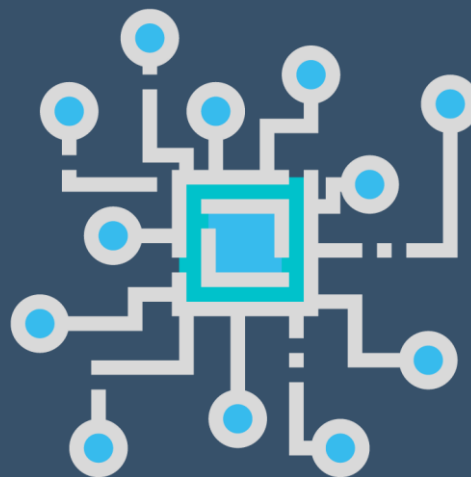


Infraestructura digital y empleo 4.0: el caso del software



Octubre 2022



Ministerio de Economía
Argentina

Secretaría de Industria
y Desarrollo Productivo

CEPXXI
CENTRO DE ESTUDIOS
PARA LA PRODUCCIÓN



Resumen ejecutivo

- El sector de software y servicios informáticos (SSI) ha atravesado un crecimiento importante en los últimos años. Es un sector estratégico, de gran potencial exportador, que también cuenta con salarios elevados, potencial de generación de empleo joven y alta formalidad laboral.
- A partir de datos del Sistema Integrado Previsional Argentino (SIPA) y el Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM) para 2021, este documento explora la importancia del acceso a conexiones de internet con elevada velocidad de bajada para el desarrollo del empleo en SSI en las localidades argentinas.
- Los resultados indican que una mayor velocidad de bajada de internet está asociada a niveles considerablemente mayores de empleo en SSI. Ante un aumento del 10% en la velocidad promedio de una localidad, el empleo en SSI aumenta un 10%, mientras que la probabilidad de que exista empleo en SSI en ella aumenta en una magnitud de 1,8 puntos porcentuales (en ambos casos, considerando efectos regionales y de tamaño de localidad).
- Este documento revela una oportunidad relevante de desarrollo federal de un sector todavía muy centrado en el AMBA y en un reducido grupo de centros urbanos.

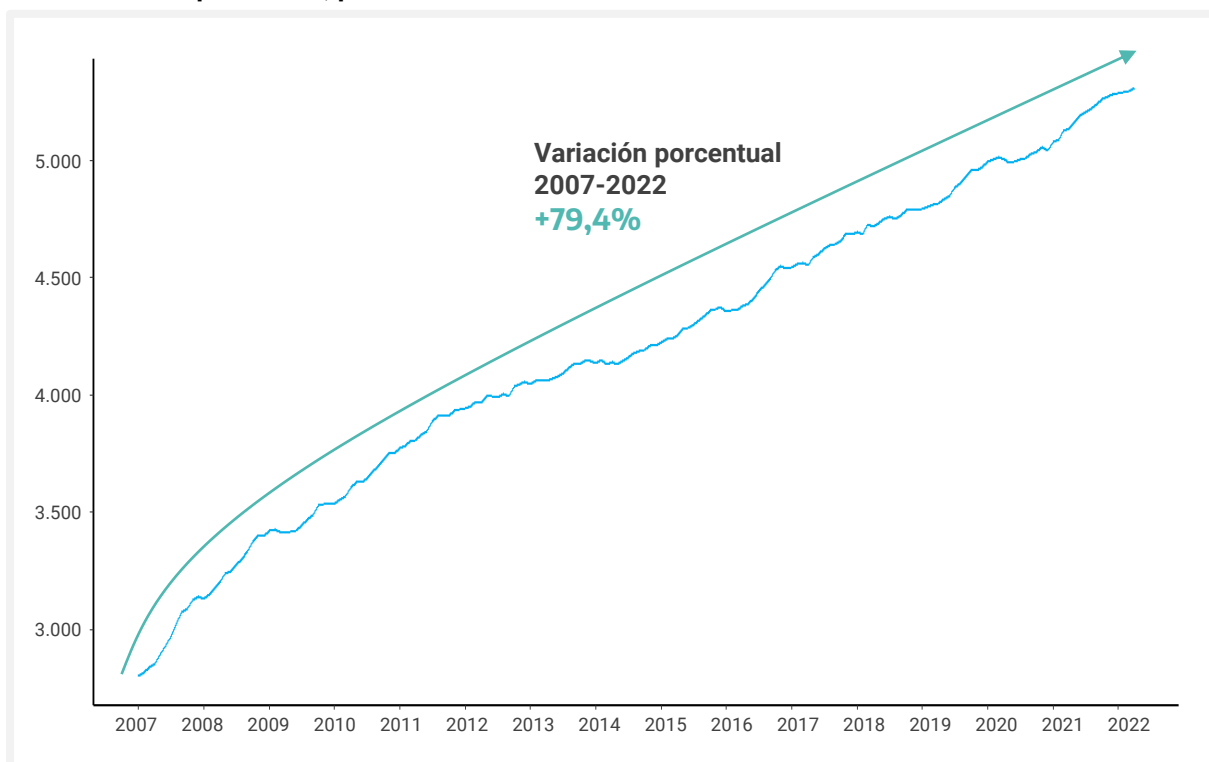


Introducción

El sector de software y servicios informáticos (SSI)¹ ha atravesado un crecimiento importante en los últimos años, al punto de convertirse en un componente clave de la estructura productiva argentina. Se trata de un sector estratégico, principalmente, debido a su gran potencial exportador, pero también reviste otros atributos virtuosos como salarios elevados, potencial de creación de empleo joven y alta formalidad laboral.²

En los gráficos 1 y 2, se visualiza la tendencia creciente tanto de la cantidad de empresas como del empleo asociados al sector de SSI. De las 2800 empresas existentes en enero de 2007, se pasó a casi el doble (5.314 firmas) en junio de 2022, lo que convierte al sector en uno de los dos que más crecieron en términos relativos (junto al de descontaminación). Una tendencia aún más marcada se observa en el empleo, donde casi se triplicaron los puestos en el período observado, mientras que para el mercado de trabajo general este incremento fue de solo un 20%.

GRÁFICO 1. Empresas SSI, periodo 2007-2022

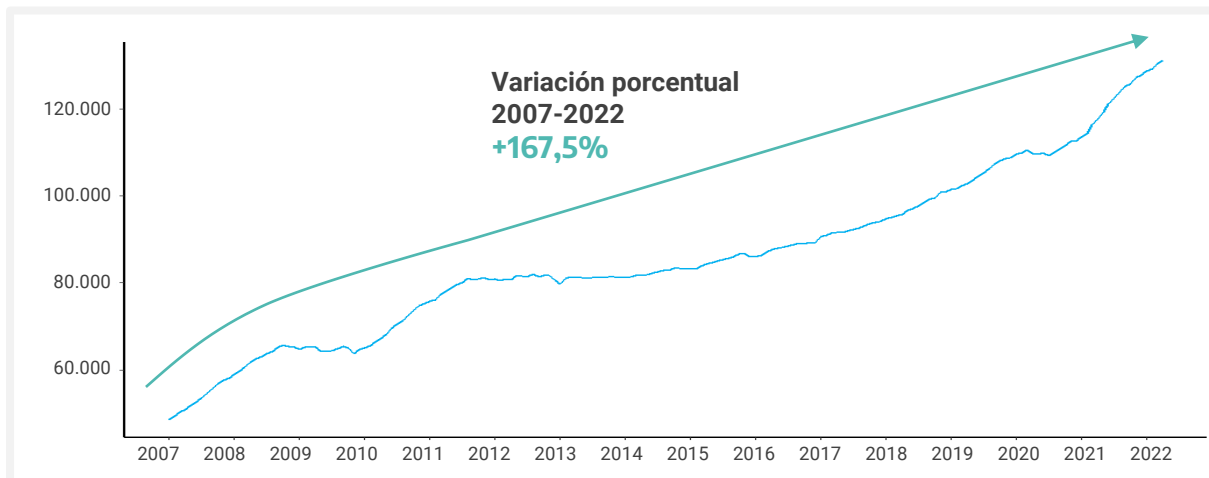


Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

¹ Conformado por las empresas que declaran actividades bajo el código 62 del Clasificador de Actividad Económica, "Servicios de Programación y Consultoría Informática".

² Con base en estimaciones propias realizadas con la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) de INDEC, el sector muestra un nivel de formalidad laboral promedio de 86,4% para 2021. Por otro lado, los datos del SIPA muestran para 2021 un salario en SSI 93,7% superior a la media general de la economía.

GRÁFICO 2. Puestos SSI, periodo 2007-2022.



Fuente: elaboración propia con base en SIPA.

Existe un amplio debate sobre cómo promover el desarrollo de esta rama productiva, en el que intervienen consideraciones macroeconómicas, laborales y legales, entre otras. Este documento explora otra dimensión relevante: la provisión de bienes públicos e infraestructura digital a nivel geográfico.

Utilizando una nueva base de datos georreferenciados, se provee evidencia de una importante asociación estadística entre la cantidad de empleo del sector y la velocidad de bajada de internet promedio informada a nivel de localidad en Argentina. En línea con lo esperado, los resultados sugieren que este recurso es un insumo clave para la expansión del sector, lo que implica que el tendido de fibra óptica como provisión de un bien público³ puede ser una política pública de gran importancia para el sector, en particular si se considera su federalización como un objetivo relevante.

Datos y metodología

El período de análisis es el año 2021. Se utilizan datos de empleo formal provenientes del Sistema Integrado Previsional Argentino (SIPA), y datos de los accesos a internet fijo por velocidad de bajada provistos por el Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM). El ENACOM pone a disposición los datos sobre acceso a internet y velocidad a nivel de localidad. En este sentido, cabe aclarar que a lo largo del documento nos referiremos a las localidades como sinónimo de las localidades censales previstas por el INDEC, dado que sobre estas se realiza el relevamiento de datos de ENACOM. Por otra parte, utilizando la base de sucursales georreferenciadas por el CEP XXI y el Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE), se le asignó a los empleados formales en relación de

³ Si bien la conexión de internet a hogares y firmas es provista por empresas privadas, este servicio requiere un tendido de fibra óptica que es realizado por el Estado ya que se trata de un bien público.

dependencia la localidad más cercana a las informadas por el ENACOM.⁴ De este modo, se obtiene un total de 2.098 localidades con empleo formal, de las cuales 650⁵ registran al menos un empleo de software y servicios informáticos. Con esta base de datos, se estimó el siguiente modelo:

$$y_{ir} = \alpha + \beta \ln v_{ir} + \gamma n_{ir} + \delta_r + u_{ir} \quad (1)$$

Donde y_{ir} es una variable dependiente definida para la localidad i ubicada en la región r , δ_r es un efecto fijo regional y n_{ir} es la cantidad de empleo formal en la localidad i , que en este modelo opera como un proxy del tamaño de esta unidad geográfica, dado que no existe información actualizada precisa sobre población a nivel de localidad. La variable de interés del ejercicio es $\ln v_{ir}$, el logaritmo natural de la velocidad de bajada en la localidad i .

Se trabajó con dos variables dependientes. La primera es el logaritmo de la cantidad de empleos en SSI situados en la localidad i , mientras que la segunda es una *dummy* que indica la presencia de al menos un empleo. En otras palabras, la primera alternativa captura el margen intensivo (cuánto empleo hay), mientras que la segunda analiza el margen extensivo (si hay empleo o no).

El parámetro de interés es β . En la primera especificación, este se interpreta como la elasticidad del empleo de SSI respecto de la velocidad promedio de internet en la localidad i . En la segunda, por tratarse de un modelo de probabilidad lineal (MPL), el coeficiente se interpreta como la variación en la probabilidad de hallar empleo en SSI ante un aumento relativo en la velocidad promedio de internet en la localidad i .

El modelo (1) puede estimarse de manera consistente por el método habitual de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), aunque el hecho de que cada observación corresponda a una unidad geográfica sugiere que una corrección por heteroscedasticidad es deseable. En efecto, si la información correspondiente a la localidad i puede ser entendida como el promedio de las personas que allí trabajan, entonces, bajo supuestos estándar, $V(u_{ir}) = \sigma^2/n_{ir}$. Por lo tanto, es posible implementar el estimador de Mínimos Cuadrados Ponderados (MCP), que implica la siguiente transformación del modelo 1:

$$\sqrt{n_{ir}}y_{ir} = \alpha\sqrt{n_{ir}} + \beta\sqrt{n_{ir}}\ln v_{ir} + \gamma\sqrt{n_{ir}}n_{ir} + \delta_r\sqrt{n_{ir}} + \sqrt{n_{ir}}u_{ir} \quad (2)$$

La estimación de este modelo por MCP produce una estimación más eficiente que la original, de modo que puede considerarse superior.

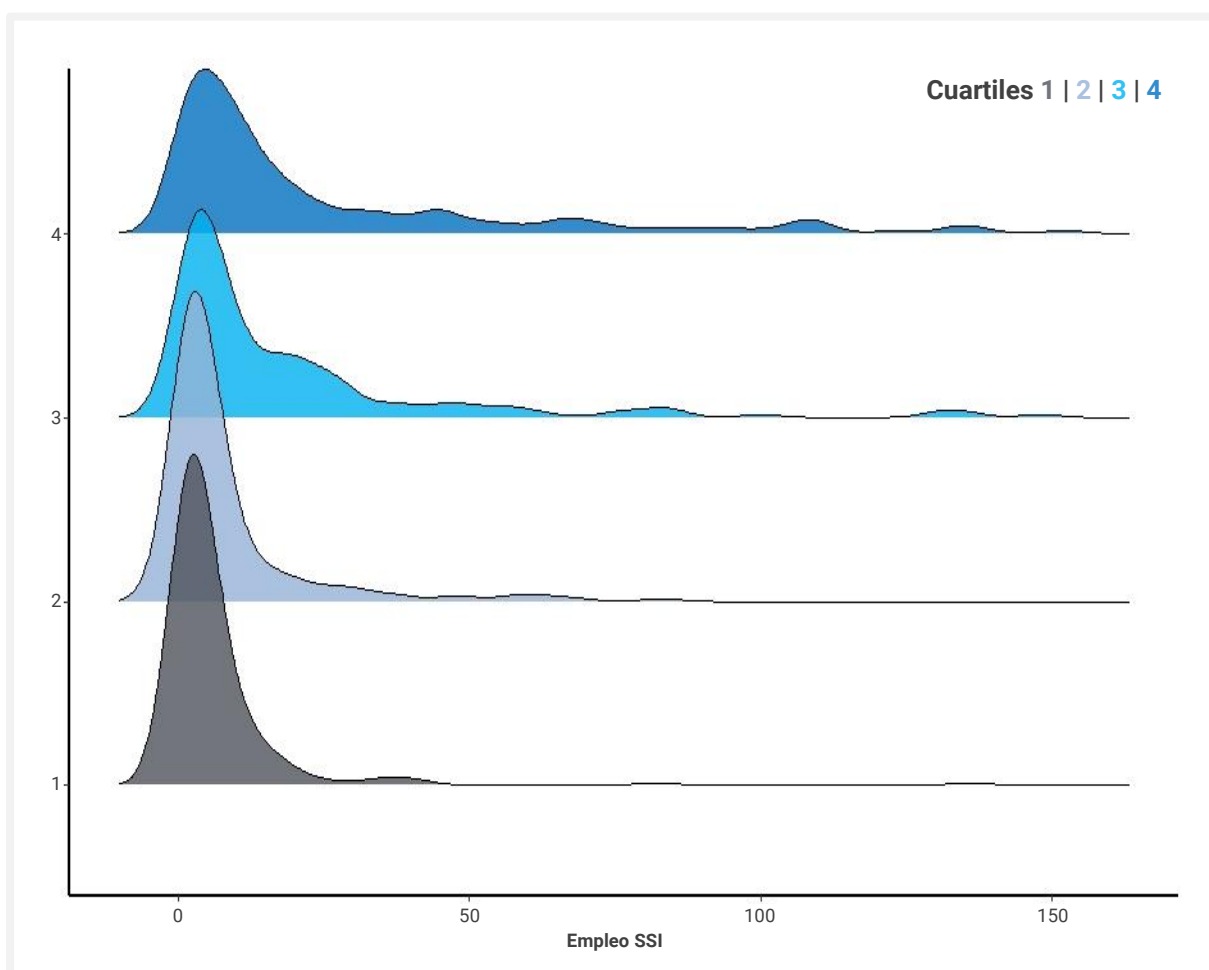
⁴ La estrategia de georreferenciación se basa en ubicar en el espacio cada sucursal informada por la empresa empleadora. Se entiende como sucursales los domicilios de explotación en los que estos empleadores declaran cada una de sus relaciones laborales. Naturalmente, algunos trabajadores pueden estar ejerciendo sus tareas de manera remota desde sus domicilios; esto no parece ser un problema relevante para las estimaciones dado que, según surge de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH), el 92,4% de los trabajadores de SSI en 2021 vivían en la misma localidad que los anteriores cinco años, por lo que la extensión del teletrabajo no parece haber generado un traslado considerable de los trabajadores.

⁵ Se consideraron solo aquellas localidades con más de 30 personas empleadas. CABA no fue incluida en el análisis ya que los datos del ENACOM no están desagregados por barrio o comuna, lo que vuelve imposible una comparación razonable.

Resultados

En el gráfico 3 se puede observar la distribución de la cantidad de empleo SSI por localidad según cuartiles de la velocidad promedio de bajada. Tanto la media como la mediana son mayores en los cuartiles 3 y 4, traccionadas por una cola derecha considerablemente más pesada. En otros términos, en el grupo de localidades que tiene mayor velocidad de internet, se encuentra una proporción considerable de localidades con empleo mayor a 50 puestos, lo cual prácticamente no ocurre en los grupos de localidades con menor velocidad.

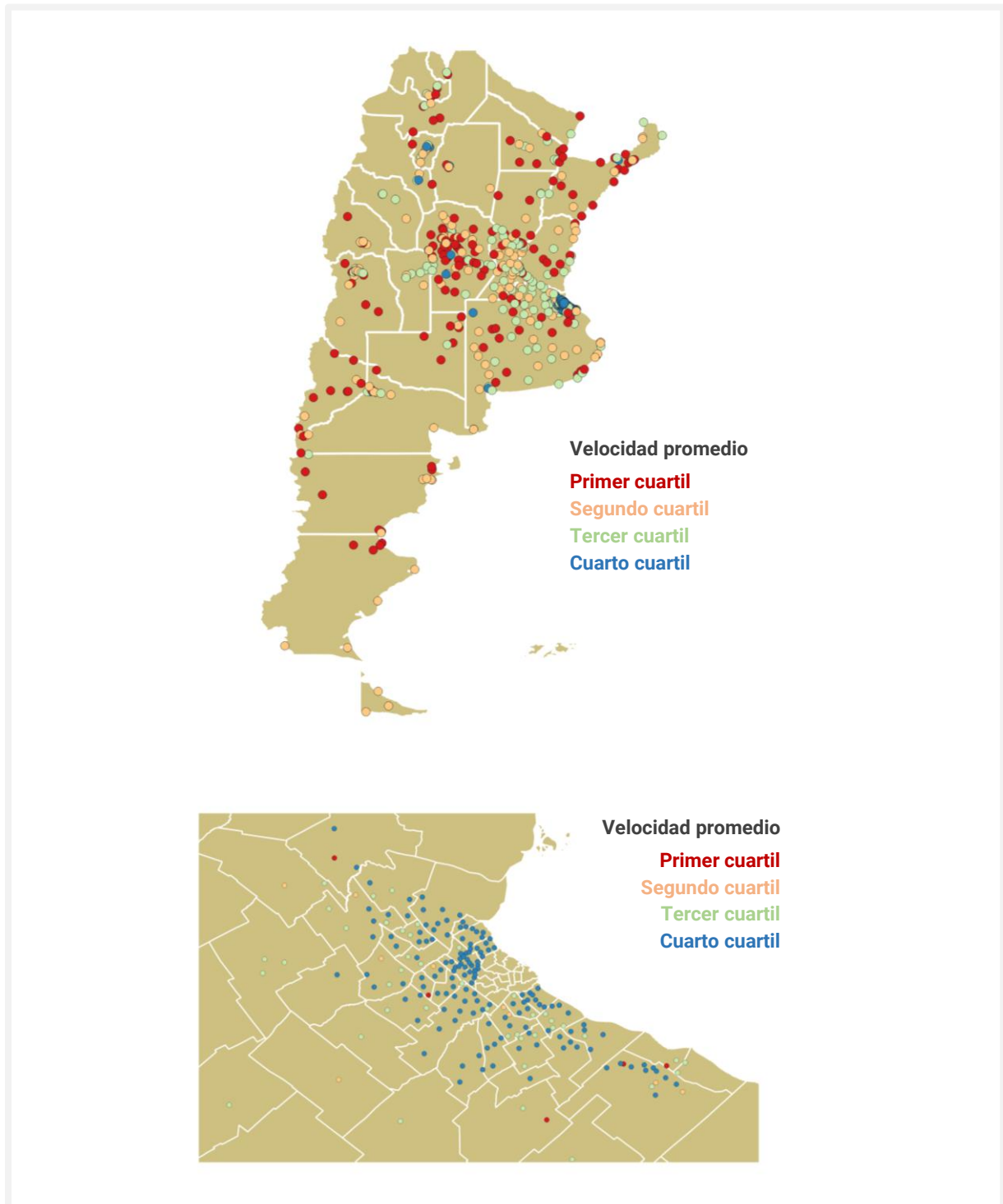
GRÁFICO 3. Distribución del empleo SSI según velocidad promedio de bajada



Fuente: elaboración propia con base en SIPA y ENACOM.

En el mapa 1, se visualiza la distribución de las localidades con empleo SSI, según cuartiles de la velocidad de bajada informada. A excepción de la región AMBA y Pampeana, en el resto de las regiones, las localidades registran menores velocidades de bajada, a excepción de las capitales y zonas cercanas a estas.

MAPA 1. Distribución de localidades según velocidad promedio de bajada
Total país (arriba) | AMBA (abajo)



Fuente: elaboración propia con base en SIPA y ENACOM.

El cuadro 1 presenta datos sobre la velocidad promedio de bajada de las localidades agrupadas por región. La zona AMBA se diferencia notablemente del resto de las regiones, con una media de 64,9 Mbps, mientras que la velocidad promedio es cuatro veces menor en Cuyo, el NEA y la Patagonia e inferior a la mitad en el NOA y la región pampeana.

CUADRO 1. Velocidad de internet por región

Región	Total de localidades	Media	Mediana	Desvío
AMBA	215	64,9	69,6	26,4
Cuyo	68	13,9	10,1	8,2
NEA	40	15	8,4	20,6
NOA	39	23,5	14,4	22,5
Pampeana	235	21,8	11,6	20,3
Patagonia	53	13,4	9,8	15,4

Fuente: elaboración propia con base en SIPA y ENACOM.

El cuadro 2 presenta los resultados obtenidos para distintas versiones del modelo, según se incluyan o no las variables de control y la ponderación por tamaño (empleo formal).

CUADRO 2. Estimaciones, variable dependiente logaritmo de cantidad de empleo de software y servicios informáticos

Modelo	1	2	3	4
β	0,556***	0,3588***	0,9886***	0,8062***
Control por región y tamaño	No	Sí	No	Sí
Ponderación por tamaño	No	No	Sí	Sí
Media empleo de SSI por localidad	55,1	55,1	55,1	55,1
Desvío empleo de SSI por localidad	404,4	404,4	404,4	404,4
N	650	650	650	650
R ²	0,1547	0,4085	0,1171	0,6827

Nota: *** significativo al 99% de confianza.

Si bien existe cierta variabilidad en el tamaño del coeficiente obtenido entre distintas estrategias, en todos los casos se trata de un valor positivo, estadísticamente significativo con un 99% de confianza y considerablemente grande. Si se incluyen tanto las variables de control como la ponderación por tamaño de la localidad, los resultados indican que ante un aumento del 10% en la velocidad promedio de la localidad, el empleo en SSI aumenta en un 8%. Incluso tomando el valor más bajo obtenido para la elasticidad de interés (en el modelo 2) se situaría este último incremento en 3,5%, un cambio que seguiría siendo económicamente relevante. En la especificación que incluye ponderación por tamaño y control por región, el modelo explica casi tres cuartas partes de la variabilidad en la variable dependiente, lo cual parece un nivel de ajuste muy satisfactorio dada la limitada cantidad de variables explicativas.

El cuadro 3 presenta los resultados obtenidos para el MPL. Aquí se analiza el margen extensivo, es decir, la existencia de empleo de SSI en la localidad.

CUADRO 3. Estimaciones, variable dependiente logaritmo de cantidad de empleo de software y servicios informáticos

Modelo	1	2	3	4
β	0,1707***	0,1218***	0,1654***	0,1843***
Control por región y tamaño	No	Sí	No	Sí
Ponderación por tamaño	No	No	Sí	Sí
Media empleo de SSI por localidad	17,1	17,1	17,1	17,1
Desvío empleo de SSI por localidad	226,4	226,4	226,4	226,4
N	2.098	2.098	2.098	2.098
R ²	0,1941	0,2659	0,2198	0,274

Nota: *** significativo al 99% de confianza.

Aquí se observa una menor variabilidad del coeficiente estimado según la especificación del modelo, nuevamente con significatividad estadística al 99% de confianza en todos los casos. Estos resultados indican que un aumento del 10% en la velocidad de internet en una localidad incrementa la probabilidad de que en ella exista empleo en SSI en una magnitud de entre 1,2 y 1,8 puntos porcentuales. La bondad de ajuste de este modelo oscila entre 19% y 27%, valores también considerados satisfactorios dada la especificación.



Comentarios finales

Este documento provee evidencia de una correlación importante entre la velocidad de bajada de internet y el desarrollo del sector de SSI en una localidad. Los resultados presentados indican que la disponibilidad de conexiones rápidas está asociada a niveles considerablemente mayores de empleo en SSI, tanto en el margen extensivo como en el intensivo.

El modelo estimado solo incluye como variables de control el tamaño y la región de la localidad. La distribución del empleo en SSI a lo largo del país factiblemente está influida por otras variables, entre las que destaca la proximidad a centros educativos que puedan proveer el capital humano necesario para esta actividad productiva. Sin embargo, cabe destacar que las estimaciones realizadas muestran un poder predictivo considerablemente elevado, lo que subraya la importancia de la velocidad de internet como determinante de la variable de resultado.

Esta evidencia revela una oportunidad relevante de desarrollo federal de un sector todavía muy centrado en el AMBA y en un reducido grupo de centros urbanos (el 70% del empleo en SSI está concentrado en los partidos del Gran Buenos Aires, Rosario, Mar del Plata, Córdoba y Tandil). Dado que la producción de software es muy intensiva en trabajo y en general requiere una infraestructura acotada de capital físico (al menos comparada con otras industrias de altos salarios como la petrolera, minera, siderúrgica o automotriz), se trata de un sector con un fuerte potencial de expansión geográfica en todo el territorio nacional. Sin embargo, ciertos insumos son indispensables para este tipo de producción y el servicio de internet es un ejemplo claro. La desigual provisión de conexiones a internet factiblemente explica, al menos en parte, el débil desarrollo de la rama en la mayoría de las localidades argentinas: solo el 31% de las localidades en la base de datos registran empleo en SSI y en menos del 10% la proporción de empleo en el sector supera el 1% del total.

Si bien existe un mercado para la provisión de conexión a internet, este depende crucialmente de la provisión de un bien público, el tendido de fibra óptica. Los resultados discutidos en este trabajo indican que el retorno económico y social por la provisión de este bien público es muy alto, en la medida en que permite el surgimiento y desarrollo de una actividad caracterizada por salarios elevados y alto potencial exportador. Los costos de instalación de fibra óptica ciertamente varían entre regiones y potencialmente gozan de rendimientos a escala que justifican cierto grado de concentración; sin embargo, la evidencia sugiere que una ampliación de la red actualmente existente es una política clave para el desarrollo de un sector de alto valor agregado, altos salarios y de gran potencial exportador.



Ministerio de Economía
Argentina

Secretaría de Industria
y Desarrollo Productivo

CEPXXI
CENTRO DE ESTUDIOS
PARA LA PRODUCCIÓN