. (2004). Barriers and benefits in the adoption of e-Government. *The International Journal of Public Sector Management*, 17(4), pp. 286-301.
- Gil-García, J. R. & Pardo, T. A. (2005). ‘E-government success factors: mapping practical tools to theoretical foundations’. *Government Information Quarterly*, Vol. 22, No. 2, pp.187–216.
- Horst, M., Kuttschreuter, M., & Gutteling, J. M. (2007). Perceived usefulness, personal experiences, risk perception and trust as determinants of adoption of e-government services in The Netherlands. *Computers in Human Behavior*, 23(4), 1838–1852.
- Hung, S., Chang, C., & Yu, T. (2006). Determinants of user acceptance of the e-government services: The case of online tax filing and payment system. *Government Information Quarterly*, 23(1), 97–122.
- Kumar, V., Mukerji, B., Butt, I., & Persaud, A. (2007). Factors for successful e-government adoption: A conceptual framework. *The Electronic Journal of e-Government*, 5(1), 63–76.
- Kunstelj, M. & Vintar, M. (2004) ‘Evaluating the progress of e-government development: a critical analysis’. *Information Polity*, Vol. 9, pp. 131–148.
- Layne, K., & Lee, J. (2001). Developing fully functional e-government: A four stage model. *Government Information Quarterly*, 18(2), 122–136.
- Lim, L., Masrom, M. & Din, S. (2013). E-government and e-governance concepts and constructs in the context of service delivery. *African Journal of Business Management*, Vol. 7 (28), pp. 2817-2826.
- Marchionini, G., Samet, H., & Brandt, L. (2003). Digital government. *Communications of the ACM*, 46(1), 25–27.
- Mills, A., Carter, L., & Belanger, F. (2010). Conceptualizing public service value in e-government services. Paper presented at the 16th Americas Conference on Information Systems, Lima, Peru, August 12–15.
- Moynihan, D.P. (2004). ‘Building secure elections: e-voting, security, and systems theory’. *Public Administration Review*, Vol. 64, No. 5, pp. 515–528.
- Naser, A. & Concha, G. (2011). El gobierno electrónico en la gestión pública. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – CEPAL.
- Naser, A. & Concha, G. (2014). Rol de las TIC en la gestión pública y en la planificación para un desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – CEPAL.
- Naser, A., & Ramírez-Alujas, Á. (2014). Plan de gobierno abierto: Una hoja de ruta para los gobiernos de la región. *Manuales, Series CEPAL.*, 68.
- Naser, A. (2011). Indicadores de medición de Gobierno Electrónico. Santiago de Chile: CEPAL.
- Nam, T., & Sayogo, D. (2011). Government 2.0 collects the wisdom of crowds. Paper presented at the 3rd International Conference on Social Informatics, Singapore, October 6–8.

- Nam, T. (2014). Determining the type of e-government use. *Government Information Quarterly*, 31(2), 211–220.
- Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática (ONGEI). (2013). Una mirada al Gobierno Electrónico en el Perú. La oportunidad de acercar el Estado a los ciudadanos a través de las TIC. Lima: Presidencia del Consejo de Ministros (PCM).
- Ozkan, S., & Kanat, I. E. (2011). e-Government adoption model based on theory of planned behavior: Empirical validation. *Government Information Quarterly*, 28(4), 503–513.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). New York: Free Press.
- Sahu, G. & Gupta, M. (2009). User's Acceptance of E-Government: A study of Indian Central Excise. *International Journal of Electronic Government Research*, 3(3), pp. 203-223.
- Sang, S., Lee, J., & Lee, J. (2009). e-Government adoption in ASEAN: The case of Cambodia. *Internet Research*, 19(5), 517–534.
- Shareef, M., Kumar, V., Kumar, U., & Dwivedi, Y. (2011). e-Government adoption model (GAM): Differing service maturity levels. *Government Information Quarterly*, 28(1), 17–35.
- Sipior, J. C., & Ward, B. T. (2005). Bridging the digital divide for e-government inclusion: A United States case study. *The Electronic Journal of e-Government*, 3(3), 137–146.
- Srivastava, S. & Teo, T. (2010). 'E-government, e-business, and national economic performance'. *Communications of the Association of Information Systems*, Vol. 26, No. 1, pp. 267–286.
- Stamati, T. & Karantjias, A. (2011). 'Inter-sector practices reform for e-Government integration efficacy'. *Journal of Cases on Information Technology*, Vol. 13, No. 3, pp. 62–83.
- Stamati, T. & Martakos, D. (2011). 'Electronic transformation of local government: an exploratory study'. *International Journal of Electronic Government Research*, Vol. 7, No. 1, pp. 20–37.
- Teo, T., Srivastava, S. & Jiang, L. (2009). 'Trust and electronic government success: an empirical study'. *Journal of Management Information Systems*, Vol. 25, No. 3, pp. 103–137.
- Tohidi, H. (2011). E-government and its different dimensions. *Procedia Computer Science*, Vol. 3, pp. 1101–1105.
- United Nations (2014). e-Government survey 2014: e-Government for the future we want. New York: United Nations.
- United Nations (2016). e-Government survey 2016: e-Government in support of sustainable development. New York: United Nations.
- Venkatesh, V., & Davis, F. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.
- West, D. (2004). e-Government and the transformation of service delivery and citizen attitudes. *Public Administration Review*, 64(1), 15–27.

Impacto prospectivo de los nuevos mecanismos para la neutralidad de red, la gestión de tráfico y la privacidad en los servicios digitales

Ramiro Camacho Castillo¹

Centro de Estudios

Instituto Federal de Telecomunicaciones

ramiro.camacho@ift.org.mx

BIOGRAFÍA

Investigador en Regulación Comparada del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT). Fue Director General de Consulta Económica en IFT y Economista en la Comisión Federal de Competencia (COFECE). En cuatro ocasiones ha sido propuesto al Ejecutivo Federal para Comisionado de IFT y COFECE por haber obtenido una de las cinco calificaciones más alta del examen.

RESUMEN

El documento presenta un análisis y conclusiones sobre los principios y objetivos involucrados en la regulación de Neutralidad de Red (NR), los cuales deben ser tomados en cuenta para la elaboración de una regulación específica. Lo anterior en el marco de los lineamientos de Neutralidad de Red que el Instituto Federal de Telecomunicaciones está por emitir. En particular, se hacen recomendaciones sobre excepciones justificadas en términos de eficiencia y de prevención de efectos anticompetitivos en mercados de contenidos, aplicaciones y acceso a Internet.

Palabras clave

Neutralidad de Red, Regulación de Acceso, Acceso a Internet, Proveedores de Internet

INTRODUCTION

La Neutralidad de Red (NR) se refiere a la prohibición a proveedores de acceso a internet (ISP) de establecer políticas de manejo de tráfico para obstaculizar o bloquear el acceso de los usuarios a contenidos o aplicaciones disponibles en internet, o de favorecer a unos contenidos o aplicaciones sobre otros.

La anterior no es una definición universalmente aceptada, sino que distintos reguladores han adoptado, o están considerando adoptar, versiones distintas con implicaciones para las reglas específicas a ser aplicadas. Algunos reguladores incluso han decidido no adoptar una definición prefiriendo motivar cada una de reglas adoptadas.

La NR en sentido estricto requiere que los ISP están obligados a tratar todo el tráfico de internet de la misma forma sin importar origen, tipo, contenido o medio de transmission. Todos los puntos de internet deben poder conectarse entre sí, y los proveedores de servicios y aplicaciones deben poder enviar tráfico de un punto al otro sin diferenciación de velocidad, condiciones de acceso o precio. Esto es, todos los paquetes de datos deben ser tratados de forma indistinta.

¹ El contenido de este artículo, así como las conclusiones que en él se presentan son responsabilidad exclusiva del autor y no reflejan necesariamente las del Centro de Estudios, ni las del Instituto Federal de Telecomunicaciones.

La discusión sobre NR comenzó en 2003 a partir de preocupaciones sobre los modelos de negocios que los ISP podrían adoptar en condiciones de libertad tarifaria y contractual. Un promotor destacado de la NR, el profesor Tim Wu, advertía de posibles efectos negativos sobre la libertad de acceso a contenidos y aplicaciones si se permitía que los ISP manejaran el tráfico de manera discrecional o con fines comerciales, dado que en la mayoría de las localidades existía a lo más uno o dos proveedores de acceso a Internet.

El debate sobre NR se ha centrado en la cuestión de si las tarifas y condiciones de tráfico deben ser determinadas libremente por los ISP o, por el contrario, el regulador debe establecer cobros y restricciones al tráfico ex ante. En este último caso, la cuestión para el regulador es ¿Cuáles restricciones y cobros deben establecerse?

Algunas versiones de NR implican que los ISP deben cobrar a cada usuario una tarifa por el acceso a todos los recursos de internet, sin favorecer, degradar o bloquear contenidos o aplicaciones específicas; y sin requerir el pago de los proveedores de contenidos o aplicaciones por acceso en condiciones más favorables.

Por su parte, algunos analistas económicos han advertido de posibles consecuencias negativas sobre la competencia como consecuencia de los controles de precios. Argumentan que la NR tendría efectos negativos sobre la innovación, tráfico, calidad y/o inversiones, por lo que sería mejor permitir la libre evolución de los modelos de negocios antes de decidir si es conveniente establecer regulación restrictiva.

No obstante, aun entre los proponentes de la NR se considera deseable e inevitable que el ISP establezca una política de manejo de tráfico para efectos de calidad del servicio. Por ejemplo, una política que permita bloquear temporalmente ciertos contenidos a efecto de reducir la congestión. En estos casos, los proponentes de la NR generalmente consideran que la política de manejo de tráfico debe ser consistente con principios de no discriminación, al menos entre contenidos o aplicaciones del mismo tipo.

Cabe señalar que, desde sus orígenes y hasta la actualidad, los diseñadores de Internet han contemplado la necesidad de que ciertos contenidos reciban trato diferenciado. Por ejemplo, los paquetes de datos que se utilizan bajo los estándares IPV4 y IPV6 incluyen campos de prioridad de tráfico con el fin de que se utilicen para diferenciar servicios que sean, en mayor o menor medida, sensibles a la congestión o latencia.

La discusión sobre la NR puede dividirse en dos partes: El régimen de precios y el régimen de tráfico. El régimen de precios determina si el ISP puede cobrar precios sólo a un lado (a los usuarios finales) o a ambos lados (usuarios y proveedores de contenidos o aplicaciones).

Por su parte, el régimen de tráfico se refiere a la alteración del flujo de datos, ya sea con fines de mejora de la calidad, o para la creación de servicios para clientes que estarían dispuestos a pagar por niveles específicos de velocidad, latencia, jitter, ancho de banda, entre otros.

Un ISP puede establecer un nivel de calidad no discriminatorio por tipo de contenido o aplicación; o puede responder de forma diferenciada a clientes dispuestos a pagar por características del tráfico, ya sean usuarios del servicio de acceso o proveedores de contenidos o aplicaciones.

	Un lado	Dos lados
Calidad del Servicio	Usuarios eligen entre distintas clases de servicio por prioridad	Ambos CAP y usuarios eligen clase de servicio por prioridad
Red o servicios administrados	Trafico manejado en base a "mejores esfuerzos (estatus quo) "	Tarifa de terminación
Capacidad	No discriminación basada en fuente, destinación o contenido (NR estricta)	Tarifa adicional por terminar tráfico en red del ISP

Tabla 1. Régimen de precios

Bajo NR entendida de forma estricta, solo es posible establecer diferenciación basada en la capacidad, lo que significa que los usuarios y los proveedores de aplicaciones y contenidos solo pueden adquirir conexiones de distinto ancho de banda. En este caso, los paquetes de datos de todos los usuarios son manejados de forma indistinta por el ISP con una calidad basada en “mejor esfuerzo”, lo cual no implica protección contra la congestión.

Por otra parte, una regulación de NR entendida en forma no estricta podría incluir políticas de manejo de tráfico con fines de calidad de los servicios sin distinguir entre proveedores o usuarios de un mismo servicio. Dicho manejo implica incrementos en localidad y eficiencia para los usuarios, sin que el ISP establezca cobros diferenciados.

En contraste, la ausencia de NR implica que un ISP podría realizar cobros diferenciados por servicios de mayor calidad o velocidad (fast lanes). Los usuarios tendrían la posibilidad de contratar servicios "premium", más acordes con sus necesidades o su disponibilidad a pagar. La política de tráfico podría permitir el cobro de cantidades adicionales por calidad o priorización, de forma que los CAP y usuarios que refieran un tratamiento preferencial para sus paquetes de datos y estén dispuestos a pagar por ello puedan hacerlo.

Los reguladores tienden a considerar la transparencia relativa a los servicios que presta un ISP como una parte importante de la regulación de NR. Los reguladores y/o usuarios deben estar enterados de las velocidades, calidad, naturaleza y garantías de los servicios ofrecidos y contratados; y de las capacidades contratadas, políticas de gestión de tráfico y políticas de administración de la red, entre otros.

El debate sobre neutralidad de red gira en torno a un concepto aún en construcción, pero con líneas específicas en las cuales se busca un consenso.

Internet es el principal involucrado en la neutralidad de red. Al tratarse de una plataforma de dos lados con dos tipos de usuarios (generadores de contenido y consumidores de contenido), genera puntos de vista diferentes dependiendo del ámbito desde el cual se mira el análisis. El debate tiene varios niveles y ángulos desde la perspectiva de tecnología de redes, los mercados relevantes involucrados, las prácticas económicas y comerciales de los prestadores de servicio de acceso a Internet, la transparencia en el manejo de la información a los usuarios finales y la política pública acerca de la regulación de NR.

Pese a la aparente complejidad del debate, un concepto clave en el mismo es la no discriminación en el tratamiento del tráfico, contenido y aplicaciones.

Desde el punto de vista de los creadores de contenido, aplicaciones y servicio sobre internet, la neutralidad de red trata del problema de discriminación en el tránsito de datos y sus efectos sobre los incentivos a la innovación y el desarrollo tecnológico. Prácticas económicas y comerciales aplicadas por los ISP y CAP desde el punto de vista económico puede entenderse como: (A) un problema de maximización de bienestar del consumidor o (B) un problema de distorsión de incentivos al desarrollo e innovación tecnológica y de distorsión de la decisión del consumidor.

Por otro lado, existen múltiples empresas que tienen poder de mercado en la provisión de productos o servicios que son complementarios. Tal es el caso de proveedores de contenidos y los proveedores de servicios de internet, por ejemplo, lo cual representa, tanto un potencial problema de oportunismo en su conducta hacia otras empresas, como una oportunidad importante de negocios a explotar. Estos incentivos hacia explotar estas situaciones de poder de mercado abren la puerta a considerar el uso de regulación ex ante como un freno a posibles comportamientos nocivos al interés de los usuarios finales.

En materia de precios en mercados de dos lados, los precios relativos dependen fuertemente de las condiciones de demanda subyacentes en cada lado, incluyendo las elasticidades de la demanda relativa y la magnitud de los efectos indirectos de red. La dinámica de estos mercados de dos lados lleva a que los precios relativos cambien en el tiempo. Por ejemplo, las direcciones de correo son gratis, hasta que la demanda por estas direcciones y la cantidad de información que se guarda en ellas es tan grande que la empresa decide cobrar por el espacio que ocupa la información y el usuario debe ahora pagar por un servicio que antes obtenía gratis.

En cuanto a precio, temas importantes relacionados a la NR son la regla de "Precio Cero" y la regla de "Rating Cero"⁵ ("zero rating"). El primero se refiere al precio que pagaría un CAP a un ISP para que éste transmita las señales a sus clientes. "La regla de precio cero impacta en temas de capacidad de las redes e incentivos de inversión de los ISP y en las innovaciones de contenido en el borde del Internet; cualquier modificación a la regla deberá analizarse bajo estos temas. Asimismo, debe prestarse especial atención a los efectos adicionales que puedan derivarse de la presencia de ISP verticalmente integrados o con poder sustancial de mercado."

El Rating Cero, es una práctica comercial en la que el ISP no cobra a los usuarios finales por el volumen de datos consumido en el uso de aplicaciones específicas, generalmente redes sociales. El tema de Rating Cero se convierte en materia de análisis desde la perspectiva de neutralidad de red cuando involucra un acuerdo con los CAP; caso contrario podría verse meramente como una estrategia de negocio unilateral del ISP (como si se tratara de un mercado de un lado y no uno de dos lados). En cuanto a velocidades y volúmenes, comúnmente se regulan de manera que en las condiciones contractuales se sea lo más específico, de manera cuantitativa, respecto de las velocidades y volúmenes que se contratan.

Una pregunta de partida en cuanto a regulación en NR es la de establecer medidas ex ante o medidas ex post; es decir si tratarlo como: (A) un problema regulatorio o (B) un problema de competencia. En todos estos ámbitos existen promotores y detractores de la neutralidad de red.

Por un lado, varias industrias y tecnologías utilizan Internet como una tecnología facilitadora para innovar. Desde la perspectiva de corto plazo, se observa que el acceso a Internet está resultando en un desarrollo de negocios cada vez más acelerado en donde la información fluye cada vez con mayor velocidad. También existen diversas innovaciones que apenas están al inicio de lo que será una larga trayectoria de crecimiento y consolidación cuyo resultado final no es conocido todavía. En un mercado caracterizado por cambios constantes, como los mercados de las telecomunicaciones, tiene importancia considerar -y en algunos casos preferir- el uso de herramientas ex post para controlar el ejercicio indebido de poder de mercado, es decir, política de competencia.

REGULACIÓN INTERNACIONAL DE NR

A continuación, se revisan los principales principios y argumentos adoptados por distintos países respecto a NR. En particular se describen los enfoques adoptados por México, Chile, India, Estados Unidos y la Unión Europea.

México

La Ley Federal de Telecomunicaciones y radiodifusión (LFTR) en sus artículos 145 y 146 establece los principios generales del régimen de NR aplicable en México:

“Artículo 145. Los concesionarios y autorizados que presten el servicio de acceso a Internet deberán sujetarse a los lineamientos de carácter general que al efecto expida el Instituto conforme a lo siguiente:

- I. *Libre elección. Los usuarios de los servicios de acceso a Internet podrán acceder a cualquier contenido, aplicación o servicio ofrecido por los concesionarios o por los autorizados a comercializar, dentro del marco legal aplicable, sin limitar, degradar, restringir o discriminar el acceso a los mismos.*
No podrán limitar el derecho de los usuarios del servicio de acceso a Internet a incorporar o utilizar cualquier clase de instrumentos, dispositivos o aparatos que se conecten a su red, siempre y cuando éstos se encuentren homologados;
- II. *No discriminación. Los concesionarios y los autorizados a comercializar que presten el servicio de acceso a Internet se abstendrán de obstruir, interferir, inspeccionar, filtrar o discriminar contenidos, aplicaciones o servicio;*
- III. *Privacidad. Deberán preservar la privacidad de los usuarios y la seguridad de la red;*
- IV. *Transparencia e información. Deberán publicar en su página de Internet la información relativa a las características del servicio ofrecido, incluyendo las políticas de gestión de tráfico y administración de red autorizada por el Instituto, velocidad, calidad, la naturaleza y garantía del servicio;*
- V. *Gestión de tráfico. Los concesionarios y autorizados podrán tomar las medidas o acciones necesarias para la gestión de tráfico y administración de red conforme a las políticas autorizadas por el Instituto, a fin de garantizar la calidad o la velocidad de servicio contratada por el usuario, siempre que ello no constituya una práctica contraria a la sana competencia y libre competencia;*

- VI. *Calidad. Deberán preservar los niveles mínimos de calidad que al efecto se establezcan en los lineamientos respectivos, y*
- VII. *Desarrollo sostenido de la infraestructura. En los lineamientos respectivos el Instituto deberá fomentar el crecimiento sostenido de la infraestructura de telecomunicaciones.*

Artículo 146. Los concesionarios y los autorizados deberán prestar el servicio de acceso a Internet respetando la capacidad, velocidad y calidad contratada por el usuario, con independencia del contenido, origen, destino, terminal o aplicación, así como de los servicios que se provean a través de Internet, en cumplimiento de lo señalado en el artículo anterior.”

En resumen, la LFTR prevé la emisión de unos lineamientos que implementen los principios enunciados en los artículos 145 y 146, a saber: 1) el acceso a cualquier contenido aplicación o servicio que sea legal, sin limitación, degradación, restricción o discriminación; 2) la prohibición a los ISP de obstruir, interferir, inspeccionar, filtrar o discriminar contenidos, aplicaciones o servicios; 3) la gestión de tráfico y administración de red con fines de calidad cuando no sean contrarios a la competencia; 4) el fomento del crecimiento sostenido de la infraestructura; y 5) la transparencia en cuanto al manejo del tráfico y los términos contratados.

Es de señalar que la LFTR no adopta una definición estricta de NR, pues se prevé la intervención del ISP para la gestión del tráfico con fines de calidad siempre que no se dañe la competencia, además de la obligación de que los lineamientos fomenten el crecimiento de la infraestructura.

Estados Unidos

Previo al año 2015, la Federal Communications Commission (FCC) clasificaba los servicios de acceso a internet como “servicios de información” a los que aplicaba una regulación ligera en términos de la ley de telecomunicaciones de 1996 (1996 Telecommunications Act).

Después de algunos intentos infructuosos por establecer regulación de NR, en 2015 la FCC reclasificó el servicio de acceso a internet para convertirlo en un “servicio de telecomunicaciones” y los servicios de acceso a internet móvil se reclasificaron a “servicio móvil comercial”, en ambos casos la reclasificación implicó una regulación más estricta bajo la ley de 1996, la cual sobrevivió los recursos interpuestos ante el poder judicial. La regulación adoptada a partir de esta reclasificación incluía:

- Reglas que impedía el bloqueo y ralentización de contenidos,
- Prohibición de priorización pagada,
- Un estándar de conducta para Internet
- Modificaciones a las reglas de transparencia

Con la llegada de una nueva administración federal, el 14 de diciembre de 2017, el FCC revirtió su decisión y reclasificó el acceso a internet a un “servicio de información”, e invalidó los principales cambios introducidos en la regulación de NR como resultado de la reclasificación de 2015. La regulación adoptada el 14 de diciembre de 2017 incluía:

- Un marco regulatorio más ligero aplicable a servicios de información, eliminando las reglas relativas al bloqueo, ralentización y no priorización
- La reclasificación del servicio de banda ancha móvil como “servicio interconectado”, que tuvo antes de 2015.
- El regreso a las reglas de transparencia adoptadas por el FCC en 2010 con modificaciones y eliminando algunos requisitos de reportar información.
- Eliminación de las reglas de conducta de internet

Unión Europea

Alcance

El alcance de la regulación de NR² es el de establecer reglas comunes para salvaguardar el tratamiento en igualdad de condiciones y no discriminatorio del tráfico en la provisión de servicio de acceso a internet y derechos de los usuarios relacionados. Su objeto es proteger los usuarios finales y simultáneamente garantizar el funcionamiento continuo del ecosistema de internet como un motor de la innovación.

Las medidas respetan el principio de neutralidad tecnológica, es decir, no imponen ni discriminan en favor del uso de un tipo particular de tecnología.

El término “usuario final” significa un usuario que no cuenta con una red de telecomunicaciones ni de servicios de comunicación electrónica. Un usuario es una persona moral o física que usa o solicita servicios de telecomunicaciones disponible al público. Esto es, se incluye individuos, negocios y proveedores de contenidos siempre que usen un proveedor de acceso para alcanzar a los usuarios finales.

La provisión de interconexión es distinta a la de IAS. Las NRA pueden tener en cuenta las políticas de interconexión en la medida que afecten el ejercicio de los derechos de los usuarios finales. Por ejemplo, cuando la interconexión se plantee como una forma de contrarrestar o evitar la regulación de NR.

Un servicio de acceso a internet se define como el servicio que provee acceso a virtualmente todos los nodos sin importar la tecnología y equipo de los usuarios finales (en este caso “virtualmente todos” contempla la posibilidad de que algunos puntos no sean accesibles por causas no atribuibles a los proveedores de acceso).

La Regulación prohíbe la oferta y prestación de servicios de “sub-internet” que restringen el acceso a servicios o aplicaciones (por ejemplo, que bloquean servicios específicos como VoIP o video-streaming). Cuando un ISP contractualmente prohíbe el uso de un servicio (aun sin un bloqueo técnico), ese servicio se consideraría de sub-internet, el cual limita al ejercicio de los derechos de los usuarios finales.

Limitaciones al acceso a servicios que son consecuencia del equipo terminal (por ejemplo, lectores de libros “ebook readers”, o medidores inteligentes “smart meters” caen fuera del alcance de la regulación, a menos que estos equipos sean usados para evitar cumplir con la regulación.

Derechos de los usuarios finales

Los usuarios finales tendrán el derecho de acceder y distribuir información y contenidos, usar y proveer aplicaciones y servicios, y usar equipo terminal de su elección, sin importar la localización del usuario final o del proveedor, origen o destinación de la información, contenido, aplicación o servicio, vía su servicio de acceso a internet, sin perjuicio de la legislación relacionada a la legalidad de los contenidos aplicaciones o servicios. Los usuarios son libres de establecer condiciones contractuales con el ISP respecto a condiciones comerciales y técnicas, incluyendo precios, volumen de datos, o velocidad. Sin embargo, cualquier acuerdo o practica comercial no debe limitar los derechos de los usuarios finales ni llevar a evitar cumplir con sus provisiones.

Prácticas contrarias a la regulación de NR incluyen las restricciones al uso de equipo incluyen el establecimiento de “equipo obligatorio” cuando la restricción no está objetivamente justificada como necesaria para conectarse a la red del ISP, sino que limita la elección de los consumidores de conectar su propio equipo.

BEREC considera que derechos de los usuarios no se afectan cuando los límites de datos y velocidades son aplicados de forma “agnóstica” de la misma forma para todas las aplicaciones. Por ejemplo, acceso ilimitado a internet en ciertas horas del día no va en contra de la regulación de NR si aplica igualmente a todas las aplicaciones.

² Regulation (EU) 2015/2120 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2015 laying down measures concerning open internet access and amending Directive 2002/22/EC on universal service and users’ rights relating to electronic communications networks and services and Regulation (EU) No 531/2012 on roaming on public mobile communications networks within the Union, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R2120&from=EN>

Asimismo, un ISP puede ofrecer un servicio o aplicación empaquetado con el IAS. Por ejemplo, un operador móvil podría ofrecer suscripciones a un servicio de streaming de música gratis por un periodo de tiempo para todos los nuevos suscriptores si el tráfico asociado a esta aplicación recibe el mismo trato que el tráfico dedicado a otras aplicaciones y los datos consumidos se cobran de la misma forma que para el resto de las aplicaciones.

Algunas prácticas comerciales, como las de diferenciación de precios aplicada a categorías de aplicaciones, podrían influir en el ejercicio de los derechos de los usuarios finales, sin necesariamente limitarlos.

Zero rating

Un ISP podría ofrecer zero rating para una categoría completa de aplicaciones (toda la música, todos los servicios de mensajes), o solo a ciertos contenidos o aplicaciones sin que los usuarios sean restringidos a utilizar otros contenidos o aplicaciones. En el segundo caso, el precio cero de las aplicaciones bajo el zero rating y el hecho de que el límite de datos no cuenta para el límite de datos aplicable a los servicios de acceso a Internet crea un incentivo económico para que los usuarios usen esas aplicaciones o contenidos en lugar de las aplicaciones o contenidos de competidores, lo que probablemente va en detrimento o reduce los derechos de los usuarios.

Una oferta de zero rating en la que todas las aplicaciones son bloqueadas o ralentizadas cuando se ha alcanzado el límite de datos excepto por la aplicación bajo zero rating, infringe la regulación.

La prohibición se dirige contra acuerdos o prácticas comerciales que, en virtud de su escala, llevan a situaciones que reducen la elección de los consumidores en la práctica, o que resulta en el deterioro de la esencia de los derechos de los usuarios finales.

La evaluación debe tomar en cuenta la respectiva posición en el mercado de los proveedores de acceso a internet. Limitaciones al ejercicio de derechos de los usuarios finales son más probables cuando un ISP CAP tienen una posición de mercado “fuerte”. Las posiciones de mercado deben analizarse en línea con los principios de competencia económica.

No siempre, cualquier factor que afecta las elecciones de los consumidores finales debe ser una limitación al ejercicio de los derechos de los usuarios.

Los efectos sobre los usuarios finales incluyen efectos en el rango y diversidad de los contenidos o aplicaciones a los que se puede acceder, así como posibles efectos sobre la libertad de expresión e información, incluyendo pluralismo de los medios.

Si los CAP son desplazados en tanto son materialmente obstaculizados se encuentran o forzados a salir, o si existe otro tipo de daño a la competencia en alguno de los mercados en cuestión o si el funcionamiento del ecosistema de internet es impactado, por ejemplo, si es el ISP el que elige ganadores y perdedores o en las barreras administrativas o técnicas para que los CAP entren en acuerdos con el ISP.

La escala de la práctica y la presencia de alternativas. Una práctica tiene más posibilidades de limitar el derecho de los usuarios finales cuando un mayor número de usuarios está afectado y no existen alternativas.

Adicionalmente. En la valoración de los efectos de una práctica, se puede tomar en consideración los acuerdos o prácticas comerciales que tienen el efecto similar al de técnicamente bloquear el acceso. Por ejemplo, precios mayores por los datos aplicables a aplicaciones específicas o clase de aplicaciones crean desincentivos contra el uso de las aplicaciones afectadas y pueden desincentivar el desarrollo de nuevas aplicaciones.

De esta forma, usuarios de un servicio de acceso a Internet que reciben un precio más bajo o cero por los datos asociados a una aplicación específica o clase de aplicaciones tendrán incentivos a usar la aplicación bajo el zero rating y no otras. Mientras más bajo es el límite de datos más fuerte es esa influencia.

La diferenciación de precio entre aplicaciones individuales dentro de una categoría tiene un impacto en competencia entre proveedores de esa clase. Es más probable que tenga impacto sobre el "funcionamiento continuo del ecosistema de internet como un motor de la innovación"

En la gestión de tráfico, los ISP deben tratar todo el tráfico de datos por igual y tomar medidas para las circunstancias específicas bajo las cuales los ISP pueden desviarse de esta regla. Al evaluar si un ISP cumple con este principio, el regulador debe evaluar: si todo el tráfico se trata por igual; si las situaciones son comparables o diferente y si hay razones objetivas que justifiquen una diferencia de tratamiento por tratarse de situaciones diferentes

Además, los reguladores nacionales deben garantizar que se gestione el tráfico de un servicio de acceso a Internet evitando discriminación, ralentización o interferencia:

- Diferenciación por origen y destino, contenido al que se accede o distribuye, aplicaciones o servicios utilizados o proporcionados, o equipo terminal utilizado acuerdos o prácticas que entrañen discriminación técnica constituyen infringen la regulación europea de NR pues implican un trato desigual, por ejemplo:
- Prácticas donde un ISP bloquea, ralentiza, restringe, interfiere, degrada o discrimina el acceso a contenidos específicos, a una o más aplicaciones (o categorías de aplicaciones), salvo en los casos excepcionales que la regulación prevé.
- Ofertas del servicio de acceso a Internet donde el acceso está restringido a un conjunto limitado de aplicaciones o puntos finales por el ISP del usuario final (ofertas de servicios de sub-internet). Tales ofertas implican el bloqueo de solicitudes y /o discriminación, restricción o interferencia relacionada con el origen o destino de la información.
- Ofertas de “zero-rating” donde las aplicaciones fuera de la promoción son bloqueadas (o ralentizadas) una vez que se alcanza el límite de datos contratado.

Razonable manejo del tráfico

La regulación no impide que los ISP implementen medidas razonables de gestión del tráfico, entendiéndose medidas transparentes, no discriminatorias y proporcionales, que no se basen en consideraciones comerciales, sino en requisitos de calidad técnica objetivamente diferentes categorías específicas de tráfico. Tales medidas no deben monitorear el contenido específico y no se mantendrá por más tiempo de lo necesario.

El objetivo de una gestión de tráfico razonable es contribuir a un uso eficiente de los recursos de red y a una optimización de la calidad de transmisión global que responda a los requisitos de calidad técnica de servicio objetivamente diferentes de categorías específicas de tráfico y, por lo tanto, de los contenidos, aplicaciones y servicios transmitidos.

Los ISP puede adoptar medidas de gestión del tráfico que diferencien categorías de tráfico técnicamente diferentes a fin de optimizar la calidad general de la transmisión (por ejemplo, en términos de latencia, fluctuación de fase, pérdida de paquetes y ancho de banda), no sobre la base de consideraciones comerciales.

Dichas medidas de diferenciación deben ser proporcionales en relación con el objetivo de la optimización general de la calidad y deben tratar tráfico equivalente por igual. Tales medidas no deben mantenerse por más tiempo de lo necesario.

El control de congestión basado en punto final, por ejemplo, el control de la congestión del protocolo (TCP), tiene lugar dentro del equipo terminal por lo que no está cubierto por la regulación de NR.

Sin embargo, el regulador nacional debe poner atención a los mecanismos internos de la red de los ISP que ayudan al control de la congestión basado en los puntos finales a estar en línea con la igualdad de tratamiento y que no se eluda la regulación. Por ejemplo, si estos mecanismos internos son “agnósticos” para las aplicaciones que se ejecutan en los puntos finales.

las medidas de gestión del tráfico deben garantizar que no se supervise el contenido específico, es decir el “payload” del protocolo de la capa de transporte que contiene los objetos de los usuarios finales (como texto, fotos y video. A menos que se haga en cumplimiento de la legislación sobre contenidos. Por el contrario, la inspección de los encabezados del paquete y del protocolo IP, deben considerarse permitidos.

Las reglas contra la alteración de contenido, aplicaciones o servicios no prohíben las técnicas de compresión de datos no discriminatorias que reducen el tamaño de un archivo de datos sin ninguna modificación del contenido.

Los principios básicos que deben utilizar las ANR al evaluar las prácticas de los PSI:

- sin bloqueo;
- sin ralentización;
- sin alteración;
- sin restricción;
- ninguna interferencia con:
 - sin degradación; y
 - no discriminación entre contenido específico, aplicaciones o servicios, o categorías específicas de los mismos.

A modo de ejemplo, los ISP no deben bloquear, ralentizar, alterar, restringir, interferir, degradar o discriminar la publicidad al proporcionar un IAS, a menos que se cumplan las condiciones de las excepciones a), b) o c) en un caso específico.

Las restricciones basadas en los equipos terminales del usuario final no son el objetivo del Reglamento.

Algunas medidas de gestión del tráfico podrían ser necesarias para proteger la integridad y seguridad de la red, por ejemplo, mediante la prevención de ciberataques la propagación de software malicioso, o el robo de identidad de los usuarios finales como resultado de spyware. Por ejemplo, el bloqueo de direcciones IP o rangos de ellas, conocidas por ser la fuente de ataques, o por comportamiento irregular o sospechoso,

Con el fin de identificar ataques y activar medidas de seguridad, el uso de sistemas de monitoreo de seguridad por parte de los ISP a generalmente está justificado. En tales casos, el monitoreo puede implementarse en segundo plano de forma continua, mientras que la medida de gestión del tráfico que preserva la integridad y la seguridad solo se activa cuando se detectan amenazas concretas de seguridad.

La condición que establece que las medidas de gestión del tráfico funcionen "solo por el tiempo que sea necesario" no excluye la implementación de monitoreo continuo de la integridad y seguridad de la red.

La congestión temporal debe entenderse como una referencia a situaciones específicas de corta duración, donde un aumento repentino en el número de usuarios además de los usuarios regulares, o un aumento repentino en la demanda de contenido, aplicaciones o servicios específicos, puede desbordar la capacidad de transmisión. de algunos elementos de la red y hacer que el resto de la red sea menos reactivo.

No puede considerarse excepcional, la congestión que se repite tan a menudo o durante períodos tan extensos que una expansión de la capacidad sería económicamente justificada. De lo contrario se daría a ISP la posibilidad de eludir la prohibición general.

La congestión de red que no es excepcional ni temporal no debe beneficiarse de esa excepción, sino que debería abordarse mediante la expansión de la capacidad de la red⁹¹.

Asimismo, la gestión de la congestión en respuesta a una acción de estrangulamiento debe limitarse a la sección de la red donde ocurre la congestión, si es posible.

Por ello, el regulador debe vigilar que los ISP dimensionen adecuadamente su red y no y que la gestión de la congestión no debe ser el sustituto de soluciones más estructurales, como la expansión de la capacidad.

Servicios especializados

La regulación establece la posibilidad de que los PSI o PAC proporcionen "servicios especializados". Estos son servicios distintos al de acceso a internet, los cuales están optimizados para contenido, aplicaciones o servicios específicos, o una combinación de ellos, donde la optimización es necesaria para alcanzar un nivel específico de calidad.

Más allá de la entrega de aplicaciones a través del IAS, pueden existir servicios que necesitan un nivel específico de calidad que no puede ser alcanzado por el estándar de calidad “best efforts” que caracteriza a las redes de Internet.

De esta forma los servicios especializados:

- No son servicios de IAS;
- Están optimizados para contenidos, aplicaciones o servicios específicos, o una combinación de estos;
- La optimización es objetivamente necesaria para cumplir con el nivel de calidad.
- La capacidad de la red es suficiente para proporcionar el servicio especializado, además del servicio de acceso a internet;
- Los servicios especializados no se pueden utilizar como un reemplazo o sustituto de los servicios de acceso a internet
- Los servicios especializados no reducen la disponibilidad o la calidad general del acceso a Internet para los usuarios finales.

Ejemplos de servicios especializados incluyen servicios en tiempo real que requieren de una baja latencia para efectos de garantizar una calidad del servicio que es necesaria y que no se puede alcanzar con el servicio de acceso a internet.

El regulador debe verificar si la optimización es objetivamente necesaria y en qué medida para garantizar una o más características específicas y clave de los contenidos, aplicaciones o servicios para que se proporcione una garantía de calidad correspondiente a los usuarios finales.

El nivel de calidad objetivamente necesario no puede proporcionarse simplemente otorgando prioridad general al servicio sobre otros comparables.

Los servicios especializados no brindan conectividad a Internet por lo que pueden ofrecerse, por ejemplo, a través de una conexión separada lógicamente del tráfico de acceso a internet.

Un servicio que se considera un servicio especializado hoy en día puede no calificar necesariamente como un servicio especializado en el futuro debido a que la optimización del servicio puede no ser objetivamente necesaria, ya que el estándar general del servicio de acceso a Internet puede haber mejorado.

Por otro lado, podrían surgir servicios adicionales que deban optimizarse, incluso a medida que mejore el estándar de IAS. caso por caso. Los ejemplos típicos de servicios especializados proporcionados a los usuarios finales son VoLTE y servicios de IPTV de difusión lineal con requisitos específicos de calidad de servicio;

Otros ejemplos incluyen servicios de salud en tiempo real (por ejemplo, cirugía remota) o "algunos servicios que responden". en interés público o por algunos nuevos servicios de comunicaciones máquina a máquina

Los servicios especializados solo se ofrecerán cuando la capacidad de la red sea suficiente para que el SAI no se degrade (por ejemplo, debido a un aumento de la latencia o la inestabilidad o la falta de ancho de banda) mediante la adición de servicios especializados. Tanto a corto como a largo plazo, los servicios especializados no deberán conducir a un deterioro de la calidad general del acceso a internet para los usuarios finales. Esto puede, por ejemplo, lograrse mediante inversiones adicionales en infraestructura que permitan una capacidad adicional para que no haya un impacto negativo en la calidad del IAS.

Siempre que sea técnicamente imposible proporcionar el servicio especializado en paralelo sin detrimento de la calidad del SAI del usuario final, las autoridades nacionales no deben considerar esta competencia por su capacidad como una infracción, siempre que el usuario final es informado

Las ANR no deberían considerar que va en detrimento de la calidad general de los servicios de acceso a internet cuando el individuo activa el servicio especializado el usuario final solo afecta su propio servicio de acceso a internet. Sin embargo, los efectos perjudiciales no deberían ocurrir en aquellas partes de la red donde la capacidad se comparte entre diferentes usuarios finales. en las redes móviles: no se debe considerar que va en detrimento

cuando el impacto negativo total de los servicios especializados es inevitable, mínimo y limitado a una corta duración.

Transparencia

Los proveedores de servicios de acceso a Internet se asegurarán de que cualquier contrato que incluya servicios de acceso público especifique al menos lo siguiente:

- a) Información sobre cómo las medidas de gestión del tráfico aplicadas por ese proveedor podrían repercutir en la calidad de los servicios de acceso a Internet, en la privacidad de los usuarios finales y en la protección de sus datos personales,
- b) una explicación clara y comprensible de cómo la limitación de volumen, la velocidad y otros parámetros de calidad de servicio pueden afectar en la práctica a los servicios de acceso a Internet y, en particular, a la utilización de contenidos, aplicaciones y servicios, y
- c) Una explicación clara y comprensible de los servicios especializados que los usuarios finales suscritos pueden tener, en la práctica, un impacto en los servicios de acceso a Internet proporcionados a ese usuario final;
- (d) Una explicación clara y comprensible de los indicadores de los servicios de acceso a Internet, incluyendo la velocidad mínima, normalmente disponible, máxima y velocidad de descarga anunciada. En el caso de redes móviles, se deben transparentar la velocidad máxima estimada y anunciada de descarga y carga de los servicios de acceso a Internet. Desviaciones significativas de tiempos los valores anunciados, así como de las velocidades de carga, podrían afectar el ejercicio de los derechos de los usuarios finales;
- (e) Una explicación clara y comprensible de los recursos disponibles para el consumidor de conformidad con la legislación nacional en caso de discrepancia continua o recurrente entre el rendimiento real del servicio de acceso a Internet con respecto a otros parámetros de calidad de servicio y el rendimiento indicado de conformidad con los puntos (a) a (d) anteriores.

Con respecto a los deberes y poderes de los reguladores nacionales, hay tres tipos de acciones para monitorear y asegurar el cumplimiento de los Artículos 3 y 4

- Supervisión:
 - Monitoreo de restricciones de derechos de usuario final
 - Monitoreo de las condiciones contractuales y prácticas comerciales
 - Monitoreo de la gestión del tráfico
 - Monitoreo y evaluación del desempeño e impacto de los servicios especializados sobre la calidad general del servicio de acceso a Internet
 - Monitoreo de los requisitos de transparencia para los ISP
- La aplicación de la regulación, que puede incluir una variedad de intervenciones y mediciones de activos
- Informes de las autoridades nacionales sobre las conclusiones de su seguimiento

ASPECTOS TÉCNICOS DE LAS REDES DE ACCESO

Con el fin de aclarar el debate de la NR, es necesario revisar algunos aspectos del funcionamiento técnico de las redes que forman el Internet.

Los mensajes se fragmentan en paquetes de datos que se enrutan a través de la red de manera autónoma (principio de extremo a extremo) y lo más rápido posible (principio de mejor esfuerzo (BE)). Esto implica que los nodos intermedios, los llamados enrutadores, no diferencian los paquetes en función de su contenido o fuente, sino que

mantienen tablas de enrutamiento en las que almacenan la dirección del nodo siguiente, que se encuentra en el camino más corto estimado por una serie de algoritmos, hacia la dirección de destino.

Cada enrutador actúa de forma autónoma al decidir la ruta a lo largo de la cual envía un paquete, el enrutador no tiene control de extremo a extremo sobre la ruta de envío del paquete desde el emisor al receptor. Es probable que los paquetes de un mismo mensaje puedan tomar diferentes rutas a través de la red. Cuando los paquetes llegan a una velocidad mayor que la velocidad a la que el enrutador puede reenviarlos, estos se almacenan en una cola. Si la cola se llena, el paquete se elimina y el nodo de origen debe reenviarlo.

El “overflow” de las colas de enrutador son la razón principal detrás de la congestión en Internet. No importa qué tan importante sea un paquete de datos, los enrutadores siempre lo procesarán de acuerdo con el principio de “primero en entrar, primero en salir”. Estos principios han sido considerados elementos clave de la Internet abierta.

Básicamente, esta forma de procesar la información establece que todos los paquetes de datos enviados a la red se tratan por igual y que ningún nodo intermedio puede ejercer control sobre la red como un todo, lo cual tiende a soslayar las preocupaciones de calidad del servicio.

Más allá del simple envío de mensajes de texto, hay una necesidad de transmisión confiable de información en tiempo crítico (baja latencia), o para la cual se desea que los paquetes de datos se reciban a un ritmo constante y en un orden particular (bajo jitter). La comunicación de voz, por ejemplo, requiere baja latencia y baja inestabilidad de la tasa de transmisión de información.

La búsqueda de calidad de servicio se ha reflejado en el diseño mismo de Internet desde sus inicios. Por ejemplo, en 1983, cuando se adoptó el Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP), el estándar IPv4 ya contenía un tipo de campo de servicio en su encabezado mediante el cual los enrutadores podrían priorizar paquetes en sus colas y así establecer calidad de servicio. También el actual protocolo de Internet versión 6 (IPv6), estandarizado en 1998, prevé información de encabezado en la clase de tráfico, así como una etiqueta de flujo, lo que facilita la QoS en aplicaciones de tiempo real.

En el debate sobre NR, en ocasiones se cuestiona la existencia y el uso de mecanismos de QoS en Internet y se argumenta que el éxito de la Internet ha sido posible gracias al principio “best efforts”.

TENDENCIAS DE TRAFICO DE LAS REDES DE INTERNET

El tráfico de Internet a nivel mundial está creciendo anualmente en aproximadamente un 24%. El consumo de contenidos usando las plataformas tradicionales como las de radio, televisión o cable ha disminuido en virtud de la migración de los usuarios hacia contenidos que se consumen a través de Internet. Hoy el ecosistema comercial de Internet consiste en varios jugadores. Los usuarios de Internet están conectados a la red por su proveedor de acceso local, mientras que el contenido y el servicio los proveedores ofrecen una amplia gama de aplicaciones y contenido a la gran cantidad de consumidores potenciales. Todos estos actores se extienden por todo el mundo e interconectan entre sí a través de la red troncal de Internet.

Tendencias de crecimiento del tráfico en Internet

El tráfico IP global anual alcanzará 3,3 ZB por año para 2021, o 278 Exabytes (EB) por mes.

En 2016, la tasa de ejecución anual para el tráfico IP global fue 1.2 ZB por año, o 96 EB por mes.

El tráfico IP global se triplicará en los próximos 5 años.

En general, el tráfico IP crecerá a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) de 24 por ciento desde 2016 hasta 2021. El tráfico IP mensual alcanzará los 35 GB per cápita para el año 2021, un aumento de 13 GB per cápita en 2016.

El tráfico de Internet en horas de trabajo está creciendo más rápidamente que el promedio de Internet tráfico. Hora ocupada (o la más ocupada de 60 minutos en un día) Tráfico de Internet aumentó un 51 por ciento en 2016, en comparación con un crecimiento del 32 por ciento en promedio tráfico. El tráfico de Internet por horas de trabajo aumentará en un factor de 4.6 entre 2016 y 2021, y el tráfico promedio de Internet aumentará en un factor de 3.2.

El tráfico de teléfonos inteligentes excederá el tráfico de PC. En 2016, las computadoras representaron 46 por ciento del tráfico total de IP, pero para el 2021 las computadoras representarán solo 25 por ciento del tráfico. Los teléfonos inteligentes representarán el 33 por ciento de la IP total tráfico en 2021, frente al 13 por ciento en 2016. El tráfico originado en PC crecerá a una CAGR del 10 por ciento, y televisores, tabletas, teléfonos inteligentes y Machine-to Machine

Los módulos (M2M) tendrán tasas de crecimiento del tráfico del 21 por ciento, 29 por ciento, 49 por ciento y 49 por ciento, respectivamente.

El tráfico de dispositivos inalámbricos y móviles representará más de 63 por ciento del tráfico total de IP para 2021. Para 2021, los dispositivos con cable tendrán una cuenta para el 37 por ciento del tráfico IP, y Wi-Fi y dispositivos móviles representarán 63 por ciento de tráfico IP. En 2016, los dispositivos cableados representaron la mayoría del tráfico IP, al 51 por ciento.

Content Delivery Networks (CDN) transportará el 71 por ciento de Internet tráfico en 2021. El 71% de todo el tráfico de Internet cruzará las CDN 2021 en todo el mundo, frente al 52 por ciento en 2016.

El treinta y cinco por ciento del tráfico de Internet del usuario final se entregará dentro de una red de metro para el año 2021, frente al 22 por ciento en 2016.

La cantidad de dispositivos conectados a redes IP será más de tres veces la población mundial en 2021. Habrá 3,5 dispositivos en red per cápita para 2021, frente a los 2.3 dispositivos de red per cápita en 2016. Habrá 27.100 millones de dispositivos en red en 2021, frente a los 17.100 millones en 2016.

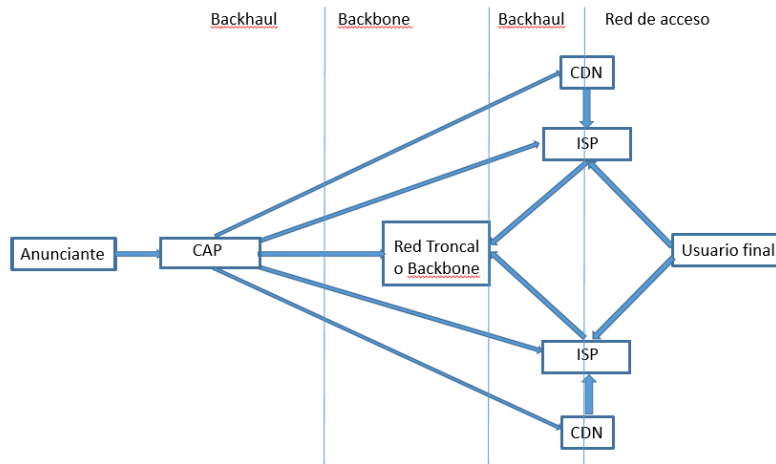
Las velocidades de banda ancha casi se duplicarán para el año 2021. Para el 2021, la tasa global fija las velocidades de banda ancha alcanzarán los 53 Mbps, frente a los 27,5 Mbps en 2016

Fuente: Cisco Systems. The Zettabyte Era: Trends and Analysis, junio 2017

ANÁLISIS DE LA REGULACIÓN DE LA RED DE ACCESO

Cadena productiva

Desde el punto de vista económico, los ISP son los operadores de una plataforma de mercado de dos lados que conecta a los proveedores de contenido y aplicaciones con los consumidores que demandan estos servicios. En un mercado de dos lados, cada lado prefiere tener un mayor número de socios en el otro lado del mercado. Por lo tanto, los CAP prefieren tener acceso a muchos usuarios finales, ya que, por ejemplo, se crean ingresos publicitarios. Del mismo modo, los usuarios prefieren la variedad creada por muchos CAP.



El núcleo de Internet está compuesto por varios ISP que desempeñan diferentes funciones:

- La red de acceso (la conexión física a cada hogar o empresa),
- La red “backhaul”, local o intermedia: que agrega el tráfico de todos los hogares conectados de un ISP y
- La red troncal o “backbone”: que ofrece el tráfico agregado de y hacia diferentes ISP.

Actualmente los CAP y los usuarios solo pagan al ISP a través del cual se conectan a Internet. La interconexión entre los ISP generalmente se basa en acuerdos mutuos de facturación cero (peering) o pagos basados en volumen (tránsito). El tránsito es el arreglo común entre un ISP y la red troncal. En consecuencia, la tarifa de los usuarios es actualmente la principal fuente de ingresos para los ISP de acceso. En el caso de acceso fijo, los clientes normalmente pagan tarifas fijas que no son sensibles a la cantidad de tráfico que generan.

Poder de mercado en el acceso a la red

La mayoría de los usuarios finales reside en localidades con un número limitado de proveedores de acceso a internet fijo, generalmente uno o dos proveedores. Esta situación podría cambiar si se implementa de forma exitosa un esquema del acceso en base a la reventa o desagregación de infraestructura fija que permita condiciones de competencia efectiva. En este caso, dos o más operadores podrían ofrecer servicios de acceso en condiciones de competencia utilizando la misma red fija.

Algunos analistas consideran que una competencia vigorosa en los servicios de acceso a internet al usuario final podría reducir sustancialmente o eliminar los riesgos de efectos anticompetitivos en ausencia de una política de NR. No obstante, Wu (2007) argumenta que aun en situaciones de competencia intensa existen riesgos de abusos en detrimento de los consumidores derivados de asimetrías de información.

Al respecto, algunos detractores de la NR consideran que sería suficiente una regulación de transparencia que asegure que los usuarios conozcan los servicios que están adquiriendo. De esta forma, en condiciones de competencia efectiva, y si los clientes pueden hacer una elección informada al seleccionar su ISP de acceso, los ISP prestarían servicios eficientemente y se lograría el resultado competitivo.

Otras razones se han dado a favor de la NR. Por ejemplo, Kocsis y Bijl (2007) argumentan que la competencia puede no ser siempre benéfica en ausencia de NR pues, por ejemplo, las tarifas de terminación y los acuerdos exclusivos con los CAP pueden intensificar la diferenciación horizontal de los ISP, lo que reduciría la competencia y, en consecuencia, llevar a mayores márgenes de beneficio de los ISP.

Desde el punto de vista de los proveedores de CAP se observa que estos tienen acceso a más opciones de ISP, o pueden fácilmente estar suscritos a más de un ISP de red troncal, por lo que no es probable que sean afectados directamente por la poca disponibilidad de ISP. Los CAP pueden incluso tener su propia red troncal, o conectarse a

través de una compañía de Content Delivery Network (CDN), lo cual limita su exposición al poder de mercado que los ISP o los operadores de infraestructura de transporte.

Poder de mercado en la provisión de contenidos y aplicaciones

La existencia de poder de mercado en la provisión de contenidos o aplicaciones puede contribuir a acuerdos verticales entre proveedores de contenidos (rio arriba) y acceso a Internet (rio abajo) con objeto o efecto anticompetitivo. En el extremo, dos proveedores pueden estar verticalmente integrados por pertenecer a, o estar controlados por, un mismo agente económico. En estos casos, el acuerdo vertical es equivalente a una conducta unilateral del agente.

El poder sustancial de mercado en el caso de los proveedores de contenidos o aplicaciones es generalmente más difícil de determinar, pues requiere el análisis de la capacidad de los proveedores de incrementar precios e influir en las condiciones de la oferta y demanda, y que los competidores no puedan contrarrestar dicha capacidad. La delimitación del mercado relevante y del poder sustancial de mercado es una tarea compleja, especialmente en mercados dinámicos y de alto cambio tecnológico, que va más allá del simple señalamiento de participaciones altas en la provisión de un servicio o aplicación.

Una preocupación común respecto a los posibles efectos de la falta de NR es la que señala que los grandes proveedores de contenidos o aplicaciones, tales como Google, Facebook, Netflix, podrían llegar a acuerdos verticales con los proveedores de acceso a Internet con objeto o efecto de desplazar anticompetitivamente a potenciales entrantes. Por “desplazamiento anticompetitivo” se entiende conductas que obstaculizan la entrada o expansión de competidores eficientes que serían capaces de entrar o expandirse en ausencia de la conducta anticompetitiva.

De esta forma, los acuerdos verticales pueden tener el objeto de obstaculizar la entrada o expansión de competidores en los mercados de:

- 1) Provisión de contenidos o aplicaciones; o
- 2) Provisión de acceso a internet.
- 3) Ambos

Por un lado, el ISP podría acordar la priorización del contenido del CAP, mientras el ISP degrada o bloquea los contenidos de otros CAP. De la misma forma, un CAP podría decidir ofrecer su contenido o aplicaciones en exclusiva o en condiciones favorables al ISP en detrimento de otros ISP.

La amenaza de abuso de poder de mercado por parte de agentes verticalmente integrados es generalmente una preocupación de las autoridades regulatorias y de competencia.

Aspectos relacionados a la NR

La NR puede incidir en una serie de variables de desempeño de los mercados de acceso, ya sea en el corto o en el largo plazo:

- Gestión del tráfico,
- Calidad del Servicio
- Discriminación de precios,
- Incentivos a la inversión
- innovación a nivel de red (núcleo)
- Innovación a nivel de aplicación (borde).

- Transparencia

Es común que se considere a las aplicaciones y los servicios como el principal impulsor de la economía de Internet y, por lo tanto, la innovación en el borde de la red es más importante que la innovación en el núcleo. Sin embargo, es posible imaginar que, en el largo plazo, la inversión en el núcleo de la red podría ser un fuerte estimulante de la innovación en el borde.

Cobros a propietarios de contenidos

En ausencia de NR, los ISP podrían generar ingresos adicionales de los CAP, es decir realizar cobros a ambos tipos de clientes actuando como una plataforma de dos lados. Los CAP tienen una valoración de los clientes, por lo que el ISP de acceso podría exigir una tarifa al CAP de terminación adicional a la tarifa que el CAP paga a un ISP por su propio acceso a Internet. La posibilidad de exigir estos pagos sería claramente una violación a la NR, prácticamente bajo cualquier definición de NR.

Manejo del tráfico

La gestión de red es necesaria para evitar la degradación del servicio de acceso y para garantizar el uso razonablemente eficiente de la conexión a Internet. Los propósitos legítimos de administración de redes bajo la regulación de NR incluyen: garantizar la seguridad e integridad de la red, incluso el manejo del tráfico dañino para la red; abordar tráfico no deseado por los usuarios finales; y reducir o mitigar los efectos de la congestión en la red.

Se asume frecuentemente que, en el corto plazo, garantizar un nivel de calidad a unos usuarios podría ir en detrimento del servicio a otros usuarios. No obstante, es también posible que las mejoras en eficiencia derivadas de la calidad del servicio incrementen la competencia en infraestructura en el largo plazo.

Una interpretación estricta de la NR, que excluya la posibilidad de gestión técnica del tráfico, generaría problemas de congestión en horas pico, lo que solo podría resolverse con un exceso de construcción de capacidad de la red, lo cual sería ineficiente y llevaría a altos precios y baja inversión.

Acceso diferenciado a Internet

En ausencia de NR, los ISP podrían ofrecer servicios diferenciados de acceso a Internet. Una posibilidad es el acceso restringido a un cierto conjunto de páginas de Internet (llamado servicios de sub-internet por los europeos) por una tarifa menor a la de acceso ilimitado. Otra posibilidad es la oferta de distintos servicios en base a calidad. Por ejemplo, un “servicio de primera clase” con características garantizadas, y un “servicio de segunda clase” o “best efforts” a una tarifa reducida utilizando la capacidad restante de la infraestructura. Otra posibilidad es la oferta de servicios específicos de mayor calidad (como VoIP) sobre un acceso a Internet basado en best efforts.

Ofrecer diferentes clases de servicio o “fast lanes” es generalmente considerada una violación de NR, especialmente en países que han adoptado una versión estricta de la regulación.

Sin embargo, es de señalarse que los usuarios actualmente se diferencian principalmente en base al ancho de banda que tienen contratado. Tal discriminación no se considera violatoria de la NR dado que ningún tráfico en particular es priorizado o degradado, por lo que la calidad puede fluctuar de alta a baja en cada instante para todos los usuarios conectados a una misma red.

No obstante, lo anterior, la mayoría de los analistas reconoce que se podrían aprovechar eficiencias de implementar acceso diferenciado a Internet en base a niveles de calidad. Lo anterior se basa en un argumento bien establecido de la posibilidad de que la discriminación de precios incremente las eficiencias.

La principal preocupación con el establecimiento de clases de servicio es que la aceleración del tráfico de algunos usuarios o CAP inevitablemente conducirá a la desaceleración del tráfico de los usuarios o CAP que no paguen la tarifa por prioridad. La introducción del pago por tráfico prioritario es probablemente el tema más controvertido del debate sobre la NR.

Redes de Entrega de Contenidos (Content Delivery Networks)

Los mecanismos de administración de la red no son los únicos que inciden en la calidad del servicio de acceso a internet. Otra posibilidad, crecientemente utilizada dada la popularidad del video, es el empleo de una Red de Entrega de Contenidos (CDN, por sus siglas en inglés). La CDN clásica más importante fue Akamai, contratada por CAP para mejorar la calidad de la experiencia de los usuarios en una Internet limitada por el paradigma de best efforts.

Una CAP puede contratar los servicios de una CDN para mejorar la experiencia de usuarios finales que reciben sus contenidos o aplicaciones. Las CDN utilizan infraestructura adicional a la red de Internet, principalmente servidores “espejo” cercano al ISP del usuario final, que evitan la congestión del Internet abierto. Los contenidos descargados con mayor frecuencia se almacenan en servidores más cercanos al ISP del usuario, crecientemente en servidores incrustados directamente en la red del ISP.

La posibilidad de contratar una CDN permite a una CAP una mayor calidad de servicio para sus clientes y por lo tanto incrementa sus ventas de publicidad o el cobro de tarifas a sus clientes. Dado que los ISP no establecen trato preferencial en su tráfico, generalmente no se considera que las CDN violen la NR. Los paquetes de datos de CDN están disponibles localmente o se envían sobre rutas distintas al resto del tráfico, sin requerir que el ISP establezca acceso preferencial.

La existencia de CDN presenta al regulador con una serie de retos de interpretación y regulación: Primero, la posibilidad de que los CAP que contratan una CDN puedan acceder en mejores condiciones a los usuarios finales, aun cuando los ISP estén sujetos y respeten los principios de NR; segundo, la posibilidad de que las CDN limiten el acceso a CAP a sus redes o que no exista suficiente competencia en ese mercado y; tercero, la posibilidad de que los ISP discriminen en la calidad de acceso hacia las distintas CDN.

El hecho de que solo algunos CAP contraten un CDN implica la existencia de ventajas en el acceso que son similares a las que se obtendrían por medio de políticas de manejo de tráfico que no respetan la NR. No obstante, mientras los servicios de las CDN estén disponibles a todos los CAP en términos no discriminatorios y el mercado sea relativamente competido es de esperarse que no se presenten problemas de competencia o eficiencia.³

Obligaciones de transparencia

Una de las principales preocupaciones con la gestión de red es la falta de transparencia para los usuarios y los reguladores.

Sin importar el régimen de NR específico que se adopte, se acepta como necesario el conocer las técnicas de manejo de la red y cuales contenidos están sujetos a ella. Esto da la posibilidad a usuario de tomar una decisión informada cuando elijan un ISP de acceso. Lo anterior generalmente requiere que los ISP pongan sus prácticas de gestión de red a disposición del público.

REFERENCES

Analysys Mason (2017). Final public report for BEREC, *Study on net-neutrality regulation*.

Bauer, J. M. (2007) Dynamic effects of network neutrality. *Journal of Communication*, 1, 531–547.

BEREC (2016) BEREC Guidelines on the Implementation by National Regulators of European Net Neutrality Rules.

FCC (2017) Restoring Internet Freedom. *Declaratory Ruling, Report and Order*.

Gans J. and Katz M. (2006) Net neutrality, pricing instruments and incentives.

³ <https://stratusly.com/cdn-market-share-top-100-websites-vs-apps/>

- Hahn, R., & Wallsten, S. (2006) The economics of net neutrality. *The Economists' Voice*, 3, 1–7.
- Hazlett T. Wright J. (2011) The Law and Economics of Network Neutrality.
- Krämer et al. (2013) Net neutrality: A progress report. *Telecommunications Policy* 37 (2013) 794–813
- Kocsis, V., & Bijl, P. W. J. (2007). Network neutrality and the nature of competition between network operators. *International Economics and Economic Policy*, 4, 159–184.
- Wu, T. (2003). Network neutrality, broadband discrimination. *Journal on Telecommunications & High Technology Law*, 2, 141–178.

Los desafíos y contradicciones en las percepciones sobre privacidad entre los adolescentes brasileños

Javiera F. M. Macaya

Cetic.br/NIC.br
javiera@nic.br

Tatiana Jereissati

Cetic.br/NIC.br
tatiana@nic.br

Stefania L. Cantoni

Cetic.br/NIC.br
stefania@nic.br

Monica Barbovski

Universidad Masaryk
moni.barbovski@gmail.com

BIOGRAFÍAS

Javiera F. M. Macaya

Doctoranda y magíster por la Fundación Getulio Vargas y licenciada en Gestión de Políticas Públicas por la Universidad de São Paulo. Analista de información en el Centro Regional de Estudios para el Desarrollo de la Sociedad de la Información, del Núcleo de Información y Coordinación del Punto BR.

Tatiana Jereissati

Posgraduada en Políticas, Género y Sociedad por la FLACSO Argentina, licenciada en Letras (portugués/francés) por la USP y Relaciones Internacionales por la FAAP. Coordinadora de Proyectos UNESCO en el Centro Regional de Estudios para el Desarrollo de la Sociedad de la Información, del Núcleo de Información y Coordinación del Punto BR.

Stefania Lapolla Cantoni

Magíster en Ciencia Política por la Universidad de São Paulo y licenciada en la misma área por la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER/Argentina). Analista de información en el Centro Regional de Estudios para el Desarrollo de la Sociedad de la Información, del Núcleo de Información y Coordinación del Punto BR.

Monica Barbovski

Investigadora Sénior en el Instituto para Investigaciones sobre Niños, Juventud y Familia de la Universidad Masaryk, Brno (República Checa), donde está involucrada en proyectos sobre el uso de Internet por niños y adolescentes. Investigadora asociada en el Instituto de Sociología de la Academia Rumana en Bucarest.

RESUMEN

Este artículo se propone explorar las percepciones de adolescentes brasileños acerca de la privacidad en las redes sociales y sus prácticas en torno a la gestión de la privacidad en línea. En particular, exploramos cómo tratan las cuestiones de privacidad en sus diferentes redes (entre pares, familia, profesores), cómo utilizan distintas plataformas en línea y sus configuraciones de privacidad para diferentes propósitos (ej. la gestión de qué se comparte y con quién, en línea) y la forma en que abordan cuestiones relativas al tema de la confianza en línea, incluyendo el uso compartido de contraseñas. También reflexionamos sobre cómo las niñas y los niños piensan el significado de la privacidad, tanto en línea como fuera, y sobre cómo perciben las diferencias de género relacionadas con las preocupaciones de privacidad, situaciones de riesgo en línea y hasta con la forma como sus madres y padres abarcan y tratan el tema.

Palabras-clave

Privacidad, adolescentes, diferencias de género.

INTRODUCCIÓN

Con el avance del papel que las tecnologías de información y comunicación (TIC) cumplen en el cotidiano, las discusiones en torno a sus impactos e implicaciones también han avanzado. Su papel, reconocido ampliamente por diferentes organismos internacionales, es caracterizado por la dualidad de las oportunidades y riesgos que éstas e Internet pueden ofrecer. Tomando esto en cuenta, se hace cada vez más común el mirar este fenómeno por una perspectiva legal y de derechos, y el tema de los derechos humanos en el ciberespacio, específicamente los derechos digitales, ganan relevancia en este contexto.

Presente en la Declaración Universal de los Derechos Humanos, la privacidad como derecho gana otra faceta con el uso de las TIC y de Internet, destacándose como un derecho digital a ser respetado y garantizado por las partes involucradas, incluso las organizaciones o plataformas que hacen parte del ecosistema digital.

Asimismo, la privacidad en la comunicación en línea ha sido relacionada con tareas de desarrollo en la adolescencia, es decir, la tarea de crear vínculos significativos con sus pares; la función de establecer una comunicación limitada y protegida a través de espacios mutuos de divulgación voluntaria vinculados a la tarea de desarrollo de la construcción de relaciones íntimas (Peter, Valkenburg, 2011; Westin, 1967).

El proceso de presentación en línea del “sí” es condicionado por restricciones que pueden ser entendidas a través de las lentes de la teoría de la Gestión de la Comunicación de la Privacidad (Petronio, 2002, 2010). Tal teoría discutió la gestión de la información privada tomando en cuenta tres elementos: apropiación, control y turbulencia de la privacidad, relacionados a la forma como personas gerencian el acceso y la protección de sus informaciones (Petronio, 2010). Como un proceso dinámico, dialéctico (Walrave et al., 2016), la gestión de la privacidad puede ser vista como un acto de equilibrio entre apertura y cierre para grupos, personas o situaciones de contextos específicos (Archer et al., 2015). No obstante, este proceso es deteriorado por riesgos relacionados a la privacidad, exposición no deseada y uso indebido de datos personales.

Sin embargo, los riesgos emergentes relacionados al mal uso de los datos personales de adolescentes, en el contexto de las redes sociales (ej. pirateando perfiles, compartiendo información o etiquetando a pares sin permiso, compartiendo fotos desnudas sin permiso etc.) (Barbovski, Velicu, 2014; Haddon, Vincent, 2014) están vinculados al contexto más amplio relacionado con las percepciones y prácticas de los jóvenes en torno a la privacidad.

Este artículo lo diseñamos con base en datos cualitativos para analizar cómo jóvenes entre 11 y 17 años piensan la privacidad, como negocian y personalizan la información que comparten en línea dependiendo de la plataforma y de los públicos pretendidos y las diferencias de género por ellas/ellos percibidas.

METODOLOGÍA

En Brasil, 61% de la población es usuaria de Internet según la encuesta TIC Hogares 2016. Entre niñas, niños y adolescentes de 9 a 18 años, la proporción de usuarios de Internet alcanzó el 82% en 2016, según la encuesta TIC Kids Online Brasil, lo que representa más de 24 millones de personas en esas franjas etarias. En ese contexto de creciente uso de las tecnologías por la población más joven en Brasil, donde esa temática gana cada vez más relevancia, el Centro Regional de Estudios para el Desarrollo de la Sociedad de la Información¹ (Cetic.br) desarrolló un marco de referencia cualitativo para mejor comprender los usos e implicaciones de las TIC por niñas, niños y adolescentes a través de una perspectiva de género. Las dimensiones de interés que componen tal marco de referencia son las siguientes: acceso, uso y oportunidades; auto-presentación en línea y auto-imagen; percepciones de privacidad en línea, socialización de la privacidad y límites personales; y violencia en línea. En colaboración con la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO Argentina), el marco fue desarrollado para ser aplicado en Sao Paulo, Brasil, y en Buenos Aires, Argentina.

Entre agosto y septiembre de 2016, Cetic.br realizó entrevistas semiestructuradas con jóvenes de edades entre 11 y 17 años, en la región metropolitana de Sao Paulo (Brasil). Fueron divididos 12 grupos focales de acuerdo con tres franjas etarias (11-12, 13-14, 15-17) y por el sexo de la persona (es decir, los grupos fueron realizados sólo con niñas y adolescentes o niños y adolescentes). Los criterios de selección de las muestras incluyeron el sexo de los respondientes, la clase social² y el tipo de escuela (pública o privada). Además de esos 12 grupos, el Centro realizó

¹ El Centro Regional de Estudios sobre el Desarrollo de la Sociedad de la Información (Cetic.br), departamento del Núcleo de Información y Coordinación del Punto BR (NIC.br), es responsable por la producción de indicadores y estadísticas sobre la disponibilidad y el uso de Internet en Brasil. En 2012, Cetic.br fue nombrado Centro UNESCO de categoría II con la misión de contribuir a la construcción de sociedades inclusivas de conocimiento e información en América Latina y los países africanos de habla portuguesa a través de las tecnologías de la información y la comunicación. Más informaciones en: <http://cetic.br/>

² El criterio utilizado en este caso fue el Criterio Clasificación Económica Brasil, que clasifica hogares según la posesión de bienes. Más informaciones en: <http://www.abep.org/Servicos/Download.aspx?id=14>.

4 grupos focales con jóvenes entre 15 y 17 años con recorte étnico-racial³. Fueron realizadas también 12 entrevistas en profundidad con madres y padres de niñas, niños y adolescentes con edades entre 11 y 17 años, 6 entrevistas en profundidad con profesoras y profesores de enseñanza básica y media. Por último, fueron realizadas 7 entrevistas en profundidad con adolescentes con edades entre 15 y 18 años con identidad de género y/o sexualidad no heteronormativa. En este artículo enfocaremos en los resultados de los 12 grupos focales realizados (ver Tabla 1).

Tabla 1. Descriptivo de los grupos focales

Grupos focales (5 personas)	Usuaría/o de Internet	Usuarías/os de Internet por teléfono celular	Usuarías/os de redes sociales	Clase Socioeconómica (Sao Paulo)	Tipo de Escuela	Franja Etaria	Sexo
Grupo 1	Si	Si	Si	AB1	Particular	11 a 12 años	Masculino
Grupo 2	Si	Si	Si	AB1	Particular	13 a 14 años	Masculino
Grupo 3	Si	Si	Si	AB1	Particular	15 a 17 años	Masculino
Grupo 4	Si	Si	Si	C2	Pública	11 a 12 años	Masculino
Grupo 5	Si	Si	Si	C2	Pública	13 a 14 años	Masculino
Grupo 6	Si	Si	Si	C2	Pública	15 a 17 años	Masculino
Grupo 7	Si	Si	Si	AB1	Particular	11 a 12 años	Femenino
Grupo 8	Si	Si	Si	AB1	Particular	13 a 14 años	Femenino
Grupo 9	Si	Si	Si	AB1	Particular	15 a 17 años	Femenino
Grupo 10	Si	Si	Si	C2	Pública	11 a 12 años	Femenino
Grupo 11	Si	Si	Si	C2	Pública	13 a 14 años	Femenino
Grupo 12	Si	Si	Si	C2	Pública	15 a 17 años	Femenino

Además de explorar cómo jóvenes entre 11 y 17 años piensan la privacidad, cómo negocian y personalizan la información que comparten en línea dependiendo de la plataforma y de los públicos pretendidos, y cómo navegan por las cuestiones de confianza, en el presente artículo también reflexionamos sobre diferencias de género percibidas en relación a la privacidad en línea, así como de los riesgos relacionados. Las transcripciones de las entrevistas de los grupos fueron analizadas utilizando el software NVivo, usado para análisis cualitativos.

PRIVACIDAD Y GÉNERO EN LÍNEA: RESULTADOS PRELIMINARES

El creciente número de redes sociales y el entusiasmado involucramiento de niñas, niños y adolescentes en ellas han colocado nuevos retos sobre cómo se administra el intercambio de informaciones con diferentes “públicos en red” (Ito, 2008). Sin embargo, la forma como niñas, niños y adolescentes gestionan sus límites en línea se relaciona con cómo configuran y aplican sus límites de privacidad en contextos generales, al mismo tiempo que ésta es modelada por un proceso de socialización.

Este fenómeno no es diferente en el caso de jóvenes que viven en Sao Paulo: niñas, niños y adolescentes están atentas/os a los diferentes públicos presentes en línea y a las características y funcionalidades específicas de cada

³ De acuerdo con el criterio del Instituto Brasileño de Geografía y Estadísticas – IBGE.

red social, de modo a gestionar el contenido y/o información que son intercambiados de acuerdo con el objetivo. Esto sucede en diferentes situaciones, como cuando gestionan, en las redes sociales, los círculos de amistades, cuando gestionan la reputación y expectativas (especialmente por normas basadas en género de lo que es socialmente aceptable para niñas en términos de actitudes, apariencia y comportamientos) y debido a la intrusión y falta de privacidad, particularmente ejercidas por adultos. En este escenario, las habilidades digitales demuestran ser particularmente relevantes para gestionar las configuraciones de privacidad:

“Yo no puedo postear fotos en la fiesta funk, porque a mis amigos evangélicos no les va a gustar, y no puedo postear foto en la iglesia, que a los otros no le va a gustar” (11-12, niñas, escuela pública).

“Mi mamá tenía esa manía; yo y mi hermana posteábamos y ella comentaba la foto peleando [con nosotras]. Yo fui y le dije que si continuaba así, yo la excluiría de mi face [Facebook]” (15-17, niñas, escuela privada).

Aunque de difícil definición, entre las/los jóvenes entrevistados existe una percepción generalizada de la privacidad como algo extremadamente personal, del foro íntimo y particular, o incluso secreto – asociada comúnmente al espacio físico del baño. También es lugar común entre niñas, niños y adolescentes definir a la privacidad por su falta, esto es, por situaciones que representan ausencia de privacidad. En este sentido, algunos jóvenes definen privacidad en oposición a la idea de intromisión o de persecución – práctica a veces ejercida por los padres o responsables –, siempre relacionada a la falta de consentimiento, una violación a esa intimidad que para ellos significa la privacidad.

“Que lo que es tuyo, es tuyo. Tipo, si yo digo para no meter la mano en alguna cosa y la persona va y la mete, ella está invadiendo la privacidad de la otra [persona]” (13-14, niños, escuela pública).

“– Que nadie puede meter la mano. (Niño 1)

– Es tu espacio. (Niño 2)” (13-14, niños, escuela privada).

“[La privacidad en Internet] no existe” (13-14, niños, escuela privada).

“Mi papá siempre toma mi celular, y un día lo encontré leyendo mis conversaciones y me enojé mucho porque si él me pregunta qué pasa, yo le voy a contar. Él me lo saca de mi mano, ni siquiera me deja bloquearlo” (13-14, niñas, escuela privada).

Si bien los jóvenes tienen dificultad para definir fronteras entre el mundo en línea y fuera de línea y con ello las diferencias entre privacidad dentro y fuera de Internet – que para algunos sería idéntica –, esa percepción es luego relativizada al señalarse que en el ambiente virtual se presentan más limitaciones a la privacidad, pues las comunicaciones y contenidos dejan registros que pueden fácilmente ser capturados y esparcidos en la red como un todo, como los pantallazos de conversaciones, por ejemplo. Así, si para algunos Internet aparece como un espacio que permite mayor libertad para decir lo que se piensa, esa libertad viene amarrada de un registro inextinguible. Otro argumento en torno a la idea de ausencia de privacidad en el mundo en línea deriva del uso de las redes sociales, pues hay una asociación implícita entre “estar en la red social” y exponerse, es decir, una exposición en las redes sociales al compartir informaciones, fotos y contenidos. Para algunos adolescentes esa exposición es incentivada por la propia plataforma:

“Las propias redes sociales (...) ellas ven que las personas se exponen y se ponen a dar más oportunidades para que se expongan. El Face hace mucho eso. Parece que ellos van dando cuerda para que las personas se ahorquen” (15-17, niñas, escuela privada).

Existe una percepción, sobre todo entre las/los adolescentes de 15 a 17 años, de que la privacidad también sería más frágil en el ambiente en línea, puesto que los contenidos, conversaciones e informaciones intercambiados están vinculados a plataformas privadas que pueden comercializar tales datos; es decir, existe una noción, y hasta una preocupación, sobre la violación de esa privacidad en el mundo en línea por parte de los dueños de las redes sociales.

“Estoy hablando con una chica en WhatsApp, no estamos solamente nosotros en la conversación, creo que esas informaciones también son vendidas” (15-17, niños, escuela pública).

“[Yo me preocupo] sobre postear fotos mías, en cualquier red social, porque nosotros decimos que es privado, pero de algún modo no lo es, porque cualquier uno que tenga Facebook, si googlean tu nombre, todos tus registros aparecen.” (15-17, niñas, escuela privada).

Las/los niñas, niños y adolescentes hacen una gestión de las plataformas que utilizan de acuerdo con el contenido que quieren publicar, tomando en cuenta cuáles son las personas que están presentes en cada una de las plataformas. Esto consiste en el uso que las/los jóvenes hacen de las diferentes redes sociales, considerando cuáles son sus

características, condiciones, funcionalidades – es decir, por ejemplo, si tal red social les permite publicar una foto por tiempo pre-determinado (ej. Snapchat) o no. Junto a la de plataformas, las/los jóvenes realizan la gestión de sus redes, identificando qué contenidos pueden publicar considerando quiénes hacen parte de su red de amigos en determinada plataforma. Esta gestión es intensificada cuando toman en cuenta la presencia o no de sus padres y/o familiares en las plataformas, llevándolos a no postear contenidos específicos o a bloquearlos cuando publican tales contenidos.

"Yo voy a postear alguna cosa, ahí bloqueo a toda la familia. Tipo, amigos excepto familia (...) porque si no van a decir "que ropa es esa con la que saliste de casa ayer" (15-17, niñas, escuela privada).

"Si posteo video fumando narguile, a mi mamá no le gusta, pero mi papá es más tranquilo. Por eso yo posteo más en el Snap, ya que no tengo a mi mamá en el Snapchat" (15-17, niños, escuela privada).

Las/los jóvenes entrevistados relatan el compartir contraseñas con su mamá y/o papá, quienes pueden verificar los contenidos presentes en las redes sociales, lo que se evidencia más fuertemente en jóvenes de franjas etarias más chicas. Muchas veces, el hecho de compartir la contraseña es visto como una importante prueba de confianza y transparencia, y una señal de que no hay nada a ser escondido:

"– Mi mamá tiene mi contraseña de Facebook.

– Tiene que tenerla [la contraseña], es regla de la casa" (11-12, niños, escuela pública).

"[compartir] la contraseña de mi celular está bien, porque yo no tengo nada que esconder. Pero mis redes sociales son más privadas" (15-17, niños, escuela privada).

Esta práctica también es bastante común entre parejas que intercambian sus contraseñas, no siempre de manera voluntaria. Sin embargo, sabiendo que otros tendrán acceso a sus conversaciones y contenidos, sean sus padres o parejas, muchos relataron borrarlas.

"Una vez le pasé la contraseña para mi novia, pero cuando terminé, yo la cambié. (...) Yo tenía la contraseña de ella y ella la mía. Después que terminamos, yo cambié mi contraseña y creo que ella cambió la de ella." (15-17, niños, escuela privada).

"Él [ex novio] medio que me obligó. Yo ya borraba todas las conversaciones del día." (13-14, niñas, escuela privada).

Niñas, niños y adolescentes perciben que existe una diferencia como sus madres y/o padres las/los tratan y colocan (o no) límites a su privacidad. Esta diferencia la notan principalmente cuando se comparan con sus hermanas/hermanos:

"Mi papá dijo que dejaba a mi hermano más libre, pero que yo siempre iba a ser su niñita, que él siempre va a tomar más cuidado conmigo que con mi hermano. Que hay mucho más peligro de que algo pase conmigo que con mi hermano." (11-12, niñas, escuela privada).

"Porque son niñas y los papás tienen más cuidados con ellas. Porque si mi papá tomara mi celular y viera que estoy conversando con alguna chica, el diría "Muy bien, hijo!!" (13-14, niños, escuela privada).

"Si mi mamá toma mi celular para dar echar una mirada y encuentra una foto o alguna cosa, está todo bien, soy un chico, los chicos son así, ella lo va a entender, pero si es mi hermana, pobre de ella." (15-17, niños, escuela privada).

"– A mi papá no le gusta que yo me exponga en Internet. (Niña 1)

– A mi papá no le gusta que yo postee foto de bikini. (Niña 2)

– Mi mamá también dice que [la niña] queda mal vista, que van a creer que eres una chica indecente. (Niña 3)

(...)

– Como por ejemplo, tomaron una foto de una mujer de bikini en Internet e hicieron un fotomontaje de ella sin bikini y él [mi papá] me mostró lo que hacen. Y me dice que pueden hacerlo conmigo. (Niña 2)" (15-17, niñas, escuela privada).

Y entonces la preocupación sobre las consecuencias en torno de la violación de la privacidad para niñas y niños es percibida de manera distinta: entre los niños, hay un recelo en que alguien invada su perfil y coloque en duda su heterosexualidad, mientras que para las niñas, hay preocupación con su seguridad física.

“Cuando viajé para Minas [Minas Gerais, estado brasileño] para jugar fútbol, yo salía y dejaba mi celular allá y ellos se quedaban mandando [mensajes] para las chicas [diciendo] que yo era gay. Pero yo ya dejaba avisado que no iba a usar [el celular], que si alguien mandaba mensaje, serían los chicos.” (13-14, niños, escuela pública).

“Porque es peligroso. Supe de una chica que dejó un celular en tal lugar de la escuela, se lo robaron y descubrieron su dirección y asaltaron la casa de la chica. Y hay también tipos que van y secuestran niñas; hay pedofilia también, es peligroso, y yo no veo que eso pase con los chicos. Pasa, pero es muy poco. Lamentablemente las chicas tienen que preocuparse más, chicos corren menos riesgos.” (11-12, niñas, escuela pública).

“– Mi mamá tiene miedo que yo hable con personas que no viven cerca mío, o que ella no conoce personalmente; yo no puedo hacer amigos de otros estados, que ella ya me dice que [la persona] es un pedófilo, que va a querer matarme cuando salga a la calle. (Niña 1)

– Sí, pero eso realmente pasa, y da miedo, no? (niña 2)

– Sí. (Niña 3).” (13-14, niñas, escuela pública).

Otra gran preocupación entre las niñas es la divulgación no consentida de sus fotos íntimas, semidesnudas y/o desnudas, conocidas como *nudes*, generalmente enviadas a otra persona de confianza (*sexting*⁴). En todos los grupos focales hubieron relatos de experiencias de ese tipo y, de modo general, fotos de niñas son esparcidas sin consentimiento, con consecuencias negativas para ellas, relatos que van desde la salida de su escuela hasta intentos de suicidio. Las experiencias más recurrentes se refieren a la filtración de fotos por quienes las recibieron en confianza, generalmente (ex) parejas, amigos o amigas.

“En mi escuela hay una chica, ella mandó *nudes* para un chico, el chico la posteó, y ella se cambió de país; la mamá de ella quería matar al chico, ella quería matarse y casi se mató tirándose en la línea del tren.” (11-12, niñas, escuela pública).

“– Se filtró también de mi compañera. El novio imprimió las fotos de ella, y las puso en un poste de la calle, fue horrible, fue un caso de policía. (Niña 1)

– Mi amiga mandó un *nude*, para un chico que a ella le gustaba, y él no estaba ni ahí con ella. Ahí él mandó para todas las amigas de ella, y lo esparcieron por toda la escuela. Hasta los padres terminaron sabiendo, le sacaron el celular. (Niña 2)” (13-14, niñas, escuela pública).

“Conozco a una niña que salió del otro colegio porque mandó un *nude* para un niño, el colegio entero lo vio y ella tuvo que salir del colegio.” (13-14, niñas, escuela privada).

“– Una chica que yo conozco, en la semana que ella mandó fotos para el chico, él las filtró y se las mandó a un montón de gente. Entonces empezaron a escribir unas cosas en la mesa y después mandaron en el grupo (niño 1).

– Es una falta de privacidad, ella manda y pide ‘no se las mandes a nadie, por favor’. La chica confió en él y el no está ni ahí. (Niño 2)” (13-14, niños, escuela pública).

Una respuesta común en los grupos focales a ese tipo de situación fue, en primer lugar, culpar a las chicas por sacarse y compartir sus fotos. Tal como notado por Ringrose et al. (2013), discursos en torno al *sexting* tienden a reproducir normas morales de culpabilización de las víctimas en casos de abusos sexuales (Salter et al., 2013: 312) en vez de repudiar el sexismo cultural que respalda el intercambio desautorizado y coercitivo de fotos de chicas (:307). Como resultado, los discursos en torno del *sexting* reconstruyen a las niñas como objetos sexuales a ser controlados y su sexualidad como algo a ser vigilado y reglamentado (Salter et al., 2013):

“Ella también está equivocada de mandar [*nudes*] (...) porque si alguien me los manda y yo los divulgo, la culpa no va a ser mía, va a ser de ella. Yo pienso así.” (13-14, niños, escuela pública).

“Pero, pensando bien, yo creo que ellas [chicas] quieren eso [que la foto sea esparcida] porque si ellas no quisiesen eso, ellas no se sacarían la foto.” (15-17, niños, escuela privada).

⁴ En el contexto brasileño, la práctica del “sexting” (o sexteo) es frecuentemente referido a “intercambiar *nudes*”, o sea, voluntariamente intercambiar fotos o videos de su propio cuerpo. Esta práctica parece estar difundida en Brasil y no es algo tratado como un problema en sí mismo en éste artículo. Este trabajo se refiere a situaciones donde tales imágenes han sido compartidas con partes terceras sin el consentimiento, una práctica que es más suele pasar frecuentemente con las niñas y adolescentes y que resulta en situaciones extremadamente problemáticas.

“Quiero preguntarle algo a ella: la chica fue forzada a mandarle la foto al chico o lo hizo porque ella quería? Ella lo hizo porque quería.” (11-12, niñas, escuela privada).

CONCLUSIONES

En nuestro estudio, los jóvenes comparten sus percepciones sobre la privacidad - como algo definido por sus limitaciones, algo que se les es quitado; algo frágil, o incluso no existente en línea. A respecto de las plataformas, los jóvenes hacen uso de características particulares de cada plataforma y personalizan las configuraciones de privacidad de modo a gestionar los públicos pretendidos (para seleccionar y excluir categorías específicas), según el contenido posteado.

Las amenazas a la privacidad fueron identificadas en forma de personas conocidas, generalmente padres/adultos que no respetan su intimidad o que se entrometen o forzosamente violan su privacidad (de modo a verificar sus conversaciones en sus teléfonos, por ejemplo), compañeros y/o parejas, que también violan la privacidad al acceder y esparcir contenidos sin el consentimiento de las/los jóvenes; o entidades comerciales anónimas que recopilan y usan sus informaciones sin permiso. Hay un sentimiento generalizado que los jóvenes transmiten sobre la exposición inexorable y la pérdida de privacidad que viene como un precio por el uso de las redes sociales.

Además, el estudio pone luz sobre diferencias de género en relación a la privacidad y las consecuencias de su violación, pues según reportaron las y los jóvenes, es más probable que las niñas sean objeto de comportamientos no consensuales de terceros, así como más propensas a que sufran consecuencias negativas, y por lo tanto están más sujetas a la violación de sus derechos.

Los resultados preliminares de este análisis nos muestran la importancia de conducir estudios que aborden los temas en torno a los derechos digitales y a la privacidad, a partir de una perspectiva de género, junto a niñas, niños y adolescentes, de modo que discusiones más exhaustivas sean realizadas.

RECOMENDACIONES E IMPLICACIONES PRÁCTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

- Involver a actores-clave en los debates de TIC y género y promover concientización del tema: en particular, dar voz a niñas, niños y adolescentes y también involucrar a madres, padres, educadoras/es, los medios de comunicación, el sector privado e investigadores;
- Estimular más investigaciones para la producción de datos de forma más oportuna y robusta sobre el uso de TIC por niñas, niños y adolescentes desde una perspectiva de género, disminuyendo las brechas de conocimiento e informando a las/los tomadores de decisión;
- Utilizar abordajes de métodos-mixtos siempre que sea posible, produciendo datos cuantitativos y cualitativos;
- Dar atención especial a las brechas de datos en términos de temas (ej. Privacidad y violencia en línea), franjas etarias (ej. Niñas más chicas) y alcance geográfico (ej. Hemisferio sur, áreas rurales);
- Incorporar el debate de género en investigaciones y políticas públicas relacionadas al uso de TIC por niñas, niños y adolescentes y fortalecer la importancia de políticas públicas basadas en evidencias en este ámbito.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo no sería posible sin el apoyo del Centro Regional de Estudios para el Desarrollo de la Sociedad de la Información (Cetic.br), departamento del Núcleo de Información y Coordinación del Punto BR (NIC.br).

REFERENCIAS

- Archer, K., Christofides, E., Nosko, A. and Wood, E. (2015). Exploring disclosure and privacy in a digital age: Risks and benefits. In L. D. Rosen, N. A. Cheever, and L. M. Carrier (Eds.) *The Wiley handbook of psychology, technology and society*, Wiley Blackwell, 301–320.
- Barbovschi, M., and Velicu, A. (2015). Fraped selves: hacked, tagged and shared without permission: challenges of identity development for young people on Facebook. In Lorentz, P., Metykova, M., Smahel, D. and Wright, M. (eds.) *Living in the Digital Age: Self-Presentation, Networking, Playing, and Participation in Politics*, Masaryk University Press.
- Donas, J. B. (2001). Hacia la cuarta generación de Derechos Humanos: repensando la condición humana en la sociedad tecnológica. *CTS+ I: Revista iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e innovación*, 1(3).
- Döring, N. (2014). Consensual sexting among adolescents: Risk prevention through abstinence education or safer sexting? *Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace*, 8(1), article 9.

- Haddon, L. and Vincent, J. (2014), European children's and their carers' understanding of use, risks and safety issues relating to convergent mobile media. *Report D4.1*. Milano: Unicatt.
- Ito, M. (2008). Introduction, in *Networked Publics*, Kazys Varnelis (ed.), 1-14.
- Martínez-Villalba, J. C. R. (2014). La cuarta ola de derechos humanos: los derechos digitales. *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*, 25(1), 15-45.
- CGI.br. (2017). Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: TIC Domicílios 2016. São Paulo: *Comitê Gestor da Internet no Brasil*.
- CGI.br. (2017). Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação por crianças e adolescentes no Brasil: TIC Kids Online Brasil 2016. São Paulo: *Comitê Gestor da Internet no Brasil*.
- Peter, J. and Valkenburg, P.M. (2011). Adolescents' online privacy: Toward a developmental perspective. In S. Trepte & L. Reinecke (Eds.) *Privacy online: perspectives on privacy and self-disclosure in the social web*. London: Springer, 221-233.
- Petronio, S. (2002). *Boundaries of privacy: Dialectics of disclosure*, State University of New York Press, New York.
- Petronio, S. (2010). Communication privacy management theory: what do we know about family privacy regulation? *Journal of Family Theory and Review*, 2, 175-196.
- Ringrose, J., Harvey, L., Gill, R., and Livingstone, S. (2013). Teen girls, sexual double standards and 'sexting': Gendered value in digital image exchange. *Feminist Theory*, 14(3): 305-323.
- Salter, M., Crofts, T., and Lee, M. (2013) Beyond Criminalisation and Responsibilisation: "Sexting", Gender and Young People. *Current Issues in Criminal Justice*, 24(3): 301-316.
- Walrave, M., Utz, S., Schouten, A. P. and Heirman, W. (2016). Editorial: The state of online self-disclosure in an era of commodified privacy. *Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace*, 10(1), article 1.

Impacto de la penetración de las telecomunicaciones en la pobreza y desigualdad en el Ecuador (2009-2010 / 2015-2016): Análisis y planteamiento de políticas para mejorar la cobertura y asequibilidad

Ramiro Valencia Barahona

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones

ramiro.valencia@arcotel.gob.ec

BIOGRAFÍA

Ramiro Valencia B., es Ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, Especialista (c) en automatización y control electrónico y Master en economía del desarrollo, ha trabajado varios años en la realización de política en el Ministerio de Telecomunicaciones, y también en la regulación del sector de telecomunicaciones en Ecuador, y actualmente es Director de Estudios, Análisis Estadístico y de Mercado en la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones de Ecuador, ARCOTEL.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar el impacto por el aporte de los servicios de telecomunicaciones (telefonía móvil e Internet) sobre la métrica de pobreza, a través de la variación del ingreso promedio; y, la desigualdad agregada de los hogares en el Ecuador entre los años 2009 y 2010 en comparación con el intervalo entre el 2015 y 2016; de tal forma que, las conclusiones detalladas sean un instrumento para la generación de políticas públicas efectivas e inclusivas en el acceso y asequibilidad para mencionados servicios.

Dentro del planteamiento metodológico, se ocupan las técnicas de modelamiento *Propensity Score Matching* en combinación con *Difference in Differences*, lo cual nos permite completar la estimación con resultados más confiables. De esta forma, como resultado de la investigación planteada, se obtiene un mejoramiento en el porcentaje del ingreso anual de los hogares; asimismo, se examina la relación o cambio de la desigualdad entre quintiles; y, en general, el estudio determina un aumento en el índice de Gini ponderado para los grupos que muestran acceso a la tecnología en los dos intervalos de años analizados; con lo cual se infiere que, en el cierre de la brecha tecnológica, el incremento de ingresos fue mayor para los quintiles altos; y, por lo tanto, se generó un desbalance en la igualdad.

Finalmente, esta investigación plantea que, dado el nivel de impacto de la tecnología, la política pública y la regulación, los Estados deben focalizar la expansión, cobertura y asequibilidad de estos servicios a sectores específicos, grupos vulnerables o prioritarios; y, donde la introducción de los servicios digitales con contenidos determinados, puedan impulsar un mejoramiento en su situación económica. Así, se plantea brevemente y explica teóricamente una metodología que podría servir en el país para que a través de la política pública y la regulación se impulse la cobertura de infraestructura y demanda insatisfecha dentro de estos servicios hasta el año 2021 dentro del marco del Plan TIC 2017-2021.

Palabras Clave

Modelo Econométrico, Propensity Score Matching, Difference in Differences, Telecomunicaciones, Telefonía móvil, Internet, Impacto, Pobreza, Desigualdad, Expansión, Asequibilidad.

INTRODUCCIÓN

En torno al argumento de desarrollo debido a las contribuciones tecnológicas se han planteado diversos aportes, relacionándolo cronológicamente con términos y aspectos como: post-industrialización; innovación, (Schumpeter, 1912); tecnología, (Solow, 1957); economía de la información, (Stigler, 1961); conocimiento y cambio tecnológico, (Romer, 1990); tecno economía, (Pérez, 2003); digitalización, (Katz, 2012); todos entendidos como procesos que

han desembocado en el análisis sobre la participación de la transformación tecnológica en el crecimiento económico, generación de empleo, mejoramiento de las capacidades, entre otras. Los términos antes mencionados, justamente han llevado a comprender el carácter movilizador que tienen las tecnologías y sus servicios conexos, mismos que han dirigido a las naciones en búsqueda de la visión integral para desarrollarse a través de la técnica, la cual representa un campo transversal que puede suscitar cambios profundos en el desenvolvimiento económico competitivo.

Durante los últimos años se ha evidenciado en el Ecuador un crecimiento económico y una notable disminución en los índices de pobreza; asimismo, se ha podido observar un cambio estructural en el incremento de los indicadores tecnológicos y la universalización de estos servicios. De esta forma, el presente trabajo de investigación está enfocado en verificar si existe causalidad alguna entre la disminución de la pobreza determinada bajo una perspectiva por el incremento promedio de ingreso en los hogares en el Ecuador debido al aumento de los servicios de telecomunicaciones entre los intervalos para los años 2009-2010 y 2015-2016¹.

Sin duda, el acceso a la tecnología ha abierto espacios de discusión; por una lado, sobre la necesidad de su categorización como de acceso público, debido a la importancia que muchos estudios indican sobre los efectos de derrame que generan en varios mercados; y, por otro lado, se reconoce que los beneficios que generan las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), no están equitativamente distribuidos para todos los ciudadanos; por lo que, se constituyen como “nuevos factores de desigualdad conocidos como brecha digital, que reproducen distinciones ya encontradas en las sociedades y por lo tanto se exacerban las diferencias en el acceso por parte de los distintos grupos sociales” (Castells, 2006). Estos efectos se agrupan en otra forma de visualizar la brecha generacional, socioeconómica, de género, geografía, étnica, entre otras. En este contexto, “la pobreza es la negación de los derechos humanos y bajo esta premisa el denegar acceso a la información reviste de desamparo y desigualdad a quienes adolecen la falta de este servicio. Además, es un aspecto de desventaja frente a otros sujetos que contando con el input informativo pueden tomar mejores decisiones para elección de sus preferencias.” (Garrido, 2005). Pero es importante aclarar que las tecnologías no amplían las desigualdades por sí mismo, ya que como argumenta Castells, estas inequidades se podrían generar alrededor de la posibilidad de acceder a la información que se cursa por esta red.

En el ámbito del desarrollo del presente trabajo, se hace referencia a la importancia de la regulación y la política pública en el mercado de las telecomunicaciones, dado que corresponde a un entorno con características incompletas y asimétricas; y, el cual, por su origen de transmitir información, resulta clave dentro del proceso de integrar o generar dispersión alrededor de otros mercados. De esta forma, se corrobora las investigaciones literarias y empíricas en torno al tema de cuantificación del impacto tecnológico; y que están descritas en función del ámbito en el cual las telecomunicaciones aportan significativamente; así, por ejemplo, en el crecimiento económico, disminución de la pobreza, mejoramiento de ingreso, aumento de empleo, entre otros; con lo cual se describen brevemente metodologías necesarias para generar efectivamente las políticas de cobertura y expansión de los servicios de telefonía e Internet.

Así, en la parte técnica, se utilizan las metodologías de modelamiento *Propensity Score Matching* (propensión por puntajes para emparejamiento) en complemento con *Difference in Differences* (diferencia en diferencias), con la finalidad de encontrar el impacto promedio que se refleja en el porcentaje de los ingresos de los hogares ecuatorianos para los intervalos de los años 2009-2010 y 2015-2016, dado un aumento en la penetración de los servicios de telecomunicaciones. La utilización de estos métodos amerita atención especial en la especificación del modelo, donde se toman en cuenta las características comunes de los hogares que se asignan para los grupos de tratamiento y control, con la finalidad de evitar posibles sesgos. Establecido el modelo, se estiman los puntajes de propensión para la participación de los hogares en el acceso a las TIC y que serán la base para el emparejamiento entre grupos, lo que permitirá tener un resultado confiable debido a la homogenización de las muestras.

La conclusión general, tanto en telefonía celular e Internet, es un impacto positivo y significativo en el ingreso anual con relación a la penetración de los servicios de comunicaciones. En telefonía celular el impacto es de 10,75% y 17,14%, mientras que para Internet es de 21,31% y 19,6% de mejoramiento en el ingreso promedio para un hogar que pasó de no tener acceso al servicio en 2009 o 2015 y lo obtuvo en el año 2010 o 2016 respectivamente. De igual manera, se puede destacar un impacto positivo en el aumento del porcentaje de ingreso relacionado con el uso de

¹ Se optó escoger estas muestras de información, ya que se comprobó que el panel de información (obtenido a partir de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo –ENEMDU– del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador –INEC–) hacía referencia al seguimiento de los mismos individuos en los dos años consecutivos para ambos intervalos, pero se debe notar que cada intervalo contiene datos de individuos diferentes entre ellos.

servicios digitales; cuando, por ejemplo, el nivel de escolaridad o edad incrementan, cuando un hogar pertenece al área urbana o también cuando un jefe de familia es de género masculino.

En otro contexto, resulta relevante el hecho que la desigualdad entre quintiles se haya incrementado; infiriéndose que en los grupos más altos se aprovecha la infraestructura y los contenidos de mejor manera; lo cual les permite generar un incremento mayor en su ingreso con relación a los quintiles más bajos.

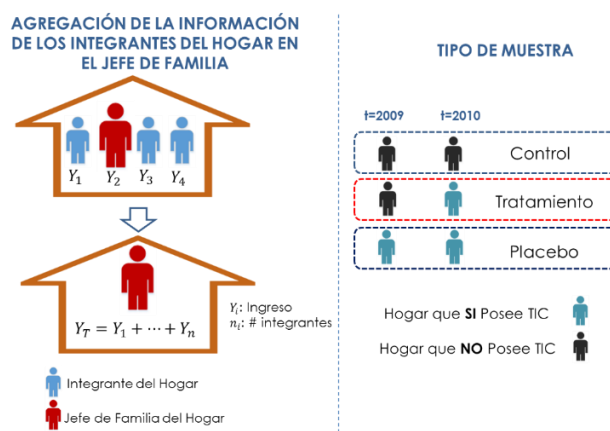
Sin duda esta investigación puede representar un punto de apoyo para la determinación de políticas de desarrollo de los servicios de telecomunicaciones en sectores y grupos específicos que se encuentran relegados del uso de la tecnología; de esta manera se plantean dos metodologías para el diseño de políticas de cobertura: infraestructura y asequibilidad de los servicios, de tal forma que en estos sectores se podría enfocar de manera óptima el desarrollo de programas dirigidos por los gobiernos.

METODOLOGÍA Y MODELO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO

El objetivo de este trabajo es estimar el efecto que tiene el acceso a las TIC (telefonía celular e Internet) sobre el ingreso promedio de los hogares en el Ecuador entre los años 2009-2010 y 2015-2016. En este sentido, se contabiliza el ingreso total que posee cada hogar en función del ingreso de cada uno de sus integrantes (Y_{it}), tal como se observa en la figura 1(a). De igual manera, se toman en cuenta otras variables dependientes relacionadas con el acceso a telefonía móvil e Internet, así como otras condiciones vinculadas con el jefe del hogar. En esta investigación se utiliza la técnica de propensión de emparejamiento por puntuación (*Propensity Score Matching*) y diferencia en diferencias (*Difference in Differences*) a través de un análisis cuasi-experimental para la medición del impacto; es decir, que se busca estimar la variación que se presenta en la variable de ingreso producido por el acceso o tenencia de las TIC entre el año 2009 y el año 2010, así como del año 2015 con el 2016.

En función de la utilización de este método se tienen grupos de hogares tratados (tratamiento) y no tratados (control); es decir, se realiza el análisis entre el nivel de ingreso de los hogares que no han accedido a las TIC en ningún periodo del análisis versus hogares que inicialmente no tienen acceso a las TIC en el año base, y que pasaron a tener acceso a las TIC en el año siguiente, tal como se observa en la figura 1(b).

Figura 1. (a) Agregación de la información de los integrantes del hogar, en el jefe de familia. **(b)** Definición del hogar dentro de la muestra



Una vez observada la técnica a utilizar, se definen los grupos de tratamiento, control y placebo, este último necesario para establecer pruebas de robustez o confianza de los resultados iniciales relacionados con la endogeneidad entre el ingreso y el acceso a las TIC.

En primer lugar, se aplica la técnica de *Propensity Score Matching* para visualizar características observables que permitan asignar una puntuación a cada uno de los hogares que presentan ciertas características específicas, de tal forma que estos puedan ser emparejados a partir de la menor distancia de la puntuación entre ellos; es decir, mientras más puedan asemejarse entre sí. Dichos hogares serán emparejados uno a uno, tanto para el grupo de control como para el grupo de tratamiento.

A pesar de que la aplicación de esta técnica aproxima muy bien el resultado obtenido, esta no puede apreciar otro tipo de variables no observables que permitan mejorar o diferenciar el efecto de las TIC en cada uno de los hogares, como por ejemplo la habilidad de los miembros de un hogar para el manejo de las TIC dado que la información sobre la preferencia o manejo de las tecnologías no es reflejado con la información disponible, por lo que la

estimación reduce el campo de acción a las preferencias que se pueden observar dentro de la base de datos. En este sentido, es importante indicar también que *Propensity Score Matching* no descarta en su totalidad el sesgo de selección por variables no observables o endogeneidad, el mismo que puede ser analizado mediante técnicas de sensibilidad para medir el sesgo obtenido de la doble causalidad observada entre el acceso a las TIC por el mejoramiento de ingreso de los hogares y viceversa. Es así que tomando en cuenta estos antecedentes se realiza una estimación complementaria que pueda eliminar en parte este sesgo por endogeneidad.

De esta manera, y luego de aplicar el emparejamiento, se emplea la metodología diferencia en diferencias (*Difference in Differences - DID*) para obtener el impacto en el ingreso promedio de los hogares, debido a la utilización de la telefonía o Internet. Esta técnica es utilizada tanto para análisis experimental como no experimental, y principalmente tiene como ventaja, la apreciación de características no observables contenidas en el seguimiento de un mismo hogar en el tiempo. Esta técnica es estimada a través de un modelo lineal con tres coeficientes principales: tratamiento (*treat*), año (*year*) e interacción (*interaction*: año por el tratamiento).

Es así que se trabaja con el panel de cuatro años (2009-2010 y 2015-2016) de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), lo que permitirá emparejar a los individuos del tratamiento y control, y luego obtener el efecto promedio en el ingreso por el cálculo de diferencias, para conocer el impacto que tuvo la introducción de las TIC entre un año y el siguiente.

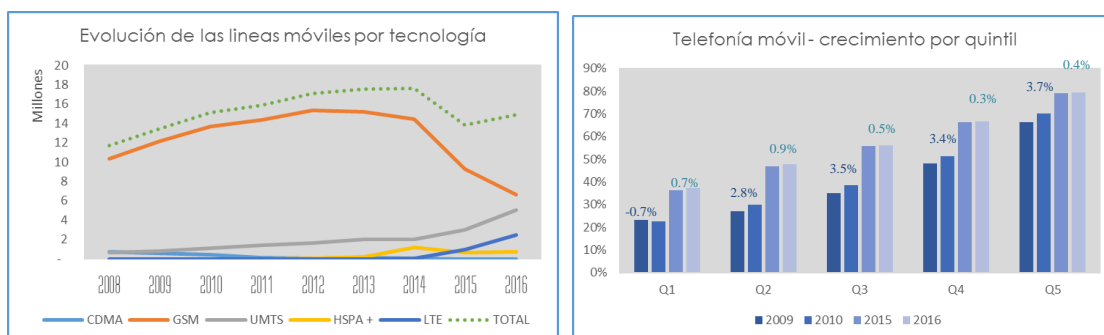
ANÁLISIS DE LA TELEFONÍA FIJA E INTERNET EN ECUADOR

Telefonía móvil celular

Es importante observar en la figura 2(a) que existió un crecimiento en la densidad de 8,32% y 4,7% entre 2009-2010 y 2015-2016 respectivamente. Asimismo, se tiene un incremento en la cobertura del servicio en tecnología 2G, 3G y 4G. De esta manera, se tiene que las líneas con tecnología CDMA ya han desaparecido actualmente por el cambio y mejoramiento de las tecnologías GSM y UMTS. De esta forma se puede apreciar que la tecnología UMTS, HSPA y LTE poseen la mayor tasa de crecimiento compuesto, la misma que permite tener a sus abonados mayores velocidades de navegación de Internet y una mejor calidad de servicio en lo que a transmisión de voz se refiere.

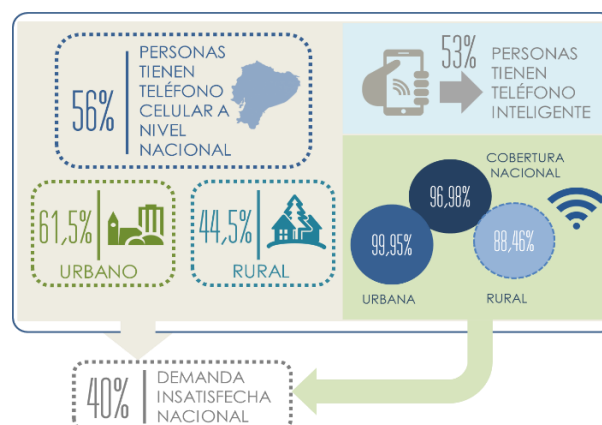
Asimismo, en la figura 2(b) se muestra a nivel nacional el incremento en el número de líneas adquiridas por cada quintil, siendo el quintil 5 el que ha experimentado el crecimiento más importante entre 2009-2010 (3,7%), y el quintil 1 entre 2015-2016 (0,7%). Asimismo, es relevante mencionar que la relación de densidades entre el quintil más rico versus el quintil más pobre, ha aumentado de 2,85 veces en 2009 a 3,11 unidades en 2010, y ha disminuido entre 2015 y 2016 de 2,17 a 2,14 veces².

Figura 2. (a) Evolución de líneas activas por tecnología (demanda) **(b)** Evolución de líneas móviles totales por quintil



Finalmente, en la figura 3 se muestra el resultado entre oferta y demanda de la telefonía móvil para el año 2016. A nivel nacional, la cobertura de todas las tecnologías es de 96% del territorio, y las personas que poseen uno o más equipos activados, representa el 56% de la población. Es decir que, aunque existe un incremento en la oferta y demanda de los servicios, todavía existe un potencial grupo de personas al cual el servicio no está llegando; y, principalmente nos lleva a deducir que se tratan de diferencias en las llamadas inter-operador (costos de interconexión), y en otro caso a la asequibilidad propia del servicio a grupos de personas o grupos con reducidos ingresos. Es importante, destacar que la brecha o demanda insatisfecha es aún mayor en las zonas rurales, debido también a un efecto de falta de cobertura en zonas muy dispersas de población.

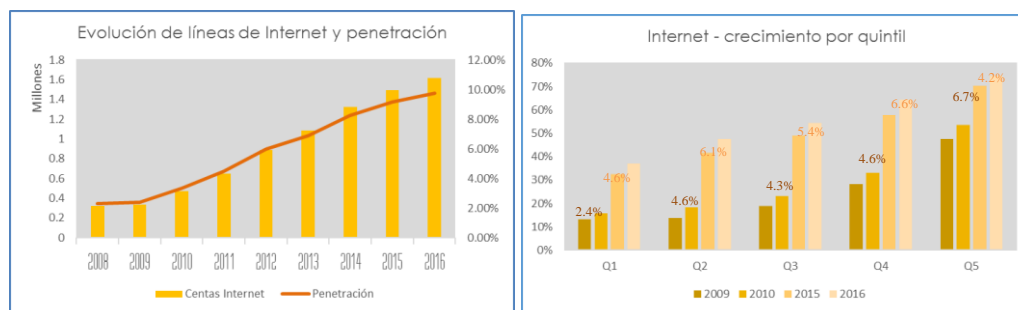
² Se puede acceder a todos los archivos de resultados de esta investigación en la dirección electrónica: <https://bit.ly/2qx1WEi>

Figura 3. Oferta y demanda de la telefonía móvil en el Ecuador 2016

Internet

Con relación al servicio de Internet, en la figura 4(a) se tiene un incremento en la penetración que pasó de 2,41% en el 2009 a 3,35% en el 2010; y, de 9,16% en el 2015 a 9,76% en el 2016. Este indicador únicamente muestra información del acceso a Internet fijo en el hogar; y, también es importante definir que las provincias que tienen la mayor penetración del servicio son Pichincha, Guayas y Azuay; es decir, las que poseen un mayor número de habitantes.

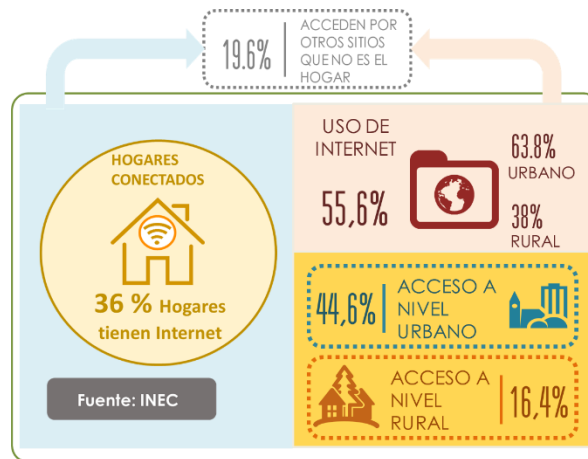
En la figura 4(b), se puede apreciar que el promedio de crecimiento del uso del servicio en los quintiles altos (4 y 5) oscila entre el 4,6% y 6,7% entre 2009 y 2010; mientras que, en el 2015 y 2016 pasó a ser de 6,6% y 4,2%. Además, se puede mencionar que la relación entre el quintil más rico con respecto al quintil más pobre ha disminuido de 3,57 veces en 2009 a 3,41 en 2010; y, de 2,17% a 2,01% entre el 2015 y 2016, existiendo una disminución en la brecha tecnológica en el servicio mencionado.

Figura 4. (a) Evolución de líneas de Internet (demanda) (b) Evolución de líneas totales por quintil

La usabilidad de Internet en la zona urbana ha presentado un incremento importante entre el 2009 y 2010, de por lo menos 5,7%, y la tasa de crecimiento compuesto de uso de Internet a nivel nacional entre 2008 y 2010 es de casi 30%, lo cual denota que es un servicio en auge, pero se podría inferir que su asequibilidad está expresamente dirigida a las zonas urbanas o quintiles más altos, según lo que se muestra.

Asimismo, es importante destacar que en la figura 5, para el análisis del año 2016, se observa una cobertura del servicio en el 55,6% del territorio, con una mayor presencia en zonas urbanas (63,8%). Igualmente, a nivel de uso efectivo del servicio, en las zonas urbanas se registra un 44,6%, mientras que un 16,4% en las zonas rurales. En este sentido, se determina que existe un 19,6% de hogares que se ven en la necesidad de utilizar este servicio través de otros medios como uso en espacios educativos, Infocentros, cyber cafés, entre otros. Es importante mencionar que la brecha o demanda insatisfecha en este servicio se podría tratar debido a dos aspectos: falta de cobertura en las zonas alejadas y falta de asequibilidad al servicio tanto en zonas urbanas y rurales.

Figura 5. Oferta y demanda del Internet en el Ecuador 2016



ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍAS

Base de Datos

Con el objetivo de realizar la estimación, se utiliza información en *data panel* perteneciente a la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), para obtener datos de individuos y hogares entre los años 2009-2010; y, 2015-2016. En esta encuesta se dispone de información sobre el acceso a servicios de telefonía móvil e Internet a nivel individual, por lo que se consideró agregar los datos al jefe de familia para obtener resultados a nivel de hogar.

La base de información de la encuesta ENEMDU, en el año 2009 posee datos de 78.878 individuos, y para el año 2010 se tiene un total de información para 84.406 personas. De igual manera, para el año 2015 se poseen 105.770 observaciones y para el año 2016 un total de 106.956 muestras. El tratamiento de la información está determinado por la identificación y seguimiento de las mismas personas y hogares en los años antes mencionados. El proceso de seguimiento de las mismas personas y hogares dentro de ambas encuestas fue realizado por la ubicación uno a uno, ya sea por la variación de edad del individuo entre los dos años, número de miembros del hogar o género del jefe de familia. Es importante destacar que el efecto medible será aislado entre cada intervalo, debido a que los individuos que son visualizados entre el 2009-2010 no son los mismos para el intervalo 2015-2016.

Una vez emparejada la información de ambas bases de individuos (2009-2010) se obtiene una base total de 163.284 datos de personas (78.878 del año 2009, sumado 84.406 del año 2010). Con respecto al intervalo (2015-2016) se obtiene una base total de 212.726 datos de personas (105.770 del año 2015, sumado 106.956 del año 2016). Luego de agregada la información válida de todos los hogares, se obtuvieron un total de 22.602 hogares (para los años 2009 y 2010) y de 30.324 hogares (para los años 2015 y 2016), los mismos que fueron depurados por edad y género del jefe de familia, con lo cual se tiene un total de 11.301 y 15.162 hogares de cada año en cada uno de los intervalos correspondientes para la realización del seguimiento.

Dentro de la información descriptiva de las bases de datos depurada, se tiene que en **línea base (año 2009)** existen un total de 19.102 hogares, de los cuales 9.248 (48.41%) registran tenencia de telefonía celular y 9.854 (51.59%) no poseen acceso. En el caso de Internet 2.070 hogares (10.84%) tienen acceso y en 17.032 viviendas (89.16%) no lo han usado. En el **año 2010** tenemos 20.809 hogares válidos, de los cuales para el caso de la tenencia de un celular existen 10.522 (50.56%) y los que no poseen equipamiento celular son 10.287 (49.44%). Por otro lado, en el servicio de Internet hay 2.498 viviendas (12%) que poseen acceso, y el número de hogares que no tienen acceso es de 18.311 (88%).

Una vez compilada las muestras de todos los hogares para los años respectivos, se procede a revisar cuántos de estos pertenecen a los grupos de análisis (tratamiento, control y placebo). Es así que, para la telefonía celular, el número de hogares que son parte del grupo de tratamiento es de 1.343 domicilios (23%), y para el grupo de control se reportan 4.497 hogares, lo que representa 77%. Por otro lado, para el servicio de Internet el número de hogares que forman parte del grupo de tratamiento es de 416 (4,08%) y para el grupo de control se tiene un total de 9.792 hogares, lo que representa un 95,92%. Dado que la muestra a utilizar después del emparejamiento es balanceada, para el análisis entre periodos, los porcentajes son iguales tanto para el año 2009 y para el año 2010, los mismos que son

resumidos en la tabla 1. Para el caso del intervalo de los años 2015 y 2016 se realiza un similar procedimiento para la depuración de la información, la misma que se incluye en la tabla descrita anteriormente.³

El grupo de tratamiento-control está conformado por los hogares que no presentan acceso a las TIC en ningún periodo (Control) y por los hogares que pasan a tener acceso en el año siguiente a la línea base (Tratamiento), éste grupo nos permitirá evaluar o medir el impacto directo entre los hogares donde la tecnología pudo haber influido en un incremento de ingresos. En cambio el grupo de tratamiento-placebo está conformado por los hogares que pasan a tener acceso en el año siguiente a la línea base (Tratamiento) y los hogares que han tenido acceso a la tecnología en ambos periodos del seguimiento (Placebo), de esta manera, el subgrupo “placebo” nos permitirá realizar un test de robustez de la medición principal, ya que nos servirá como un “falso control” para asegurarnos que la evaluación principal, en el caso de esta hipótesis, es positiva y significativa.

Así se tiene que, para el análisis de la telefonía celular, las observaciones para el grupo de tratamiento-control en línea base (2009) son un total de 5.840 hogares y 5.683 hogares para el grupo de tratamiento-placebo, a los mismos hogares que se realiza posteriormente el seguimiento entre el año 2009 y 2010. De igual forma, para el grupo tratamiento-control y tratamiento-placebo para el intervalo 2015-2016 se tiene un total de 3.324 y 11.150 hogares en línea base (2015) para el grupo tratamiento-control y tratamiento-placebo respectivamente.

En el caso de Internet se tiene un total de 10.208 hogares registrados para el grupo de tratamiento-control y 1.246 residencias para el grupo tratamiento-placebo para el primer intervalo; y, de 9.635 hogares y 5.472 hogares para el segundo intervalo en los respectivos grupos de análisis. De igual forma, en la tabla 1, se muestra un detalle de las observaciones para los diferentes hogares dentro de los casos de telefonía e Internet.

Tabla 1. Observaciones de los hogares para los grupos y por acceso a las TIC*⁴

	Año 2009	Año 2010	Total	Año 2015	Año 2016	Total
Individuos	78.878 (48.31%)	84.406 (51.69%)	163.284 (100%)	105,770 (49.72%)	106,956 (50.28%)	212,726 (100%)
Hogares (solo Jefes de Familia)	19.102 (47.86%)	20.809 (52.14%)	39.911 (100%)	25,371 (49.68%)	25,693 (50.32%)	51,064 (100%)
Hogares depurados por edad y genero	11.301 (50%)	11.301 (50%)	22.602 (100%)	15,162 (50%)	15,162 (50%)	30,324 (100%)
TELEFONÍA CELULAR GRUPO 1 (Tratamiento-Control)						
Hogares Tratamiento - Control	5.840	5.840	11.680	3.324	3.324	6.648
PSM- Tratamiento-AE	1.343	1.343	2.686	1.007	1.007	2.014
PSM- Control-AE	4.497	4.497	8.994	2.256	2.256	4.512
Match-Tratamiento-DE	1.340	1.340	2.680	1.543	1.543	3.086
Match-Control-DE	1.340	1.340	2.680	1.543	1.543	3.086
Tratamiento-Control DID	2.672	2.672	5.344	3.086	3.086	6.172
TELEFONÍA CELULAR GRUPO 2 (Tratamiento-Placebo)						
Hogares Tratamiento -Placebo	5.683	5.683	11.366	11.150	11.150	22.300
PSM- Tratamiento-AE	1.343	1.343	2.686	1.007	1.007	2.014
PSM- Placebo-AE	4.340	4.340	8.680	9.986	9.986	19.972
Match-Tratamiento-DE	748	748	1.496	753	753	1.506
Match-Placebo-DE	748	748	1.496	753	753	1.506
Tratamiento-Placebo DID	1.496	1.496	2.992	1.506	1.506	3.012
INTERNET GRUPO 1 (Tratamiento-Control)						
Hogares Tratamiento - Control	10.208	10.208	20.416	9.635	9.635	19.270
PSM- Tratamiento-AE	416	416	832	1.394	1.394	2.788
PSM- Control-AE	9.792	9.792	19.584	8.010	8.010	16.020
Match-Tratamiento-DE	380	380	760	1.276	1.276	2.552
Match-Control-DE	380	380	760	1.276	1.276	2.552
Tratamiento-Control DID	760	760	1.520	2.552	2.552	5.104
INTERNET GRUPO 2 (Tratamiento-Placebo)						
Hogares Tratamiento -Placebo	1.246	1.246	2.492	5.472	5.472	10.944
PSM- Tratamiento-AE	416	416	832	1.394	1.394	2.788

³ No se describen los datos de los años 2015 y 2016, para optimizar el espacio disponible, pero es posible referirse a los archivos de resultados publicados en la dirección electrónica: <https://bit.ly/2qx1WEI>

⁴ * Abreviaturas en la Tabla 1: **PSM** (Muestra para analizar el Propensity Score Matching), **DID** (Muestra para analizar Difference in Differences), **AE** (Antes del emparejamiento), **DE** (Después del emparejamiento), **Match** (Muestra después del emparejamiento por vecino más cercano)

PSM- Placebo-AE	830	830	1.660	4.021	4.021	8.042
Match-Tratamiento-DE	155	155	310	1.170	1.170	2.340
Match-Placebo-DE	155	155	310	1.170	1.170	2.340
Tratamiento-Placebo DID	310	310	620	2.340	2.340	4.680

Fuente: resultados de la depuración de información de la encuesta ENEMDU.

Metodología Propensity Score Matching

Propensity Score Matching, es una técnica de emparejamiento que permite determinar las características más acordes dentro un grupo de control, las mismas que deberán ser comparables con el grupo de tratamiento, estableciendo métricas observables de los hogares, que en este caso poseen o no el acceso a la tecnología a través de telefonía o Internet. Estas particularidades exclusivas de cada hogar permiten determinar una puntuación relacionada con la probabilidad de un individuo para acceder o no al servicio analizado.

El emparejamiento de cada uno de los hogares se realiza “uno a uno”; es decir, el match entre un hogar del grupo de tratamiento por cada uno del grupo de control siguiendo el método del vecino más cercano (*Nearest Neighbor*). Este emparejamiento se realiza entre los hogares cuya probabilidad de estar participando en el programa, o sea tener acceso a las TIC sea muy próxima o en su defecto la distancia entre dichas probabilidades sea la mínima. El modelo econométrico a ser utilizado constará principalmente de las variables de interés de este estudio descritas en la ecuación 11, las mismas que explican la propensión a acceder tanto a telefonía como a Internet. Asimismo, se incluyen variables características (observables) propias del hogar (área, edad, escolaridad, integrantes, quintil, región). En este sentido, el acceso a las TIC está determinado por un vector de variables características:

$$Treat_i = f(X) \quad (\text{Ec. 1})$$

En donde “*Treat_i*” es una variable binaria que puede tomar el valor de 0 si un hogar tiene la probabilidad de pertenecer al grupo de control, y 1 si el hogar tiene la probabilidad de pertenecer al grupo de tratamiento, dependiendo de la función característica del hogar “*X*”. Dentro de esta etapa es importante verificar el modelo y todas las variables observables que se incluirán en la determinación del emparejamiento. El planteamiento para la asignación y emparejamiento de hogares de los grupos de tratamiento y control, está definido por la probabilidad de ser parte de grupo de acceso (acceso a las TIC / $D=1$), y analíticamente estaría condicionada por los valores que adopte el vector de características del hogar “*X*”. De esta forma, nótese que la propensión a la participación de los hogares dentro el programa puede expresarse como: (Rosebaum y Rubin, 1983)

$$\varepsilon(x) = Pr(D = 1|X) \quad (\text{Ec. 2})$$

De esta manera, el procedimiento de estimación de participación es realizado por la determinación de un modelo *Probit* que tiene como elementos a la variable binaria de participación en el acceso a las TIC ($Treat_i$) y al vector de características observables de los hogares.

$$Treat_{TIC} = \beta_0 + \beta_i \cdot X_i + \varepsilon \quad (\text{Ec. 3})$$

Metodología de emparejamiento por el vecino más cercano

Una vez obtenido el *Propensity Score* (propensión a participar en un programa), se deberá determinar el procedimiento para el emparejamiento de los hogares pertenecientes a los grupos de tratamiento ($D=1$) y control ($D=0$). El efecto del emparejamiento, resulta en la generación de una nueva sub-muestra, en donde la distancia entre las medidas promedio de las variables características del hogar para los grupos de tratamiento y control emparejados sea teóricamente cero. Entonces, para cuando se restringe la muestra a los hogares seleccionados mediante las comparaciones de las observaciones de ingreso (*Y*) entre los grupos de tratamiento y control (ecuación 4), el resultado viene dado por la esperanza del ingreso dado la pertenencia del hogar a cualquiera de los grupos:

$$\begin{aligned} E(Y|D=1) - E(Y|D=0) &= E(Y_1|D=0) - E(Y_0|D=0) \\ &= E(Y_1 - Y_0|D=1) + \{E(Y_0|D=1) - E(Y_0|D=0)\} \quad (\text{Ec. 4}) \end{aligned}$$

En este sentido, el problema de estimación consiste en encontrar el intervalo de variación del *Propensity Score* dentro de cada pareja de tratamiento-control donde se observe un promedio similar de puntuación. Es decir, que el efecto del tratamiento promedio se puede obtener como resultado de la media de cada bloque o pareja. Uno de los métodos para resolver la determinación de este efecto es el Vecino más Cercano (*Nearest Neighbor*), donde para cada una de las unidades del grupo de tratamiento se intenta encontrar una coincidencia dentro del grupo de control.

Con el objetivo de analizar el método del vecino más cercano, se tiene un conjunto “*T*” del grupo de tratamiento y otro conjunto “*C*” del grupo de control; asimismo se tiene que Y_i^T es el resultado del ingreso de los hogares del grupo de tratamiento y Y_j^C es el resultado del ingreso de los hogares del grupo de control. Entonces se denota a *C* (*i*) como

el conjunto de cada hogar perteneciente al grupo de control emparejado con cada unidad del grupo de tratamiento, mediante un valor de estimación igual a *Propensity Score* (p_i). (Becker y Ichino 2002). Así, el conjunto del vecino más cercano es:

$$C(i) = \min_j \|p_i - p_j\| \quad (\text{Ec. 5})$$

Siendo $C(i)$ un conjunto unitario, el caso generalizado es cuando pueden presentarse múltiples vecinos cercanos, lo cual sucede cuando el vector de características "X" contiene variables continuas.

En este sentido, el vecino más cercano muestra el número de unidades del grupo de control "j" que fueron emparejadas con las unidades del grupo de tratamiento "i". Así, los estimadores del método del vecino más cercano se pueden escribir como:

$$\tau^M = \frac{1}{N^T} \sum_{i \in T} Y_i^T - \frac{1}{N^T} \sum_{j \in C(i)} \omega_j Y_j^C \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde N^T representa el número de observaciones o unidades que pertenecen al grupo de tratamiento y donde ω_j representan a los pesos atribuidos para cada observación del grupo de control emparejada.

Metodología de estimación de diferencia en diferencias (DID)

Con el objetivo de conocer el efecto causal sobre el ingreso promedio de los hogares que se tiene por el acceso a las TIC, se determina una variable D_i que toma los valores de 0 o 1, dependiendo de la participación o asignación de un hogar dentro de un grupo particular.

$$\begin{cases} D_i = 1, & \text{indica que el hogar } i \text{ ha participado en el acceso a TIC} \\ D_i = 0, & \text{indica que el hogar } i \text{ no ha participado en el acceso a TIC} \end{cases}$$

De igual manera, para la aplicación del método de diferencias en diferencias se presenta la variable de respuesta para los diferentes momentos.

$$\begin{cases} Y_{1i}(t) = \text{ingreso en caso que el hogar } i \text{ pertenezca al grupo de tratamiento, en el tiempo "t"} \\ Y_{0i}(t) = \text{ingreso en caso que el hogar } i \text{ pertenezca al grupo de control, en el tiempo "t"} \\ Y_{1i}(t-1) = \text{ingreso en caso que el hogar } i \text{ pertenezca al grupo de tratamiento, en el tiempo "t-1"} \\ Y_{0i}(t-1) = \text{ingreso en caso que el hogar } i \text{ pertenezca al grupo de control, en el tiempo "t-1"} \end{cases}$$

Así, una vez determinado el conjunto de características no observables entre los hogares que acceden y no acceden a las TIC, se comparan los resultados observados del ingreso promedio de los grupos, tanto antes de la asignación al acceso como después del mismo, para el caso de este estudio entre los años 2009 y 2010. El supuesto de la aplicación de esta metodología es que las variables no observables se mantienen invariantes en el tiempo para cada uno de los grupos de tratamiento y control, lo cual hará efectivo la aplicación del método porque únicamente medirá el efecto en cuestión. Aunque estas variables no observables pueden sesgar el resultado como efecto de cambios en el tiempo o aparición de otras variables no observables en momentos posteriores a la aplicación del estudio.

De esta manera, el resultado del efecto causal sobre el ingreso promedio del hogar con relación al acceso a las TIC resultaría de la medición al final del periodo de observación, menos el inicio del periodo de observación:

$$[Y_{1i}(t) - Y_{0i}(t)] - [Y_{1i}(t-1) - Y_{0i}(t-1)] \quad (\text{Ec. 7})$$

Así, el método planteado parte del supuesto de que la tendencia del grupo de control sirve como variable de comparación para conocer cómo pueden comportarse los individuos del grupo de tratamiento en caso de no haber tenido acceso a las TIC. (Athey y Imbens 2006). Analíticamente sería:

$$E[Y_0(1) - Y_0(0)|D = 1] = E[Y_0(1) - Y_0(0)|D = 0] \quad (\text{Ec. 8})$$

Para obtener el estimador del efecto promedio del ingreso por el acceso a las TIC sobre el grupo de tratamiento sería:

$$\begin{aligned} \tau_{DID} &= E[Y_1(1) - Y_0(1)|D = 1] \\ &= \{E[Y(1)|D = 1] - E[Y(1)|D = 0]\} - \{E[Y(0)|D = 1] - E[Y(0)|D = 0]\} \quad (\text{Ec. 9}) \end{aligned}$$

Modelo aplicado a Propensity Score Matching

En este caso específico el modelo a estimar mediante una regresión *Probit*, descrita en la ecuación 11, determinará la probabilidad que cada hogar tiene para acceder a las TIC dadas sus características observables. En general, estas serán las características más importantes que se utilizarán para el Matching tanto para telefonía celular como para Internet.

$$Treat_{TIC} = \beta_0 + \beta_1.area + \beta_2.edad + \beta_3.escol + \beta_4.ingpc + \beta_5.reg + \varepsilon \text{ (Ec. 11)}$$

Así, la probabilidad de acceder a las TIC, vendrá dado por características del hogar como el área, región e ingreso per cápita; así como, la información relevante del jefe de hogar como edad y escolaridad.

Resultados Propensity para tratamiento-control en telefonía celular

La estimación del *Propensity Score* inicia con el cálculo de una regresión tipo *Probit*, cuyos resultados son mostrados en la tabla 2, en la misma se evalúa el modelo de la ecuación 11 para telefonía celular dentro del grupo de tratamiento y control. En éste se establece que la probabilidad para acceder a la telefonía celular aumenta con relación al incremento en los años de escolaridad del jefe de hogar, y disminuye cuantos más integrantes posea el hogar.

Tabla 2. Regresión Probit Telefonía Celular Tratamiento – Control (Intervalo 2009-2010).

Log likelihood = -2729.449		Número de obs. = 5.840		LR chi2(6) = 839.37		Prob > chi2 = 0.0000	
		Pseudo R2 = 0.1333					
Treat_T	Coef.	Std. Err.	z	P > z	[95% Conf.	Interval]	
Área	0.1805018	0.0420992	4.29	0.000	0.0979888	0.2630148	
Edad	-0.0296171	0.0014289	-20.73	0.000	-0.0324177	-0.0268165	
Estado Civil	-0.0520076	0.0105413	-4.93	0.000	-0.0726668	-0.0313471	
Instrucción	0.0999295	0.0127188	7.86	0.000	0.0750011	0.1248579	
Quintil	0.0988697	0.0158273	6.25	0.000	0.0678487	0.1298906	
_cons	0.2580768	0.107112	2.41	0.016	0.0481411	0.4680125	

En la descripción de las variables de la tabla anterior, si un hogar está localizado en un área urbana tiene 18.05% que aumente su probabilidad de acceder a la telefonía celular con relación al área rural. De igual forma, el nivel de instrucción del jefe de hogar y un mejor quintil de ingreso, aumentan la probabilidad de acceder a la telefonía celular en 9,9% y 9.8% respectivamente. De igual manera, para el intervalo de 2015 y 2016⁵ los datos se encuentran detallados en la dirección electrónica.

Modelo aplicado para Diferencia en Diferencias

En este caso el modelo a estimar se realiza a través de una regresión simple mostrada en la ecuación 12, mediante la cual se determinará el efecto promedio de ingreso que cada hogar tendrá por el hecho de haber accedido a las TIC.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1.Treat_{it} + \beta_2.year_{it} + \beta_3.interaction_{it} \text{ (Ec. 12)}$$

Tabla 3. Variables para el modelo DID

Variable	Descripción
<i>Treat</i>	Es la variable de acceso, es decir 1 para tratamiento y 0 para control o placebo (falso control).
<i>Year</i>	Corresponde al periodo de análisis, así se tiene 0 para el año 2009 y 1 para el año 2010.
<i>Interaction</i>	Es la variable de interacción entre el tratamiento y el periodo de evaluación; es decir, que determina principalmente las observaciones que pasaron de no tener acceso a TIC en el periodo t-1, a tener acceso a TIC en el periodo t.

En general, este modelo determina la diferencia del ingreso promedio de los hogares del grupo de tratamiento con relación al ingreso de los hogares del grupo de control, antes y después del periodo de tratamiento para acceder a las TIC, o sea utiliza toda la información del vector de características para evaluar que un hogar del grupo de control haya podido acceder a las TIC, estableciendo un valor de probabilidad similar a la de un hogar del grupo de tratamiento. Así, una vez realizado el emparejamiento de las observaciones de tratamiento con las de control y placebo, se obtiene una muestra mucho más homogénea para determinar resultados más confiables y se procede a utilizar la técnica Difference in Differences con el objetivo de medir el impacto entre dos periodos de tiempo. En general el procedimiento para definir el efecto causal en esta metodología se describe así:

⁵ Los resultados para el intervalo 2015 y 2016 se encuentran con detalle en la dirección electrónica: <https://bit.ly/2qx1WEi>

- Una vez emparejadas las observaciones para los grupos de tratamiento-control y tratamiento-placebo, se une la base de los años 2009 y 2010, así como para 2015 y 2016, con lo que se consigue tener la información de los mismos hogares para ambos años.
- Luego se determina el ingreso promedio de los grupos de tratamiento y control antes (2009-2015) y después (2010-2016).
- Se obtiene la diferencia de ingresos entre los grupos de tratamiento y control para estos periodos de tiempo, el mismo que representa el efecto medible buscado.

La estimación de diferencia en diferencias utiliza 3 factores dentro del modelo: la variación o tiempo de análisis, la asignación de grupos (tratados y no tratados) y la interacción entre estos dos, y contiene específicamente las observaciones que reciben el tratamiento en el año posterior a la introducción de la medida.

En esta sección la cantidad de observaciones para los grupos de tratamiento y control es reducida con relación a la muestra original, debido al emparejamiento uno a uno entre los hogares que cumplen con la condición de ser vecinos cercanos con referencia al valor de la probabilidad para tener acceso a las TIC (“programa de tratamiento”). De esta forma, se presenta a continuación los resultados de la estimación de la diferencia de promedios de ingreso realizado con las muestras utilizadas luego del emparejamiento detallado en la sección anterior.

Resultados DID para tratamiento-control en telefonía celular

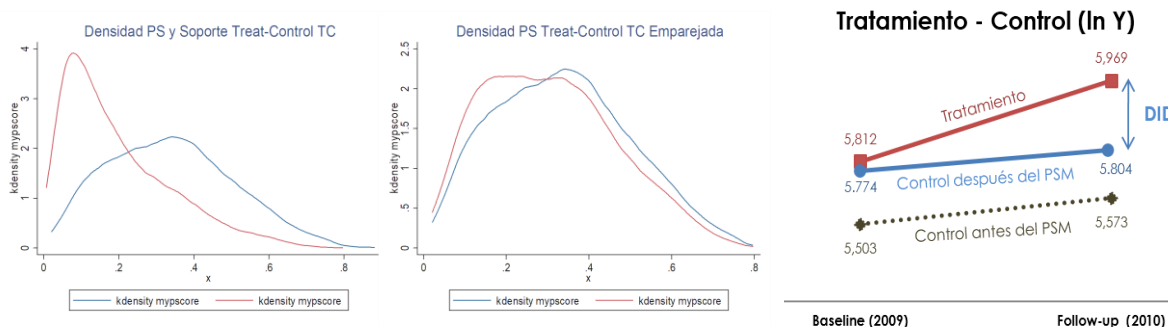
Para la telefonía celular, el grupo de tratamiento-control homogenizado arroja los resultados de la regresión simple mostrados en la tabla 4, donde se puede apreciar que en general el acceso a las TIC impacta en un promedio de **10,75% sobre el ingreso de los hogares**. Con respecto al **intervalo 2015-2016 el impacto es de 17,14%**.

Tabla 4. Coeficientes para la regresión DID tratamiento-control para telefonía celular con variables características

	Número de obs	=	4.308		
	F(10, 1201)	=	64.61		
	Prob > F	=	0.0000		
	R-squared	=	0.1189		
	Root MSE	=	0.82221		
(Std. Err. adjusted for 2.154 clusters in num_id)					
Lning	Coef.	Std. Err.	t	P > t	[95% Conf. Interval]
treat_T	0.023687	0.0404116	0.59	0.558	-0.0555628 0.1029367
afteryear	0.0285362	0.0349072	0.82	0.414	-0.0399191 0.0969915
interTC	0.1075695	0.0423	2.54	0.011*	0.0246164 0.1905227
Sexo	0.1693663	0.0427963	3.96	0.000	0.0854399 0.2532926
Edad	0.009666	0.0012409	7.79	0.000	0.0072325 0.0120995
Escolaridad	0.0673963	0.0039613	17.01	0.000	0.0596279 0.0751647
_cons	4.703799	0.0890907	52.8	0.000	4.529087 4.878512

Es importante notar gráficamente el efecto incremental y significativo que se produce sobre el ingreso de los hogares, dado que el grupo de tratamiento pasa a acceder a la telefonía celular en el periodo correspondiente al año 2010 o 2016, el mismo que se observa en la figura 7. De igual manera, en esta imagen se exponen las densidades de las muestras antes de emparejar (no balanceada) y después de emparejar (balanceada) con el método del vecino cercano, de tal forma que el resultado de la aplicación del método DID en línea base (2009 o 2015) resulta muy cercano con la muestra emparejada; y no así, con la muestra antes de emparejar; asegurándonos de esta manera, la correcta aplicación de la técnica para obtener resultados estables.

Figura 7. Densidad de las muestras antes y después de emparejar y regresión DID tratamiento-control para telefonía

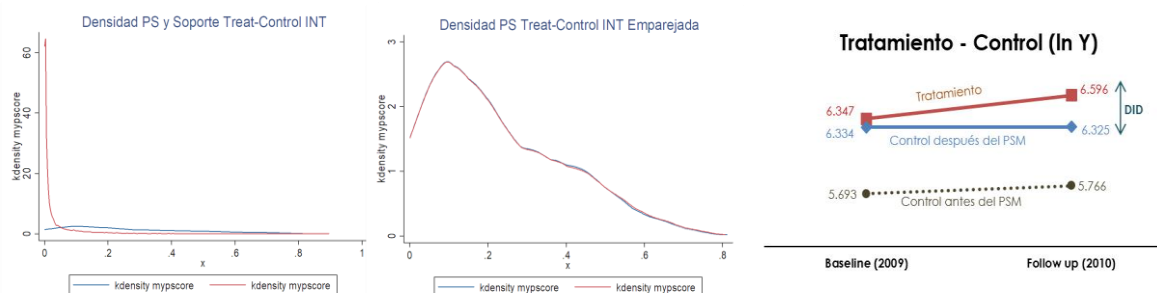


Es importante acotar que la regresión se evalúa con un vector de características relevantes “X”, dentro de las cuales se puede concluir que un jefe de familia de género masculino tiene un 16,9% de mejoramiento en el ingreso en caso de acceder al programa en comparación con un jefe de familia de género femenino. Asimismo, en cuanto mayor sea la escolaridad del jefe del hogar, se tiene un 6,73% de aumento en su ingreso por la utilización de la telefonía celular.

Resultados DID para tratamiento-control en Internet

En esta parte se presentan los resultados para los mismos grupos, pero para el servicio de Internet. En este sentido, en la tabla 10 se muestra que para el grupo de tratamiento-control homogéneo se tiene un resultado de **impacto positivo sobre el ingreso debido al acceso al Internet de 21,31%, el cual es significativo**. Para el **intervalo 2015-2016 el impacto es de 19,6%**.

Figura 8. Densidad de las muestras antes y después de emparejar y regresión DID tratamiento-control para Internet



Siguiendo el mismo esquema de publicación de los resultados, se puede observar que al igual que en la telefonía celular, el acceso a Internet por parte de un jefe de familia de género masculino favorece su nivel de ingreso en un 28,2% en comparación con un jefe de familia de género femenino. Asimismo, la escolaridad del jefe del hogar es un eje importante que aporta con un 4,05% de aumento en su ingreso por la utilización del Internet.

Tabla 5. Coeficientes para la regresión DID tratamiento-control para Internet con vector de características

					Número de obs	=	1.520
					F(3, 2145)	=	56.62
					Prob > F	=	0.0000
					R-squared	=	0.223
					Root MSE	=	0.72329
(Std. Err. adjusted for 760 clusters in num_id)							
lning	Coef.	Std. Err.	t	P > t	[95% Conf. Interval]		
treat_T	0.0169093	0.0514347	0.33	0.742	-0.084062	0.1178806	
afteryear	-0.003009	0.0377795	-0.08	0.937	-0.0771738	0.0711558	
interTC	0.2131645	0.0563725	3.78	0.000*	0.1025	0.3238291	
Sexo	0.2820922	0.0581889	4.85	0.000	0.1678619	0.3963226	
Edad	0.023917	0.002126	11.25	0.000	0.0197435	0.0280905	
Escolaridad	0.0405804	0.0066011	6.15	0.000	0.0276217	0.053539	
_cons	4.561061	0.1120789	40.7	0.000	4.34104	4.781082	

Aunque el detalle de los resultados se ha mencionado que están disponibles en la dirección electrónica: <https://bit.ly/2qx1WEi>, en resumen, para ambos intervalos se tienen impactos relativamente más altos por el uso de Internet que de telefonía móvil, tal como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados generales para el impacto de Telefonía móvil e Internet en el ingreso del hogar

Variable	Telefonía móvil 09-10	Internet 09-10	Telefonía móvil 15-16	Internet 15-16
Mejoramiento en el ingreso	10.75%	21.31%	17.4%	19.6%
Género masculino	16.93%	28.20%	21.64%	34,56%
Edad	0.96%	2.39%	0.59%	1.84%
Escolaridad	6.73%	4.05%	6.096%	1.79%

ANÁLISIS DE LA DESIGUALDAD EN EL GRUPO DE TRATAMIENTO

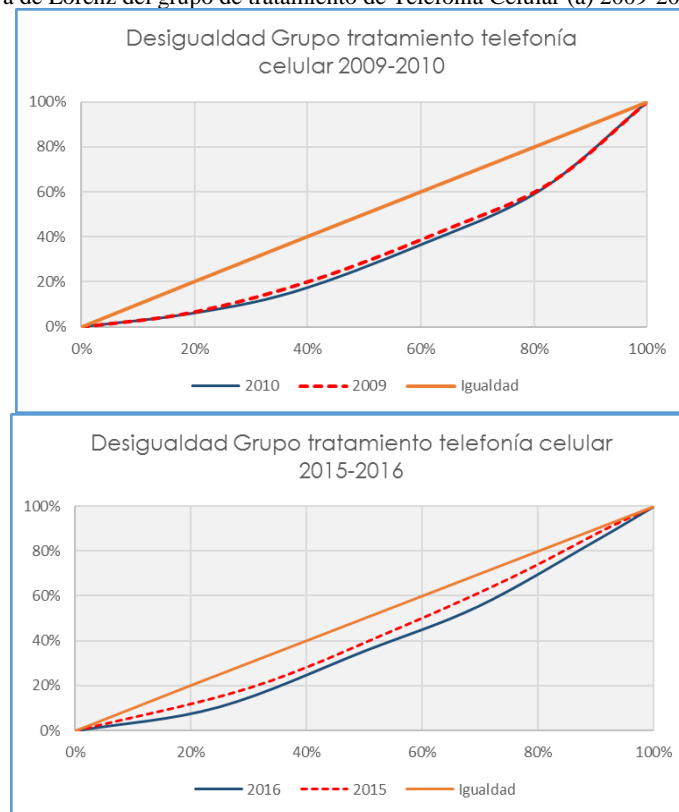
Al igual que el análisis de la pobreza por mejoramiento de ingresos, resulta importante visualizar otras aristas que pueden incrementar o mejorar las condiciones de vida de los habitantes. Así también, es de similar relevancia el análisis de la desigualdad. Así, en los gráficos que se presentan a continuación se compara la brecha, en lo que

respecta a quintil de ingresos, que se generó por el aumento en la penetración de los servicios; y, por lo tanto, en ingresos. De esta forma, se inspecciona si el mejoramiento de los niveles de ingresos exagera o no las brechas de desigualdad, entre los quintiles que pertenecen al grupo de tratamiento principalmente.

En primer lugar, se analiza a nivel general el índice de Gini por ingresos, únicamente a la muestra de todos los hogares que se tomaron en cuenta para la evaluación en las secciones anteriores, y tenemos que la desigualdad general en el 2009 alcanzó el 57.14 y en el 2010 fue de 57.57; mientras que, se registra un similar comportamiento para el intervalo 2015-2016 que puede revisarse en la dirección electrónica de la documentación de apoyo.

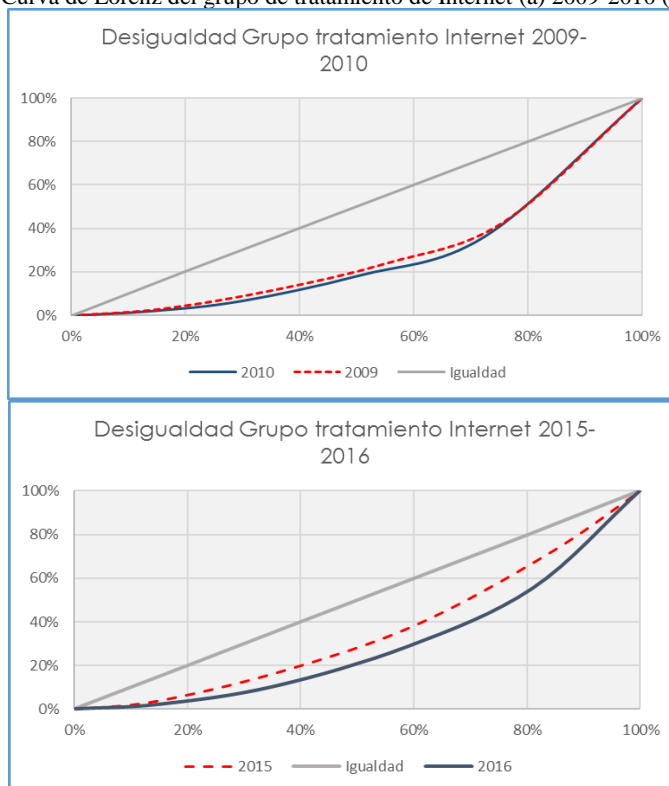
A continuación, en la figura 9(a), se realiza un análisis del índice de Gini por ingresos para la muestra de todos los hogares que pertenecen al grupo de tratamiento en el servicio de telefonía celular. De esta manera, se establece que, en el 2009, la desigualdad fue de 34.92 y en el 2010 alcanzó 40.07, notándose así, que la desigualdad incrementó para este intervalo; y por lo cual, a pesar de que hubo un incremento de ingreso, éste pudo direccionarse en un grupo que recibe un mayor ingreso. El resultado para el intervalo 2015-2016 se observa en la figura 9(b), se define una desigualdad de 11.83 en 2015 y 20.61 en 2016, mostrando similar tendencia que el intervalo anterior.

Figura 9. Curva de Lorenz del grupo de tratamiento de Telefonía Celular (a) 2009-2010 (b) 2015-2016



A continuación, en la figura 10(a), se realiza un análisis del índice de Gini por ingresos para la muestra de todos los hogares que pertenecen al grupo de tratamiento en el servicio de Internet. De esta manera, se nota que en el 2009 la desigualdad fue de 54.90 y en el 2010 de 61.77, advirtiendo cualitativamente similar resultado que en la telefonía móvil. Asimismo, para el intervalo 2015-2016 el resultado se observa en la figura 9(b) con 27.48 para 2015 y 32.99 para 2016.

De esta manera, se puede concluir que el incremento del ingreso promedio ha sido importante, es así que dicho mejoramiento se introduce como un diferencial que puede ayudar en algunos casos a pasar los márgenes de la línea de pobreza, y en otros a mejorar de quintil. Asimismo, es importante destacar que los valores de desigualdad presentados podrían evidenciar que más bien estos servicios están respondiendo a cuestiones de mercado que a la direccionalidad de la política pública. Esto no quiere decir que la política pública no ha incentivado el uso de los servicios; al contrario, es un análisis que permite visualizar que a pesar que se han mejorado los niveles de accesibilidad en todos los estratos, todavía falta mejorar la eficiencia para dirigir los servicios hacia los quintiles más bajos de una forma óptima.

Figura 10. Curva de Lorenz del grupo de tratamiento de Internet (a) 2009-2010 (b) 2015-2016

Es así que, a continuación, se presenta un planteamiento de política pública y una metodología para la ejecución de la regulación, de tal forma que se optimice el proceso de expansión y asequibilidad en las zonas y grupos prioritarios por parte de los Estados.

METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS Y REGULACIÓN A TRAVÉS DE PLANES DE EXPANSIÓN EN ACCESIBILIDAD Y ASEQUIBILIDAD DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Una vez cuantificada la influencia que se genera en la economía a partir de la tenencia o acceso de la tecnología, reviste de suma importancia, desde el punto de vista del investigador, la aplicación efectiva y el logro de objetivos claros a través de la política pública y la regulación, de tal forma que no solo se conciben proyectos generales para el acceso a la tecnología o simplemente sea el mercado el que determine los niveles, localidades o estratos en los cuales la tecnología se introduce, sino que estos deberían focalizarse en función de las necesidades de los hogares que menos aprovechan los servicios tecnológicos; y por lo tanto, sea prioritario un análisis minucioso para revisar tanto el aporte económico agregado y los resultados que puedan generarse en la reducción de la brecha digital o tecnológica; ya que, podría eventualmente desembocar en un aumento de la desigualdad general entre los quintiles más ricos y los más pobres. Es decir, que a medida que más se incrementa el acceso a la tecnología, mayor es el impulso económico que aprovechan los hogares y se reduce por lo tanto la brecha digital, pero la velocidad a la que se incrementan los ingresos de los quintiles más ricos, es más alta que la velocidad a la que incrementan los ingresos los quintiles más pobres; entonces, la consecución del objetivo económico puede desbalancear el objetivo de igualdad.

Una vez analizada la información descriptiva y econométrica, se tornan más claros los puntos en los cuales la política debe impulsar la ejecución de la regulación. Es así que, si recordamos lo observado en las figuras 3 y 5, se establece que para el caso de la telefonía móvil es necesario la expansión en zonas específicas y con orden prioritario, la reducción de cargos de interconexión para aumentar el número de usuarios que potencialmente no poseen servicio debido a aspectos de asequibilidad, y la especificación de tarifas preferenciales para grupos vulnerables. En cambio, para el servicio de Internet es importante la determinación de zonas priorizadas, especialmente rurales en donde el servicio no posee cobertura para la población, así como la determinación de planes promedio asequibles que deberán

ser parte de la política de cumplimiento obligatorio por parte de los operadores que opten por una licencia o permiso de operación en zonas determinadas.

Figura 11. Determinación de ejes para el impulso de políticas públicas y acciones regulatorias



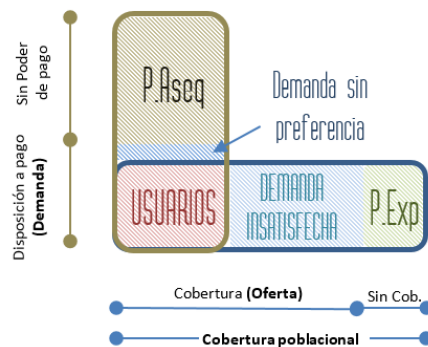
En este sentido, en el ámbito de expansión de los servicios de telecomunicaciones, debe ser de mayor importancia incrementar el ritmo de acceso y la cantidad de proyectos específicos para el aprovechamiento de los quintiles más bajos, es así que en el presente trabajo se propone la determinación de dos metodologías para la determinación de las zonas o grupos para generar **accesibilidad y asequibilidad**; y por lo tanto, es necesario establecer las áreas y estratos delimitados sobre los cuales los concesionarios de un determinado servicio deberán enfocar sus planes de ampliación en función de la determinación de una política pública efectiva.

El principal concluyente para escoger el diseño y ejecución de la política pública o regulación para un servicio, deviene del análisis de la brecha de demanda, demanda no cubierta, brecha de oferta y ofertas no direccionadas, las mismas que se podrían analizar a través de la introducción de terminales o bienes necesarios para obtener el servicio, el aumento de cobertura física (P.Exp: Planes de expansión), reducción de precios en la oferta (P.Asq: Planes de asequibilidad), y mejoramiento comercial de ofertas o servicios convergentes respectivamente como se observa en la figura 12.

La brecha de demanda se refiere al potencial grupo de personas que, teniendo la cobertura de la red, no acceden al servicio, lo que puede suceder por la falta de poder de pago para adquirir los bienes necesarios (ej.: computador, teléfono móvil, etc.) para acceder a los servicios (ej.: Internet, telefonía, etc.), y la demanda no cubierta desde el punto de vista de la expansión hace referencia a la atención en las zonas sin cobertura poblacional y geográfica.

La brecha de oferta hace relación a la gama de planes comerciales que no se ajustan a la demanda potencial, debido a la falta de poder adquisitivo de los virtuales usuarios para destinar parte de sus ingresos para obtener el servicio, y la oferta no direccionada se genera por la falta de planes comerciales (servicios atractivos o a medida) que abarquen la expectativa de una parte de potenciales abonados que no muestran preferencia por acceder a algún servicio.

Figura 12. Representación de la demanda de oferta y demanda de los servicios de telecomunicaciones



De igual manera, en concomitancia con el desarrollo de la política pública, es necesario analizar y comparar los modelos de entorno regulatorio que se desarrollan en cada país, en función de las condiciones económicas impuestas a los competidores y las implicaciones sobre el mercado; es decir, que los escenarios sobre los cuales la inversión y la política pueden confluir, se encuentran entre la cantidad de presión económica/impositiva y la direccionalidad requerida sobre los proyectos de expansión. De esta forma, dentro del esquema de la política pública podríamos hablar incluso de estados de entorno regulatorio que puedan propiciar el nivel de competencia y cobertura requerida para abarcar más sectores de la población y alcanzar horizontes de penetración interesantes; y, que evidentemente desembocarían en precios más competitivos.

Figura 13. Representación de estados de entorno regulatorio



En la figura 13 se representan características de tres ejemplos de entornos regulatorios; y, si partimos de un estado inicial (13a), será necesario generar un entorno regulatorio que puedan propiciar tanto la métrica financiera empresarial y la consecución de objetivos de política pública, a través de la generación de planes compartidos, optimización de inversiones y aprovechamiento de infraestructura común que permita la obtención de mercados competitivos, incremento de cobertura y precios asequibles.

Es necesario indicar que ningún entorno per sé es inhibitor de generar políticas apropiadas; más bien, el ecosistema planteado por parte del Estado deberá estar lo suficientemente claro como para responder a la generación de incentivos que permitan la expansión de los servicios y la asequibilidad a los mismos; o sea, si el objetivo es impulsar la cobertura, el ambiente a plantearse podría concebir cargas tarifarias preferenciales en el uso de frecuencias u obligaciones de compartición de infraestructura. En cambio, si la meta es aumentar la demanda de servicios a través de la reducción de precios, el esquema planteado por el Estado debería estar direccionado a la introducción de planes sociales hacia estratos específicos de la población.

En ese sentido, a continuación, se desarrollan teóricamente las políticas públicas a través de las metodologías para atacar la falta de cobertura geográfica (la misma que se define por el método de acceso a través de los planes de expansión); y, la falta de poder adquisitivo para optar por un servicio determinado (la misma que establece la metodología de asequibilidad mediante la implementación de planes u ofertas al alcance de nuevos estratos de la población).

Ejecución de la política pública enfocada a expansión mediante la metodología de acceso

Dentro de este procedimiento, es importante definir el concepto de Área de Necesidad Prioritaria, el mismo que se describe como una función que consta de aspectos como el tamaño de población a servir y los niveles socioeconómicos de una localidad mínima en particular. De esta forma, la priorización está determinada en la Ecuación 13, por los parámetros representados a continuación:

$$ANP = f(I_p, C_p, C_s)_n \cup f(C_H)_k \quad (\text{Ec. 13})$$

Donde, ANP representa el estrato de prioridad de cobertura, I_p es el Índice de pobreza o desigualdad, C_p es la cobertura propia del servicio, C_s la cobertura de un servicio sustituto; en combinación con una función de la cantidad de habitantes de una localidad a priorizar C_H . Mediante la utilización de los parámetros descritos se obtiene dos tablas independientes que explican por intervalos, la cantidad de habitantes que se encuentran en una población determinada a servir.

Así, a manera de ejemplo, en la tabla 7 a y b, se resume la obtención de rangos para el índice de pobreza, y la cantidad de habitantes de las localidades que no se encuentran cubiertas por algún servicio de telecomunicaciones

en Ecuador (tomando en cuenta como línea base el año 2016 para el servicio móvil). En general, para el tratamiento del índice de pobreza, la categoría “ANP3” es la perteneciente a las parroquias donde la necesidad por consumo es la más alta, o sea donde se encuentran niveles de pobreza mayor a las de otras áreas. Por otro lado, para la categorización de población, el intervalo “CAT1” pertenece a las localidades mayormente pobladas.

Tabla 7. Coeficientes para la categorización de índice de pobreza (a), y nivel poblacional (b) de zonas no cubiertas por servicio móvil en Ecuador

Intervalo de categorización de ANP Índice de Pobreza de Consumo		
Intervalo	mínimo	máximo
ANP3	0,66	0,96
ANP2	0,37	0,66
ANP1	0,07	0,37

(a)

Intervalo de categorización ANP Población (habitantes)		
Intervalo	mínimo	máximo
CAT5	-	2.077
CAT4	2.078	4.115
CAT3	4.116	6.153
CAT2	6.154	8.191
CAT1 (Parroquias Urbanas) > 8.191		

(b)

Entonces, esta investigación enfoca la pobreza desde el punto de vista del consumo, con lo cual permite determinar qué territorios dentro de todo el país son los que tienen menor capacidad de consumo y mayor pobreza; esto permitirá orientar los planes de expansión en beneficio de estas áreas y definirlos como “Áreas de Necesidad Prioritaria”, con el fin de que los operadores de servicios que tengan que cumplir con un plan de expansión, puntualicen a cuál de estas áreas tienen mayor disponibilidad de brindar servicios, y orientar su plan flexiblemente de acuerdo a las necesidades específicas del Estado. La categorización resultante tiene (n x k) combinaciones; es decir, que el resultado de la priorización de las zonas a cubrir vía política pública es generado a partir de un análisis combinacional de dos categorías. Entonces, la cobertura de dichas áreas puede ser aplicada durante el horizonte de tiempo que dure la concesión de un servicio para los diferentes operadores, y permitirá cumplir con los planes de expansión y planes nacionales progresivamente hasta llegar a una cobertura poblacional cercana al 100%.

En el caso de planes de cobertura compartida; por ejemplo, la categoría “ANP3” podría ser cubierta por el Estado u operador público (CNT EP); y, las categorías “ANP2” y “ANP1” podrían ser cubiertas por los operadores privados (Claro y Movistar). Desde luego, es importante acotar que la escasa cobertura en las localidades podría inclusive ser atacada a través de la compartición activa y pasiva de elementos entre operadores o incentivos en la reducción de tarifas por uso de frecuencias en los sitios donde se permita el acceso a otro operador, lo cual permitiría a los diferentes concesionarios, tener presencia lógica mediante la cobertura física que es proporcionada por otro operador.

Ejecución de la política pública enfocada a precios mediante la metodología de asequibilidad

En este análisis se representa un mecanismo para impulsar la generación de propuestas tarifarias que los operadores deberían ofertar dentro de su conjunto de planes comerciales, los mismos que tendrían características especiales, y que permitan a los potenciales usuarios hacer uso del servicio con niveles de calidad mínimos para acceder al mismo; de manera que, se genere la asequibilidad al servicio por parte de los hogares de menores ingresos y mayor índice de pobreza. De esta forma, la priorización está determinada en función de la Ecuación 14, y dado por los parámetros descritos a continuación:

$$CSGP = f(N_{GP}, C_S, C_T) \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde, $CSGP$ representa el costo del servicio para grupo prioritario, N_{GP} es el nivel de gasto promedio del hogar destinado en tecnología, C_S son las características socioeconómicas del grupo prioritario a atender y C_T representan las características técnicas sobre las cuales se oferta el servicio o producto dentro de los niveles mínimos de calidad para acceder normalmente al mismo. Así, podrían eventualmente ofertarse productos que por el avance tecnológico han salido de la oferta normal o inclusive definirse tarifas sociales como parte del cumplimiento de los acuerdos de concesión realizados con los operadores.

En virtud de lo anterior, se realizó un análisis sobre el servicio de Internet, a fin de determinar una propuesta tarifaria para un conjunto de planes con velocidades por debajo del promedio del mercado (4,8 Mbps), diseñados de manera que permitan aumentar la asequibilidad al servicio de Internet Fijo en los hogares de menores ingresos y mayor índice de pobreza. Así, al distribuir los hogares de las localidades por deciles, se evidencia que en el 60% de los cantones con mayor índice de pobreza, se tienen ingresos entre \$ 305,28 y \$ 771,43 por conjunto familiar, destinando

el 29% de su gasto en servicios de comunicaciones principalmente al consumo del servicio de Internet, como se aprecia en la tabla 8.

Tabla 8. Clasificación en deciles de los hogares por la distribución de ingreso y estimación del porcentaje de ingreso destinado al consumo de Internet

Deciles	Índice de Pobreza (IDP)	Ingreso promedio por hogar (\$/mes)	Gasto promedio por hogar (\$/mes)	% Gasto Comunicaciones	Gasto Comunicaciones (\$/mes)	Gasto potencial en Servicio de Internet (29%) ⁶
D1	>0,599	\$305,28	\$338,83	2,30%	\$7,79	\$2,28
D2	0,599	\$432,93	\$448,45	2,90%	\$13,01	\$3,80
D3	0,543	\$521,67	\$521,83	3,50%	\$18,26	\$5,33
D4	0,484	\$591,03	\$590,09	4,00%	\$23,60	\$6,89
D5	0,443	\$677,98	\$672,76	4,60%	\$30,95	\$9,04
D6	0,411	\$771,43	\$735,74	4,80%	\$35,32	\$10,31
D7	0,378	\$874,36	\$834,81	5,40%	\$45,08	\$13,17
D8	0,340	\$1.004,43	\$937,35	5,60%	\$52,49	\$15,33
D9	0,286	\$1.290,68	\$1.144,85	5,80%	\$66,40	\$19,39
D10	<0,214	\$2.459,11	\$1.871,76	5,80%	\$108,56	\$31,71

Fuente: INEC Encuesta de gasto en el hogar ENIGHUR-Elaboración propia

Asimismo, se evidenció que los planes más económicos que se comercializa en el 95,37% del mercado de Internet, tienen una tarifa promedio ponderada de \$19,06 (sin IVA) mensual; sin embargo, para lograr un nivel de asequibilidad óptimo de los hogares que pertenecen al 60% de los cantones con menores ingresos, se debe incluir ofertas de planes con tarifas menores a \$10,31 (sin IVA).

Visto esto, y tomando en cuenta que la tarifa promedio ponderada de 1 Mbps en el mercado, estaría en \$ 5,17 mensuales, se estima que los planes con tarifas preferenciales podrían tener las siguientes características:

Tabla 15. Tarifas preferenciales que permiten la asequibilidad en los hogares de los cantones con menor ingreso

Decil	Planes Sociales	Velocidad de bajada Mbps	Velocidad de subida Mbps	Tarifa Propuesta Máxima (\$/mes)	Gasto en Internet (\$/mes)	Asequibilidad
D1	256 Kbps	0,2	0,1	\$ 1,32	\$ 2,28	Si
D2	512 Kbps	0,5	0,2	\$ 2,65	\$ 3,80	Si
D3	1 Mbps	1,0	0,5	\$ 5,17	\$ 5,33	Si
D4	1,2 Mbps	1,2	0,6	\$ 6,49	\$ 6,89	Si
D5	1,5 Mbps	1,5	0,7	\$ 7,82	\$ 9,04	Si
D6	2 Mbps	2,0	1,0	\$ 10,31	\$ 10,31	Si

Fuente: ARCOTEL - Elaboración propia

Vale destacar que, no se considera propuesta de tarifas preferenciales para los deciles superiores al D6, dado que cuentan con un bajo índice de pobreza y niveles de ingreso que les permite acceder a ofertas normales del servicio. De esta forma, los operadores que presten el servicio de Internet para los hogares en los cantones ubicados en alguno de los deciles del 1 al 6, deberían incluir dentro de su oferta comercial un plan cuya tarifa permita la asequibilidad de las familias, considerando sus patrones de consumo asociados a sus niveles de ingreso. Según las proyecciones, esta política coadyuvaría a alcanzar una penetración de 59% de usuarios a nivel de hogar con servicio de Internet Fijo al 2021, de acuerdo a la meta prevista en el Plan TIC. Esto quiere decir, un incremento de 1,1 millón de cuentas,

⁶ Disposición de pago del hogar, destinado únicamente al consumo del Servicio de Internet.

hasta alcanzar 2,7 millones de abonados totales al 2021 que cubrirían aproximadamente 10,6 millones de usuarios de Internet.

Finalmente, es importante destacar el desarrollo e inversión que se debe impulsar en el área de contenidos específicos para este grupo de personas, ya que no solo habría que crear las condiciones físicas para la instalación de líneas, sino también se debería estimular el ambiente de interés alrededor del desempeño cotidiano y el uso de la tecnología, como por ejemplo aplicaciones que mejoren las actividades de producción, interés cultural, educación, entre otros.

CONCLUSIONES

- Con las técnicas utilizadas se pudo apreciar que tanto para el grupo de tratamiento-control como tratamiento-placebo, se obtuvieron valores consistentes de impacto que expusieron la robustez adecuada del modelo. Es así que en resumen para la telefonía celular se obtuvo un impacto de 10,75% de incremento en el ingreso promedio entre los años 2009 y 2010, y de 17,14 para el intervalo 2015-2016; mientras que, para Internet se obtuvo un impacto neto de 21,31% en el primer intervalo y de 19,6% en el segundo intervalo, ambos evaluados en conjunto con el vector de características del hogar "X".
- Aunque los resultados mostrados poseen una buena aproximación; la representatividad obtenida es únicamente a nivel de la muestra, dado que al utilizar el emparejamiento 1 a 1, el número de observaciones eliminadas hacen que esta muestra tenga una menor representatividad con respecto al total nacional, pero es una base de apoyo importante con la finalidad de investigar cuales están siendo los puntos críticos a los cuales se debe apuntar la política y regulación.
- La determinación de los resultados del modelo indica principalmente que vivir en áreas rurales, ser jefe de familia mujer o tener menos años de escolaridad, influye al momento de tener la posibilidad de acceder a la tecnología y por ende disminuye la probabilidad de mejorar su porcentaje de ingreso promedio.
- Dentro del debate de las teorías económicas explicadas en este trabajo, es importante mencionar que la regulación y la política pública son instrumentos fundamentales para el apalancamiento e incentivo sobre el despliegue de la tecnología, de tal forma que éstas ayuden o impulsen no solo el mejoramiento del ingreso, sino también el acceso hacia grupos vulnerables o quintiles bajos; ya que, por la asequibilidad actual a dichos servicios, no todos los hogares pueden tener una oferta que permita obtener un beneficio directo por el uso de los mismos.
- Es necesario revisar no solamente el aporte económico agregado que puede generar un servicio, ya que los resultados muestran la reducción de la brecha digital, pero eventualmente desembocaron en un aumento de la desigualdad general entre los quintiles más ricos y los más pobres. Es decir, que a medida que más se incrementa el acceso a la tecnología, mayor es el impulso económico que aprovechan los hogares, pero la velocidad a la que se incrementan los ingresos de los quintiles más ricos, es más alta que la velocidad a la que aumentan los quintiles más pobres; por lo tanto, la consecución del objetivo económico pudo desbalancear el objetivo de igualdad.
- Es necesario indicar que las medidas de política pública planteadas y el nivel de inversión aproximada, impulsan la demanda agregada de servicios, el aprovechamiento de inversión y la ampliación de cobertura de los servicios. Asimismo, con relación al entorno regulatorio presente en el país, es necesario definir acciones tendientes a generar un mercado competitivo, con el desarrollo de políticas públicas que fomenten el equilibrio económico en función de la generación de accesibilidad y asequibilidad a los servicios de telecomunicaciones.

RECONOCIMIENTOS

Un reconocimiento especial a las autoridades de ARCOTEL y MINTEL, las cuales decidieron tomar este trabajo como base para el desarrollo de los aspectos de política pública y ejecución de la regulación desde el año 2016 y una guía hacia la agenda regulatoria de los futuros años. Las recomendaciones como reducción de cargos de interconexión, tarifas sociales, planes de expansión en zonas prioritarias se han venido plasmando, lo cual ha permitido conseguir niveles interesantes de competencia, y reducción de precios promedio por minuto en telefonía móvil; mientras que, en Internet, se están planteando las líneas generales para el establecimiento de planes de expansión para que los operadores implementen cobertura y tarifas asequibles a la población.

REFERENCIAS

- Angrist, J, y G Imbens. (1991) Identification of Causal Effects Using. *JStore*.
- Angrist, J, y Pischke. (2008) *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*.
- Athey, S, y G Imbens. (2006) Identification and inference in nonlinear difference in differences models. *Econometrica* Vol.74, 431-497.
- Becker, S, y A Ichino. (2002) Estimation of average treatment effects based on propensity scores.
- Bérgolo, M, y G Cruces. (2011) Labor informality and the incentive effects of social security: Evidence from a health reform in Uruguay.» *CEDLAS*, 1-32.
- Castells, Manuel. (2006) *La Sociedad Red: Una Visión Global*. Madrid: Alianza.
- Dehejia, R, y S Wahba. (2002) Propensity score-matching methods for Nonexperimental causal studies. *The Review of Economics and Statistics*.
- Garrido, Rodrigo, Alejandra Villarroel, Manuel Morales, y Eduardo Millar. (2005) *Red de Información Comunitaria: Siete años aportando al cierre de la brecha digital en la Araucanía*. Santiago de Chile: Flacso Chile.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos y Banco Mundial (INEC-BM). (2016). *Mapa de pobreza y desigualdad por consumo*. Quito - Ecuador: Ediecuatorial.
- Katz, Raúl L. (2009) *El papel de las TIC en el desarrollo*. Madrid: Ariel S.A.
- Matute, A, y D Uyaguari. (2012) *Impacto del BDH en la asistencia escolar en la provincia del Azuay*. Tesis, Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Rosebaum, P, y D Rubin. (1983) The Central role of the propensity score in observational studies for causal effects.
- Valencia, Ramiro. (2016) Impacto de la penetración de las telecomunicaciones en la pobreza en el Ecuador (2009 - 2010).» FLACSO.
- Vicens, José. (2008) Problemas econométricos de los modelos de diferencias en diferencias.» *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 26, 363-384.
- Villa, Juan. (2012) Simplifying the estimation of difference in differences treatment effects with Stata.» *University of Manchester, Munich Personal RePEc Archive*, 1-12.

Infraestructura Tecnológica y Acceso a la Información en las Comisarías Policiales: Una Evaluación del Desempeño del Uso de las TIC en la Lucha contra el Crimen en la Ciudad de Lima

Diego Aguilar Lluncor
Instituto de Estudios Peruanos
daguilar@iep.org.pe

José Mendoza Sánchez
Pontificia Universidad Católica del Perú
jose.mendozas@pucp.pe

BIOGRAFÍAS

Diego Aguilar Lluncor es Practicante de Investigación del Instituto de Estudios Peruanos (IEP).

José Mendoza Sánchez es Asistente de Investigación del Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP).

RESUMEN

Con el rápido crecimiento de las ciudades, la funciones de la policía han sido afectadas. El incremento del uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), respaldado por el acceso a una gran cantidad de información pública y policial, representa la existencia de un potencial para combatir el crimen y emplear de forma eficiente el uso del tiempo. Esta investigación buscó analizar el rol que cumplen las TIC como herramientas para la reducción de la criminalidad en la ciudad de Lima (Perú). Los resultados obtenidos muestran que un mejor nivel de infraestructura de TIC y mayor acceso a fuentes de información a través de Internet en las comisarías desincentiva el nivel de criminalidad. Además, estos mejores niveles de presencia de TIC en las comisarías generan un mayor nivel de interacción e intercambio de datos e información entre comisarías vecinas, reforzando el efecto negativo.

Palabras clave

TIC, criminalidad, infraestructura tecnológica, comisarías policiales

INTRODUCCIÓN

Con la creciente preocupación respecto al rápido crecimiento de las ciudades, así como de barrios marginales con altos niveles de pobreza, el rol de la policía como ejecutor y defensor de la sociedad contra los infractores de la ley se ha visto afectado. El incremento del uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), respaldado por el acceso a una gran cantidad de información pública y policial, representa la existencia de un potencial para estar mejor informados y emplear de forma eficiente el uso del tiempo (Ogunbameru 2008). Por otro lado, el interés de la sociedad por el control de la delincuencia genera iniciativas para desarrollar sistemas que contribuyan a la información y comunicación que los organismos encargados de la seguridad pública deben poseer para monopolizar el uso de la violencia y controlar la expansión de altas tasas de crímenes y delitos. No obstante, el desarrollo y uso de TIC en el trabajo de la policía implica estudiar y comprender cómo estas tecnologías se ajustan a la necesidad de la policía en la lucha contra la delincuencia.

El presente estudio busca aproximarse a la problemática mediante el análisis de las comisarías a nivel distrital para el caso peruano (en particular, para la ciudad de Lima). La selección de dicha unidad de análisis se basa en dos criterios: en primer lugar, la comisaría figura como la unidad de organización policial más pequeña y cercana al ciudadano frente a otras instituciones de ámbito regional o nacional, por lo que cambios dentro de esta organización

tiene un efecto más rápido y cercano en el orden y seguridad local; en segundo lugar, se busca aprovechar la valiosa fuente de datos disponible en los censos a comisarías producidos desde el 2011, los cuales otorgan información provechosa para el entendimiento del sistema de seguridad a nivel local.

De esta manera, el objetivo de esta investigación es analizar el rol de las TIC en la lucha contra la criminalidad en los distritos de la ciudad de Lima Metropolitana¹. Para ello, se analizan el uso de TIC en tres aspectos. En primer lugar, las TIC facilitan la comunicación entre víctimas de delitos y las comisarías: las denuncias no solo ocurren de forma física en los locales de la policía, sino también a través de tecnologías como los teléfonos (fijos y móviles) y el Internet. En segundo lugar, las TIC contribuyen a un mayor acceso de información relevante para el análisis de la criminalidad como el registro de antecedentes, el historial de requisitorias policiales, el sistema de denuncias policiales, entre otros. Finalmente, se resalta una de las características relevantes de la lucha contra el crimen: implica una acción coordinada entre instituciones policiales. De este modo, comisarías vecinas tendrán mejores resultados en la tasa de criminalidad de su jurisdicción si tienen mayor acceso a fuentes de información, si están mejor comunicadas y si comparten información de forma eficiente y menor tiempo mediante el uso de TIC.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera. En la segunda sección se presenta la revisión de literatura relevante que estudie la relación entre crimen e infraestructura tecnológica de las agencias de control de seguridad. En la tercera parte se presentan la base de datos y las variables del modelo. En la cuarta sección se discute la metodología econométrica. Luego, se muestran los resultados del análisis empírico. Finalmente, se abordan las conclusiones y recomendaciones de políticas.

REVISIÓN DE LITERATURA

La revisión de literatura respecto al impacto de las TIC en la lucha contra el crimen plantea diferentes perspectivas. Un punto de vista resalta que el uso de las TIC ha obstaculizado la estructura de operación tradicional de las actividades de la policía (Wessels 2009; Koper et al. 2009). Estos estudios resaltan que estas tecnologías obstaculizan el desempeño de la policía en su tarea frente a la criminalidad argumentando que existen comisarías más reticentes que otras cuando se estudia la adopción (innovación) de nuevas tecnologías de información debido a que el personal (policías y administrativos) no está lo suficientemente capacitado para cambiar el sistema de tareas y funciones llevado a cabo principalmente de forma física. Por otro lado, existen estudios que resaltan la reducción del tiempo de respuesta ante denuncias o emergencias, técnicas de mapeo del crimen (Vázquez & Soto 2013) y un manejo eficiente de los sistemas de información como posibles beneficios de la incorporación de TIC en la lucha contra la criminalidad (Paynich & Hill 2010; Gorr & Kurland 2012). Del mismo modo, otra corriente de estudios argumenta que la incorporación de TIC tiene efectos importantes en la detección de delitos (Aguirre 2016): no sólo los sistemas computarizados de información facilitan y aceleran el acceso a datos relevantes, también transforman el contexto espacio-temporal en las tareas de detección del crimen.

Este estudio analiza dos factores importantes en relación al uso de TIC para la disminución de la tasa de criminalidad en los distritos de Lima Metropolitana. El primer grupo de factores importantes es la *infraestructura tecnológica*: el número de dispositivos de tecnología (como computadoras, teléfonos fijos y móviles), así como el acceso a Internet, facilitan la comunicación entre instituciones policiales y víctimas (denunciantes) de crímenes (Silverman 2002; Boondao & Tripathi 2007). El segundo grupo de factores resalta el rol del acceso a fuentes de información, pues estas contribuyen a la detección de registros y antecedentes que apoyan la correcta penalización de crímenes creando incentivos negativos contra los delitos en la población (LeBeuf 2006; Busagala & Ringo 2013).

Finalmente, la lucha contra el crimen debería implicar una acción en conjunto con un buen nivel de coordinación entre comisarías policiales. Estudios previos, como los de Ayres & Levitt (1998), Duggan (2001) y Di Tella & Schardgrodsy (2004), resaltan dos tipos de externalidades o efectos *spillover* respecto a la lucha contra el crimen. En primer lugar, un “modelo de complementos” argumenta que la criminalidad puede ser afectada negativamente cuando comisarías vecinas (adyacentes en el espacio geográfico) combaten de forma conjunta el crimen. El uso de TIC no es lejano a esta idea: comisarías vecinas con mejor infraestructura tecnológica (mejor comunicación, intercambio de información de forma más eficiente y en menor tiempo) tendrán mejores resultados en la tasa de criminalidad de sus jurisdicciones correspondientes. La segunda corriente resalta efectos *spillover* negativos (un “modelo de sustitutos”): comisarías menos equipadas y con menor acceso a información mediante TIC experimentarán un aumento en la tasa de criminalidad de su jurisdicción producto del desplazamiento del crimen de los distritos más próximos (vecinos) y con mejor infraestructura tecnológica.

¹ Área metropolitana más grande y poblada de todo el Perú conformada por las zonas urbanas de las provincias de Lima y Callao (INEI 2014).

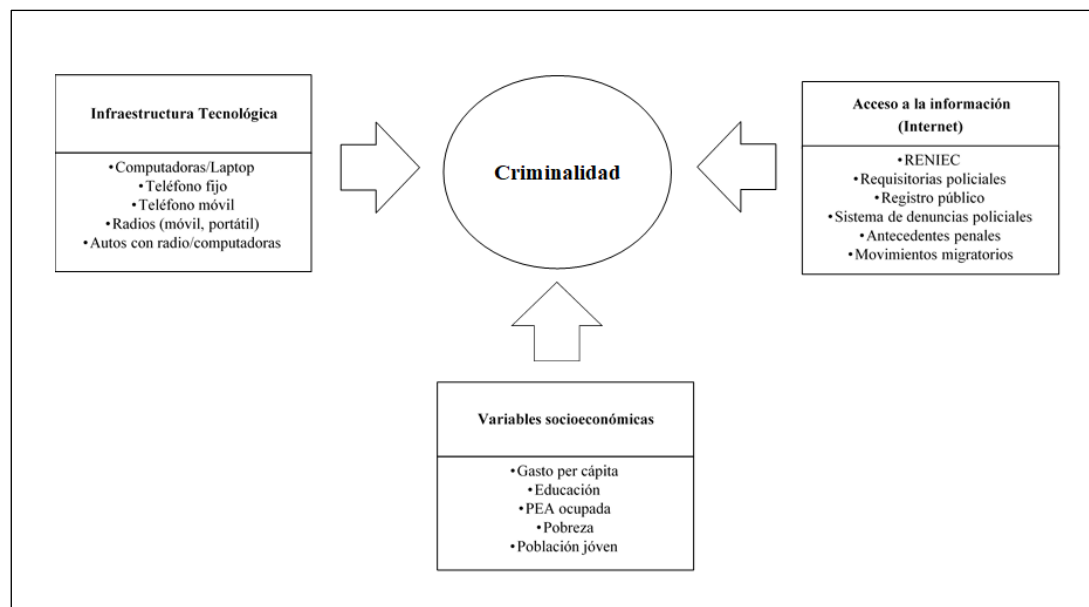
Del mismo modo, distintos estudios destacan la influencia de un conjunto de factores socioeconómicos (y no solo “variables de disuasión” como las presentadas previamente) sobre el nivel y desarrollo de la criminalidad. En primer lugar, Lochner & Moretti (2003) estiman que la asistencia a las escuelas, así como un mayor nivel de educación en la población de una localidad disminuyen la participación de la población en actividades criminales e ilegales. Por otro lado, Zhao et al. (2014) y Webster & Kingston (2014), en base a la investigación seminal de Becker (1968), demuestran que existe una correlación directa entre la pobreza y el crimen: son las localidades más pobres las que enfrentan un mayor nivel de criminalidad². Finalmente, Worrall & Kovandzic (2010) encuentran que un mayor número de policías, un mayor nivel de ingreso per cápita y un mayor nivel de población empleada disminuyen el nivel de crimen en 5199 ciudades de Estados Unidos.

De esta manera, esta investigación busca evaluar dos hipótesis fundamentales. En primer lugar, se busca demostrar que las comisarías con mejor infraestructura tecnológica y mejor acceso a fuentes de información mediante el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) obtienen menores niveles de criminalidad en los distritos donde operan. En segundo lugar, tener una comisaría policial próxima adecuadamente equipada con tecnologías y acceso a diversas fuentes de información afecta de forma negativa al nivel de criminalidad del distrito. En la siguiente sección se presentan la base de datos y las variables empleadas en esta investigación.

BASE DE DATOS Y VARIABLES DEL MODELO

El presente estudio usa tres fuentes de información elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). La primera fuente de datos corresponde al Censo Nacional de Comisarías (CENACOM) correspondiente al año 2016. Esta base de datos proporciona información sobre el estado actual de la infraestructura, equipamiento y recursos humanos de las comisarías de todo el Perú. La segunda fuente corresponde al Sistema Integrado de Estadísticas de la Criminalidad y Seguridad Ciudadana (SIECS) correspondiente al año 2016. Esta fuente de información permite obtener información del número de denuncias de delitos y faltas registrados en las comisarías policiales, según tipos de delitos cometidos. Finalmente, el estudio emplea las siguientes variables socioeconómicas a nivel distrital obtenidas de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH): gasto per cápita (GPC), nivel de educación, población empleada (Población Económicamente Activa Ocupada – PEA ocupada), pobreza y población joven. La siguiente figura presenta las principales variables de modelo empleado.

Figura 1. Principales variables del modelo



Elaboración propia.

El siguiente cuadro muestra los principales estadísticos de las variables empleadas en esta investigación. En primer lugar, la criminalidad es aproximada a través del número de denuncias de delitos registradas en las comisarías de

² Estos estudios destacan que la pobreza es una condición necesaria, mas no suficiente, para que las personas se involucren en actividades criminales (Webster & Kingston 2014).

Lima Metropolitana. Estos corresponden a 6 tipos: homicidio, hurto, extorsión, lesión, robo y violación de la libertad sexual (cada uno calculado en base al número de denuncias por mil habitantes en el distrito). Por otro lado, las variables que reúnen información acerca de la infraestructura tecnológica y fuentes de información son: (1) TIC^{comu} , la cual representa el número de tecnologías de comunicación que poseen las comisarías (teléfono fijo, móvil, radios y autos con radios); (2) TIC^{info} , definida como el número de fuentes de información a la cual tiene acceso la comisaría a través de Internet³; y (3) $computadora^{red}$, la cual indica el número de computadoras de las comisarías conectadas a Internet. En tercer lugar, se emplean variables que recogen información sobre las características principales de las comisarías. Las variables $pendiente^{telef}$ y $pendiente^{internet}$ son variables binarias que toman el valor de 1 si la comisaría analizada tiene el pago pendiente del teléfono e internet, respectivamente. Asimismo, $L^{patrullaje}$ y $L^{investiga}$ corresponden al número de trabajadores por cada mil habitantes que se dedican a actividades de patrullaje e investigación, respectivamente⁴. Finalmente, $Educ$ es el número de años de educación (promedio distrital) de la población entre 15 y 64 años, $PEA^{ocupada}$ es la participación de la población empleada sobre la población total de cada distrito, GPC es el gasto per cápita a nivel distrital, $Pobreza$ es el porcentaje de la población por debajo de la línea de pobreza, y $Jóvenes$ es la participación de la población joven (entre 14 y 29 años).

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas

VARIABLES	PROMEDIO	DESV. ESTÁNDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
I. Criminalidad				
Homicidio (por 1000 habitantes)	0,02	0,14	0,00	1,64
Hurto (por 1000 habitantes)	3,21	5,04	0,00	28,31
Extorsión (por 1000 habitantes)	0,02	0,05	0,00	0,52
Lesión (por 1000 habitantes)	0,57	0,95	0,00	7,38
Robo (por 1000 habitantes)	2,05	2,65	0,00	21,97
Violación de la libertad sexual (por 1000 habitantes)	0,21	0,25	0,00	1,30
II. Infraestructura tecnológica y Fuentes de información				
TIC^{comu}	19,16	8,97	0,00	73,00
TIC^{info}	2,69	1,61	0,00	6,00
$computadora^{red}$	7,95	7,63	0,00	34,00
III. Características de las comisarías				
$pendiente^{telef}$	0,23	0,42	0,00	1,00
$pendiente^{internet}$	0,26	0,44	0,00	1,00
$L^{patrullaje}$ (por 1000 habitantes)	0,39	1,12	0,00	9,84
$L^{investiga}$ (por 1000 habitantes)	0,07	0,13	0,00	1,05
IV. Características de los distritos				
Educ.	11,33	1,06	9,84	14,25
$PEA^{ocupada}$ (%)	96,33	0,53	94,70	98,00
GPC	938,62	446,65	599,95	3 367,63
Pobreza (%)	16,10	8,89	0,98	35,57
Jóvenes (%)	38,99	4,98	25,50	46,20

Fuente: CENACOM, SIECS (INEI). Elaboración propia.

El cuadro 1 muestra los principales estadísticos de las variables empleadas en el estudio. En el primer grupo (variables sobre criminalidad), es importante destacar que los principales delitos ocurridos en el 2016 son el hurto y robo. Contrariamente, los delitos contra la violación de la libertad sexual ocurrieron en menor medida (en promedio). El segundo grupo muestra las variables TIC de las comisarías policiales: una alta variabilidad en los niveles de infraestructura y acceso a fuentes de información mediante Internet. Adicionalmente, el tercer grupo de variables indica las características de las comisarías en relación al número de población que atiende en su jurisdicción y el

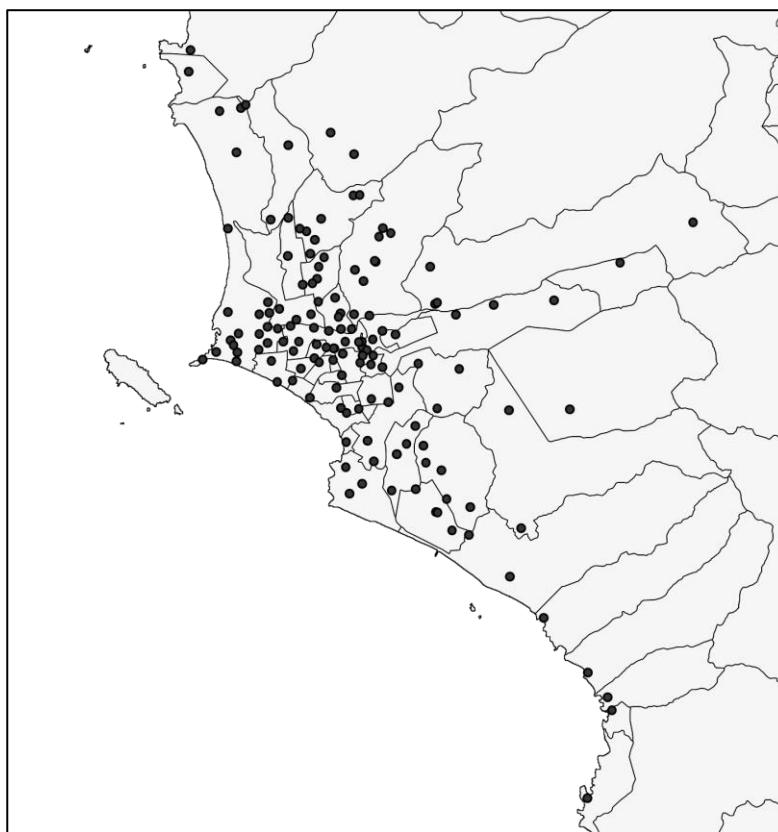
³ Las fuentes de información relevantes a las cuales las comisarías acceden o no a través de Internet según su nivel de infraestructura son: el Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC), las requisitorias policiales, el registro público, el sistema de denuncias policiales (SIDPOL), el historial de antecedentes penales, y los movimientos migratorios.

⁴ El cuadro 1 muestra que el número de trabajadores que cumplen funciones de patrullaje es mayor que el número de trabajadores que cumplen funciones de investigación, reflejando la importancia que le atribuyen las autoridades públicas a la función de patrullaje como principal herramienta para disminuir la criminalidad (MINITER 2013).

número de trabajadores de las comisarías. En promedio, las comisarías están a cargo de 40 001-80 000 habitantes y tienen 81,4 trabajadores. Además, el 22,86% y 25,71% de comisarías tiene pendiente el pago del servicio de telefonía e Internet, respectivamente. Finalmente, las variables socioeconómicas muestran un nivel de educación promedio superior a la escuela secundaria para la población entre los 15 y 64 años de edad, un 96,33% de población empleada, bajos (aunque variantes) niveles de pobreza distrital, y en promedio, un 38,99% de población tiene en 14 y 29 años de edad.

La siguiente figura muestra la distribución geográfica de las comisarías policiales en la ciudad de Lima Metropolitana. Un hecho particular del análisis del gráfico muestra que existe un mayor número de comisarías en zonas de mayor densidad poblacional y en distritos más tradicionales (MINITER 2013).

Figura 2. Distribución geográfica de las comisarías distritales (Lima Metropolitana)



Fuente: CENACOM, SIECS (INEI). Elaboración propia.

METODOLOGÍA ECONÓMÉTRICA

La metodología empleada en esta investigación corresponde a la estimación por Mínimos Cuadrados en dos etapas (2SLS, por sus siglas en inglés). Este método permite corregir la endogeneidad⁵ debido a la doble causalidad presente en la relación entre criminalidad e infraestructura tecnológica: distritos con mejor infraestructura tecnológica deberían tener menores niveles de criminalidad, y de igual forma, distritos con altas tasas de criminalidad generan que las comisarías busquen mejorar su nivel de infraestructura (Swimmer 1974; Kovandzic et al. 2015). Formalmente, la primera etapa corresponde a la estimación de las ecuaciones (1a) y (1b), en las cuales se estiman el nivel de tecnologías de comunicación ($TIC_i^{comu^D}$) y nivel de acceso a fuentes de información a través de Internet ($TIC_i^{info^D}$) para cada tipo de delito D . Luego, se estimará el nivel de criminalidad por tipo de delito (ecuación 2) tomando como regresor en nivel de tecnologías de comunicación y nivel de acceso a fuentes de información calculados en la primera etapa.

⁵ Para mayor información sobre el problema de endogeneidad o doble causalidad, así como las principales metodologías que buscan solucionar este problema, revisar Angrist & Krueger (2001).

Estimación del nivel de tecnologías de comunicación

El nivel de infraestructura y equipamiento tecnológico que poseen las comisarías de Lima Metropolitana dependen principalmente de factores presupuestales del Ministerio del Interior del Perú (MINITER) y otros factores relevantes. Sin embargo, no existen datos disponibles para evaluar la pertinencia del primer factor. Por lo tanto, la ecuación (1a) muestra los principales determinantes del nivel de tecnologías de comunicación (teléfono fijo, móvil, radios y autos con radios) de las comisarías en función de variables no presupuestales (Benito & Cervantes 2017).

$$(1a) \quad TIC_i^{comu^D} = \alpha_0 + \alpha_1 pendiente_i^{telef} + \alpha_2 L_i^{patrullaje} + \alpha_3 Educ_i + \mu_i$$

Donde: $pendiente_i^{telef}$ indica si la comisaría tiene pendiente el pago del servicio de telefonía, $L_i^{patrullaje}$ es el número de trabajadores que realizan tareas de patrullaje, y $Educ_i$ es el nivel educativo de la población del distrito, el cual refleja las habilidades digitales de los denunciantes de delitos y los policías (Mendonça et al. 2015).

Estimación del nivel de acceso a fuentes de información

La ecuación (1b) muestra que el nivel de acceso a fuentes de información a través de Internet de las comisarías depende de cuatro determinantes: (1) $pendiente_i^{internet}$ indica si la comisaría tiene pendiente el pago del servicio de Internet; (2) $computadora_i^{red}$, el número de computadoras conectadas a Internet; (3) $L_i^{investiga}$ es el número de trabajadores que cumplen funciones de investigación; y (4) $Educ_i$, el nivel educativo de la población del distrito.

$$(1b) \quad TIC_i^{info^D} = \gamma_0 + \gamma_1 pendiente_i^{internet} + \gamma_2 computadora_i^{red} + \gamma_3 L_i^{investiga} + \gamma_3 Educ_i + \epsilon_i$$

Por otro lado, para evaluar los efectos *spillover* se identifican los vecinos más cercanos (j) de cada una de las comisarías (i) y se construye un indicador (ver ecuación 2) del nivel de tecnologías de comunicación de estos (TIC_j^{comu}), ponderados por una matriz W_{ij} de distancias (del tipo matriz de proximidad o *adjacency matrix*), tal que permita evaluar la interacción entre las comisarías y el crimen (Manski 1993; De Paula 2015).

$$(2) \quad Spillover_i^{TIC} = \sum_{j=1}^N W_{ij} TIC_j^{comu}$$

La relación entre criminalidad y TIC

La segunda etapa de la estrategia empírica consiste en estimar el efecto de los determinantes del nivel de criminalidad (número de denuncias según tipo de delito), entre ellos el nivel de tecnologías de comunicación y el nivel de acceso a fuentes de información mediante Internet, estimados en la primera etapa. La ecuación (3) se estima mediante un Mínimos Cuadrados Ordinario (MCO), la variable dependiente es el número de denuncias de delitos (según tipo de delito D) registradas en las comisarías y las variables independientes son: \vec{TIC}_i^{comu} y \vec{TIC}_i^{info} son los vectores de tecnologías de comunicación y acceso a la información estimado en la etapa anterior, $Spillover_i^{TIC}$ es el indicador del nivel de infraestructura de comunicaciones de los $j \leq 3$ vecinos más cercanos, $Educ_i$ es el nivel educativo del distrito ⁶, $PEA_i^{ocupada}$ es el porcentaje de población empleada, GPC_i es el nivel de gasto per cápita a nivel distrital, $Pobreza_i$ es el nivel de pobreza distrital, y $Jóvenes_i$ es el porcentaje de población joven distrital. Finalmente, se incluye una variable que mide la interacción entre la población joven y el porcentaje de la población empleada ($Jóvenes_i * PEA_i^{ocupada}$) que permita evaluar el efecto de la población joven desempleada sobre los niveles de criminalidad. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente sección.

⁶ Es importante mencionar que esta variable se repite en las estimaciones de la primera (ecuaciones 1a y 1b) y segunda etapa (ecuación 2), lo cual implica que esta tendrá un efecto doble en la ecuación de la segunda etapa: un efecto indirecto en el nivel de TIC y otro directo sobre el nivel de criminalidad.

$$(3) \quad \text{delito}_i^D = \beta_0 + \beta_1 \widehat{TIC}_i^{comu} + \beta_2 \widehat{TIC}_i^{info} + \beta_3 \text{Spillover}_i^{TIC} + \beta_4 \text{Educ}_i + \beta_5 \text{PEA}_i^{ocupada} + \beta_6 \text{GPC}_i \\ + \beta_7 \text{Pobreza}_i + \beta_8 \text{Jóvenes}_i + \beta_9 (\text{Jóvenes}_i * \text{PEA}_i^{ocupada}) + \varepsilon_i$$

RESULTADOS

Uso de tecnologías de comunicación en las comisarías

El cuadro 2 muestra que se cumple la relación negativa entre el no-pago del servicio de telefonía y el nivel de tecnología de comunicación: comisarías que tengan pendiente el pago de este servicio atribuyen menor importancia al uso de tecnologías de comunicación. Asimismo, este resultado es robusto y significativo para cinco tipos de delitos (a excepción del delito lesión). Con respecto al efecto de las unidades de patrullaje, el resultado es más heterogéneo dentro de un rango que va desde 2,13 para el modelo de delitos de homicidio hasta 0,085 en delitos de extorsión. Por último, el nivel de educación muestra ser positivo en su relación con el uso de tecnología de comunicación, de manera muy heterogénea y robusta en los seis tipos de delitos, reforzando la idea de la educación como proxy de las habilidades digitales de las personas.

Cuadro 2. Regresión de Tecnologías de Comunicación

Variables	(1) Homicidio	(2) Hurto	(3) Extorsión	(4) Lesión	(5) Robo	(6) Violación
<i>pendiente</i> ^{telef}	-0,234* (1,247)	-2,578* (1,655)	-2,622* (1,643)	-2,618 (1,648)	-2,572* (1,654)	-1,736* (1,549)
<i>L</i> ^{patrullaje}	2,130*** (0,498)	0,009 (0,633)	0,085* (0,629)	0,491 (0,631)	0,033** (0,633)	0,571* (0,600)
Educ.	1,784*** (0,069)	1,756*** (0,073)	1,760*** (0,073)	1,775*** (0,073)	1,756*** (0,073)	1,763*** (0,072)
<i>R</i> ²	0,831	0,845	0,845	0,844	0,845	0,844
Obs.	140	140	140	140	140	140

Errores estándar en paréntesis. *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1.

Acceso a fuentes de información por medio de Internet

El cuadro 3 muestra que el pago pendiente del servicio de Internet actúa como limitante para un mayor uso de tecnologías de información en las comisarías. Por otro lado, se encuentra un efecto positivo y significativo entre el número de computadoras con conexión a Internet y el nivel de tecnologías de información en todos los modelos de delito (con excepción del delito de lesión). Con respecto a las unidades de investigación, las comisarías con mayor personal dedicado a estas funciones poseen un mejor nivel de infraestructura de tecnologías de información. Finalmente, el nivel educativo indica un resultado similar al caso anterior.

Cuadro 3. Regresión de Tecnologías de Información

Variables	(1) Homicidio	(2) Hurto	(3) Extorsión	(4) Lesión	(5) Robo	(6) Violación
Educ.	0,193*** (0,021)	0,203*** (0,021)	0,200*** (0,021)	0,219*** (0,021)	0,203*** (0,020)	0,203*** (0,021)
<i>pendiente</i> ^{internet}	-0,437 (0,305)	-0,561* (0,302)	-0,524* (0,308)	-0,478 (0,299)	-0,552* (0,285)	-0,629** (0,308)
<i>computadora</i> ^{red}	0,040** (0,018)	0,035* (0,018)	0,034* (0,019)	0,028 (0,018)	0,039** (0,018)	0,032* (0,019)
<i>L</i> ^{investiga}	0,386** (1,046)	-0,951 (1,038)	-0,412 (1,057)	2,460** (1,029)	1,412** (0,989)	0,883* (1,055)
<i>R</i> ²	0,732	0,732	0,733	0,724	0,730	0,732
Obs.	140	140	140	140	140	140

Errores estándar en paréntesis. *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1.

La relación entre criminalidad y TIC

El cuadro 4 presenta los resultados de la segunda etapa (ecuación 3). Los resultados muestran que un mayor nivel de TIC en las comisarías desincentiva el nivel de criminalidad en Lima Metropolitana. Además, comisarías que compartan un nivel adecuado de infraestructura tecnológica genera un mayor nivel de interacción e intercambio de datos e información entre comisarías vecinas (efectos *spillover*) contribuyendo de forma negativa al nivel de criminalidad de los distritos. Del mismo modo, el efecto de las TIC es mayor sobre los delitos de hurto y robo: su nivel de sensibilidad respecto al nivel de infraestructura y comunicación en las comisarías es mayor que para los otros tipos de delitos, resaltando de este modo, una opción de política pública relevante. Finalmente, dentro del grupo de variables socioeconómicas, un mayor nivel de población joven y población joven desempleada, así como un mayor nivel de pobreza, afectan de forma positiva el nivel de criminalidad en los distritos de Lima Metropolitana.

Cuadro 4. Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y criminalidad

Variables	(1) Homicidio	(2) Hurto	(3) Extorsión	(4) Lesión	(5) Robo	(6) Violación
<i>TIC</i> ^{comu}	-0,035*** (0,006)	-0,316* (0,166)	-0,002* (0,002)	-0,002* (0,034)	-0,221** (0,095)	-0,018** (0,009)
<i>TIC</i> ^{info}	0,061*** (0,020)	-1,255** (0,580)	-0,008 (0,007)	-0,370*** (0,118)	-1,161*** (0,326)	-0,037 (0,031)
Jóvenes * <i>PEA</i> ^{ocupada}	-0,000 (0,001)	0,004 (0,024)	-0,001*** (0,000)	-0,015*** (0,005)	0,007 (0,014)	-0,003** (0,001)
<i>PEA</i> ^{ocupada}	-0,021*** (0,005)	0,149 (0,149)	-0,002 (0,002)	0,037 (0,030)	0,174** (0,084)	-0,015* (0,008)
GPC	0,000** (0,000)	-0,000 (0,002)	0,000* (0,000)	0,000 (0,000)	-0,003** (0,001)	0,000 (0,000)
Pobreza	0,017*** (0,004)	0,021 (0,101)	0,002** (0,001)	0,005 (0,021)	0,005** (0,057)	0,017*** (0,005)
Jóvenes	0,043 (0,084)	-0,740 (2,355)	0,079*** (0,028)	1,396*** (0,479)	-1,010 (1,332)	0,337*** (0,126)
<i>Spillover</i> ^{TIC}	0,005 (0,003)	-0,202** (0,094)	-0,002* (0,001)	-0,063*** (0,019)	-0,148*** (0,053)	-0,011** (0,005)
<i>R</i> ²	0,287	0,344	0,150	0,182	0,078	0,261
Obs.	140	140	140	140	140	140

Errores estándar en paréntesis. *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

Esta investigación buscó analizar el rol que cumplen las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) como herramientas para la reducción de la criminalidad en los distritos de Lima Metropolitana (Perú). Estas tecnologías facilitan la comunicación entre víctimas de delitos y las comisarías policiales. Además, proporcionan una fundamental fuente de información e identificación relevante para el análisis de los delitos cometidos previamente. Los resultados obtenidos muestran que un mejor nivel de infraestructura de TIC y mayor acceso a fuentes de información a través de Internet en las comisarías desincentiva el nivel de criminalidad en Lima Metropolitana. Además, estos mejores niveles de presencia de TIC en las comisarías generan un mayor nivel de interacción e intercambio de datos e información entre comisarías vecinas (efectos *spillover*), reforzando el efecto negativo sobre el nivel de criminalidad de los distritos.

Las comisarías distritales en la ciudad de Lima han experimentado un esfuerzo creciente en el desarrollo de infraestructura tecnológica y accesos a canales de información con el objetivo de mejorar su eficiencia y efectividad en la lucha contra la criminalidad. Del mismo modo, el uso de TIC en las personas ha incrementado notablemente durante la última década (INEI 2013). En este contexto, se resalta el rol del Estado como facilitador de recursos y formulador de políticas que faciliten la comunicación entre las comisarías policiales y las personas víctimas de delitos. El desarrollo de softwares informáticos o aplicaciones es una opción de política que ha tomado importancia en ciudades con altas tasas de criminalidad (Busagala & Ringo 2013). Asimismo, al instaurar este tipo de programas o incrementar el presupuesto destinado al desarrollo de infraestructura tecnológica de las comisarías podría reducirse considerablemente los requerimientos de personal, mientras se ofrecen soluciones costo-efectivas. Finalmente, el

desarrollo de estos tipos de estudios contribuye a la mejora de la comprensión acerca de la importancia en la mejora de la comunicación entre distintas instituciones públicas: reformas relevantes en relación a la apertura de información de manera responsable pueden reducir los costos de identificación de las personas, así como aumentar la productividad de las horas usadas por el personal policial.

REFERENCIAS

- Aguirre, J. (2016). La tecnología de información y comunicación en prevención del delito. *Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad*, Nro. 18, pp. 90-103.
- Angrist, J. & Krueger, A. (2001). Instrumental variables and the search for identification: From supply and demand to natural experiments. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 15, Nro. 4. Pp. 69-85.
- Ayres, I. & Levitt, S. (1998). "Measuring Positive Externalities from Unobservable Victim Precaution: An Empirical Analysis of Lojack". *Quarterly Journal of Economics*, February 1998, 113(1), pp. 43-77.
- Becker, G. (1968). Crime and punishment: An economic approach. *Journal of Political Economy*, Vol. 76, pp. 169-217.
- Benito, J. & Cervantes, D. (2017). Mejora del sistema SIDPOL para la Policía Nacional del Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Boondao, R.; and Tripathi, N.K.; (2007), "Electronic Policing: A Framework for Crime Control and Citizen Services". In: *Social Implications and Challenges of E-Business* Edited by Feng Li. IGI Global. pp. 78-93.
- Busagala, L. & Ringo, J. (2013). Constraints of E-Policing Adoption: A Case of Dodoma, Tanzania. *International Journal of Information and Communication Technology Research*, Vol 3, Nro. 1, pp. 42- 48.
- Cracolici, M. & Uberti, T. (2008). Geographical Distribution of Crime in Italian Provinces: A spatial Econometric Analysis.
- De Paula, A. (2015). Econometrics of Networks Models. No CWP06/16, CeMMAP Working Papers, Centre for Microdata Methods and Practice, Institute for Fiscal Studies
- Di Tella, R. & Schargrodsy, E. (2004). "Do Police Reduce Crime? Estimates Using the Allocation of Police Forces after a Terrorist Attack". *American Economic Review*, N° 94: pp. 115-133.
- Duggan, M. (2001). "More Guns, More Crime". *Journal of Political Economy*, 109(5), pp. 1086-1114.
- Gorr, W. & Kurland, K. (2012). GIS Tutorial for Crime Analysis. Redlands, California: ESRI Press.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2014). Una mirada a Lima Metropolitana.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2016). Estadísticas de las Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares, Octubre-Noviembre-Diciembre 2015. Informe Técnico Nro. 1.
- Koper, C., Taylor, B., & Kubu, B. (2009). Law Enforcement Technology Needs Assessment: Future Technologies to Address the Operational Needs of Law Enforcement.
- Kovandzic, T., Schaffer, M., Vieraitis, L., Orrick, E. & Piquero, A. (2015). Police, Crime and the Problem of Weak Instruments: Revisiting the "More Police, Less Crime" Thesis. *Journal of Quantitative Criminology*, Vol. 32, Nro. 1, pp. 133-158.
- LeBeuf, M. (2006), "E-Policing in Police Services -Definitions, Issues and Current Experiences". *The Royal Canadian Mounted Police*, Canada. ISBN 978-0-662-46262-0.
- Lochner, L. & Moretti, E. (2003). The effect of education on crime: Evidence from prison inmates arrests, and self-reports. *The American Economic Review*, Vol. 94, Nro. 1, pp. 155-189.
- Ogunbameru, O. (2008). Sociological theory, Penthouse publications, Nigeria.
- Manski, C. (1993). Identification of Endogenous Social Effects: The Reflection Problem. *The Review of Economic Studies*, Vol. 60, Nro. 3, pp. 531-542.
- Mendonça, S., Crespo, N. & Simões, N. (2015). Inequality in the network society: An integrated approach to ICT access, basic skills, and complex capabilities. *Telecommunications Policy*, Vol. 39, pp. 192-207.
- Ministerio del Interior del Perú (MININTER). (2013). Evaluación de diseño y ejecución presupuestal de seguridad ciudadana-policía nacional del Perú.

- Paynich, R. y Hill, B. (2010). *Fundamentals of Crime Mapping*. Sudbury, Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers.
- Silverman, E. (2002). El programa CompStat y la policía del distrito de Nueva York. *Revista Catalana de Seguretat Pública*, Nro. 10, pp. 41-46.
- Swimmer, G. (1974). The relationship of police and crime – Some methodological and empirical results. *Criminology*, Vol. 12, Nro. 3, pp. 293-314.
- Vázquez, C. y Soto, C. (2013). “El análisis geográfico del delito y los mapas de la delincuencia”. *Revista de Derecho Penal y Criminología*, Nro. 9, 419-448.
- Webster, C. & Kingston, S. (2014). *Poverty and crime*. Londres: Joseph Rowntree Foundation.
- Wessels, B. (2009). Information and Communication Technologies and Policing: The Dynamics of Changing Police-Public Communication in the East End of London. *The Howard Journal*, Vol. 48, Nro. 5, pp. 501-513.
- Worrall, J. & Kovandzic, T. (2010). Police levels and crime rates: An instrumental variables approach. *Social Science Research*, Vol. 39, pp. 506-516.
- Zhao, H., Feng, Z. & Castillo-Chávez, C. (2014). The dynamics of poverty and crime. *Journal of Shanghai Normal University*, Vol. 43, Nro. 5, pp. 486-495.

Modelo de predicción de demanda de espectro para servicios basados en tecnologías del Internet de las Cosas (IoT) en Colombia

Manuel Ricardo Pérez Cerquera
Pontificia Universidad Javeriana
manuel.perez@javeriana.edu.co

Daniel Jaramillo Ramirez
Pontificia Universidad Javeriana
d-jaramillo@javeriana.edu.co

Diana Marcela Pinzón Chaves
Agencia Nacional del Espectro
diana.pinzon@ane.edu.co

Fabian Humberto Herrera
Agencia Nacional del Espectro
fabian.herrera@ane.edu.co

BIOGRAFÍAS

Manuel Ricardo Pérez Cerquera: Ingeniero Electrónico de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, Colombia, con Maestría en Comunicaciones Inalámbricas y Doctorado en Ingeniería Electrónica y de las Comunicaciones del Politecnico di Torino de Italia. Ha trabajado como investigador en los *iXem Labs* (Politecnico di Torino) y el *Laboratorio di Antenne e Compatibilità Elettromagnetica (LACE)* en el *Istituto Superiore Mario Boella (ISMB)* en Torino, Italia en temas electromagnetismo aplicado, diseño de antenas y compatibilidad electromagnética. Desde el 2013 ha sido profesor asistente en el Departamento de Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana – Bogotá, formando también parte del Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas (CEA-IoT) como director de la línea en el área de vestibles, ciudades inteligentes y seguridad.

Diana Marcela Pinzón Chaves: Ingeniera electrónica de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito con estudios de especialización en gerencia y tecnologías de información de la Universidad Externado de Colombia, candidata a master en tecnologías de información para el negocio de la Universidad de los Andes, trabajó como asesora del programa nacional de TIC en el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia, asesora del Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones y actualmente se desempeña como líder de gestión del conocimiento en la Agencia Nacional del Espectro

Daniel Jaramillo Ramirez: Ingeniero Electrónico con Ph.D. en Telecomunicaciones de la escuela de ingenieros Supélec en París, Francia. Ha trabajado como investigador en telecomunicaciones, especialmente en teoría de comunicaciones inalámbricas aplicada a redes celulares, en la Universidad de los Andes, y en Orange Labs, Francia. Posee varias publicaciones en revistas y conferencias internacionales y una patente presentada en el organismo de estandarización 3GPP. Desde agosto 2014, hace parte del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana como Profesor Asistente, y dicta los cursos de Fundamentos de Comunicaciones, Comunicaciones Inalámbricas, Procesos Estocásticos, Teletráfico, entre otros. Es investigador activo en fenómenos de tráfico tanto en telecomunicaciones como en transporte urbano.

Fabian Humberto Herrera: Ingeniero electrónico y matemático de la Pontificia Universidad Javeriana, Especialista en Finanzas y administración pública de la Universidad Militar Nueva Granada, Magister en Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana. Experiencia laboral en el sector público, privado y academia como investigador, docente y conferencista de más de 10 años. Participación en planeación, evaluación y gerencia de proyectos de telecomunicaciones sociales e internet de banda ancha de impacto nacional. Asesor en temas de radiocomunicaciones incluyendo aspectos técnicos, regulatorios y de política. Actualmente se desempeña como Asesor de la Agencia Nacional del Espectro en temas de administración eficiente del espectro radioeléctrico, espectro para servicios móviles y la estructuración de procesos de selección objetiva para la asignación de permisos de uso de espectro.

ABSTRACT

This paper proposes a new spectrum forecasting model for Internet of Things (IoT) services in Colombia, responding to the growing concern about possible band congestion due to the exponential growth of wireless connections of IoT devices. The first sections describe the motivations that lead to the proposal of the model, as well as the prospects for growth and the connections of the IoT networks. Subsequent sections describe the proposed model, as well as the general design requirements of the model, and finally the conclusions regarding to the predictions obtained by the model, and the concepts of spectrum planning that must be taken into account for the next 10 years in Colombia.

Keywords

Spectrum management, Internet of Things (IoT), Spectrum forecasting.

RESUMEN

Este artículo propone un nuevo modelo de predicción de demanda espectral para servicios de Internet de las Cosas (IoT) en Colombia respondiendo a la creciente preocupación sobre una posible congestión de bandas debido al crecimiento exponencial de conexiones inalámbricas de dispositivos IoT. En las primeras secciones se describen las motivaciones que dan lugar a la propuesta del modelo, así como las perspectivas de crecimiento de tráfico y de conexiones de las redes del IoT. En secciones posteriores se describe el modelo propuesto, así como los requerimientos generales de diseño del modelo, para terminar con las conclusiones sobre las predicciones obtenidas por el modelo, y los posibles impactos sobre la planeación de espectro que se deben tener en cuenta para los próximos 10 años en Colombia.

Palabras clave

Spectrum management, Internet of Things (IoT), Spectrum forecasting.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 20 años, el Internet ha cambiado la forma en la que trabajamos, comunicamos y hacemos negocios. En la actualidad estamos en la cúspide de otra revolución industrial que tendrá un impacto significativo y positivo en diferentes sectores de la sociedad, incluyendo energía, transporte, salud y manufactura de bienes y servicios. Esta revolución se ha descrito bajo el término *Internet de las cosas* (IoT), el cual se puede definir como una convergencia tecnológica que permite que un gran número de objetos se comuniquen entre sí principalmente a través de Internet usando redes de acceso fijo e inalámbrico. La UIT concibe el IoT [1] como una infraestructura global de la sociedad de la información, que permite ofrecer servicios avanzados mediante la interconexión de objetos (físicos y virtuales) gracias a la interoperabilidad de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) presentes y futuras integrando diferentes tecnologías avanzadas como lo son las relacionadas con la comunicación máquina a máquina (M2M), las redes autónomas, la minería de datos para toma de decisiones, la protección de la seguridad y privacidad, la computación en la nube, así como tecnologías avanzadas de detección y accionamiento. Adicionalmente la UIT expone que IoT añade una tercera dimensión a las TIC referente a la comunicación con cualquier OBJETO, además de las que ya ofrecen en todo INSTANTE y en cualquier LUGAR [1].

IoT ha experimentado un crecimiento considerable durante el último año, en donde el papel de las comunicaciones inalámbricas es clave en este proceso. Para dar un ejemplo, aplicaciones como medidores inteligentes [2], iluminarias inteligentes [3], monitoreo de cultivos [4] y conectividad de automóviles [5], entre otras, necesitan conectividad a Internet, que por motivos económicos o de flexibilidad no puede llevarse a través de soluciones fijas. Por su lado las comunicaciones inalámbricas son más flexibles y menos costosas, sin embargo, dependen de la disponibilidad de espectro para soportar su conectividad.

Por otro lado, el volumen de datos generados actualmente por aplicaciones del IoT es relativamente pequeño comparado con el del amplio mercado de datos móviles que según diferentes fuentes puede llegar a ser entre 20 y 65 petabytes por año [6]. Sin embargo, se estima que el número de conexiones de dispositivos IoT excederá la cifra de mil millones por día. Aunque la mayoría de las aplicaciones del IoT continúen basando su conectividad de corto alcance en las bandas ISM (Industrial, Scientific, Medical) y de largo alcance en las redes celulares existentes (2G, 3G y 4G), esta forma de conectividad, según las proyecciones de crecimiento del número de dispositivos conectados, representa una preocupación creciente sobre una posible congestión de las diferentes bandas del espectro radioeléctrico que alberguen estos servicios. La principal razón es que las redes de conectividad inalámbrica actuales, donde se realiza el despliegue de servicios IoT, no fueron inicialmente

concebidas para este tipo de dispositivos en donde se deben soportar miles de millones de comunicaciones de baja tasa de transmisión, cada una con duración de alrededor de un segundo. Este tipo de redes con conectividades inalámbricas a gran escala pueden llegar a exceder la capacidad del canal (de las bandas disponibles), haciendo necesario el uso de más recursos y por ende requiriendo mayor ocupación de las bandas del espectro radioeléctrico.

Adicionalmente, la reciente aparición de las redes LPWAN (*Low Power Wide Area Network*), redes optimizadas para transmitir bajas tasas de datos con un alto volumen de usuarios con múltiples conexiones en bandas sin licencia, permiten tener una alternativa de comunicaciones de largo alcance para dispositivos IoT. Aunque en Colombia estas tecnologías no han incursionado ampliamente, con apenas unos pilotos en las principales ciudades del país, sin duda son vías habilitadoras que impulsan aún más el crecimiento de servicios de IoT en bandas no licenciadas. El escenario de competencia e interferencia de servicios IoT en bandas licenciadas y no licenciadas también ha sido materia de estudio por agencias europeas y también de interés para la Agencia Nacional del Espectro (ANE) en Colombia.

En la búsqueda de metodologías de predicción de demanda flexibles que se adapten al contexto del mercado de servicios IoT en Colombia, el trabajo presentado propone un modelo de predicción de demanda espectral para servicios de IoT que permita una planeación eficiente del espectro para el despliegue de nuevos servicios en Colombia. El desarrollo del modelo está enmarcado en una iniciativa del gobierno nacional por desarrollar el sector de Internet de las Cosas, impulsada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – MINTIC y la Agencia Nacional del Espectro (ANE).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los modelos de predicción de demanda de espectro que se encuentran en literatura se enfocan principalmente en servicios de telefonía celular. Como por ejemplo, GSMA en [7] propone un nuevo modelo de predicción de demanda de espectro para servicios en el mercado móvil para 4 países (UK, Brasil, China y EEUU), en el cual dejando de lado la aproximación teórica, parte del número de estaciones base dentro de un mercado dado y de las proyecciones futuras de densificación del sitio en donde el modelo se aplica; este se basa en parámetros de planeación de la red y su resultado es el espectro requerido en el futuro para soportar el tráfico previsto. Por su parte el trabajo en [8] expone los factores claves, métodos y enfoques que se deben aplicar al desarrollo de predicciones de demanda de espectro enfocándose en los servicios móviles, en el cual propone un modelo sencillo basándose en la demanda de espectro del año inmediatamente anterior para proyectar el del siguiente año utilizando multiplicadores de tráfico, descarga y eficiencia de espectro. Por otro lado, D. Khan en [9] realiza un estudio para la demanda de espectro radioeléctrico futura en Canadá haciendo la proyección del 2011 al 2015, su metodología de estimación de demanda aborda tecnologías convergentes y disruptivas, problemas de negocios estratégicos, y tendencias de mercados emergentes. Su método iterativo contempla 5 fases: i) Investigación de Mercados con identificación de bandas y de proveedores de servicios; ii) Pronóstico de demanda de servicios en el mercado; iii) Modelamiento y predicción de demanda de espectro; iv) Verificación y re-modelamiento; y finalmente v) Estimación de la demanda de espectro. En contraste, pocos trabajos se dirigen hacia la implementación de modelos que soporten los servicios del IoT, Aegis en [10] presenta un estudio para encontrar las implicaciones potenciales en el espectro radioeléctrico de aplicaciones máquina a máquina (M2M) para la próxima década. La metodología implementada contempla el análisis de 149 aplicaciones en 14 mercados, utilizando un método de agrupación que se basa en la forma como estas aplicaciones utilizan el espectro radioeléctrico. Así, mediante este agrupamiento es más sencillo determinar el número de conexiones, transacciones y volumen de datos que usarían estas aplicaciones por año permitiendo hacer una estimación de demanda de espectro. Por su parte la UIT, propone una metodología estándar para el cálculo de las necesidades de espectro para telecomunicaciones terrestres de servicios móviles [11] que proporciona un enfoque sistemático que incorpora la definición de categorías de servicios (una combinación de tipo de servicio y clase de tráfico), entornos de servicio (una combinación de patrón de uso de servicios y teledensidad), entornos de radio, análisis de datos de mercado y la estimación de tráfico usando estas categorías y entornos, distribución de tráfico entre los grupos de técnicas de acceso por radio (RATG), el cálculo de la capacidad del sistema y finalmente la determinación del requerimiento de espectro.

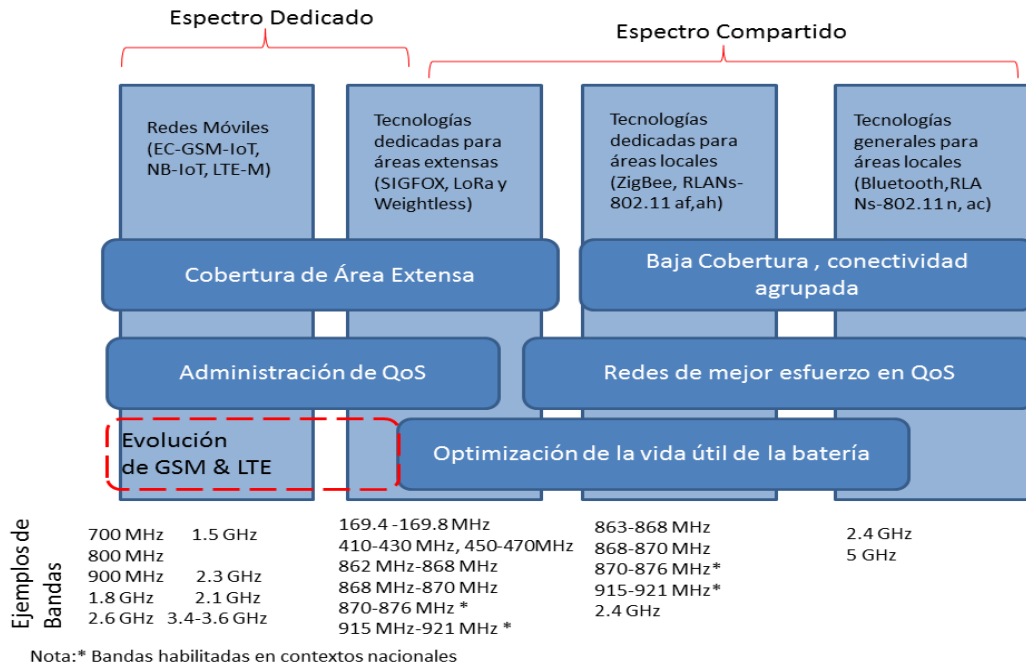
Aunque la metodología en [11] es aplicable al tráfico basado en conmutación de paquetes y se puede acomodar a múltiples servicios, incluidos los relacionados con el IoT, la amplia gama de tecnologías de comunicación inalámbrica, que utilizan estos servicios, hacen que no exista una única descripción de sus requisitos de espectro y, más bien, estas vienen dadas por la naturaleza específica del servicio. Así para su despliegue, la heterogeneidad propia del IoT hace de la coexistencia de estos servicios, sobre las diferentes bandas, un aspecto crítico de analizar

al proponer un modelo de predicción de demanda espectral, debido a esto en el mejor conocimiento de los autores de este trabajo, no existen modelos ni metodologías que contemplen la predicción de demanda espectral de servicios de IoT. Adicionalmente, aunque los modelos o metodologías de estimación espectral son específicos de país, según sus regulaciones y situación económica, el modelo propuesto es aplicable a otros países en Latinoamérica en condiciones similares.

Para los requerimientos generales del modelo se tomaron las recomendaciones dadas por la hoja de ruta para el uso del Espectro Radio Eléctrico (ER) en IoT (Fig.1), propuesta por el grupo de políticas de espectro radioeléctrico de la Comisión Europea [12]:

- El IoT es un servicio heterogéneo que requiere múltiples aplicaciones y operaciones, lo que implica requerimientos exigentes a nivel de tasas de transmisión, confiabilidad, alcances y potencias de transmisión.
- La demanda de espectro de IoT ha crecido sustancialmente el número de soluciones para el acceso al ERE, sin embargo, por el crecimiento exponencial de dispositivos se requiere seguir revisando las posibilidades de espectro en bandas menores a 1GHz.
- Asignar bandas de frecuencia para IoT no es necesario. Los accesos para IoT se pueden realizar con la armonización con un régimen de autorizaciones o el acceso al espectro en un amplio número de entidades estatales.
- El requerimiento actual para el acceso en las bandas de frecuencia 800-900 MHz para aplicaciones IoT como mediciones inteligentes y hogares inteligentes entre otros.
- Para las economías globales es importante el desarrollo de tecnologías emergentes para dispositivos de corto alcance como por ejemplo WiFi y redes de área extensa de bajo consumo energético, así como redes móviles de quinta generación.
- Las nuevas aplicaciones para redes privadas ultra-confiables como hospitales, fábricas inteligentes e industrias podrían establecer una serie de condiciones para la armonización de espectro. Lo que implicaría el desarrollo de soluciones innovadoras en el acceso del ERE para estas aplicaciones.
- La colaboración de entidades estatales puede generar oportunidades para IoT como por ejemplo en las redes satelitales o la armonización de los servicios de 800-900 MHz.
- Se necesitará una combinación complementaria de autorización general e individual para el acceso al espectro para garantizar que el IoT tenga acceso al espectro. No existe un marco único de autorización ni un conjunto único de condiciones técnicas de acceso al espectro, que satisfagan todas las demandas posibles.
- IoT abarca un conjunto más amplio de aplicaciones y casos de uso que los habilitados por las actuales redes celulares móviles. Sin embargo, los nuevos casos de uso de IoT estarán habilitados por 5G ya que algunas funcionalidades de IoT específicas se diseñarán en 5G desde el principio, con características como pruebas de fallos, bajo consumo de energía y escalabilidad.
- Tecnologías de redes de banda angosta NB-LTE permitirán armonizar tecnologías de IoT para redes móviles celulares.

Figura 1. Hoja de ruta para el acceso de dispositivos IoT [12]



PROPÓSITO

El propósito del trabajo presentado es proponer un modelo de predicción de demanda de ocupación espectral para los próximos diez años en Colombia, que considere la creciente aparición de servicios emergentes del IoT, en particular aquellas que acceden al medio usando sistemas de comunicación inalámbricos de corto alcance como lo son Bluetooth, Wi-Fi, Zigbee y de largo alcance como lo son las redes celulares (2G, 3G y 4G) y redes LPWAN como por ejemplo Sigfox y LoRa, que según estudios alcanzarán el 11% de las conexiones totales sobre las tecnologías del IoT para el 2025. El modelo contempla servicios en sectores como salud, agricultura, vestibles y ciudades inteligentes, así como también la identificación de atributos claves que impacten de forma considerable el espectro radioeléctrico.

Las conclusiones de este proyecto y sus subsiguientes fases servirán como insumo en la planeación espectral de las bandas para IoT que permitirán su despliegue. Se pretende así, acelerar la adopción de tecnologías del IoT en el despliegue de sus servicios para ir alineados con la política nacional de incentivar la creación de un ecosistema de innovación sobre la temática del Internet de las Cosas.

METODOLOGÍA

En el desarrollo del proyecto se implementaron las siguientes fases de desarrollo: i) Investigación – en donde se realizó una extensa revisión de modelos de predicción de demanda de espectro para servicios móviles, en particular con aplicación a servicios de IoT. ii) Diseño conceptual e Implementación del modelo – Donde se realizó la propuesta del modelo implementado basándose en los modelos encontrados para servicios móviles dado que en literatura no existen modelos que consideren la predicción de demanda con servicios de IoT. iii) Validación del modelo – Donde se implementó un método econométrico para evaluación de predictores. Finalmente iv) Predicción de la demanda de espectro en Colombia, donde se obtuvieron los requerimientos de espectro para las bandas de servicios IoT. El esquema metodológico resumido para el desarrollo de la investigación se muestra en la Fig. 2.

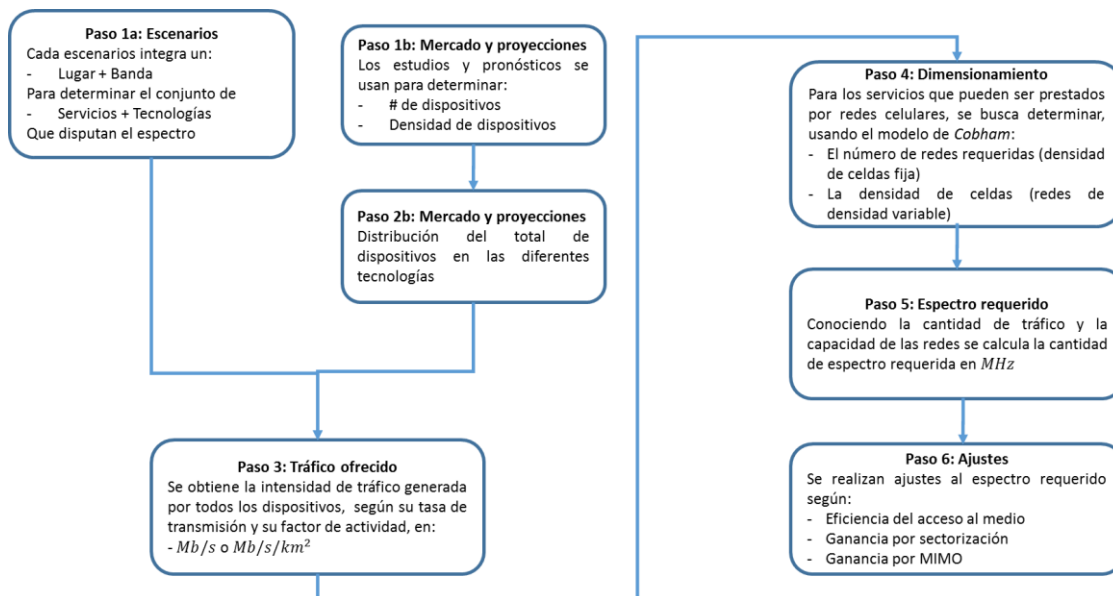
Figura 2. Esquema metodológico para el desarrollo del modelo de predicción de demanda espectral para servicios en IoT



RESULTADOS

Como resultado principal del trabajo presentado se propone una metodología de predicción de demanda espectral cuyo resultado es el modelo que muestra en el diagrama de flujo de la Fig.3. El modelo contempla 6 pasos: i) Paso 1 – Definiciones y Proyecciones de mercado, en donde se definen los escenarios y se realizan las proyecciones de mercado, obteniendo el número y densidad de los dispositivos. ii) Paso 2- Distribución que contempla la distribución de dispositivos en las diferentes tecnologías que sustentan los servicios de IoT. iii) Paso 3 –Tráfico ofrecido, en donde se calcula el tráfico generado por los dispositivos en los diferentes escenarios según su tasa de transmisión y factor de actividad. iv) Paso 4- Dimensionamiento, debido a que gran parte del despliegue masivo de dispositivos para servicios IoT se basa sobre tecnologías celulares, es necesario determinar el número de redes requeridas y la densidad de celdas, con lo que se puede determinar la capacidad de las diferentes redes. v) Paso 5- Cálculo del espectro requerido, donde se determina la cantidad de MHz adicionales requeridos en cada banda identificada en la definición de los escenarios. Y finalmente vi) Paso 6- Ajustes, donde se tienen en cuenta aspectos como la eficiencia del acceso al medio por cada tecnología, la ganancia por sectorización y por uso de tecnología MIMO (Multiple Input Multiple Output).

Figura 3. Modelo para el calculo de requerimiento espectral para servicios IoT en Colombia



En una red que preste servicios IoT, las comunicaciones van en dos direcciones: Hacia el dispositivo (descendente) y hacia la red (ascendente). Para servicios IoT, esta duplexación es altamente asimétrica en el enlace ascendente, pues la mayoría de los datos son comunicados en esa dirección. El espectro estimado por este modelo tiene en cuenta principalmente comunicaciones en dirección ascendente, pero también algunos servicios en dirección descendente.

Un servicio IoT requiere normalmente dos enlaces para hacer llegar sus datos a Internet: Un enlace de **conexión** y un enlace de **transporte**.

- El enlace de **conexión** entre un dispositivo y un nodo agrupador, generalmente será inalámbrico y busca que el sensor o dispositivo que adquiere los datos, use muy poca potencia al transmitirlos. El espectro que usa tiene un alcance local.
- El enlace de **transporte** entre el nodo agrupador y un servidor de Internet, envía los datos agregados de todos los dispositivos o sensores hasta Internet. Este enlace puede ser inalámbrico o fijo. Cuando es fijo no usa el espectro. Si es inalámbrico usa un espectro con un alcance mucho más amplio, por lo general de rango nacional.

El espectro requerido por una transmisión de datos individual, puede calcularse fácilmente conociendo la eficiencia espectral del enlace que usa. No obstante, en IoT, al ser comunicaciones inalámbricas, de un gran número de dispositivos y siendo el espectro un recurso muy escaso, las señales deben **compartir el espectro**. La **estrategia** con la que se comparte el espectro, **determina la eficiencia espectral** de un sistema de comunicaciones inalámbricas y a partir de ella se puede calcular cuánto espectro requieren los servicios. Por tal razón, este modelo calcula el espectro requerido a partir de los grupos de servicios y tecnologías que comparten o disputan un espectro, que los denominamos **escenarios**.

Un **escenario** será la unión de un espacio o un lugar geográfico con una banda de frecuencias, en el que un conjunto de servicios IoT pueden ser prestados por distintas tecnologías (ver Tabla 1).

Tabla 1. Escenarios identificados para el modelo: *Enlace de transporte alámbrico (no requiere espectro)

Lugares\Bandas	400	800/900	2300	2400	5800	60000
Hogar/Oficina			Esc 1	Esc 2*		Esc 3*
Hospital			Esc 4	Esc 5		
Industrial	Esc 6	Esc 7				
Calle	Esc 8				Esc 9	Esc 10*
Carretera	Esc 11				Esc 12	
Urbano		Esc 13				
Rural		Esc 14				

Conociendo el grupo de servicios y tecnologías que se disputan un espectro, por medio de un estudio de mercado y proyecciones económicas, se estima el número de dispositivos que habrá conectados en esos servicios. Se estima también la distribución de los dispositivos entre las diferentes tecnologías y a partir de un factor de actividad asociado al servicio y una tasa de transmisión asociada a la tecnología se calcula el tráfico ofrecido total en cada escenario. Si el escenario incluye una tecnología celular, el tráfico para esos servicios tendrá unidades de Mb/s/km², de lo contrario el tráfico tendrá unidades de Mb/s. Siguiendo un conjunto de parámetros QoS para transmisión de datos presentados en [13], se aplica un modelo de Cobham para determinar la capacidad requerida por el tráfico de redes celulares.

Para el tráfico no celular, se calcula la capacidad requerida por el nodo agrupador a partir de un modelo Erlang-C. Teniendo la capacidad de las redes, la cantidad de tráfico ofrecido y la eficiencia espectral de cada tecnología, se calcula el espectro requerido para cada escenario. Finalmente, se hacen ajustes sobre el espectro requerido por dos factores importantes:

- El uso de sistemas de múltiples antenas (MIMO), que aumentan significativamente la eficiencia espectral.
- El uso de mecanismos de acceso al medio avanzados y diseñados para las futuras redes 5G, especialmente para mejorar la eficiencia espectral de un acceso aleatorio y masivo.

CONCLUSIONES

En el presente artículo se propuso un nuevo modelo de predicción espectral considerando las características propias de servicios del Internet de las Cosas para el contexto Colombiano. Actualmente, no hay modelos que describan claramente una metodología de predicción de requerimientos espectrales para servicios IoT. La metodología de estimación de espectro implementada puede aplicarse en otros países en la región con características socio-económicas similares.

Con las predicciones de requerimiento espectral obtenidas, se facilitarán los procesos de planeación espectral para el despliegue masivo de redes IoT que sustenten los servicios potenciales emergentes en Colombia para los próximos diez años en los sectores de salud, agricultura, vestibles y ciudades inteligentes. De esta manera, se garantiza el despliegue de servicios IoT en Colombia

Durante del desarrollo del proyecto, se propuso una metodología para la estimación de estado actual y predicción de número de dispositivos IoT en Colombia basándose en los datos históricos provistos por ministerios, agencias del estado y entidades gubernamentales. Esta metodología puede aplicarse igualmente a otros países de Latinoamérica y resulta un insumo para aspectos de planeación de políticas de apropiación de nuevas tecnologías como lo son las del IoT.

REFERENCIAS

Union Internecional de Telecomunicaciones - UIT, «Recomendación UIT-T Y. 2060: Descripción general de Internet de los objetos,» UIT-T, 2012.

technology, AMIHO, «Smart Metering,» Nov 2017. [En línea]. Available: <https://www.amihotechnology.com/applications/smart-metering/>. [Último acceso: 2017].

Telensa, «Telensa PLANet: Intelligent lighting for smart cities,» [En línea]. Available: <https://www.telensa.com/smart-lighting/>. [Último acceso: Nov 2017].

L. E. T. J. A. G. M. A. C. Jesus Martín Talavera, «Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields,» *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 142, n° A, pp. 283-297, 2017.

CISCO, «The Smart and Connected Vehicle and the Internet of Things,» 2013. [En línea]. Available: http://tf.nist.gov/seminars/WSTS/PDFs/1-0_Cisco_FBonomi_ConnectedVehicles.pdf. [Último acceso: Nov 2017].

A. & W. V. Lucent, «A Choice of Future m2m Access Technologies for Mobile Network Operators,» 2014.

GSMA, «Revised spectrum forecasts using the new spectrum model: Spectrum Required for Various Mobile Communication Market in 2020,» 2013.

A. Riaz, «Spectrum Forecasting for Future Use: Methods & Techniques, in ITU- MCMC International Training Program,» 2015. [En línea]. Available: [https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/Documents/Events/2015/Aug-ITP/Presentations/ITP_Day%20%20Session%201_Aamir%20\(Forecasting\)%20upload.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/Documents/Events/2015/Aug-ITP/Presentations/ITP_Day%20%20Session%201_Aamir%20(Forecasting)%20upload.pdf). [Último acceso: Abril 2018].

D. Khan, «Study of Future Demand for Radio Spectrum in Canada 2011 - 2015,» 2012. [En línea]. Available: http://redmobileco.com/wp-content/uploads/Focus_on_Spectrum.pdf. [Último acceso: Abril 2018].

A. S. E. a. M. Research, «M2M application characteristics and their implications for spectrum Final Report,» 2014.

Union Internacional de las Telecomunicaciones, «Recommendation ITU-R M.1768-1: Methodology for calculation of spectrum requirements for the terrestrial component of International Mobile Telecommunications,» 2013.

European Comission: Radio Spectrum Policy Group, «RSPG17-006 - A Spectrum Roadmap for IoT: Opinion on the Spectrum Aspects of the Internet-of-things (IoT),» 2016.

Union Internacional de las Telecomunicaciones, «Rep. ITU-R M.2078: Estimated spectrum bandwidth requirements for the future development,» 2006.

Multilayer, locality aware, telecommunication network deployment algorithm

Luis M. Roman
ITAM
lromanga@itam.mx

Miguel Alonso Vilchis
ITAM
mvilchis@ciencias.unam.mx

Ante Salcedo
CERN, ITAM
ante.salcedo@itam.mx

BIOGRAPHIES

L. M. Roman is a full time student of the Masters in Computer Science at ITAM; Miguel A. V. is a full time student of the Masters in Computer Science at ITAM; A. Salcedo is a full time professor at the Digital Systems Department at ITAM,. All of the conduct research and consulting on telecommunications industry trends, infrastructure, economics, and public policy.

ABSTRACT

In this paper we propose an iterative approach for the deployment of rural telecommunication networks. This approach relies heavily on the concept of locality, prioritizing small ‘cells’ with a considerable population density, and exploits the natural nesting of the distribution of rural communities, focusing in communities which are populous enough to justify the investment required to provide them with connectivity, and whose sheer size promotes the formation of ‘satellite’ communities that could be benefited from the initial investment at a marginal expense. For this approach, the concept of ‘cells’ is paramount, these, are constructed iteratively based on the contour of a Voronoi tessellation centered on the community of interest. Once the focal community has been ‘connected’ with network of the previous layer, the process is repeated with less populous communities at each stage until a coverage threshold has been reached. One of the main contributions of this methodology is that it makes every calculation based on ‘street distance’ instead of Euclidean, giving a more realistic approximate of the length of the network and hence the amount of the investment. To test our results, we ran our experiments on two segregated communities in one of the most complicated terrains, due to the mountain chains, in the state of Chiapas, Mexico. The results suggest that the use of ‘street distance’ and a local approach leads to the deployment of a remarkably different network than the standard methodology would imply. We hope that this might lead to a significant reduction in the costs associated with these kinds of projects and therefore make the democratization of connectivity a reality. In order to make our results reproducible, we make all our code open and publicly available on GitHub.

Keywords

Multilayer, locality aware, telecommunication network deployment algorithm

INTRODUCTION

Hardly any other industrial sector has had a more relevant role in the furtherance of the technological and economic developments of the last century than the telecommunications sector (Roller, Lars-Hendrik, and Leonard Waverman, 2001). Its relevance relies not solely in its capacity to provide high speed communication between individuals thousands of miles away in regions, hitherto, by all means, inaccessible. But also, in its capacity to automate procedures in a more finned grain fashion than ever due to the advancements in the Internet of Things (IoT) technologies (Wollschlaeger, Martin, Thilo Sauter, and Jürgen Jasperneite, 2017). In fact, it has been shown that the development of such connectivity networks generate positive externalities making the impact of telecommunications infrastructure on economic growth greater than linear. In this same venue, (Röller, Lars-Hendrik, and Leonard Waverman, 2001) found that when levels of infrastructure approach universal service, increasing returns on growth are reached. Along with these developments, it has being noted (Bauer, Johannes M,

2017) that the economic disparity between connected and poorly connected regions has been growing at a staggering rate, leading some to believe that the next differentiating factor between viable and nonviable communities would be the degree of development in this field.

For these reasons, it has become a critical concern for local and federal governments all over the world to provide the legislative and economic groundwork to foster the development of a healthy telecommunications sector. This represents a major challenge for countries where a large percentage of the population lives in rural areas, since, more often than not, the inherent complexity of deploying telecommunication networks over vast inhabited territory and the costs associated with a *design-from-scratch* network constitute an infranqueable entrance barrier.

Since the greatest part of the costs associated with the deployment of a telecommunication network derives directly from the adequacy of its topological design, it is natural that a lot of work in the fields of operations research and network optimization has been focused precisely to this subject. As Prytz (Prytz, Mikael, 2002) pointed out, a good network design is difficult to characterize exactly because it depends on too many factors. A network design engineer typically has to evaluate tradeoffs between several design patterns. Despite the multiple factors involved, Prytz mentions that the main design objectives of telecommunications networks can be summarized as follows:

- Performance: application response time and availability. This frequently translates into requirements on the data transmission rate and the percentage of data that has to be present; or on the probability that an application runs without failures due to congestion.
- Redundancy, resiliency & survivability: network ability to rest available under component failures (like router, switch or network link interruptions). These objectives translate into requirements on network resources, such as the need for alternative paths to reroute traffic.
- Economic viability: the returns on investment (including the cost of equipment, capacity leasing, labor, support, etc.) need to be attractive enough to justify the deployment of the network.

As Prytz shows, there are complex interactions and natural conflicts between the design-objectives explained above; therefore, network designs are frequently broken into smaller subproblems that are easier to deal with. Furthermore, networks are usually subdivided into different segments that obey different functionality and topology and are often treated separately according to their own architectures. Such segments of a network can be grouped into tiers or layers that are arranged hierarchically. In such manner, the top layer of a network is often referred as the primary, backbone or core, and the subsequent layers known as secondary or tertiary networks. A top-down approach is often used to satisfy each layer's particular criteria.

Considering that in this paper we are focusing on rural areas we will be assuming that the connected locations are part of an already deployed primary or secondary network whereas, we will be deploying a tertiary network over the non-connected communities. Needless to say, in this context the economic viability factor acquires particular relevance. Thus, in order to address it properly, in this paper we develop a network deployment methodology that highly favors the reutilization of already existing infrastructure and exploits different idiosyncratic notions of proximity that allow the progressive construction of network chunks depending on different coverage and population restrictions, thus, further diminishing the economic hurdle of the project.

The structure of the paper is as follows: First we detail our methodology and its most important implications. Then we go through several experiments that we carried out on two isolated Mexican communities and immediately afterwards we discuss the different results we obtained. Then we go through a thorough examination of previous work on the subject. We present the different nuisances of each approach and how our methodology differs from the principal tendencies along multiple design patterns. And finally, we give some closing remarks and hint some venues for future work.

METHODOLOGY

As mentioned in the introduction, our approach aims to make maximum usage of already deployed infrastructure in order to avoid unnecessary expenses. Similarly, it highly encourages the progressive deployment of nested chunks of network, therefore steering clear of excessively large deployments and focusing only on the *connectivity frontier*. With this considerations in mind, the steps of our methodology are the following:

1. Identify a target region to cover. Ideally, it should have a couple of ‘large communities’, large in the sense that their population justifies a network deployment, hence they can be considered as connected centroids for the following iterations. Together with a large amount of ‘small communities’. These are going to be the deployment targets.
2. Set a deployment criterion: favour small areas with large populations, these are the ‘low hanging fruits’ or favour large areas with small populations, these are the hard to cover communities and serve as objectives for public policy or to compute the worst case investment scenario.
3. Once these two criterions have been selected, the algorithm is going to iteratively compute network extensions using voronoi tessellations centered on the connected localities of the previous iteration. A tessellation partition is selected according to the criterions of point two and a given number of communities is added to the network. The number of communities to connect at each iteration is another parameter of the algorithm. This is going to be carried out until one stop criteria is met.
 - a. Each partition of the tessellation as well as each network extension is constructed using ‘road distance’ in order to give a more down to earth approach of the length of the network, as well as of the investment needed.
 - b. It is worth mentioning that at each stage the algorithm is going to favour the integration to the network of communities that are close to roads and whose population is relatively large.

More specifically. Let C_i^k be the i^{th} centroid of the k^{th} iteration, $S^{q_k}_{c_i^k}$ the tessellation partition associated with it, selected according to criterion q_k and $P(S^{q_k}_{c_i^k})$ and $N(S^{q_k}_{c_i^k})$ be the population and number of communities $\pi^t_{S^{q_k}_{c_i^k}}$ $t = 1, 2, \dots, N(S^{q_k}_{c_i^k})$ in such partition. Then the algorithm goes as follows: For fixed T_p and T_N population and number of communities thresholds.

Let $k = 0$

Choose $X_0 < N(S^{q_0}_{c_i^0})$ communities as centroids for the partition according to population criteria (these are the connected networks).

Partitionate the communities taking into consideration population and distance to road criteria using the voronoi tessellation induced by the weighted k-means.

While $P(S^{q_k}_{c_i^k}) > T_p$ and $N(S^{q_k}_{c_i^k}) > T_N$ do

Select $S^{q_k}_{c_i^k}$ according to q_k

Add X_k communities $\pi^t_{S^{q_k}_{c_i^k}}$ (where $X_k < N(S^{q_k}_{c_i^k})$) to the network using road distance and population criteria

Set this X_k communities as centroids for iteration $k + 1$ and generate a nested partition.

Set $k = k + 1$

△

As it can be readily seen, this approach leaves a large set of parameters available to the user, thus, giving her enough flexibility to adapt to situation specific conditions. Furthermore, it guarantees that at each iteration only the nearest, according to road distance, most populous communities are getting connected, therefore, in a greedy approach minimizing expenses and connecting as much people as possible.

Even though our approach is location independent, in the following section we are going to carry out an experiment in one of the hardest regions to connect in Mexico due to its rough geography.

IMPLEMENTATION

In order to test our methodology, we decided to carry out a couple experiments in one of the toughest territories of the mexican landscape, namely, in two isolated communities in the state of Chiapas called Villa Corzo and Villaflores. This region is particularly hard to cover because most the territory is composed of mountains and dense rainforest. The communities are scantily populated and are widely spread across the fields, hence, providing a worst case scenario for our algorithm. There are two main reasons why we choose to carry out our experiments in Mexico. The first reason is related with the unique legislative landscape the current government has instaurated. The second reason is of a more practical nature and it is related with an almost ideally complex distribution of the population. In the following paragraphs we are going to dig deeper into the implications of these motivations and give an outline

as to why we consider them exceptionally relevant, then we will give a brief outline of the characteristics of Villa Corzo and Villaflores.

Legislative landscape

In the wake of 2012, the new mexican government instaurated a set of constitutional reforms regarding several key industrial sectors of the mexican landscape. Among those legislative interventions, a new set of reglementations was introduced for the telecommunications sector. What was particularly remarkable, was that amid a couple of technical nuisances, the right to connectivity became a constitutional right, therefore, the state committed itself to provide the means, both, in the legislative realm as well as in the infrastructural one in order to guarantee its availability for the gross part of the population, in this case, to the 98% of the population.

Within this context, it has become apparent that the need for efficient ways to provide connectivity to isolated communities has grown into one of the most exacting nature.

Population distribution

As part of its historical heritage, the mexican landscape has been chiefly characterized by a remarkable tendency to produce large clusters of centralized population. This sole fact has important implications in the design and deployment of a telecommunications network. According to INEGI (INEGI, Total population by locality size and state 2000, 2005, 2010) already by 2017, 79% of the mexican population lived in urban areas. Nonetheless, as it can be seen in Figure 1, due to the centralized nature of the population distribution this percentage occupies less than 300,000 km² which represents less than 10% of the total mexican territory. Since, according to IFT’s stats, nearly 85% of the total mexican population is already connected, this leaves a mammoth approximate of 300,000 km² yet to cover in order to achieve the constitutional objective of 98% of the population. Thus the need for efficient ways to provide connectivity to isolated communities spread among thousands of kilometers.

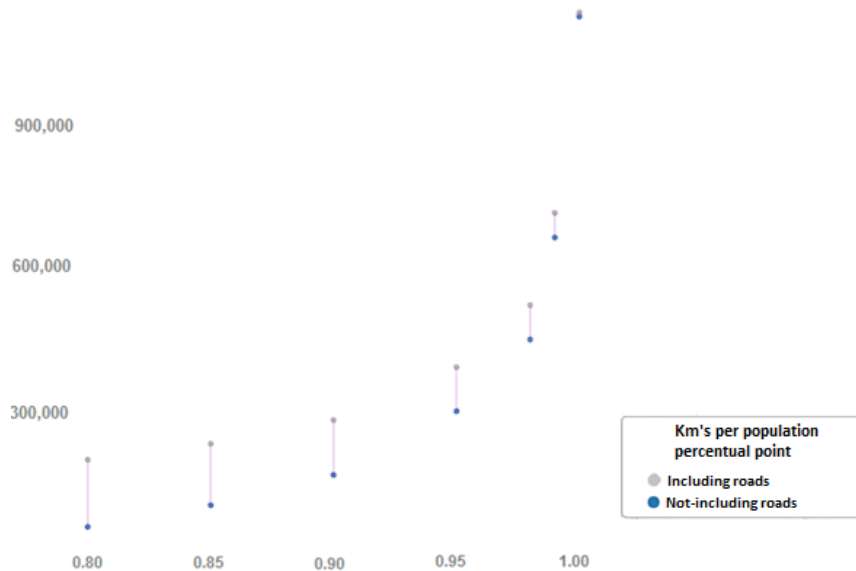


Figure 1. Kilometers to cover each percentage point of population

Villa Corzo and Villaflores

The main directives for choosing a region for testing our algorithms were that it must be a poorly connected region, in order to emphasize the field of opportunity, and preferably, it must have a large population, in order to maximize the impact. After searching for the ideal scenario, we came to these two communities, the regions selected in Villaflores and Villa Corzo have a population of 7,109 and 8,794 individuals respectively. As it can be

appreciated in Figure 2, this two regions are scantily connected with only available network in the three largest localities. Moreover, the connectivity of these is clearly bad, with most of the sampled points (the sampling was done using OpenSignal’s API: NetworkStats) having an unreliable network and an average Arbitrary Strength Unit (ASU) on received signal strength indicator (RSSI) of 19.07761 and an average reliability of 0.13, fitting nicely within the distributional premises of our algorithm.

Additionally, as it can be seen in Figure 3, these two communities have the desirable property that they are well connected with roads and highways, hence, leading to a maximum capitalization of already existing infrastructure, fact that our algorithm exploits splendidly.

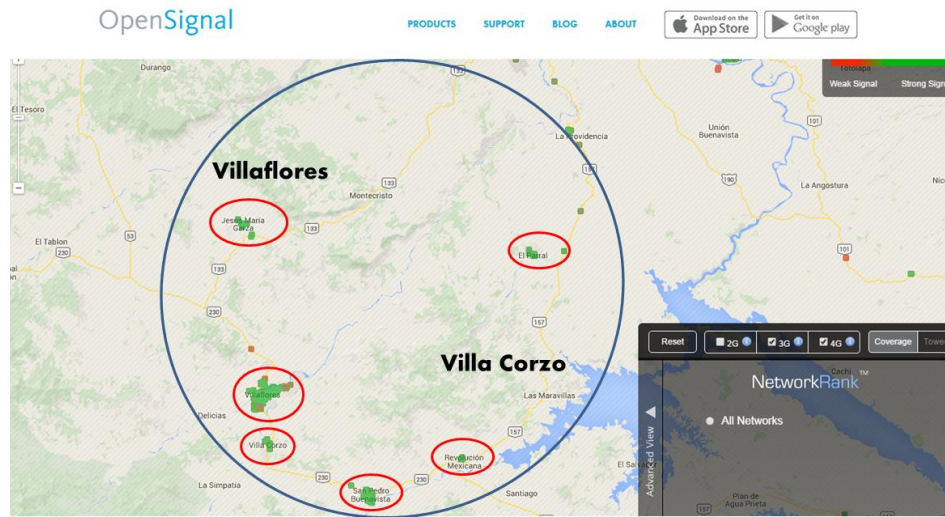


Figure 2. Communities with broadband access Villa Corzo and Villa Flores

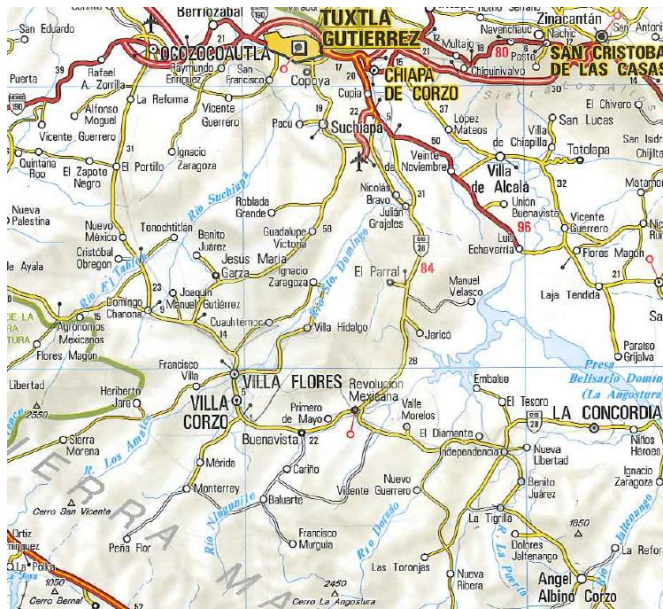


Figure 3. Roads and trails in Villa Flores and Villa Corzo

EXPERIMENTS AND RESULTS

In this section, the main results and findings are shown and discussed. We carefully consider each of the three main steps of our methodology: 1) identify a target region to cover, 2) set a deployment criterion. In this case we will use the stop criteria of minimum population for each cluster, depending on the iteration in which it is. 3) build local networks along roads and trails, and repeat until each cluster meets the criteria of minimum population.

The values chosen as restrictions for the minimum number of citizens in each iteration are: 5000, 750, 100 and 50. These values were the parameters with which we obtained the greatest coverage with the least amount of network deployed.

In the first iteration, the cluster number is adapted to meet the restriction of 5000 citizens for each cluster. To show the methodology, the experiment focused on the region with more population, this as consequence of growth of the localities with tendency to produce large clusters of centralized population.

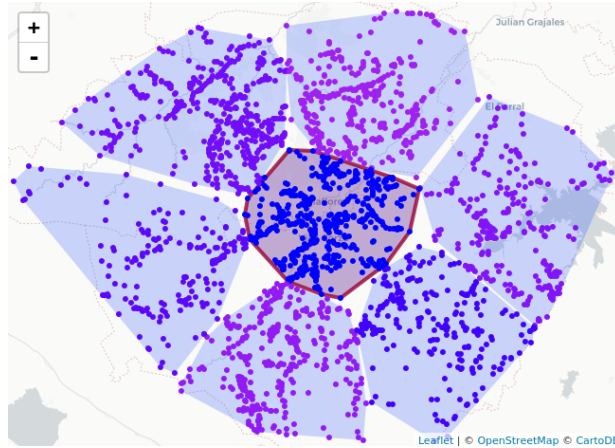


Figure 4. Selected cluster in Villa Flores and Villa Corzo

In the later iterations, two Google API services were used, the first was Google Maps Roads, this was used to get the distance between a locality and the nearest road (see figure 5).



Figure 5. Left network topology without distance to road, Right network topology weighted with distance to road

As it can be appreciated, considering road distance leads to more local shorter networks. Hence it could be a useful tool in case the localities are well connected by roads and trails. Once that value is acquired, we use it as a weight to select the centroids of the partition, in this way, we give a greater weight to the localities with a shorter communication path. We use spanning tree techniques in each region to determine the expansion branches of the secondary network by connecting these locations to the core network along existing roads and trails, these value is available through Google Maps Directions API that returns the real ‘road’ distance between two locations.

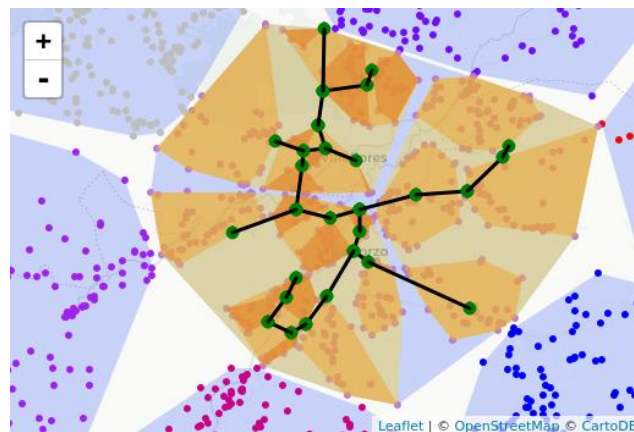


Figure 6. Spanning tree in Villa Flores and Villa Corzo

To measure the percentage of coverage of the locality with the generator tree, we generate a performance graph, which shows the coverage that each iteration adds, ending with a coverage of 97.6%.

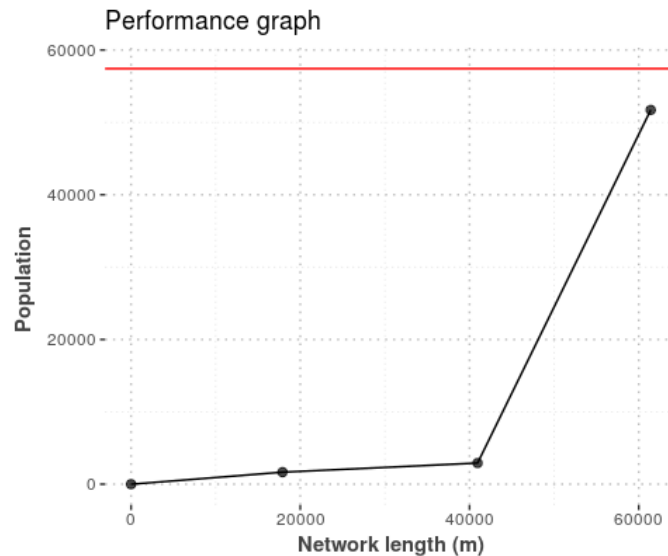


Figure 7. Performance graph of network coverage

RELATED WORK

As mentioned in the introduction, there exists a huge amount of literature, mainly in the fields of operations research and network theory, that regard the deployment of telecommunications networks as their main concern. It is a well known fact that the deployment of general capacitated networks is an NP-hard problem, therefore, safe in some unrealistically simplified scenarios, the computation of an optimal deployment is computationally intractable. In order to alleviate this situation, different implementations have suggested multiple heuristics for getting a satisfactory solution, take for example the work of (Ruiz, Efrain, Maria Albareda-Sambola, Elena Fernández, and Mauricio GC Resende, 2015) where a genetic algorithm approach is proposed, they explored multiple encodings as well as parameter configuration in order to acquire acceptable solutions, in this venue, they successfully outperformed some off the shelf implementations, though, the notion of locality and controlled aggregated investment costs are completely disregarded. Our approach is similar in spirit to (Kritikos, M., and G. Ioannou, 2017) in the fact that they use a greedy approach and hence opt for the ‘best’ decision at each step of the algorithm, whereas regarding the configuration of the nodes we elect a notion of ‘proximity’ based on the Voronoi tessellation induced by the k-means algorithm similar to (Zhong, Caiming, Mikko Malinen, Duoqian Miao, and Pasi Fränti, 2015).

CONCLUSION

As a closing remark we believe, as stated by our results, the main contributions of our paper are that it encompasses the different considerations of locality, allows a progressive deployment of the network, encourages the exploitation of already existing infrastructure favoring communities that are relatively ‘near’ to roads and trails, gives a more down to earth estimation of the costs of deployment since it uses road distances instead of euclidean or large disks distances and finally it is location independent hence its applicability in different scenarios is transparent for the user.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research work has been partially supported by the *Asociación Mexicana de Cultura A.C.*; and by *Centro de Energía y Recursos Renovables del ITAM*.

REFERENCES

Bauer, Johannes M. (2017). *The Internet and income inequality: Socio-economic challenges in a hyperconnected society*. Telecommunications Policy.

INEGI, *Total population by locality size and state 2000, 2005, 2010*, <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo13&s=est&c=17503>

Franses P.H. (1994). *Fitting a Gompertz Curve*. The Journal of the Operational Research Society, Vol. 45, No. 1, pp. 109-113.

Kritikos, M., and G. Ioannou. (2017). *A greedy heuristic for the capacitated minimum spanning tree problem*. *Journal of the Operational Research Society* 68, no. 10: 1223-1235.

Open Signal Webpage, 3G and 4G Coverage Maps, <http://opensignal.com>

Orendain J. (2007). *Diagnóstico y prospectivas del sector de telecomunicaciones en México, en un entorno de convergencia*. Tesis. Instituto Tecnológico Autónomo de México.

Prytz, Mikael. (2002). *On optimization in design of telecommunications networks with multicast and unicast traffic*.

Roller, Lars-Hendrik, and Leonard Waverman. (2001). *Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach*. *American economic review* 91, no. 4: 909-923.

Roman L., Mora M., Salcedo A. (2016). *Local layered algorithmic model for topological design of rural telecommunications networks*. International Conference on OR for Development (ICORD), Mexico City. 2016.

Ruiz, Efrain, Maria Albareda-Sambola, Elena Fernández, and Mauricio GC Resende, (2015). *A biased random-key genetic algorithm for the capacitated minimum spanning tree problem*. *Computers & Operations Research* 57: 95-108.

Salcedo A., Ávila A., y Kuhlmann F. (2015). *Searching for economic value in Mexican rural communities*. In Proceedings of the 9th Communication Policy Research (CPR) LATAM Conference, pp. 169 -177.

Zhong, Caiming, Mikko Malinen, Duoqian Miao, and Pasi Fränti. (2015). *A fast minimum spanning tree algorithm based on K-means*. *Information Sciences* 295 : 1-17.

Tecnologías de Acceso Dinámico y Uso Compartido del Espectro

Gerardo Martínez Cruz

Instituto Federal de Telecomunicaciones

gerardo.martinezc@ift.org.mx

BIOGRAFÍA

Gerardo Martínez Cruz es Ingeniero en Telecomunicaciones por la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente, Gerardo es estudiante de la Maestría en Derecho de las TIC en el INFOTEC, con especialidad de Derecho de las Telecomunicaciones, y se desempeña como Subdirector de Ingeniería del Espectro en el Instituto Federal de Telecomunicaciones.

RESUMEN

En su preocupación por reducir la brecha digital y en busca de incrementar la capacidad de tráfico de las redes móviles para satisfacer la demanda de conectividad futura, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), a través de la Dirección de Ingeniería y Tecnología (DIT), analiza el estado del arte de las tecnologías de acceso dinámico y uso compartido del espectro radioeléctrico (TADUCE) con la finalidad de identificar aquellas que sean susceptibles de adopción en México. Las tecnologías analizadas en la investigación son aquellas basadas en LTE (*Long Term Evolution*) que operan en bandas de frecuencia de uso libre; tecnologías emergentes basadas en MIMO; Radio Cognitivo (RC); Comunicaciones *Device-to-Device* (D2D) y TV *White Spaces* (TVWS). Finalmente, la DIT establece diferentes recomendaciones que el IFT debe considerar para que dichas tecnologías se implementen óptimamente en el país.

Palabras clave

Tecnologías de acceso dinámico, espectro compartido, *massive MIMO*, *device-to-device*, TV *white spaces*, radio cognitivo, LAA, LTE-U.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el mundo está experimentando una revolución tecnológica en las comunicaciones inalámbricas, principalmente impulsada no sólo por el desarrollo de nuevas tecnologías y a la aparición de nuevos dispositivos con acceso a internet, sino que gracias a las aplicaciones móviles, las personas han expandido su interacción alrededor del mundo. Por ejemplo, mediante el comercio electrónico, las redes sociales, el almacenamiento de información en la nube y los servicios de gobierno digital. Así, las comunicaciones móviles hoy en día forman parte de un complejo y dinámico ecosistema digital, en el cual éstas son una pieza fundamental para que las personas y las cosas puedan comunicarse no sólo en el mundo físico sino además en el mundo virtual.

En consecuencia, la demanda de tráfico móvil crece exponencialmente desde hace varios años y la tendencia continúa. Al respecto, se espera que para el 2021, el 73% del tráfico de internet global sea transmitido de forma inalámbrica (siendo el 27% restante para tráfico cableado), del cual el 53% será a través de redes WiFi y el 20% a través de las redes celulares (CISCO, 2017). En este sentido, también se espera que para el año 2021 existan más de 27 billones de dispositivos conectados, cuyo tráfico de datos móviles será de aproximadamente 48.3 exabytes al mes (CISCO, 2017).

Por consiguiente, las Agencias Regulatorias Nacionales (ARN) se ven en la necesidad de implementar planes de acción que permitan liberar bandas de frecuencias para la utilización de las comunicaciones móviles. Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones se ven superadas por la demanda de tráfico móvil y a que la duración de la

implementación de dichos planes no es inmediata, ya que en la mayoría de los casos son procesos largos, complicados y muchas veces costosos. Por otro lado, es también un hecho que no todas las personas gozan de los beneficios que conllevan las comunicaciones inalámbricas, debido a que no cuentan con los recursos suficientes para adquirir los dispositivos inteligentes y, sobre todo, que existen numerosos núcleos de población que siguen sin contar con conectividad de banda ancha inalámbrica.

Así las cosas, en su preocupación por reducir la brecha digital y en su búsqueda de incrementar la capacidad de tráfico de las redes móviles, la industria de las telecomunicaciones y la academia, en conjunto con las ARN, han sumado esfuerzos para buscar alternativas tecnológicas que resuelvan los problemas de conectividad. Estas alternativas se caracterizan por ser rápidas en su implementación y por contar con altas velocidades de transmisión con una calidad de servicio aceptable, a la vez que permiten hacer un uso más eficiente el espectro radioeléctrico.

Por esta razón, aproximadamente en la última década se han investigado aquellas tecnologías que permiten hacer un uso más eficiente del espectro radioeléctrico al implementar esquemas de acceso dinámico en el dominio del *tiempo*, del *espacio* y de la *frecuencia*. De forma general, con estas tecnologías se busca optimizar el espectro radioeléctrico de forma tal que técnicamente sea posible compartirlo entre varios usuarios; bajo diversos mecanismos que permitan el uso o explotación de las frecuencias o mediante la implementación de medidas de coexistencia técnico-regulatorias que aseguren la correcta convivencia de los usuarios.

Además, gracias a estas tecnologías es posible que varios tipos de servicios puedan converger en una misma zona geográfica e incluso en la misma frecuencia. Asimismo, con este tipo de tecnologías se puede utilizar aquel espectro concesionado que se considera como “no utilizado” en determinadas zonas geográficas debido a que, por cuestiones de inviabilidad económica o dificultades geográficas, los concesionarios del espectro no despliegan infraestructura de red.

Por lo anterior, las TADUCE son catalogadas como disruptivas, ya que su forma de operar es radicalmente diferente al régimen tradicional de asignación de espectro donde se otorgan concesiones de largo plazo que conllevan derechos de uso exclusivo del espectro en términos de frecuencias y área geográfica a servir. Por esta razón, estas tecnologías pueden no ser compatibles con el esquema tradicional de asignación de espectro y enfrentar vacíos e impedimentos regulatorios que hagan inviable su implementación bajo un régimen que brinde la certeza jurídica necesaria para generar confianza en los potenciales inversionistas de este tipo de tecnologías.

Bajo este tenor, la DIT elaboró el estudio que lleva por nombre “Tecnologías de acceso dinámico y uso compartido del espectro”¹, en el cual se expone y analiza el estado del arte de las tecnologías de acceso dinámico y uso compartido del espectro radioeléctrico con la finalidad de identificar aquellas que sean susceptibles de adopción en México. La presente investigación contiene las ideas principales del estudio antes mencionado.

PARTE I. DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS

En la compartición del espectro es necesaria la participación coordinada de las siguientes partes:

- ANR: es la autoridad facultada para la administración del espectro radioeléctrico y se encarga de autorizar, a través de un título habilitante, el uso del espectro a cualquier interesado que desee hacer un uso del mismo.
- Usuario Titular (UT): es un usuario del espectro radioeléctrico existente en una determinada banda de frecuencias, el cual tiene derechos a través de un título habilitante en el uso del espectro en un área geográfica determinada durante el tiempo establecido por la ANR.
- Usuario Entrante (UE): es un usuario que busca tener acceso al espectro radioeléctrico perteneciente a un UT.

Tanto los UT como los UE pueden utilizar el espectro para fines comerciales o públicos. La utilización del espectro radioeléctrico para uso comercial confiere el derecho a los usuarios para explotar las bandas de frecuencias con fines de lucro. Por otro lado, el uso del espectro para fines públicos implica que los usuarios utilicen el espectro sin fines de lucro (siendo los principales usuarios de este tipo de espectro las entidades gubernamentales).

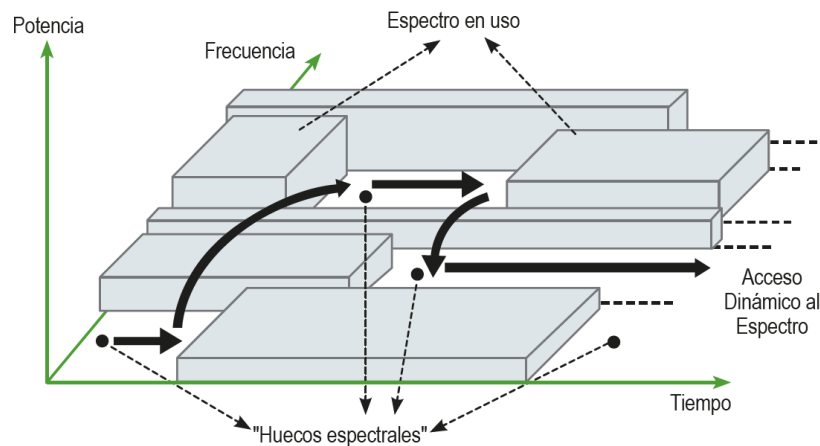
Generalmente, los UE son quienes utilizan las TADUCE. Para esto, las TADUCE usan de forma adaptativa las partes del espectro asignado a los UT, detectando el canal de comunicación y posteriormente determinando una estrategia adecuada de transmisión que no afecte las comunicaciones de los UT. De los esquemas de compartición de espectro existentes, el más utilizado es el *interweaving* (Molisch, 2010).

¹ Disponible en:

http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/tecnologiasdeaccesodinamicoyusocompartidodelespectro_0.pdf

En el esquema *interwaving*, los sistemas de transmisión transmiten en los espacios espectrales libres o “huecos espectrales” (véase Figura 1) (Molisch, 2010). Así, los sistemas de transmisión deben tener la habilidad de determinar si la señal de un transmisor de un UT se encuentra espacialmente presente en una determinada parte del espectro. Para esto, los sistemas de transmisión “escuchan” su entorno para saber la ocupación espectral. Después, el sistema de transmisión realiza un reporte de la información obtenida. Finalmente, se difunde la información a los sistemas que estén conectados al sistema de transmisión.

Figura 1. Utilización de los huecos espectrales.



PARTE II. ESTADO DEL ARTE DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO DINÁMICO

Tecnologías Basadas en LTE que Operan en Bandas de Frecuencia de Uso Libre

Los operadores del servicio de telefonía móvil celular se enfrentan a una escasez de recursos en sus redes debido a que el espectro que tienen concesionado para operar poco a poco se vuelve insuficiente para satisfacer el tráfico demandado por sus usuarios. Así las cosas, la industria se ha visto en la necesidad de explorar en aquellas bandas de frecuencia no concesionadas, principalmente en las bandas de 2.5 y 5 GHz, para poder descargar el tráfico de sus redes a través del desarrollo y estandarización de nuevas tecnologías basadas en LTE.

Como resultado se han desarrollado las siguientes tecnologías: LTE-*Unlicensed* (LTE-U) (Chen, Chen, Gao y Zhang, 2017; LTE-U Forum, 2017; NETMANIAS, 2017; QUALCOMM, 2017), *Licensed Assited Access* (LAA) (Chen, et al., 2017; Flore, 2016; Intel, 2016; Ismaiel, Abolhasan y Smith, 2017; Kwon, Jeon y Bhorkar, 2017; QUALCOMM, 2017), LTE-WiFi *link Aggregation* (LWA) (Intel, 2016; Ismaiel, et al., 2017; Malladi, 2016) y MulteFire (MULTEFIRE, 2016), las cuales se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación entre las tecnologías LTE que operan en bandas de frecuencia de uso libre.

Tecnología Característica	LTE-U	LAA	LWA	MulteFire
Organismo de estandarización	Ninguno, pero fue diseñado por el LTE-U Forum	3GPP ²	3GPP	Ninguno, pero fue diseñado por la MulteFire Alliance
Bandas de frecuencia de operación	5 GHz	5 GHz	2.5 GHz 5 GHz 60 GHz	5 GHz 3.5 GHz
Estándar	Ninguno, pero fue diseñada con base en los Releases 10, 11 y 12 del 3GPP	Release 13 y Release 14	Release 13 y Release 14	Release 1.0
Países en los que puede operar con base en su regulación actual	China, Corea del Sur y Estados Unidos	Unión Europea y Japón	Todos	Unión Europea y Japón
Mecanismos de coexistencia	Selección de canal CSAT ³ <i>Opportunistic Supplemental Downlink</i>	LBT ⁴	LBT (opera igual que WiFi)	LBT
Costo de implementación	Alta, es necesario nuevo hardware, tanto para las estaciones base como para los equipos terminales.	Media, se requiere de una actualización de software en la red LTE, así como nuevos equipos terminales.	Baja, solo se requiere una configuración de software en la red LTE.	Alta, es necesario nuevo hardware, tanto para las estaciones base como para los equipos terminales.

Tecnologías Emergentes Basadas en MIMO

Multiple Input Multiple Output (MIMO), es una tecnología para comunicaciones inalámbricas que utiliza múltiples antenas en los transmisores y receptores para incrementar la capacidad del canal de comunicación y permitir un uso más eficiente de los recursos espectrales. Esta tecnología aprovecha el fenómeno de propagación de señales por multitrayectoria para que en el sistema de recepción se combinen las señales entrantes, incrementando así el nivel de potencia recibida. Actualmente, existen dos tipos de tecnologías emergentes basadas en MIMO:

- *Cooperative MIMO*: es una técnica cooperativa de nodos con antenas individuales pertenecientes a una misma red. En este caso, la agrupación de múltiples dispositivos en arreglos virtuales de antenas simula el funcionamiento de las antenas MIMO (Wang, Hong y Ge, 2010)
- *Massive MIMO*: es una tecnología emergente consistente en un arreglo de múltiples antenas (en el orden de cientos o miles) que permiten manipular las características del haz radiado. El objetivo principal de esta configuración es obtener los beneficios de MIMO pero a una escala más grande y eficiente en cuanto a cantidad de usuarios, infraestructura y optimización de recursos espectrales (Björnson, Larsson y Marzetta, 2016).

Aunque la tecnología *massive MIMO* todavía se encuentra en un estado inicial de desarrollo, existen diversos prototipos experimentales realizados en distintas partes del mundo, los cuales se describen en la Tabla 2 (National Instruments, 2017; Ricknäs, 2013; Shepard, Yu, Anand, Li, Marzetta, Yang y Zhong, 2012; Suzuki, Kendall y Anderson, 2012; University of Bristol, 2016; Vieira, Malkowsky y Nieman, 2014).

² 3rd Generation Partnership Project.

³ Carrier Sensing and Adaptive Transmission.

⁴ Listen Before to Talk.

Tabla 2. Pruebas experimentales de *Massive MIMO*.

Prototipo	Banda de frecuencias [GHz]	No. de elementos en el arreglo de antenas	No. Máximo de usuarios	Tasa de transmisión [Gbps]
LuMaMi (Universidad de Lund)	1.2–6	100	10	3.2
ARGOS (Universidad Rice)	2.4	64	15	1.7
Ngara (CSIRO)	0.8	32	18	0.05
Prototipo de Samsung	1-28	64	---	1.056

Radio Cognitivo

El RC (UIT, 2009) es un sistema radioeléctrico con tecnología que permite:

- Obtener información del entorno (tanto técnica como regulatoria), patrones del uso del espectro y del estado interno del sistema.
- Ajustar de manera dinámica y autónoma los parámetros operacionales y protocolos de funcionamiento con base en la información obtenida del entorno.
- Aprender de los resultados obtenidos.

Los RC pueden operar tanto en espectro de uso concesionado como en espectro de uso libre. En la primera modalidad, la comunicación de los UE se realiza en los periodos de tiempo en el que el UT no se encuentra transmitiendo. En la segunda modalidad, se utilizan algoritmos de compartición espectral para coexistir con otras tecnologías de acceso oportunista, tales como la dispersión de la señal transmitida a lo largo de un gran ancho de banda (tecnologías de espectro disperso) o el establecimiento de límites de emisión de las señales transmitidas para mitigar la interferencia entre las tecnologías.

Actualmente, existen dos tipos de RC (Molisch, 2010):

- El radio completamente cognitivo: se encarga de adaptar todos los parámetros de transmisión de acuerdo a su entorno radioeléctrico, por ejemplo, el tipo de modulación, el método de acceso al medio, la codificación, el centro de la frecuencia de transmisión, ancho de banda y la duración de la transmisión. Esta clase de RC es de gran interés científico, pero en la actualidad su fabricación y comercialización no es viable debido a su complejidad y a su alto costo.
- El RC para detección espectral: es un sistema que únicamente adapta la frecuencia, el ancho de banda y la duración de la transmisión de acuerdo con su entorno radioeléctrico. Además, la fabricación y desarrollo de este RC es más fácil de desarrollar debido a los pocos parámetros técnicos que adapta.

La tecnología RC tiene diversas aplicaciones (Wang, Ghosh y Challapali, 2011) y se prevé que en el futuro se implementen en sistemas más complejos, como las redes *Smart Grid*, servicios de misión crítica, telefonía móvil y aplicaciones médicas.

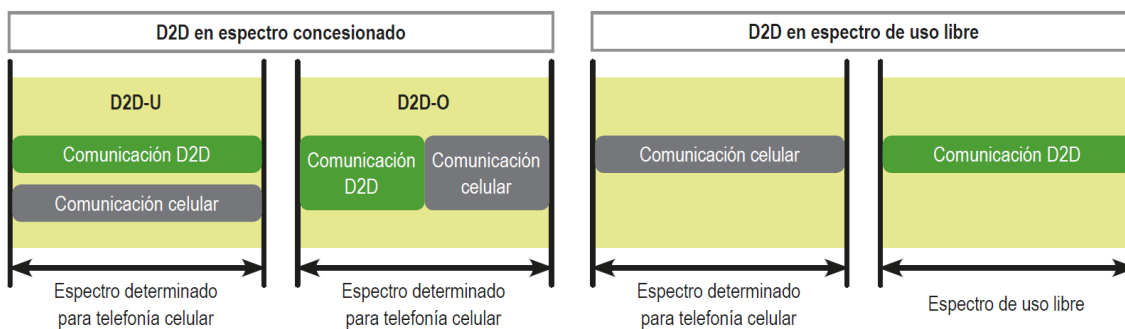
Comunicaciones D2D

La comunicación D2D es un término aplicado a aquellas tecnologías que permiten la identificación e interacción directa entre dispositivos cercanos sin recurrir necesariamente a un punto de acceso o una estación base para establecer la comunicación inalámbrica entre estos. La comunicación D2D puede implementarse con distintos tipos de dispositivos, incluyendo teléfonos celulares, tabletas, computadoras portátiles y en general con todos aquellos dispositivos que soporten la conectividad mediante tecnología LTE (Kim, Park y Lee, 2015; Tehrani, Uysal y Yanikomeroglu, 2014) con funcionalidades pertenecientes al *Release 12* del 3GPP en adelante.

La comunicación D2D puede clasificarse dependiendo el tipo de espectro que utilice, ya sea espectro concesionado (Song, Niyato, Han y Hossain, 2015) o de uso libre (Mumtaz y Rodriguez, 2014), las cuales se describen a continuación y se ilustran en la Figura 2.

- D2D *Underlay* (D2D-U): se implementa cuando la comunicación D2D y los servicios de telefonía celular comparten los mismos recursos de espectro. Con D2D-U los usuarios no puede establecer simultáneamente las comunicaciones D2D y celular.
- D2D *Overlay* (D2D-O): en esta comunicación se destina una porción de los recursos espectrales para la operación de la red de telefonía celular y otra porción para el establecimiento de comunicaciones D2D.
- D2D en espectro de uso libre: es la comunicación D2D que opera en bandas de frecuencias de uso libre. Al utilizar estas bandas de frecuencias se requiere de una interfaz adicional en los dispositivos, o inclusive, que sea necesario adoptar otro tipo de tecnología inalámbrica (por ejemplo, Bluetooth, ZigBee o WiFi).

Figura 2. Comunicaciones D2D.



TV White Spaces

El término TWVS enfatiza aquellos segmentos del espectro “libres” pertenecientes al espectro destinado al servicio de televisión radiodifundida, los cuales no están siendo utilizados por un UT. Para la operación de la tecnología TVWS es necesario la utilización de bases de datos robustas, dinámicas e inteligentes, las cuales estén procesando información sobre los parámetros técnicos de los elementos de la red en tiempo real, y de RC capaces de analizar las señales de RF en un determinado segmento de espectro (Microsoft, 2016). Además, dependiendo en el espacio geográfico que se busque habilitar esta tecnología, las ANR deben tener un control y registro actualizado de los parámetros técnicos de las estaciones de TV (potencia de transmisión, alturas de antenas, etc.) y de su respectiva ubicación geográfica, así como información técnica de otro tipo de equipos habilitados dentro del segmento de espectro seleccionado para TVWS.

La tecnología TVWS es disruptiva ya que su operación necesita no sólo de un marco regulatorio flexible que le permita a los UT compartir su espectro dentro de su área autorizada, sino que además regulatoriamente se habilite la convergencia y coexistencia entre los servicios de banda ancha y de aquellos servicios previamente existentes en la banda.

Bajo este contexto, el primer país en implementar la tecnología TVWS fue Estados Unidos en 2008, bajo la coordinación de la *Federal Communications Commission* (FCC) (FCC, 2002; FCC, 2004) y posteriormente siguió Reino Unido en 2015, bajo la coordinación de la *Office of Communications* (Ofcom) (Ofcom, 2015; Ofcom, 2015; Ofcom, 2016). Gracias a que tanto la regulación como la tecnología fueron evolucionando a la par, en cada uno de estos países se desarrolló un estándar tecnológico bajo un régimen “flexible” que permitió a los reguladores “moldear” cada estándar acorde a sus necesidades y restricciones domésticas. En la Tabla 3 se contrastan las diferencias tanto técnicas como regulatorias de Reino Unido y de Estados Unidos para la implementación de TVWS.

Tabla 3. Comparación de las regulaciones de Ofcom y FCC respecto a la implementación de la tecnología TVWS.

Características	Reino Unido (Ofcom)	Estados Unidos (FCC)
Rango de frecuencias	470-790 MHz	608-614 MHz
Instrumento Regulatorio que define la operación de los TVWS	<i>ELECTRONIC COMMUNICATIONS The Wireless Telegraphy (White Space Devices) (Exemption) Regulations 2015</i>	<i>ELECTRONIC CODE OF FEDERAL REGULATIONS.</i> Título 47, parte 15, subparte H.
Autorización	Nacional	Nacional
Tecnologías para el acceso oportunista al espectro	-Base de datos dinámicas	-Técnicas de detección espectral (<i>spectrum sensing</i>). -Bases de datos dinámicas.
Estándar	ETSI EN 301 598	IEEE 802.11af IEEE 802.22 IEEE 802.19
Homologación de DWS	No, toda vez que sigan el estándar y/o cumplan las características operativas contenidas en el instrumento regulatorio.	Sí
Ancho de banda mínimo de canal	8 MHz	6 MHz

PARTE III. RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN MÉXICO DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO DINÁMICO Y USO COMPARTIDO

Para que el IFT habilite la introducción de las TADUCE, es necesario que observe las siguientes recomendaciones:

- i. Hacer un análisis del impacto regulatorio sobre la implementación de las TADUCE. Este análisis debe ser efectuado caso por caso y nunca el IFT deberá suponer que los resultados obtenidos del análisis para una determinada tecnología serán los mismos que todas las demás. Cabe señalar que las TADUCE impactan en el dominio del tiempo, espacio y frecuencia, por lo que el impacto regulatorio que se podría obtener sería totalmente diferente en todas las regiones del país.
- ii. Desarrollar un sistema de regulación flexible que permita el desarrollo e implementación de las TADUCE. Al respecto, el IFT debe diseñar una regulación equilibrada, en la cual se permita la continua innovación tecnológica, la correcta operación de las TADUCE con otras tecnologías y que se garantice la compatibilidad electromagnética entre los usuarios del espectro. La experiencia internacional indica que para implementar las TADUCE es necesario contar con una regulación vanguardista, flexible, dinámica y que esté construida bajo procesos de consulta pública.
- iii. Implementar la compartición de espectro a través de un documento legal que brinde certidumbre a los UT y los UE en el uso del espectro. Además, una vez que las TADUCE estén en funcionamiento y el IFT haya observado las consecuencias de la regulación, este instrumento regulatorio deberá ser lo suficientemente flexible para modificarse rápidamente, sin enfrentar tiempos burocráticos que retrasen el proceso de regulación. En este orden de ideas, la regulación debe habilitar el funcionamiento de las nuevas tecnologías y no así que las tecnologías deban ser modificadas para adecuarse a la regulación.
- iv. Dotar de certidumbre regulatoria la operación de las TADUCE a través del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias. Esto con la finalidad de habilitar la implementación de las TADUCE y para proteger a los servicios objeto de la compartición.
- v. Bajo un previo análisis, revisar y redefinir la regulación para ciertas bandas de frecuencia de uso libre (por ejemplo, la banda de 2.1 GHz o 5 GHz) más allá del establecimiento de parámetros técnicos de operación. Esto con la finalidad de que se permita a varias tecnologías acceder de forma equilibrada a dichas bandas, bajo reglas claras de compartición.

- vi. Deberá buscar incentivos atractivos para todos los interesados (UT y UE) para que exista la compartición de espectro. Sin esto, los UT ni siquiera evaluarían la opción de compartir el espectro, ni mucho menos los UE buscarían espectro a través de la compartición.

Los incentivos para los UT comerciales podrían ser de carácter económico, por ejemplo, aquellos concesionarios que realicen la compartición de espectro con otros usuarios podrían gozar de una reducción en el pago de derechos por el uso del espectro. Otro incentivo sería que los UT reciban una contribución económica de aquellos usuarios interesados, con base en el área geográfica, la cantidad de espectro y el tiempo de uso.

No obstante, los UT pudieran tener incentivos no necesariamente económicos, por ejemplo, el IFT podría ayudarles a disminuir las cargas regulatorias y facilitarles el proceso administrativo con otras entidades involucradas para agilizar la compartición de espectro.

Por otro lado, los incentivos para los UE no necesariamente deberían estar evidenciados, ya que el incentivo de dichos usuarios es la existencia de la compartición.

- vii. Establecer un trabajo multisectorial con la industria, la academia y otras entidades del gobierno mexicano (por ejemplo, instituciones de seguridad, de desarrollo digital o de comunicaciones) para que en conjunto trabajen en la investigación, desarrollo y mejora de las TADUCE.
- viii. Identificar aquellos títulos habilitantes para hacer uso del espectro perteneciente a aquellas dependencias gubernamentales que estén haciendo un uso ineficiente del mismo. Lo anterior con la finalidad de diseñar y ejecutar un plan de acción que promueva la compartición del mismo o incluso, la recuperación del espectro para su replanificación y uso más eficiente. Lo anterior debido a que a nivel internacional se ha identificado que los concesionarios de uso público suelen hacer un uso ineficiente del espectro, ya que cuentan con grandes cantidades de éste, muchas veces sin utilizar, y/o porque no tienen sus redes actualizadas, ya que dependen de un presupuesto otorgado por el erario público para realizarlo (Deloitte, 2014).
- ix. En caso de adoptar por un cierto tipo de TADUCE, verificar que cuenten con un estándar que garantice la correcta operación de los equipos y no así con parámetros técnicos establecidos por grupos de la industria de forma aislada. El contar con un estándar no sólo brinda certeza a las ANR sobre la funcionalidad y comportamiento de la tecnología, sino que además las ANR promueven el desarrollo de economías de escala en las bandas de frecuencias en las que operan dichos estándares. Asimismo, con la implementación de un estándar (o estándares), los Organismos de Estandarización establecen los mecanismos de coexistencia para que la tecnología pueda convivir con otras sin interferencias perjudiciales. Lo anterior también contribuye a la homologación de los equipos para su comercialización dentro del país.
- x. Garantizar en todo momento el principio de neutralidad tecnológica en cualquier banda de frecuencias que desee implementar las TADUCE. En este sentido, si los UE quisieran operar en una banda de frecuencias de forma dinámica y oportunista, lo podrían hacer a través de equipos elaborados por diferentes fabricantes. Con esto se eliminaría cualquier intento de “monopolizar” una banda de frecuencias con un sólo tipo de tecnología o fabricante de equipos.
- xi. Deberá tomar en cuenta que debido a que las TADUCE son de reciente creación, hoy en día resultan ser costosas de implementar, y muchas de ellas no cuentan aún con dispositivos de usuario final o la disponibilidad de éstos es todavía limitada. Por lo anterior, si se habilita la compartición de espectro a través de alguna TADUCE, sin que ésta no esté aún lo suficientemente madura en el mercado, podría repercutir de manera negativa en los costos de inversión de los operadores, resultando un fracaso de implementación tecnológica.

CONCLUSIÓN

Después de haber analizado y estudiado a las TADUCE, con seguridad es posible afirmar que dichas tecnologías son de naturaleza disruptiva y su existencia implica grandes retos para las ARN en habilitar su implementación. En lo que concierne a México, bajo el esquema actual de regulación establecida en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, así como en disposiciones técnicas y lineamientos vigentes emitidos por el IFT, actualmente no es posible implementar alguna de las TADUCE.

Sin embargo, en el ámbito de las atribuciones del IFT como órgano encargado del uso eficiente del espectro, así como en el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones y la radiodifusión en el país, es factible que gradualmente pueda establecer mecanismos que permitan la introducción de las TADUCE en México siguiendo las recomendaciones anteriormente expuestas.

REFERENCIAS

- Björnson, Emil; Larsson, Erick G. y Marzetta, Thomas L. (2016) Massive MIMO: Ten Myths and One Critical Question, *IEEE Communications Magazine*, 116.
- Chen, Bolin; Chen, Jiming; Gao, Yuan y Zhang, Jie. (2017) Coexistence of LTE-LAA and Wi-Fi on 5 GHz With Corresponding Deployment Scenarios: A Survey, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19, 1, 10.
- CISCO. (2017) Forecasting the World's Digital Transformation, Estados Unidos, disponible en: https://www.cisco.com/c/m/en_us/solutions/service-provider/vni-complete-forecast/infographic.html
- CISCO. (2017) The Zettabyte Era: Trends and Anlysis, Estados Unidos, disponible en: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/vni-hyperconnectivity-wp.html>
- Deloitte. (2014) The Impact of Licensed Shared Use of Spectrum, Reino Unido, GSMA, 15, disponible en: <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2014/02/The-Impacts-of-Licensed-Shared-Use-of-Spectrum.-Deloitte.-Feb-20142.pdf>
- FCC. (2002) NOTICE OF INQUIRY. In Matter of Additional Spectrum for Unlicensed Devices Below 900 MHz and in the 3 GHz Band, Estados Unidos, disponible en: https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-02-328A1.pdf
- FCC. (2004) NOTICE OF PROPOSED RULE MAKING. In Matter of Unlicensed Operation in the TV Broadcast Bands, Estados Unidos, disponible en: https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-04-113A1.pdf
- Flore, Dino. (2016) LAA standardization: coexistence is the key, Third Generation Partnership Project, disponible en: http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1789-laa_update
- Intel. (2016) Alternative LTE Solutions in Unlicensed Spectrum: Overview of LWA, Estados Unidos, LTE-LAA and Beyond, 13, disponible en: <https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/white-papers/unlicensed-lte-paper.pdf>
- Ismaiel, Bushra; Abolhasan, Mehran y Smith, David. (2017) A Survey and Comparison Of Device-To-Device Architecture Using LTE unlicensed Band, *2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring)*, Australia, 2.
- Kim, Taisiya; Park, Soo K. y Lee, Bong G. (2015) Korean Mobile Operators' Value Map for LTE D2D, *International Journal of Digital Information and Wireless Communications (IJDIWC)*, Corea, 141-142.
- Kwon, Hwan-Joon; Jeon, Jeongho y Bhorkar, Abhijeet. (2017) Licensed-Assisted Access to Unlicensed Spectrum in LTE Release 13, *IEEE Communications Magazine*, 203.
- LTE-U Forum. (2017) LTE-U SDL Coexistence Specifications V1.3, 4, disponible en: http://www.lteuforum.org/uploads/3/5/6/8/3568127/lte-u_forum_lte-u_sdl_coexistence_specifications_v1.3.pdf
- Malladi, Durga. (2016) Best use of unlicensed spectrum, Estados Unidos, Qualcomm Technologies, Inc., 6, disponible en: <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/making-the-best-use-of-unlicensed-spectrum-presentation.pdf>
- Microsoft. (2016) A Rural Broadband Strategy. Connecting Rural America to New Oportunities, Estados Unidos, 16. Disponible en: <https://msblob.blob.core.windows.net/ncmedia/2017/07/Rural-Broadband-Strategy-Microsoft-Whitepaper-FINAL-7-10-17.pdf>
- Molisch, Andreas F. (2010) *Wireless Communications*, Reino Unido, John Wiley & Sons, 2a ed., 506.
- MULTEFIRE. (2016) MulteFire Release 1.0 Technical Paper. A New Way to Wireless, Estados Unidos, MulteFire Alliance, 3, disponible en: <https://www.multefire.org/specification/specification-release-1-0-1download/>
- Mumtaz, Shahid y Rodriguez, Jonathan. (2014) Smart Device to Smart Device Communication, Suiza, Springer Science + Business Media, 5.
- National Instruments. (2017) 5G Massive MIMO Testbed: From Theory to Reality, Estados Unidos, disponible en: <http://www.ni.com/white-paper/52382/en/#toc4>

- NETMANIAS. (2017) Analysis of LTE – WiFi Aggregation Solutions, Corea, disponible en: <https://www.netmanias.com/en/post/reports/8532/laa-lte-lte-u-lwa-mptcp-wi-fi/analysis-of-lte-wifi-aggregation-solutions>
- Ofcom. (2015) Implementing TV White Spaces, Reino Unido, Office of Communications, disponible en: https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0034/68668/tvws-statement.pdf
- Ofcom. (2015) New Spectrum for Audio PMSE, Reino Unido, Office of Communications, disponible en: <https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-2/new-spectrum-audio-pmse>
- Ofcom. (2016) White Space Database Operators, Reino Unido, Office of Communications, disponible en: <https://twws-databases.ofcom.org.uk/>
- QUALCOMM. (2017) Qualcomm Research. LTE in Unlicensed Spectrum: Harmonious Coexistence with Wi-Fi, Estados Unidos, 6, disponible en: <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/lte-unlicensed-coexistence-whitepaper.pdf>
- Ricknäs, Mikael (2013) Samsung takes first 5G steps with advanced antenna. But not everyone is convinced the underlying technology will work, Australia, PC World From IDG (News), disponible en: <https://www.pcworld.idg.com.au/article/461656/>
- Shepard, Clayton; Yu, Hang; Anand, Narendra; Li, Li E.; Marzetta, Thomas; Yang, Richard y Zhong, Lin. (2012) Argos: Practical Many-Antenna Base Stations, *The 18th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking*, Turquía, 9, disponible en: <http://argos.rice.edu/pubs/Shepard-MobiCom12.pdf>
- Song, Lingyang; Niyato, Dusit; Han, Zhu y Hossain, Ekram. (2015) Wireless Device-to-Device Communications and Networks, Reino Unido, Cambridge University Press, 1a ed., 6, 7.
- Suzuki, Hajime; Kendall, Rodney y Anderson, Kevin. (2012) Highly Spectrally Efficient Ngaru Rural Wireless Broadband Access Demonstrator, *International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT)*, 914.
- Tehrani, Mohsen N.; Uysal, Murat y Yanikomeroglu, Halim. (2014) Device-to-Device Communication in 5G Cellular Networks: Challenges, Solutions, and Future Directions, *IEEE Communications Magazine*, 86.
- UIT-R. (2009) Informe UIT-R SM.2152. Definiciones de sistema radioeléctrico determinado por programas informáticos (RDI) y sistema radioeléctrico cognoscitivo (SRC), Suiza, Sector de Radiocomunicaciones de la UIT (Serie SM, Gestión del Espectro), 2, disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2152-2009-PDF-S.pdf
- University of Bristol. (2016) Bristol and Lund set a new world record in 5G wireless spectrum efficiency, Reino Unido, University of Bristol (News), disponible en: <http://www.bristol.ac.uk/news/2016/march/massive-mimo.html>
- Vieira, Joao; Malkowsky, Steffen y Nieman, Karl. (2014) A flexible 100-antenna testbed for Massive MIMO, *IEEE Globecom 2014 Workshop - Massive MIMO: From Theory to Practice*, Estados Unidos, 290.
- Wang, Cheng-Xian; Hong, Xuemin y Ge, Xiaohu. (2010) Cooperative MIMO Channel Models: A Survey, *IEEE Communications Magazine*, 81.
- Wang, Jianfeng; Ghosh, Monisha y Challapali, Kiran. (2011) Emerging Cognitive Radio Applications: A Survey, *IEEE Communications Magazine*, 74.

Internet de las Cosas; Demanda Espectral en México

Cuevas-Ruíz J.L.

Instituto Federal de Telecomunicaciones

Centro de Estudios

jose.cuevas@ift.org.mx

RESUMEN

El enorme crecimiento esperado en el mercado de las redes inalámbricas de IoT (*Internet of Things*, por sus siglas en inglés), ha llevado a la necesidad de prospectar las necesidades futuras de este tipo de aplicaciones; no obstante que estos requerimientos son diversos, el ancho de banda que el uso del IoT pudiera demandar representa uno de los puntos más importantes a considerar, debido principalmente a la escases del mismo, y al estado deficitario que de acuerdo a la ITU el país presenta.

INTRODUCCIÓN

El internet de las cosas (IoT) es una tecnología que permite la conexión máquina a máquina (M2M), así como las comunicaciones máquinas-personas, masivamente. De acuerdo con Ericsson [1], en el 2021 habrá alrededor de 28 billones de dispositivos conectados alrededor del mundo, de los cuales 15 billones serán conexiones M2M y dispositivos electrónicos [2]. En la Figura No. 1 [1], se muestra la estimación de la cantidad conexiones antes descritas contra el número de teléfonos móviles y PC/laptops/tablets conectados, proyectado para el 2021.

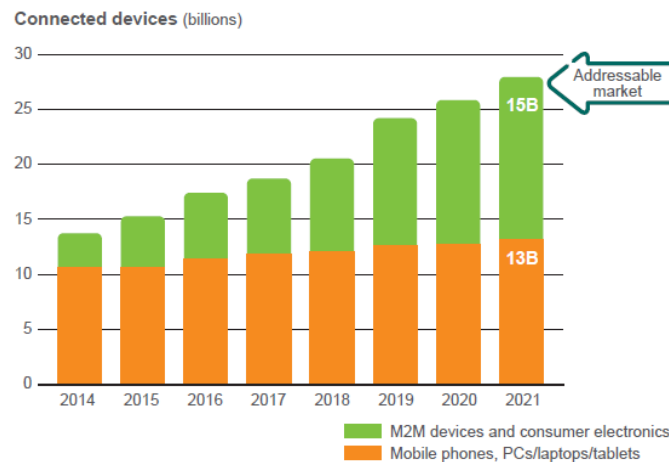


Figura No.1 Dispositivos conectados. (Tomado de [1]).

Son muchos los estudios donde se presentan datos y cifras acerca del crecimiento en el número de comunicaciones de sensores por medio de IoT. De acuerdo IDC (*International Data Corporation*, por sus siglas en inglés), el mercado mundial de IoT crecerá de USD 655.9 mil millones en 2014 a USD 1.7 billones en 2020, a una tasa de crecimiento anual del 16.9 % [7]. Por su parte Gartner Inc pronostica que para el 2020 en el mundo habrá 20.8 mil millones de objetos conectados; en el 2016 se llevaron a cabo diariamente 5.5 millones de nuevas conexiones [7]. En el mismo tenor, información publicada por Juniper Research revela que la cantidad de dispositivos conectados ascenderá a 38.6 mil millones en 2020, presentando un crecimiento de más del 285% respecto a los 13.4 mil millones en 2015[8]. Así mismo, IoT Analytics señaló que casi todos los pronósticos presentados por diferentes organizaciones coinciden en el crecimiento masivo de las conexiones IoT en los siguientes años con tasas mucho mas grandes a la previstas para otras industrias (se estiman crecimientos anuales de entre 14 y 29%). Por cada habitante pudiera haber en promedio 2 cosas conectadas por medio de IoT [9]. Así mismo, la cantidad de objetos conectados a la red será mucho mayor en cantidad que los equipos como smarthphones, laptops, tablets, etc. [10].

Una gran cantidad de estas conexiones se llevarán a cabo haciendo uso de tecnología celular, WiFi e Ethernet, así como también haciendo uso de soluciones tecnológicas más especializadas como LPWAN (*Low Power Wide Area Network*), (BLE) Bluetooth Low Energy, ZigBee, NFC (*Near Field Communications*) y RFID (Identificación por radio frecuencia).

De acuerdo con GSMA, en el 2020 las comunicaciones de IoT haciendo uso de la red celular representarán más del 10% del mercado global. El reto de los concesionarios de servicios móviles es brindar una red que permita llevar a cabo conexiones de modo seguro, con amplia flexibilidad para soportar una gran diversidad de usos y aplicaciones y además ofertando bajos consumos de energía,

Las tecnologías LPWAN están diseñadas para comunicaciones inalámbricas de baja potencia y de largo alcance; las redes de sensores son uno de los ejemplos más comunes de uso. Las tecnologías LPWAN incluyen estándares como LoRa (*Long Range Physical layer protocol*), Haystack, SigFox, LTE-M and NB-IoT (*Narrow Band IoT*).

Los estándares LPWAN NB-IoT y LTE-M son usados para proveer comunicaciones IoT de bajo consumo de energía y de bajo costo haciendo uso de la red celular; ambos estándares fueron diseñados específicamente para aplicaciones de IoT. El caso de BLE es una versión de bajo consumo del original estándar Bluetooth que opera en la banda de 2.4 GHz; esta diseñado para enlaces de no mas de 100 metros y se usa en equipos con bajos volúmenes de transmisión y en forma de ráfagas (por eventos), de modo que los dispositivos son diseñados para que cuando no están transmitiendo operen en modo de bajo consumo energético. ZigBee opera también en la banda de 2.4 GHz, pero tiene un mayor alcance que en el caso de BLE, y presenta condiciones similares en su capacidad de transmisión. Los dispositivos que hacen uso de ZigBee no tienen la facultad de operar en modo de bajo consumo debido a que están conectados en configuración de malla, lo que requiere que en ciertas condiciones operen como Gateway para intercomunicar a otros dispositivos. En el caso de NFC, este fue desarrollado para rangos de distancia muy pequeños (alrededor de 4 cm) y es usado para sistemas de pago, acceso o etiquetamiento para usos de IoT industriales. Los equipos que hacen uso de sistemas de RFID utilizan un *tag* que va adherido al dispositivo a monitorear; este tag puede ser activo o pasivo, dependiendo si necesita alimentación o no. Obviamente, los tags pasivos tienen un rango de alcance menor y su uso más frecuente es en el control de inventarios. Definitivamente el estándar WiFi (IEEE 802.11 a/b/g/n) es el más comúnmente usado; el 802.11 n es el que ofrece una mayor velocidad de conexión, pero a un alto consumo energético, de modo que son las aplicaciones para IoT hacen uso de las versiones 802.11b o g, que ofrecen una mayor eficiencia de consumo eléctrico. Debido a que en una red de IoT no todos los dispositivos que se conectan necesariamente de modo inalámbrico, Ethernet (IEEE 802.3) se presentan como una opción viable para aquellos sensores colocados dentro de un edificio y/o en una posición fija.

De acuerdo con la OCDE, México en 2016 México tenía alrededor de 8 millones de dispositivos conectados por medio de IoT. Considerando las tasas de crecimiento similares a las usados en [1] para la estimación del número total de dispositivos IoT en el mundo, se estima que el crecimiento de los dispositivos IoT en México tendría un comportamiento como el que se muestra en la Figura No.2., lo que significa que del año 2018 al 2019, cada hora casi 2000 nuevos objetos se incorporarán a la red de IoT.

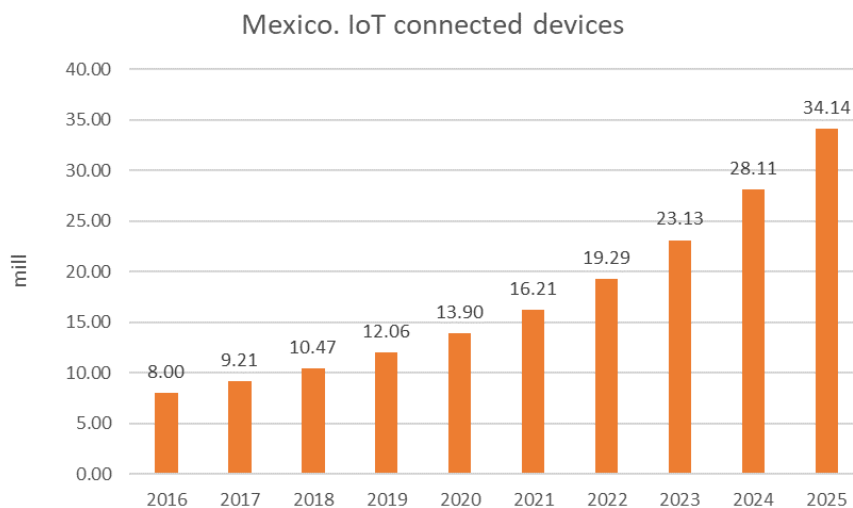


Fig 2. Dispositivos IoT en México estimados con base en [1].

El nivel de penetración de las redes de IoT en el país puede ser mejor interpretado obteniendo el número de objetos conectados por cada 100 habitantes; en la Figura No.3 se muestra la cantidad total de dispositivos conectados por medio de IoT (que es proporcional a la cantidad de población del país), y el número de dispositivos conectados por medio de IoT por cada 100 habitantes para varios países, incluido el nuestro; podemos ver que en la actualidad nuestro país presenta niveles similares a China, muy por debajo de países desarrollados como Corea, EEUU o Alemania, con valores de 38.4, 24.1 y 21.8 respectivamente.

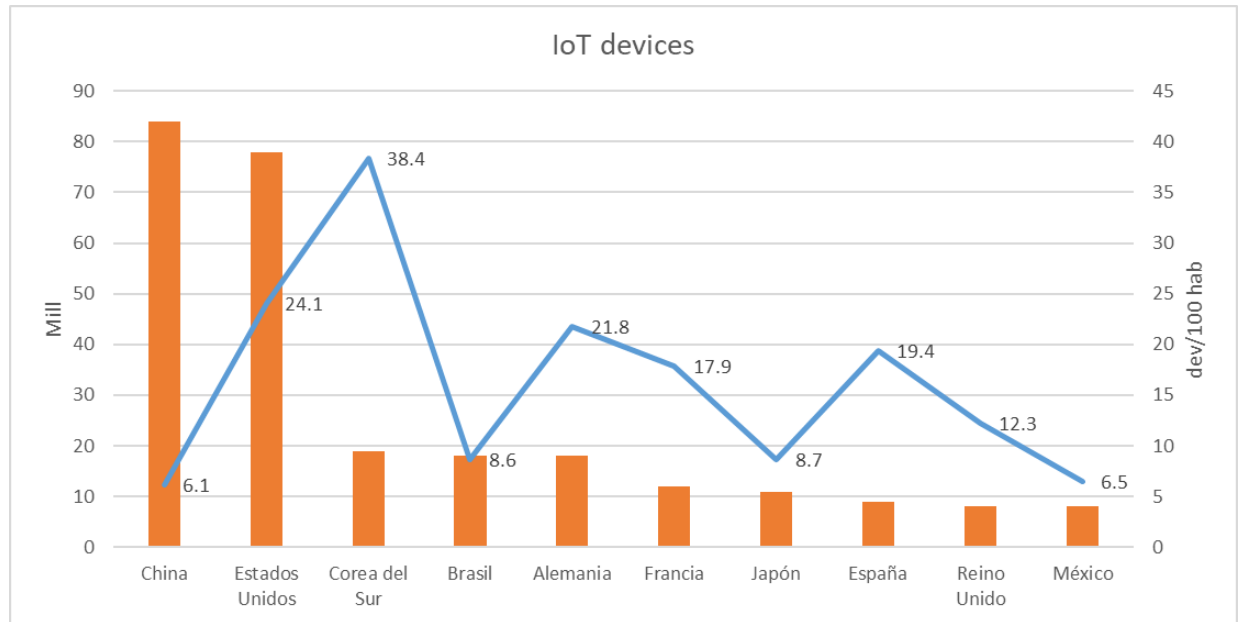


Fig 3. Dispositivos IoT para varios países en el mundo, estimados con base en [1].

TECNOLOGÍAS DE ACCESO PARA IOT

En el diseño de las redes de IoT de cobertura amplia y considerando el tipo de objetos a conectar, es posible distinguir dos segmentos, cada uno de estos presentado diferentes requerimientos para su operación. Uno de estos segmentos lo componen aquellos objetos que se consideran como masivos, y que se caracterizan por los grandes volúmenes de conexiones requeridas y pueden demandar poco ancho de banda debido a que la información es transmitida por medio de ráfagas, de manera intermitente; así mismo, la exigencia de una baja latencia no es crítica. Por ejemplo, el estándar de SigFox, que opera en la banda libre de los 900 MHz, establece una configuración para sus dispositivos que permite enviar poco más de 140 mensajes de 12 bytes durante el día, lo que representa un ciclo de envío o uso de la red de un mensaje aproximadamente cada 10 minutos; esta frecuencia de envío puede ser suficiente para aplicaciones de monitoreo de consumo energético o niveles de temperatura; la demanda de ancho de banda de este tipo de aplicaciones es muy baja.

Por otro lado, están las conexiones para aplicaciones críticas, donde es requerido un mayor ancho de banda que soporte altas tasas de transmisión, bajos tiempos de latencia así como altos porcentajes de disponibilidad (vehículos autónomos, algunas aplicaciones de e-Health, etc.).

De este modo, para proceder al análisis de la demanda espectral y de recursos que las aplicaciones de IoT presentan, se debe contar con las características de operación de dichas aplicaciones, como la velocidad de transmisión, latencia y ciclo de trabajo que cada aplicación presenta; en la Tabla No.1 se muestran estas características para algunas de la aplicaciones mas comunes; el ciclo de trabajo para cada una de las aplicaciones describe el nivel de intermitencia de las conexiones a la red de IoT. Por ejemplo, en el caso de monitoreo de salud, es posible que para un usuario que use un dispositivo que monitorea su ritmo cardíaco y que enviará un mensaje solo caso de detección alguna anomalía, pudiera no enviar mensaje alguno durante días. Así mismo es posible que otras aplicaciones requieran de una gran cantidad de ancho de banda, debido a la transmisión de video o contenido multimedia. Esta diferencia en la cantidad de información a enviar es muy clave para el cálculo del espectro demandado

Así mismo, muchas de las aplicaciones solo requieren hacer uso del canal de subida (envío de la información generada, sin tener la necesidad de hacer uso del canal de bajada); del mismo modo pudiera presentarse aplicaciones en las que la comunicación bidireccional fuera muy importante.

Aplicación	Velocidad	Latencia	Ciclo de trabajo
Flotas y Logísticas	100 kbps	baja (seg)	1 informe/hora-1 informe/día
Telemática Autom.	3 Mbps	baja (seg)	Ad-hoc en emergencias
Automat. y telemetría	50-500 kbps	alta (min)	1 informe/hora-1 informe/día
Puntos de venta	200 kbps	muy baja (mseg)	1 informe/hora-1 informe/día
Seguridad y Vigilancia	5-8 Mbps	muy baja (mseg)	UL continuo
Monitoreo de salud	50-500 Mbps	baja (seg)	Informe/día, ad-hoc
wearables (deportes)	hasta 10 Mbps	baja (seg)	ad-hoc
wearables (video streaming)	30 Mbps o más	baja seg	ad-hoc

Tabla No. 1 Características de operación para diversas aplicaciones de IoT.

En la Figura No. 4 se analizan comparativamente diferentes aplicaciones de IoT. Se comparan 4 características fundamentales: velocidad de transmisión, consumo de energía, latencia y cantidad de objetos conectados. La escala que se propone es del 1 al 5, donde el nivel 1 representa: la tasa de transmisión mas baja, el menor nivel de consumo energético, una alta latencia y un menor número de dispositivos conectados; el nivel 5 representa la condición contraria a cada una de las características anteriormente descritas. El conjunto de estas condiciones determinará el ancho de banda a usar.

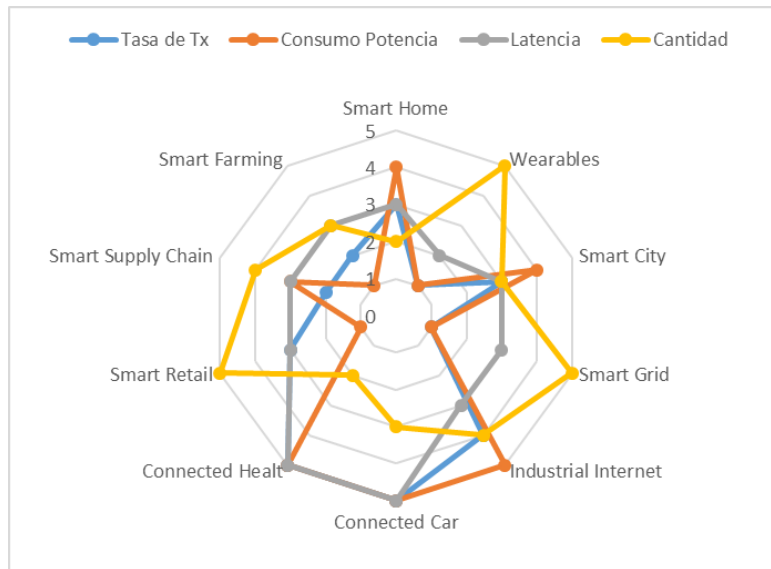


Fig 4. Análisis comparativo de algunas aplicaciones y usos de IoT.

La masificación del uso de estos dispositivos demandará una mayor cantidad de espectro, así como redes que permitan satisfacer la calidad de servicio particular demandada para cada aplicación, por lo que la implementación de redes de IoT presenta retos y consideraciones a tomar en cuenta, que están en función del tipo de sensor y operación del objeto a conectar [3]. Aunque de manera general podemos mencionar que se deben considerar los siguientes aspectos:

- Ancho de banda y tasa de transmisión.
- Consumo de potencia
- Conectividad permanente o no.
- Interoperabilidad
- Seguridad
- Latencia
- Cobertura

La red de IoT puede operar en bandas licenciadas o en bandas libres; en el caso de las bandas libres, la calidad de servicio no puede ser garantizada por el proveedor de la aplicación, ya que el acceso al medio es por medio de mecanismos de contienda y/o probabilísticos; esta condición de no garantizar determinada calidad de servicio, básicamente consiste en bajas velocidades de transmisión y una alta latencia; no obstante, estas restricciones no son impedimento para el correcto funcionamiento de determinadas aplicaciones de IoT, existen aplicaciones de IoT que se adaptan perfectamente a estas condiciones. De cara a las recomendaciones que este estudio pretende ofrecer, el tema de la saturación de estas bandas puede ser un tema a tener en cuenta. En el caso de México, una de las bandas libres de mayor uso es la que se encuentra en la banda de los 900MHz, y va de los 902 a los 928 MHz, aunque también hay bandas libres en las bandas de 2 y 4 GHz, así como frecuencias en la banda E. Considerando los estándares de mayor uso en América, en la Figura No. 5 se muestran las bandas donde operan actualmente algunas redes de IoT y LPWA.

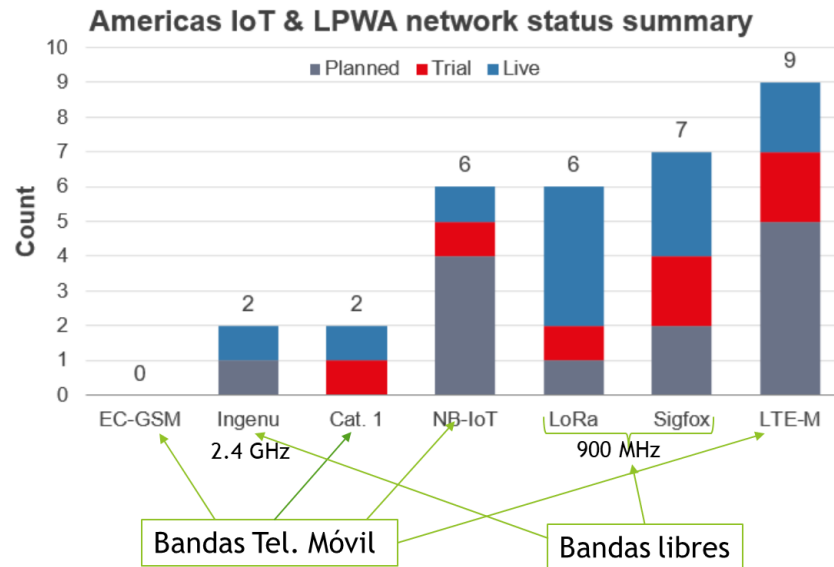


Fig 5. Tecnologías de acceso para IoT; caso para América (OVUM).

METODOLOGÍA

Respecto a las consideraciones mencionadas, el presente estudio analizará las condiciones de demanda de ancho de banda y velocidades de conexión para ciertas aplicaciones de IoT. Para el cálculo del ancho de banda, se aplica el procedimiento usado para la obtención de los requerimientos de ancho de banda considerando diferentes ciclos de trabajo para diversas aplicaciones de IoT [4][5]; este procedimiento ha sido aplicado para la estimación del ancho de banda en ciudades inteligentes en la India. El procedimiento hace uso de datos poblacionales para determinar la densidad actual y potencial de dispositivos de IoT conectados por medio de redes inalámbricas; al mismo tiempo, se calcula un área de cobertura de la red, considerando los radios de cobertura típicos para zonas urbanas, semiurbanas y rurales. Con los datos anteriores, es posible obtener el número de dispositivos en el área de cobertura de la red y con esto la demanda de tráfico total, para finalmente estimar el valor del ancho de banda.

La cantidad de ancho de banda demandado para aplicaciones de IoT es directamente proporcional a la densidad de población que se presenta en determinada región; en el caso de México la distribución irregular de población permite encontrar grandes variaciones en la densidad poblacional de una zona geográfica a otra; para considerar estas variaciones, se analizaron las 9 regiones en los que la cobertura geográfica de los servicios móviles en México esta dividido. Para cada región se consideró a la ciudad que presenta la mayor densidad poblacional, con la idea de obtener la demanda máxima de espectro para cada zona. Las ciudades consideradas para cada zona se muestran en Tabla No. 2.

Región	Ciudad	Población (000)	densidad (hab/km ²)
1	Tijuana	1,441.8	1,113.6
2	Hermosillo	799.1	5,257.6
3	Cd Juárez	1,422.1	7,399.8
4	Mty	1,193.5	1,170.9
5	Guadalaj.	1,513.4	9,644.3
6	León	1,284.3	1,177.9
7	Puebla	1,518.5	2,626.4
8	Mérida	845.7	1,010.6
9	Cd. México	8,833.4	15,632.0

Tabla No. 2. Densidad poblacional para ciudades en cada zona celular en México [CONAPO].

El análisis se enfoca en las aplicaciones de IoT que mayor número de conexiones demandan; como ya se explicó, generalmente estas requieren bajas tasas de transmisión y pueden operar con niveles de latencia elevados.

Para la estimación del tráfico se considera como base que la red opera con el estándar IEEE 802.15.4, usando 6LoWPAN; bajo este estándar un nodo transmite en promedio un mensaje 150 bytes cada minuto, pudiendo utilizar esquemas de reenvío de mensajes de hasta 5 veces antes de alcanzar su destino.

Para el caso del cálculo del ancho de banda se considera que el tiempo promedio para transmitir un bit, incluyendo esquemas CSMA-CA, es de 8-11 useg para una velocidad de transmisión de 100 Kbps. Así mismo se establece una separación de canal de 400 KHz. Las aplicaciones que pudieran operar bajo estas condiciones deberán tener como tasa de transmisión requerida límite la indicada; en [6] y [7] se indican las velocidades para algunas de las aplicaciones mas comunes.

Básicamente el método consiste en los siguientes pasos:

- Se establece un radio de cobertura de la red de IoT.
- Se determina el número de dispositivos IoT conectados por km².
- Se estima el tráfico total de los dispositivos IoT dentro del área de cobertura.
- Se calcula el tráfico generado por los dispositivos IoT conectados dentro del área de cobertura, de acuerdo con lo establecido en [7].
- Se obtiene una estimación del ancho de banda necesario.

Haciendo uso del procedimiento descrito y con base a la cantidad de unidades conectadas se estimará el ancho de banda necesario, considerando las velocidades de conexión requeridas, así como la densidad de usuarios.

Así mismo se aplicó el mismo procedimiento, pero tomando la clasificación que en México hace el INEGI, clasificando las poblaciones en función de la densidad poblacional; de esto modo se presentan poblaciones Urbanas, suburbanas y rurales, con las sub-clasificaciones y densidades poblaciones que se muestran en la Tabla No. 3.

Tipo de población		densidad (hab/km ²)
Urbana	Urbana alta densidad	12000
	Urbana densa	6000
	Urbana	1000
Suburbana	Suburbana	250
	Exrural	125
Rural	Rural	30
	Rural aislada	12

Tabla No. 2. Densidad poblacional para poblaciones urbanas, suburbanas y rurales (INEGI).

Para este análisis, se fijaron radios de cobertura en función del tipo de población; para el caso urbano se estableció un radio de referencia de 2, 3 y 4 km para cada una de las sub-clasificaciones mostradas, mientras que radios de 5 y 7 fueron usados para el caso de las poblaciones semiurbanas; finalmente para el caso rural radio de 9 y 10 km se aplicaron.

RESULTADOS

Para la obtención del número de usuarios dentro del área de cobertura se establece un radio de 2 km, y se obtiene el número de dispositivos por área de cobertura; como se mencionó, la densidad población en México puede variar de manera importante de una zona a otra, y por ende el número de dispositivos IoT conectados; en la Figura No. 6 se muestra el número de dispositivos por celda de cobertura para las Regiones 8 y 9, que son las zonas con la menor y mayor densidad poblacional respectivamente, de acuerdo a lo mostrado en la Tabla No. 2.

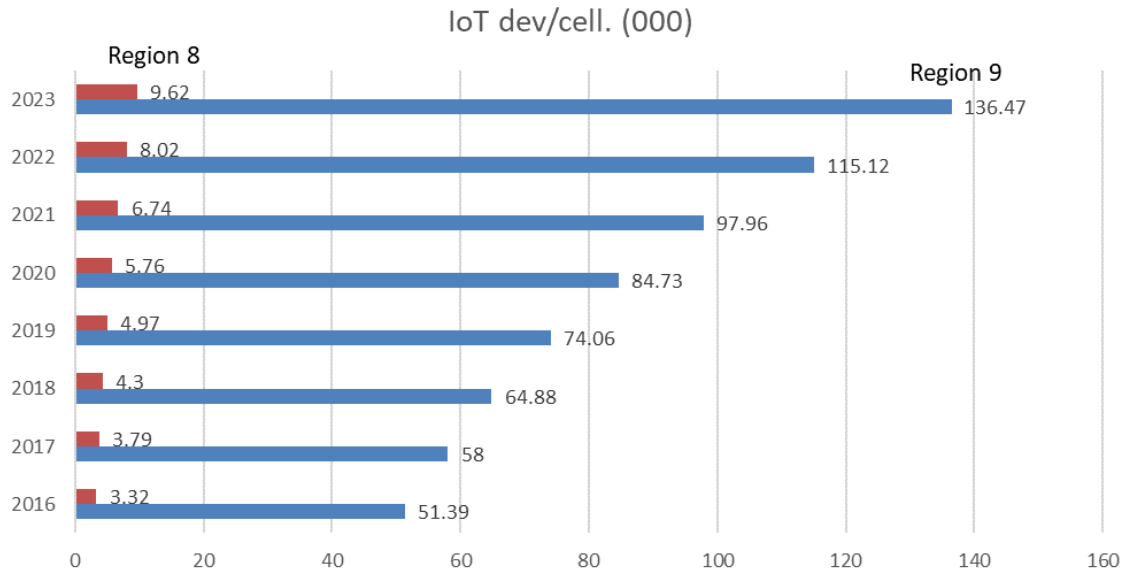


Fig 6. Número de dispositivos IoT conectados por área de cobertura para una célula de 2 km de radio para las regiones 8 y 9 en México.

Considerando las 5 regiones que presentan una mayor densidad poblacional, se hizo la proyección de la cantidad de ancho de banda hasta el año 2023, considerando las mismas condiciones anteriormente descritas; como puede verse en la Figura No. 7, las necesidades espectrales pueden variar considerablemente de una zona a otra. Para el caso de las zonas que no aparecen en la Figura No. 7 (1, 6, 7 y 8), el crecimiento de la demanda espectral es similar al mostrado por la región 4.

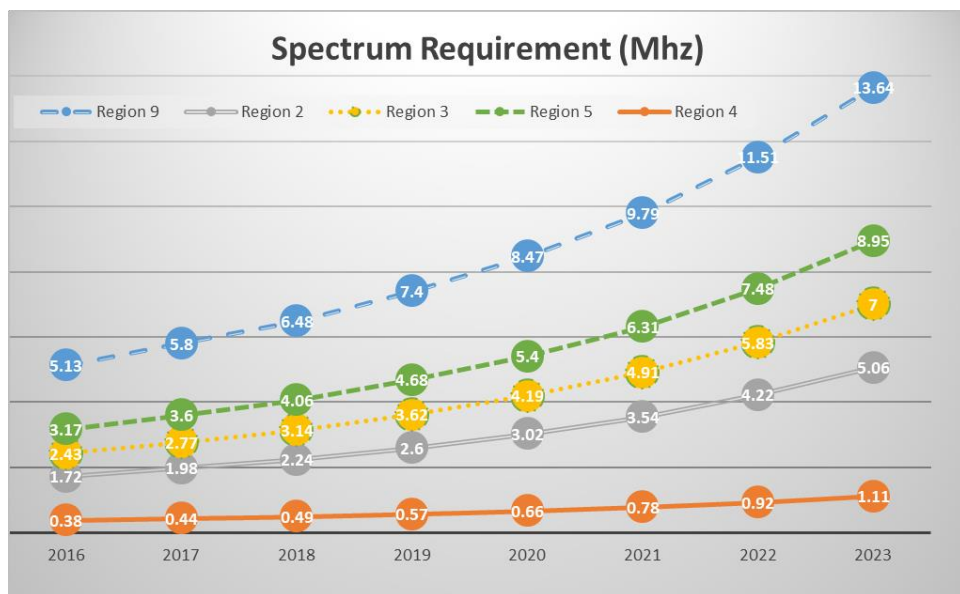


Fig 6. Demanda espectral para las regiones con mayor densidad poblacional.

Como ya se ha mencionado, los resultados obtenidos presentan una dependencia directa del tamaño de la célula a considerar, además de los factores ya explicados. El radio de cobertura de la célula (y por ende el área), puede variar en función del tipo de zona geográfica (urbana, suburbana y rural), pudiendo alcanzar valores de hasta 10 km para zonas rurales en frecuencias por debajo de 1 GHz. Si se considerará que la mayoría de los dispositivos IoT estuvieran distribuido en las zonas urbana y suburbana, y que el radio máximo que en el caso de una zona suburbana pudiera alcanzar valores de aproximadamente 4 km, se hizo un análisis del comportamiento de la curva de demanda de espectro para las regiones mostradas en la Figura No. 6, en función de diferentes valores de radio de cobertura. Los resultados se muestran en la Figura No. 7. Un incremento de 1 km en el radio de cobertura pudiera representar un incremento de hasta el doble de demanda de espectro.

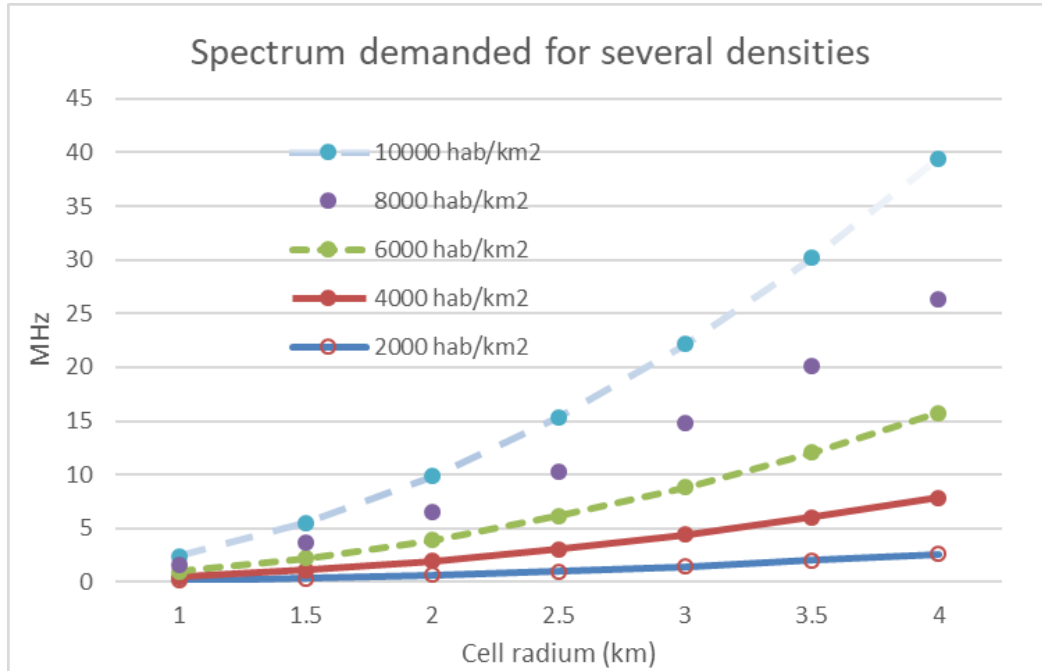


Fig 6. Variación de la demanda espectral como función del radio de cobertura y la densidad poblacional.

Para el caso de la clasificación de las poblaciones por la densidad poblacional que presentan y haciendo uso de los radios de cobertura definidos anteriormente, se tienen las necesidades espectrales que se muestran en la Tabla No. 3.

Tipo de población		Radio (km)	BW (MHz)
Urbana	Urbana alta densidad	2	3.92
	Urbana densa	3	4.41
	Urbana	4	1.3
Suburbana	Suburbana	5	0.51
	Exrural	7	0.5
Rural	Rural	9	0.198
	Rural aislada	10	0.098

Tabla No. 3. Cantidad de espectro demandado para cada tipo de población.

CONCLUSIONES

Las estimaciones del ancho de banda, así como del resto de los recursos que serán demandados a medida que los servicios de IoT ganen presencia dependerán en gran medida del tipo de servicios de IoT que se implemente; además del ancho de banda, que para aplicaciones de baja demanda de velocidad puede no ser la principal preocupación, consideraciones como latencia y seguridad pueden cobrar relevancia. La masificación de los dispositivos IoT, aún de aquellos que presenten bajas condiciones de demanda espectral, estimulará de manera importante el crecimiento de la demanda de espectro; nuevos usos y aplicaciones podrían hacerla crecer de manera exponencial. Así mismo, el precio de los dispositivos es otro de los factores que estimularía su uso y por ende la necesidad de mas espectro.

Una de las ventajas que ofertan los dispositivos de IoT que presentan ciclos de trabajo donde la comunicación no solo no es continua con el nodo de acceso a la red, si no que el envío de mensajes es intermitente, es el significativo ahorro de energía y por ende la reducción de la necesidad de la sustitución de estas por largos período (hay estándares que ofertan un cambio de baterías después de varios años).

Otro de los temas que puede impulsar la demanda de espectro es la mejora en las coberturas de las redes móviles; contando con espectro en varias bandas frecuenciales, será posible brindar cobertura con gran capacidad de transmisión en interiores haciendo uso de bandas de frecuencia elevadas, y por otro lado mejorando la cobertura en zonas abierta por medio del uso de banda inferiores.

De acuerdo a lo comentado a lo largo del estudio, se ha hecho hincapié en el hecho de que los servicios y aplicaciones de IoT demandan condiciones diferentes a las demandadas por los servicios tradicionales de los servicios móviles, cuyo objetivo de crecimiento se ha basado en otorgar mayores velocidades, normalmente en el canal de bajada, y menores latencias; esto no siempre es aplicable para el caso de IoT. De este modo, la gestión del espectro para IoT se puede aproximar de manera diferente a lo que se ha hecho hasta ahora; como se ve, las necesidades de espectro pueden ser sumamente diferentes, básicamente por dos hechas: la densidad de dispositivos y la demanda de velocidad; dado esto, las puertas para compartir espectro (en los sistemas TDD el canal de subida normalmente no tiene el mismo nivel de uso que el de bajada), y/o el uso y aprovechamiento de los espacios blancos, principalmente por medio del uso de bases de datos geolocalizadas.

REFERENCIAS

Cellular network for massive IoT. Ericsson white Paper. Uen 284 23-3278. January 2016.

Ericsson, Ericsson Mobility Report, November 2015, available at:

<http://www.ericsson.com/res/docs/2015/mobility-report/ericsson-mobility-report-nov-2015.pdf>

Connecting all the things in the Internet of Things. IBM. DeveloperWorks. January 03, 2018.

D. Kusumawati, D. Setiawan and M. Suryanegara, "Spectrum requirement for IoT services: A case of Jakarta smart city," 2017 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat), Semarang, 2017, pp. 21-25.

Telecommunication Engineering Centre Department of Telecommunications Ministry of Communication & Information Technology Government of India, "Technical Report M2M Enablement in Power Sector, Spectrum requirements for PLC and Low power RF communications." Government of India, pp. 9–15, 2015.

D. Kusumawati and M. Suryanegara, "Spectrum requirement for IoT health sector in Indonesia," 2016 IEEE 3rd International Symposium on Telecommunication Technologies (ISTT), Kuala Lumpur, 2016, pp. 115-119.

Gartner Says 6.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2016, Up 30 Percent from 2015, Gartner, Inc. 10 de noviembre de 2015.

Internet of Things Connected Devices to Almost Triple to Over 38 Billion Units By 2020, Juniper Research, 23 de julio de 2015.

M.Nekovee, "Cognitive Radio Access to TV White Spaces: spectrum Opportunities, Commercial Applications and Remaining Technology Challenges,". 2010 IEEE Symposium on New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks, Singapore, April 2010.

IoT Market, Forecasts at a Glance. IoT Analytics, <http://iot-analytics.com/iot-market-forecasts-overview>, 17 de octubre de 2014.

Federalism, ICT and Development in the Global South

Marcio Iorio Aranha
University of Brasilia
iorio@unb.br

Isabella Galvão Arruda
GETEL/UnB
isabella.ga93@gmail.com

Guilherme Carvalho Stefani
GETEL/UnB
guilherme.cstefani@gmail.com

Lucas Barbosa de Araújo
GETEL/UnB
lucas_b_araujo@hotmail.com

Henrique Bawden
GETEL/UnB
bawden.h.s.c@gmail.com

Flavia M. G. S. Oliveira
University of Brasilia
flaviamgs@unb.br

BIOGRAPHIES

Marcio Iorio Aranha is an Associate Professor of Constitutional and Administrative Law at the University of Brasilia School of Law. He is a Visiting Fellow at the Annenberg Research Network on International Communication at the University of Southern California, and Director of the Center for Communications Policy, Law, Economics and Technology (CCOM).

Isabella Galvão Arruda is a lawyer, acting with focus on Public Law, mainly Regulatory Law. She holds a degree in Law at the University of Brasilia and is a member of the Telecommunications Law Research Group and the Health Law Research Group. She gathered legal and regulatory data from African Countries.

Lucas Barbosa de Araújo is a Law student at the University of Brasilia School of Law and active member of its Telecommunications Law Research Group with focus on Digital Law and Copyright. He gathered legal and regulatory data from South Asian Countries.

Henrique Bawden is a researcher in the Public Policies and Internet Research Lab at the University of Brasilia School of Law. He holds a degree in Law at University of Brasilia and currently researches Digital Law and Telecommunications Law. He gathered legal and regulatory data from South Asian Countries.

Flavia M. G. S. Oliveira is a tenured Professor at the School of Technology at the University of Brasilia. She is a regular collaborator to statistical analysis at the highest tier of research at the Telecommunications Law Research Group of the University of Brasilia School of Law Center on Law and Regulation.

ABSTRACT

This paper builds on the ICT and development literature to answer the question on what indicators better represent ICT institutional background in the Global South, namely Central America, the Caribbean Islands, South America, Africa and South Asia. It delves into the institutional variable of federalism widely used in comparative analyzes tackling the correlation between *e.g.* broadband deployment and economic development, by finding granulated variables that portray a more precise scenario of institutional commensurability among countries being compared for public policy purposes. Its main underpinnings are the concept of information revolution and the methodology put forward by the Telecommunications Law Indicators for Comparative Studies (TLICS) Model. Six sets of federative indicators on revenue, fiscal transfer, regulatory jurisdiction, adjudication, planning, and media content regulation are put together to compare ICT federal environment in the Global South as a groundwork for the ICT

comparative research. The empirical universe of the paper encompassed thirty-eight countries from Central and South America, the Caribbean Islands, Africa and South Asia, that form a potpourri of thirty officially unitary countries – Angola, Belize, Bolivia, Cabo Verde, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guinea Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, Mozambique, New Zealand, Nicaragua, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad and Tobago, and Uruguay –, and eight federal countries – Argentina, Brazil, India, Malaysia, Mexico, Nigeria, South Africa, and Venezuela. The article is organized in three main parts. A brief description of the paper assumptions is performed in the first part. The second part applies TLICS variables to sets of the aforementioned states. The third part delves into the comparison of the states analyzed by means of categorizing the differences and commonalities revealed by more than one thousand five hundred variables collected in the legal and institutional framework of those countries and finally summarized in the ICT federal index (IFI) and ICT unitary index (IUI). We also test the association between federalism as the outcome and each of the independent (explanatory) variables proposed by the TLICS model by applying statistical tests (Fisher exact test, relative risk, and odds ratio). The only ICT variable significantly associated with a country being classified as a federal state is tax in the telecom and broadcast. As a main outcome, based on data collected from the institutional background and legal frameworks of those countries, we found clusters of federal commonalities in federal and unitary countries of the region. With that, we proposed two indices that better represent federal and unitary institutional backgrounds: The ICT Federal Index (IFI); and the ICT Unitary Index (IUI). They provide a real picture of their institutional background for ICT and development comparative purposes and gather sets of countries with similar institutional backgrounds upon which the ICT and Development literature may rely on to explain different outcomes from public policies or investments on ICT in countries that share a common institutional background, as far as the institutional variable of federalism is concerned.

Keywords

TLICS Model, institutional variable, ICT & Development, federalism, Global South.

THE OBSOLETE ASSERTION OF THE OBSOLESCENCE OF FEDERALISM

What level of government, either centralized or decentralized, is best suited to regulating has been a disputed question among economists to the point that when Hahn, Layne-Farrar, & Passell (2004, p. 46) analyzed the U.S. wireless communications case, they concluded that the question of the optimal degree of decentralization of regulation is a *never-ending debate*. They also noted that attempts of generalization should be avoided as they distract us from serious analysis, although they conceded in placing the burden of proving that the regulation merits on the proponents of decentralization, due to the detrimental effects of balkanization in industries with growing scale, scope, network efficiencies and rapid technological change (Hahn, Layne-Farrar, & Passell, 2004, p. 50). The literature on federalism also points out to the growing importance of division of power on geographic basis as a response to the paradigm shift from world of sovereign nation-states to a world of culturally diverse democracies and “increased interstate linkages of a constitutionally federal character” (Watts, 1999, p. 4).

This paper neither tackles the contemporary debate on the usage of the theories of federalism to deal with citizenship in culturally diverse democracies nor discusses the ongoing debate on what level of government should be in charge of regulating a specific industry, due to the allegation that federal-like arrangements would be more suitable to reflect diverse values and to serve as laboratories for innovation in regulation.

Those topics on the merits of decentralized regulation and uses of federalism, nevertheless, leads us to a twofold jump-start: (i) the subject of federalism and regulation is still alive and well; and (ii) any attempt to analyze the effects of regulation in the ICT sector should avoid misconceiving generalizations, especially those advanced by propositions that simplify the multifaceted phenomenon of federal experiences worldwide, by putting together countries with similar backgrounds based, among other things, on the fact that they share a constitutional method of dividing power on geographic basis, either be it a federal or unitary one.

This paper addresses precisely the underpinnings of the literature on ICT and Development, by focusing on the federal ICT components of government regulations to devise a roadmap to economic analyses that portray a more realistic scenario of the countries’ institutional backgrounds for comparative purposes. For example, if one researches the effects of universal funds on development, the structural and institutional variables usually used to put together countries with similar backgrounds come from the legal arena, such as the countries’ legal tradition, rule of law, democracy, separation of powers, property rights, ownership restrictions, legal restrictions on the

economic activities, regulatory approach and federalism (Carlsson, 2003; Intervezes, 2005; UNESCO, 2008; ITU, 2009; Katz & Avila, 2010; ITU, 2011). By gathering the countries with similar backgrounds, economic analyses isolate those independent variables to focus on the explanatory ones, such as the effective use of the universal funds and whether they are used to foster broadband deployment, to broaden wireless coverage or to empower consumer choices.

It shows that it is not enough to put together self-declared federal or unitary countries, as they will most probably have federal or unitary-like arrangements in different aspects of the ICT regulation, presenting themselves as federal countries, *e.g.*, for tax purposes, and, at the same time, depicting a unitary system for the regulation of ICT infrastructure. In order to clarify the intricacies of federal-like arrangements in federal and unitary countries, this paper applies the TLICS model, which was designed as an analytical tool for understanding of institutional variables in order to go deep into their legal dimension and, therewith, the differences and commonalities of the institutional guarantees that constitute each legal concept cited as independent variables for the comparison of national regulatory models (Aranha, 2011).

Following previous papers on the Americas Region, we assume that federalism is itself a complex concept made of three main features: (i) National sovereignty, by which federations should be identified by the bond between national and subnational units as a constitutional-oriented one, that may rest upon a federal supremacy clause, a subset of federal clauses, or informal procedures and decisions portraying federal institutions (Simeon, 2009); (ii) Subnational autonomy, by which federations should rely on subnational governance embodied in regional institutionalized organizations that convey the message of subnational empowerment (Jovanovic, 2007; Kavalski & Zolkos, 2008) through fiscal sustainability (Ward & Dadayan, 2009), power devolution to local units (Dickovick, 2006; Fessha & Kirkby, 2008), and so forth; and (iii) Interdependent allocation of powers between national and subnational units, by which joint action is expected in federations to ameliorate federal systems as it mitigates federal dilemma between centralization and decentralization, and affirms that federal institutions may be designed to build self-enforcing federalism towards cooperation (Papillon, 2012).

Although the three features of federalism serve as a measure of federal characteristics in a given state, they are useful only when they are bound to specific manifestations of the ICT phenomenon described in Aranha *et al.* (2012). The federal institutional variable is divided in six ICT dimensions, each one divided in four categories that contemplate telecommunications, broadcast, broadband and e-commerce: (i) Revenue; (ii) Fiscal transfer; (iii) Regulation; (iv) Adjudication; (v) Planning; (vi) Media. The last assumption of this paper lies on the fact that, in order to know exactly how ICT affects development, states' institutional background would benefit should they take into account, as far as federalism is concerned, 48 variables derived from the combination of indicators – tax, administrative fees, national funds, local treasuries, regulatory jurisdiction, contingent regulation, public law adjudication, private law adjudication, national and subnational ICT development plans, and content quota – and sectors – telecom, broadcast, broadband, and e-commerce.

FEDERAL INSTITUTIONAL VARIABLES OF THE GLOBAL SOUTH

The importance of the TLICS Model approach to identify federal institutional variables in the Global South is reinforced by the fact that the ICT sector is strong in attempts of policy transfer from developed countries best practices to developing economies. Besides, ICT4D thrives as a multidisciplinary collaboration (Unwin, 2009) dependent on the inputs of definitions and comparative methods from a myriad of sources.

Regulatory reforms supported by aid agencies, such as the World Bank, UNCTAD, regional development banks, and bilateral agencies have realized that to reshape development policy means to go beyond getting the practice right. Effective development policy demands “workable institutions” that are nourished by an appropriate set of “definition[s], scope[s], comparison[s] and measurement[s]” (Minogue & Cariño, Regulatory Governance in Developing Countries, 2006, p. 62).

We applied the TLICS Model to make use of legal concepts embedded in each country's legal framework and practice to analyze how ICT regulation is actually distributed among centralized, decentralized or interdependent bodies of government in 38 countries from the Central and South America, the Caribbean Islands, Africa and South Asia, from which 30 countries are officially unitary – Angola, Belize, Bolivia, Cabo Verde, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, Mozambique, New Zealand, Nicaragua, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad and Tobago, and Uruguay –, and 8 adopt a federal constitutional organization of power – Argentina, Brazil, India, Malaysia, Mexico, Nigeria, South Africa, and Venezuela. This empirical universe encompasses all Central and South American countries apart from

Guyana, the most representative countries of the Caribbean Islands, and South, apart from China, and a set of African countries.

Based on datasheets collected and displayed in 43 forms per country and available at the website of the University of Brasilia School of Law Center on Law and Regulation – www.getel.ndsr.org/research1.html – we summarized the collected data in 38 tables that mirror Table 1 below, in which *D* stands for subnational decentralization, *C* stands for national centralization, and *I* stands for national-subnational interdependence.

DIMENSIONS INDIA	INDICATORS (INDIA)	TELECOM	BROADCAST	BROADBAND	E-COMMERCE
Revenue	Taxing Federalism	C	C	C	C
	Administrative fees	C	C	—	—
Fiscal Transfer	Fiscal Transfer to Sectorial Funds	C	—	—	—
	Fiscal Transfer to Local Treasuries	—	—	—	—
Regulation	Regulatory Jurisdiction	C	C	C	C
	Contingent Regulation	D	D	D	D
Adjudication	Adjudication (Public Law Jurisdiction)	C	C	C	C
	Adjudication (Private Law Jurisdiction)	D	D	D	D
Planning	National ICT Development Plans	C	C	I	—
	Subnational ICT Development Plans	—	—	I	—
Media Industry	MEDIA INDUSTRY		BROADCAST	PAY TV	INTERNET
	Content Quota		C	C	—

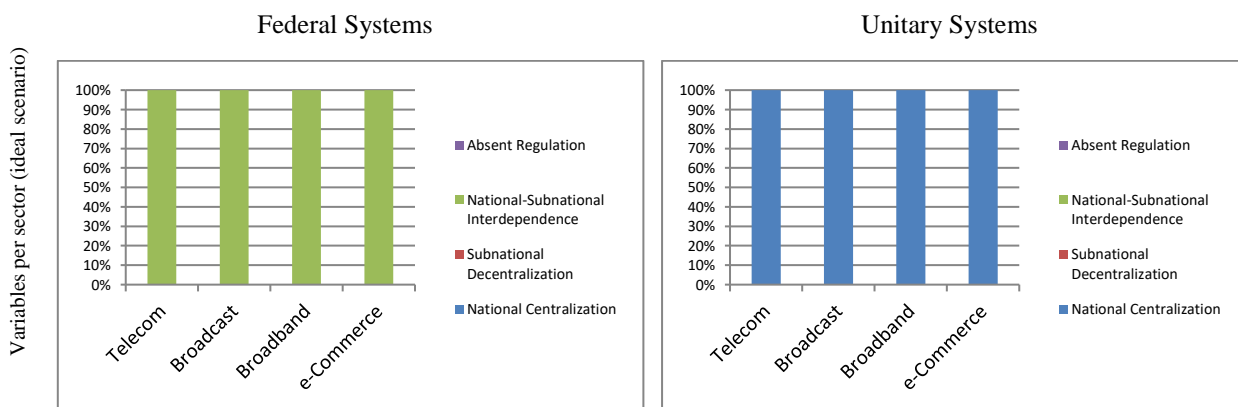
Table 1: Federal Dimensions and Indicators per Sector (INDIA)

COMPARISON OF THE ICT FEDERAL VARIABLES IN THE GLOBAL SOUTH

FEDERAL VARIABLES PER SECTOR OF TELECOM, BROADCAST, BROADBAND AND E-COMMERCE

It is common sense that when a state is categorized as unitary, it entails that a set of centralized features will be found in a variety of sectors, with subnational entities overwhelmed by national power, while federal states will portray themselves as political systems based on autonomous subnational governance. It follows that, by extrapolating the expected behavior of unitary or federal states to the ICT sector, the outcome should be depicted as shown in Figure 1 below. In other words, federal systems are expected to portray national-subnational interdependence (or some subnational decentralization) in all ICT Federal Variables per sector, while unitary systems are expected to present national centralization in all variables.

Expected Behavior of ICT Federal Variables per Sector

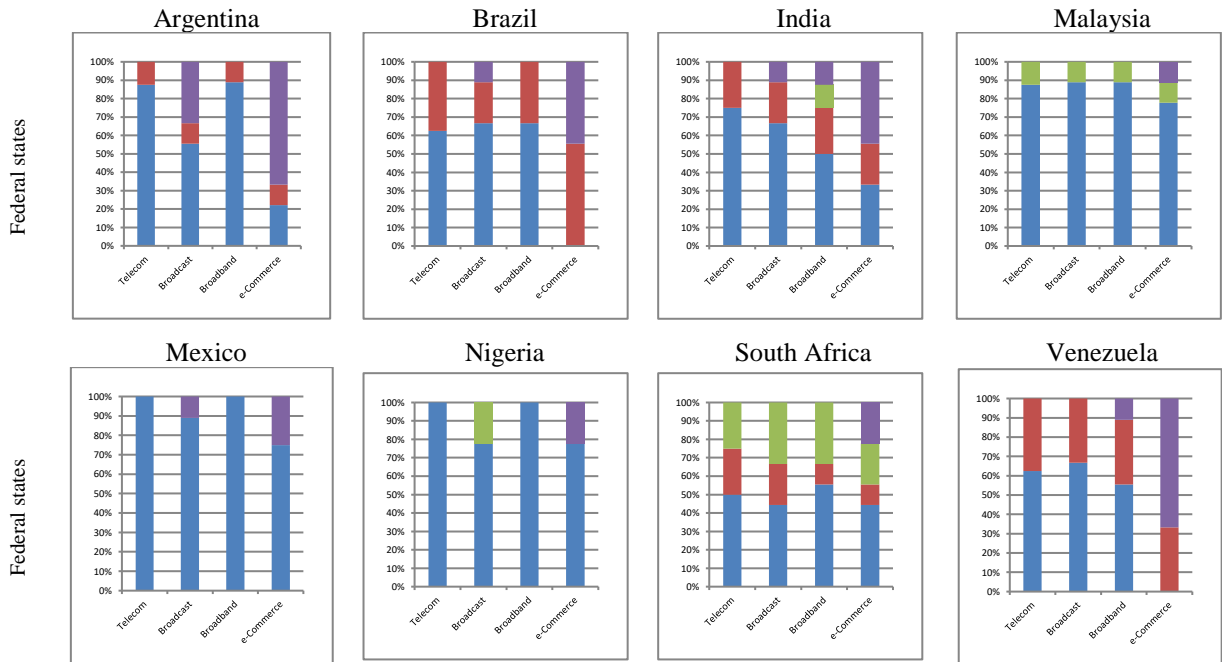


Ideal scenario of stacked bar charts depicting federal variables per sector, in which the blue color represents national centralization features, red represents subnational decentralization features, green represents national-subnational interdependence, and purple represents the absence of regulation.

Figure 1: Expected ICT federal variables per sector

Only Cuba, Guatemala, Guinea-Bissau, Mozambique, Nicaragua, Papua New Guinea, Peru, Philippines, Sao Tome and Principe, Trinidad and Tobago and Uruguay follow the expected behavior with overwhelming unitary-like arrangements. In the remaining countries, federal and unitary features can be found in ICT rules and regulation regardless the constitutional representation of the countries as federal or unitary states.

The stacked bar charts below (Figure 2) graphically show ICT federal variables – tax, administrative fees, fiscal transfers, regulatory jurisdiction, contingent regulation, public law adjudication, private law adjudication, and ICT development plans – per sector of telecommunications, broadcast, broadband, and e-commerce. The blue color represents national centralization features, while red represents subnational decentralization features, green represents national-subnational interdependence, and purple represents the absence of rules or regulation. Figure 2 shows Global South’s federal states – Argentina, Brazil, India, Malaysia, Mexico, Nigeria, South Africa, and Venezuela – and their ICT federal variables per sector – telecom, broadcast, broadband, and e-commerce.



Stacked bar charts depicting federal variables per sector, in which the blue color represents national centralization features, red represents subnational decentralization features, green represents national-subnational interdependence, and purple represents the absence of regulation. Data were analyzed using TLICS model tables available at www.getel.ndsr.org/research1.html.

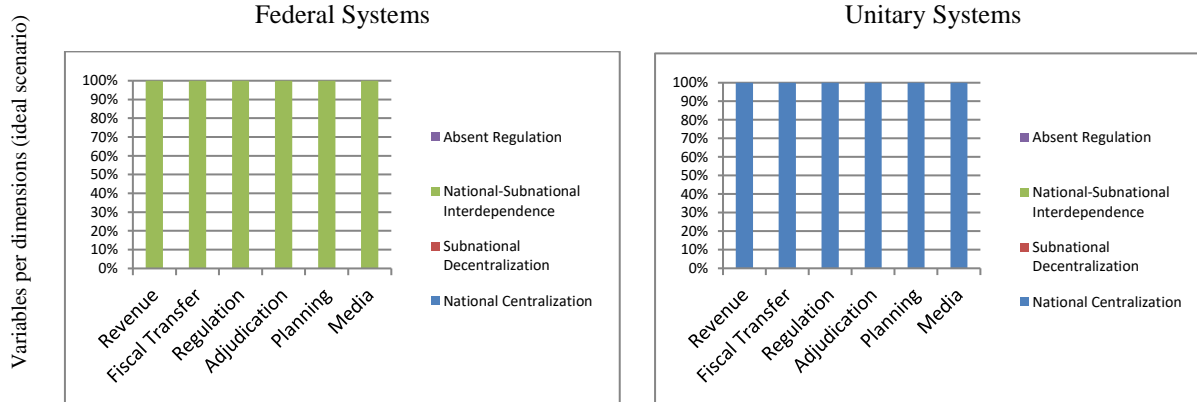
Figure 2: ICT Federal variables per sector in the Americas Region (Federations)

Due to the limitation of pages, we stop here referring the reader to the raw data available at www.getel.ndsr.org/research1.html to draw the conclusion that, under the veneer of a federation, Mexico, Nigeria and Malaysia, for example, show signs of centralized features and may be compared in its institutional background to several unitary countries of the region such as Cuba, Guatemala, Guinea-Bissau, Mozambique, Nicaragua, Papua New Guinea, Peru, Philippines, Sao Tome and Principe, Trinidad and Tobago and Uruguay.

FEDERAL VARIABLES PER DIMENSION OF REVENUE, FISCAL TRANSFER, REGULATION, ADJUDICATION, PLANNING AND MEDIA

Another ICT cleavage of the Global South’s institutional background is depicted below (Figure 3), where dimensions of federalism give a better grasp of how ICT variables should behave in an ideal scenario. Figure 3 shows that one would expect federal systems to display national-subnational interdependence in all ICT federal variables, while unitary systems would be expected to display centralized features.

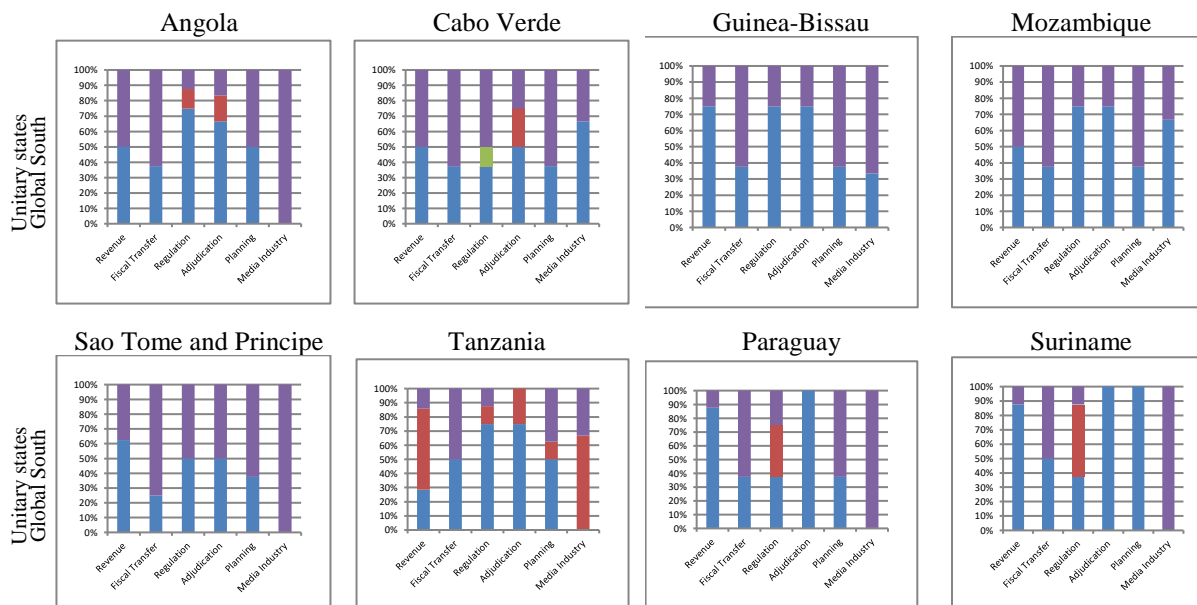
Expected Behavior of ICT Federal Variables per Dimensions

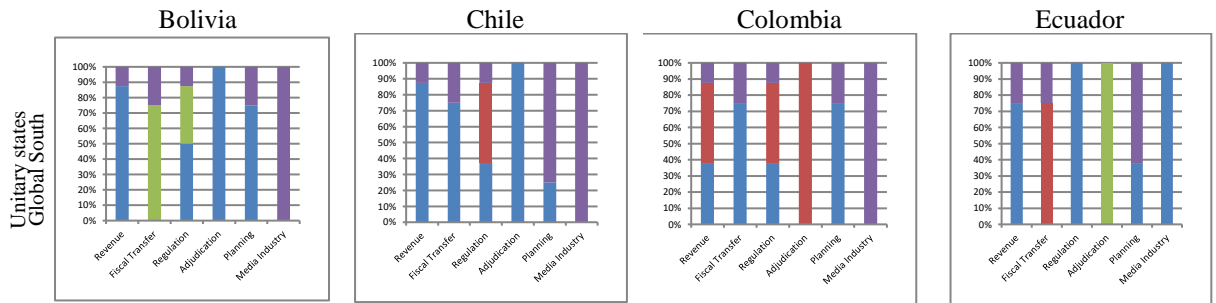


Ideal scenario of stacked bar charts depicting federal variables per dimensions, in which the blue color represents national centralization features, red represents subnational decentralization features, green represents national-subnational interdependence, and purple represents the absence of regulation.

Figure 3: Expected ICT federal variables per dimensions

The detachment of the reality from the ideal scenario is also self-evident in this cross-section of ICT variables. Figure 4 shows a set of unitary countries from the Global South behaving mostly in disarray, not least against their DNA of centralism. Unitary countries have assumed federal intentions, and federal disguised states declare themselves followers of unitary features.





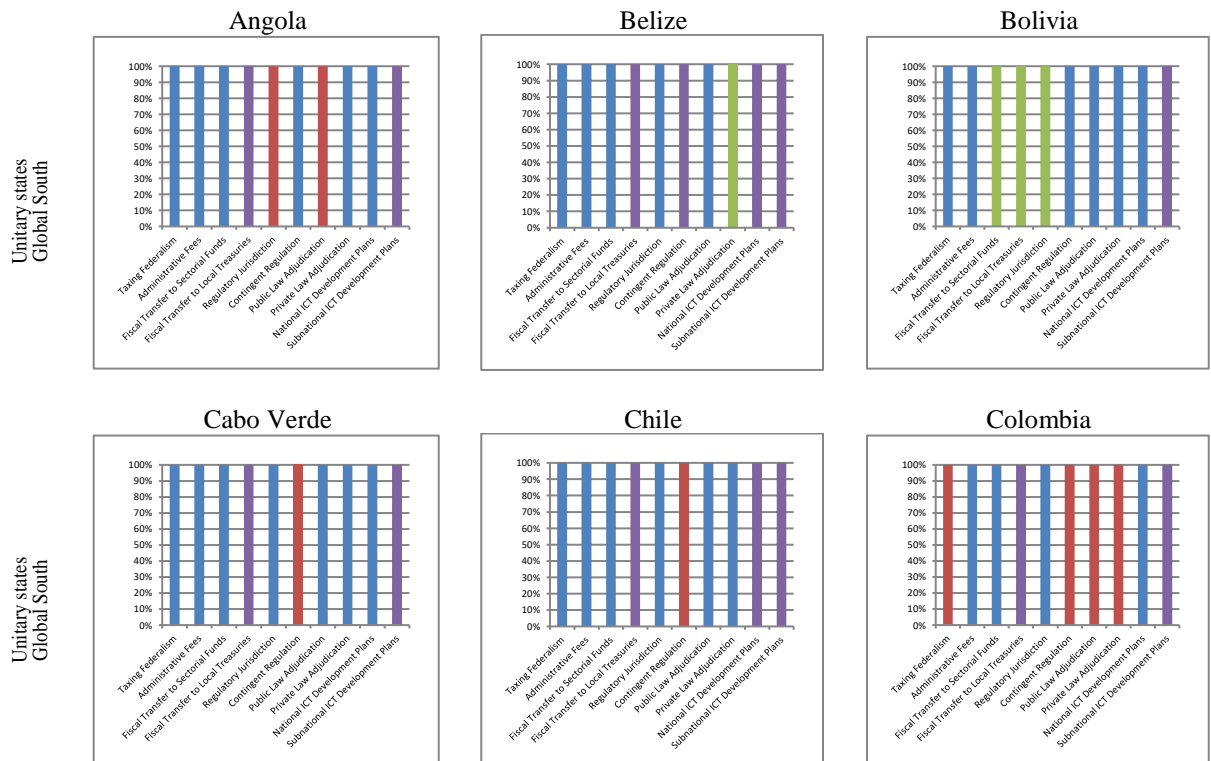
Stacked bar charts depicting ICT federal variables per dimension (revenue, fiscal transfer, regulation, adjudication, planning, and media industry), in which the blue color represents national centralization features, red represents subnational decentralization features, green represents national-subnational interdependence, and purple represents the absence of regulation. Data were analyzed using TLICS model tables available at www.getel.ndsr.org/research1.html.

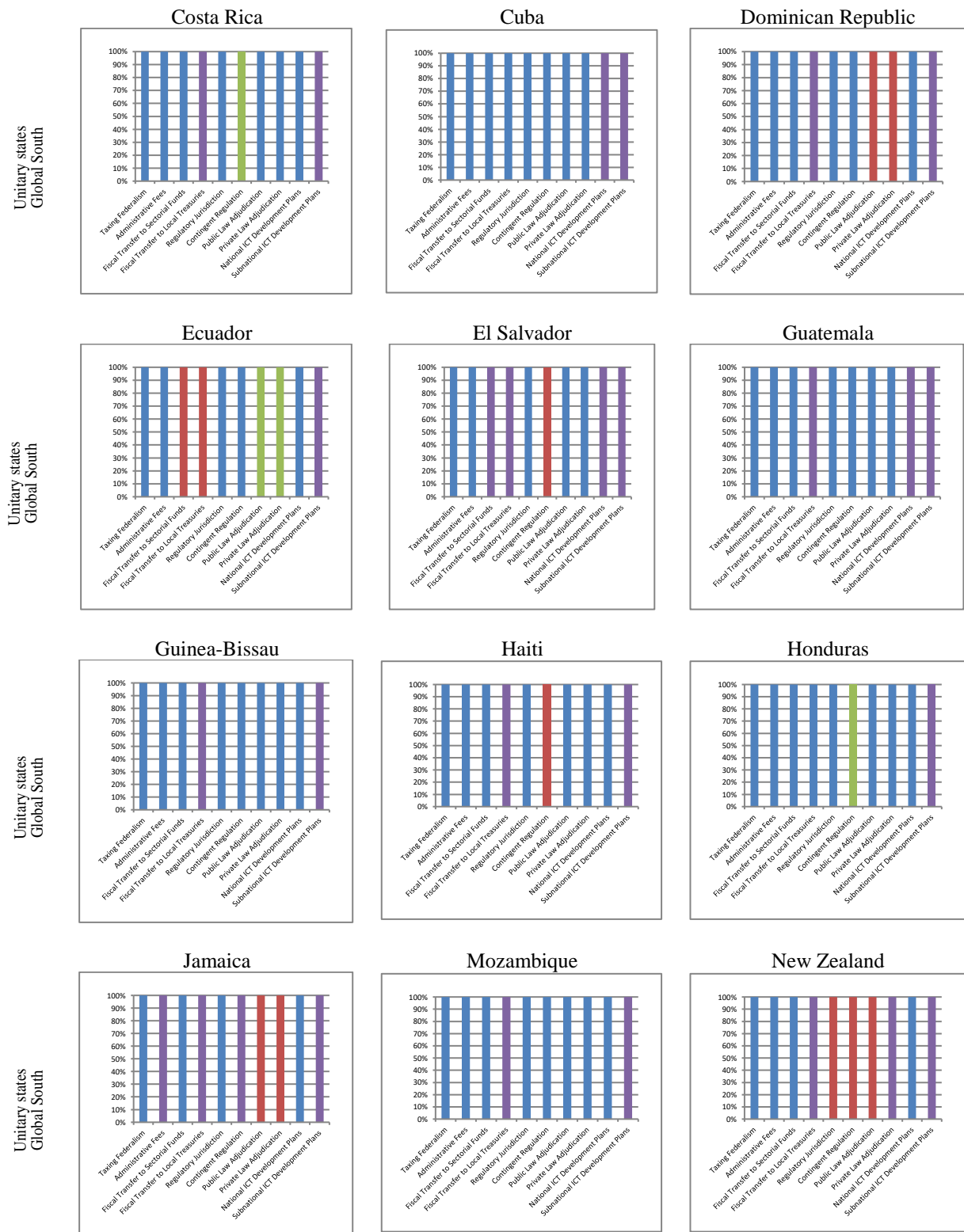
Figure 4: ICT federal variables per dimension in the Global South (Unitary States)

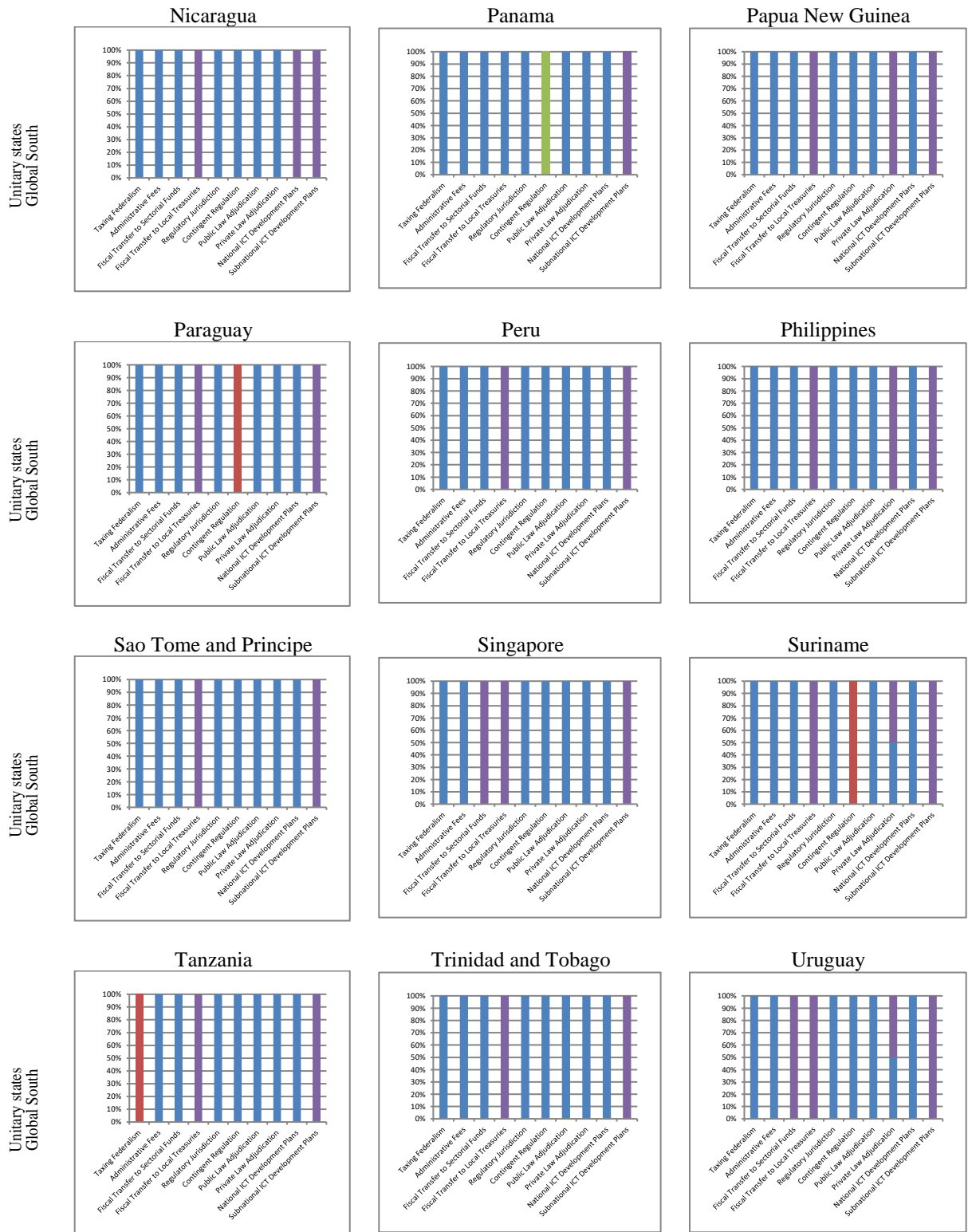
The same line of reasoning can be adopted to show the expected behavior of unitary and federal states according to ICT federal indicators on taxation, administrative fees, fiscal transfer to national and local funds, regulatory jurisdiction, contingent regulation, public and private law adjudicatory jurisdiction, national and subnational ICT development plans, and media content quota regulation, which provide a more granulated approach that shows disparities between expected behavior and official categorization of governmental and constitutional structure.

TELECOM, BROADCAST, BROADBAND, AND E-COMMERCE FEDERAL INDICATORS

One step forward by digging into the federal indicators and one may see a more granulated depiction of each country’s centralized, decentralized or interdependent presentations for the ICT sector. By isolating countries’ variables, ICT federal indicators exemplified below (Figure 5) finally devise their actual federal or unitary behavior. It shows the Telecommunications Federal Indicators of a set of countries from the Global South, where red portrays a typical federal presentation, green portrays a decisive more acute federal presentation, blue represents a typical unitary presentation, and purple depicts the lack of specific legal or regulatory framework towards centralization, decentralization or interdependent features.



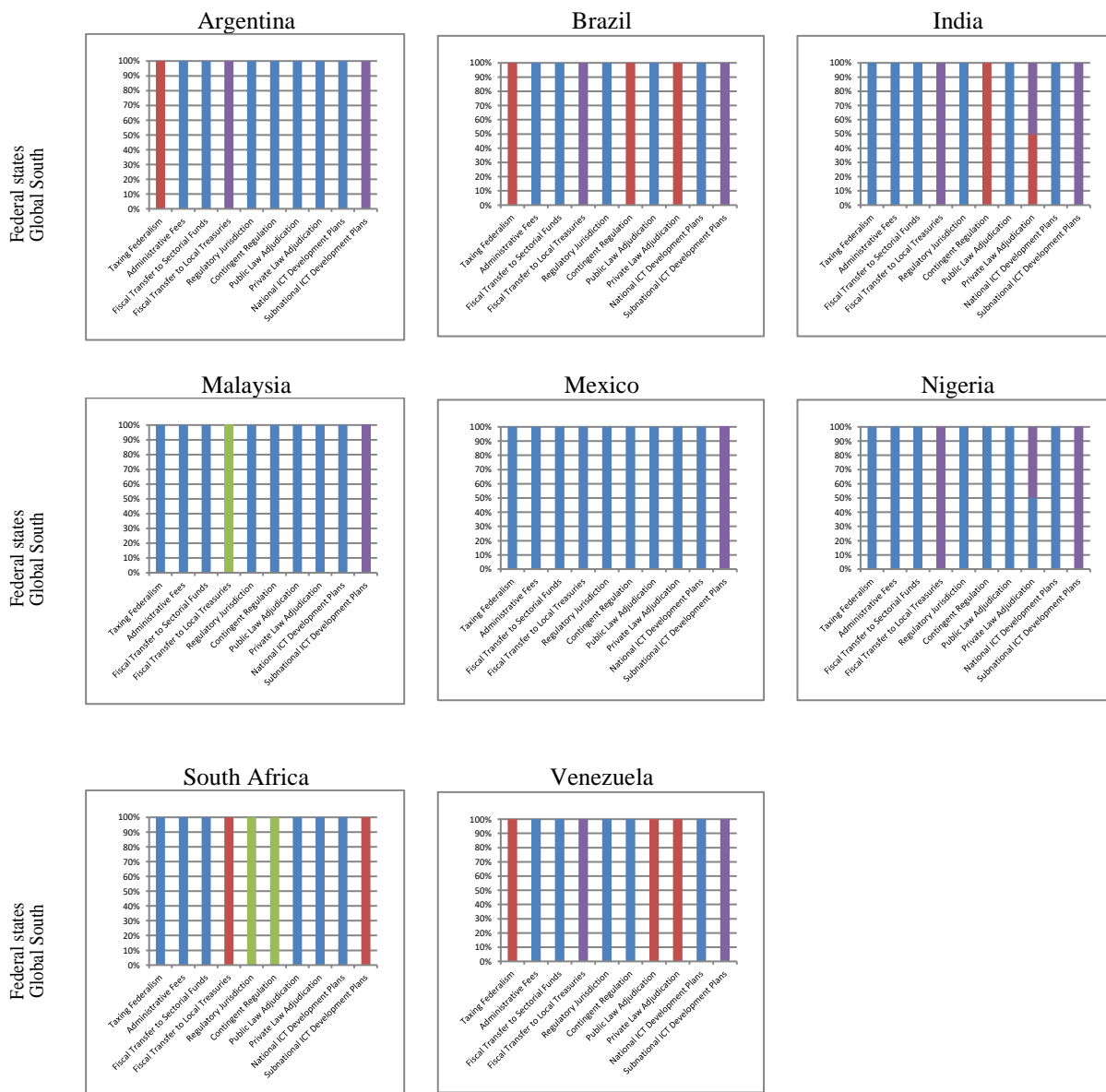




Stacked bar charts depicting TELECOM federal indicators, in which the blue color represents national centralization features, red represents subnational decentralization features, green represents national-subnational interdependence, and purple represents the absence of regulation. Charts generated using TLICS model tables available at www.getel.ndsr.org/research1.html.

Figure 5: TELECOM federal indicators in the Global South (Unitary Countries)

This line of reasoning can be replicated for the federal countries in the Global South with apparent unitary features in all of them, as shown in Figure 6 below.



Stacked bar charts depicting TELECOM federal indicators, in which the blue color represents national centralization features, red represents subnational decentralization features, green represents national-subnational interdependence, and purple represents the absence of regulation. Charts generated using TLICS model tables available at www.getel.ndsr.org/research1.html.

Figure 6: TELECOM federal indicators in the Global South (Federal Countries)

One striking characteristic shown in Figures 5 and 6 is precisely the fact that no matter what the official geographic division of power is, federal- and unitary-like arrangements are often found in the same ICT sector. It is so, for example, in South Africa, in which the revenue dimension shows unitary features, while the regulatory dimension depicts the quintessence of a federal state. Situated on a diametrically opposite side, Mexico, which was supposed to show strong federal features, is actually a role model of a unitary-like arrangement of government. The examples go on and on, as the analysis of each country’s federal features show traces of them in most of unitary countries and their absence in most federal countries, urging the interpreter to go beyond the official qualification of a country in order to make assertions based on similar institutional backgrounds.

WHAT COUNTRIES SHARE SIMILAR INSTITUTIONAL BACKGROUNDS?

After pinpointing ICT federal indicators for each country that was analyzed, it is time to reorganize them accordingly. By ascribing centralized, decentralized or interdependent features for the Global South, on the grounds that those aspects are the most prominent ones which characterize federalism, the Tables 2 to 9 below identify clusters of federal commonalities, making evident the detachment between constitutional federal attributions and the actual behavior of a country. States that behave differently than expected, say manifesting federal features when they are unitary countries or unitary features by federal countries, are highlighted bold in Tables 2 to 9 below.

Indicator	Sector	Federal Behavior	Unitary Behavior	Absent Behavior
	Telecom	Argentina, Brazil, Colombia , Tanzania , Venezuela	Angola, Belize, Bolivia, Cabo Verde, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, India , Jamaica, Malaysia , Mexico , Mozambique, Nigeria , Mozambique, New Zealand, Nicaragua, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Phillipines, Sao Tome and Principe, Singapore, South Africa , Singapore, Suriname, Trinidad Tobago, Uruguay	
	Broadcast	Argentina, Colombia , Nigeria, Tanzania , Venezuela	Angola, Belize, Cabo Verde, Chile, Costa Rica, Cuba, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, Mexico , Mozambique, New Zealand, Nicaragua, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Phillipines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Trinidad Tobago, Uruguay	Brazil, Bolivia, Ecuador
Tax	Broadband	Argentina, Brazil, Colombia , Tanzania , Venezuela	Belize, Bolivia, Chile, Costa Rica, Cuba, Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, Mexico , New Zealand, Nicaragua, Nigeria , Panama, Paraguay, Peru, Phillipines, Singapore, Suriname, Trinidad Tobago, Uruguay	Angola, Cabo Verde, Mozambique, Papua New Guinea, Sao Tome and Principe
	e-Commerce	Argentina, Brazil, Colombia , Tanzania , Venezuela	Bolivia, Chile, Cuba, Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, Nigeria , Paraguay, Peru, Phillipines, Singapore, Suriname, Trinidad and Tobago	Angola, Belize, Cabo Verde, Costa Rica, Guinea-Bissau, Haiti, Mexico, Mozambique, New Zealand, Nicaragua, Panama, Papua New Guinea, Sao Tome and Principe, Uruguay

Table 2: Global South according to the Federal Indicator on Taxation

Indicator	Sector	Federal Behavior	Unitary Behavior	Absent Behavior
Administrative Fees	Telecom		Angola, <u>Argentina</u> , <u>Brazil</u> , Belize, Bolivia, Cabo Verde, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, <u>Mexico</u> , Mozambique, New Zealand, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad Tobago, Uruguay, <u>Venezuela</u>	Jamaica, Philippines
	Broadcast	Nigeria, <u>Tanzania</u>	Angola, <u>Argentina</u> , <u>Brazil</u> , Belize, Bolivia, Cabo Verde, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, <u>Mexico</u> , Mozambique, New Zealand, Nicaragua, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Trinidad Tobago, Uruguay, <u>Venezuela</u>	
	Broadband		<u>Argentina</u> , <u>Brazil</u> , Belize, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, <u>Mexico</u> , Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Panama, Paraguay, Peru, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad Tobago, Uruguay, <u>Venezuela</u>	Angola, Cabo Verde, Jamaica, Mozambique, New Zealand, Papua New Guinea, Philippines
	e-Commerce		Guatemala, Honduras, <u>Mexico</u> , Nicaragua, Trinidad and Tobago	Remaining countries

Table 3: Global South according to the Federal Indicator on Administrative Fees

Indicators	Sector	Federal Behavior	Unitary Behavior	Absent Behavior
Regulatory jurisdiction	Telecom	<u>Angola</u> , <u>Bolivia</u> , <u>New Zealand</u>	<u>Argentina</u> , <u>Brazil</u> , <u>Mexico</u> , Belize, Cabo Verde, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, Mozambique, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad and Tobago, Uruguay, <u>Venezuela</u>	
	Broadcast	<u>Bolivia</u> , <u>Tanzania</u>	Angola, <u>Argentina</u> , <u>Brazil</u> , <u>Mexico</u> , Belize, Cabo Verde, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, Mozambique, New Zealand, Nicaragua,	

		<u>Nigeria</u> , Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Trinidad and Tobago, Uruguay, <u>Venezuela</u>	
Broadband	<u>Bolivia</u>	<u>Argentina</u> , <u>Brazil</u> , <u>Mexico</u> , Belize, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, Mozambique, New Zealand, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Panama, Paraguay, Peru, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad and Tobago, Uruguay, <u>Venezuela</u>	Angola, Cabo Verde, Papua New Guinea, Philippines, Sao Tome and Principe
e-Commerce	Brazil	Angola, Ecuador, Belize, Dominican Republic, Guatemala, Honduras, <u>Mexico</u> , New Zealand, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Philippines, Singapore, Tanzania, Trinidad and Tobago	Remaining countries

Table 4: Global South according to the Federal Indicator on Regulatory Jurisdiction

Indicators	Sector	Federal Behavior	Unitary Behavior	Absent Behavior
	Telecom	Brazil, <u>Cabo Verde</u> , <u>Chile</u> , <u>Colombia</u> , <u>Costa Rica</u> , <u>El Salvador</u> , <u>Haiti</u> , <u>Honduras</u> , <u>New Zealand</u> , <u>Panama</u> , <u>Paraguay</u>	Angola, Bolivia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Dominican Republic, Guatemala, Guinea-Bissau, <u>Mexico</u> , Mozambique, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Papua New Guinea, Peru, Philippines, Sao Tome and Principe, Singapore, Tanzania, Trinidad and Tobago, Uruguay, <u>Venezuela</u>	Argentina, Belize, Jamaica, Suriname
Contingent Regulation	Broadcast	Brazil, <u>Chile</u> , <u>Colombia</u> , <u>Costa Rica</u> , <u>El Salvador</u> , <u>Haiti</u> , <u>Honduras</u> , <u>New Zealand</u> , <u>Panama</u> , <u>Paraguay</u>	Angola, <u>Argentina</u> , Bolivia, Cabo Verde, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Dominican Republic, Guatemala, Guinea-Bissau, <u>Mexico</u> , Mozambique, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Papua New Guinea, Philippines, Sao Tome and Principe, Singapore, Trinidad and Tobago, Uruguay, <u>Venezuela</u>	Belize, Jamaica, Peru, Suriname, Tanzania
	Broadband	Brazil, <u>Chile</u> , <u>Colombia</u> , <u>Costa Rica</u> , <u>El Salvador</u> , <u>Haiti</u> , <u>Honduras</u> , <u>New Zealand</u> , <u>Panama</u> , <u>Paraguay</u>	Angola, Bolivia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Dominican Republic, Guatemala, Guinea-Bissau, <u>Mexico</u> , Mozambique, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Peru, Philippines, Singapore, Tanzania, Trinidad and Tobago, Uruguay, <u>Venezuela</u>	Argentina, Belize, Cabo Verde, Jamaica, Papua New Guinea, Sao Tome and Principe, Suriname
	e-Commerce	Brazil, Canada, <u>Chile</u> , <u>Colombia</u> , <u>Haiti</u> , <u>Peru</u>	Angola, Bolivia, Cuba, Ecuador, <u>Mexico</u> , New Zealand, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Panama, Philippines, Singapore, Tanzania, Trinidad and Tobago	Remaining countries

Table 5: Global South according to the Federal Indicator on Contingent Regulation

Indicator	Sector	Federal Behavior	Unitary Behavior	Absent Behavior
Public Law Adjudication	Telecom	<u>Angola, Belize, Cabo Verde, Colombia, Dominican Republic, Ecuador, Jamaica, New Zealand</u> , Venezuela.	<u>Argentina, Brazil</u> , Bolivia, Chile, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, <u>Mexico</u> , Mozambique, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Phillipines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad Tobago, Uruguay	
	Broadcast	<u>Belize, Colombia, Dominican Republic, Ecuador, Jamaica, Tanzania</u> , Venezuela	Angola, <u>Argentina, Brazil</u> , Bolivia, Cabo Verde, Chile, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, <u>Mexico</u> , Mozambique, New Zealand, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Phillipines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Trinidad Tobago, Uruguay	
	Broadband	<u>Belize, Colombia, Dominican Republic, Ecuador, Jamaica, New Zealand</u> , Venezuela.	<u>Argentina, Brazil</u> , Bolivia, Cabo Verde, Chile, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, <u>Mexico</u> , Mozambique, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Panama, Paraguay, Peru, Phillipines, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad Tobago, Uruguay.	Angola, Papua New Guinea, Sao Tome and Principe
	e-Commerce	<u>Belize, Colombia, Dominican Republic, Ecuador, Jamaica</u> , Venezuela,	Bolivia, Chile, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, <u>Mexico</u> , Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Paraguay, Peru, Phillipines, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad and Tobago, Uruguay	Angola, Argentina, Cabo Verde, Guinea-Bissau, Mozambique, New Zealand, Panama, Papua New Guinea, Sao Tome and Principe

Table 6: Global South according to the Federal Indicator on Public Law Adjudication

Indicator	Sector	Federal Behavior	Unitary Behavior	Absent Behavior
Private Law Adjudication	Telecom	<u>Belize, Brazil, Cabo Verde, Colombia, Dominican Republic, Ecuador, Jamaica</u> , Venezuela	<u>Angola, Argentina</u> , Bolivia, Chile, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, <u>Mexico</u> , Mozambique, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Panama, Paraguay, Peru, Phillipines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad Tobago, Uruguay	New Zealand, Papua New Guinea
	Broadcast	<u>Belize, Brazil, Colombia, Dominican Republic, Ecuador, Jamaica, Tanzania</u> , Venezuela	<u>Angola, Argentina</u> , Bolivia, Cabo Verde, Chile, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, <u>Mexico</u> , Mozambique, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Panama, Paraguay, Peru, Phillipines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Trinidad Tobago, Uruguay	New Zealand, Papua New Guinea

Broadband	<u>Belize</u> , Brazil, <u>Colombia</u> , <u>Dominican Republic</u> , <u>Ecuador</u> , <u>Jamaica</u> , Venezuela	Angola, <u>Argentina</u> , Bolivia, Cabo Verde, Chile, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, <u>Mexico</u> , Mozambique, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Panama, Paraguay, Peru, Phillipines, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad Tobago, Uruguay	New Zealand, Papua New Guinea, Sao Tome and Principe
e-Commerce	<u>Belize</u> , Brazil, <u>Colombia</u> , <u>Dominican Republic</u> , <u>Ecuador</u> , <u>Jamaica</u> , <u>New Zealand</u> , Venezuela	Bolivia, Chile, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, <u>Mexico</u> , Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Panama, Paraguay, Peru, Phillipines, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad and Tobago, Uruguay	Angola, Argentina, Cabo Verde, Guinea-Bissau, Mozambique, Papua New Guinea, Sao Tome and Principe

Table 7: Global South according to the Federal Indicator on Private Law Adjudication

Indicator	Sector	Federal Behavior	Unitary Behavior	Absent Behavior
Content quota	Broadcast	<u>Tanzania</u>	<u>Argentina</u> , Belize, <u>Brazil</u> , Cabo Verde, Ecuador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Jamaica, <u>Mexico</u> , Mozambique, Nicaragua, <u>Nigeria</u> , Phillipines, <u>Venezuela</u>	Angola, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominican Republic, El Salvador, Honduras, New Zealand, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Trinidad Tobago, Uruguay
	Pay TV	<u>Tanzania</u>	<u>Argentina</u> , <u>Brazil</u> , Cabo Verde, Ecuador, Jamaica, Mozambique, Nicaragua, <u>Nigeria</u>	Angola, Belize, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Mexico, New Zealand, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Phillipines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Trinidad Tobago, Uruguay, Venezuela
	Internet		Ecuador	Angola, Argentina, Belize, Bolivia, Brazil, Cabo Verde, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, Mexico, Mozambique, New Zealand, Nicaragua, Nigeria, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Phillipines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad Tobago, Uruguay, Venezuela

Table 8: Global South according to the Federal Indicator on Content Quota

Indicator	Sector	Federal Behavior	Unitary Behavior	Absent Behavior
Planning	Telecom		Angola, Argentina , Brazil , Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominican Republic, Ecuador, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, Mexico , Mozambique, New Zealand, Nigeria , Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Phillipines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad Tobago, Uruguay, Venezuela	Belize, Cuba, El Salvador, Guatemala, Nicaragua
	Broadcast	Tanzania	Angola, Brazil , Colombia, Costa Rica, Dominican Republic, Ecuador, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, Mozambique, Nigeria , Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Phillipines, Singapore, Suriname, Trinidad Tobago, Venezuela	Argentina, Belize, Bolivia, Chile, Cuba, El Salvador, Guatemala, Mexico, New Zealand, Nicaragua, Peru, Sao Tome and Principe, Uruguay
	Broadband		Angola, Brazil , Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominican Republic, Ecuador, Guinea-Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, Mexico , Mozambique, New Zealand, Nigeria , Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Sao Tome and Principe, Suriname, Tanzania, Trinidad Tobago, Uruguay, Venezuela	Argentina, Belize, Cuba, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Phillipines, Singapore
	e-Commerce		Angola, Bolivia, Mexico , Nigeria , Sao Tome and Principe, Suriname, Tanzania	Remaining countries

Table 9: Global South according to the Federal Indicator on Planning

Already, those clusters of countries with similar ICT federal features give us a glimpse of the scarcity of federal behavior in the federal indicators of planning, regulatory jurisdiction and administrative fees. Federal indicators of contingent regulation and private law adjudication are otherwise abundant even when unitary states are accounted for. Except for the federal indicator on taxation, all indicators show a misbehaving trend of federal and unitary states vesting features of the other party.

SIGNIFICANCE OF THE CATEGORICAL VARIABLES ON FEDERALISM

To test the significance of the relationship of the categorical variables on federalism and each atomized feature of centralization and decentralization/interdependence previously developed by applying TLICS model, we used 2x2 contingency tables, as shown in the example below (Table 12), that measure the degree of association between the category of federalism (0 for centralized, and 1 for decentralized/interdependent) and each ICT variable described by TLICS model (tax, administrative fees, fiscal transfer, regulatory jurisdiction, contingent regulation, private and public law adjudication, planning and media content).

Federalism	Tax Telecom		Total
	Centralized	Decentralized	
Yes	5	3	8
No	28	2	30
Total	33	5	38

Table 12: Contingency Table Example

Using Fischer exact test, only ICT tax was significantly associated with a country being classified as a federation, and only in the broadcast sector ($p = 0.029$). In the telecom sector, there was a tendency towards ICT tax being associated with a country being classified as a federation ($p = 0,053$). All other results showed no significant association between the variable federalism and each of the ICT variables extracted from each country's institutional background.

To compare the probability of the occurrence of decentralized features in federal and non-federal systems, we used a concept borrowed from biostatistics (Pagano & Gauvreau, 2000, p. 144). In this context, the relative risk is defined as the ratio of the probability of decentralization in a given group of federal countries to the probability of decentralization in a group of unitary countries. A measure of relative risk greater than one implies that the chance of a country having decentralized ICT variable is increased when it is categorized as federal.

The decentralization is measured in each aforementioned variable (tax, fees, transfers, regulation, adjudication, planning, media) per sector (telecom, broadcast, broadband, e-commerce) according to the following formula:

$$RR = \frac{P(\text{decentralization} \mid \text{exposed to federalism})}{P(\text{decentralization} \mid \text{unexposed to federalism})}$$

Using relative risk measure, the chance of a federal country having decentralized tax is 7 times greater than the chance of a non-federal country having decentralized tax in the broadcast sector. In the telecom sector, the chance of a federal country having decentralized tax is 8.4 times greater than the chance of a non-federal country having decentralized tax. However, this latter test was not significant. No other relative risk measure was significant in the remaining relationships. Moreover, in the broadcast sector, the odds of a decentralized tax variable in an official federal country, relative to a unitary country, are 13 to 1.

GLOBAL SOUTH ICT FEDERAL INDEX (IFI) AND ICT UNITARY INDEX (IUI)

The data collected in legal and regulatory frameworks of the states in the Global South can be amalgamated in all-encompassing indices of unitary – centralization – and federal features – decentralization and interdependence between national and subnational units. Those indices serve as a guideline to gather countries with similar institutional backgrounds and to show at a glimpse that each country has a particular relative position in relation to federal and unitary features. Those specific features may explain why development policy recipes have different effects in countries with officially similar institutional backgrounds. The three figures below show the Global South countries' depiction according to ICT federal index (IFI) and ICT unitary index (IUI).

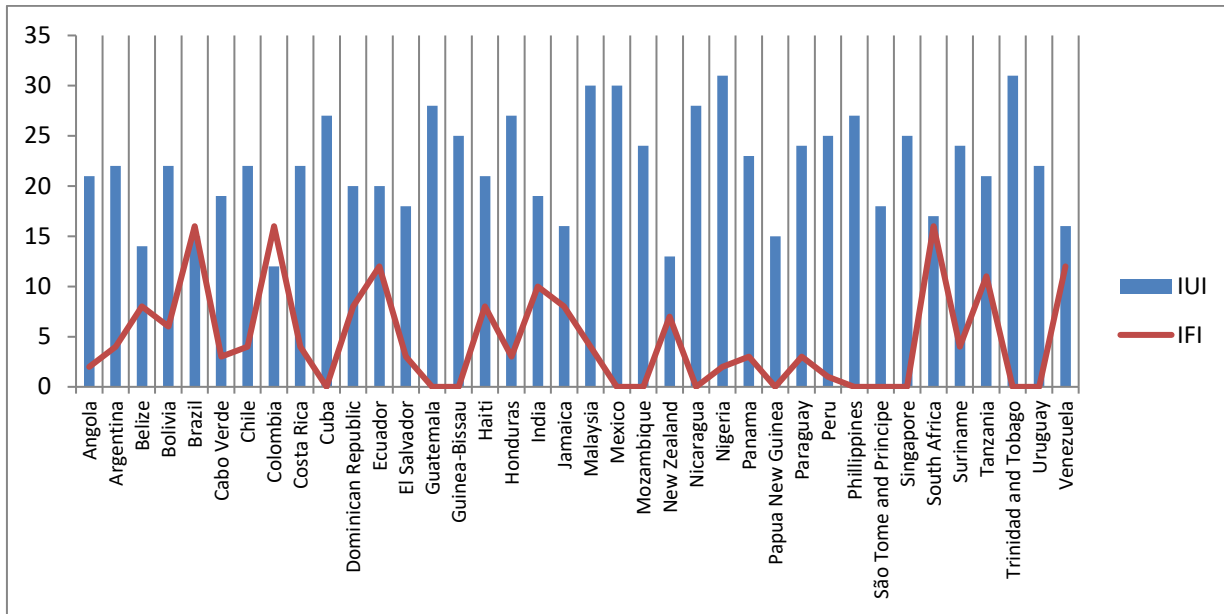


Figure 6: ICT Federal Index (IFI) and ICT Unitary Index (IUI) in the Global South

The disconnection between the official presentation of a country’s geographic organization of government and its real picture is quite clear in Figure 7. From the six countries with most prominent federal features – Brazil, Chile, Ecuador, South Africa, Tanzania and Venezuela –, only half are known as federal countries. Flipping a coin would give us the same results.

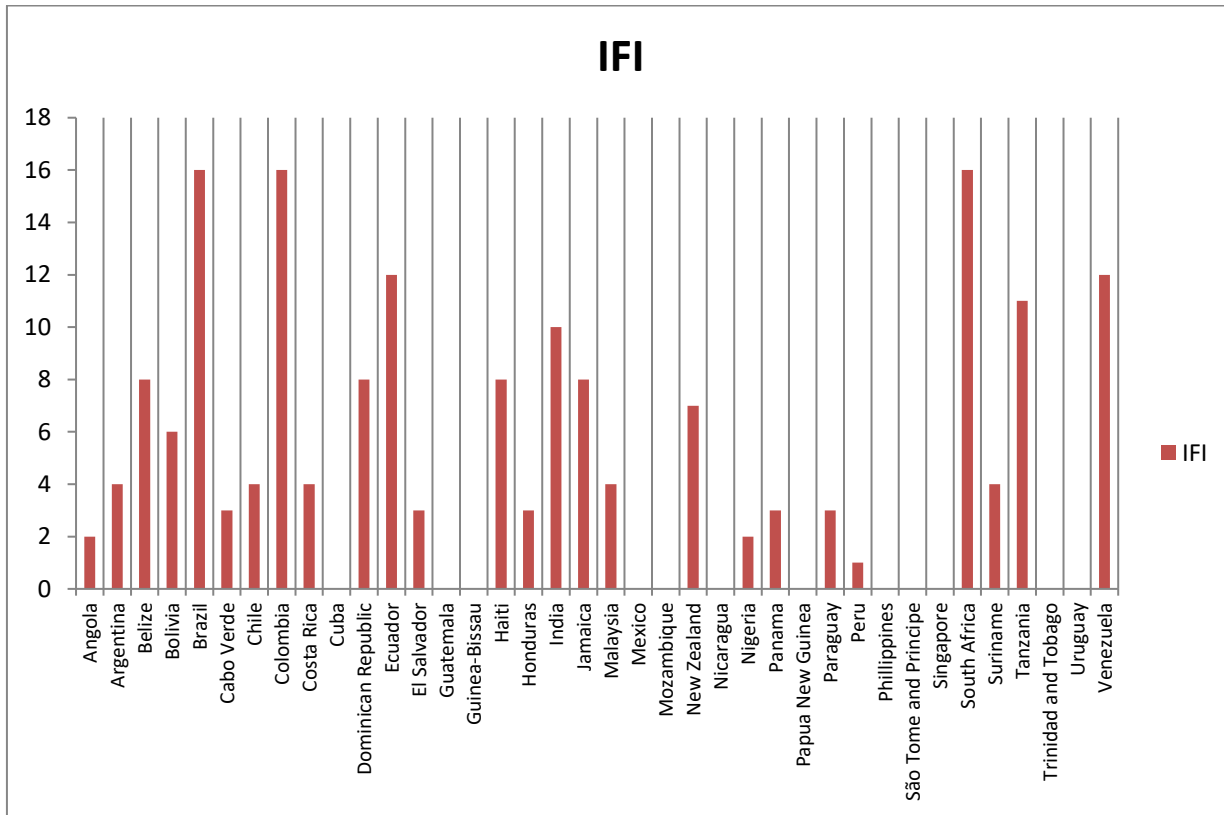


Figure 7: ICT Federal Index (IFI) in the Global South (All Sectors)

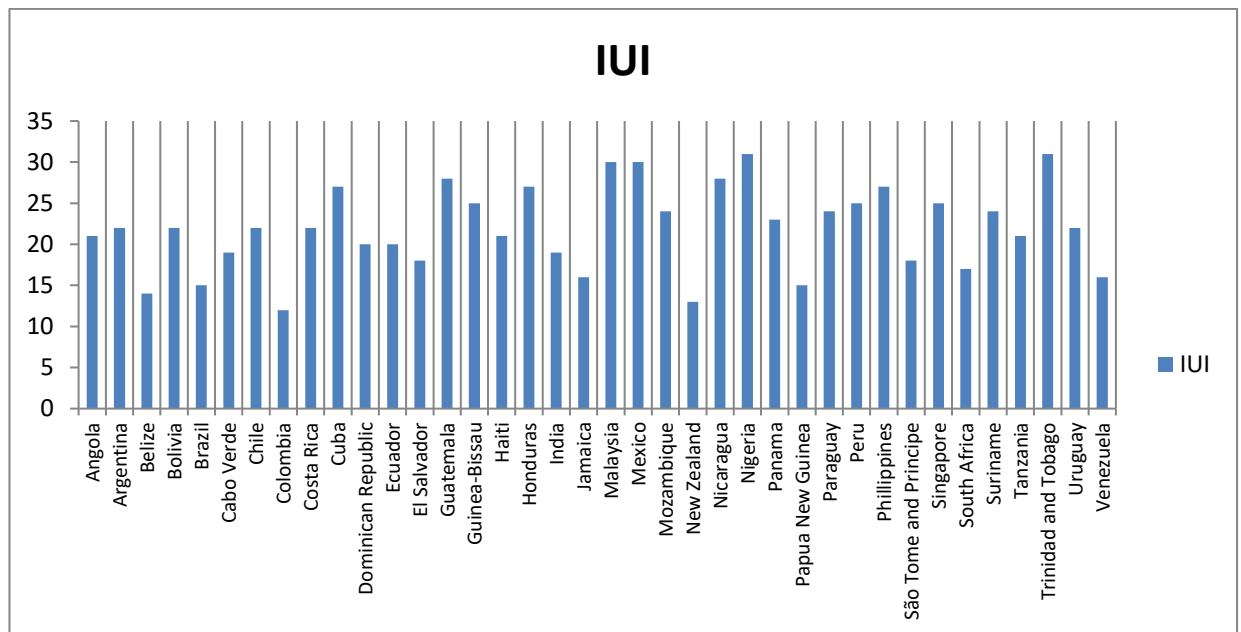


Figure 8: ICT Unitary Index (IUI) in the Americas Region (All Sectors)

CONCLUSIONS

To find out significant associations between public policies or market trends and development, federalism is a prominent subject matter. Not by chance, reliable data sets on the structural and institutional variables of countries is a needed step to reach sound comparative research. This paper addresses one of the most important descriptors of the institutional background: federalism.

The TLICS Model used in this article considers three main features of federalism – national sovereignty, subnational autonomy, and interdependent allocation of powers – and embeds 48 variables derived from the combination of indicators – tax, administrative fees, national funds, local treasuries, regulatory jurisdiction, contingent regulation, public law adjudication, private law adjudication, national and subnational ICT development plans, and content quota – and sectors – telecom, broadcast, broadband, and e-commerce.

After we analyzed an empirical universe that encompassed thirty-eight countries from the Global South, that form a potpourri of thirty officially unitary countries – Angola, Belize, Bolivia, Cabo Verde, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guinea Bissau, Haiti, Honduras, Jamaica, Mozambique, New Zealand, Nicaragua, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines, Sao Tome and Principe, Singapore, Suriname, Tanzania, Trinidad and Tobago, and Uruguay –, and eight federal countries – Argentina, Brazil, India, Malaysia, Mexico, Nigeria, South Africa, and Venezuela, the only ICT variable significantly associated with a country being classified as a federal state was tax in the broadcast sector.

The main contribution of this analysis, though, lies on the description of the relative position of each country according to federal ICT variables. When all countries are put together in a graph with decentralization and centralization scales (Figure 9), the misplacement of several countries are worthy of notice.

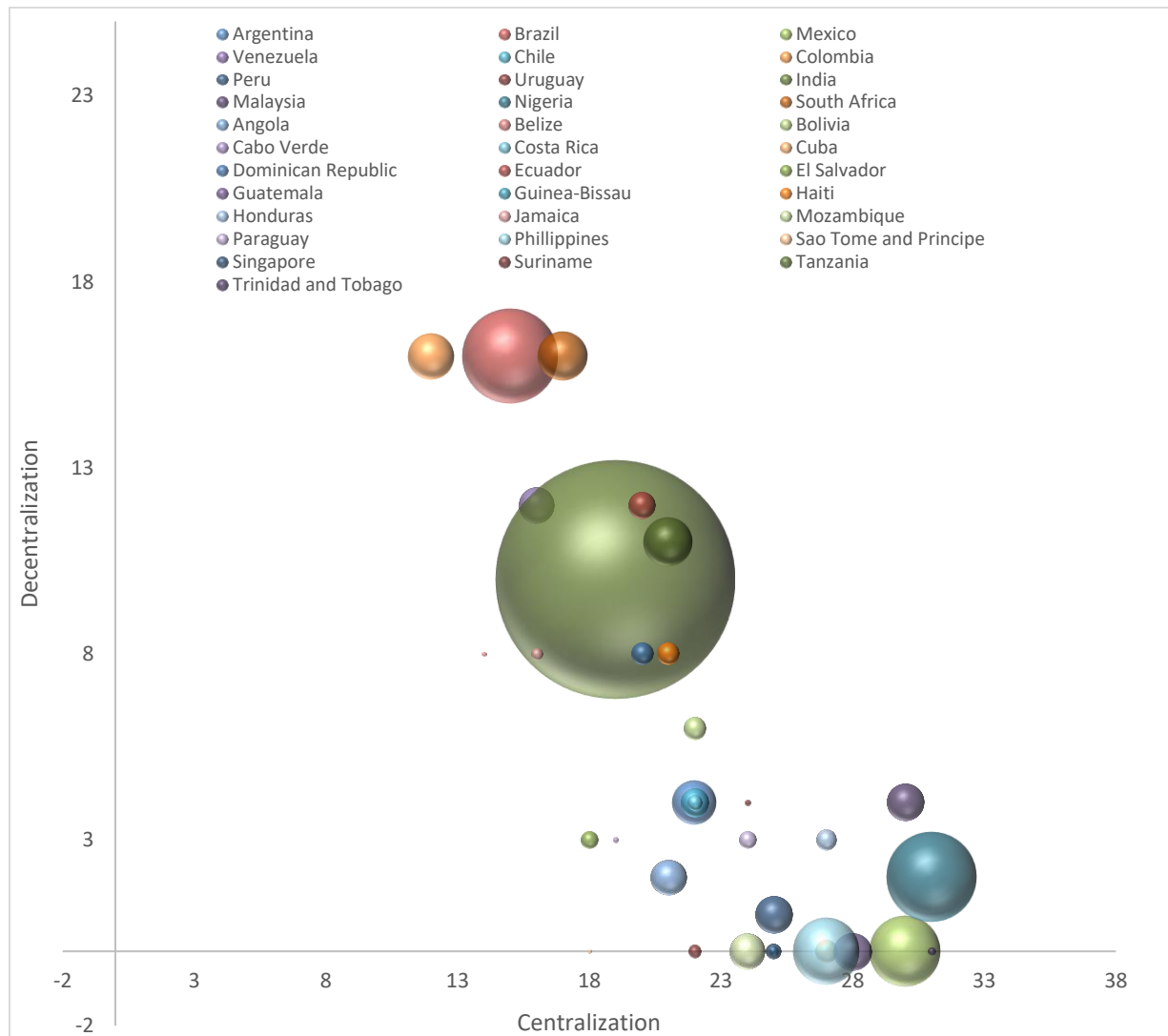


Figure 9: Distribution of Federal Variables in the Global South (All Sectors)

By tackling into the myriad of federal-like arrangements present in a representative number of countries in the Global South, this article unveiled 48 variables capable of depicting a more precise image of the countries’ institutional behavior in 4 sectors and 11 dimensions.

It also devised sets of countries with similar centralized or decentralized features for the ICT and Development comparative research with counterintuitive results. It is worth mentioning that no less than 10 countries behave in opposition to what would be expected as far as consumer regulation is accounted for. Unitary countries, such as Cabo Verde, Chile, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Haiti, Honduras, New Zealand and Paraguay, when analyzed through the lenses of the TLICS Model, have striking federal-like characteristics of decentralization (see Table 5). By contrast, half of the federations will show centralized features in the ICT dimension of public law jurisdiction (see Table 6). Even more remarkable, not a single country behaves as a federal one in the administrative fee dimension, leading to the conclusion that the federal institutional variable is not suitable to differentiate among countries, be them federal or unitary, thus broadening the universe of the analysis of the impact of government administrative fees in, *e.g.*, universal access. Figure 9 shows the most counterintuitive results, as Colombia – a unitary country – scores the highest in federal-like features and the lowest in unitary ones. At the same time, three countries officially known as federations – Malaysia, Nigeria and Mexico – score the highest in unitary-like features and the lowest in federal-like characteristics among all countries analyzed. The data prove that the constitutional geographic division of powers is not sufficient to present the real institutional background for the ICT and Development research. It is actually a deceiving variable, which indicates that the institutional variable of federalism should be used in its atomized form described in the TLICS Model, taking into account the clusters of commonalities proposed above. As policy transfer from developed to developing countries

depends on “essential institutional underpinnings” (Minogue, 2005, p. 25), this article fills one institutional gap necessary to understand differences and commonalities in the institutional backgrounds of countries being compared for the objectives of the ICT and Development literature or the purposes of regulatory reforms in the developing world.

REFERENCES

- Aranha, M. I. (2011). Telecommunications Law Indicators for Comparative Studies (TLICS) Model: A Hermeneutical Approach. *Americas Information and Communications Research Network Proceedings* (pp. 283-294). Lima: Acorn-Redecom.
- Aranha, M. I., Lopes, O. d., Guterres, E. C., Pinheiro, A. A., & Zanatta, M. P. (2012). The Institutional Indicator of Federalism from the Perspective of the TLICS Model: Juridical Variables for ITC Comparative Studies. *Comparative Law eJournal*, 12(52).
- Carlsson, U. (2003). The Rise and Fall of NWICO: From a Vision of International Regulation to a Reality of Multilevel Governance. *Nordicom Review*, 2, 31-68.
- Dickovick, J. T. (2006). Municipalization as Central Government Strategy: Central-Regional-Local Politics in Peru, Brazil, and South Africa. *Publius*, 37(1), 1-25. doi:10.1093/publius/pjl012
- Fessha, Y., & Kirkby, C. (2008). A Critical Survey of Subnational Autonomy in African States. *Publius*, 38(2), 248-271. doi:10.1093/publius/pjm040
- Hahn, R. W., Layne-Farrar, A., & Passell, P. (2004, Winter). Federalism and Regulation. *Regulation*, 26(4), 46-50.
- Intervezes. (2005). *Direito à comunicação no Brasil: base constitucional e legal, implementação, o papel dos diferentes atores e tendências atuais e futuras*. São Paulo: Coletivo Brasil de Comunicação Social.
- ITU. (2009). *Capacity Building and ICT Policy, Regulation and Legislative Frameworks Support for Pacific Island Countries (IBC4PAC)*. Geneva: International Telecommunication Union.
- ITU. (2011). *Establishment of Harmonized Policies for the ICT Market in the ACP Countries: Cybercrimes/e-Crimes (Assessment Report)*. Geneva: International Telecommunication Union.
- Jovanovic, M. (2007). *Constitutionalizing Secession in Federalized States: A Procedural Approach*. Utrecht (the Netherlands): Eleven International Publishing.
- Katz, R., & Avila, J. G. (2010). The Impact of Telecommunications Policy on the Economy. *Proceedings of the Acorn-Redecom Conference, May 14-15* (pp. 1-20). Brasilia: Americas Information and Communications Research Network.
- Kavalski, E., & Zolkos, M. (2008). *Defunct Federalisms: Critical Perspectives on Federal Failure*. Hampshire: Ashgate.
- Minogue, M. (2005). *Apples and Oranges: Comparing International Experiences in Regulatory Reform*. Bath, Somerset, UK: Centre for the Study of Regulated Industries.
- Minogue, M., & Cariño, L. (2006). *Regulatory Governance in Developing Countries*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Pagano, M., & Gauvreau, K. (2000). *Principles of Biostatistics*. Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Papillon, M. (2012). Adapting Federalism: Indigenous Multilevel Governance in Canada and the United States. *Publius*, 42(2), 289-312. doi:10.1093/publius/pjr032
- Simeon, R. (2009). Constitutional Design and Change in Federal Systems: Issues and Questions. *Publius*, 39(2), 241-261.
- UNESCO. (2008). *Media Development Indicators: A Framework for Assessing Media Development*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Unwin, T. (2009). *ICT4D: Information and Communication Technology for Development*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Ward, R. B., & Dadayan, L. (2009). State and Local Finance: Increasing Focus on Fiscal Sustainability. *Publius*, 39(3), 455-475. doi:10.1093/publius/pjp014

Watts, R. (1999). *Comparing Federal Systems* (2 ed.). Kingston, Ontario: Queen's University.