

LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA LA POLÍTICA DE CTI

INFORME FINAL

Elaborado entre marzo y octubre de 2019

*Buenos
Aires*

Este documento compuesto de cuatro tomos fue solicitado al Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI) por parte de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación. Toda la información aquí volcada ha sido coordinada desde el CIECTI y validada por las contrapartes provinciales pertinentes.

EQUIPO DE TRABAJO

Dirección: Fernando Porta (CIECTI) y Gustavo Baruj (CIECTI)

Consultores CIECTI: Guillermo Bormioli, Germán Herrera y Pablo Neira

Contraparte provincial: Agustina Pereira y Federico Cetrángolo

CONTENIDOS GENERALES

TOMO I: CARACTERIZACIÓN GENERAL Y MAPA PRODUCTIVO

TOMO II: NÚCLEOS PRODUCTIVOS ESTRATÉGICOS: IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO

TOMO III: ECOSISTEMA CTI PROVINCIAL: RELEVAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN

TOMO IV: LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA LA POLÍTICA DE CTI

INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objetivo realizar un aporte al diseño de una estrategia de política científica y tecnológica en la provincia de Buenos Aires. El desarrollo planteado no propone una visión de la ciencia y la tecnología aislada, sino que enmarca a la misma como una parte funcional del entramado social y económico. En este sentido, la capacidad analizada se concentra en la potenciación de la estructura productiva provincial y en la generación de respuestas concretas a las problemáticas que la misma presenta. Estas soluciones a la vez constituyen oportunidades para el abordaje de problemas de conectividad y ambientales, con potencial para mejorar las condiciones de vida de la sociedad bonaerense.

El trabajo está dividido en cinco tomos. El Tomo I presenta una caracterización general del mapa productivo provincial. Entre otros aspectos, se analizan la participación de los diferentes sectores en la economía bonaerense, la composición del empleo y la importancia de las exportaciones provinciales. Se verá que la producción de la provincia de Buenos Aires se encuentra ampliamente diversificada, contando con un complejo agropecuario posicionado en la frontera productiva mundial y con un sector industrial heterogéneo, que incluye sectores de punta y otros con un menor nivel de tecnificación en términos relativos.

En el Tomo II, por su parte, se detalla la estructura económica bonaerense, haciendo enfoque en tres núcleos productivos estratégicos identificados. Estos son la transformación 4.0 del complejo industrial, el sector de *software* y servicios informáticos y la producción de bioenergía. De cada uno de ellos se analizan los orígenes y la evolución reciente de la actividad, el complejo en el contexto provincial, la información cuantitativa obtenida, las capacidades tecnológicas y, por último, se identifican las principales problemáticas asociadas a cada núcleo productivo.

Luego, en el Tomo III se realiza una descripción de instituciones científico-tecnológicas seleccionadas que se encuentran presentes en el territorio bonaerense y se vinculan con los núcleos productivos estratégicos del Tomo II. Se analizan sus enfoques técnicos, capacidades y vinculaciones con el entramado productivo. Se pone especial énfasis en los recursos humanos, las áreas de especialización y los esfuerzos de transferencia, además de caracterizar los desafíos y oportunidades de cada una de las instituciones CyT analizadas.

Finalmente, a partir de la información presente en estas dos secciones, se realizó el Tomo IV. En el mismo se resumen las principales problemáticas que deben afrontar los complejos productivos analizados y las formas en que las instituciones técnicas pueden aportar soluciones. De esta forma, se realiza una primera aproximación a un potencial abordaje de los desafíos locales desde el complejo CyT y se identifican potenciales espacios de intervención a través de la implementación de políticas científico-tecnológicas para cada uno de los núcleos productivos estratégicos analizados en el Tomo II. A modo de síntesis, se elaboró una matriz de intervención para cada complejo analizada en la cual se presentan los problemas del mismo y la estrategia de intervención asociada.

RESUMEN

La provincia de Buenos Aires tiene una matriz productiva amplia, incluyendo una variedad de sectores industriales y de servicios junto con una explotación de recursos agrícolas. Existen múltiples ramas de actividad, que combinan actividades con alto valor agregado y contenido tecnológico, sectores en la frontera tecnológica internacional y establecimientos de mayor atraso relativo.

Existen múltiples eslabonamientos al interior del entramado productivo local, integrándose en la región cadenas agroalimentarias, industriales y de provisión de servicios a las distintas actividades y a los centros urbanos. Los principales nichos de menor vinculación intersectorial, por su parte, se encuentran en espacios de agregado de valor sobre desechos y la incorporación de tecnología de automatización.

La disponibilidad de recursos naturales, productivos y científicos dentro de Buenos Aires le dan a la provincia un importante potencial para elaborar estrategias de desarrollar e incorporar a la producción mayores conocimientos específicos basados en la ciencia y la tecnología.

En este sentido, los desafíos que existen para el complejo científico-tecnológico local, y que son abordados en este documento, están vinculados al mejoramiento de las capacidades productivas provinciales. Entre ellos, se pueden mencionar las limitaciones en la conectividad digital y restricciones en la infraestructura comunicacional dentro de la provincia, que limitan un mayor crecimiento de múltiples sectores, y el déficit en la vinculación con el entorno CTI, una problemática que trasciende el espacio territorial bonaerense y requiere un abordaje integral para aceitar los vínculos de transferencia tecnológica que permitan un mayor desarrollo productivo local.

A lo largo de todo el trabajo se citan distintas oportunidades a partir de las cuales las instituciones técnicas pueden interactuar con los principales complejos productivos. Resulta necesario para toda la estructura económica provincial, entre otras cosas, la adopción de una visión estratégica respecto a las potencialidades de las nuevas tecnologías de los paradigmas productivos actuales, tanto en materia de automatización como de reutilización de recursos y desechos. También resulta necesaria una mayor formación de profesionales y capacitación de personal para contar con recursos humanos que puedan comprender y adaptar las soluciones tecnológicas del *software* a los problemas productivos y requisitos de la industria 4.0.

A la vez se han estudiado las posibilidades específicas de intervención para cada uno de los tres complejos productivos considerados.

En el *complejo industrial 4.0* se requiere la difusión del uso de sensores digitales en los procesos productivos para la generación de datos que permitan informatizar la producción, así como también mayor adopción de herramientas de *software* empresarial para aumentar la sistematización de dicha información y facilitar la gestión de la actividad.

Por el lado del *sector software y servicios informáticos* se observa una carencia de suficientes recursos humanos calificados y dificultades por parte de las empresas locales para

retener la mano de obra. También se observa la reticencia empresarial a la asociación con el sector académico en materia de investigación como una problemática que requiere reforzar canales de comunicación y mejorar las rutinas formales universitarias.

Por último, en materia de *bioenergía*, se necesita una mayor promoción integral de sus características, sus usos y los residuos que pueden aprovecharse para su generación, al observarse la subutilización de fuentes potenciales e incluso del propio equipamiento bioenergético instalado en la provincia.

CARACTERIZACIÓN GENERAL Y MAPA PRODUCTIVO

Buenos Aires

TOMO I

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE ESTUDIOS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (CIECTI)

CONTENIDOS GENERALES

1. Introducción.....	1
2. Características generales de Buenos Aires.....	4
3. La Estructura productiva provincial.....	9
A. Oleaginosas.....	16
B. Cereales.....	18
C. Ganadería bovina.....	20
D. Ganadería porcina.....	21
E. Cadena avícola.....	23
F. Cadena láctea.....	24
G. Pesca marítima.....	25
H. Sector automotriz.....	26
I. Refinación de hidrocarburos.....	28
J. Industrias metálicas básicas.....	29
K. Industria petroquímica y plástica.....	30
L. Industria farmacéutica.....	31
M. Maquinaria agrícola.....	32
N. Electrodomésticos.....	33
O. <i>Software</i> y servicios informáticos.....	33
4. Referencias bibliográficas.....	37

1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Buenos Aires se encuentra localizada en el centro y el este de la Argentina y se caracteriza por ser la de mayor extensión territorial y la más poblada de nuestro país. Su territorio es esencialmente llano y su clima es templado y húmedo, aspectos característicos de la región pampeana de la cual forma parte. Existen, sin embargo, ciertas diferencias climatológicas al interior de la provincia. El norte provincial se caracteriza por tener volúmenes de lluvia superiores, la mayor fertilidad de sus suelos y la relativa ondulación de sus terrenos, lo que le da el nombre de “pampa ondulada”. Por su parte, el sur de la provincia se conoce como “pampa arenosa”, dado su menor grado de fertilidad relativa. El centro de la provincia se denomina “pampa deprimida” por contar con un terreno más bajo y propenso a inundaciones.

La magnitud de su superficie, la inmensa potencialidad de sus suelos para el desarrollo de los cultivos de clima templado y la ganadería extensiva, y la cercanía con el principal centro de consumo urbano del país y el histórico puerto porteño han definido la trayectoria socioeconómica de la provincia de Buenos Aires en los dos siglos de vida de la Argentina. Una parte muy significativa de la actividad económica bonaerense se concentra en el conurbano, región de límites algo imprecisos que rodea a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y cuyo crecimiento poblacional y económico ha estado intrínsecamente relacionado al devenir histórico de la capital de nuestro país. Sin embargo, según el último Censo Nacional de Población y Vivienda de 2010, la provincia de Buenos Aires contaba también, por fuera del conurbano, con grandes ciudades como La Plata (capital de la provincia) y Mar del Plata, ambas con más de medio millón de habitantes, y otros siete partidos en los que vivían más de 100 mil personas.

La actividad económica provincial incluye una muy amplia y heterogénea variedad de sectores y actividades que se han ido desarrollando y evolucionando a lo largo de las décadas. Existen múltiples ramas de actividad, complejos económicos y cadenas productivas instalados en la provincia que, por su aportación al valor agregado y al volumen de empleo a nivel nacional, se constituyen como los más relevantes de la Argentina. Como es evidente, muchas de las principales producciones de la provincia están directamente basadas en la explotación de sus recursos naturales y la transformación básica de los mismos. Muchas otras, sin embargo, responden a una consolidada tradición industrial que Buenos Aires ha sabido desarrollar, como así también al importante conglomerado de proveedores de diversos servicios que abastecen a las actividades primarias e industriales o que se dirigen al consumo final.

La densidad del entramado productivo existente en la provincia de Buenos Aires no registra paralelismo en ninguna otra jurisdicción nacional. Se estima que en la provincia se encuentran localizadas unas 200 mil empresas en actividad, lo que representa un tercio del total de empresas existentes en la Argentina. La escala productiva y las capacidades tecnológicas y organizacionales de estos establecimientos es fuertemente dispar y no solo varía según el rubro de actividad considerado sino que se muestra fuertemente desigual al interior de cada sector, lo que da lugar a un entramado productivo heterogéneo que enfrenta obstáculos y desafíos muy diferentes.

La capacidad productiva de alimentos de la provincia se estima cercana a las 50 millones de toneladas y exhibe una muy fuerte inserción exportadora, lo que transforma a Buenos Aires en una pieza destacada del mercado internacional de alimentos. La producción de oleaginosas y de cereales son dos de las principales actividades agrícolas de la provincia con proyección comercial global. Las cadenas de valor de estos cultivos se concentran esencialmente en la denominada “zona núcleo”, ubicada al norte del territorio bonaerense, no obstante lo cual existen también explotaciones en otras regiones de la provincia. En cuanto a la actividad ganadera y la industria frigorífica asociada, la provincia se destaca principalmente por su capacidad productiva en materia vacuna, actividad localizada mayoritariamente en la “pampa deprimida”. La producción de lácteos y las cadenas porcina y avícola del territorio bonaerense resultan asimismo relevantes a nivel nacional. La pesca marítima de la Argentina también encuentra un espacio central en la provincia de Buenos Aires, siendo el puerto de Mar del Plata el de mayores desembarcos del país y la sede de los principales frigoríficos pesqueros.

El vasto sector industrial con el que cuenta la provincia de Buenos Aires incluye una amplia gama de actividades, en la mayor parte de las cuales, como se dijo antes, la provincia presenta un rol protagónico en términos de su aportación al valor agregado y al empleo a nivel nacional. A la consolidada industria bonaerense de transformación de alimentos se suma el complejo químico, la refinación de hidrocarburos, el sector petroquímico y plástico, la producción siderúrgica, la cadena automotriz, la fabricación de maquinaria y equipo –incluyendo la producción de maquinaria agrícola–, la elaboración de electrodomésticos, la cadena textil-confecciones y la de cuero y calzado, entre muchos otros sectores industriales de importancia. Como se dijo antes, se trata de un entramado heterogéneo en sus capacidades tecnológicas y organizacionales, y en el cual conviven algunas grandes firmas líderes de sus respectivos segmentos de actividad con un dilatado conjunto de pequeñas y medianas empresas. Si bien existen diferencias sustanciales de acuerdo al sector de actividad considerado, la mayor parte de la trama industrial de la provincia se encuentra emplazada en el conurbano bonaerense –el mayor polo industrial de la Argentina y uno de los más importantes de Latinoamérica–, organizado a lo largo de los años alrededor del principal centro de consumo urbano de nuestro país.

En cuanto al (muy heterogéneo y amplio) sector de los servicios, el mismo se constituye como el principal agregador de valor y el principal generador de empleo de la provincia, una característica que se replica a nivel nacional. Dentro de este macrosector, se incluyen un amplio espectro de actividades intangibles –desarrolladas por empresas o por personas independientes, de manera formal o informal– que incluyen al comercio, los servicios personales y comunitarios, el transporte y las comunicaciones, las actividades de salud y de enseñanza, entre muchas otras. Por su rápido crecimiento, su carácter progresivo en términos tecnológicos, su demanda de recursos humanos de alta calificación y su probada capacidad transable, vale destacar el desarrollo que han mostrado durante los últimos años los servicios informáticos y el desarrollo de *software* dentro del territorio bonaerense. Este sector ha sido uno de los eslabones novedosos más dinámicos de la trama productiva de la provincia –y del país– y se posiciona como una actividad económica promisoriosa dentro de los, así llamados, servicios basados en conocimiento. Dadas sus importantes perspectivas de desarrollo futuro, este sector será objeto de un análisis específico en los capítulos posteriores de este documento.

En lo que sigue, este capítulo presentará las principales características demográficas y territoriales de la provincia de Buenos Aires (sección 2) y analizará luego los aspectos más salientes de la estructura productiva provincial (sección 3).

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE BUENOS AIRES

La provincia de Buenos Aires forma parte de la región centro de la República Argentina, que además comprende a las provincias de Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos y la Ciudad de Buenos Aires. Cuenta con una superficie de 307.571 km², lo que la posiciona como la provincia más grande del país. Limita al norte con Entre Ríos y Santa Fe, al noreste con Uruguay a través del Río de la Plata, al noroeste con Córdoba, al este con La Pampa y al sureste con Río Negro. Además, cuenta con una costa de aproximadamente 1.200 kilómetros de largo hacia el Mar Argentino.

La población de Buenos Aires alcanzó los 15.625.084 habitantes, según el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas de 2010 realizado oportunamente por el INDEC. La estimación poblacional para el año 2019 es cercana a las 17.370.144 personas, lo cual representa el 39% del total de habitantes a nivel nacional. La densidad poblacional estimada para este último año es de 56,5 hab/km², por debajo del promedio de la región centro (42,4 hab/km²) y del promedio nacional (16,2 hab/km²). Entre los años 2001 y 2010 el aumento de la población en la provincia de Buenos Aires fue del 13%, lo que representa una tasa media de crecimiento anual de 1,37%, por encima de la tasa de crecimiento nacional que alcanzó un promedio anual intercensal de 1,1%. De acuerdo a la información relevada en el Censo de 2010, el 64% de la población de Buenos Aires se encontraba concentrada en los 24 partidos que componen el conurbano bonaerense, los cuales tienen una participación de solo el 1% en el total del territorio provincial.

Buenos Aires es una provincia predominantemente llana y constituye la mayor parte de lo que se identifica a nivel nacional como llanura pampeana. Distintos ríos surcan la provincia de oeste a este, desembocando en alguna de las varias lagunas que se pueden encontrar a lo largo de su territorio o directamente en el Mar Argentino. El terreno provincial se encuentra escasamente elevado, alcanzando al oeste alturas que no superan los 100 metros por sobre el nivel del mar, con una pendiente negativa y relativamente estable hacia el mar.

La planicie se ve interrumpida en el sur de la provincia por dos sistemas serranos de pequeño tamaño, Tandilia y Ventania. El primero de ellos se encuentra al sureste y crece hacia el centro de la provincia, alcanzando una altura máxima cercana a los 520 metros sobre el nivel del mar a poca distancia al sur de la ciudad de Tandil. En cuanto al sistema de Ventania, el mismo se ubica al norte de la ciudad de Bahía Blanca y tiene un pico máximo de alrededor de 1.200 msnm.

Dentro de la propia llanura bonaerense también se distinguen diversas regiones. En la zona norte de la provincia el terreno es relativamente ondulado, tomando forma de lomas, lo que da a esta región de la provincia el nombre de “pampa ondulada”, mientras que el extremo norte de la misma forma parte de lo que se conoce como la “zona núcleo” de la producción agrícola argentina. En el centro-este de la provincia, se registra una zona de menor altitud en relación al resto de la zona pampeana, que se encuentra alrededor del río Salado, lo que da al lugar al nombre de “pampa deprimida”. Dadas estas características, la región es más susceptible a inundaciones que terrenos vecinos. Al oeste, por su parte, el terreno es relativamente más arenoso y cuenta con ondulaciones más largas que alternan con partes bajas sin cursos de agua de drenaje superficial. Esta zona se denomina “pampa arenosa” y cuenta con una fertilidad menor a la del resto de la provincia. Finalmente, al sur de los sistemas serranos en los partidos que componen la costa atlántica se registran también zonas con características agroecológicas favorables para la agricultura.

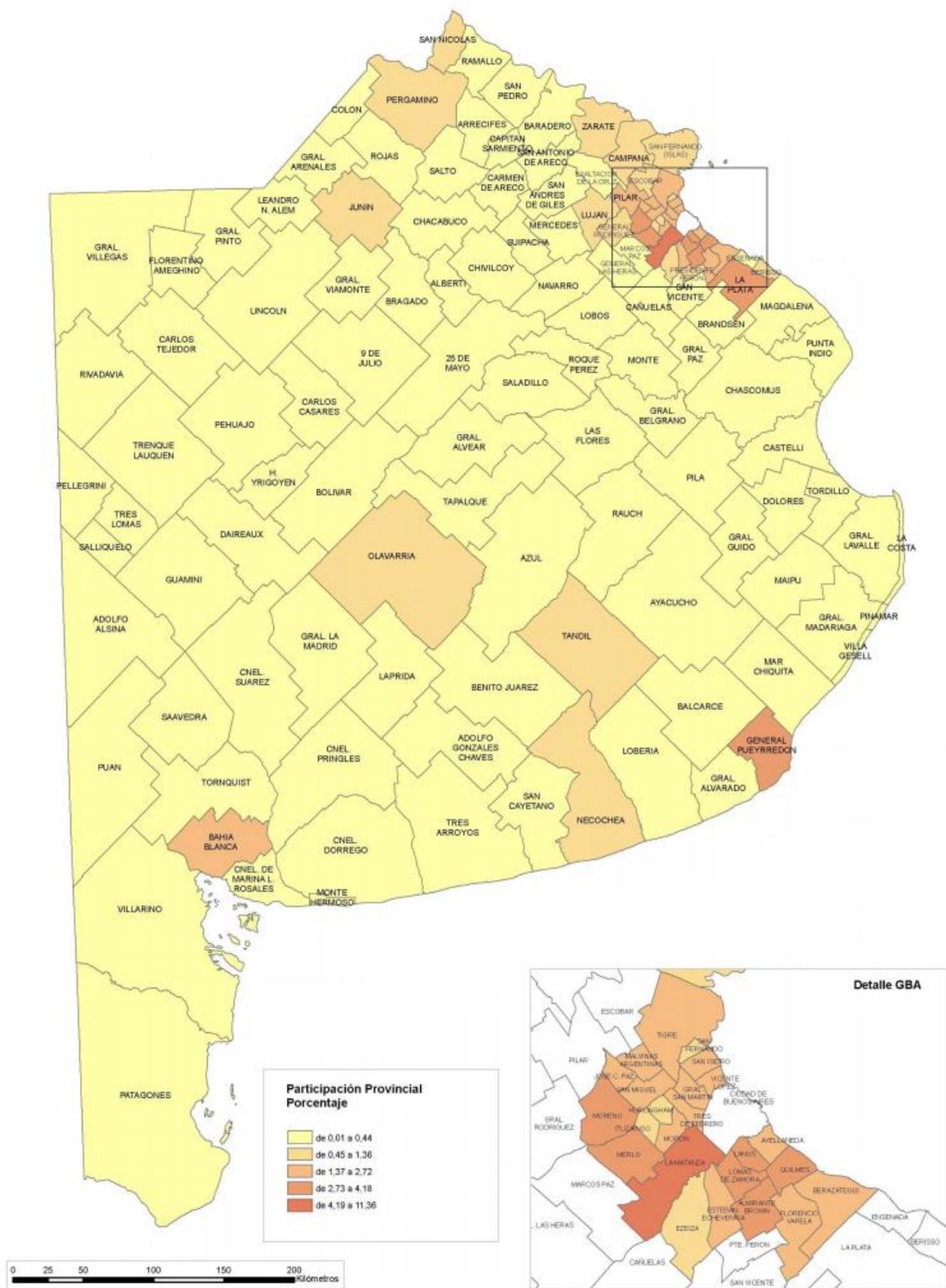
El clima de la provincia es templado con una oscilación térmica relativamente poco amplia entre estaciones y una temperatura que desciende moderadamente hacia el sur y el oeste. Los veranos son templados-calurosos, según la zona, mientras que los inviernos son frescos. Las zonas orientales de la provincia son más húmedas por su cercanía al mar, alcanzando precipitaciones promedio que superan los 1.000 mm anuales. Estos registros descienden hacia el oeste y principalmente el sudoeste, donde el clima se torna semiárido con mayor amplitud térmica y precipitaciones que se ubican entre los 400 y 500 mm por año.

En cuanto a la división política y administrativa de la provincia, Buenos Aires se organiza en 135 partidos. La capital y sede administrativa provincial es la ciudad de La Plata, a su vez cabecera del partido homónimo. Sin embargo, muchas de las características socioeconómicas de la provincia están directamente vinculadas a su vecindad con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La capital argentina está ubicada 60 kilómetros al noroeste de La Plata y constituye el polo de actividad económica, política y social más importante del país.

De acuerdo a estimaciones realizadas por CIPPEC, cerca de 3,5 millones de personas ingresaban diariamente desde el conurbano bonaerense a la Ciudad de Buenos Aires en 2015, lo cual refleja la profundidad de los lazos sociales y económicos que se articulan entre ambos espacios geográficos. De hecho, los propios límites del conurbano bonaerense son un tanto difusos y existen distintos criterios históricos, demográficos, político-administrativos y estadísticos que han sido utilizados para establecer su demarcación. Una de las clasificaciones más habituales incluye a los siguientes 24 partidos: Almirante Brown, Avellaneda, Berazategui, Esteban Echeverría, Ezeiza, Florencio Varela, General San Martín, Hurlingham, Ituzaingó, José C. Paz, Lanús, La Matanza, Lomas de Zamora, Malvinas Argentinas, Merlo, Moreno, Morón, Quilmes, San Fernando, San Isidro, San Miguel, Tigre, Tres de Febrero y Vicente López. En términos demográficos, el partido más importante del conurbano bonaerense es La Matanza, que contaba con una población de 1.775.816 personas en el Censo de 2010, un 17,9% del total de esta área. Además, destacan Lomas de Zamora, Quilmes y Almirante Brown, todos con más de medio millón de habitantes.

Por fuera del conurbano, algunos de los partidos más poblados de la provincia de Buenos Aires son La Plata, General Pueyrredón (cuya cabecera es la ciudad de Mar del Plata), Bahía Blanca, Pilar y San Nicolás. Los primeros dos de estos distritos superaban –según el Censo de 2010– el medio millón de habitantes, mientras que Bahía Blanca y Pilar contaban con unas 300 mil personas cada uno.

Mapa 1. División política de Buenos Aires y participación en la población en el Censo 2010.



Fuente: Ministerio de Economía de la provincia de Buenos Aires

El tamaño poblacional de la provincia de Buenos Aires, su extensión en términos de superficie y su ubicación distintiva respecto al principal núcleo de consumo masivo a nivel nacional han determinado que la provincia no se caracterice por poseer una estructura productiva especializada, sino que exhiba una notoria heterogeneidad sectorial en términos económicos y cuente con un aporte protagónico dentro de la producción nacional en prácticamente todas las actividades productivas que se radican en su territorio.

En materia agropecuaria, la provincia se destaca por la pujanza mostrada por su actividad agrícola. Actualmente, la Provincia de Buenos Aires cuenta con una capacidad productiva cercana a los 50 millones de toneladas de alimentos, de las cuales aproximadamente un 70% se destina a los mercados de exportación (Observatorio de Bioeconomía y Datos Estratégicos de la PBA). Como es sabido, Buenos Aires tiene una importantísima capacidad de producción de oleaginosas y cereales, posicionándose en el primer lugar en términos de participación productiva a nivel nacional (con la única excepción del maíz, donde se ubica segunda). Fundamentalmente, estas actividades se concentran en la zona núcleo y en menor medida en el oeste y sur de la provincia y representan un componente esencial de las ventas externas de origen bonaerense. En el año 2017, las exportaciones provinciales de semillas y frutos oleaginosos (principalmente soja) fueron cercanas a los US\$ 1.000 millones, mientras que las de harina, pellets y aceite de soja superaron los US\$ 2.000 millones. Por su parte, las exportaciones de cereales alcanzaron ese año los US\$ 2.500 millones, con el protagonismo del trigo y el maíz (con registros próximos a los US\$ 1.000 millones cada uno) y, en menor medida, de la cebada (US\$ 430 millones).

Por otro lado, la provincia de Buenos Aires también cuenta con un importante stock de ganado bovino, que se localiza mayoritariamente en la “pampa deprimida”, y también ostenta una posición de liderazgo productivo a nivel nacional en cuanto a la cría y explotación de ganadería porcina. En 2017, la exportación provincial de carnes y sus preparados fue próxima a los US\$ 980 millones. La producción avícola y la elaboración de lácteos también constituyen actividades de importancia significativa. Asimismo, la provincia de Buenos Aires cuenta con un importante complejo pesquero, principalmente radicado en el puerto de Mar del Plata, que concentra más del 60% de los desembarcos a nivel nacional. A su vez, en todas estas cadenas agroalimenticias Buenos Aires no se limita a la explotación de los eslabones productivos primarios, sino que cuenta con un importante complejo industrial de procesamiento de alimentos y una significativa inserción exportadora en los diversos rubros de los alimentos elaborados.

En cuanto al resto de la industria manufacturera, Buenos Aires también ha exhibido tradicionalmente una posición destacada de protagonismo a nivel nacional. De acuerdo a los resultados del último Censo Nacional Económico realizado por el INDEC, la provincia de Buenos Aires concentraba en el año 2004 el 48% del valor agregado industrial de la Argentina, muy por delante de la participación registrada por la Ciudad de Buenos Aires (15%) y por las provincias de Santa Fe (10%) y Córdoba (7%). Asimismo, según la información del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE) del Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación, en 2018 Buenos Aires contaba con unos 511 mil asalariados registrados desempeñándose en empresas del sector industrial (333 mil en el Gran Buenos Aires y 178 mil en el resto de la provincia), lo que representaba el 42% del total del empleo manufacturero de nuestro país.

Por su parte, en 2017 el sector industrial representó algo más del 21% del total del Producto Bruto Geográfico (PBG) de la provincia de Buenos Aires. Dentro del mismo se observa la presencia de una gama muy diversa de sectores y actividades, incluyendo entre sus eslabones principales, además del ya mencionado procesamiento industrial de alimentos y bebidas, a la siderurgia y la metalurgia, la industria química y farmacéutica, la cadena automotriz, la fabricación

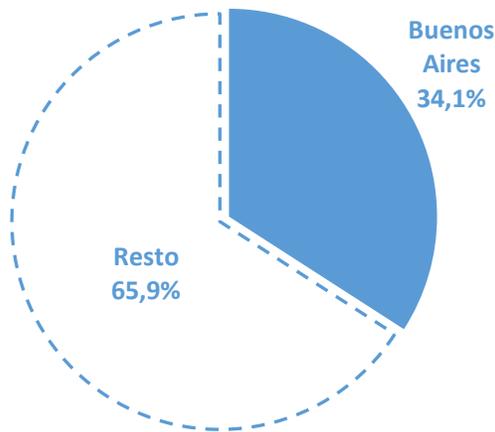
de maquinaria y equipo (incluyendo la maquinaria agrícola), la elaboración de distintos bienes de consumo durable (como los productos de línea blanca y otros electrodomésticos) y los sectores textil-confecciones y de elaboración de calzado. La mayor parte de las empresas industriales de estas diversas actividades se nuclean en el conurbano que rodea la Ciudad de Buenos Aires, aunque también se puede destacar la presencia de enclaves importantes en el resto de la provincia como el polo petroquímico de Bahía Blanca o la producción automotriz localizada alrededor del eje Zárate-Campana. A su vez, las capacidades industriales de la provincia de Buenos Aires incluyen también una serie de refinerías de petróleo extraído y trasladado a la provincia desde distintas cuencas nacionales.

Finalmente, tal como será analizado con mayor detalle en la sección siguiente, se observa que el sector de los servicios es el principal agregador de valor de la economía provincial, en tanto en 2017 contribuyó con más de un 58% al PBG bonaerense. Asimismo, este macrosector económico –que incluye al comercio, al transporte y las comunicaciones, a las actividades de salud y enseñanza, entre muchas otras– ocupó en 2018 a más de 1,3 millones de trabajadores en territorio bonaerense. Debido a su comportamiento particularmente dinámico y a sus enormes perspectivas de desarrollo futuro, dentro de este rubro resulta relevante destacar el dinamismo exhibido por los servicios basados en conocimiento, los cuales duplicaron su dotación de empleo en las últimas dos décadas, tanto en los partidos del Gran Buenos Aires como en el resto de la provincia (López, 2017, p.152). En particular, resulta destacable el hecho de que la provincia de Buenos Aires ha logrado consolidar durante los últimos años el desarrollo de un complejo de software de gran relevancia a nivel nacional y con capacidades sumamente dinámicas en materia de exportación.

3. LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA PROVINCIAL

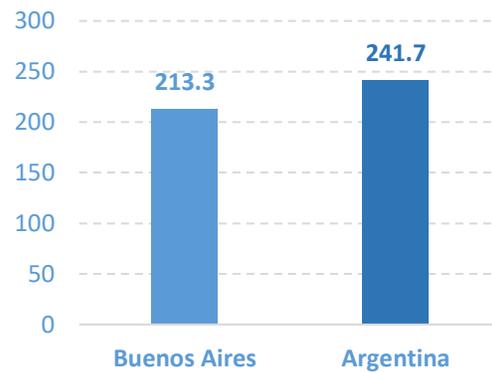
Como es sabido, la contribución de la provincia de Buenos Aires al total de la economía nacional es sumamente relevante. El PBG de la provincia representó el 34,1% del total producido a nivel nacional en el año 2017. Analizado en términos per cápita, el PBG bonaerense durante dicho año alcanzó los 213 mil pesos corrientes, casi un 12% menor al registro observado a nivel nacional.

Gráfico 1. Participación del PBG de Buenos Aires en el PBI de la Argentina. Año 2017



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección Provincial de Estadística Bs. As. e INDEC

Gráfico 2. Producto por habitante de Buenos Aires a precios básicos. En miles de \$ por habitante. Año 2017



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección Provincial de Estadística Bs. As. e INDEC

En el análisis de la estructura económica de la provincia, resulta particularmente relevante el aporte de los sectores terciario y secundario a la generación de valor agregado. El sector de los servicios es el principal agregador de valor de la economía provincial: en 2017 explicó un 58,3% del PBG bonaerense. Dentro de este rubro, se destaca el sector de comercio al por mayor y menor (18,2%) y los servicios inmobiliarios, empresariales y de alquiler (14,1%). Por otro lado, el sector productor de bienes aportó un 35,7% al producto provincial, con una participación mayoritaria de la actividad industrial que representó el 21,3% del PBG. Otras actividades relevantes en términos de su aporte al PBG fueron la construcción (5,7%) y la producción agropecuaria (5,6%). Finalmente, cabe destacar que la actividad de la administración pública representó el 6% del PBG a nivel provincial.

Gráfico 3. Aporte por actividad al PBG de Buenos Aires. Año 2017



Fuente: Elaboración propia en base a Dirección Provincial de Estadística de Bs. As.

La producción agropecuaria bonaerense se encuentra concentrada en un conjunto de cereales y oleaginosas tradicionales: soja, trigo, maíz y, en menor medida, girasol y cebada. Estas producciones se localizan principalmente en la región norte-noreste para la soja, el maíz y en menor grado el trigo y en la región sur para el girasol y el trigo. La actividad ganadera, por su parte, ha sido gradualmente desplazada de las regiones más fértiles hacia terrenos de menores rindes ubicados en el centro de Buenos Aires y, también, a provincias aledañas producto de la gran expansión de la actividad agrícola bonaerense. Sin embargo, dado el tamaño de la provincia, Buenos Aires aún conserva una posición relevante a nivel nacional en las actividades ganaderas. De esta forma, se ubica en los primeros puestos en materia de ganadería bovina (tanto en la producción de carne como de leche), porcina y aviar.

Como se dijo antes, la actividad industrial de la provincia de Buenos Aires se encuentra sumamente diversificada y ocupaba en 2018 a más de medio millón de asalariados formales. De acuerdo al último Censo Nacional Económico del INDEC, los sectores con mayor participación dentro del PBG industrial en el año 2004 fueron la elaboración de alimentos y bebidas y la producción de químicos, con un registro próximo al 18% en ambos casos (Gráfico 4).

El primero de ellos incluye a su interior un amplio universo de actividades que en 2018 empleaban a unas 125 mil personas. Entre las más relevantes se incluyen las industrias molineras, aceiteras y panificadoras, las cuales guardan una ligazón directa con los principales productos agrícolas de la provincia. Asimismo, Buenos Aires concentra una parte muy importante de las industrias frigorífica y láctea con las que cuenta nuestro país. Pero más allá de estos sectores consolidados, existe también un amplio espectro de actividades en diversos segmentos del procesamiento industrial de alimentos en la provincia, el cual incluye un tejido heterogéneo que combina la presencia de grandes empresas junto a miles de PyMES.

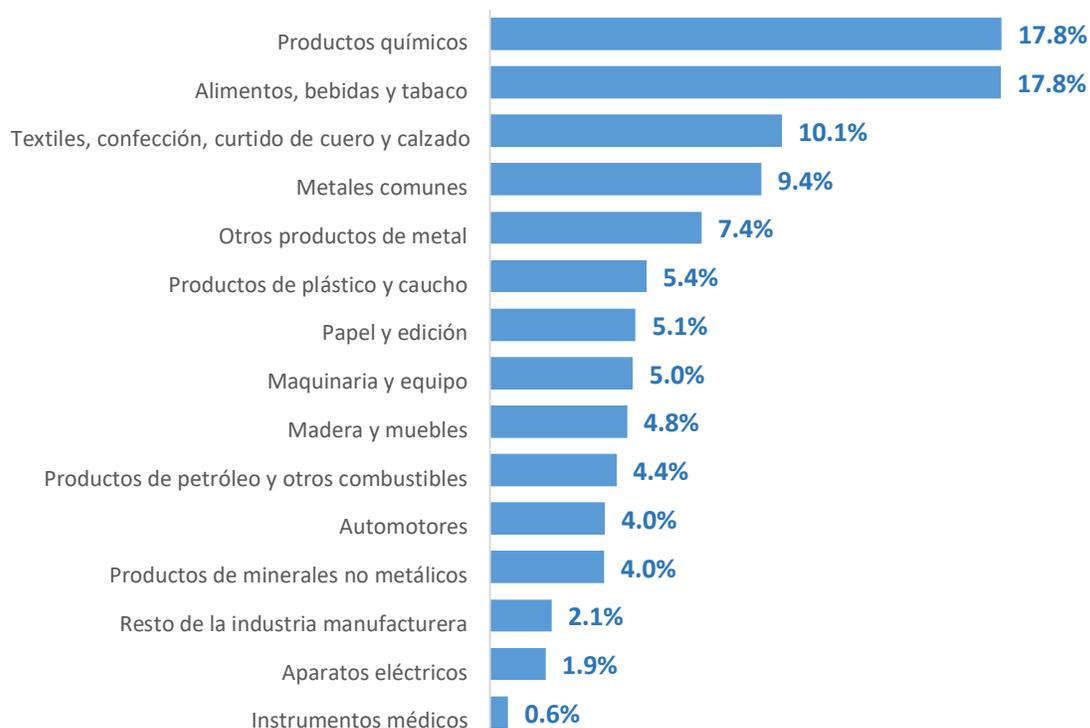
Por su parte, la elaboración bonaerense de productos químicos incluye actividades muy variadas, entre las que se cuentan la elaboración de productos químicos básicos como así también las industrias farmacéuticas que producen medicamentos de uso humano y de uso animal, además de la fabricación de agroquímicos y la elaboración de pinturas, tintas y otros compuestos de

revestimiento. El año pasado, la industria química bonaerense contaba con más de 50 mil ocupados formales.

La provincia cuenta también con una cadena siderometalúrgica y metalmeccánica de larga trayectoria histórica. Desde las fundiciones y la producción de insumos básicos de metal, a la elaboración de estructuras metálicas y bienes de mayor o menor complejidad como cuchillería, artículos de ferretería, herramientas, maquinaria, electrodomésticos, autopartes y automóviles, este aglomerado incluye una amplia gama de actividades con características disímiles. En algunos casos, el estándar tecnológico y las características de los bienes elaborados permiten la inserción internacional de la producción sectorial, mientras que en otros segmentos el principal destino de la producción lo constituye el mercado local. De acuerdo al OEDE, las industrias metálicas básicas y la elaboración de productos de metal ocuparon en conjunto a más de 70 mil trabajadores en la provincia de Buenos Aires durante 2018, mientras que otros dos sectores clave del entramado metalmeccánico bonaerense, como la producción de maquinaria y equipo y la cadena automotriz-autopartista, emplearon a unas 67 mil personas.

Las actividades arriba mencionadas, por supuesto, no agotan el rico entramado industrial bonaerense, el cual se extiende en una escala considerable a prácticamente todas las actividades manufactureras. La producción de textiles y calzado, de productos de caucho y plástico, o la industria de la madera y el papel, por citar solo algunos sectores adicionales, adquieren gran relevancia en materia de generación de empleo y producción, y constituyen componentes significativos en el conjunto del sector productivo de la provincia.

Gráfico 4. Principales sectores por su aporte al PBG industrial de Buenos Aires (a precios básicos). Año 2004



Fuente: Elaboración propia en base a la Dirección Provincial de Estadísticas de Bs. As.

De acuerdo al Censo Nacional Económico, en 2004 la provincia contaba con más de 31 mil establecimientos industriales, cuya diseminada distribución sectorial refleja la heterogeneidad productiva de la provincia (Tabla 1).

Tabla 1. Establecimientos industriales por sector de actividad en Buenos Aires. Año 2003

Rama de Actividad	Número de establecimientos industriales	Proporción en relación al total (%)
Elaboración de productos alimenticios n.c.p.	5408	17,2%
Fabricación de productos elaborados de metal n.c.p.	3602	11,5%
Impresión y servicios relacionados	1780	5,7%
Fabricación de productos de plástico	1641	5,2%
Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor	1583	5,0%
Fabricación de muebles y colchones	1326	4,2%
Fabricación de productos químicos n.c.p.	1104	3,5%
Fabricación de prendas de vestir, inclusive de cuero	984	3,1%
Fabricación de productos minerales no metálicos n.c.p.	943	3,0%
Fabricación de partes; piezas y accesorios para vehículos automotores y sus motores	854	2,7%
Producción y procesamiento de carne, pescado, frutas, legumbres, hortalizas, aceites y grasas	847	2,7%
Fabricación de productos de madera, artículos de corcho, paja y materiales trenzables	822	2,6%
Fabricación de maquinaria de uso general	647	2,1%
Elaboración de bebidas	643	2,0%
Fabricación de calzado y de sus partes	578	1,8%
Resto	8663	27,6%

Fuente: Censo Nacional Económico 2004

En cuanto al empleo generado por las distintas actividades de la economía bonaerense, tal como se dijo en la sección 2, el sector servicios cuenta con algo más de 1,3 millones de ocupados, representando el 64% de los trabajadores asalariados registrados del sector privado de la provincia para el año 2018. Dentro del mismo destaca particularmente comercio al por mayor y menor con casi 400 mil trabajadores registrados, los servicios empresariales e inmobiliarios (217 mil), las actividades de enseñanza (200 mil) y los servicios de transporte y comunicaciones (190 mil). Por otro lado, la industria manufacturera, con unos 511 mil ocupados en 2018, concentró alrededor de una cuarta parte del total de trabajadores asalariados formales privados de la provincia, siendo el sector productor de bienes de mayor participación. También cabe destacar la relevancia del sector de la construcción, que empleaba en 2018 a más de 130 mil personas (6% del total), y la actividad agropecuaria, con unos 76 mil trabajadores (3,6% del total provincial).

Gráfico 5. Empleo formal privado en Buenos Aires, por grandes rubros. Promedio 2018 (en miles de personas ocupadas) y participación en relación al total (%).

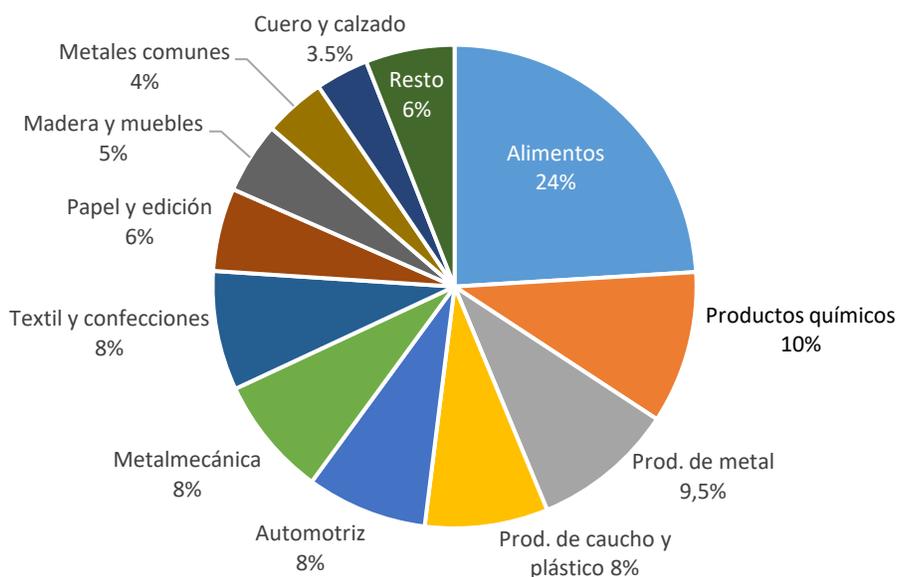


Fuente: Elaboración propia en base a OEDE

Tal como fuera mencionado anteriormente, el sector industrial bonaerense presenta una considerable diversificación sectorial, una característica que se refleja en la distribución del empleo entre las distintas actividades manufactureras existentes en la provincia. En este sentido, resulta significativo observar que solo dos actividades industriales (definidas a 2 dígitos de la CIIU) cuentan con más de un 10% de participación en el total del empleo manufacturero provincial. La primera de ellas es el sector de alimentos y bebidas, que con unos 125 mil trabajadores formales explicó en 2018 casi uno de cada cuatro empleos existentes en la industria bonaerense. El segundo sector, a considerable distancia del anterior, es la elaboración de productos químicos, el cual contaba con 53 mil ocupados (10,2% del total del empleo industrial). Dentro del rubro alimenticio, destacan los frigoríficos y otras industrias dedicadas al procesamiento de productos cárnicos, con una quinta parte del empleo del sector, la elaboración de productos de panadería y la cadena láctea. Por el lado de los productos químicos, el empleo se encuentra relativamente concentrado en dos rubros: la industria farmacéutica –con más de 15 mil ocupados, es decir, el 28% del empleo total en la industria química– y la producción de química para consumo (jabones, detergentes, productos de tocador, entre otros), la cual cuenta con unos 11 mil trabajadores.

Otros rubros particularmente relevantes en materia de generación de empleo industrial en territorio bonaerense son la elaboración de productos de metal (9,6% en 2018); caucho y plástico (8%); el sector automotriz-autopartista (8%); otros componentes de la industria metalmecánica, en particular el sector de maquinaria y equipo (5%) y la elaboración de aparatos eléctricos (2%); la cadena textil-confecciones (algo menos del 8%); y papel y edición (5,6%). Aun así, el resto de los sectores industriales bonaerenses congrega a unos 100 mil trabajadores, lo que da cuenta de la complejidad del entramado fabril con el que cuenta la provincia.

Gráfico 6. Distribución del empleo industrial en la provincia de Buenos Aires en 2018 (en %)



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE

En el año 2016 la provincia de Buenos Aires realizó exportaciones de bienes por un total de US\$ 18.534 millones, lo que representó poco menos de un tercio del total exportado por la Argentina. La provincia se ubica en la primera posición en términos de su aporte en los envíos al exterior del país en el rubro de los productos primarios (PP) y en el de las manufacturas de origen industrial (MOI). En este último rubro, la participación bonaerense en el total nacional fue del 50%.

Tabla 2. Exportaciones de bienes de la provincia de Buenos Aires. Años 2016-2018 (en US\$ millones)

Rubro/Producto	2016	2017	2018	2016-2018
Total	18.534	19.220	17.612	55.366
Productos Primarios	4.270	3.857	3.780	11.907
Soja	1.191	865	435	2.491
Maíz	1.068	1.017	1.244	3.329
Trigo	820	970	994	2.783
Cebada	560	409	505	1.475
Mariscos	167	221	242	630
Pescados	116	102	110	328
Girasol	87	34	24	145
Miel	81	88	82	251
Resto semillas y frutos oleaginosos	47	38	35	120
Animales Vivos	31	30	33	94
Resto de productos primarios	100	83	77	261

MOA	5.299	5.375	4.281	14.955
Subproductos oleaginosos de soja	1.381	1.200	455	3.036
Aceite de soja	674	679	447	1.801
Carne bovina	594	803	1.149	2.547
Pieles y cueros preparados	406	397	332	1.135
Aceite de girasol	313	354	232	899
Resto de los productos de molinería y de las preparaciones a base de cereales, harina, almidón, fécula o leche, productos de pastelería	282	284	241	807
Resto de preparados de legumbres, hortalizas y frutas	191	174	169	534
Resto de residuos alimenticios y preparados para animales	189	180	159	528
Filetes de pescado	159	166	180	506
Leches preparadas	95	69	95	258
Resto de MOA	1.017	1.068	822	2.907
MOI	8.412	9.125	8.767	26.304
Vehículos automóviles terrestres	3.678	4.254	4.468	12.399
Materias plásticas y artificiales	804	831	802	2.436
Productos farmacéuticos	712	557	528	1.798
Resto de los productos diversos de las industrias químicas	498	469	499	1.466
Aceites esenciales y resinoides (perfume, cosmética, tocador)	403	399	360	1.162
Tubos y caños de fundición, hierro o acero	221	476	235	931
Productos químicos orgánicos	210	166	122	498
Cauchos y sus manufacturas	209	243	215	667
Biodiesel	146	126	-	272
Otras máquinas y aparatos mecánicos, piezas y accesorios	132	136	148	417
Resto de MOI	1.398	1.469	1.390	4.258
Combustible y energía	553	863	785	2.200
Gas de petróleo	225	323	148	697
Naftas	162	220	309	691
Gasolinas	67	47	50	163
Resto de combustibles	54	90	76	220
Grasas y aceites lubricantes	29	46	39	114
Resto de carburantes	16	137	162	315

Fuente: Elaboración propia en base a OPEX-INDEC.

Tal como se aprecia en la Tabla 2, las exportaciones de la provincia son un reflejo de la complejidad de su estructura productiva. Entre 2016 y 2018, las MOI representaron el 47,5% de las ventas externas bonaerenses, mientras que el restante 52,5% se distribuye de forma

relativamente equitativa entre las manufacturas de origen agropecuario (MOA), con un 27%, y los PP (21,5%). El rubro de combustibles y energía, por su parte, alcanzó el 4%.

En el caso de las MOI, sobresalen las exportaciones de vehículos automotores (cuyo destino principal es Brasil), abarcando el 47% del total del rubro. En mucha menor medida, se destacan las materias plásticas (9,3%) y los productos farmacéuticos (6,8%).

Por el lado de las MOA se observa que los derivados de la producción sojera agrupan algo más del 32% de las exportaciones del rubro y si se adiciona el aceite de girasol y los productos de molinería se alcanza el 44%. La carne vacuna, pieles y cueros, por su parte, concentra otro 25% de las exportaciones bonaerenses de MOA. De esta forma, los derivados de los principales cultivos bonaerenses junto al procesamiento de carne configuran dos terceras partes de las exportaciones del rubro. Aun así, casi un 20% de las ventas al exterior de las MOA de la provincia de Buenos Aires entre 2016 y 2018 se explicaron por un conjunto de productos que están fuera de los 10 primeros del rubro, lo que da cuenta de una cierta distribución al interior del mismo.

Por el lado de los PP, en cambio, se observa un escenario de mayor concentración relativa. En este caso, los primeros cuatro productos de exportación explicaron el 85% del total del rubro durante el trienio analizado. Se trata de los cuatro cultivos típicos de la provincia: la soja (que concentró un 21% de las exportaciones bonaerenses de PP pese a la fuerte caída en 2018 como consecuencia de una sequía en la zona núcleo), el maíz (28%), el trigo (23%) y la cebada (12%).

Teniendo en cuenta la gran diversidad sectorial que caracteriza a la estructura productiva bonaerense, se realizará a continuación una breve descripción de los rasgos esenciales de un conjunto relevante de actividades que componen la economía provincial. La selección realizada no pretende ser exhaustiva –en tanto resulta imposible abarcar la totalidad de sectores económicos relevantes que están radicados en la provincia de Buenos Aires– pero aporta un mayor detalle del ofrecido hasta aquí sobre las particularidades del heterogéneo entramado productivo bonaerense.

2.a. Oleaginosas

Buenos Aires es la principal provincia en materia de producción de oleaginosas de la Argentina, consecuencia lógica de la fertilidad de sus suelos y de su extensa superficie territorial. En materia de soja, se ubica cerca del nivel productivo de Córdoba, mientras que para el caso del girasol la brecha respecto a la segunda provincia productora –Chaco– es mucho mayor, contando con algo menos del triple de la producción chaqueña.

La producción de soja en la provincia de Buenos Aires durante la campaña 2017/2018 fue de 11,8 millones de toneladas, lo que representó el 31% del total producido a nivel nacional. En el caso del girasol, la producción bonaerense fue de 1,8 millones de toneladas en dicha campaña, 51% del total nacional.

Tabla 3. Producción de oleaginosas en Buenos Aires. Campañas 2012/2013 – 2017/2018

Período	Producción de oleaginosas (millones de toneladas)			
	Soja	Var. Anual (%)	Girasol	Var. Anual (%)
2012/2013	17,8	16%	1,6	-14%
2013/2014	17,1	-3,8%	1,2	-25%
2014/2015	19,6	14%	2	69%

2015/2016	21,7	11%	1,7	-12%
2016/2017	17,4	-20%	1,9	9,0%
2017/2018	11,8	-32%	1,8	-3,8%

Fuente: Secretaría de Agroindustria

Tal como se refleja en la Tabla 3, la campaña 2017/2018 se vio afectada –como lo estuvo toda la actividad agropecuaria en general– por una sequía de importantísimas proporciones en la zona núcleo. Este hecho se vio reflejado en una caída del 32% de la producción de soja respecto a la campaña anterior, mientras que en el caso del girasol la contracción fue mucho menor (4%). De esta forma, para evaluar la evolución de la producción de soja bonaerense durante los últimos años resulta conveniente omitir lo sucedido en la última campaña, debido al carácter excepcional de lo sucedido.

Entre las campañas 2012/2013 y 2016/2017 la superficie sembrada con soja en la provincia de Buenos Aires cayó 11,2%, mientras que la producción se contrajo un 2,4%, reflejando un incremento en la productividad del cultivo. Por el lado del girasol, se observó un incremento en la producción del 21,8%, mientras que la superficie sembrada se incrementó 25,4%.

El cultivo de soja en la provincia se encuentra concentrado en lo que se denomina zona o región núcleo, que –a nivel nacional– incluye el norte de Buenos Aires, el sureste de Córdoba y el sur de Santa Fe. Dentro de esta zona, se encuentran los partidos de San Nicolás, Ramallo, Pergamino, Colón, Rojas, Salto, entre otros, y la superficie sembrada con soja supera el 4% del total del territorio en cada uno de los municipios.

El girasol, por su parte, se cultiva mayoritariamente en dos zonas de la provincia: el sur, en los partidos de Dorrego, Tres Arroyos, San Cayetano, Necochea, y Alvarado principalmente; y en el límite con La Pampa al este, donde destacan los partidos de Pellegrini, Tres Lomas, Salliqueló, Adolfo Alsina y Guaminí.

Tanto la soja como el girasol son cultivos de verano. En la provincia de Buenos Aires, el ciclo de ambas plantaciones comienza en octubre con la siembra, la cual se extiende hasta noviembre para el caso del girasol y hasta diciembre en los cultivares de soja de segunda siembra. El girasol, sin embargo, tiene un ciclo más corto, y su cosecha comienza en febrero y finaliza en marzo. Mientras tanto, para la soja sembrada en octubre la cosecha comienza en marzo, pero el grueso de la misma se extiende hasta los meses de abril y mayo. Ambos cultivos compiten con el maíz, aunque dicha competencia es más intensa con la soja en tanto este cultivo se concentra mayormente en la zona núcleo y cuenta con menor relevancia en el sur de la provincia.

La producción primaria bonaerense se encuentra relativamente atomizada, con un gran número de productores agropecuarios pequeños con campos generalmente arrendados. Éstos venden su producción a los acopiadores o, según sea su poder de negociación o la presencia de cooperativas regionales, de manera directa a la industria o al mercado externo.

En cuanto al eslabón industrial, se pueden identificar dos orientaciones principales. Por un lado, la provincia cuenta con 137 plantas aceiteras distribuidas a lo largo de su territorio, con una capacidad de procesamiento diaria estimada en más de 136 mil toneladas. Esta producción está orientada mayormente a la exportación. Por otro lado, Buenos Aires también cuenta con 225 plantas productoras de alimento balanceado –mayormente concentradas en la zona aledaña a la Ciudad de Buenos Aires– que utilizan soja para producir alimento de distintos animales de granja.

Finalmente, existen ocho plantas que utilizan el aceite crudo para elaborar biodiesel. Seis de estas plantas se ubican en la zona núcleo o sus cercanías.

A diferencia de lo que sucede con los registros de producción y superficie sembrada, en términos de empleo no se cuenta con estadísticas que permitan establecer la incidencia específica de cada uno de los distintos cultivos cerealeros y oleaginosos. En 2017, la provincia de Buenos Aires contó con algo más de 20 mil trabajadores registrados dedicados al cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras. Al mismo tiempo, había 5 mil trabajadores dedicados a la producción de semillas y casi 7 mil abocados a los servicios agrícolas. Por el lado del sector industrial, la elaboración de aceites de origen vegetal y de alimentos preparados para animales –que incluyen también una parte del procesamiento del maíz– contaban, respectivamente, con 5.800 y 3.400 trabajadores registrados en la provincia de Buenos Aires. Finalmente, resulta también relevante mencionar los 5.700 puestos de trabajo generados por la fabricación de plaguicidas y otros agroquímicos en la provincia durante 2017.

Respecto a las exportaciones, el complejo sojero es el segundo mayor exportador de la provincia, por detrás de la industria automotriz. Los subproductos oleaginosos de soja destacaron en 2016 con US\$ 1.381 millones, mientras que las ventas al exterior de soja sin procesar fueron de US\$ 1.911 millones. Por otro lado, el aceite de soja en dicho año generó divisas por US\$ 674 millones. Además, se exportaron desde la provincia de Buenos Aires US\$ 145 millones en biodiesel. Los principales destinos de estas exportaciones fueron: China, para la soja sin procesar; India y Bangladesh, para el aceite de soja; y Estados Unidos para el biodiesel. El complejo de girasol, por su parte, alcanzó en 2016 ventas externas por US\$ 741 millones, mayoritariamente en aceite.

2.b. Cereales

Al igual que en el caso de las oleaginosas, Buenos Aires es la principal provincia argentina en términos de producción de cereales. La producción de trigo bonaerense es equivalente a la de las provincias de Córdoba y Santa Fe juntas, que se ubican en el segundo y tercer lugar del *ranking* nacional de producción de este cereal. Por el lado del maíz, sin embargo, la provincia de Buenos Aires se posiciona en segundo lugar con una producción 20% menor que la cordobesa.

La producción de trigo en Buenos Aires durante la campaña 2017/2018 fue de 7,6 millones de toneladas, lo que representó más del 41% del total nacional. En el caso del maíz, la producción bonaerense fue de 12,8 millones de toneladas en dicha campaña, 29% del total nacional.

Tabla 4. Producción de cereales en Buenos Aires. Campañas 2012/2013 – 2017/2018

Período	Producción de Cereales (millones de toneladas)			
	Trigo	Var. Anual (%)	Maíz	Var. Anual (%)
2012/2013	3,7	-57%	9,8	28%
2013/2014	5,6	53%	7,2	-27%
2014/2015	6,5	15%	8,9	24%
2015/2016	5	-23%	10,2	14%
2016/2017	7,6	52%	13	28%
2017/2018	7,6	0,8%	12,8	-1,4%

Fuente: Secretaría de Agroindustria

Como se ve en la Tabla 4, estos cultivos no fueron tan golpeados por la sequía durante la última campaña como sí lo fue la producción de soja. Por el lado del maíz, el volumen cosechado cayó apenas 1,4% respecto a la campaña anterior, mientras que el trigo es un cultivo de invierno (con un paquete tecnológico asociado a la rotación con la soja), de forma tal que la sequía no influyó en su producción, que creció 0,8%.

En cuanto a la superficie sembrada, ambos cultivos incrementaron el total de hectáreas utilizadas entre las campañas 2012/2013 y 2017/2018. Mientras la superficie sembrada con trigo creció un 60%, la siembra de maíz se incrementó un 53%. Se observa una cierta aceleración en la superficie sembrada y la producción de estos cultivos tras la variación impositiva en materia de derechos de exportación de fines de 2015.

El cultivo de trigo se concentra fundamentalmente en dos zonas de la provincia. Por un lado, la zona sur, que cuenta con la mayor presencia del cultivo, donde se destacan los partidos de Tres Arroyos, Patagones, Coronel Dorrego, Puán y Coronel Suárez, entre otros; por otro lado, también se cultiva trigo en la zona núcleo en rotación con la soja.

En cuanto al maíz, la actividad está más concentrada en la zona norte de la provincia, con gran peso de la zona núcleo y de otros partidos ubicados al oeste como Pellegrini, Salliqueló, Trenque Lauquen, Pehuajó y Rivadavia.

El ciclo de estos cereales es inverso, en tanto el maíz es un cultivo de verano y el trigo de invierno. En la provincia de Buenos Aires la siembra de maíz comienza en septiembre y se prolonga hasta diciembre, mientras que la cosecha se realiza entre febrero y mayo. Por el lado del trigo, la siembra se extiende desde junio a septiembre y su cosecha comienza en octubre y dura hasta enero, de tal modo que el trigo cultivado de forma temprana puede rotar en la misma campaña con la producción de soja.

Los actores involucrados en la producción primaria de cereales son muy heterogéneos, conviviendo un gran número de pequeños productores atomizados con una cantidad reducida de grandes cerealeros que concentran una porción importante del mercado.

Por el lado de la industria cerealera, es menester realizar una distinción entre ambos cultivos. En cuanto al trigo, la provincia cuenta con 96 molinos harineros, de forma tal que la producción está relativamente desconcentrada y, además, estos establecimientos se encuentran distribuidos a lo largo de todo el territorio provincial. En cuanto a la molienda de maíz, únicamente existen nueve industrias, las cuales se concentran en el noreste de la provincia y en las cercanías de la Ciudad de Buenos Aires (con la excepción de un establecimiento ubicado en el partido de Trenque Lauquen). Por otro lado, también existen 29 plantas productoras de alimento balanceado a base de maíz, el cual actúa como insumo para las diversas actividades ganaderas de la provincia.

Como se indicó anteriormente, las estadísticas de empleo en la actividad primaria no se encuentran desagregadas según los cultivos. Como se precisó antes, en el año 2017 la provincia de Buenos Aires tenía algo más de 20 mil trabajadores registrados abocados al cultivo de cereales, oleaginosas y forrajeras; unos 5 mil trabajadores dedicados a la producción de semillas; y casi 7 mil dedicados a los servicios agrícolas. Por el lado del sector industrial, la elaboración de aceites de origen vegetal y de alimentos preparados para animales –que incluyen también el procesamiento de soja– contaban, respectivamente, con 5.800 y 3.400 trabajadores registrados en la provincia. Al igual que se indicó en la descripción del complejo oleaginoso, vale la pena mencionar los casi 6 mil empleos generados por la fabricación de plaguicidas y otros agroquímicos en la provincia durante 2017.

En cuanto al comercio exterior, las exportaciones del sector cerealero se encuentran relativamente primarizadas en comparación al complejo sojero. El maíz exportado en 2016 alcanzó los US\$ 1.068 millones, siendo el cuarto producto provincial en materia de generación de divisas. Las ventas al exterior de trigo se ubicaron en quinto puesto con US\$ 820 millones. Por el lado de las MOA asociadas al complejo cerealero, se exportaron diversos productos de molinería por un total de US\$ 281 millones; residuos alimenticios y preparados para animales (donde una parte proviene del complejo sojero) por US\$ 189 millones; y harina de trigo por US\$ 91 millones. El principal destino de las exportaciones bonaerenses de trigo fue Brasil, que concentró en 2016 el 42% de las ventas al exterior de este producto. Por el lado del maíz se observó un panorama de mayor diversificación en cuanto a las ventas externas: Vietnam (18%), Egipto (12%) y Argelia (10%) fueron los principales destinos alcanzados.

2.c. Ganadería bovina

Buenos Aires se ubica en primer lugar a nivel nacional en materia de ganadería bovina. El *stock* ganadero bonaerense más que triplica el existente en Santa Fe –la segunda productora a nivel nacional–, lo que refleja la importancia de la actividad en el territorio de la provincia de Buenos Aires.

El número de las cabezas de ganado bovino en la provincia en el año 2018 fue de 18,8 millones de animales, lo que implicó que la provincia de Buenos Aires alcanzara una participación del 35% dentro del total nacional.

Tabla 5. Stock de cabezas de ganado bovino en Buenos Aires. Años 2013-2018

Periodo	Stock de ganado (millones de cabezas)	
	Ganado bovino	Var. Anual (%)
2013	16,6	-0,1%
2014	17,5	5,2%
2015	17,4	-0,1%
2016	17,9	3,2%
2017	18,6	4%
2018	18,8	1,2%

Fuente: SENASA

A fin de clasificar la producción ganadera, el INTA ha realizado una subdivisión funcional de la provincia en cinco grandes secciones. Las zonas norte y oeste, que coinciden con la zona núcleo y otros departamentos de importante producción agrícola, cuentan con suelos de gran receptividad para la actividad; ésta se realiza a ciclo completo, aunque –como se dijo antes– por el avance de la frontera agrícola la ganadería se encuentra en retroceso. La zona de la cuenca del Salado y la depresión de Laprida concentra la mayor parte del rodeo, y es un área tradicional de cría por contar con suelos menos fértiles (aunque últimamente se ha comenzado a desarrollar recría y ciclo completo). La zona sudoeste es también una región semiárida, donde predomina la ganadería de cría y existe una alta incidencia de riego con alto potencial productivo que se aprovecha para engorde de novillos, así como para la agricultura. Finalmente, la zona de mar y

sierras es de perfil agrícola-ganadero de ciclo completo, aunque se encuentra actualmente orientado en mayor parte a la agricultura.

El eslabón primario de la ganadería bovina es heterogéneo. Predominan los actores de pequeño y mediano tamaño: se estima que un 60% del total de los productores cuentan con un *stock* de menos de 250 cabezas. Sin embargo, existe un reducido número de establecimientos con más de 5 mil cabezas, los cuales representan el 8% de los actores de la actividad primaria, pero concentran un 44% del rodeo total bonaerense. La mayor parte de los productores se dedican a la cría, mientras que aquellos que incluyen la actividad de invernada o de ciclo completo representan una parte menor.

En cuanto a la industria, existen 163 frigoríficos en la provincia; un 35% de ellos cuenta con habilitación para tránsito nacional, mientras que el resto son establecimientos de abastecimiento provincial o municipal. Prácticamente la totalidad de los municipios de la provincia cuentan con faena de ganado, de forma tal que estos establecimientos se encuentran distribuidos a lo largo de todo el territorio bonaerense. Sin embargo, la faena se encuentra parcialmente concentrada en aquellos establecimientos con habilitación para tránsito nacional: los 10 frigoríficos de mayor tamaño concentran el 30% de la faena provincial. En tal sentido, se destaca la faena bovina en los municipios de Azul, Ayacucho y Olavarría.

Al igual que lo que sucede en la actividad agrícola, no existen registros estadísticos detallados que permitan precisar el volumen de empleo del sector ganadero según el tipo de animal. En conjunto, la provincia de Buenos Aires en 2017 tuvo casi 31 mil trabajadores registrados dedicados a todas las actividades primarias ganaderas (bovinos, porcinos, ovinos y otros), mientras que 849 personas fueron empleadas en servicios pecuarios. En cuanto al empleo industrial, la faena tampoco se encuentra desagregada por tipo de ganado. Así, puede señalarse que el procesamiento de carne en su conjunto ocupó en 2017 a unas 28 mil personas en territorio bonaerense.

En cuanto a las exportaciones, la carne bovina se ubica en el noveno lugar entre los principales productos de venta al exterior de la provincia de Buenos Aires. En el año 2016, se exportaron 133 mil toneladas por un valor de US\$ 594 millones, cerca del 51% del total nacional exportado. Por otro lado, también resulta destacable la exportación de pieles y cueros preparados (donde se registran también los productos originarios de otros animales), que alcanzó los US\$ 406 millones en dicho año. Los principales destinos de las ventas al exterior de la carne bovina fueron Alemania (20%) –que abarcó la mayor parte de la participación bonaerense dentro de la cuota Hilton y adquirió carne de mejor calidad–China (19%), Chile (15%) e Israel (10%). Por el lado de las pieles y cueros preparados, destacaron los envíos a Croacia (17%), Tailandia (15%), México (14%) y Hong Kong (12%).

2.d. Ganadería porcina

Buenos Aires es la principal provincia en términos del ganado porcino existente en el país. En el año 2017, el número de cabezas fue de 1,3 millones de cerdos, un 12% superior a Córdoba, segunda provincia en términos de cabezas. Con esta cifra, la provincia concentra una cuarta parte del rodeo porcino a nivel nacional.

Tabla 6. Stock de cabezas de ganado porcino en Buenos Aires. Años 2012-2017

Periodo	Stock de ganado (millones de cabezas)	
	Ganado porcino	Var. Anual (%)
2012	0,9	-1,9%
2013	1,1	21%
2014	1,2	8,1%
2015	1,1	-4,9%
2016	1,2	8,8%
2017	1,3	3,8%

Fuente: SENASA

La actividad se extiende por todo el territorio provincial, encontrándose que aproximadamente la mitad de los partidos tienen establecimientos primarios en las distintas regiones de Buenos Aires. Sin embargo, se pueden identificar tres núcleos de mayor concentración relativa de la actividad: la zona norte, con gran peso de los municipios de Arrecifes, Sarmiento, Alberti, Carmen de Areco y Arenales; un núcleo ubicado en el centro de la provincia conformado por Alvear, Bolívar e Yrigoyen; y por último uno en las cercanías de la Ciudad de Buenos Aires, donde se registra un mayor número de cerdos por hectárea en los departamentos de Cañuelas, General Las Heras, General Rodríguez y Esteban Echeverría. El faenado también se encuentra distribuido territorialmente, aunque muestra una mayor concentración en relación al sector bovino y se localiza principalmente en la zona norte y, en especial, las cercanías de la Ciudad de Buenos Aires.

En la actividad predominan los establecimientos de pequeña escala: 96% del total cuenta con menos de 50 madres, concentrando entre todos ellos un 43% de las cabezas porcinas de la provincia. Por otro lado, el 1,5% de los establecimientos bonaerenses cuenta con más de 100 madres, pero reúne otro 43% de la producción, lo cual refleja un cierto grado de concentración en el eslabón primario. Asimismo, las pequeñas explotaciones se caracterizan por practicar el engorde de tipo extensivo, mientras que las medianas y grandes utilizan sistemas mixtos; además estas últimas generalmente se encuentran más integradas con las etapas de cría, recría y con la industria procesadora.

En cuanto a los frigoríficos, también se registra una concentración considerable: el 7% de los mismos realiza el 68% de la faena. Además, en la provincia se realiza más de la mitad de la actividad de faenado a nivel nacional, en tanto allí se localizan las plantas de mayor envergadura. En tal sentido, casi todos los establecimientos bonaerenses tienen habilitación para faena y para procesamiento de carne, registrándose únicamente un 6% de los mismos como mataderos municipales o rurales. Por otra parte, únicamente un 10% de la carne porcina egresa directamente para consumo, mientras que el resto tiene por destino la producción de chacinados.

Como se dijo en el apartado previo, no hay registros estadísticos que permitan precisar el empleo del sector ganadero según el tipo de animal. Tal como se indicó antes, la provincia de Buenos Aires en 2017 tuvo casi 31 mil trabajadores dedicados a las distintas actividades primarias ganaderas (bovinos, porcinos, ovinos y otros); 849 personas fueron empleadas en servicios pecuarios; y unas 28 mil personas se desempeñaron en las tareas de faena y procesamiento industrial de carne.

Finalmente, las exportaciones bonaerenses de carne porcina representan solo el 3% de la producción total. Un 90% del total producido se destina al consumo provincial y el resto se destina a otras provincias. En 2016, se vendieron al exterior algo menos de 5 mil toneladas de carne porcina con origen en la provincia de Buenos Aires por un valor total de US\$ 4,2 millones. Este monto representó dos tercios de las exportaciones nacionales totales de este producto.

2.e. Cadena avícola

Buenos Aires se ubica en el segundo lugar a nivel provincial –tras Entre Ríos– en materia de producción avícola en la Argentina. En el año 2017, la faena avícola de la provincia alcanzó unos 260 millones de cabezas, lo que representó el 36% de la faena avícola nacional en dicho año. En materia de granjas de engorde, la participación bonaerense sobre el total nacional fue algo menor, ubicándose en el orden del 30%.

Tabla 7. Faena avícola en Buenos Aires. Años 2012-2017

Periodo	Faena de aves (millones de cabezas)	
	Faena avícola	Var. Anual (%)
2012	301	5,4%
2013	287	-4,7%
2014	281	-2,2%
2015	274	-2,2%
2016	245	-11%
2017	260	6,2%

Fuente: Secretaría de Agroindustria

Entre 2017 y 2012, el número de cabezas faenadas en la provincia disminuyó casi un 14%. De acuerdo a la mayoría de los análisis existentes, esto obedeció esencialmente a la caída en las exportaciones del sector producto de la gran contracción del mercado venezolano, destino central durante los últimos años de las ventas externas avícolas argentinas.

La producción primaria avícola bonaerense se concentra en la región norte y noreste. Entre los municipios con mayor presencia de la actividad se puede observar un arco que comienza en 25 de Mayo y culmina en el partido de San Pedro. El sector avícola, en general, se encuentra integrado de forma vertical, con preponderancia de las grandes compañías industriales. La actividad de engorde de los pollos es generalmente tercerizada hacia las granjas que reciben los pollitos BB, el alimento balanceado, y el asesoramiento profesional de las empresas faenadoras. Aproximadamente 95% de las más de 1.300 granjas avícolas de la provincia funcionan bajo este esquema.

Por el lado de los frigoríficos avícolas, existen actualmente 25 establecimientos habilitados por el SENASA en territorio bonaerense. Tal como se mencionó anteriormente, los mismos presentan una considerable integración vertical, produciendo los propios pollos y el alimento para la actividad primaria (y en algunos casos también cuentan con granjas de reproducción de padres y abuelos para continuar la genética).

Las estadísticas de empleo sectorial se encuentran agregadas al nivel de producción de granja, pero se estima que la actividad avícola tiene un peso protagónico en dicho rubro. En 2017, 4.500 personas se desempeñaron en este sector dentro de la provincia de Buenos Aires. Por el lado del eslabón industrial, los registros de empleo de faena avícola no se encuentran desagregados respecto del resto de las actividades ganaderas, las cuales –como se indicó antes– ocuparon en conjunto a unas 28 mil personas en territorio bonaerense.

La exportación de carne de ave originaria de la provincia de Buenos Aires en el año 2016 alcanzó las 44 mil toneladas y representó un valor de US\$ 54 millones. Con esta cifra, Buenos Aires explicó el 23% de las exportaciones de carne de ave a nivel nacional. Los destinos de exportación de la carne aviar de origen bonaerense se encuentran relativamente diversificados; en 2016, los tres principales fueron China (15%), Emiratos Árabes Unidos (13%) y Chile (11%).

2.f. Cadena láctea

En el año 2018, la provincia de Buenos Aires contaba con 915 mil cabezas de ganado bovino en tambos, unas 200 mil cabezas menos que la provincia de Córdoba y 150 mil por debajo de Santa Fe. Estas tres provincias configuran casi por completo el mapa lechero nacional. En el caso de Buenos Aires, la provincia cuenta con el 27% del rodeo bovino dedicado al complejo lácteo dentro de la Argentina.

Tabla 8. Stock de cabezas de ganado bovino en tambos en Buenos Aires. Años 2013-2018

Periodo	Stock de ganado (miles de cabezas)	
	Ganado bovino en tambos	Var. Anual (%)
2013	934	-1,4%
2014	926	-0,9%
2015	925	-0,1%
2016	929	0,4%
2017	927	-0,2%
2018	915	-1,3%

Fuente: SENASA

La cantidad de vacas lecheras en la provincia se mantuvo relativamente constante a lo largo de los últimos cinco años, observándose una moderada caída del 2% en el stock entre 2013 y 2018. A nivel nacional, se observa una tendencia similar. Entre dichos años, la reducción del ganado en tambos fue del 3,4%, siendo más acentuada en Córdoba (4,9%) y Santa Fe (7,7%) que en territorio bonaerense.

Tradicionalmente, la provincia de Buenos Aires se ha dividido en cuatro cuencas lecheras: Abasto Norte, Cuenca Oeste, Abasto Sur y Mar y Sierras. La primera de ellas se encuentra ubicada en el norte de la provincia abarcando gran parte de los municipios que componen la zona núcleo agrícola y otros linderos que limitan con el conurbano bonaerense; los partidos con mayor número de ganado lechero por hectárea son Marcos Paz y General Las Heras. La cuenca Abasto Sur, por su parte, se encuentra en el este de la provincia, completando junto con la cuenca Abasto Norte el arco alrededor del conurbano bonaerense; sus principales municipios en materia de producción

primaria láctea son Navarro y Brandsen. La Cuenca Oeste –que incluye la presencia de uno de los principales actores empresariales del sector lácteo en el país– se ubica en el límite de la provincia con Santa Fe, Córdoba y La Pampa; la producción primaria se concentra en los departamentos de Trenque Lauquen, Nueve de Julio y General Villegas, tres de los cuatro partidos provinciales con mayor ganado de tambo. Finalmente, la cuenca Mar y Sierras se encuentra al sur de la provincia y la mayor parte de la producción láctea de la misma se concentra en Tandil.

En total, existen 2.218 establecimientos tamberos en la provincia de Buenos Aires, con un cierto grado de desconcentración productiva. El 20% de ellos cuentan con menos de 100 cabezas y el 57% son medianos establecimientos con un *stock* que varía entre las 100 y las 500 vacas. El resto de los tambos está conformado por grandes productores que concentran más del 60% del rodeo. En el año 2017 se apreció el cierre de un número relevante de tambos bonaerenses, producto de una crisis sectorial vinculada a la caída de la demanda externa, el crecimiento de ciertos costos productivos en conjunción con la caída de los precios internacionales y, asimismo, de un exceso hídrico que afectó a la región.

El eslabón industrial de la cadena se encuentra mucho más concentrado que la actividad tambera y el territorio bonaerense reúne a un conjunto de grandes actores empresariales del sector.

Como se indicó antes, no se cuenta con estadísticas desagregadas que permitan precisar el empleo primario asociado al sector ganadero según el tipo y uso de los animales, por lo que se desconoce la cantidad de trabajadores abocados a la producción primaria de la cadena láctea. no se encuentra desagregado. En 2017, tal como fuera dicho en apartados previos, la provincia de Buenos Aires tuvo un total de 31 mil trabajadores dedicados a las distintas actividades primarias ganaderas (bovinos, porcinos, ovinos y otros). Sí se cuenta con registros estadísticos desagregados de la ocupación generada por el eslabón industrial del sector: la elaboración de productos lácteos en territorio bonaerense empleó en 2017 a 13.500 trabajadores registrados.

Por el lado de las ventas al mercado externo, la leche en polvo es, con mucha diferencia, el producto de mayor importancia relativa dentro del complejo. En tal sentido, se observa que en 2016 las leches preparadas representaron el 94% de las exportaciones de la cadena sectorial en la provincia de Buenos Aires, mientras que los quesos y la manteca exhibieron una participación marginal. Desde la provincia se exportó en dicho año más de 48 mil toneladas de leche preparada por un valor de US\$ 95 millones. Al igual que en la producción primaria, Buenos Aires se posicionó tercera –tras Córdoba y Santa Fe– en materia de exportaciones de lácteos, con un 22% del total nacional. El destino de esta producción fue principalmente Brasil, que concentró el 49% de las exportaciones sectoriales de origen bonaerense en 2016, y en menor medida Argelia y Rusia con 24% y 12%, respectivamente.

2.g. Pesca marítima

Buenos Aires también destaca por ser la primera provincia pesquera del país. En el año 2017, se realizaron desembarcos en puertos de Buenos Aires por 311 mil toneladas de pescados y 65 mil toneladas de moluscos, abarcando respectivamente el 73% y el 62% de la actividad pesquera nacional de estos productos (Tabla 9).

Tabla 9. Desembarco de capturas en puertos de Buenos Aires. Años 2012-2017

Periodo	Desembarco de capturas (miles de toneladas)			
	Pescados	Var. Anual (%)	Moluscos	Var. Anual (%)
2012	297	-17%	44	-12%
2013	359	21%	90	105%
2014	324	-9,8%	93	3,3%
2015	339	4,6%	91	-2,2%
2016	321	5,3%	50	-45%
2017	311	3,1%	65	30%

Fuente: Secretaría de Agroindustria

La actividad pesquera bonaerense se centra en el puerto de Mar del Plata, que en el año 2017 representó el 97% de los desembarques totales en la provincia y casi la mitad de todos los arribos a puerto a nivel nacional. Las principales especies en arribos a este puerto en dicho año fueron la merluza con el 58%, calamar *Illex* con el 16%, rayas (4,5%) y corvinas (3%).

Los últimos años estuvieron signados por el avance gradual de la flota congeladora en la producción pesquera argentina (donde se congela el pescado a bordo y éste es desembarcado a temperaturas cercanas a los 20 grados bajo cero). Los arribos con flota congeladora a este puerto se concentran principalmente en la pesca de merluza –por debajo del paralelo 41° Sur– y en menor medida moluscos; por fuera de esto, este tipo de flota se utiliza para crustáceos, cuyos desembarques generalmente se destinan a los puertos patagónicos. Sin embargo, en los desembarcos totales al puerto de Mar del Plata se observa aún un claro predominio de la flota fresquera, la cual desembarca el pescado fresco (en cajones con hielo en escamas) para ser luego procesado en plantas industriales o proceder a la venta directa. En los últimos años, esta práctica explicó cerca del 60% de la producción.

La pesca es una actividad poco intensiva en mano de obra. En el año 2017, la actividad primaria del complejo pesquero bonaerense contó con poco más de 3.600 trabajadores registrados. Además, un total de 320 personas se dedicaron a la provisión de servicios conexos a la actividad pesquera. En cuanto al eslabón industrial del sector, la elaboración de pescado y de sus subproductos en la provincia empleó a unos 4.500 trabajadores registrados durante ese año.

Dados los hábitos históricos de consumo del mercado interno, la pesca a nivel nacional está fuertemente orientada a la exportación. En el puerto de Mar del Plata coexisten un gran número de empresas industriales procesadoras de pescado, de las cuales 82 plantas cuentan con las autorizaciones necesarias para la exportación a la Unión Europea, el principal destino de la producción argentina. Las ventas al exterior del sector superaron en 2016 los US\$ 470 millones. En dicho año, se exportaron unas 24 mil toneladas de mariscos por un valor de US\$ 167 millones, algo menos de 50 mil toneladas de filetes de pescado por US\$ 149 millones, 77 mil toneladas de pescados enteros valuados en US\$ 116 y cerca de 7 mil toneladas de pescado conservado por US\$ 22 millones. La provincia de Buenos Aires es la primera en materia de exportación de pescado argentino, concentrando más de la mitad de las ventas nacionales al exterior. Por su parte, en envíos de mariscos se ubica tercera –tras Chubut y Santa Cruz– con un 14% del total exportado por el país. En los últimos años, los principales destinos externos de los productos del sector han sido China, Italia y Estados Unidos para los mariscos; China y Corea para los pescados sin procesar;

Brasil, Estados Unidos y España para los filetes de pescado; y España y Uruguay para el pescado conservado.

2.h. Sector automotriz

El complejo automotriz bonaerense ocupa el primer lugar a nivel nacional en materia de producción. En el año 2016, se elaboraron en la provincia 358 mil unidades, abarcando el 58% del total de los autos elaborados en nuestro país.

Tabla 10. Producción de automóviles en Buenos Aires. Años 2011-2016

Periodo	Automóviles producidos (miles de unidades)	
	Automóviles	Var. Anual (%)
2011	462	16%
2012	449	-2,8%
2013	451	0,4%
2014	351	-22%
2015	309	-12%
2016	358	16%

Fuente: Ministerio de Hacienda

En la Argentina, la evolución de la producción automotriz responde de manera directa al comportamiento mostrado por el mercado interno y por el mercado de Brasil, dado que –como es sabido– una parte muy importante de la producción nacional se exporta al país vecino. De esta forma, la fuerte recesión atravesada por nuestro socio comercial en los últimos años ha impactado negativamente en la producción local del sector automotriz (téngase en cuenta que el PIB de Brasil cayó 3,6% en 2015 y volvió a retroceder 3,5% en 2016, mientras que en 2017 y 2018 solo creció en torno al 1% anual).

En la provincia de Buenos Aires la actividad automotriz se encuentra concentrada en el conurbano y otros partidos de los alrededores. Coexisten seis plantas automotrices en territorio bonaerense: PSA (Peugeot-Citröen) en el partido de Morón, Ford y Volkswagen en Tigre, Toyota en Zárate, Honda en Campana y Mercedes-Benz en La Matanza. Las primeras cinco firmas tienen mayor presencia relativa en el segmento de automóviles particulares y de utilitarios, mientras que Mercedes-Benz también produce vehículos de carga pesados y de transporte de pasajeros.

Tomando como referencia el trienio 2012-2014, se encuentra que la producción provincial está distribuida, en buena medida, en cuartos entre PSA, Ford, Volkswagen y Toyota, mientras que la participación de las dos empresas restantes es mucho menor. A la producción interna se debe sumar el hecho de que todas las terminales locales, a su vez, compiten dentro del mercado interno con un volumen importante de vehículos importados.

Por otra parte, la provincia también cuenta con una parte muy relevante de la producción nacional del complejo autopartista y de fabricación de carrocerías. De acuerdo al último Censo Nacional Económico, en 2004 algo más del 40% de la producción nacional autopartista tenía lugar en territorio bonaerense, mientras que en el caso de las carrocerías la participación de la provincia era cercana a una tercera parte del total nacional. Las firmas que componen los distintos anillos

productivos del autopartismo bonaerense también se localizan principalmente en el área del conurbano (su presencia es especialmente destacada en los partidos de Tigre, General San Martín, Malvinas Argentinas, La Matanza y Tres de Febrero); de acuerdo al OEDE, existían en 2016 cerca de 600 empresas del sector en el Gran Buenos Aires y unas 200 firmas en el resto de la provincia.

El empleo provincial de la cadena automotriz alcanzó los 42 mil trabajadores registrados en el año 2017, más de la mitad del total nacional. Este total se distribuye de la siguiente manera: 18.600 eran empleados de las terminales automotrices; 3.100 trabajaban en la fabricación de carrocerías, remolques y semirremolques; y, finalmente, la producción autopartista contaba con algo más de 20 mil trabajadores registrados.

Los vehículos automóviles (autos, utilitarios y camiones) configuraron el primer producto de exportación de la provincia de Buenos Aires en el año 2016. Con US\$ 3.678 millones, representaron el 20% de las divisas totales generadas por el comercio exterior provincial (sin incluir las exportaciones de servicios) y el 44% de las exportaciones bonaerenses del segmento de las MOI. Además, la provincia de Buenos Aires explicó casi el 90% del total de las ventas al exterior de automóviles nacionales (medidas en valores). Por otro lado, la provincia también vendió al exterior US\$ 100 millones en partes y piezas para vehículos y tractores. Como se dijo antes, el mercado brasileño sobresale como destino de las exportaciones del sector: casi dos tercios de las exportaciones automotrices de la provincia tuvieron por destino dicho mercado; luego, aparecen México y Estados Unidos con 6% y 5% de los envíos totales, respectivamente.

2.i. Refinación de hidrocarburos

Buenos Aires es la provincia argentina con mayor capacidad en materia de refinación de hidrocarburos. Con un volumen algo superior a los 20 millones de metros cúbicos de petróleo en el año 2017, Buenos Aires explicó el 70% de la producción total en la actividad.

Tabla 11. Refinación de hidrocarburos en la provincia de Buenos Aires. Años 2012-2017

Periodo	Refinación de hidrocarburos (millones de m3)	
	Refinación de petróleo	Var. Anual (%)
2012	20,8	3,5%
2013	20	-3,9%
2014	20,4	2,3%
2015	21,1	3,1%
2016	20,4	-3%
2017	20,2	-1%

Fuente: Ministerio de Energía y Minería

Las principales plantas de refinación de hidrocarburos se localizan relativamente cerca de los grandes centros de consumo de combustibles, lubricantes y otros productos de la refinación, de forma tal que el conurbano bonaerense y sus alrededores se caracterizan por contar con una importante red de refinadoras. Por su parte, como es sabido, la empresa de mayor participación – tanto aguas arriba como aguas debajo de la cadena sectorial hidrocarburífera– es la estatal YPF, la cual cuenta con una refinería en Ensenada –próxima a cumplir un siglo desde su inauguración en 1925– que sigue siendo la de mayor capacidad de producción de la Argentina.

Los hidrocarburos se transportan a la provincia por distintas vías: por un lado, se utilizan gasoductos y oleoductos para los provenientes de la cuenca neuquina; por otro lado, ingresan por vía marítima los hidrocarburos importados y aquellos provenientes de las cuencas del Golfo de San Jorge y Austral. En 2017, el petróleo refinado en Buenos Aires provino mayoritariamente de la Cuenca del Golfo de San Jorge (58%); un 34% tuvo su origen en la cuenca neuquina, mientras que el restante 8% se distribuyó en partes iguales entre la cuenca Austral y las importaciones.

El empleo a nivel provincial en la fabricación de productos de la refinación del petróleo alcanzó los 2.634 trabajadores registrados en el año 2017. Con estas cifras, la provincia de Buenos Aires cuenta con el 42% del total de los trabajadores registrados a nivel nacional en la actividad de refinación de petróleo.

Por el lado de las exportaciones, los combustibles originados en la provincia de Buenos Aires alcanzaron ventas al exterior por US\$ 553 millones en el año 2016. El 41% de los mismos fue gas de petróleo (US\$ 225 millones), el 29% naftas (US\$ 162 millones), el 12% gasolinas y el 10% otros combustibles. Con estas ventas, Buenos Aires se ubicó en el segundo lugar entre las provincias con exportaciones de combustibles, con el 27% del total nacional. El principal destino de estas ventas bonaerenses fue Brasil con un 39% de las mismas, seguido por Paraguay con 19% y Estados Unidos y Chile con 10% cada uno.

2.j. Industrias metálicas básicas

En materia siderúrgica, Buenos Aires cuenta con casi la totalidad de la capacidad productiva nacional, principalmente en laminados y tubos sin costura. En el año 2016, la provincia de Buenos Aires concentró el 95% de la elaboración de laminados terminados en caliente (tanto planos como no planos), siendo Santa Fe el origen de casi la totalidad del resto de la producción del sector.

Tabla 12. Producción siderúrgica a nivel nacional. Años 2013-2018

Periodo	Producción siderúrgica (miles de toneladas)					
	Hierro primario	Var. Anual (%)	Acero crudo	Var. Anual (%)	Laminados en caliente	Var. Anual (%)
2013	4,1	12%	5,19	3,8%	5,14	3,9%
2014	4,4	7,6%	5,49	5,8%	5,02	-2,4%
2015	3,9	-11%	5,03	-8,4%	4,57	-8,9%
2016	2,9	-26%	4,13	-18%	3,98	-13%
2017	3,4	17%	4,62	12%	4,59	15%
2018	3,8	11%	5,16	12%	4,76	3,8%

Fuente: Cámara Argentina del Acero

Entre 2013 y 2018, la producción de laminados en caliente cayó 7% y la de laminados en frío 17%, presentando oscilaciones durante los años intermedios. Esta evolución se corresponde fundamentalmente con el nivel de actividad local (y en particular con la actividad de la rama metalmeccánica y el sector de la construcción), ya que el mercado interno es el destino central de la producción siderúrgica nacional.

La producción siderúrgica bonaerense se encuentra concentrada en el eje urbano industrial del frente fluvial Paraná, en virtud de dos aspectos relevantes: por un lado, su cercanía a

los principales centros urbanos de demanda de estos productos –y en el caso de las exportaciones por la cercanía respecto al puerto–; por otro lado, el acceso al mineral de hierro (insumo básico de la producción de acero) que se importa desde Brasil.

Las principales empresas siderúrgicas en la provincia –y en la Argentina– son Tenaris, Ternium, Acindar y Acerbrag. Ellas concentran las 10 plantas productivas del sector en la provincia, de las cuales cinco se localizan en el conurbano. Acerbrag tiene una planta de laminados no planos en Bragado y Acindar tiene dos establecimientos, uno en el partido de San Nicolás y otro en La Matanza. Las restantes siete plantas se distribuyen entre las dos empresas del Grupo Techint. Por los aspectos técnicos y las economías de escala que caracterizan al sector, las empresas raramente compiten dentro de los mismos segmentos del mercado. Las firmas del Grupo Techint concentran la producción de laminados planos (de usos múltiples en las industrias metalmeccánicas) y los tubos sin costura (usados principalmente en el sector petrolero), mientras que Acindar y Acerbrag se especializan en aceros no planos (con fuerte incidencia en la actividad de la construcción).

En cuanto a la elaboración de metales no ferrosos, la provincia de Buenos Aires concentra muchas de las principales empresas nacionales productoras de aluminio elaborado, incluyendo la presencia de una planta de Aluar (división elaborados) en la localidad de Abasto, cercana a La Plata, dedicada a la fabricación de perfiles, barras y tubos.

En el año 2017, se contabilizaron 21.600 trabajadores registrados dedicados a la industria de metales básicos en Buenos Aires. De esta forma, el sector explicó un 4% del total del empleo industrial de la provincia. Con esa cifra de ocupados, la industria siderúrgica bonaerense alcanzó una participación de 60% en el total nacional del empleo sectorial.

En cuanto a la inserción externa de la actividad, los productos de mayor participación dentro de las exportaciones bonaerenses fueron los tubos de fundición y las chapas y planchas de fundición. Entre ambos productos, acumularon en el año 2016 un total de US\$ 302 millones en ventas al exterior. Los caños y tubos de fundición concentraron US\$ 221 millones de ese total, con lo que se ubicaron en el puesto 17 dentro de los principales productos exportados por la provincia (y en sexto lugar entre los productos del segmento de las MOI). En 2016, los principales destinos de los tubos –que, como se dijo antes, son un insumo clave de la industria hidrocarbúrfica– fueron los Estados Unidos (29%), Arabia Saudita (20%) y Venezuela (12%). Por el lado de las chapas y planchas, la mayor parte se exportó a Paraguay (59%) y en segundo término a Estados Unidos (16%).

2.k. Industria petroquímica y plástica

En la provincia de Buenos Aires se localiza una gran parte del complejo petroquímico y de la industria plástica a nivel nacional.

Tabla 13. Producción plástica a nivel nacional. Años 2012-2017

Periodo	Producción plástica (miles de toneladas)			
	PVC	Var. Anual (%)	Polietileno	Var. Anual (%)
2012	195	2,9%	581	-1,6%
2013	206	5,5%	585	0,6%
2014	205	-0,5%	622	6,3%

2015	204	-0,4%	582	-6,4%
2016	213	4,2%	600	3%
2017	187	-11,9%	622	3,7%

Fuente: INDEC

En los últimos años, el territorio bonaerense concentró la totalidad de la producción de tres de las principales materias primas plásticas: polietileno, PVC y PET. La provincia cuenta además con una de las dos plantas productoras de polipropileno (la otra se encuentra en Luján de Cuyo). A su vez, Buenos Aires concentra cerca del 60% de la transformación plástica del país; la casi totalidad de la industria de transformación del plástico de la provincia se ubica en los partidos que integran el conurbano bonaerense.

El complejo petroquímico-plástico bonaerense se divide en dos etapas: por un lado, la producción de resinas plásticas o industria petroquímica; por otro lado, la fabricación de productos de plástico a partir de estos insumos o industria plástica. El complejo petroquímico bonaerense se concentra en la localidad de Bahía Blanca. Allí se encuentran las plantas PBB Polisur (propiedad de Dow) y Solvay Indupa, que producen respectivamente la totalidad del polietileno y del PVC de origen nacional. Su principal insumo es el etano, que llega al polo petroquímico de la ciudad de Bahía Blanca desde Neuquén a través de un poliducto. Otras plantas productoras de materias primas plásticas en Buenos Aires son la de Petroken en Ensenada (produce polipropileno con insumos mayoritariamente importados) y la de DAK Américas en Zárate (que elabora PET).

Como se dijo, la transformación industrial del plástico está concentrada en el conurbano. En el año 2016, se registró la existencia de 1.700 establecimientos dedicados a la fabricación de productos de plástico, de los cuales más de un 80% se localizaban en el Gran Buenos Aires. Muchas de estas empresas son de pequeño o mediano tamaño y de capital nacional.

El complejo sectorial emplea en su totalidad a unas 36 mil personas. Más de 33 mil están abocadas a alguno de los múltiples segmentos de la fabricación de productos de plástico, mientras que el resto se especializa en la elaboración de plásticos en formas primarias y de caucho sintético.

Las estadísticas del comercio exterior sectorial se encuentran agrupadas en un único producto definido como materias plásticas y artificiales. En el año 2016, las ventas al exterior de estas manufacturas provenientes de la provincia de Buenos Aires alcanzaron los US\$ 804 millones, un 4% del total de las exportaciones de la provincia y un 10% de las ventas del segmento de las MOI. Con estas cifras, la provincia de Buenos Aires abarcaba más del 80% de la inserción externa de la industria nacional de materias plásticas. El principal destino de estas exportaciones es Brasil, con el 60% de participación.

2.1. Industria farmacéutica

Acorde al tipo de procesos productivos involucrados, las características de los productos elaborados y los canales de distribución utilizados, la industria farmacéutica tiende a localizarse mayormente en la cercanía de los grandes centros de consumo urbano. En este sentido, no resulta sorpresivo que la provincia de Buenos Aires sea una de las principales jurisdicciones productoras de medicamentos a nivel nacional, ubicándose apenas por detrás de la Ciudad de Buenos Aires.

Se estima que existen a nivel nacional algo más de mil establecimientos productivos de elaboración de fármacos y que cerca de una cuarta parte de los mismos están ubicados en territorio bonaerense (Ministerio de Hacienda, 2018). A diferencia de lo que se observa en otros

países de la región latinoamericana, la industria argentina de medicamentos tiene una consolidada trayectoria con empresas de origen local. En la actualidad, el 84% de las 190 plantas elaboradoras de productos farmacéuticos instaladas en el país son de capitales nacionales (CILFA, 2018).

Por las características de los procesos productivos involucrados, la industria farmacéutica demanda una elevada proporción de personal altamente capacitado. En 2017, el nivel de empleo en la fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos en la provincia de Buenos Aires superó los 15 mil trabajadores registrados, un 37% del total nacional. Dos terceras partes de dichos trabajadores se desempeñaron en establecimientos ubicados en el conurbano bonaerense y unos 5 mil en el resto de la provincia.

Los productos farmacéuticos son el séptimo rubro exportación de la provincia de Buenos Aires y el tercero dentro del segmento de las MOI. En el año 2016, se realizaron desde la provincia ventas al exterior de estos bienes por US\$ 712 millones, lo que representó algo menos del 4% del total de las exportaciones bonaerenses y un 8,5% de las exportaciones de MOI. A nivel nacional, Buenos Aires explicó casi el 80% de las ventas externas de la Argentina en el rubro en cuestión. Los principales destinos de las exportaciones bonaerenses de productos fueron Venezuela (23%) y Brasil (14%).

2.m. Maquinaria agrícola

Buenos Aires es la tercera provincia argentina en materia de producción de maquinaria agrícola. La provincia cuenta con el 21% del total de empresas fabricantes de estas máquinas localizados dentro de su territorio, mientras que Santa Fe y Córdoba reúnen un 44% y un 24% de las firmas productoras del rubro, respectivamente.

Tabla 15. Ventas al mercado interno de maquinaria agrícola de origen nacional. Años 2013-2018

Periodo	Ventas al mercado interno de productos nacionales (en unidades)		
	Tractores	Cosechadoras	Sembradoras ¹
2013	7.476	784	2315
2014	5.204	551	1481
2015	5.319	590	1117
2016	5.378	766	2028
2017	6.574	867	2224
2018	4.178	472	1758

¹: Nacionales e importadas por ausencia de desagregación

Fuente: INDEC

Si bien el desempeño del sector ha presentado oscilaciones durante los últimos años, en líneas generales las ventas de maquinaria agrícola están relacionadas con el nivel de actividad de la producción primaria. Los años de sequía o marcado exceso de lluvias tienden a impactar en una caída de la demanda de este tipo de maquinaria, mientras que la recuperación del sector agrícola suele venir acompañada de una sobrerreacción en las ventas de estos bienes de capital. Como se aprecia en la Tabla 15, la sequía del año 2018 se tradujo en una marcada depresión de las ventas de tractores, cosechadoras y sembradoras en relación a los registros medios alcanzados en el quinquenio previo.

En la provincia de Buenos Aires se pueden identificar cinco núcleos de producción de maquinaria agrícola donde se encuentran localizadas las plantas productoras. De sur a norte, estos partidos son Tandil, Olavarría, Nueve de Julio, Chivilcoy y Carmen de Areco.

Buenos Aires destaca particularmente por la producción de tractores y de sembradoras, mientras que a nivel nacional las cosechadoras se fabrican íntegramente en Córdoba y Santa Fe. Algunos de los principales actores que se encuentran en el territorio bonaerense son Chalero, Yomel y Juri para la producción de sembradoras y Agco y Agrale en el caso de los tractores.

En cuanto al empleo demandado por el sector, la fabricación de maquinaria agropecuaria en la provincia de Buenos Aires ocupó en 2017 a 1.900 trabajadores registrados, con una importante participación de recursos humanos calificados. A diferencia de lo que generalmente se observa en el resto de las cadenas industriales, en este caso únicamente un 8% del empleo sectorial se ubicaba en el conurbano bonaerense, lo cual obedece a una evidente localización de la producción cerca de los centros de demanda suburbana.

Las exportaciones bonaerenses de maquinaria e implementos agrícolas en 2016 alcanzaron un valor cercano a los US\$ 60 millones, representando un 45% del total nacional. Los principales destinos de estas ventas fueron Brasil (50%) y Alemania (11%).

2.n. Electrodomésticos

La producción de electrodomésticos en la provincia de Buenos Aires resulta una actividad relevante en términos de generación de empleo y de su aporte al producto industrial. De acuerdo al relevamiento del Censo Nacional Económico de 2004, Buenos Aires era la principal provincia en términos de producción sectorial, generando más del 42% del valor agregado a nivel nacional.

Existe una multiplicidad de actores empresariales de este sector en la provincia de Buenos Aires. Entre ellos se destacan Longvie, Newsan, Whirlpool, Visual, Goldmund, Metalúrgica Lumtec, Groupe SEB, Orbis Mertig e Hydral, entre muchos otros. Muchas empresas del rubro se caracterizan por fabricar una gama múltiple de productos. Algunas de ellas están especializadas en la denominada "línea blanca" (cocinas, heladeras, lavarropas, secarropas, microondas), mientras que otras se concentran en ventiladores, calefactores y otros pequeños electrodomésticos.

Habitualmente se observa que la producción nacional se complementa con importaciones para aquellos productos o modelos no fabricados localmente. Esta práctica es común incluso para las propias empresas que manufacturan electrodomésticos en el país nacional, con marcas propias o con concesiones de marcas extranjeras.

La producción del sector se localiza en las cercanías de los principales centros de consumo. En 2016 un 82% de las 271 empresas del sector presentes en la provincia se ubicaban en el conurbano bonaerense. Por fuera del conurbano se destaca la actividad sectorial en el partido de Campana (cuya producción también está orientada principalmente a abastecer la demanda de la Ciudad de Buenos Aires) y de General Pueyrredón (en buena medida, con el fin de proveer la demanda de Mar del Plata).

Tabla 16. Nivel de empleo privado formal en la fabricación de aparatos de uso doméstico en Buenos Aires. Años 2012-2017

Periodo	Empleo en fabricación de electrodomésticos	
	Empleados (prom. anual)	Var. Anual (%)
2012	6.383	6,3%
2013	6.555	2,7%
2014	6.588	0,5%
2015	6.840	3,8%
2016	6.663	2,6%
2017	6.690	0,4%

Fuente: OEDE

El nivel de empleo de la fabricación de aparatos de uso doméstico en la provincia de Buenos Aires alcanzó en el año 2017 un total de 6.690 trabajadores registrados, un 38% del total del empleo nacional existente en este rubro. De este número, unos 5.700 trabajadores se ubicaban en establecimientos del conurbano bonaerense.

Las exportaciones bonaerenses del sector de electrodomésticos son escasas. En el año 2016, las mismas no alcanzaron los US\$ 10 millones.

2.o. *Software* y servicios informáticos

La provincia de Buenos Aires es la segunda jurisdicción nacional en cuanto al desarrollo de *software* y servicios informáticos. Con el 19% de las empresas informáticas existentes en el país en el año 2016 la provincia se posicionaba solo detrás de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, que se constituye como el principal núcleo informático nacional con más del 60% de las empresas del sector de acuerdo a los registros del OEDE.

Tabla 17. Nivel de empleo en el sector informático en la provincia de Buenos Aires. Años 2012-2017

Periodo	Empleo en informática	
	Empleados	Var. Anual (%)
2012	12.874	2,1%
2013	12.048	-6,4%
2014	11.776	-2,3%
2015	12.506	6,2%
2016	13.382	7%
2017	13.818	3,3%

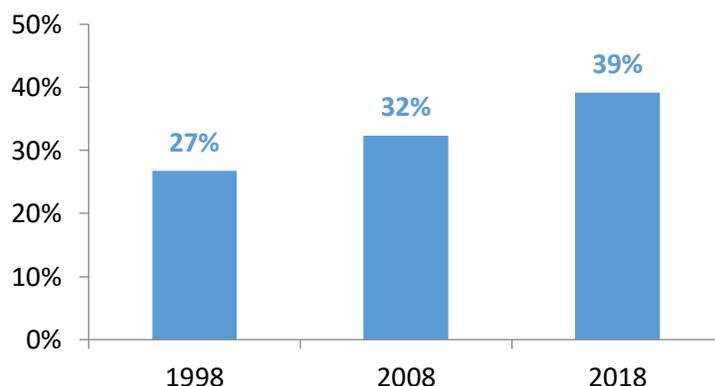
Fuente: OEDE

El sector informático de la provincia de Buenos Aires –tal como sucede a nivel nacional– se caracteriza por presentar una significativa heterogeneidad entre sus actores empresariales. En

efecto, se observa la coexistencia de un puñado de grandes empresas (IBM, Indra, Accenture, Globant, entre otras) y una multiplicidad de pequeñas firmas. Si bien estas últimas suelen estar más bien orientadas al abastecimiento del mercado interno que las grandes empresas, se observa que la exportación de servicios informáticos ha sido un factor extendido en las empresas del rubro durante los últimos años.

Por las características inherentes a la actividad, la programación de *software* y la provisión de servicios informáticos se caracterizan por presentar una cierta deslocalización en relación a los centros de demanda doméstica y externa. En tal sentido, la conformación de núcleos territoriales especializados en *software* y servicios conexos suele estar más vinculada a la disponibilidad de mano de obra y a la existencia de políticas de promoción sectorial por parte de gobiernos locales, como así también a la presencia de Universidades, institutos y centros especializados, u otros agentes relevantes del entramado científico y tecnológico. A nivel provincial, los emprendimientos del sector están generalmente vinculados a dinámicas de *clusters* o conglomerados empresariales. En tal sentido, se destaca la existencia del Polo Tecnológico Junín, el Parque Científico Tecnológico de Tandil, el Polo IT de La Plata o el Polo Tecnológico de Bahía Blanca, que nuclean a múltiples empresas del sector y se han convertido en una referencia en materia de servicios informáticos a nivel regional y nacional. La Asociación de TICs de Mar del Plata (ATICMA) es otro actor que ganó importancia dentro del sector a nivel provincial.

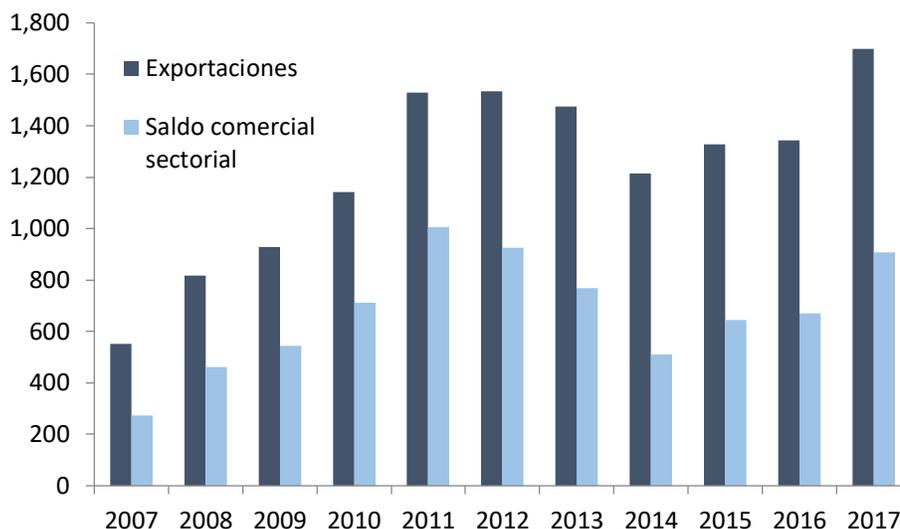
Gráfico 6. Proporción del empleo del sector informático localizado en el interior de la provincia de Buenos Aires en relación al total. Años 1998, 2008 y 2018



Fuente: OEDE

En 2018, el empleo asalariado formal en el sector fue cercano a los 14 mil trabajadores en la provincia de Buenos Aires. Un 61% se desempeñó en firmas ubicadas en el conurbano bonaerense. Sin embargo, en línea con lo mencionado antes respecto al desarrollo progresivo de distintos *clusters* tecnológicos regionales en el interior de la provincia, resulta destacable que la participación del empleo sectorial ubicado en el resto de la provincia de Buenos Aires ha tendido a crecer en relación al empleo localizado en el conurbano durante los últimos veinte años (Gráfico 6). Por otra parte, la participación bonaerense dentro del empleo total nacional en informática ha permanecido relativamente estable en la última década en torno al 14%.

Gráfico 7. Exportaciones y saldo comercial de los servicios informáticos en Argentina, en millones de dólares. Años 2007-2017



Fuente: UNCTAD

De acuerdo a las estadísticas existentes, las exportaciones del sector informático no pueden ser desagregadas de forma provincial. Sin embargo, resulta destacable el hecho de que los servicios informáticos a nivel nacional han exhibido una notable capacidad exportadora en los últimos años, alcanzando en 2017 un récord histórico de ventas al exterior cercano a los US\$ 1.700 millones. Durante la última década, las exportaciones de *software* y servicios informáticos se multiplicaron por tres, transformándose en uno de los rubros más dinámicos dentro del comercio exterior argentino; asimismo, la actividad registró un resultado comercial superavitario continuo y de considerable magnitud durante el período.

4. Referencias bibliográficas

- Cámara Argentina del Acero. Estadísticas locales. Disponible en: <http://www.acero.org.ar/estadisticas-locales/>
- CIPPEC (2015). *Menos autos y más y mejor transporte público para la Región Metropolitana de Buenos Aires*. Disponible en: <https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2017/03/1245.pdf>
- Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires: Indicadores varios. Disponible en: <http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar/dpe/>
- INDEC. Censo Nacional Económico 2004. Disponible en: https://www.indec.gob.ar/cne2005_index.asp
- INDEC. Estadísticas de producción en cantidades. Disponible en: <https://www.minhacienda.gob.ar/datos/>
- INDEC. Origen provincial de las exportaciones argentinas (OPEX). Sistema georreferenciado de consultas. Disponible en: <https://opex.indec.gov.ar/>
- López, Andrés (2017): *Los servicios basados en conocimiento: una oportunidad para la transformación productiva en Argentina*. DT N°3, Secretaría de Transformación Productiva de la Nación.
- Ministerio de Economía de la provincia de Buenos Aires. Dirección Provincial de Estadística. Mapas temáticos de la provincia. Disponible en: <http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar/dpe/index.php/territorio/mapas-tematicos>
- Ministerio de Hacienda de la Nación (2017): *Informes de cadenas de valor: Oleaginosas*. Disponible en: https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/2017/SSPMicro_Cadena_de_Valor_Oleaginosa.pdf
- Ministerio de Hacienda de la Nación (2017): *Informes de cadenas de valor: Automotriz*. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/hacienda/politicaeconomica/microeconomica/cadenasproductivas/manufacturera>
- Observatorio de bioeconomía y datos estratégicos de la provincia de Buenos Aires. *Exportaciones Agroindustriales y Agregado de Valor en la Provincia de Buenos Aires*
- OEDE (2019). Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial de la Argentina. Ministerio de Producción y Trabajo. Disponible online en: <http://www.trabajo.gob.ar/estadisticas/oede/index.asp>
- Secretaría de Agroindustria. Datos abiertos. Disponible en: <https://www.agroindustria.gob.ar/datosabiertos/>
- Secretaría de Energía de la Nación. Información Geográfica de Energía. Disponible en: Disponible en: <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/bibliografia/>
- SENASA. Estadísticas y datos. Disponible en: <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/bovinos-y-bubalinos/informacion/informes-y-estadisticas>
- UNCTAD. Datos de exportación de servicios. Disponible en: https://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx?sCS_ChosenLang=en

NÚCLEOS PRODUCTIVOS ESTRATÉGICOS: IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO

Buenos Aires

TOMO II

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE ESTUDIOS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (CIECTI)

CONTENIDOS GENERALES

CONTENIDOS GENERALES.....	2
A. INDUSTRIA 4.0.....	3
B. INDUSTRIAS CREATIVAS: <i>SOFTWARE</i>	26
C. BIOENERGÍA.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

CONTENIDOS GENERALES

Buenos Aires tiene una estructura productiva ampliamente diversificada, con un importante entramado que combina la producción primaria, industrial y de servicios. La provincia se destaca a nivel nacional en distintas áreas, contando con un sector agrícola de punta, que se posiciona en la frontera tecnológica internacional en múltiples rubros, a la vez que cuenta con explotaciones de menor grado de desarrollo. A su vez, la industria local es amplia y heterogénea, participando sectores de alto contenido tecnológico con otras producciones más atrasadas en términos relativos.

En la comparación con el plano nacional, la producción bonaerense se muestra en múltiples sectores en una mejor posición relativa que el resto del país, siendo precursora en términos de adopción de tecnologías al contar con mayor escala productiva y mayor inserción externa. En muchos casos, sin embargo, se observa que existe una brecha respecto de la frontera tecnológica internacional, encontrándose importantes nichos de potencial subexplotado para alcanzar un mayor grado de desarrollo e integración de la estructura productiva.

Los perfiles de los complejos que se analizarán a continuación fueron seleccionados por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación provincial, sin que la misma resulte exhaustiva en su análisis respecto a la actividad económica provincial, teniendo en cuenta grandes complejos de alto contenido tecnológico que pueden permitir alcanzar un mayor escalamiento de la tecnificación de la actividad productiva bonaerense.

En cada uno de los tres perfiles se incluye información respecto a las características de las actividades productivas que componen cada complejo, la importancia que tienen dentro de la estructura económica provincial, los vínculos intersectoriales, y sus características principales en términos de utilización de tecnología. De esta forma, se busca en cada caso obtener un diagnóstico acertado respecto a los déficits y las posibilidades de llevar adelante soluciones para superar los obstáculos que presenta cada actividad.

A. INDUSTRIA 4.0

1. Introducción

En su sentido más amplio, el novedoso concepto de industria 4.0 refleja la transformación disruptiva que desde hace un tiempo está experimentando el paradigma productivo a nivel global. Si bien es usualmente reconocido que muchas de las tecnologías comprendidas en el modelo de la industria 4.0 no son completamente nuevas, habitualmente se entiende que la adopción difundida y la utilización combinada de las mismas está conduciendo al sistema económico a una nueva revolución tecnológica, cuyos alcances finales –en el plano productivo y también en el espacio de las relaciones sociales– son aún imposibles de establecer con exactitud.

El modelo industrial 4.0 se define a partir de la intensificación extrema de la digitalización del sector manufacturero, tanto en las actividades *intra* como *inter* fábrica. Ese proceso supone un salto en la adopción generalizada de distintos desarrollos y sistemas tecnológicos originados en el paradigma TIC, los cuales emergieron en los países desarrollados en la segunda mitad del siglo XX y se profundizaron a partir de la década de 1980. La capacidad de integrar estas tecnologías de forma sistémica al proceso productivo –y también a otros espacios de la gestión empresarial, incluyendo la administración de los recursos humanos y la vinculación con actores externos a la firma– es el elemento crítico de la metamorfosis productiva hacia el modelo de la industria 4.0.

La revolución en curso que supone la extrema digitalización de los procesos industriales ha sido posible gracias a la convergencia de tres ingredientes fundamentales: volúmenes enormes de datos aprovechables; un crecimiento sin precedentes en la capacidad de los sistemas informáticos para procesarlos; y un aumento formidable en la velocidad de la conectividad para transmitirlos. La combinación de estos elementos no sólo permite acortar los tiempos necesarios para introducir cambios que optimicen los procesos y los productos de cada empresa, sino que posibilita concebir modelos integrales de gestión de calidad y mejora continua basados en la explotación de un gran volumen de datos relevantes en tiempo real realizado por herramientas inteligentes asociadas a la línea de producción. Este grado de optimización de los procesos a partir del uso integrado de datos, sistemas inteligentes y bienes de capital automatizados conduce a niveles de flexibilización productiva y minimización de costos completamente inimaginables en los paradigmas anteriores.

Uno de los principales interrogantes que rodea al debate sobre la irrupción del paradigma de la industria 4.0 se refiere a los cambios esperables en el ámbito de las relaciones laborales. Una dimensión de esos cambios está referida a la necesaria capacitación de los recursos humanos de la empresa para lograr una absorción plena y efectiva de las tecnologías en juego. En efecto, las prácticas organizacionales del modelo de la industria 4.0 suponen una intensificación en la participación activa de los trabajadores para inducir procesos de aprendizaje y mejora continua. En este sentido, la asimilación de las tecnologías de la industria 4.0 implica también la consecución de un cambio en las estructuras organizacionales y las rutinas laborales vigentes a fin de optimizar la capacidad de gestión del conocimiento útil que circula al interior de la firma.

En lo que sigue, este capítulo discutirá el alcance de la transformación asociada al modelo de la industria 4.0 observado en el ámbito del sector manufacturero de la provincia de Buenos Aires. Este ejercicio analítico no resulta sencillo, en parte por la gran heterogeneidad productiva y tecnológica que caracteriza al tejido industrial bonaerense y en parte por la limitada existencia de información disponible. Sin embargo, el análisis realizado en este capítulo se benefició a partir del acceso a información novedosa surgida de dos fuentes de datos primarios que permiten evaluar

algunos aspectos del escenario tecnológico que caracteriza al tejido industrial de la provincia de Buenos Aires. Una de estas fuentes es la Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación 2010-2012 del ex Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y el ex Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación. La otra es la Clínica Tecnológica del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la provincia de Buenos Aires, un programa dirigido a diagnosticar problemáticas de índole tecnológica en las PyMEs bonaerenses, identificar demandas requeridas por las empresas y establecer lazos de vinculación con instituciones CyT.

Si bien los operativos estadísticos mencionados no fueron específicamente diseñados para examinar el grado de adopción de las distintas tecnologías que componen la industria 4.0, ambos ofrecen información relevante para avanzar en un primer diagnóstico de algunos de los planos involucrados. En este sentido, el análisis realizado permite identificar algunos hechos estilizados significativos. El primero de ellos es la virtual inexistencia de una adopción plena y articulada de las distintas tecnologías y prácticas organizacionales del modelo de la industria 4.0 en ningún segmento de la matriz industrial bonaerense. Este hecho coincide con los hallazgos recientes de algunas encuestas que buscaron evaluar la extensión del paradigma industrial 4.0 en la Argentina y también en otros países de tradición industrial de la región latinoamericana (UIA, CIPPEC, BID e INTAL, 2019; Boston Consulting Group, 2018). El segundo es que la incorporación y uso de algunas de las tecnologías críticas de la industria 4.0, como el *machine learning* y otras herramientas inteligentes asociadas a la transformación de los procesos productivos, exhiben una profunda heterogeneidad en la trama industrial de la provincia de Buenos Aires. Así, se observa un cuadro de mayor automatización y uso de nuevos sistemas inteligentes en el núcleo reducido de firmas que actúan como líderes tecnológicos de la provincia, mientras que el grueso de las empresas bonaerenses, particularmente las del segmento PyME, está aún alejado de estas prácticas de gestión. Este hecho tiende a reproducir las históricas brechas productivas y tecnológicas que han caracterizado el entramado industrial bonaerense. Finalmente, el tercer hecho estilizado que se observa es que, si bien el escalamiento tecnológico y organizacional hacia el modelo de gestión de la industria 4.0 constituye un desafío y aspiración manifiesta para la gran mayoría de las firmas, éstas enfrentan una serie de barreras relevantes que las limitan en este objetivo.

2. Orígenes y evolución de la industria 4.0 a nivel global y local

El término “industria 4.0” surge en Alemania hace aproximadamente una década y, debido a su rápida propagación entre los países desarrollados y emergentes, ha tendido a reemplazar al concepto de *advanced manufacturing* surgido previamente en los Estados Unidos. La industria 4.0, llamada también por algunos “Cuarta Revolución Industrial”, supone una nueva transformación radical del paradigma tecnoproductivo dominante.

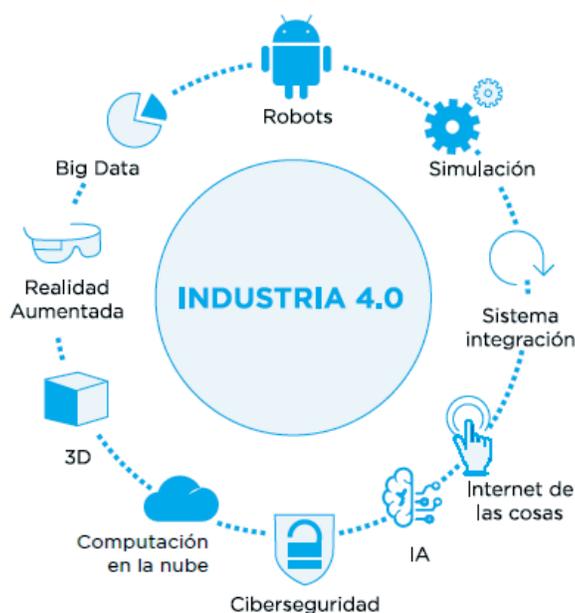
Las distintas tecnologías que se pueden definir como componentes de la transformación 4.0 tienen sus orígenes en distintos momentos del tiempo. La inteligencia artificial, el control numérico y el diseño de *software*, por ejemplo, surgen en los años '50 del siglo XX, mientras que los robots autónomos datan de la década del '70. Otros sistemas tecnológicos, en cambio, son más contemporáneos al paradigma de la industria 4.0, tales como el *internet de las cosas* (década de los '90), el *big data* (principios de los años 2000) o los llamados *blockchain* o cadena de bloques de datos (fines de los años 2000).

De esta forma, pese a que la aparición y uso aislado de algunas de estas herramientas comienza antes de la década del '80, lo que permite trazar la línea de partida del paradigma de la industria 4.0 es la incorporación de las mismas a la actividad productiva de forma difundida y

combinada. La particularidad que define al modelo industrial 4.0, entonces, se apoya en la convergencia temporal de una serie de tecnologías que, usadas de forma conjunta y articulada, conduce a transformaciones disruptivas en materia productiva. Los cambios de las tecnologías aplicadas a la producción están asociados a tres necesidades fundamentales que las empresas han enfrentado en los últimos años: i) atender demandas personalizadas y de ciclo corto en los mercados locales y globales; ii) generar economías de escala y de alcance simultáneamente ante una demanda flexible; y iii) lograr una mayor circulación y mejor control de la información y del conocimiento a lo largo de las cadenas globales de valor.

Como se dijo antes, la caracterización general más adecuada para definir de forma sintética el concepto de industria 4.0 es la digitalización del sector manufacturero. Dicho proceso de incorporación masiva y articulada de sistemas informáticos y herramientas inteligentes, como se mencionó, encuentra sus raíces en el desarrollo de las TICs de la llamada tercera Revolución Industrial, tecnologías que en las últimas décadas se han ido difundiendo, abaratando y adaptando paulatinamente para introducirse en la gestión y los procesos productivos del sector empresarial. Actualmente, los sistemas tecnológicos que conforman el modelo industrial 4.0 se pueden agrupar en tres grandes espacios, a pesar de que los límites entre ellos son difusos dado que la integración y combinación de tecnologías es una de las características distintivas de este modelo (Figura 1).

Figura 1. Pilares tecnológicos de la Industria 4.0



Fuente: Unión Industrial Argentina

En primer lugar, se pueden identificar las tecnologías de registro, almacenamiento, análisis y procesamiento de datos computarizados a gran escala. La irrupción de la computarización y la posterior aceleración y complejización de la capacidad de procesamiento, en conjunto con la generación masiva de datos útiles variados a partir de la generalización de los registros digitales, permiten ejecutar un análisis de los mismos a gran escala y en tiempo real. Este fenómeno,

resumido en el concepto de *big data*, cobra un rol fundamental en los procesos de toma de decisiones de las empresas que se posicionan como líderes tecnológicos, tanto en lo estrictamente relativo a la línea de producción como en materia de planificación comercial y otros espacios de gestión. A su vez, a través de la inteligencia artificial y el *machine learning*, las potencialidades que ofrece el *big data* pueden ser explotadas por los propios sistemas y máquinas utilizadas en la producción, lo que establece un proceso autónomo de aprendizaje y posibilita una creciente optimización de los procesos de gestión de una empresa. Asimismo, la explotación y análisis de los datos se realiza en *la nube*, es decir que éstos se almacenan y procesan a partir de servicios informáticos en línea, lo que permite optimizar la conectividad entre equipos –físicos y de recursos humanos– ubicados en cualquier punto del mundo en el que una empresa opere. En este contexto, la información se vuelve un recurso económico muy valioso para las empresas y su protección resulta vital, por lo que la *ciberseguridad* de datos adquiere una importancia creciente en el marco de las tecnologías 4.0 para resguardar los activos intangibles de información de cada organización.

En segundo término, las tecnologías 4.0 incluyen máquinas y herramientas inteligentes y flexibles, plenamente integradas al paradigma digital y con capacidades autónomas para procesar información y tomar decisiones. Por eso, uno de los rasgos característicos de la industria 4.0 es la integración virtual de diferentes sistemas ciberfísicos a partir del uso de *internet*. En este sentido, el denominado *internet de las cosas (IoT)*, por sus siglas en inglés) y el *internet industrial de las cosas (IIoT)* constituyen tecnologías esenciales y con un impacto directo sobre el modelo productivo de la industria 4.0. El desarrollo del *IoT* y *IIoT* hacen posible la comunicación directa y multidimensional de las máquinas entre sí mismas, de éstas con las personas y también con los bienes finales elaborados. Esto facilita la toma de decisiones al transmitir la información recabada a partir de sensores y otras herramientas de control, lo que en combinación con el *big data* permite la fabricación de productos inteligentes que comuniquen directamente a consumidores con productores. Asimismo, el *IIoT* induce un salto disruptivo de conectividad dentro de las organizaciones industriales, permitiendo la generación y uso de datos respecto al desempeño de los bienes de capital, sus potenciales fallas o necesidades de mantenimiento y sus estándares de productividad en tiempo real. De esta forma, se optimiza la toma de decisiones al interior de la fábrica, permitiendo reducir –y en el límite eliminar– todo tipo de desperdicio surgido de las contingencias del proceso productivo (incluyendo tiempos muertos y paradas no programadas) y, a la vez, preservar la seguridad industrial con un monitoreo en tiempo real del estado de funcionamiento de la planta. Los robots y otras máquinas autónomas también forman parte de la transformación al interior de las industrias. La robótica permite un avance hacia las fábricas inteligentes, donde la conectividad y la automatización de tareas facilitan la gestión del proceso de producción. A esto se agrega el concepto de *manufactura aditiva*, que se acopla a la robótica para la fabricación de productos a partir de modelos virtuales, sin el uso de moldes preestablecidos.

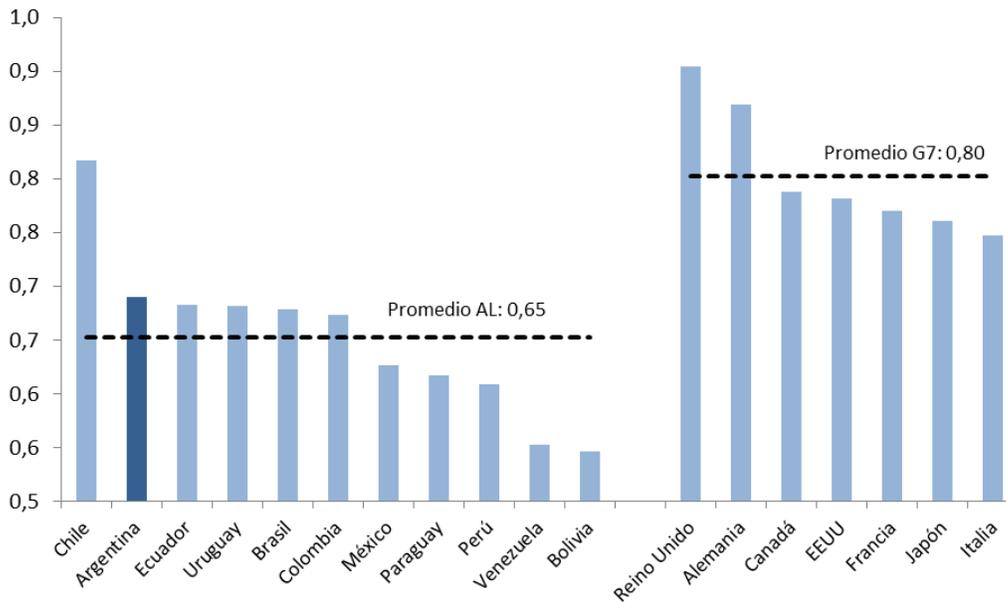
En tercer lugar, el diseño y la organización productiva también se ven revolucionados a partir de las tecnologías de la información que se incorporan con el advenimiento de la industria 4.0. La digitalización permite simular la realidad a partir de representaciones de entornos virtuales, lo que posibilita pensar el funcionamiento y la configuración de las plantas productivas en su conjunto y mejorar el *layout* industrial de forma digital. De la misma forma, la realidad aumentada permite complementar el espacio de lo tangible con la proyección digital para facilitar el diseño de nuevos productos y la organización de los procesos industriales de forma flexible. En este sentido, la digitalización facilita y abarata la toma de decisiones al permitir el testeado virtual de forma previa.

Si bien el modelo industrial 4.0 no está aún implementado de forma plena e integral en ninguna economía del mundo, la penetración de los sistemas tecnológicos previamente descritos en los países en desarrollo es mucho más limitado (y su adopción entre las empresas es mucho más heterogénea) que en las economías industriales más avanzadas. Para garantizar la provisión efectiva y el aprovechamiento pleno de las tecnologías involucradas, la difusión de estos sistemas requiere la existencia previa de ciertas capacidades sistémicas y no sólo de una decisión individual de adopción por parte de las empresas. Estas capacidades incluyen, entre otras, un umbral mínimo de infraestructura (incluyendo una conectividad digital estable y veloz), la existencia de canales fluidos para la vinculación interorganizacional y la vigencia de entornos macroeconómicos e institucionales relativamente estables. La limitada existencia de estos activos sistémicos en Latinoamérica ayuda a entender la razón por la que la incorporación de los sistemas tecnológicos característicos del modelo 4.0 se manifiesta como un proceso incompleto y desarticulado en la región. A su vez, la superación de estas deficiencias constituye un desafío urgente para impulsar procesos difundidos de aprendizaje productivo y tecnológico.

El panorama observado en la Argentina no escapa al contexto del escenario regional. Al respecto, resulta significativo observar los principales resultados de una encuesta reciente que se propuso determinar el alcance de la adopción actual –y el nivel esperado a futuro– de las nuevas tecnologías del modelo industrial 4.0 en el sector manufacturero argentino (UIA, CIPPEC, BID e INTAL, 2019). Un primer elemento significativo revelado por dicho estudio es que el grado de difusión de las tecnologías 4.0 en la industria argentina es todavía muy bajo (las utilizan menos del 10% de las firmas encuestadas y ni siquiera ese porcentaje de empresas lo hace de forma integrada); un segundo punto relevante y complementario del anterior es que en la mayoría de las empresas predominan las tecnologías de primera y segunda generación; y un tercer aspecto llamativo –y preocupante– es que más del 60% de las firmas industriales consultadas dice no estar tomando ninguna acción tendiente a incorporar tecnologías 4.0 (ibíd., pág. 27 y sgtes.). Estos hallazgos complementan los de otra encuesta reciente que identificó tendencias similares sobre el alcance de las tecnologías 4.0 en la matriz productiva argentina y encontró que dos de cada tres empresarios se manifestaba reactivo a invertir en dichas tecnologías por la incertidumbre derivada de un entorno de alta volatilidad económica (Boston Consulting Group, 2018).

Si bien no existen aún bases de datos con indicadores homogéneos que hagan posible comparar la adopción integral de las tecnologías 4.0 entre países, una manera indirecta y simple de aproximarse a las diferencias de alcance en la digitalización de la actividad productiva consiste en observar los resultados del índice de adopción digital de las empresas elaborado por el Banco Mundial. El indicador en cuestión varía entre un mínimo de 0 y un máximo de 1 y surge como el promedio simple de cuatro subcomponentes básicos: la proporción de empresas con página web en cada economía; la cantidad de servidores seguros; la velocidad media de descarga de datos; y el alcance de la cobertura 3G en cada país. El Gráfico 1 presenta los resultados del índice de adopción digital empresarial en Argentina y la región latinoamericana en relación al escenario existente en las economías avanzadas (representadas en la figura por el G7). Como se ve, pese a que nuestro país –con un coeficiente de 0,69 en el año 2016– figura en segundo lugar dentro del escenario regional, está aún lejos del promedio observado en los países desarrollados.

Gráfico 1. Índice de adopción digital de las empresas de América Latina y el G7 – Año 2016



Fuente: Banco Mundial

Finalmente, vale la pena poner estos resultados en un contexto más amplio. El alcance parcial y fragmentado de la digitalización productiva en la Argentina se enmarca en un entorno de escasa inversión innovativa realizada en la órbita empresarial, incluso si se lo analiza en relación a lo que sucede en otros países emergentes. De acuerdo a la información oficial compilada por la UNESCO, en la Argentina tan solo una quinta parte de la inversión total en I+D se realiza en el ámbito de las empresas (el grueso de la I+D en el país se lleva a cabo en la órbita estatal y en las Universidades). La proporción de I+D realizada en el espacio empresarial, en cambio, se ubica por encima del 50% en el promedio de los países emergentes y alcanza extremos superiores al 70% en economías como Tailandia, Hungría o China. Asimismo, si se observa la evolución de mediano plazo de este indicador no se encuentran perspectivas alentadoras. Durante los últimos 20 años, a diferencia de lo sucedido en otros países emergentes dinámicos en materia tecnológica, en la Argentina no se produjo un aumento sino una reducción (del 26% al 21%) en la participación empresarial dentro de la ejecución total del gasto en I+D a nivel nacional. Es evidente que esta inercia negativa debe ser alterada a fin de impulsar el desarrollo tecnológico del tejido empresarial y lograr una difusión gradual del paradigma productivo referenciado en la industria 4.0.

3. La industria 4.0 en el contexto provincial

En esta subsección se identifican algunos desafíos y limitaciones comunes que enfrentan las empresas que integran la trama productiva bonaerenses para avanzar en la adopción actual (o la capacidad de hacerlo a futuro) de los distintos sistemas tecnológicos y rutinas organizacionales que componen el paradigma de producción 4.0. En este informe, dicho diagnóstico se circunscribe a la producción industrial propiamente dicha, es decir, al sector manufacturero que elabora bienes tangibles; por sus características, dicho sector productivo se destaca en el mundo como uno de los principales centros gravitatorios para la adopción y el uso de las innovaciones tecnológicas 4.0.

Como se anticipó en la introducción, la confección de esta sección tiene como principales soportes estadísticos (en términos cuantitativos y cualitativos) a la Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación 2010-2012 (en adelante, ENDEI), realizada por el ex Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y el ex Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación, y a la Clínica Tecnológica (ClinTEC) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Provincia de Buenos Aires. Formalmente, ninguno de los dos operativos posee representatividad muestral para el espacio de la Provincia de Buenos Aires, sino que deben ser entendidos como paneles de de empresas ubicadas en territorio bonaerense. El panel de la ENDEI utilizado está integrado por 1202 empresas industriales de todos los sectores de actividad ubicadas en la provincia de Buenos Aires (985 de las cuales son PyMEs y 217 grandes). El panel de la ClinTEC está compuesto por 355 empresas (en su gran mayoría industriales) de 14 sectores productivos. Como se dijo antes, dada la limitada información disponible, ambos paneles constituyen una fuente de información muy valiosa para el objeto de estudio que aquí se analiza. La información examinada permitió elaborar un diagnóstico acerca de la difusión y el alcance de la tecnología novedosa en las firmas industriales de la provincia y las principales barreras para la penetración de las tecnologías 4.0 en la trama productiva provincial.

Como es sabido, la trama industrial bonaerense comprende una muy amplia gama de actividades, las cuales generalmente alcanzan una relevancia protagónica en el plano nacional. Sin embargo, se trata de un complejo industrial fuertemente heterogéneo, tanto en la comparación intersectorial como en la intrasectorial. Entre los distintos subsectores existentes se observan divergencias estructurales sustantivas en variables tales como el tamaño de las empresas, el nivel medio de productividad, el grado de inserción exportadora y la relación entre la presencia de empresas nacionales y transnacionales. A la vez, al interior de cada subsector industrial se observan grandes asimetrías en las rutinas productivas, tecnológicas y organizacionales vigentes, lo cual determina un panorama dispar en las potenciales capacidades de absorción de los sistemas tecnológicos característicos del modelo industrial 4.0.

A pesar de esto, y en un cierto nivel de generalidad, existen algunos desafíos y limitaciones comunes en relación a la absorción de tecnologías 4.0 por parte de las empresas industriales bonaerenses. Un primer aspecto reiterado entre los empresarios manufactureros de la provincia pasa por la necesidad de profundizar las soluciones tecnológicas que ofrece el espacio de las TICs. La introducción de herramientas provenientes de los sistemas tecnológicos del paradigma TIC no se encuentra limitada a la optimización de los procesos productivos. Los empresarios bonaerenses identifican un potencial aún mayor de la incorporación de TICs para ingresar a nuevos mercados, tanto locales como externos, y para incrementar su presencia en aquellos mercados en los que la firma ya opera. En el modelo 4.0, esto es posible no solo por un incremento de la productividad o un mayor control de los procesos internos a la empresa, sino también por el cumplimiento de las normativas y estándares exigidos a los producto u otras o exigencias de la demanda, aspectos que cobran cada vez más relevancia en los patrones de consumo a nivel global y que exigen una mayor capacidad de adaptación por parte de los productores.

Las empresas bonaerenses también manifiestan que las tecnologías 4.0 ofrecen potencial para realizar otras transformaciones requeridas a nivel *intra-firma*. En tal sentido, se menciona el desafío de mejorar la calidad de los productos, elevar los estándares que definen a los procesos productivos y reducir los costos por distintas vías.

Por otro lado, también resulta destacable la funcionalidad que hallan en las herramientas de *software* para mejorar aspectos de organización administrativa y gestión financiera, tanto hacia

adentro de las propias empresas como en la relación con otras firmas e instituciones, a fin de facilitar la gestión, reducir tiempos muertos y optimizar planes futuros de producción.

Sin embargo, las empresas enfrentan distintas limitaciones que dificultan la introducción de los modos de producción 4.0. En particular, algunas de las soluciones TIC resultan costosas y se encuentran muchas veces fuera del alcance de las PyMEs. Por su mayor fragilidad y su menor holgura crediticia, las PyMEs sufren más los vaivenes económicos y tienen menores posibilidades de acceder al financiamiento necesario para adquirir soluciones tecnológicas modernas. Por otro lado, la propia forma de organización “micro” de muchas firmas industriales induce mayores dificultades para la adopción de soluciones TICs: dado que muchas PyMEs no cuentan con un área y con personal específicamente dedicado a las soluciones de informática y sistemas (sino que se manejan con operarios “polifuncionales” que ejercen éstas y otras tareas) las empresas bonaerenses de menor tamaño se suelen ver limitadas para avanzar en una incorporación integral de herramientas TICs que den soporte a la producción. Así, pese a la mayor flexibilidad potencial que otorgan las nuevas tecnologías, el superar una cierta escala mínima eficiente continua siendo un principio básico de supervivencia y desarrollo empresarial. De esta forma, existe el riesgo de que las diferencias sustanciales de tamaño profundice la brecha tecnológica al interior del sector productivo bonaerense y refuerce las desiguales capacidades para avanzar hacia el modelo 4.0.

Lo anterior queda particularmente expuesto cuando se analiza la tecnología utilizada en los procesos productivos por parte de las empresas de la provincia. La automatización de procesos es ejecutada sólo parcialmente y cerca de un 40% de las PyMEs bonaerenses no cuentan con tecnología de este tipo en ningún eslabón de la producción. Si bien no todos los procedimientos son automatizables, los productores manifiestan una necesidad de avanzar en un mayor grado de automatización en distintas etapas de sus procesos de producción, pero dichas necesidades se ven obstruidas por las problemáticas mencionadas anteriormente.

En particular, se observa que la utilización *software* para la gestión y la planificación de la producción es infrecuente y que los registros estadísticos –en las pocas firmas que los producen– suelen realizarse de forma manual, lo cual limita la circulación fluida de información útil al interior de las empresas y las ventajas de la automatización inteligente (se volverá sobre estos puntos más adelante). En general, las primeras aproximaciones por parte de las firmas bonaerenses al uso de herramientas de *software* para informatizar la gestión de la actividad económica suelen darse a través de la implementación de sistemas enlatados para tareas administrativas-contables y, en menor medida, para la gestión de pedidos e inventarios. Lo mismo se observa cuando se analizan las relaciones productivas *inter-firma*: éstas suelen apoyarse en métodos y registros manuales y la utilización de *software* para la integración de procesos entre proveedores y clientes es escasa.

Otra característica repetida consiste en que, en general, el parque informático de las empresas locales se encuentra relativamente desactualizado (la incidencia de este factor es mayor en algunos sectores, como el textil, y menor en otros, como el metalmecánico). Tal como se explicó anteriormente, los problemas de escala de las PyMEs representan una importante barrera a la actualización informática y la incorporación de tecnología 4.0 en las maquinarias y equipos utilizados. Un parque informático desactualizado, a su vez, limita las posibilidades de incorporar de forma masiva sensores o utilizar el *I/OT* para automatizar procesos y controlar el funcionamiento de las máquinas. Así, uno de los componentes clave de la lógica industrial 4.0 se encuentra muy poco difundido y más de la mitad de las empresas no lo identifica como una mejora prioritaria. El mantenimiento de las plantas productivas también revela un anacronismo, en tanto más de la mitad de las empresas no tiene planes de mantenimiento preventivo; entre las que sí lo tienen muy pocas usan *software* para brindar mayor precisión a dicho mantenimiento.

En cuanto a la calidad del producto, se observa en general que las industrias bonaerenses suelen llevar adelante procesos de control relativamente efectivos. La inspección de recepción de los insumos, de los procesos internos y de la producción final está generalizada. También lo está la trazabilidad a lo largo de las distintas etapas, aunque los métodos utilizados en algunos casos son informales. En tal sentido, se observa que tanto el control de calidad como la trazabilidad de las materias primas se suele realizar sin la asistencia de *software* específico, lo que se constituye en un déficit que la industria necesita superar para avanzar hacia prácticas de frontera tecnológica.

Por otro lado, el camino hacia el modelo 4.0 no implica tan solo transformaciones que se reflejan en el capital físico o las tecnologías “duras” de la firma, sino que también requiere una importante inversión en capital humano para que las distintas mejoras tecnológicas puedan ser absorbidas al máximo y adaptadas a las necesidades de cada empresa. En tal sentido, un factor clave a tener cuenta es la “capacitación digital” de los trabajadores. Las diferencias entre las firmas respecto a la realización habitual de capacitaciones de este tipo para su personal se constituyen como factores clave para comprender las heterogeneidades en las capacidades de integración al modelo industrial 4.0. A este respecto, el escenario industrial bonaerense presenta dos rasgos estilizados. El primero, nuevamente, nos conduce a trazar una distinción según el tamaño de las empresas: la organización de cursos para la capacitación digital del personal es relativamente habitual en las empresas de mayor tamaño y representa un diferencial (en relación al grueso de las PyMEs) que posteriormente otorga una mayor capacidad de adopción de las herramientas 4.0. El segundo se refiere a que se suele priorizar la formación digital del personal dedicado a las tareas de administración en desmedro del personal encargado de la gestión de la producción, lo cual se ve reflejado en los desiguales niveles de incorporación de *software* en los distintos espacios organizacionales al interior de las firmas (se retomarán estos puntos en la sección siguiente).

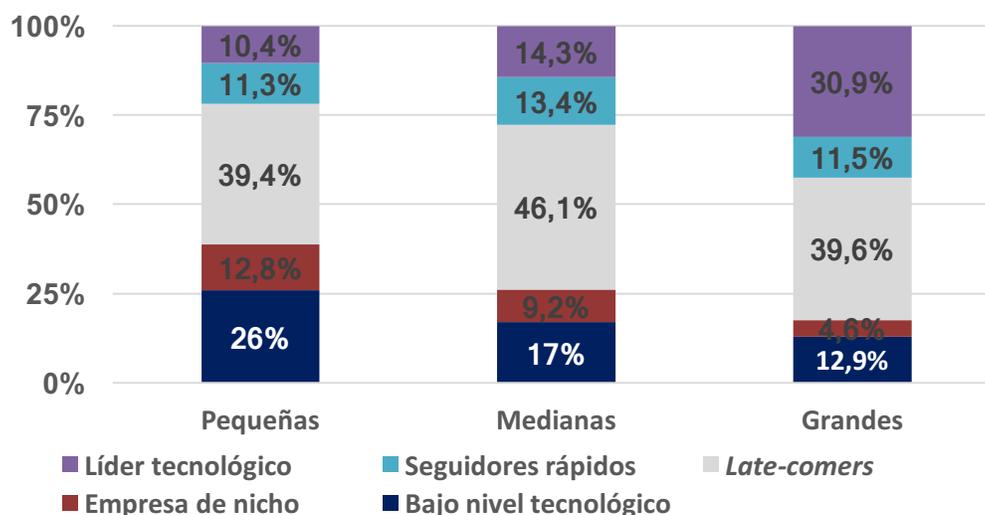
Vale la pena reforzar la importancia de los hallazgos mencionados previamente. Una de las principales ventajas involucradas en el modelo industrial 4.0 es la posibilidad de personalizar o particularizar las soluciones tecnológicas (*customized technologies*) y adaptarlas a las necesidades y rutinas organizacionales específicas de cada empresa. De esta manera, una parte central de la “formación 4.0” de los recursos humanos se debe realizar ineludiblemente dentro de los límites de la propia empresa. Dado que la formación digital de los trabajadores es una parte inherente al aprovechamiento efectivo de sistemas tecnológicos avanzados, la ausencia de planes habituales de este tipo de capacitación en una parte sustancial de la trama PyME bonaerense representa una barrera trascendente para inducir un salto tecnológico en la producción fabril de la provincia.

Finalmente, debe advertirse que la capacitación digital de los recursos humanos no debe ser interpretada como un flujo unidireccional de conocimiento en el que los trabajadores adoptan un rol de receptores pasivos. Por el contrario, una característica distintiva del paradigma 4.0 es el involucramiento activo de los trabajadores para inducir procesos de mejora continua. La participación activa de los recursos humanos y el uso de tecnologías avanzadas de gestión del conocimiento *intra-firma* estimula los saberes intangibles (*know-how*) de la empresa y las ganancias de productividad derivadas del *learning by doing*. Esto, a su vez, potencia la innovación incremental entre los líderes tecnológicos, mientras que lo contrario sucede con los productores más rezagados que desatienden la gestión del conocimiento al interior de la empresa. En el marco del modelo tecnológico 4.0 la gestión del conocimiento en cada una de sus etapas (generación de nueva información útil, almacenamiento y reutilización) es asistida por herramientas inteligentes. En este sentido, tal como se discutirá con mayor detalle en la subsección siguiente, se observa que el tejido industrial bonaerense presenta una limitación significativa en cuanto a la penetración de rutinas organizacionales y herramientas digitales modernas para gestionar el conocimiento *intra-firma*. Y, nuevamente, las diferencias entre empresas grandes y PyMEs son muy marcadas.

4. Información estadística

Tal como se dijo, la provincia de Buenos Aires cuenta con una estructura industrial amplia pero heterogénea, donde coexisten empresas de diferentes tamaños y capacidades tecnológicas y productivas muy dispares. Como revela el Gráfico 2, esta heterogeneidad se ve reflejada incluso en la percepción tecno-productiva que las empresas bonaerenses tienen sobre sí mismas.

Gráfico 2. Posición tecnológica con que se autoidentifican las empresas industriales bonaerenses. Años 2010-2012



Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

De acuerdo a los resultados observados, sólo el 10% de las pequeñas firmas industriales de la provincia de Buenos Aires se identifica a sí mismas como líderes tecnológicos; esa proporción crece al 22% si se incluye además a los que se consideran seguidores rápidos en materia tecnológica. Estas dos categorías sumadas alcanzan una proporción del 27% entre las medianas y llega al 42% entre las grandes empresas (recuérdese que el 82% de las empresas incluidas en el panel de la ENDEI analizado son PyMEs). La mayor parte de los industriales bonaerenses –en los tres tramos de tamaño– se autoposiciona en un lugar intermedio en materia tecnológica; en efecto, aquellos que innovan tardíamente y deciden incorporar tecnologías una vez que las mismas están maduras (*late-comers*) representan casi el 40% entre las pequeñas empresas, el 46% entre las medianas y el 40% entre las grandes. A su vez, un dato significativo es que una de cada cuatro empresas industriales pequeñas de la provincia de Buenos Aires se autoidentifica como de bajo nivel tecnológico.

Por su parte, el Gráfico 3 presenta las principales barreras internas (i.e. específicas de las empresas) que las industrias bonaerenses señalaron como limitante para llevar adelante procesos de innovación tecnológica. Algo más del 36% de las firmas del panel considera que el alto costo de la innovación en productos o procesos es el principal factor que dificulta el avance tecnológico. En segundo lugar, casi un 23% sostiene que la falta de personal calificado constituye una barrera relevante para innovar, aspecto que refleja que la incorporación de tecnología no necesariamente persigue una sustitución inmediata de mano de obra, sino que los recursos humanos calificados

resultan complementarios de (y necesarios para) los procesos de innovación. Por su parte, algo más de una de cada cinco empresas manifiesta insuficiencias de escala mínima para que la innovación resulte provechosa, mientras que un porcentaje similar menciona que los retornos esperados de la inversión innovativa resultan demasiado largos para la firma. Ambos factores, como así también el primero de los mencionados, ponen de manifiesto la importancia de las líneas de financiamiento específicas para promover la innovación empresarial.

Gráfico 3. Barreras internas para la innovación identificadas por las empresas industriales bonaerenses. Años 2010-2012

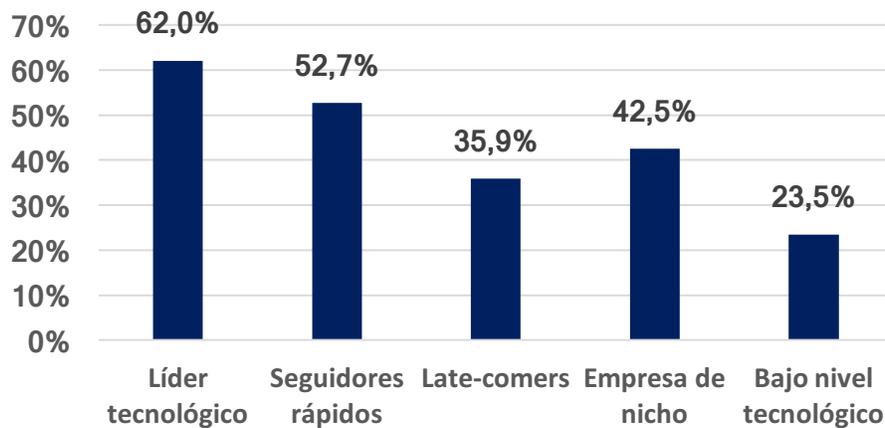


Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

Un aspecto significativo es que existe una variación limitada en la identificación de estas barreras de acuerdo al tamaño o la posición innovadora autopercebida. Entre las diferencias más relevantes se observa que casi uno de cada cuatro de los líderes innovadores y las empresas de nicho encuentra una barrera importante en la falta de proveedores especializados, mientras que solo el 14% de las firmas seguidoras, tanto rápidas como *late-comers*, identifica en dicho aspecto una barrera a la innovación.

Cuando se considera si, en los hechos, las empresas realizaron o no innovaciones, surgen desigualdades significativas según tamaño y autopercepción de las firmas en materia tecnológica. Esto se ve particularmente reflejado en el alcance dispar que muestran las actividades de investigación y desarrollo (I+D) realizadas internamente por las empresas con el objetivo de generar o aplicar nuevos conocimientos (Gráfico 4). Como se ve, el 62% de las firmas que se autoperceben como líderes tecnológicas en su sector realiza actividades de I+D; esa proporción desciende en el resto de los segmentos hasta alcanzar un mínimo del 23% entre quienes se autodefinen como empresas de bajo nivel tecnológico.

Gráfico 4. Esfuerzos de innovación en I+D realizados por las empresas industriales bonaerenses según la posición tecnológica con que se autoidentifican. Años 2010-2012

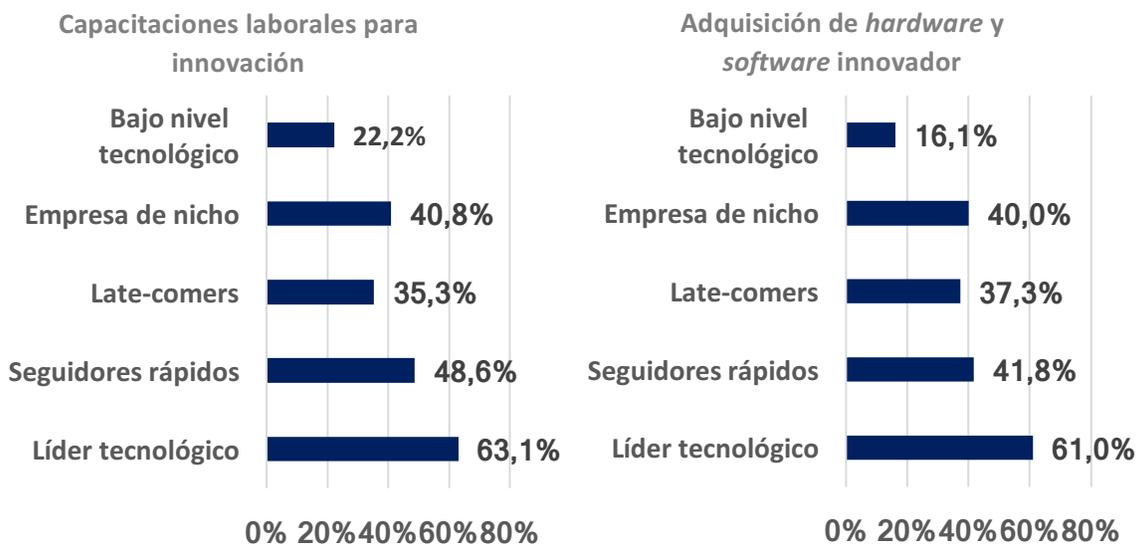


Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

Tal como fuera dicho, dos aspectos específicos que resultan clave en el modelo industrial 4.0 son la capacitación del personal de la firma para la introducción de innovaciones tecnológicas y la incorporación de herramientas novedosas de *hardware* y *software* a la actividad productiva. El Gráfico 5 permite apreciar la disparidad que existe en ambos aspectos dentro del empresariado manufacturero bonaerense, disparidad que refleja la heterogeneidad productiva y tecnológica que fuera mencionada. Dentro del reducido grupo de empresas que se autodefinen como líderes tecnológicas, el 63% y el 61% realizó acciones innovativas para la capacitación tecnológica de su personal y para adquirir *hardware* o *software* novedoso, respectivamente. La participación de quienes realizaron estos esfuerzos de innovación se reduce significativamente en el resto de los grupos hasta alcanzar un mínimo del 22% y el 16%, respectivamente, entre las firmas que se autoidentifican como de bajo nivel tecnológico.

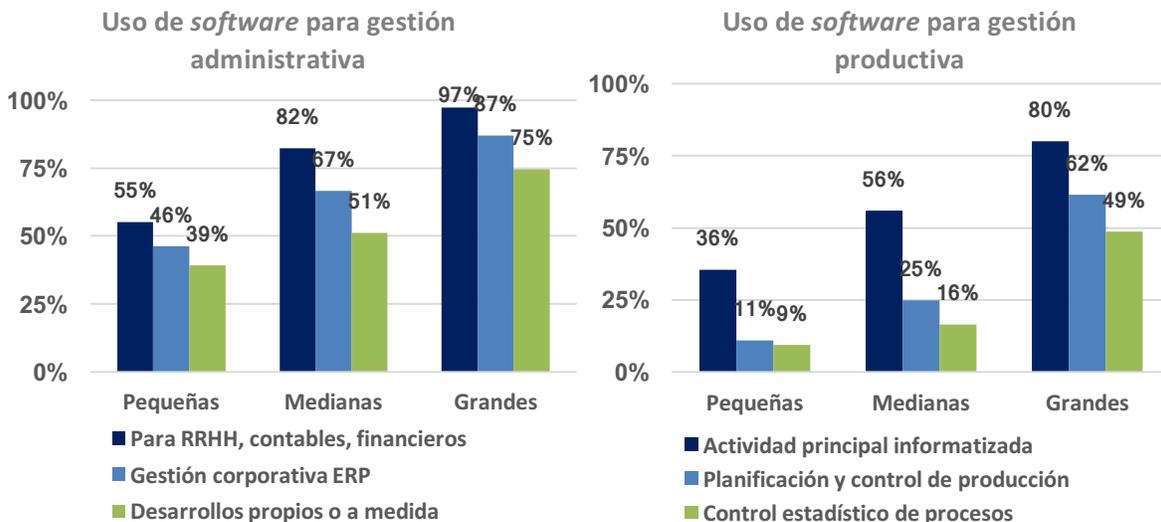
También existen diferencias respecto al tipo de *software* que las empresas adquieren y la intensidad con que lo utilizan, un punto de relevancia en el marco del modelo 4.0. Como se dijo en la sección anterior, el tipo de *software* más difundido entre las firmas bonaerenses está asociado a la gestión administrativa. El Gráfico 6 revela que un 55% de las pequeñas industrias de la provincia cuenta con *software* para gestión contable, financiera y de recursos humanos; además, un 39% tiene sistemas propios o realizado de acuerdo a sus necesidades. Para las empresas de mayor tamaño, por su parte, las herramientas de *software* administrativo son de uso virtualmente universal (97%) y tres de cada cuatro firmas cuentan con desarrollos a medida. Por su parte, el *software* para gestión ERP (*Enterprise Resource Planning*), programas de asistencia integral en la administración empresarial, están ausentes en más de la mitad de las empresas bonaerenses pequeñas; dos terceras partes de las firmas medianas cuentan con este tipo de *software* y, en el caso de las grandes, la cobertura es del 87%.

Gráfico 5. Esfuerzos de innovación en capacitación y en la adquisición de *hardware* y *software* realizados por las empresas industriales bonaerenses según la posición tecnológica con que se autoidentifican. Años 2010-2012



Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

Gráfico 6. Adopción de sistemas de *software* para gestión administrativa y productiva en las empresas industriales bonaerenses según tamaño de las empresas. Años 2010-2012



Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

El Gráfico 6 muestra que las mayores limitaciones (y las mayores heterogeneidades) en la utilización de *software* aparecen en una dimensión que, como se dijo antes, resulta crítica dentro del paradigma 4.0: el *software* que es aplicado específicamente al proceso productivo, incluyendo el control estadístico de las operaciones. Es allí donde se observan las mayores barreras para la plena informatización de las industrias de la provincia, muy especialmente en el segmento de las

PyMEs. Solamente el 36% de las empresas industriales pequeñas declara tener informatizada (al menos parcialmente) su principal actividad productiva, proporción que en el caso de las medianas es del 56%. Obsérvese que, incluso, dos de cada diez firmas industriales grandes no cuentan con una gestión informatizada de su línea central de producción.

Además, entre aquellas firmas que sí tienen informatizado su proceso de producción el porcentaje de cobertura de dicha informatización varía. En tres de cada cuatro firmas industriales grandes con su proceso productivo informatizado, el grado de informatización del mismo es superior al 50%. En cambio, en las PyMEs que declaran tener el proceso productivo parcialmente asistido y controlado por *software*, únicamente un 40% alcanza un grado semejante de cobertura informatizada. Para un 27% de las PyMEs industriales de la provincia con informatización parcial del proceso productivo, el grado de asistencia y control por *software* no llega a un cuarto de las tareas de producción.

Asimismo, las industrias bonaerenses exhiben particulares limitaciones en su capacidad de incorporar *software* para control estadístico de procesos y para planificar la producción, aspectos tecnológicos esenciales para avanzar en el modelo 4.0. Incluso entre las grandes empresas más de la mitad no utiliza *software* para llevar a cabo un análisis estadístico de su proceso productivo y un 38% no planifica ni controla la producción con *software* específico (Gráfico 6). Como es evidente, estas proporciones son mucho menores en el segmento de las PyMEs. Por caso, solo una de cada cuatro industrias bonaerenses de tamaño mediano y una de cada diez de tamaño pequeño planifican su producción a través de *software*. Y menos de un 10% de las industrias pequeñas realiza un control estadístico de sus procesos productivos con herramientas informáticas. Estas diferencias entre las empresas de distinto tamaño se reflejan, a su vez, en la existencia o no de áreas específicas dentro de las firmas que se dedican a gestionar los sistemas de *software* y las TICs. Mientras que un 72% de las grandes empresas industriales cuentan con un área y recursos humanos destinados específicamente a estas tareas, entre las PyMEs bonaerenses esa proporción se reduce a solo el 15%.

Entonces, resumiendo lo que estos resultados nos muestran en relación a algunos de los estándares centrales del modelo 4.0, puede decirse que dentro del tejido industrial bonaerense se ha conformado una brecha tecnológica particularmente amplia en cuanto a la desigual inversión en formación de los recursos humanos para la innovación, o “capacitación digital”, y también en lo que hace a la adopción y uso dispar de *software* específico para la gestión, planificación y control del proceso productivo, incluyendo el monitoreo digital y análisis estadístico del mismo.

Como se ha venido discutiendo hasta aquí, uno de los puntos constitutivos del paradigma industrial 4.0 se vincula a que las empresas puedan ejecutar un salto exponencial en su capacidad de análisis y explotación de datos relativos al proceso productivo (también en sus vínculos con proveedores y clientes, a lo que nos referiremos más adelante). La necesidad de contar con datos precisos de la producción no es nueva (por caso, el método de producción toyotista de la década de 1970 acentuó este punto en relación a las prácticas vigentes hasta entonces), pero el grado de uso de la información que contempla el universo 4.0 no guarda proporción con nada conocido en el pasado.

Una de las formas principales, como se dijo en la sección 2, en las que esta información se genera está vinculada a la proliferación de sensores digitales en distintas etapas del proceso, a fin de transmitir una “huella” o “trazo digital” pormenorizado de cada paso del proceso productivo de la firma. Sin embargo, también es necesario maximizar el uso de “tecnologías blandas”, vinculadas a las rutinas organizacionales que definen las prácticas interactivas entre los equipos de trabajo y

las estrategias para generar, codificar y transmitir información útil para la empresa. Resulta por ello relevante examinar la capacidad de las empresas industriales bonaerenses para gestionar el conocimiento y la información al interior de la propia firma.

La ENDEI ofrece información al respecto al indagar sobre: i) las prácticas que se utilizan para generar conocimiento útil para la toma de decisiones; ii) la forma de sistematizar o codificar los conocimientos que circulan al interior de la organización; y iii) la capacidad para distribuirlos y compartirlos entre los equipos de trabajo. A continuación, los Cuadros 1, 2 y 3 resumen los resultados encontrados y permiten esbozar ciertas tendencias estilizadas.

Cuadro 1. Gestión interna de la generación de conocimiento en las empresas industriales bonaerenses. Años 2010-2012

Rutinas organizacionales implementadas para generar conocimientos dentro de la empresa	Tamaño de empresa	
	PyMES	Grandes
Se estimula a los RRRHH a desarrollar procesos de mejora continua	51,6%	65,9%
La empresa tiene una estructura organizacional flexible y adaptativa a diferentes proyectos	61,2%	69,1%
Se fomentan reuniones de trabajo colaborativas para proponer nuevas formas de hacer las cosas	50,5%	75,6%
Se usan herramientas informáticas colaborativas para generar conocimiento	13,8%	31,8%

Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

Cuadro 2. Gestión interna de la codificación y almacenamiento de conocimiento en las empresas industriales bonaerenses. Años 2010-2012

Rutinas organizacionales implementadas para codificar y almacenar conocimientos en la empresa	Tamaño de empresa	
	PyMES	Grandes
Los procedimientos críticos están especificados (documentados) en manuales	44,6%	73,7%
Los manuales se actualizan acompañando los cambios en los procedimientos de trabajo	37,9%	63,8%
Se usa software específico para realizar el proceso de documentación de información	21,7%	63,0%
Se cuenta con una "biblioteca" de documentos, manuales, etc. relevantes para la actividad	35,4%	55,0%
Se cuenta con bases de conocimientos informatizados o sistemas expertos	19,3%	38,0%

Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

Cuadro 3. Gestión interna de la difusión de conocimiento en las empresas industriales bonaerenses. Años 2010-2012

Rutinas organizacionales utilizadas para la difusión de conocimientos útiles para la toma de decisiones	Tamaño de empresa	
	PyMES	Grandes
Los empleados pueden contactar expertos internos y externos a la empresas para realizar consultas	49,7%	75,1%
Se elaboran informes periódicos con novedades que se distribuyen a todo el personal	16,4%	47,0%
Existen empleados que participan en varios equipos y actúan como enlace entre ellos	31,9%	62,2%
Se usan sistemas y herramientas informáticas inteligentes	5,9%	29,5%

Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

En primer término, se observa que las prácticas organizacionales “blandas” en relación a la gestión del conocimiento al interior de las organizaciones exhiben una cierta difusión al interior de las empresas industriales bonaerenses, incluso en el segmento de las PyMEs. Por caso, cerca de la mitad de las pequeñas y medianas empresas industriales consultadas declaran que promueven entre sus trabajadores el desarrollo de procesos de mejora continua; que realizan encuentros periódicos de intercambio colaborativo para analizar y proponer mejoras en las forma de realizar las tareas; y que existen canales habituales de comunicación para que los empleados contacten a expertos internos y externos a la organización para recabar información. Esperablemente, en el caso de las empresas más grandes, la proporción de firmas que declara contar con este tipo de prácticas crece hasta ubicarse en un rango próximo al 65%-75%.

Sin embargo, la existencia de rutinas más formales para gestionar la creación, codificación y circulación de conocimientos novedosos para la firma es mucho menor. Por caso, solo el 38% de las PyMEs (el 64% en el caso de las empresas grandes) cuentan con manuales actualizados para documentar los cambios en los procedimientos de trabajo. Y menos de un 20% de las PyMEs (algo menos de la mitad de las grandes) elabora y circula de forma periódica informes con novedades relevantes de la empresa entre los empleados.

Finalmente, se observa que las tecnologías más modernas y sistematizadas que integran el paradigma 4.0 para gestionar el conocimiento de la organización –aquellas asociadas al uso de herramientas informáticas inteligentes– tienen un muy escaso grado de penetración en el tejido industrial bonaerense. Esperablemente, este hecho resulta particularmente notorio en el caso de las PyMEs. Más del 85% de estas empresas no cuenta con herramientas informáticas colaborativas para generar nuevo conocimiento útil para la organización. Más del 80% no usa sistemas expertos para codificar y almacenar experiencias novedosas en el ámbito del proceso productivo a fin de ser utilizadas en el futuro (un “sistema experto” es un *software* creado para reproducir el proceso secuencial de aprendizaje, razonamiento, decisión y acción de un experto humano). Debe tenerse en cuenta que, en la órbita de las tecnologías 4.0, y en particular en lo que hace a la inteligencia artificial, los sistemas expertos constituyen una pieza relevante. Otro ingrediente de la inteligencia artificial aplicada a procesos de producción son los sistemas o herramientas inteligentes (como los “almacenes de datos” o los agentes inteligentes de diagnóstico). De la información analizada, se desprende que solamente seis de cada cien PyMEs bonaerenses cuenta con este tipo de sistemas para la toma de decisiones.

El Cuadro 4 profundiza el análisis sobre la difusión de tecnologías 4.0 aplicadas a la gestión de conocimiento. Allí se observa la incidencia de los sistemas o herramientas informáticas para generar, codificar y difundir conocimiento e información al interior de las organizaciones de acuerdo al grado de desarrollo tecnológico autopercebido por cada empresa. En primer término, se ve que, predeciblemente, la difusión de las herramientas informáticas de gestión del conocimiento es menor a medida que la autopercepción de la empresa se aleja de la posición de frontera. Sin embargo, el resultado más interesante consiste en que el grado de adopción de herramientas informáticas para gestionar el conocimiento de manera intraorganizacional es muy limitado aun en aquellas empresas que se perciben como líderes tecnológicos. Más del 55% de las firmas que se definen de esa forma carecen de *software* específico para documentar el conocimiento que se genera intraorganizacionalmente y una proporción similar no cuenta con sistemas expertos para codificar y procesar conocimiento. Asimismo, tres de cada cuatro empresas industriales que se consideran líderes tecnológicos no tienen sistemas o herramientas inteligentes –herramientas que, como se dijo, integran la inteligencia artificial aplicada a procesos– para analizar información conducente a la toma de decisiones.

Cuadro 4. Grado de adopción de sistemas y herramientas informáticas para la gestión del conocimiento entre las empresas industriales bonaerenses. Años 2010-2012

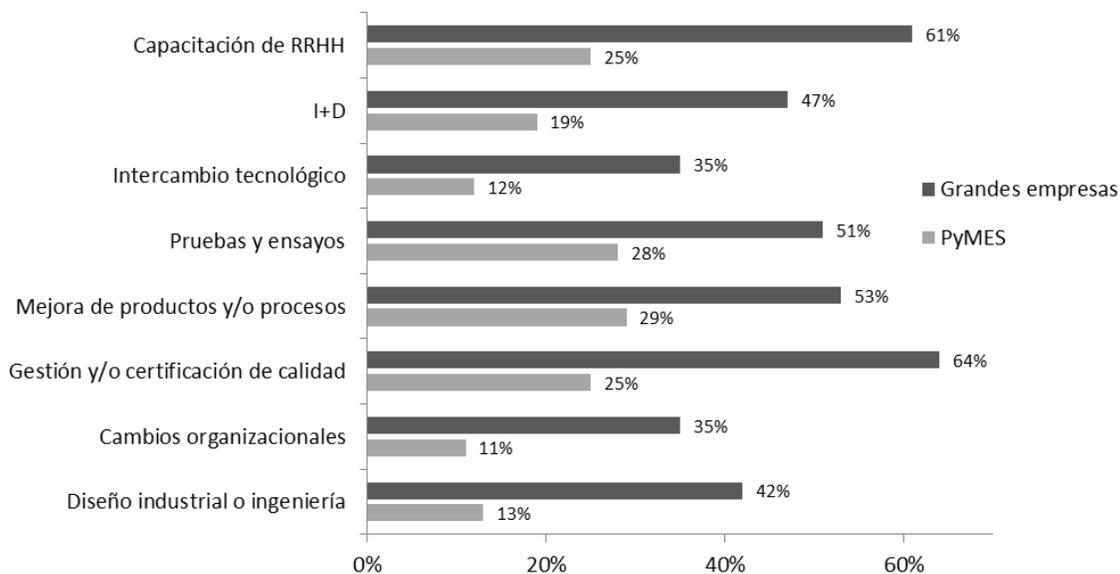
Sistemas o herramientas informáticas aplicadas a la gestión del conocimiento	Identificación tecnológica autopercebida				
	Líder tecnológico	Seguidores rápidos	Late-comers	Empresa de nicho	Bajo nivel tecnológico
Se usan herramientas informáticas colaborativas para generar conocimiento	29,7%	20,7%	16,9%	15,3%	8,0%
Se usa software específico para realizar el proceso de documentación de información	43,0%	33,0%	26,0%	24,1%	18,2%
Se cuenta con bases de conocimientos informatizadas o sistemas expertos	43,2%	24,3%	22,2%	23,1%	9,7%
Se usan herramientas informáticas inteligentes para difusión de conocimientos	25,5%	12,0%	7,6%	9,5%	4,2%

Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

Finalmente, vale la pena considerar un último punto que no ha sido tratado hasta aquí. La difusión y asimilación de las tecnologías que componen el modelo 4.0 no implica solamente un cambio de rutinas al interior de las empresas, sino que también comprende un cambio en las relaciones sistémicas interactivas, las cuales se despliegan bajo una lógica de red. En este sentido, un aspecto significativo de las capacidades de desarrollo tecnológico e innovativo de las empresas está relacionado a sus conductas de interacción o vinculación con otros actores o agentes del ecosistema tecnológico en el que la firma se desenvuelve. Esta lógica asume que el aprendizaje por interacción constituye un componente importante del desarrollo tecnológico y, por tanto, entiende que un mayor uso de los canales interactivos entre los distintos agentes del sistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI) promueve y acelera la transferencia de conocimientos. La literatura especializada internacional tiende a confirmar esta idea a partir de diversos análisis de casos; un mayor nivel de vinculación tecnológica entre los actores empresariales y el resto de las instituciones (públicas y privadas) del entorno CTI mejora las capacidades empresariales para desarrollar, adaptar y absorber tecnologías y métodos productivos u organizacionales novedosos.

Los resultados de la ENDEI ofrecen información relevante para analizar algunas tendencias de la conducta de vinculación de las industrias bonaerenses con otros actores del sistema CTI, incluyendo a empresas del mismo grupo (o la casa matriz), otras firmas, Cámaras empresariales, Universidades, instituciones públicas de CyT (nacionales y provinciales), y programas públicos de apoyo a la innovación. A su vez, los objetivos de la vinculación relevados son múltiples, incluyendo la realización de I+D, intercambio tecnológico, gestión de calidad, cambios organizacionales, o la capacitación de recursos humanos, entre otros.

Gráfico 7. Proporción de empresas industriales bonaerenses con vinculación tecnológica (según objetivo de la vinculación). Años 2010-2012



Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

El Gráfico 7 sintetiza los resultados encontrados. En primer término, de manera esperable, se observa que las grandes empresas exhiben una incidencia muy superior –entre dos y tres veces mayor, según el propósito de la interacción– en sus conductas de vinculación que las PyMEs de la provincia. De acuerdo a estos resultados, en ninguno de los objetivos considerados la proporción de PyMEs industriales bonaerenses con una conducta de vinculación tecnológica efectiva superó el 30%. En particular, resulta notable el bajo nivel de vinculación de las PyMEs en relación a aquellos objetivos tecnológicos más “duros”, tales como la realización de actividades de I+D (19%), diseño industrial o ingeniería (13%) e intercambio tecnológico (12%). Más de la mitad de las grandes empresas bonaerenses, en cambio, usaron canales de interacción con otros agentes CTI con fines de pruebas y ensayos (51%), mejora de productos y procesos (53%), capacitación (61%) y gestión de calidad (64%).

Finalmente, el Cuadro 5 expone el grado de vinculación entre las empresas industriales bonaerenses y las Universidades e instituciones y programas públicos de la órbita CyT. Según se desprende de la información presentada, la vinculación de las industrias bonaerenses con el sector público (nacional y/o provincial) con propósitos tecnológicos es muy limitada, en especial en las PyMEs; excepto en la interacción con instituciones públicas CyT para realizar pruebas y ensayos, la incidencia de la vinculación entre las PyMEs bonaerenses y los organismos o programas estatales es menor al 10% y, en la mayoría de los casos, menor al 5%. En aquellos rubros tecnológicos más “duros”, la proporción de PyMEs vinculadas con instituciones o programas públicos alcanzó un

máximo del 4% (I+D con instituciones públicas de CyT). En las industrias de mayor tamaño los vínculos con el sector público son algo más intensos. Una de cada cuatro firmas grandes manifestó haber establecido un vínculo con Universidades a fin de realizar tareas de capacitación tecnológica de sus recursos humanos y una proporción similar lo hizo con instituciones públicas de CyT con el objetivo de realizar pruebas y ensayos. La vinculación entre empresas grandes y las instituciones o programas públicos alcanzó una proporción máxima del 12% (I+D con instituciones públicas de CyT).

Cuadro 5
Gado de vinculación tecnológica de las empresas industriales bonaerenses con Universidades e instituciones y programas públicos. Años 2010-2012

Objetivo de la vinculación	Vinculación con Universidades		Vinculación con instituciones públicas CyT		Vinculación con programas públicos	
	PyMES	Grandes	PyMES	Grandes	PyMES	Grandes
Capacitación de RRHH	5,0%	25,3%	5,2%	15,2%	1,6%	3,2%
I+D	3,8%	11,5%	4,1%	12,4%	0,9%	1,8%
Intercambio tecnológico	1,1%	3,7%	1,9%	6,9%	-	-
Pruebas y ensayos	3,5%	12,4%	10,0%	24,0%	-	-
Mejora de productos y/o procesos	2,4%	5,5%	5,2%	10,1%	-	-
Gestión y/o certificación de calidad	1,2%	4,1%	7,0%	15,2%	1,1%	2,3%
Cambios organizacionales	-	-	-	-	0,4%	-
Diseño industrial o ingeniería	1,5%	3,7%	1,6%	3,2%	-	-

Fuente: elaboración propia en base a ENDEI

Para concluir esta sección, una aclaración sobre las potenciales divergencias del cuadro de diagnóstico esbozado en esta sección entre los distintos espacios del territorio bonaerense. La información proveniente de la ENDEI no permitió realizar ningún tipo de corte de naturaleza geográfica. Por su parte, la información de la ClinTEC sí ofreció esa alternativa, pero al comparar los diagnósticos tecnológicos sobre las empresas ubicadas en el conurbano bonaerense con los correspondientes a las empresas del resto de la provincia no se encontraron diferencias concluyentes en aspectos tales como la valoración de las TICs por parte de las firmas, el grado de utilización de software para la gestión productiva, o el control de calidad de los procesos. Sin embargo, es indudable que se requiere contar con información primaria más detallada y representativa en esta materia para evaluar con mayor certeza las potenciales disparidades regionales –y también sectoriales– en el grado de adopción de soluciones digitales por parte de las industrias bonaerenses y la disposición manifestada para avanzar en ese camino.

5. Principales problemáticas identificadas

Sobre la base de la bibliografía secundaria consultada y, esencialmente, del análisis de la información primaria proveniente de la ClinTEC y la ENDEI, se identifican a continuación una serie de áreas con potencial para intervenir desde la órbita CTI provincial en función de promover una difusión gradual del paradigma 4.0 entre las empresas industriales de la provincia. La identificación propuesta no debe ser interpretada como única y definitiva, sino como un punto de partida desde el cual sea posible proyectar nuevos espacios de intervención efectivos.

5.1 Ausencia de visión estratégica respecto a las potencialidades de las tecnologías 4.0

Un primer obstáculo de índole general que atenta contra la difusión de las tecnologías digitales que caracterizan al modelo industrial 4.0 pasa por la inexistencia de una definida visión empresarial estratégica respecto a las enormes potencialidades que estas tecnologías involucran y, a la vez, del riesgo que supone retrasar su incorporación al tejido productivo local. El modelo 4.0 es un proceso en marcha e imparable. En el marco de la creciente fragmentación productiva que caracteriza a las cadenas globales de valor es de esperar que, de manera cada vez más intensa y extendida, los clientes corporativos de las industrias bonaerenses (sean éstos locales o de otros países) exijan la utilización de *software* y/o plataformas digitales para hacer pedidos, garantizar la trazabilidad de los productos, realizar gestiones de pagos on-line, etc. Los proveedores de algunas cadenas de valor que no logren producir y gestionar sus procesos bajo la lógica del paradigma 4.0 muy probablemente enfrentarán crecientes dificultades para integrarse a las mismas.

Este cuadro de situación no es inesperado ni privativo de nuestro país, en tanto la conformación de un consenso alrededor del paradigma 4.0 es una tendencia muy reciente –y todavía inconclusa– aun dentro del empresariado de las principales potencias industriales del mundo. Pero en el escenario local se suma una dificultad adicional dada la histórica inestabilidad del entorno macroeconómico; este hecho introduce comprensibles reticencias empresariales en relación a la necesidad (o posibilidad) de invertir en estas tecnologías; recuérdese que, según un estudio reciente ya citado, más del 60% de los empresarios nacionales dijo no estar tomando ninguna acción para adoptar tecnologías 4.0.

En este contexto, los empresarios PyME de la provincia de Buenos Aires se enfrentan al desafío de gestionar una producción cada vez más flexible, caracterizada por la elaboración de productos con un ciclo de vida corto, el abastecimiento de demandas puntuales (*customerización*) e intermitentes (por la caída de muchas barreras de entrada a los distintos negocios y también porque el *e-commerce* corre las fronteras de los mercados para el empresariado local pero también los obliga a competir con un mayor número de empresas). Asimismo, enfrentan el reto de jerarquizar tecnologías en un contexto de cambio tecnológico permanente; gestionar y analizar información novedosa; y mejorar su capacidad para entender las necesidades de los clientes y poder ofrecer soluciones adecuadas a medida. Es evidente que todo esto obliga al desarrollo de nuevas habilidades gerenciales blandas en función de transitar de manera gradual un pasaje hacia la conformación de “empresarios 4.0”.

En este sentido puede resultar conveniente, como medida de índole transversal, articular estrategias de intervención conjunta entre las distintas instancias gubernamentales de la provincia y las instituciones CTI a fin de promover entre el empresariado industrial bonaerense la difusión de información sobre las tecnologías y rutinas organizacionales que componen el paradigma de la industria 4.0, incluyendo su enorme potencialidad para incrementar la productividad y mejorar los procesos integrales de gestión.

La difusión sugerida debería también desarticular esa falsa noción de que el modelo de la industria 4.0 requiere adoptar todas las tecnologías de frontera (y las prácticas organizacionales asociadas a ellas) de forma simultánea, un objetivo que, en lo inmediato, resulta completamente inalcanzable para la enorme mayoría de las empresas. Vale la pena promover el “paradigma simple” de la industria 4.0, esto es, divulgar la posibilidad de convertir gradualmente procesos tradicionales en inteligentes y también mostrar que muchas soluciones 4.0. pueden ser desarrolladas por la propia empresa sin requerir altas inversiones.

Finalmente, también debería difundirse la importancia de adoptar gradualmente modelos de negocios que ubican al cliente o usuario en el centro de la escena, lo cual requiere construir canales ágiles para garantizar una comunicación “en tiempo real” –o lo más próximo a esa meta– con ellos. Esto no solo conlleva a repensar el modo de producir lo mismo que actualmente se produce, sino que conduce a dotar de mayores funcionalidades a los productos tradicionales (promoviendo el pasaje a una generación de productos inteligentes/plataformas). Este escenario involucra obviamente desafíos muy complejos, pero también es importante remarcar que se abren para los *first-movers* oportunidades novedosas de negocios y nuevos mercados potenciales.

5.2 Déficit en la utilización de *software* aplicado a la gestión empresarial

La incorporación generalizada de *software* y herramientas inteligentes para sistematizar y facilitar la gestión organizacional de las empresas es uno de los primeros pasos para avanzar hacia el modelo industrial 4.0. Como se discutió en este informe, existe un fuerte déficit en el uso integral de *software* y sistemas inteligentes en el tejido industrial bonaerense, sobre todo en lo relativo a la gestión del proceso productivo, su planificación y su control estadístico. La asistencia de las instituciones CTI a las empresas provinciales, fundamentalmente a las del segmento PyME, respecto a las estrategias más adecuadas para que éstas reduzcan gradualmente el déficit de *software* con el que operan representa un desafío prioritario en función de promover la transición 4.0.

La Argentina y la provincia de Buenos Aires cuentan con un sector productor de *software* y servicios informáticos de muy alto desarrollo y probadas capacidades de abastecimiento a empresas nacionales y transnacionales, un activo muy relevante para avanzar en el desafío aquí mencionado. Las instituciones CTI locales pueden jugar un rol articulador fundamental entre dicho sector y las pequeñas y medianas industrias bonaerenses a fin de evaluar y establecer el diseño específico de *software* más apropiado para cada una de las diversas realidades productivas y tecnológicas que caracterizan a los múltiples sectores de actividad industrial de la provincia y a las distintas firmas al interior de esos sectores. Se destaca, en este punto, la potencialidad de utilizar las capacidades de identificación de demandas y realización de diagnósticos tecnológicos con los que cuenta la ClinTEC del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (véase sección 4.2 del Tomo IV de este informe).

5.3 Insuficiencia de “formación digital” en los recursos humanos de las empresas

Tal como se discutió a lo largo de este informe, la adopción de soluciones tecnológicas asociadas al modelo 4.0 no se agota en la necesidad de incorporar elementos de tecnología “dura”, como sistemas, herramientas y máquinas inteligentes. Una absorción tecnológica plena y una adecuada adaptación de la tecnología novedosa a las necesidades de cada empresa requiere establecer prácticas habituales de capacitación digital de los recursos humanos de la organización.

En la actualidad, el tejido industrial bonaerense exhibe una brecha manifiesta alrededor de este factor clave. Un reducido núcleo de empresas dinámicas en materia tecnológica parece consciente de la relevancia de la capacitación digital o innovativa en el marco de la transformación 4.0. Casi dos terceras partes de los líderes tecnológicos provinciales desarrollaron capacitaciones laborales de este tipo y más del 60% de las grandes empresas realizaron vinculación tecnológica a fin de capacitar a sus trabajadores. Sin embargo, el grueso de las firmas industriales bonaerenses no realizó ninguna acción concreta en este sentido.

Existe un amplio espacio para desarrollar una estrategia de asistencia desde el entorno de las instituciones CTI locales a fin de atender el déficit de capacitación digital descripto. Téngase en

cuenta, como se dijo en el informe, que tan solo un 5% de las PyMEs industriales de la provincia emprendieron acciones de vinculación tecnológica con Universidades o con instituciones públicas CyT para capacitar a sus recursos humanos.

Por otro lado, y desde una óptica de más largo plazo, existen también desafíos de formación de los recursos humanos que trascienden lo estrictamente referido a las habilidades digitales. La absorción plena del modelo 4.0 requiere trabajadores polivalentes, que apliquen el pensamiento lateral, sepan cómo lidiar con problemas complejos y cuenten con capacidades adecuadas para comunicarse y gestionar el conocimiento adquirido en sus funciones. Avanzar en este camino de formación integral de “trabajadores 4.0” requiere un involucramiento amplio de las instituciones educativas y de formación laboral, en términos de replanteo de contenidos, métodos pedagógicos y experiencias formativas. Como es obvio, no se trata de un desafío sobre el que se pueda operar en plazos inmediatos, pero es necesario comenzar a recorrer los caminos que posibiliten iniciar estas transformaciones.

5.4 Escasa difusión en el uso de sensores digitales dentro del proceso productivo

La informatización, automatización y optimización de los procesos productivos es uno de los ejes del modelo 4.0. Al contar con tecnología para generar, almacenar, procesar y utilizar de forma constante datos en tiempo real, el paradigma 4.0 permite lograr estándares de producción mucho más eficiente que en el pasado. Esta estrategia requiere un cambio disruptivo en materia de incorporación y utilización de sensores inteligentes. Como se dijo, los sensores digitales en distintas etapas del proceso posibilitan contar con una “huella digital” de cada paso del proceso productivo de la firma, lo que permite minimizar los desperdicios, desacoples, tiempos muertos productivos y los problemas de seguridad industrial. A su vez, estos sensores pueden encontrarse interconectados, habilitando la inteligencia artificial aplicada a procesos y el llamado *IIoT*, factores que inducen un salto inédito de la conectividad y automatización en las empresas industriales.

Sin embargo, como se vio, los sensores, herramientas y sistemas inteligentes de monitoreo y medición constante del proceso productivo se encuentran escasamente difundidos a lo largo del tejido industrial bonaerense. Incluso entre el reducido núcleo de empresas autopercebidas como líderes tecnológicos el 75% no cuenta con herramientas inteligentes de análisis de información conducente a la toma de decisiones.

En este sentido, el asesoramiento desde el ecosistema CTI en materia de diseño e incorporación gradual de sensores inteligentes a las empresas se constituye como un desafío muy relevante para promover el modelo 4.0 en la matriz industrial bonaerense. Uno de los elementos a considerar en este punto –retomando lo expresado en el punto 5.1 sobre la necesidad de rebatir ciertos preconceptos que rodean al paradigma 4.0– consiste en desarmar la falsa noción del “todo o nada” y enfatizar la factibilidad de promover una automatización progresiva de procesos, lo cual –además– no siempre requiere inversiones cuantiosas en robótica (existen, por caso, soluciones de calidad de producto y análisis de imágenes de piezas a partir del uso de inteligencia artificial que son relativamente fáciles de programar).

Un aspecto adicional a considerar en este punto está vinculado a la evaluación de la cadena de proveedores especializados en los insumos necesarios para avanzar en el terreno aquí discutido (sensores digitales, servidores de almacenamiento de datos, robots y otras maquinarias automatizadas, servicios de *ciberseguridad* y desarrollos específicos de inteligencia artificial, entre otros). En tal sentido, resultaría deseable explorar estrategias de desarrollo de una cadena de proveedores locales –en los segmentos que se consideren factibles– de forma tal de evitar la dependencia exclusiva del abastecimiento externo, un factor que podría demorar la adopción de

tecnologías por los mayores costos de transacción asociados al asesoramiento, implementación y adaptación a medida de las soluciones tecnológicas ofrecidas.

5.5 Déficit en dimensiones organizacionales *intra e interfirma*

A lo largo de este informe se identificaron déficits en dos dimensiones organizacionales relevantes en el marco del paradigma 4.0. Por un lado, las industrias provinciales manifiestan capacidades limitadas para gestionar el conocimiento al interior de la propia organización. Por otro lado, también se observan dificultades importantes en las relaciones sistémicas interactivas de estas empresas con agentes externos del entorno CTI a fin de mejorar de manera incremental y progresiva sus capacidades tecnológicas (estas relaciones interactivas podrían dar respuesta a las necesidades de asistencia técnica por parte de las empresas para escoger y jerarquizar tecnologías novedosas y dinámicas, validar modelos y prototipos, hacer ensayos, capacitar recursos humanos, entre muchas otras).

En relación al primer punto resulta destacable que incluso en aquellas firmas que se ven a sí mismas como líderes tecnológicos la adopción de herramientas informáticas inteligentes para gestionar el conocimiento intraorganizacional es poco frecuente, siendo en cambio más comunes las rutinas menos formales o sistematizadas. En relación al segundo punto, se observa una escasa utilización por parte de las empresas provinciales de los canales de vinculación tecnológica para interactuar con otros agentes del entorno CTI. En particular, el 70% de las PyMEs industriales manifiesta no haberse vinculado con ningún actor externo con fines tecnológicos. Dado que, como se dijo antes, está establecido que el aprendizaje por interacción induce el desarrollo tecnológico de las empresas, el déficit en el uso fluido de los canales interactivos del sistema CTI provincial representa un problema para la difusión de las tecnologías 4.0.

Ambos aspectos requieren una alteración de las rutinas organizacionales predominantes al interior de las empresas industriales de la provincia. Incluso es posible establecer un vínculo entre ambas dimensiones, en el sentido de que un mayor grado de interacción de las empresas con agentes tecnológicos externos puede poner de manifiesto la necesidad de mejorar las prácticas organizacionales internas para almacenar y difundir la información y el *know how* útil para la toma de decisiones.

En este sentido, la consolidada trama bonaerense de instituciones CTI, en el marco de decisiones de política pública que lo hagan posible, puede desempeñar un rol importante a fin de promover lazos mucho más activos de vinculación tecnológica entre las empresas industriales de la provincia. En la sección 4 del Tomo IV de este informe se volverá sobre este punto en relación a las posibilidades de escalar el programa ClinTEC del MCTI de la provincia para asistir en la reversión del déficit de vinculación mencionado y también para aportar información que permita enfrentar otras de las insuficiencias tecnológicas manifestadas en los puntos previos.

B. INDUSTRIAS CREATIVAS: SOFTWARE

1. Introducción

Las industrias creativas suelen ser definidas como aquellas actividades económicas que utilizan de manera especialmente intensiva el capital intelectual y el talento como principales insumos para ser llevadas a cabo. Así, las industrias creativas comprenden una gama muy variada de disciplinas, incluyendo la edición (musical, editorial, audiovisual), las artes escénicas y visuales, el diseño bajo múltiples formas (gráfico, interactivo, industrial, dirigido a la moda y los accesorios), los servicios de arquitectura, la producción de piezas publicitarias, la elaboración de *software*, entre otras. En este informe se hará exclusivamente foco en la industria del *software* y los servicios informáticos en el ámbito de la provincia de Buenos Aires.

La producción de *software* se caracteriza por vincularse de forma transversal con todo el entramado productivo de una economía y, a la vez, por contar con un importante potencial para la transformación disruptiva de dicho entramado en término de productividad, agregación de valor, y proyección a los mercados globales. Al mismo tiempo, los diferentes desarrollos y aplicaciones surgidos del sector de *software* han ido penetrando de forma cada vez más intensa y difundida en el ámbito de los hogares, reconfigurando distintos aspectos de las relaciones entre las personas y, también, entre las personas y las cosas. La difusión extensiva de la telefonía móvil e inteligente, el uso de internet, redes sociales y aplicaciones, y la creciente expansión de las actividades *on-line* se han convertido en elementos característicos de la *economía digital* (CEPAL, 2013).

Los desarrollos informáticos cobraron una aceleración notable en el mundo en las últimas décadas, en el marco del –así llamado– paradigma TIC. En nuestro país, el sector de *software* y servicios informáticos creció de forma muy dinámica en los últimos 15 o 20 años y alcanzó un desempeño notable en términos de empleo, surgimiento de empresas y dinamismo exportador. Por su parte, en el espacio de la provincia de Buenos Aires, la segunda jurisdicción tras la CABA en cuanto a la relevancia de la actividad en el agregado nacional, el sector se caracteriza por presentar un universo de unas mil empresas de diversa escala, estando algo más de la mitad ubicadas en el conurbano y el resto en el interior de la provincia de Buenos Aires (muchas de ellas agrupadas alrededor de alguno de los *clusters* o polos IT con los que cuenta la provincia).

En general, los recursos de *hardware* utilizados por el sector de *software* en la provincia de Buenos Aires y en el resto del país encuentran su origen en el mercado externo (es el caso de las computadoras y/o de sus componentes centrales, los sistemas operativos y los servidores para almacenamiento de datos, entre otros). Sin embargo, el elemento distintivo que se constituye como el principal insumo crítico para esta actividad son los recursos humanos, dado que el costo de producción física de un paquete de *software* –incluyendo las necesidades de infraestructura– es insignificante en relación al costo que supone su desarrollo en términos de tiempo y creatividad empleado por parte los programadores y desarrolladores.

La mayoría de los programadores de *software* que actúan en las empresas ubicadas en territorio bonaerense se forman en las múltiples Universidades de la propia provincia (también en la Universidad de Buenos Aires, de larga tradición en carreras vinculadas a sistemas) y cuentan con muy buenas capacidades y habilidades cognitivas, lo cual dota a las empresas locales de un activo estratégico en relación a sus competidoras de otros países emergentes. De todas formas, la programación –por lo menos, en los segmentos de menor complejidad relativa– se caracteriza de manera especialmente intensa por la relevancia de los mecanismos de *learning by doing*, por lo

que también existen trabajadores en el sector sin formación universitaria formal (o sin haber alcanzado la completitud de en dicha formación). Como se analizará a lo largo de este informe, existe en esta actividad una marcada escasez de recursos humanos (en sus distintos grados de calificación), por lo que la demanda de trabajadores supera con creces la oferta existente y la competencia por los mismos constituye un problema relevante para las empresas del sector.

La industria doméstica de *software* se ubica cerca de la frontera tecnológica internacional. Si bien no se suelen observar a nivel local grandes desarrollos de I+D sectorial (por caso, a partir de soluciones novedosas a problemas matemáticos que tengan aplicación al campo informático), la capacidad de desarrollar *software de aplicación* y ofrecer soluciones en el campo de los servicios informáticos de las empresas argentinas del rubro es reconocida internacionalmente. Las firmas locales suelen estar especializadas en la elaboración de lo que se denomina *software factory* (la programación a medida de una solución específica requerida por el cliente), pero también existen firmas que realizan desarrollos autónomos para ofrecerlos en el mercado (*empresas de producto*). A la vez, las empresas locales de *software* se mueven en múltiples segmentos, pero en los últimos años comenzó a observarse una incipiente especialización en los desarrollos vinculados a *agrotech* y *fintech*.

Como se dijo, el sector cuenta con un alto nivel de desarrollo en relación a otros países emergentes, lo cual se encuentra fundamentalmente asentado en el talento y creatividad de los recursos humanos locales para ofrecer soluciones adecuadas en tiempos más cortos que la competencia (en este sentido, una hora de programación nacional alcanza valores más elevados en el mercado internacional que la de otros países competidores). Sin embargo, también existen problemas difundidos que limitan la productividad del sector, entre los que se destacan las insuficiencias de conectividad digital, incluyendo una baja y/o intermitente señal de conexión a internet, escasa velocidad de la prestación y frecuentes cortes del suministro eléctrico.

2. Orígenes y evolución de la actividad

El origen de la actividad informática en la Argentina se remonta, al menos, a la década de 1950. Los profesionales pioneros que se interesaron en este campo –por entonces completamente incipiente– no imaginaban el rol protagónico y masivo que las computadoras alcanzarían a tener en los distintos procesos empresariales, sino que esperaban que éstas pudieran resolver algunos cálculos matemáticos complejos con aplicaciones científicas específicas (CESSI, 2014, p. 14).

A partir de entonces el desarrollo de la actividad informática en nuestro país nunca detuvo su marcha, pero es indudable que en las últimas tres décadas experimentó una gran aceleración en cuanto a la transformación exhibida en sus prestaciones y, sobre todo, a su masificación. La combinación de la reducción del tamaño de los equipos, la mayor capacidad (y velocidad) de procesamiento y almacenamiento de la información, la difusión de la conectividad en red y el abaratamiento comercial de las computadoras y sus accesorios potenciaron de forma inédita al sector en nuestro país, tal como ocurrió en la mayoría de las economías del mundo.

A partir de la década de 1990 se observa una mayor confluencia en el desarrollo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información, lo cual dio origen al surgimiento de nuevas empresas de alta tecnología a nivel nacional que comienzan progresivamente a difundir el uso de estas tecnologías novedosas de forma transversal a la matriz productiva.

En este marco, comienza a desarrollarse el sector de *software* y servicios informáticos, en un principio traccionado fundamentalmente por la demanda del sector financiero y algunos otros

sectores seguidores, pero rápidamente extendido al resto de las actividades económicas. Inicialmente, las empresas del sector tuvieron un sesgo hacia el mercado interno y concentraron sus capacidades en el abastecimiento del empresariado doméstico. Si bien existían antecedentes importantes –por caso, en la órbita de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA–, por aquellos años comenzaron a surgir nuevas carreras terciarias y universitarias para formar profesionales en informática y sistemas. Asimismo, en 1990 se crea la Cámara de Empresas de *Software* y Servicios Informáticos (CESSI), que reemplazó a la Cámara de Empresas de Software (CES), primera asociación empresarial sectorial de nuestro país fundada ocho años antes. Actualmente, la CESSI nuclea a unas 800 empresas y entidades dedicadas al desarrollo, producción, comercialización e implementación de *software* y otros servicios conexos en la Argentina.

Tras la crisis económica de inicios de milenio y la fuerte devaluación de la moneda que siguió al abandono del plan de Convertibilidad, la actividad se reconfiguró y comenzó a exhibir un mayor perfil exportador sobre la base de sus capacidades previas. Este desarrollo, a su vez, tuvo otro de sus pilares en la política de promoción sectorial, que incluyó el establecimiento de fondos nacionales como el FONTAR y el FONSOFT y la *Ley de Software* del año 2004, que otorgó importantes beneficios fiscales a las empresas del sector y estimuló el aumento de las ventas al exterior. Estos instrumentos públicos de promoción sectorial también parecen haber sido exitosos en términos de estimular la conducta innovadora de las firmas, impulsando el desarrollo y llegada de nuevos productos y servicios al mercado (Pereira et al. 2016, ofrecen evidencia econométrica respecto a este punto).

El crecimiento del número de empresas productoras de *software* resulta notable. Hacia el trienio 2000-2002 existían en el país unas dos mil empresas registradas; actualmente el número de firmas existentes ronda las cinco mil. El éxito sectorial en materia exportadora es igualmente sorprendente. En 2005, desde la Argentina se exportaba poco más US\$ 200 millones en concepto de *software* y el resultado de la balanza comercial sectorial era apenas positivo. Seis años más tarde, en 2011, las exportaciones superaron los US\$ 1500 millones y el superávit sectorial superó los US\$ 1000 millones. Desde entonces las exportaciones sufrieron una cierta oscilación y las importaciones ganaron terreno, pero de todas formas el sector siguió exhibiendo un resultado comercial estructuralmente superavitario, nunca menor a los US\$ 500 millones anuales.

3. El complejo en el contexto provincial

Tal como sucede a nivel nacional, el sector productor de *software* y servicios informáticos bonaerense es sumamente dinámico y ha ganado vinculación con el resto de la trama productiva local. Los productos, servicios y aplicaciones desarrollados por el sector provén a firmas de muy distinta escala y diversas actividades económicas.

Como es sabido, la revolución tecnológica articulada alrededor del paradigma TIC introdujo importantes cambios en los procesos de producción y las conductas empresariales. Estos cambios –que, por supuesto, se siguen manifestando– han sido posibles, como se dijo antes, como una consecuencia combinada del incremento significativo en la potencia de los procesadores computacionales, la aparición incesante de nuevos desarrollos y aplicaciones, la inédita capacidad de interconectividad digital en red y el gradual abaratamiento relativo de los equipos y accesorios informáticos.

En este marco de cambios acelerados, el uso intensivo de programas y aplicaciones de *software* y herramientas inteligentes representa hoy para las empresas uno de los elementos clave para ganar capacidad competitiva a partir de la digitalización de procesos y actividades, lo cual

incluye el procesamiento, la sistematización y la disposición de datos aplicados a la producción y otros espacios de la gestión empresarial (véase en este mismo trabajo el análisis sobre el alcance y las limitaciones del modelo industrial 4.0 en la provincia de Buenos Aires).

Muchas de las empresas de *software* de la provincia tienden a localizarse en distritos en los que existen Universidades que ofrecen carreras vinculadas a las actividades informáticas, con el objetivo de facilitar la captación de recursos humanos calificados (aun cuando los mismos no hayan culminado sus estudios formales).

En general, las empresas del sector en la provincia no cuentan con una infraestructura considerable, dado que no es un factor necesario para llevar adelante las actividades diarias. Muchas veces, incluso, las empresas del rubro carecen de inmuebles propios, en tanto es común que alquilen oficinas comerciales pequeñas para ser utilizadas como espacio de trabajo.

Otra característica común que define la conducta de muchas firmas sectoriales de la provincia es que las mismas exhiben una tendencia a nuclearse alrededor de diferentes *clusters* o polos tecnológicos para explotar beneficios de aglomeración creativa, articulación de información y representación sectorial –y también, obviamente, para gozar de beneficios fiscales, en los casos en que la legislación lo contempla. En la provincia de Buenos Aires existen hoy cinco polos principales, ubicados en Tandil, Mar del Plata, Bahía Blanca, La Plata y Junín (se volverá sobre esto más adelante).

3.1. Características de la actividad y mercado de destino

Como se dijo, la provisión de *software* y servicios informáticos se constituye hoy como una necesidad relevante de virtualmente toda actividad económica. En la Argentina, y en la provincia de Buenos Aires en particular, este sector presenta muy buenas capacidades para atender a las demandas de la matriz productiva doméstica, el Estado y el sector de los hogares; también cuenta con probadas capacidades de exportar sus servicios al mundo.

En el marco de una aceleración del cambio tecnológico aplicado a los procesos productivos y la gestión empresarial –referenciada a veces como *Cuarta Revolución Industrial*– el sector de *software* bonaerense cuenta con un alto potencial para aportar soluciones transformadoras a la matriz productiva de la provincia. Pensando en las necesidades actuales y futuras de dicha matriz productiva –la cual, como se sabe, en la provincia de Buenos Aires es particularmente diversificada en términos sectoriales y heterogénea en cuanto a sus capacidades tecnológicas– la existencia de proveedores locales de *software* y servicios conexos constituye una clara ventaja en términos de posibilidades de asesoramiento personalizado y adaptación a medida que posibilita la cercanía de proveedores de insumos complejos. Como se discutió en este mismo documento, más allá de las limitaciones y dificultades actuales del entramado bonaerense para adoptar las tecnologías y prácticas que definen el modelo de la industria 4.0, la presencia local de un sector consolidado de *software* es un elemento auspicioso frente al desafío de promover el proceso de integración de la actividad económica provincial a los estándares del paradigma TIC y la industria 4.0.

En concordancia con este potencial, la industria argentina del *software* encuentra su principal mercado en las demandas que surgen del entramado productivo doméstico (en los últimos 10 años, el mercado interno explicó, en promedio, el 60% de la facturación total de las firmas del sector y el 40% restante corresponde a las exportaciones). A nivel provincial, las firmas del sector de origen bonaerense –en general PyMEs o microempresas– coexisten y compiten tanto con empresas nacionales más grandes como con empresas de origen extranjero y también con un

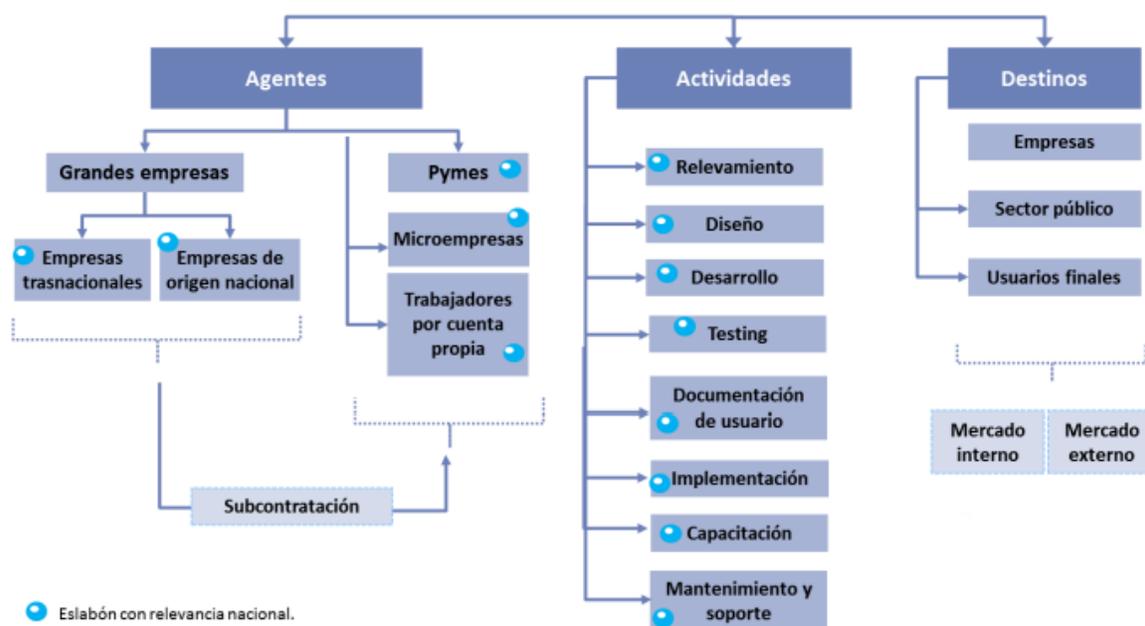
número relevante de trabajadores por cuenta propia (ver caracterización de agentes en la Figura 1). A su vez, casi el 45% de las firmas bonaerenses de *software* exhibió en 2017 una inserción internacional de sus servicios (Informe Plataforma de Innovación, 2017, p.16).

La comercialización local del *software* y servicios conexos está muchas veces a cargo de los propios empresarios, al menos entre las firmas pequeñas que son una parte considerable del universo total. En este sentido, es un déficit relativamente común la utilización de una parte del mismo plantel de personal que desarrolla *software* para llevar a cabo las gestiones de promoción, *marketing* y ventas.

Este déficit impacta en la dificultad que muchas veces encuentran las firmas del sector para “romper el cerco” entre las empresas de otros sectores de actividad económica que se encuentran escasamente integradas al paradigma digital. El desconocimiento o rechazo respecto a las mejoras de gestión y el potencial salto en los beneficios derivados de la integración de herramientas tecnológicas inteligentes a la actividad económica, conlleva cierta reticencia por parte de muchos empresarios bonaerenses para incorporar *software* de forma generalizada a sus procesos y funciones de gestión.

La dificultad mencionada no solo emerge del contacto con empresas o entidades representantes del propio sector de *software*. También la ClinTEC –un programa del MCTI de la provincia de Buenos Aires dirigido a diagnosticar problemáticas de índole tecnológica en las PyMEs bonaerenses, identificar demandas y establecer lazos de vinculación con instituciones CyT– ha registrado resistencias y dificultades difundidas entre las empresas industriales para reconocer las ventajas de la informatización y la digitalización de procesos y gestiones (véase, en este mismo documento, la discusión sobre esta problemática y sobre potenciales acciones de intervención de política pública en el sectorial de industria 4.0 y en el Tomo IV del mismo sector). En este sentido, de acuerdo a los manifestado por fuentes del sector de *software*, resulta muchas veces más fácil insistir en explotar los lazos comerciales con empresas que ya comenzaron a incorporar tecnología digital a sus procesos, aunque la competencia en dicho segmento del mercado suele ser muy intensa.

Figura 1. Diagrama de funcionamiento de la cadena de *software*



Fuente: Ministerio de Hacienda de la Nación.

La elaboración y provisión de *software* apoyada en una relación de demanda preliminar por parte de terceras empresas –relación que suele recibir el nombre de *desarrollo de software* o *software factory*– es la modalidad bajo la que se lleva a cabo la mayor parte de la producción de *software* en la provincia de Buenos Aires y, también, a nivel nacional (Informe Plataforma de Innovación, 2017; OPSSI, 2019). De esta forma se generan desarrollos y productos de *software* a medida de las necesidades de la empresa demandante. Estos proyectos suelen comprender un período limitado de tiempo –de alrededor de seis meses en promedio– e incluyen una revisión de calidad o *testing* previo del programa y, posteriormente, un servicio de posventa realizado por la misma empresa. Normalmente, los servicios de apoyo posventa suelen incluir en el mismo *software* desarrollado la identificación automática de fallas, una emisión instantánea al proveedor y una solución posterior realizada de forma virtual y remota por parte del proveedor.

La producción bajo el régimen de *software factory* implica para las empresas que lo practican la necesidad de conseguir constantemente nuevos clientes y proyectos para continuar en el negocio, lo que genera una cierta inestabilidad en los flujos de ingresos e intensifica las necesidades de contar con instrumentos de crédito para financiar capital de trabajo, un aspecto manifestado por casi dos de cada tres empresas del sector (OPSSI, 2019, p. 13).

Las firmas dedicadas a este tipo de desarrollos suelen exhibir una cierta especialización vertical en el mercado, concentrándose mayormente en un nicho principal y vinculándose de esta forma con distintas empresas dentro del mismo sector. Si bien no puede decirse que exista una especialización específica y definida por parte del sector informático argentino en un campo o actividad concreta, en la provincia de Buenos Aires se destacan ciertas ventajas y facilidades para la provisión de *software* y servicios informáticos en los rubros *fintech* y *agrotech*, lo cual no quita que las empresas informáticas bonaerenses han mostrado capacidades en abastecer la demanda de muchos otros sectores.

Por otra parte, una porción menor del universo de las firmas del sector –en general, aunque no excluyentemente, más grandes y con mayor capacidad financiera– cuenta también con la capacidad de generar desarrollos por fuera de la lógica del *software factory*, a los cuales se los suele denominar *productos propios* y, a las empresas que los elaboran, *empresas de producto* (lógicamente, el desarrollo de productos propios y la lógica del *software factory* no son categorías excluyentes). Los productos propios estandarizados, a diferencia de la programación de soluciones a medida, suelen requerir una fuerte inversión inicial que se amortiza a medida que progresa en el mercado la venta del paquete de *software* desarrollado. Estos proyectos también requieren un mayor esfuerzo inicial de comercialización, aunque –en caso de ser exitosos– tienden a asegurar ingresos más estables durante un tiempo más prolongado que los contratos a pedido. El mercado provincial para los productos de este tipo es considerable, dado que dentro del sector industrial bonaerense más de la mitad de las firmas utilizan productos *enlatados*, pero debe tenerse en cuenta que la competencia con las soluciones desarrolladas en el exterior y comercializadas a escala internacional es muy intensa.

Finalmente, el acceso de las empresas locales de la actividad a los mercados externos está determinada por una serie de factores. En primer término, y como aspecto favorable de carácter estructural, la producción argentina de *software* es considerada internacionalmente como de alta calidad. Los recursos humanos nacionales del sector cuentan con un diferencial reconocido en los mercados externos, donde se entiende que, gracias a su talento, creatividad y alta velocidad de trabajo en relación a la competencia, los desarrolladores de *software* locales pueden responder de manera eficaz frente a la demanda de soluciones de distinto tipo, incluso las que involucran retos de programación complejos. Este reconocimiento se suele expresar en el hecho de que, dentro del rango correspondiente al tipo de desarrollo del que se trate, el valor medio en dólares de la hora de programación argentina en el mercado internacional es superior al que se paga a otros países (por ejemplo, India). Como es evidente, este factor constituye un activo estratégico muy relevante para las empresas locales en materia de expansión potencial de mercados. En segundo término, la competitividad cambiaria también juega un rol relevante. Por amplia diferencia, la mayor parte de los costos de este sector están asociados a la remuneración de los recursos humanos (según la información de OPSSI, el 72% de los costos empresariales totales en 2018 respondieron, de forma directa o indirecta, a la remuneración de los recursos humanos). De esta forma, la competitividad cambiaria redundaría en la posibilidad, para aquellas empresas que exportan, de realizar mejores ofertas de remuneración en moneda local a los desarrolladores y de expandir la oferta de servicios en el mercado externo. Un tercer elemento que ha sido considerado habitualmente favorable en términos de su capacidad de alentar la internacionalización del sector nacional de *software* se vincula al huso horario de la Argentina, el cual ayuda a trabajar en proyectos con Estados Unidos y Europa, dos de los principales polos tecnológicos a nivel mundial (lo mismo ha sido señalado en relación a otras características culturales semejantes, incluyendo un mayor dominio del inglés técnico en relación a otros países emergentes no occidentales). Por último, para las empresas más pequeñas la colaboración con firmas de mayor tamaño es, en ocasiones, un vehículo de acceso a proyectos internacionales.

3.2. Recursos utilizados por el sector

Tal como fuera mencionado anteriormente, el sector de servicios informáticos y *software* presenta una escasa necesidad relativa de infraestructura y de recursos físicos para desempeñar sus tareas, en tanto se trata de una actividad que se sustenta de manera especialmente intensiva en activos inmateriales, como la creatividad y el capital intelectual.

El principal insumo físico del sector son las computadoras y equipos informáticos utilizados para la programación. En menor medida, también deben mencionarse los sensores y maquinarias inteligentes que integran el *stock* de bienes de capital de las empresas de terceros sectores de actividad que, a través del desarrollo y aplicación de software específico, puedan ser integradas gradualmente al paradigma digital actualmente en desarrollo. En su gran mayoría, estos recursos tangibles –o sus componentes principales– provienen de la importación y son vendidos en el país por empresas dedicadas al rubro (en algunos casos, también por emprendimientos de servicios informáticos diversificados).

Asimismo, dado que la generación y el almacenamiento de información para su posterior utilización es una de las claves del funcionamiento del paradigma TIC, la conservación de datos resulta una necesidad fundamental para las empresas de *software* y para los demandantes de sus servicios. Esto requiere contar con servidores de almacenamiento, aunque de forma creciente la mayor velocidad de transmisión de la información ha permitido deslocalizar el recurso y resignar el uso de servidores de existencia física en cada empresa. Así, en una tendencia similar a la observada entre los usuarios finales en los hogares, se están difundiendo crecientemente diversas alternativas de servicios de almacenamiento *en la nube* a los que se accede a través de protocolos de red. Estos servicios de almacenamiento se suelen contratar en el exterior –principalmente en Canadá–, en tanto las empresas locales encuentran mayores beneficios en materia de seguridad y estabilidad de los sistemas eléctricos e informáticos.

Un aspecto reiterado en las entrevistas con las empresas de software y sus representantes sectoriales es la necesidad de contar con una provisión segura y estable en materia de servicios de energía eléctrica y de conectividad comunicacional, en particular, en lo que hace a la provisión de internet. Por el lado del recurso energético, la existencia de red eléctrica en todo el país implica que existen escasas limitaciones para la instalación de empresas de este tipo en cualquier punto del país, pero la inestabilidad que ha mostrado el servicio en los últimos años resulta un problema relevante. Por su parte, la relevancia de contar con una conectividad comunicacional adecuada resulta crítica. El servicio de acceso a internet se obtiene a partir de diversos prestadores locales; muchas empresas –en las zonas de cobertura que lo permiten, porque en ciertas localidades existen oferentes únicos– deciden contratar múltiples proveedores para minimizar los riesgos de interrupción o baja velocidad de conexión del servicio, algo que –según manifiestan– resulta habitual y dificulta el desarrollo de la actividad, sobre todo en los vínculos con el mercado internacional.

Finalmente, como ya se expresó antes, el insumo crítico de la actividad está conformado por sus recursos humanos y, como fue indicado, los desarrolladores y programadores argentinos cuentan con un importante talento reconocido a nivel internacional. Los recursos humanos que integran el sector de *software* se forman normalmente en las Universidades locales y en muchas ocasiones los estudiantes son contratados por las empresas de forma previa a la finalización de sus carreras, lo cual puede representar una limitación para avanzar en los posteriores desarrollos que requieren conocimientos teóricos más complejos.

La competencia por los recursos humanos y la escasez de los mismos suele ser uno de los principales problemas que surge de los contactos con representantes sectoriales. De acuerdo a fuentes de la actividad, en 2018 cerca de la mitad de los 10 mil nuevos puestos demandados por las empresas de *software* y servicios conexos a nivel nacional no pudieron ser cubiertos por escasez de la oferta. No se trató de un déficit puntual: el nivel de demanda insatisfecha de trabajo ha sido cercano al 50% también en años anteriores. Este cuadro deriva en dificultades habituales por parte de las empresas locales para retener a sus trabajadores y evitar la rotación hacia otras

firmas, muchas de las cuales son extranjeras y ofrecen la posibilidad de trabajar bajo la modalidad *home office*. De acuerdo al OPSSI (2019, p. 15), durante el último quinquenio la tasa media de rotación anual del personal superó el 25% entre las firmas nacionales del sector.

Frente a esta situación, muchas empresas suelen esforzarse en ofrecer propuestas integrales de contratación que sean atractivas para sus empleados y complementen el aspecto remunerativo, a fin de promover un sentido de pertenencia que les ayude a conservar el talento de sus trabajadores. Debido a la escasez estructural de mano de obra sectorial, los trabajadores del sector obtienen remuneraciones considerablemente más altas que las del promedio de la economía y, su vez, los niveles de formalización suelen ser mucho mayores (próximos al 90%, de acuerdo al OPSSI).

3.3. Localización de las empresas

Dado que el capital humano es el principal recurso necesario para el desarrollo de la actividad, las empresas bonaerenses dedicadas a ofrecer productos y servicios informáticos se encuentran mayoritariamente localizadas cerca de las Universidades de la provincia. En este sentido, se radican en las grandes urbes, donde además existe mayor infraestructura para la provisión de servicios de *internet* de mayor calidad. En 2017 existían unas mil empresas dedicadas a las actividades informáticas en la provincia de Buenos Aires. Algo más de la mitad de las mismas estaban ubicadas en el conurbano bonaerense y el resto en el interior de la provincia (esta proporción relativamente equilibrada no varió significativamente en los últimos 15 años).

Dado que, como se dijo, las firmas del sector no cuentan con requisitos especiales en materia de localización (téngase en cuenta que, a diferencia de la gran mayoría de las actividades, la elaboración de *software* es una actividad limpia, silenciosa, con escasas existencias de capital físico y que no requiere acarrear grandes volúmenes de insumos ni productos finales) las mismas no suelen ubicarse en grandes superficies, sino que rentan departamentos comerciales a través de contratos de alquiler. A su vez, en muchas empresas del sector –y esta tendencia parece ser mayor en el caso de las grandes– ha ido ganando terreno la coexistencia de los empleados que trabajan en las oficinas propias con los que lo hacen en forma remota desde su hogar u otra localización.

A lo largo del territorio bonaerense se han ido conformado en los últimos años 5 polos relevantes de localización alrededor de los cuales muchas empresas del sector se encuentran articuladas (estos polos no implican la existencia física de un parque o distrito tecnológico de límites precisos, aunque han existido iniciativas de avanzar en ese sentido). Los *clusters* o polos IT a los que nos referimos son el de La Plata; Bahía Blanca; Tandil; Mar del Plata y Junín. El proceso por el cual se configuró cada uno de los polos mencionados ha sido dispar –convivieron iniciativas privadas, universitarias, estatales y mixtas. A su vez, alrededor de varios de estos polos se observó en general la formación de una Cámara sectorial específica de la localidad, junto a una fuerte vinculación con los gobiernos municipales respectivos y con las Universidades del territorio que cuentan con oferta formativa y capacidades de investigación en las temáticas afines a informática y sistemas. En el caso de Tandil, incluso, la sinergia positiva entre todos estos actores condujo a la formulación del *Plan Estratégico de Software y Servicios Informáticos 2015-2023* (PESSIT Tandil).

En general, de acuerdo a las entrevistas sectoriales llevadas a cabo, se observa que las empresas y Cámaras de estos polos IT se suelen vincular con la Universidad local a los fines de promover la mayor formación y la más rápida captación de los recursos humanos para la actividad. Sin embargo, la relación con las Universidades a fines de realizar actividades de I+D o promover la

utilización de conocimientos científicos para avanzar en aplicaciones y desarrollos de *software* más complejos es menos habitual. En algunos casos, este hecho ha sido atribuido a las rigideces –y los tiempos excesivos– que rodean a los mecanismos formales de vinculación y establecimiento de relaciones comerciales por parte de las Universidades. Pero también ha surgido entre los actores consultados –de ambos espacios– la necesidad de promover ese acercamiento a través de una mayor difusión sobre las soluciones potenciales que pueden ofrecer los científicos e investigadores de las Universidades a las empresas del rubro. Esto último puede resultar especialmente relevante si, en el marco de una agenda de política pública que lo haga posible, se impulsa desde la provincia de Buenos Aires el desafío estratégico de superar a mediano plazo la especialización sectorial en *software factory* que actualmente predomina para introducir desarrollos más complejos y de mayor valor agregado.

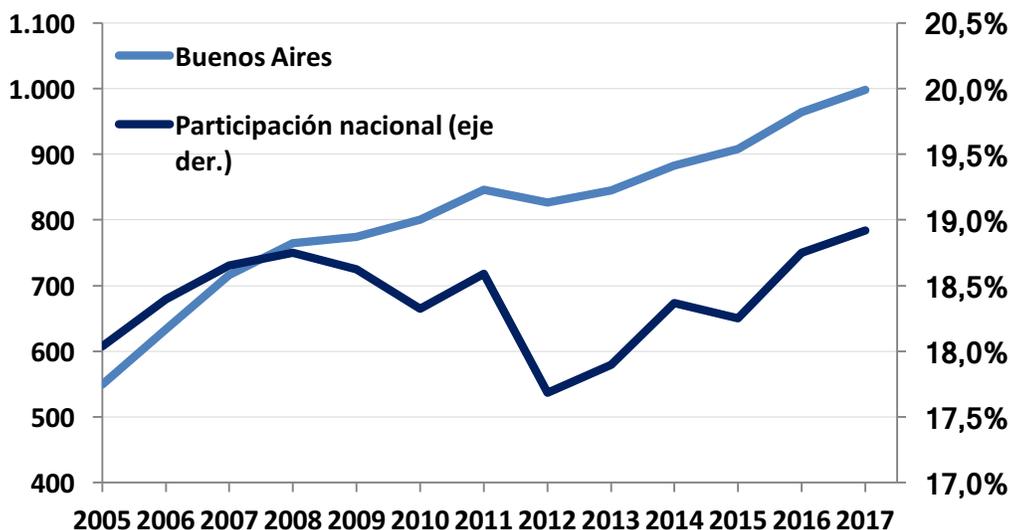
4. Información cuantitativa

El sector de *software* y de servicios informáticos es una de las actividades que ha mostrado un mayor dinamismo en las últimas décadas a nivel nacional. La provincia de Buenos Aires no resulta una excepción, observándose en los últimos años un gran crecimiento en el número de empresas y en el total de personas empleadas por la actividad.

En el año 2017, existían exactamente 998 empresas registradas en la provincia que se dedicaban a actividades de informática (OEDE, 2019). Esto representa un 82% más que el número de firmas existentes en el año 2005 (Gráfico 1). De esta forma, el número de empresas a nivel provincial se incrementó a un ritmo anual promedio de 5,1%.

El rápido ritmo de creación de empresas de *software* en territorio bonaerense llevó a un incremento de la participación de Buenos Aires dentro del total nacional, la cual –con algunas oscilaciones– pasó del 18% en 2005 a casi el 19% en 2017. Buenos Aires es la segunda jurisdicción con más empresas dentro de la actividad informática, por detrás de la Ciudad de Buenos Aires que cuenta con más del 60% del total nacional.

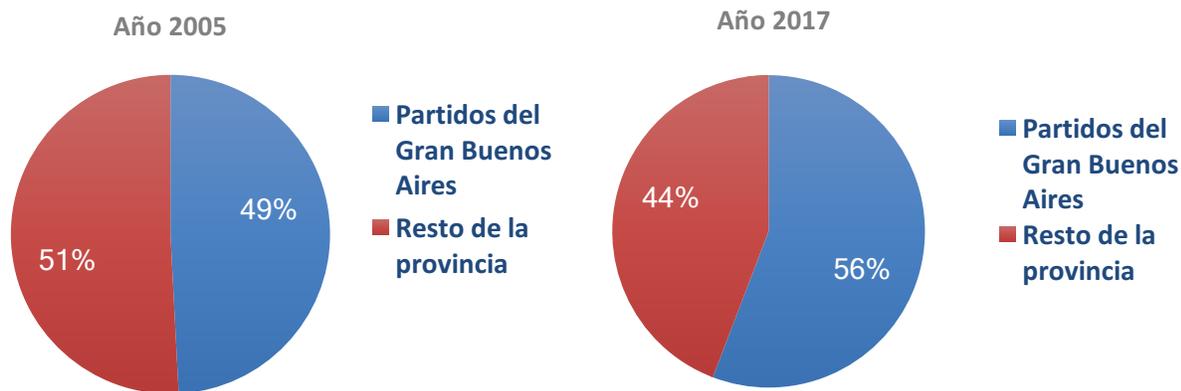
Gráfico 1. Cantidad de empresas de actividades informáticas en la provincia de Buenos Aires y participación sobre el total nacional. Años 2005-2017



Fuente: elaboración propia en base al OEDE (Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación)

La distribución territorial de las firmas informáticas dentro de la provincia de Buenos Aires se ha visto lentamente modificada a lo largo del período analizado. Mientras que en el año 2005 los 24 partidos del Gran Buenos Aires concentraban 270 empresas, un 49% del total, en 2017 se observaba que esta región apenas superaba la mitad de las empresas de la provincia: con 557 empresas, concentraba el 56% del total bonaerense (Gráfico 2).

Gráfico 2. Distribución de las empresas dedicadas a actividades informáticas en la provincia de Buenos Aires (% del total). Años 2005 y 2017.

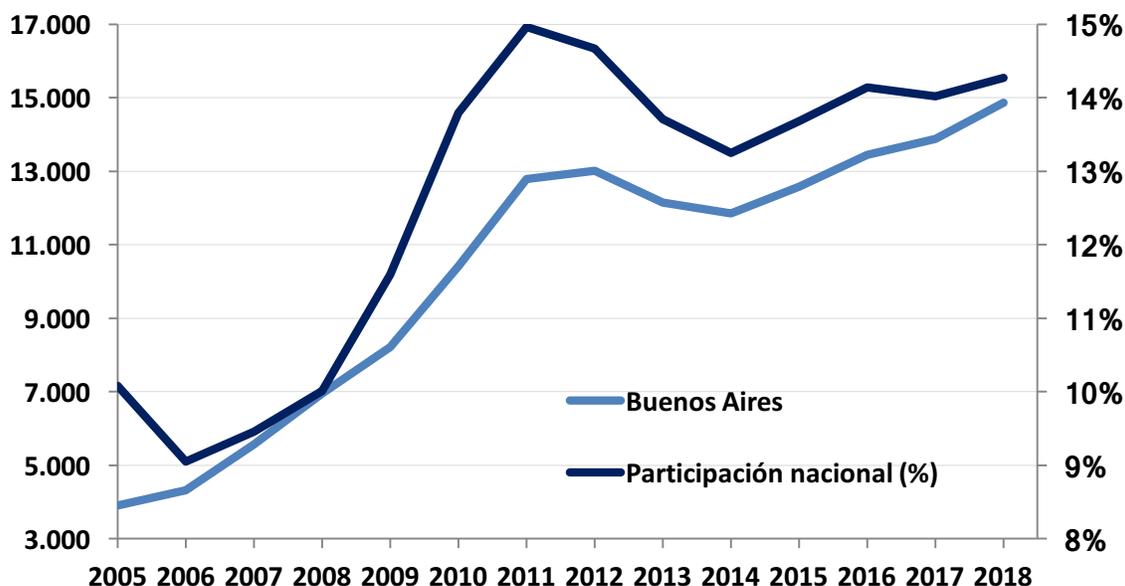


Fuente: elaboración propia en base al OEDE (Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación)

Por el lado del empleo se observa una expansión notable. En el año 2005 se registraban en la provincia 3.914 trabajadores dedicados a las actividades informáticas, mientras que en 2018

alcanzaban un total de 14.872, lo cual representa un crecimiento acumulado del 280% o una tasa de crecimiento promedio anual cercana al 11%, muy superior a la media nacional de la actividad que fue del 6,2%. De esta manera, la participación de la provincia de Buenos Aires dentro del nivel de empleo nacional del sector pasó de 10% en 2005 a 14,3% en 2018.

Gráfico 3. Nivel de empleo en actividades informáticas en la provincia de Buenos Aires y participación sobre el total nacional. Años 2005-2018.



Fuente: elaboración propia en base al OEDE (Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación)

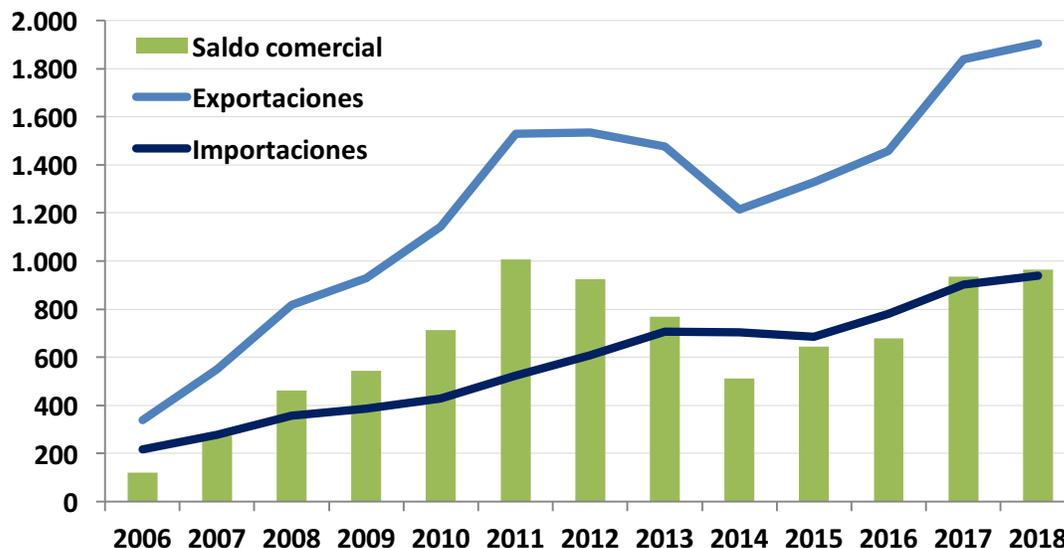
En cuanto a la distribución territorial del empleo del sector a nivel provincial, se observa que existe una concentración mayor en los partidos del Gran Buenos Aires que lo observado en materia de empresas. Sin embargo, a lo largo de los años esa participación decreció: en 2005, dos tercios de los trabajadores del sector se desempeñaban en el conurbano, mientras que en el año 2018 dicha participación era del 61%.

Como se dijo antes, el sector nacional del *software* cuenta con una importante inserción en los mercados externos, la cual ha redundado en un superávit comercial estructural en los últimos 15 años. Si bien la información del comercio exterior no se encuentra desagregada a nivel provincial, la tendencia nacional resulta sin dudas representativa de lo ocurrido en los principales polos jurisdiccionales del país.

El Gráfico 4 ilustra las tendencias principales del comercio internacional sectorial. De acuerdo a las estadísticas del Balance de Pagos publicada por el INDEC, las exportaciones de *software* y servicios informáticos en 2005 alcanzaban los US\$ 338 millones, mientras que las importaciones acumulaban US\$ 217, de forma tal que el superávit resultaba incipiente. A lo largo de la siguiente década el dinamismo de las exportaciones fue mucho más marcado que el de las importaciones y el saldo externo alcanzó un punto de US\$ 1.006 millones en 2011. A partir de allí y hasta 2018, las importaciones sectoriales crecieron a un ritmo más elevado que las exportaciones, pero no lo suficiente como para revertir el resultado superavitario. En 2018, las ventas al exterior

alcanzaron los US\$ 1.903 millones, el punto más alto de la serie, mientras que las importaciones totalizaron US\$ 940 millones.

Gráfico 4. Exportaciones, importaciones y saldo comercial de servicios informáticos (en US\$ millones). Argentina - 2006-2018.

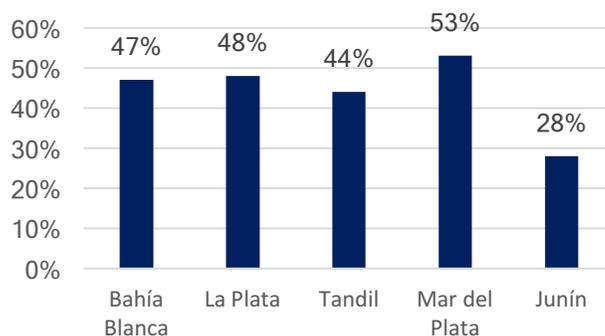


Fuente: elaboración propia en base a INDEC

El comercio exterior del sector no se encuentra altamente concentrado en pocas firmas de gran tamaño como sucede otras actividades. Si bien las grandes empresas representan una parte importante de las exportaciones, un gran número de pequeños emprendedores también logran internacionalizar los productos y servicios informáticos que ofrecen.

Esto se corrobora cuando se analiza la información relativa a los Polos IT de la provincia. El 44% de las empresas del sector realizó en 2017 ventas al exterior, mientras que otro 13% no lo hacía pero planeaba insertarse en el mercado externo en el corto plazo (Informe Plataforma de Innovación, 2017). Cuando se desagrega dicho análisis para cada uno de los cinco Polos IT relevados, se observa que el de la ciudad de Mar del Plata es el que cuenta con mayor inserción externa de sus empresas: el 59% de las firmas realizan exportaciones. Los *clusters* ubicados en Tandil, La Plata y Bahía Blanca también cuentan con al menos un 40% de firmas que realizan ventas al exterior. Pero incluso en el Polo IT más pequeño de la provincia, ubicado en la localidad de Junín, el 22% de las empresas manifestó haber exportado una parte de sus servicios en 2017.

Gráfico 5. Empresas exportadoras dentro de los Polos IT de la provincia de Buenos Aires (% del total). Año 2017.



Fuente: elaboración propia en base a Informe Plataforma de Innovación (MCTI PBA)

Otra característica relativamente común de los Polos IT de la provincia es la existencia de una escasa vinculación con las universidades locales para realizar convenios de investigación, I+D, desarrollo de productos u otro tipo de acuerdos de largo plazo. Si bien cerca de las mitad de las empresas de los polos provinciales IT manifestó tener algún tipo de convenio con Universidades, en dos terceras partes de los casos dichos convenios estaban dirigidos a pasantías para estudiantes o prácticas profesionales.

En materia de convenios con Universidades, el polo de Mar del Plata cuenta con una proporción mayor a la media de firmas vinculadas (53%), mientras que Junín registra el nivel más bajo de articulación (28%). Bahía Blanca, por su parte, se destaca por contar con el mayor porcentaje de convenios para pasantías: 86% de las empresas de este Polo que se vinculan con universidades lo hacen para obtener recursos humanos bajo este tipo de contratación.

5. Análisis tecnológico

Dada la naturaleza del sector analizado, la descripción de las diversas características de la actividad informática realizada en secciones precedentes de este informe nos ha llevado ya a referirnos a los elementos centrales de naturaleza tecnológica que definen al sector. En lo que sigue se retoman y ordenan esos elementos.

La provisión de servicios informáticos y *software* es una actividad trabajo-intensiva. En tal sentido, el recurso determinante respecto de la calidad de los servicios ofrecidos se deriva de la capacidad de los trabajadores utilizados. Dicha capacidad posiciona a la Argentina y a la provincia de Buenos Aires en un lugar destacado dentro del escenario sectorial global. Sin embargo, el déficit de una cantidad adecuada de recursos humanos para atender las necesidades del sector devino crónico y, sin duda, constituye la limitante principal manifestada por el sector.

El déficit mencionado lleva el foco de atención al sistema educativo. Indudablemente, la capacidad de los trabajadores del sector –la combinación del talento, creatividad y habilidades cognitivas con las que cuentan– se juega, en parte, en la formación recibida. En ese sentido, es destacable que más de un 75% de los trabajadores del sector cuenta con algún nivel de formación terciaria o universitaria. Sin embargo, en los últimos años la presión de la demanda empresarial para conseguir nuevos programadores creció muy por encima del flujo de egresados en las

carreras orientadas a estas actividades, lo cual derivó en que la interrupción o abandono definitivo de los estudios para saltar al mercado de trabajo sea una tendencia cada vez más generalizada.

En los hechos, el salto mencionado ha sido factible porque, a diferencia de lo que sucede en otras disciplinas, no se requiere ni legal ni formalmente una especificidad educativa especial para ejercer, pero fundamentalmente porque las tareas del sector –o al menos, algunas tareas del sector– tienen un alto componente de aprendizaje logrado por la práctica o *learning by doing*. Esta capacitación “en el terreno”, obtenida de manera gradual en el propio puesto de trabajo, termina siendo determinante para una serie de tareas de programación. En este sentido, una solicitud recurrente de muchos representantes del sector es que el sistema educativo adecúe las carreras “largas” tradicionales y se establezcan tecnicaturas y diplomaturas cortas (de uno o dos años de duración) en las Universidades nacionales. En el mismo sentido, también insisten en la necesidad de articular desde el Estado –en sus distintos niveles– campañas de difusión temprana (por caso, en colegios primarios y secundarios) para promover una mayor matrícula de estudiantes en las carreras afines a sistemas y, más en general, para romper con el “tabú” que muchas veces parece rodear a la actividad –dificultad excesiva, necesidad de contar con grandes capacidades abstractas y matemáticas– y que funciona como una barrera que desalienta la entrada de más trabajadores.

Sin embargo, también resulta atendible la posición expresada por otros actores vinculados al desarrollo del sector a nivel provincial, como los investigadores de algunas de las Universidades articuladas alrededor de los polos IT existentes, que mostraron dudas respecto a lo anterior y remarcaron los límites del supuesto “aprendizaje por la práctica” mencionado anteriormente. En este sentido, remarcaron las capacidades completamente diferentes para lidiar y resolver problemas complejos de tipo matemático y computacional de –por caso– un Ingeniero Informático con formación de posgrado, en relación a un programador sin educación formal o con formación básica en la materia. Respecto a este punto, debe tenerse en cuenta que el tipo de desarrollos de *software* en los que un país se especializa no parece independiente de las estrategias formativas de sus recursos humanos.

En cualquier caso, parece claro que no se trata de pensar ambas opciones como alternativas excluyentes entre sí; las tradicionales carreras “largas” que componen la oferta universitaria local podrían coexistir con nuevas alternativas de formación más cortas y flexibles que permitan formar más velozmente recursos humanos con competencias iniciales o básicas para nutrir una parte de las necesidades del sector.

En otro plano, un fenómeno que caracteriza a las empresas de *software* nacionales y provinciales es el predominio de las microempresas; en 2016, casi tres de cada cuatro firmas contaba con menos de 10 ocupados (OPSSI, 2019, p. 4). Este fenómeno conduce a que, a nivel intraorganizacional, se observe una escasa partición de tareas al interior de las firmas. Los mismos trabajadores y los dueños de las empresas suelen desarrollar de forma indistinta toda la gama de tareas necesarias, incluyendo los espacios vinculados al *marketing* y la comercialización externa de sus servicios.

En materia de vinculación con el entorno CTI se observan evidencias mixtas. Muchas empresas articuladas alrededor de los 5 polos IT con los que cuenta la provincia suelen tener, de forma directa o a través de sus Cámaras locales, lazos de contacto fluido con las Universidades del territorio en el que operan. Sin embargo, como se vio en la sección previa, esos lazos no están generalmente dirigidos a explotar las capacidades de I+D o asesoramiento tecnológico de los centros o institutos de investigación en materia informática para la resolución de problemas, sino a establecer pasantías o prácticas profesionales de recursos humanos. En general, las empresas de *software* suelen recurrir a otro tipo de alternativas informales –consultas a colegas, búsquedas en

internet– para buscar soluciones y resolver algunas de las dificultades técnicas que se presentan en el desarrollo de la actividad.

Las herramientas e insumos “físicos” utilizados para la programación, los servicios digitales y el almacenamiento de datos, por su parte, son en su gran mayoría extranjeros. Esto incluye la mayoría del *hardware* que se utiliza y también los *software* de sistemas operativos, aunque en ocasiones también se recurre a herramientas de código libre. Un insumo intangible crítico que utiliza el sector de *software* se refiere a la conectividad digital. En este sentido, alcanzar mejores prestaciones en la conectividad a internet dentro del territorio bonaerense (y vale el punto para el resto del país) resultaría de una fundamental importancia.

Finalmente, cabe destacar que se observa un uso limitado de certificaciones de calidad dentro del sector. En general, la obtención de estas certificaciones –normas ISO o también de tipo CMM/CMMI, que son específicas del sector y están destinadas a la evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de *software*– es costosa, por lo que las PyMEs del sector no suelen recurrir a ellas. No se evidencia hasta ahora que la ausencia de dichas normativas represente una barrera a la entrada en el sector, aunque podría llegar a constituir un obstáculo a futuro, sobre todo en el plano externo y en el marco de ciertas cadenas de valor global comandadas por corporaciones transnacionales que estén en condiciones de exigir estas normas.

6. Principales problemáticas identificadas

Sobre la base de la información secundaria relevada y las entrevistas con expertos, funcionarios e informantes sectoriales clave, a continuación, se listan aquellas áreas identificadas con potencial para intervenir desde el entorno CTI sobre el sector analizado. Estas áreas de acción no deben ser interpretadas como únicas y definitivas, sino como un punto de partida desde el cual es posible escalar y especificar nuevos espacios futuros de intervención.

6.1. Escasez crónica de mano de obra y dificultades para retener personal

Como se discutió a lo largo de este informe, la principal dificultad que enfrenta el sector de *software* en la provincia de Buenos Aires –y en el país– es la escasez recurrente de mano de obra, producto del crecimiento de la actividad a un ritmo mayor al de la formación de nuevos recursos humanos. De esta forma, se contratan estudiantes para suplir estas ausencias (lo cual, a su vez, atenta contra la trayectoria educativa de una parte de quienes eligen la programación como espacio de desempeño laboral); se incrementa la competencia entre empresas de distinto tamaño y origen por la contratación del personal; y se enfrentan elevadas tasas de rotación laboral que perjudican el desarrollo de los proyectos de más largo plazo y debilitan la acumulación de capacidades inmateriales en las firmas.

6.2. Funcionamiento precario de los servicios de infraestructura básicos para el sector

Una segunda dificultad de consideración que enfrenta el sector está vinculada con el deficiente suministro de los insumos intangibles vitales para el normal desarrollo de la actividad: el servicio de energía eléctrica y, en especial, la provisión de una conexión segura, rápida y estable a internet. Como es obvio, el sector experimenta una dependencia absoluta respecto a estos servicios para funcionar. En el caso del suministro de electricidad, a diferencia de las empresas de otros sectores de actividad emplazadas en parques industriales o de una escala lo suficientemente grande como para poseer generadores propios de emergencia, la mayoría de las empresas de *software* ha

enfrentado en los últimos años la misma inestabilidad en el servicio que la mayoría de los hogares de la provincia y el país. En el caso de internet, muchas de las empresas del sector recurren a contratar más de un proveedor para cubrirse frente a cortes potenciales en el suministro o un mal funcionamiento de la conexión. Sin embargo, estas estrategias no siempre solucionan el problema y, a su vez, está limitada territorialmente a las localidades que cuentan con más de un proveedor para el servicio (en general, las grandes ciudades de la provincia).

6.3. Ausencia de visión estratégica difundida en empresas de terceros sectores respecto a las potencialidades de incorporar soluciones informáticas

Como se analizó en este mismo trabajo –en la sección dedicada al análisis de la industria 4.0 en la provincia de Buenos Aires– una dificultad general que atenta contra la difusión de las soluciones informáticas y las tecnologías digitales pasa por la inexistencia de una definida visión empresarial estratégica respecto a las enormes potencialidades que estos desarrollos involucran y, a la vez, del riesgo que supone retrasar su incorporación.

Existe una combinación de desconocimiento y reticencia entre parte considerable de las empresas industriales –y de otros sectores de actividad– frente a la opción de incorporar de forma masiva soluciones informáticas a los procesos productivos y otros espacios de la gestión corporativa.

Como se discutió en el informe sectorial respectivo, este fenómeno representa un riesgo cierto para el avance del paradigma 4.0 en el tejido industrial bonaerense, pero también implica un límite importante, en lo que al sector productor de *software* compete, para la demanda potencial de servicios digitales en el mercado doméstico.

6.4. Limitada vinculación con el entorno académico en materia de investigación

De acuerdo a la información analizada, los lazos de vinculación del sector productor de *software* de la provincia con las Universidades del entorno local son relativamente estrechos en lo que hace a una búsqueda de alternativas de formación más rápida de los recursos humanos para la actividad informática y en lo referido a los convenios de pasantías y prácticas profesionales. La vinculación con las Universidades dirigida a realizar actividades de I+D, otros convenios de investigación o colaboración para desarrollo de productos es mucho menos frecuente.

Este factor ha generado un cuadro de cierta subutilización parcial de las capacidades de las Universidades del territorio cercano a los polos IT y muchas de las empresas del sector, en tanto no se aprovecha de forma plena la generación de nuevos conocimientos en el ámbito científico y la posibilidad de aplicarlos a desarrollos informáticos novedosos.

C. BIOENERGÍA

1. Introducción

La bioeconomía puede ser definida como un paradigma articulado alrededor de la producción y el consumo sustentable de bienes y servicios a través del uso y la transformación de recursos biológicos. En distintos países avanzados, este paradigma ha ido ganando importancia en los últimos años como marco para concebir e implementar diferentes políticas públicas de desarrollo productivo y energético en el contexto de un abandono paulatino de los combustibles fósiles; en América Latina, sin embargo, su difusión ha sido mucho menor (Rodríguez, Mondaini y Hitschfeld, 2017, p. 9).

Para una provincia como Buenos Aires, con una significativa capacidad de generación de biomasa, el paradigma de la bioeconomía ofrece una importante oportunidad para el desarrollo. La provincia cuenta con una notable dotación de recursos naturales y una enorme capacidad de producción de bienes agroindustriales, a la vez que existen muchos otros sectores que utilizan recursos biológicos para la elaboración de bienes y servicios. En este contexto, la bioeconomía ofrece excelentes posibilidades para maximizar la circularidad de ciertos procesos y avanzar en la introducción de nuevas formas de producir y consumir que promuevan un desarrollo productivo y social más sustentable.

El paradigma de la bioeconomía, que nace en el último cuarto del siglo XX, incluye como uno de sus componentes fundamentales el desarrollo gradual de una matriz bioenergética.¹ Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO a partir de ahora, por sus siglas en inglés), la bioenergía es aquella energía derivada de los biocombustibles, los cuales son a su vez definidos como combustibles que surgen directa o indirectamente de la biomasa, material de origen biológico que excluye el integrado en formaciones geológicas o transformado en fósiles (FAO, 2019b).

En tal sentido, el estudio de la bioenergía se constituye en un sistema heterogéneo, caracterizado por la multidimensionalidad, en tanto atraviesa la actividad forestal, la producción agrícola y pecuaria, distintos eslabones de la transformación y la comercialización de estos productos y también del eventual aprovechamiento de los desechos del consumo urbano. A su vez, el análisis de la factibilidad de producir bioenergía requiere una adecuación a las alternativas y necesidades de cada uno de los sectores o eslabones involucrados, como productores de biomasa y como potenciales usuarios de bioenergía.

En este marco, el desarrollo de las bioenergías en la provincia de Buenos Aires presenta interesantes perspectivas, no sólo por los considerables recursos de biomasa útil que presenta la provincia sino también por las capacidades en biotecnología con las que cuenta. Sin embargo, el grado de desarrollo de la actividad bioenergética bonaerense resulta muy dispar: mientras que desde hace una década se encuentra en franca expansión la producción de biodiesel, la generación de energía a partir de biomasa seca se presenta relativamente rezagada y únicamente existen cuatro plantas que aprovechan este recurso. En el caso del biogás, por su parte, se observa una subexplotación del potencial instalado en la provincia, en tanto un importante número de

¹ El uso primigenio del concepto de *bioeconomía* suele ser atribuido al economista polaco Nicholas Georgescu-Roegen (1975), quien en un artículo seminal sobre el tema enfatizó el origen biológico de los procesos económicos y esbozó un programa de acción global de orientación bioeconómica.

biodigestores que son actualmente utilizados como herramienta de tratamiento de efluentes, no aprovechan el biogás que se genera. De esta forma, existe un amplio margen de acción para avanzar en la construcción de una matriz bioenergética dentro del territorio bonaerense.

2. Orígenes y evolución de la bioenergía

Las energías renovables son utilizadas por las personas desde los comienzos de la vida en sociedad, siendo el ejemplo más obvio la generación de energía calórica a partir de biomasa natural seca, principalmente madera. A partir de la Revolución Industrial el esquema global de producción energética mutó hacia una matriz basada en los recursos combustibles fósiles. Según datos del Banco Mundial, en la actualidad cerca del 80% del total de energía consumida a nivel mundial procede de este tipo de combustibles.

El giro gradual hacia la generación de energía de base renovable para abastecer a gran escala a la producción y el consumo tiene su origen tras la primera crisis del petróleo en la década de 1970. Los países con matrices productivas energo-intensivas comenzaron a replantearse tras este acontecimiento las posibles alternativas de sustitución de las fuentes fósiles y también comenzaron a llevar adelante políticas estatales para fomentar una mayor racionalidad en el uso de la energía. A su vez, en las últimas décadas creció notablemente el entendimiento y la difusión del impacto ambiental del uso acumulado de energías fósiles. La ONU ha expresado que el cambio climático constituye el mayor desafío de nuestro tiempo y ha determinado que el dióxido de carbono (CO₂) —el más abundante de los gases de efecto invernadero— es el resultado de la quema de combustibles fósiles en los últimos dos siglos, lo cual torna crítica la necesidad de encontrar alternativas energéticas más limpias.

De esta forma, se consolidaron las tecnologías de energía renovable de primera generación (dentro de las cuales se incluye la producción a partir de biomasa seca) e impulsó una segunda oleada de tecnologías de energías renovables, entre las que se cuentan las bioenergías modernas, fundamentalmente el bioetanol y el biodiesel. La difusión de estas energías aún se encuentra en crecimiento, en paralelo a la lenta sustitución de los recursos fósiles, mientras que múltiples nuevas tecnologías que constituyen la tercera oleada se encuentran en desarrollo. Estas últimas apuntan, fundamentalmente, a la producción a partir de residuos agroganaderos (donde se incluye la producción de biogás, tecnología más avanzada hasta el momento dentro de esta oleada) y de recursos no producidos en el campo, de forma tal de no demandar alimentos para generar energía.

La introducción de estas tecnologías a la matriz productiva y energética en la región y fundamentalmente en Argentina ha sido relativamente limitada hasta entrado el siglo XXI. Durante la década de 1990 se incrementaron en el país las investigaciones académicas y científicas relacionadas a las energías renovables. Si bien por entonces las metas de política energética no incluyeron la adopción de energías limpias por parte de la matriz productiva local, se sentaron las bases para comenzar a delinear futuras acciones en esa dirección.

A fines del año 2006 se sancionó la Ley 26.190, la cual declaró de interés nacional la generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energía renovables, la investigación tecnológica y la fabricación de equipos con esa finalidad y estableció un régimen de fomento para estas actividades. Nueve años más tarde se promulgó la Ley 27.191, modificatoria de la anterior, que estableció el objetivo de lograr una mayor contribución de las fuentes renovables de energía hasta alcanzar el veinte por ciento del consumo de energía eléctrica nacional hacia fines de 2025. Por su parte, el Programa RenovAr de Ministerio de Energía y CAMMESA en 2106 y la Ley 27.424

de 2017 buscaron impulsar y establecer las condiciones necesarias para inyectar a la red nacional de distribución eléctrica los eventuales excedentes de energía de origen renovable con destino de autoconsumo.

3. La bioenergía en el contexto provincial

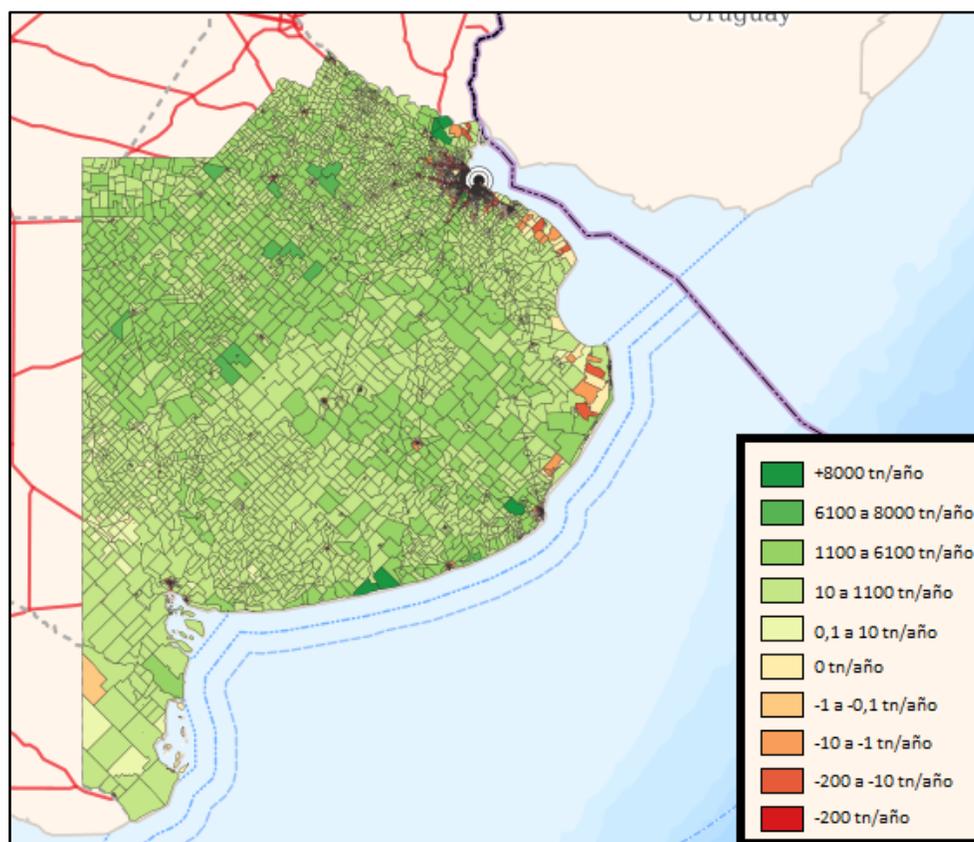
La provincia de Buenos Aires cuenta a lo largo de todo su territorio con importantes recursos naturales que la convierten en una potencia agroecológica nacional e internacional. Estas condiciones locales constituyen un factor fundamental para el desarrollo bioeconómico y, en particular, para la exploración de alternativas bioenergéticas.

Los recursos naturales y la matriz productiva de la provincia de Buenos Aires dan lugar a un nicho de elevado potencial en el ámbito de las bioenergías. Sin embargo, la evidencia disponible señala que ese potencial se encuentra subexplotado. En tal sentido, el foco de este informe sectorial se dirige al análisis de los potenciales usos de la producción agroganadera y sus residuos para la generación de energía, así como también de los eslabones proveedores de insumos y servicios para estas actividades.

Como se dijo antes, la transición desde una economía fósil hacia un nuevo paradigma social bioeconómico representa un reto social compartido. Dotar de mayor sustentabilidad a la actividad económica, priorizar la reutilización de recursos y residuos y, en general, construir sistemas circulares de producción es un imperativo de la época. En este sentido, la maximización del uso de los recursos biológicos a lo largo de distintas instancias de las rutinas productivas y de los hábitos de consumo constituye un desafío y, a la vez, una oportunidad de desarrollo.

Dadas sus condiciones agroecológicas, Buenos Aires cuenta con múltiples recursos y líneas de producción que dan lugar a un balance de biomasa altamente positivo a lo largo de prácticamente todo el territorio provincial. En particular, se identifican dos polos geográficos donde existe mayor concentración de sobreoferta de biomasa: uno localizado al norte y noroeste, donde se ubica la zona núcleo agrícola; y otro radicado al sudeste, con condiciones agroecológicas también favorables para estas explotaciones.

**Mapa 1. Balance de biomasa producida en la provincia de Buenos Aires
2015-2018**

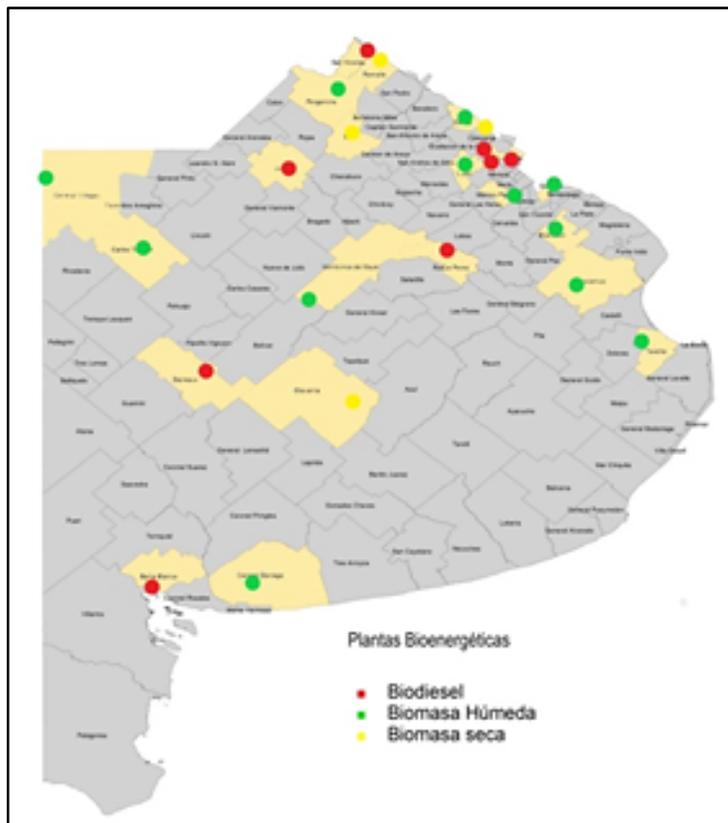


Fuente: Secretaría de Energía de la Nación

La provincia cuenta con múltiples potencialidades para avanzar en la generación de energías renovables a partir de fuentes biológicas. Buenos Aires cuenta con una importante producción directa o indirecta de biomasa, tanto seca como húmeda, en la actividad agrícola (fundamentalmente en el cultivo de la soja y del maíz, de los cuales se pueden aprovechar tanto los residuos como los propios granos); en la producción ganadera y cría de animales de granja, una fuente de desechos que pueden ser reutilizados para producir energía; y también en los recursos provenientes de la cadena maderera (mayoritariamente, en los eslabones industriales localizados en la provincia).

Cada una de estas actividades ofrecen alternativas para la producción de energía y pueden ayudar a mejorar la sustentabilidad de la matriz energética bonaerense. La biomasa seca se puede utilizar para obtener energía calórica o eléctrica de forma directa; la biomasa húmeda puede transformarse –a partir de procesos de biodigestión– en biogás; los granos y otros componentes de la soja y el maíz permiten elaborar biodiesel y bioetanol; y existen además proyectos incipientes para la producción de biocombustible a partir de algas.

Mapa 2. Establecimientos bioenergéticos en actividad en la provincia de Buenos Aires



Fuente: Observatorio de Bioeconomía y Datos Estratégicos de la Provincia de Buenos Aires

Actualmente existen 28 establecimientos bioenergéticos activos en la provincia de Buenos Aires, los cuales se encuentran repartidos a lo largo de todo el territorio provincial. Sin embargo, se observa una relativa concentración en el área metropolitana de Buenos Aires, donde se encuentra la mayor demanda de energía y las principales plantas productoras de aceite de soja. Además, también se encuentran plantas bioenergéticas a partir de biomasa seca en el norte, cerca de las plantaciones forestales del Delta bonaerense, y distintos biodigestores a lo largo de toda la provincia que generan biogás a partir de biomasa húmeda (Observatorio de Bioeconomía de la provincia de Buenos Aires).

Además, se encuentran en construcción otras 12 plantas, mayoritariamente para la producción de biogás, mientras que existen otros 9 proyectos en etapas previas (Ibíd.). De esta forma, el sector bioenergético de la provincia de Buenos Aires se encuentra en expansión. La promoción de energías renovables a partir de los distintos subproductos de las cadenas agroalimentarias de la provincia es un componente fundamental del desarrollo futuro de estas actividades y puede ayudar a promover un cambio relevante en el consumo energético bonaerense.

Como se observa en la experiencia internacional, las políticas públicas y las iniciativas de promoción por parte del Estado resultan de especial importancia a la hora de promover la difusión de las bioenergías. En ese sentido, en 2016 el Ministerio de Agroindustria de la provincia lanzó un Plan Provincial de Bioeconomía con el objeto de detectar oportunidades de innovación, fomentar su captación y aplicación en el sector productivo y promover modelos de negocios rentables y con

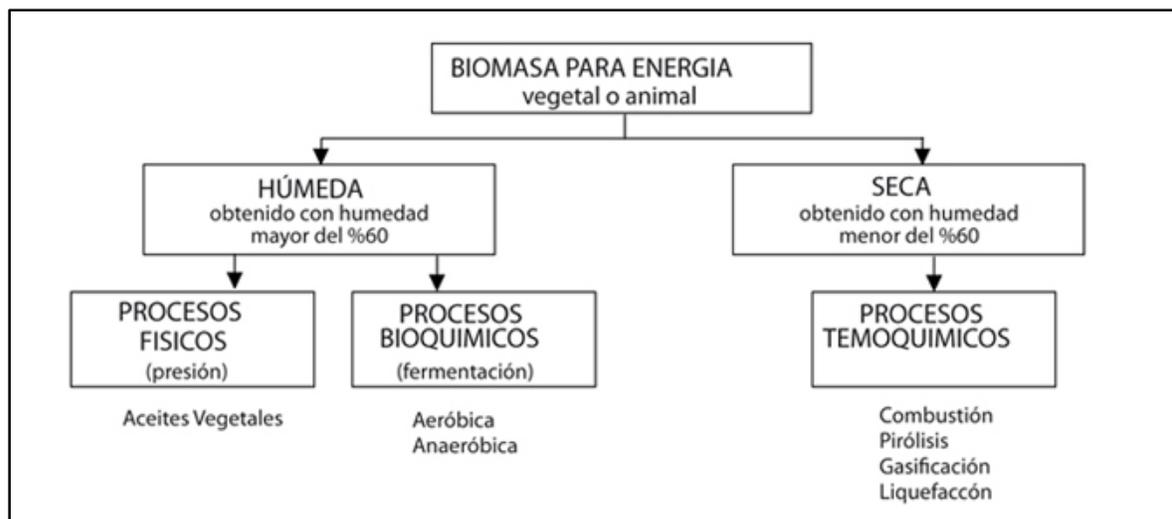
externalidades ambientales positivas a nivel local. Entre las metas que se encuentran explicitadas en el plan se incluye el compromiso de identificar cuencas biomásicas para la producción bioenergética a fin de promover una producción agropecuaria sustentable y una industrialización inteligente; así, el plan se propone fortalecer y desarrollar la matriz productiva agroindustrial bonaerense a través de su diversificación, mitigar el déficit energético, sanear el medioambiente, introducir prácticas agropecuarias sustentables y solucionar el acceso a energía en localidades o asentamientos aislados.

3.1. Biomasa seca

Como se dijo, la provincia de Buenos Aires cuenta con distintas fuentes de biomasa, las cuales suelen ser clasificadas de acuerdo a su grado de humedad (Diagrama 1). De esta forma, se distingue la biomasa seca de la biomasa húmeda, radicando la diferencia entre ambas en su grado de humedad y en que la obtención de energía demanda un proceso distinto en cada caso: por un lado, con procesos de combustión directa de biomasa seca se genera energía que puede ser tanto eléctrica como térmica; por otro, los materiales húmedos requieren un proceso de conversión previa.

Se considera biomasa seca a aquella que cuenta con un grado de humedad menor al 60%, lo que permite que mediante procesos termoquímicos de combustión se genere energía de forma directa a partir de estos recursos. Esta energía se puede aprovechar en forma calórica, permitiendo reemplazar combustibles fósiles, o también se puede extraer energía eléctrica en instalaciones de gran escala a partir de turbinas propulsadas por vapor de agua generado en el proceso de combustión.

Diagrama 1. Transformación de biomasa en energía



Fuente: Probiomasa

Distintos residuos o subproductos de varias cadenas agroindustriales de la provincia pueden aprovecharse como biomasa seca para generar bioenergía. Estos se pueden distinguir entre oferta directa o indirecta, según su origen: aquellos provenientes directamente del campo

se consideran oferta directa de biomasa seca, mientras que los productos y residuos de la industria maderera o de procesamiento de granos se constituyen como oferta indirecta.

Dentro de la oferta directa, uno de los principales recursos cuantificados por parte de la FAO en su reciente *Análisis Espacial del Balance Energético Derivado de Biomasa en la Provincia de Buenos Aires* (en adelante, FAO 2018) consiste en las formaciones arbóreas naturales existentes en la provincia que no se encuentran protegidas. Dichos espacios, sin embargo, son múltiples pequeñas formaciones de escasa superficie y que no se explotan activamente de forma productiva.

Por fuera de este recurso, los marlos provenientes de la producción agrícola de maíz constituyen la principal fuente directa de biomasa seca en Buenos Aires (Ibíd.). Las explotaciones de este cultivo en la provincia son abundantes, principalmente en la zona núcleo del norte de la provincia, aunque también existe un espacio productivo importante en el sudeste bonaerense. Según el método de cosecha utilizado, estos marlos pueden quedar en el campo o levantarse con la cosechadora, en cuyo caso se pueden aprovechar como combustible. Sin embargo, los marlos tienen una baja densidad, lo que redundaría en un alto costo de transporte para su aprovechamiento. De esta forma, su transformación en energía debería ocurrir cerca de las explotaciones primarias, aunque también se podrían *pelletizar* para reducir su tamaño y costo de transporte, tal que posteriormente se genere energía a partir de estos pellets. A este respecto, téngase en cuenta que, en 2018, la Facultad Regional Venado Tuerto (Santa Fe) de la Universidad Tecnológica Nacional patentó un sistema para *pelletizar* marlos de maíz que reduce entre siete y diez veces el volumen del marlo y está trabajando en una adaptación de la maquinaria respectiva para que pueda ser llevada a los campos y evitar así el costo de transporte de los marlos antes de ser *pelletizados* (UTN FRVT, 2018).

Finalmente, existen otros orígenes directos de menor volumen en la provincia de Buenos Aires que podrían ser aprovechados para la generación de energía, provenientes de las plantaciones forestales y frutales del Bajo Delta bonaerense o de la poda urbana. Su participación dentro de la oferta directa de biomasa seca de la provincia, sin embargo, resulta muy baja (Ibíd.).

Por el lado de la oferta indirecta, existen tres fuentes principales de biomasa seca: la industria maderera, los semilleros y las aceiteras. La mayor parte de los aserraderos de la provincia de Buenos Aires está localizada en el Delta del Paraná y en el Gran Buenos Aires, cerca de las plantaciones forestales y del principal núcleo de demanda del país. Aproximadamente un 45% de la madera procesada por los aserraderos de la provincia acaba en residuos, de forma tal que existe un importante excedente de biomasa no aprovechado en este sector y que podría ser usado como combustible para generar energía (Ibíd.).

Por el lado de la producción de semillas, también cabe destacar el rol del cultivo de maíz como una de las fuentes indirectas de biomasa seca. Cuando se produce con destino de semillero, el maíz se cosecha entero, de forma tal que durante el proceso de industrialización en que se quitan los granos aproximadamente la mitad de las espigas deriva en residuos: el marlo, la chala, el tallo y la panoja no se utilizan y suelen ser desechados o, en el mejor de los casos, aprovechados como alimento animal, abono o relleno de campos. La quema como combustible es escasa, pese a que podrían ser aprovechados para generar energía.

Finalmente, la industria aceitera también es una gran generadora de residuos secos que pueden aprovecharse como biomasa para producir energía. Dentro de la provincia de Buenos Aires, destacan fundamentalmente las cáscaras de las semillas de girasol y de soja. Estos elementos tienen un bajo grado de humedad y pueden quemarse de manera directa para producir

energía. Además, existen grandes ventajas para su aprovechamiento a gran escala, puesto que estos residuos se generan de manera concentrada en las plantas, acumulándose fácilmente.

La demanda de estos recursos, por su parte, se divide entre cinco tipos de actores: el sector residencial, el sector industrial, el Estado a partir de las escuelas rurales, el sector comercial y el autoconsumo. El aprovechamiento de todos estos tipos de biomasa seca dentro de la provincia de Buenos Aires, sin embargo, resulta muy escaso. De acuerdo al balance entre la oferta y la demanda de biomasa seca para la provincia de Buenos Aires realizado por la FAO, apenas un 1% de estos recursos efectivamente se aprovecha para producir energía calórica o eléctrica (Ibíd.).

3.2. Biomasa húmeda

En cuanto a la biomasa húmeda, la cual se caracteriza por un componente de humedad mayor al 60%, se puede usar para generar energía de dos maneras diferentes. Existen distintos residuos o incluso productos de la actividad agrícola que pueden utilizarse para la elaboración de aceites y biocombustibles y que pueden reemplazar a los combustibles fósiles líquidos para la generación de energía calórica o eléctrica vía combustión. Por otro lado, también se pueden reutilizar desechos mediante procesos de biodigestión, provenientes de distintos sectores económicos principalmente pecuarios, para producir biogás.

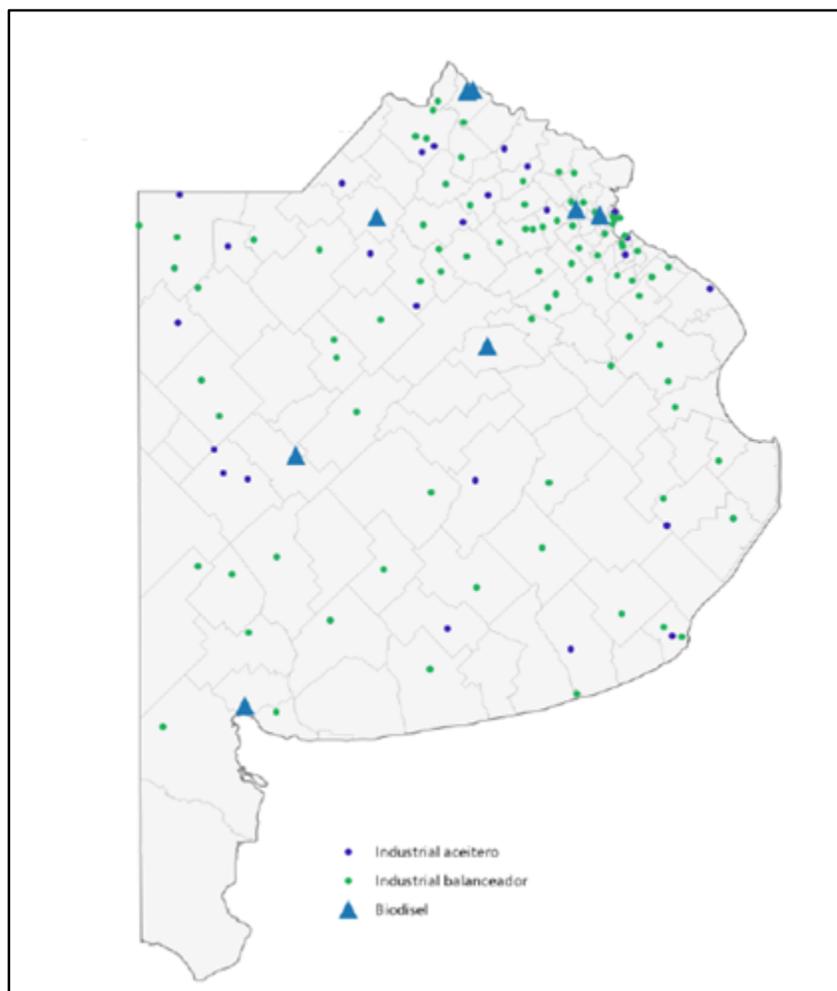
Una de las ventajas de la producción de biogás y biocombustibles respecto del uso de biomasa seca proviene del hecho de que su fraccionamiento, almacenamiento y traslado resulta mucho más sencillo y menos costoso que para la biomasa seca. De esta forma, mientras que la biomasa seca en general requiere que la generación de energía se lleve a cabo en las cercanías de las explotaciones que generan este tipo de recursos, los combustibles producidos a partir de biomasa húmeda pueden almacenarse, transportarse con mayor facilidad.

Como es sabido, la Argentina se posiciona como uno de los principales productores y exportadores de biodiesel a nivel mundial. Sin embargo, pese a que Buenos Aires contaba en 2017 con un 31% de la explotación nacional de soja y lidera el ranking provincial, la mayor parte de la producción de biodiesel no se encuentra localizada allí sino en la provincia de Santa Fe (Ministerio de Hacienda, 2017).

El principal insumo para la elaboración de biodiesel es el aceite vegetal, entre los cuales se usa mayormente el de soja, aunque –con rendimientos menores– también se puede derivar del girasol, del sorgo, del olivo o del maíz. El núcleo de producción de biodiesel en Argentina se ubica en la provincia de Santa Fe, donde se localiza el polo de *cracking* de granos más grande del mundo: la provincia litoraleña concentraba en 2016 el 87% de la producción nacional de aceite de soja y el 79% de la capacidad productiva de este biocombustible (INTA).

Mapa 2. Establecimientos aceiteros y productores de biodiesel en la provincia de Buenos Aires

2018



Fuente: Ministerio de Hacienda de la Nación

Buenos Aires cuenta con 137 industrias aceiteras y 11 establecimientos para la producción de biodiesel (Ministerio de Hacienda y Observatorio en Bioeconomía). Estos se encuentran concentrados mayoritariamente en el norte de la provincia, cerca de la zona núcleo agrícola. Sin embargo, tienen una capacidad de procesamiento significativamente menor a la de las plantas santafesinas.

De la misma manera, Buenos Aires tiene un importante potencial para la producción de bioetanol a partir de maíz, pero no existen plantas instaladas en la provincia. Actualmente, la elaboración de bioetanol con este cultivo se concentra en Córdoba y Santa Fe (a nivel nacional se produce un volumen equivalente de bioetanol proveniente del maíz en relación al proveniente del bagazo de la caña de azúcar, pero este último cuenta con costos de producción más bajos).

La demanda de biodiesel y bioetanol encuentra un límite en el mercado interno, a su vez, por la reglamentación existente para el corte de biocombustibles en gasoil y naftas. De acuerdo a la normativa actual, el corte para las naftas con bioetanol es del 12%, mientras que para el gasoil

el corte con biodiesel es del 10%. Esto impone un límite sobre la demanda de biocombustibles en el país, generando una dependencia de los mercados externos, los cuales –a su vez– han mostrado en los últimos años importantes limitaciones comerciales para el ingreso al biodiesel argentino por las trabas impuestas por la Unión Europea y los Estados Unidos.

Cabe destacar que también existen desarrollos tecnológicos en la provincia de Buenos Aires para la producción de biocombustibles a partir de algas, aunque se encuentran en estado incipiente. De poder avanzar en su desarrollo, esta fuente contaría con dos ventajas frente a la soja o el maíz: por un lado, no se utilizarían alimentos para elaborar combustibles; por otro, no competiría por el uso del suelo con el resto de las actividades agropecuarias.

Por otro lado, también existen métodos diferentes para reutilizar la biomasa húmeda generada fundamentalmente en las actividades ganaderas. El principal de esos métodos se lleva a cabo a partir de un proceso bioquímico, donde se necesitan reactores anaeróbicos o biodigestores para llevar adelante un proceso de descomposición de la materia orgánica. Este proceso de digestión genera gases, denominado biogás, que posteriormente se utiliza para consumo. A su vez, el residuo de la materia orgánica, al que se llama digerido, se puede reutilizar posteriormente como biofertilizante en la producción agrícola, de forma tal que los desechos se aprovechan completamente y generan un círculo virtuoso sustentable ambientalmente.

El proceso de biodigestión anaeróbica permite, de esta forma, agregar valor a los efluentes de las actividades pecuarias de la provincia, cuya disposición habitualmente se realiza de manera inadecuada y puede contaminar suelos, cursos de agua y aire. En este sentido, ofrece una alternativa para mejorar el cumplimiento de las normas sanitarias y ambientales en la producción ganadera local de manera rentable. Este esquema resulta aplicable fundamentalmente para sistemas productivos intensivos, tales como ganadería bovina en *feedlot*, algunos tambos y los establecimientos porcinos y avícolas, así como también a los frigoríficos. Incluso, se puede utilizar residuos urbanos para generar biogás. De acuerdo a estimaciones realizadas por el Ministerio de Agroindustria de la provincia, y sin incluir esta última posible fuente de biomasa húmeda, Buenos Aires cuenta con una oferta potencial aproximada de biogás equivalente a 170.700 toneladas de petróleo por año (Ministerio de Agricultura de la provincia de Buenos Aires). FAO también cuenta con estimaciones realizadas para el potencial de generación de biogás en la provincia, de acuerdo a un relevamiento realizado por el organismo internacional en el año 2018, el cual indica que existiría capacidad para generar cerca de 206.000 toneladas equivalentes de petróleo por año (FAO, 2018).

Sin embargo, existen únicamente 13 plantas repartidas a lo largo de la provincia que procesan biomasa húmeda, las cuales mayoritariamente son de pequeña escala y utilizadas por las empresas para generar energía de autoconsumo (Observatorio de Bioeconomía). De esta forma, el potencial se encuentra ampliamente subexplotado. Con otros 11 biodigestores en construcción, resulta evidente que la actividad cuenta con un gran potencial que requiere de incentivos para profundizar la integración de este eslabón con los sectores productivos (Observatorio de Bioeconomía).

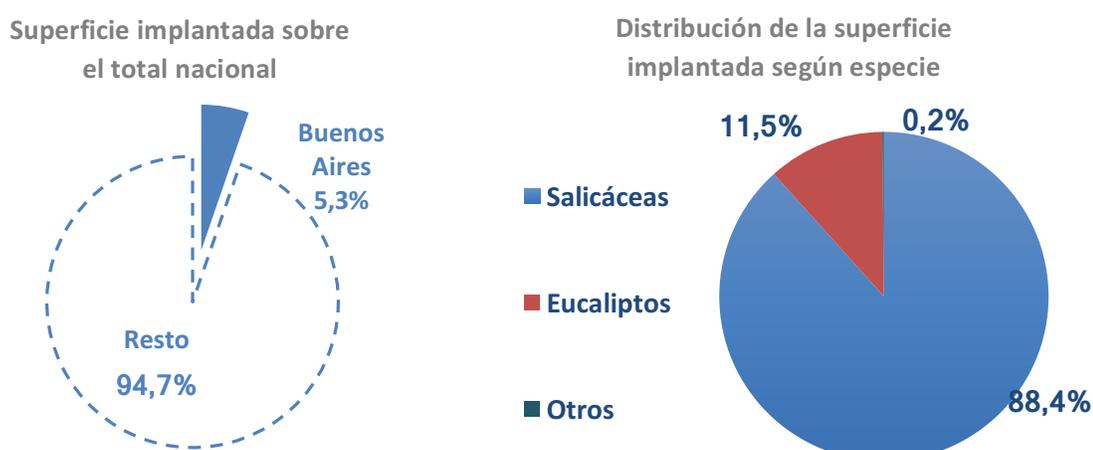
En este sentido, el gobierno provincial –a través del Ministerio de Agroindustria– ha llevado adelante a partir de 2018 un programa para instalar biodigestores en escuelas rurales y agrotécnicas que permiten abastecer de energía a estos establecimientos y a poblaciones cercanas a las mismas. El proyecto está alineado con el Plan de Bioeconomía del mismo Ministerio y tiene por objetivo dar a conocer el uso de este tipo de tecnología, para que tenga mayor difusión y se genere interés en su adopción por parte de explotaciones rurales bonaerenses.

4. Información estadística

Tal como se dijo, la provincia de Buenos Aires cuenta con una gran cantidad de recursos que podrían ser aprovechados como biomasa para la generación de bioenergía. Por un lado, Buenos Aires cuenta con una producción forestal que podría resultar fuente importante de biomasa seca, pesa a que la superficie implantada resulta relativamente escasa en comparación con el resto de las provincias. De acuerdo a las estadísticas relevadas por el Ministerio de Agroindustria de la Nación, en el año 2016 la superficie forestal de Buenos Aires alcanzaba las 68.014 hectáreas, representando un 5,3% del total de las explotaciones a nivel nacional.

A su vez, se observa que un 88,4% de la superficie implantada consiste en salicáceas, mientras que únicamente un 11,5% se encuentran forestados con eucaliptus. Esto constituye una dificultad para el aprovechamiento de la madera y los residuos provenientes del sector para la generación de energía, en tanto el uso de madera de salicáceas como biomasa seca aún se encuentra en fase experimental, desconociéndose su potencial rendimiento.

Gráfico 1. Participación de la superficie implantada de la provincia de Buenos Aires dentro del total nacional y distribución de la superficie forestal provincial según especie. Año 2016.



Fuente: elaboración propia en base al Ministerio de Agroindustria de la Nación

Como se dijo antes, la madera proveniente de la actividad forestal, sin embargo, resulta solo uno de los posibles recursos que pueden utilizarse como biomasa seca. De hecho, de acuerdo al relevamiento de la FAO para la provincia de Buenos Aires representa únicamente el 2% del total de la oferta directa de este tipo de biomasa (FAO, 2018).

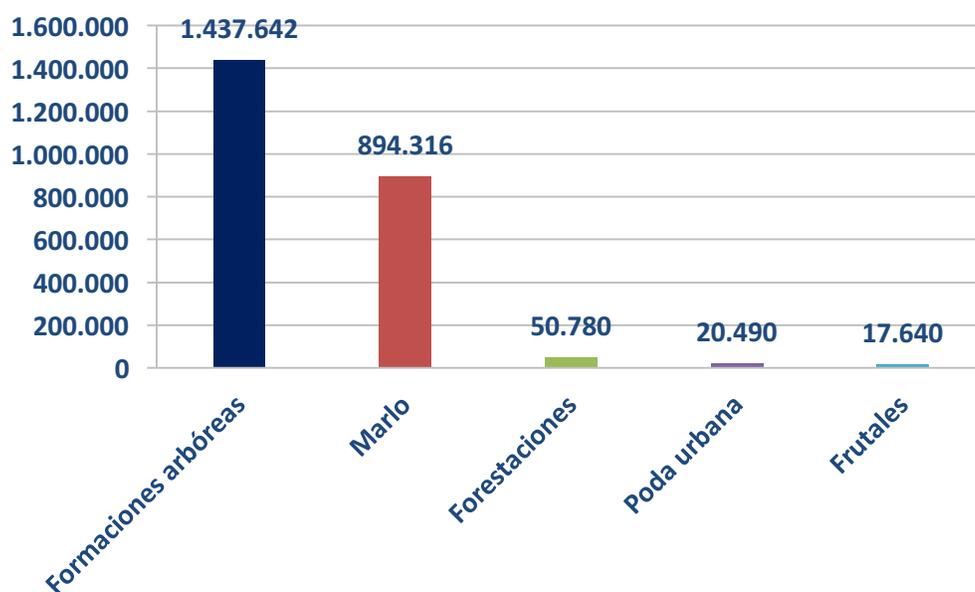
Las fuentes que más biomasa seca generan en Buenos Aires, de acuerdo a dicha evaluación, la madera de formaciones arbóreas de la provincia constituye el mayor recurso disponible, con casi un 60% del total. Sin embargo, la localización de estas formaciones naturales resulta dispersa y no se explotan activamente, de forma tal que su aprovechamiento para generar energía puede resultar más costoso que otras fuentes (Ibíd.).

En segundo lugar, se encuentran los marlos secos que son removidos durante el proceso de cosecha de maíz. De acuerdo a la FAO, en la provincia de Buenos Aires se producen anualmente 894.316 toneladas de marlos que son desechados en el propio campo y podrían utilizarse como biomasa seca para producir energía térmica o eléctrica (Ibíd.). Dicha oferta se encuentra

concentrada territorialmente en la zona norte y noroeste de la provincia, donde se encuentran las mayores plantaciones de maíz de la provincia, y en menor cuantía en los departamentos de la costa sur provincial.

Otros residuos considerados por FAO como oferta directa de biomasa seca dentro de la provincia, aunque con participación escasa dentro del total de la oferta, son la poda urbana y las explotaciones frutales de la provincia. Además, el relevamiento mencionado cuantifica una oferta indirecta aproximada de 27.000 toneladas anuales provenientes de la industria maderera bonaerense, localizada mayoritariamente en el conurbano bonaerense (Ibíd.).

Gráfico 2. Oferta directa anual de biomasa seca en la provincia de Buenos Aires, en toneladas por año. 2017-2018



Fuente: elaboración propia en base a FAO (2018)

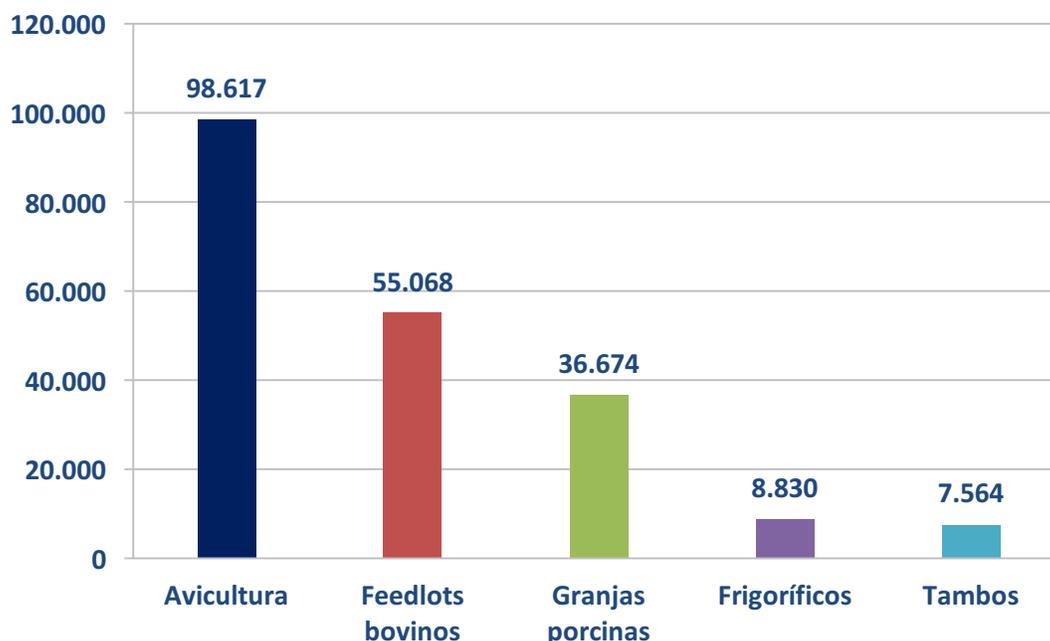
Por el lado de la oferta de biomasa húmeda existente en la provincia para generar biogás los recursos generados por año provenientes de la producción pecuaria y frigorífica bonaerense son equivalentes a 206.753 toneladas de petróleo. En particular, se observa que la producción avícola es aquella que mayores residuos genera: con desechos con potencial para generar biogás por un equivalente a 98.617 toneladas de petróleo por año, concentra cerca del 48% de la oferta de biomasa húmeda de origen pecuario de la provincia (Ibíd.).

En segundo lugar, se posicionan los *feedlots* bovinos, con algo más de 55.000 toneladas. Mientras tanto, los tambos se ubican en último lugar puesto que la mayor parte de los establecimientos lecheros de la provincia no trabajan con sistemas intensivos, de forma tal que únicamente puede ser recuperable para generar biogás el estiércol producido en los corrales de espera (Ibíd.).

La predominancia del sector avícola dentro del potencial para generación de biogás en la provincia se debe a dos factores: por un lado, la misma se realiza únicamente bajo esquemas intensivos, lo que facilita la recolección del guano y de otros desechos que se generan en la

actividad. Por otro lado, el guano de aves cuenta con el mayor potencial de generación de biogás en comparación con el estiércol proveniente de otros animales: de acuerdo a las estimaciones de FAO, una tonelada de guano de la producción avícola tiene un potencial para generar aproximadamente 80m³ de biogás, mientras que para las heces porcinas este valor es de 60m³ por tonelada y para los vacunos de 40m³ por tonelada.

Gráfico 3. Oferta directa anual de biomasa húmeda en la provincia de Buenos Aires, en toneladas equivalentes de petróleo por año. 2017-2018



Fuente: elaboración propia en base a FAO (2018)

Por otro lado, de acuerdo al relevamiento realizado por el Ministerio de Agroindustria de la provincia, Trenque Lauquen es el municipio de Buenos Aires con una mayor capacidad para producir biogás, concentrando un 5,1% del potencial de generación de biogás provincial medido en toneladas equivalentes de petróleo (8.684 TEP anuales). Esto se debe a la importante presencia de *feedlots* bovinos y de tambos en el departamento, tal que se localiza allí el 11% del potencial de biogás proveniente de *feedlots* de la provincia y el 11,6% del originado en tambos. Otros departamentos que destacan son Pergamino (3,26%) y La Plata (3,15%) fundamentalmente por granjas de gallinas ponedoras, mientras que Saladillo (3,17%) resalta también por la presencia de *feedlots* bovinos y porcinos.

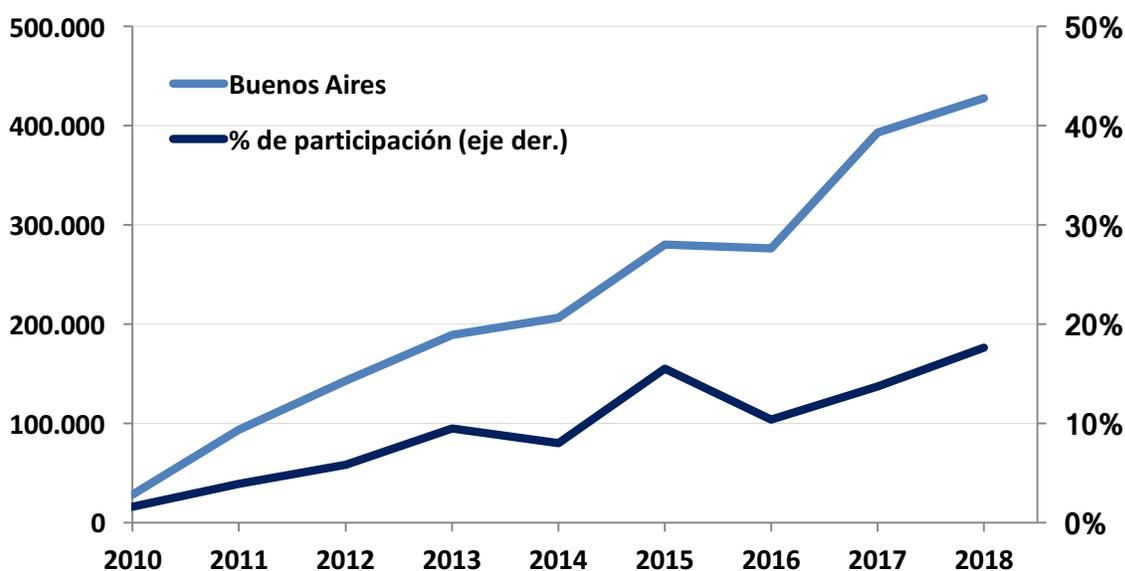
Finalmente, en lo relativo a la elaboración de biocombustibles, la provincia cuenta actualmente con 11 plantas productivas de biodiesel localizadas mayoritariamente en el norte y cerca del Conurbano bonaerense, donde está la mayor parte de la industria aceitera local (Observatorio de Bioeconomía). A lo largo de la última década, la producción de biodiesel bonaerense se ha incrementado rápidamente, multiplicándose por 15 entre 2010 y 2018, lo que representa una tasa de crecimiento anual promedio de 40% (Secretaría de Energía).

En el año 2010, la provincia produjo aproximadamente 28.200 toneladas de este biocombustible, un 1,6% del total elaborado a nivel nacional (Ibíd.). El rápido crecimiento de la

producción provincial llevó a que la fabricación de biodiesel bonaerense alcance, en el año 2018, un total aproximado de 428.000 toneladas, alcanzando una participación nacional de 17,6% (Gráfico 4).

Este fenómeno de crecimiento se vio a lo largo de todo el país, producto de la apertura de cupos productivos para nuevas plantas afuera de Santa Fe, que como se dijo es la principal provincia fabricante de biodiesel. Mientras en 2010 el 96% del biodiesel argentino era santafesino, en 2018 esa proporción había bajado al 72%, con un paralelo crecimiento en el resto de las provincias con Buenos Aires a la cabeza (Ibíd.).

Gráfico 4. Producción de biodiesel en la provincia de Buenos Aires y participación sobre el total nacional, en toneladas. Años 2010-2018.



Fuente: elaboración propia en base a la Secretaría de Energía de la Nación

Respecto a las ventas al exterior de biodiesel de origen bonaerense es necesario realizar una aclaración. Si bien el INDEC –a través de su sistema *on-line* de consulta del origen provincial de las exportaciones argentinas– informa que la provincia presenta ventas externas de biodiesel, informantes clave del sector que consultados para la elaboración de este trabajo aseguraron que dicha información presenta inconsistencias y que se encuentra actualmente en revisión por parte del organismo estadístico, ya que de acuerdo a la Secretaría de Energía de la Nación, que habilita las plantas de biodiesel y compila las estadísticas primarias de producción-exportación del sector, los establecimientos de la provincia de Buenos Aires no exportan actualmente este combustible.

5. Análisis tecnológico

La concreción de las oportunidades existentes dentro del ámbito de la provincia para la explotación de bioenergías no depende únicamente de la disponibilidad de recursos naturales, sino también de las capacidades tecnológicas y de la vigencia de marcos regulatorios adecuados.

En este sentido resulta estratégica la promoción de mayores capacidades en el campo de la biotecnología, un ámbito clave para el desarrollo del sector de la bioenergía. Argentina ingresó tempranamente en el grupo de países con capacidades científicas, tecnológicas y productivas en el campo de la biotecnología y no opera demasiado lejos de la frontera tecnológica internacional, aunque indudablemente lo hace a una escala y con recursos mucho menores que los países avanzados.

Buenos Aires se constituye como una de las principales provincias con capacidades en el campo de la biotecnología: de acuerdo al relevamiento de grupos y proyectos de investigación en el área realizado por el ex MinCyT, UBATEC y la Cámara Argentina de Biotecnología, cuenta con un 37% de los grupos existentes a nivel nacional, con un total estimado de 2000 investigadores y 600 proyectos (MinCyT, UBATEC y CAB, 2016).

Una de las principales instituciones instaladas en la provincia en materia de investigación aplicada a la producción de bioenergías es Y-TEC. Esta empresa pública, de propiedad compartida entre YPF y el CONICET, cuenta con diversas líneas de investigación orientadas a que YPF logre gradualmente trascender su especialización en la explotación de hidrocarburos y se convierta en compañía energética integral. En este marco, el desarrollo de energías no convencionales es una de las áreas clave de investigación en Y-TEC. Energías no convencionales es un campo amplio que obviamente abarca a la revolución que suponen los hidrocarburos *tight* que están apalancando la explotación de los yacimientos de Vaca Muerta, pero también se incluyen aquí otros proyectos de enfocados a la generación de tecnología novedosa factible de ser aplicada al desarrollo de bioenergía. En lo referido a biogás, Y-TEC cuenta con la primera planta piloto modular del país y recientemente también incorporó su propia ingeniería a escala industrial (bajo un diseño pensado específicamente para la Argentina que surgió tras un convenio técnico con el instituto Fraunhofer-IEE de Alemania). El objetivo de estos desarrollos consiste en lograr convertir la basura en energía a lo largo de toda la cadena de valor de las empresas del grupo YPF, para lo cual se están realizando investigaciones que involucran distintas escalas y distintos tipos de basura. Asimismo, Y-TEC lleva a cabo I+D para la generación de biocombustibles de tercera generación a partir de algas y residuos de la producción agrícola (no así a partir de granos, una tecnología ya madura).

De acuerdo a la información relevada por la FAO (2019), los equipos instalados para la generación de biogás tanto por parte del Estado provincial como de las empresas privadas son biodigestores, que contienen la biomasa húmeda de manera hermética para generar un proceso de digestión anaeróbica. En este proceso, microorganismos transforman la parte biodegradable de la materia orgánica en gases que componen el biogás, el cual luego se puede extraer y almacenar o utilizar directamente para la generación de energía calórica o eléctrica vía combustión. Al mismo tiempo, el residuo del proceso de digestión, denominado digerido, se puede tratar y reutilizar como biofertilizante en la producción agrícola, maximizando el ciclo productivo circular.

La tecnología utilizada para estos equipos de generación de energía eléctrica renovable en su mayor parte es de fabricación nacional. De acuerdo al relevamiento nacional de biodigestores realizado por la FAO, cerca de un 60% de las plantas instaladas no cuentan con insumos importados, mientras que sólo un 6% tiene una alta incidencia de tecnología importada (Ibíd.).

Sin embargo, dicho relevamiento sí registra que los equipos instalados no necesariamente coinciden con las necesidades y características tecnológicas locales de los procesos de biodigestión realizados. En particular, se observa que un 46% de los biorreactores a nivel nacional son de mezcla completa, que se utilizan para tratar sustratos con alto contenido de sólidos, mientras que únicamente un 19% utiliza sistema de laguna cubierta, más apto para residuos líquidos. Además,

un 56% de estas plantas de tratamiento no cuentan con control de temperatura, lo que lleva a una subutilización de la capacidad de procesamiento de los reactores. A su vez, un 48% de los mismos cuenta con sistemas deficitarios de agitación y cerca del 80% déficits en los sistemas de automatización (si los tiene), lo que produce una mala distribución de los sustratos, sedimentación y estratificación térmica, incrementando la capacidad desaprovechada (Ibíd.).

Por otra parte, se observa que, en el 43% de los biodigestores instalados a nivel nacional el biogás generado no es aprovechado, de forma tal que la planta se utiliza simplemente como herramienta para tratamiento de residuos. Por otro lado, sólo un 12% de las plantas utilizan dicho recurso para generar energía eléctrica, siendo la producción energía térmica el mayor destino del biogás utilizado. Entre los biodigestores en uso dentro del sector privado la subutilización del biogás obtenido es aún mayor: “el 50% de las plantas relevadas del sector privado no utiliza el biogás como energía para el sistema productivo. Este hecho es uno de los más importantes para mejorar el balance energético de los procesos internos y motivar el mejoramiento del desempeño específico de la planta de biodigestión” (Ibíd., p. 33). Este fenómeno de subutilización del recurso se complementa con la necesidad de impulsar una mayor eficiencia en el uso de la energía para avanzar en el objetivo de promover una mayor sustentabilidad del sistema y mejorar la relación costo/rendimiento de bioenergía producida.

De igual manera, otro de los déficits existentes para la introducción de bioenergías dentro de la matriz productiva bonaerense resulta de la inadecuada legislación nacional y provincial existente en cuanto a un conjunto de disposiciones claras y técnicamente viables respecto al tratamiento de efluentes (INTA, 2016). Como consecuencia de esto, aumenta la incertidumbre y los costos potenciales para la adopción de tecnologías que permitan el aprovechamiento de dichos efluentes.

Por el lado de la producción de biodiesel, las plantas existentes en la provincia de Buenos Aires son de tamaño medio, menores que las existentes en Santa Fe. Esto se debe a que la industria de aceite de soja se encuentra menos concentrada territorialmente. El biocombustible elaborado en ambas provincias, sin embargo, resulta de similar calidad.

Otro aspecto tecnológico importante que vale recalcar para el sector de biodiesel es que los automóviles actuales, tanto los producidos en el país como los importados, cuentan con sistemas de combustión que pueden operar con naftas o gasoil proveniente en un 100% de materia biológica, algo que resultaba imposible con motores más antiguos. Esto representa un salto tecnológico importante para el sector de biocombustibles, puesto que suprime los “techos” por limitaciones técnicas para la demanda por parte del mercado automotriz.

6. Principales problemáticas identificadas

Sobre la base de la información secundaria relevada y las entrevistas con expertos, funcionarios e informantes sectoriales clave, se listan aquellas áreas identificadas con potencial para intervenir desde la CTI. La misma no debe ser interpretada como única y definitiva, sino como un punto de partida desde el cual es posible escalar y especificar nuevos espacios de intervención.

6.1 Desconocimiento y subutilización de las fuentes potenciales de bioenergía

Si bien las energías renovables han ganado difusión en los últimos años, existe aún un fuerte desconocimiento y –por tanto– subutilización de las mismas; el aprovechamiento de la

bioenergía en la provincia de Buenos Aires no es la excepción a dicho señalamiento. Muchos productores pecuarios y agrícolas de la provincia desconocen los potenciales usos energéticos que encierran los distintos residuos de sus actividades económicas, lo que lleva a un bajo grado de adopción de las tecnologías existentes para producir energía renovable y limita la expansión del sector.

Al mismo tiempo, las potenciales ineficiencias existentes en equipos y procesos utilizados en la producción atentan contra la difusión de energías renovables dentro de la matriz productiva local. Ante un sobreuso energético, la bioenergía se torna en una opción limitada tanto técnica como económicamente. Así, un paso previo o paralelo a la promoción de las bioenergías consiste en impulsar acciones de difusión y capacitación para avanzar en una transformación hacia un esquema de uso más racional y sustentable que sea acorde a la introducción de las bioenergías.

Adicionalmente, la subutilización de la biomasa útil en la provincia puede encontrarse en parte vinculada a una inadecuación en las normativas vigentes. Al respecto, un reciente estudio del INTA que revisó las reglamentaciones existentes que normalizan el manejo de los residuos en producciones animales intensivas del Área Metropolitana de Buenos Aires resulta concluyente:

No existe normativa que contemple específicamente el manejo de producciones animales intensivas (feedlot, tambo, porcinos, aves), tanto en lo relativo al impacto de estas sobre el ambiente como regulaciones propias de la gestión de los residuos. La legislación nacional es de carácter general en lo relativo al impacto sobre el ambiente y por lo tanto su aplicación es dificultosa. A nivel provincial, los residuos de las producciones animales intensivas (estiércol) no están definidos ni reglamentados por una ley específica. Las normativas existentes intentan ordenar las actividades considerando aspectos legales y técnicos, pero carecen de base de datos y desarrollos técnicos para llevar a cabo las operaciones que ellas mismas exigen (INTA, 2016, p.22).

A su vez, el INTA colaboró recientemente en la elaboración de una resolución novedosa (aún no vigente) para el uso del digerido proveniente de plantas de biogás como enmienda orgánica para suelos agrícolas a fin de facilitar el aprovechamiento de este subproducto como aportante de nutrientes y materia orgánica, valorizando aún más la generación de energía limpia (INTA, 2018, p.2).

6.2 Elevados costos de transporte para la biomasa seca

El recurso biomásico seco de la provincia es una de las potenciales fuentes de energía más desaprovechada, existiendo únicamente cuatro plantas en el territorio bonaerense que funcionan a partir de este recurso. Una de las mayores problemáticas en este punto es el elevado costo que implica el transporte de biomasa seca: esto se debe a que son recursos con baja densidad, lo que significa que se traslada un bajo potencial energético por flete. Además, la biomasa seca provincial suele encontrarse dispersa a lo largo de diversas explotaciones y no concentrada territorialmente, por lo que es necesario cierto traslado para un procesamiento a una escala que resulte rentable. En este sentido, se requieren estrategias para viabilizar la transformación (compactación) en origen del mismo para que su transporte sea económicamente viable, además de la conveniencia de promover el uso local del recurso para evitar que los costos de transporte sean excesivos (téngase en cuenta lo antes indicado respecto al reciente patentamiento de un sistema para *pelletizar* marlos de maíz que reduce entre siete y diez veces el volumen del marlo realizado por la UTN-FRVT).

6.3 Escaso aprovechamiento del biogás generado en los reactores instalados

De acuerdo a la información existente, en cerca del 45% de los casos no se aprovecha el biogás generado en los biodigestores instalados a nivel nacional, fenómeno que según es dable suponer se reproduce también en la provincia de Buenos Aires (FAO, 2019). De esta forma, se han instalado equipos con el objetivo de tratar los efluentes de la actividad productiva pero se desaprovecha su potencial en materia bioenergética. A su vez, esto conduce a que el uso de los equipos sea inadecuado, seleccionando instrumentos que no son totalmente aptos para el tipo de biomasa húmeda que se tratará, lo que genera ineficiencias en la propia producción de este tipo de energía.

A su vez, se observa un marcado desconocimiento sobre la calidad del recurso (biogás) generado y, en una altísima proporción, los biodigestores en funcionamiento requieren optimizar su sistema de automatización y de control de proceso. De acuerdo al informe técnico citado, este punto no solo involucra un déficit en el aprovechamiento de un recurso energético relevante sino que también supone riesgos para los equipos y para las personas que los operan (ibíd.).

6.4 Competencia potencial por los recursos entre alimentos y biocombustibles

Uno de los mayores problemas que existen para la producción de biocombustibles consiste en que el principal insumo que se necesita son alimentos, fundamentalmente soja y maíz. De esta forma, se genera una competencia por estos recursos, lo que puede conducir a un mayor precio de los mismos o a una menor disponibilidad para el consumo. Al mismo tiempo, en tanto ambos granos se utilizan como alimento para ganado y también se suelen utilizar como parámetro para tasar valores de arrendamiento de tierras, una mayor demanda de los mismos puede impactar en el precio de todos los productos agropecuarios. De esta forma, resulta necesario maximizar las posibilidades de avanzar en una transición tecnológica hacia biocombustibles de tercera generación, basados en residuos agrícolas y en otros productos no comestibles en lugar de granos.

Anexo

Hacia el desarrollo de un modelo de *salud sostenible ambientalmente*

- ✓ Si bien el presente núcleo sectorial estratégico estuvo enfocado en bioenergía, el MCTI de la provincia de Buenos Aires está comprometido con avanzar en una promoción más amplia del paradigma de la bioeconomía a lo largo del territorio bonaerense.
- ✓ En ese marco, se mantuvieron reuniones con el Ministerio de Salud de la provincia y con el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) quienes manifestaron las principales dificultades y los desafíos que encierra el objetivo de avanzar hacia el modelo de un hospital sostenible en términos ambientales, una propuesta que el Ministerio de Salud está evaluando incorporar a la agenda Argentina 2030.
- ✓ El concepto de *hospital sostenible ambientalmente* es relativamente novedoso en el mundo. Se trata de una concepción integral que contempla al sector salud como actor económico con capacidad de movilizar una gran cadena con impacto ambiental. Existe un impacto directo (por consumo de insumos específicos del sector y también por la generación de desechos tecnológicos), pero también se incorpora una lógica integral de “compras sustentables” desde el sector salud, es decir, promover que los diversos proveedores del sector cumplan ciertas rutinas y protocolos en sus procesos de producción, en los materiales que usan, los desechos que generan, la renovación de los equipamientos que emplean, etc.
- ✓ Este desafío requiere articular metas factibles con el sector privado (proveedores). Es decir, implica avanzar en la generación de un mercado que brinde los servicios necesarios para atender a toda la cadena movilizada por el sector salud. Esto incluye: a) Trabajar con los habituales proveedores hospitalarios, donde hoy solo existe una “mirada ANMAT”, pero no una lectura ambiental más profunda que incluya una consideración sistémica sobre cómo se produce, qué embalajes se utilizan, cuánto se contamina, etc.; b) Analizar y resolver los aspectos integrales sobre la gestión productiva intra-hospitalaria para avanzar en la lógica de “hospital sostenible ambientalmente” (un modelo mundial de referencia para avanzar en este camino es el existente en Suecia).
- ✓ El Ministerio de Salud se propone comenzar a trabajar sobre el objetivo enunciado desde el interior del propio hospital, analizando aspectos tales como el tipo de iluminación utilizado, los procesos de reciclado, el tratamiento de residuos, etc. En una etapa posterior se incorporaría el trabajo con los proveedores (tradicionales y no tradicionales) de los hospitales para desarrollar el concepto de “compras sustentables” antes mencionado.
- ✓ Esto, además de los costos adicionales para el Estado que seguramente surjan, requiere una articulación con los proveedores para garantizar la factibilidad técnica de hacerlo, es decir, promover dentro de la provincia las soluciones tecnológicas necesarias y los tiempos

eventuales de reconversión para lograrlo. Este es un espacio de interés para articular acciones de vinculación entre el sector de salud y el espacio CTI provincial.

- ✓ Por su parte, en la agenda estratégica de la OPDS se incluyen distintos desafíos que pueden ser asistidos desde el ámbito CTI.
- ✓ Patogénicos. Es necesario coordinar con el Ministerio de Salud criterios de trazabilidad completa en patogénicos, cosa que actualmente no existe (no se conoce cuánto se genera y quién lo genera, sino que solo se sabe cuánto se mueve en volumen y cuánto se trata). Es necesario realizar estudios o estimaciones técnicas más precisas que permitan aproximar cifras realistas de generación para evitar que se produzcan desvíos ilegales. En dichas estimaciones – a través del establecimiento de muestras representativas y/o modelizaciones– la asistencia del espacio CTI provincial puede ser muy relevante.
- ✓ Hacia la generación de un *vademécum* de tecnologías de tratamiento para los residuos especiales. OPDS considera relevante contar con una normativa provincial que, para cada una de las corrientes de residuos existente, establezca rutinas y tecnologías de tratamiento ya consensuadas y preaprobadas. Esta es una línea de articulación relevante con el MCTI, dado que desde el espacio CTI provincial pueden aportarse soluciones respecto a la búsqueda e identificación de nuevos desarrollos y transferencia de tecnologías para el tratamiento de residuos especiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Mundial: Índice de adopción digital de las empresas. Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016/Digital-Adoption-Index>
- Boston Consulting Group (2018): *Acelerando el Desarrollo de Industria 4.0 en Argentina*. Disponible en: http://image-src.bcg.com/Images/Acelerando-el-Desarrollo-de-Industria-40-en-Argentina_tcm62-184622.pdf
- CEPAL (2013): Economía digital para el cambio estructural y la igualdad, CEPAL, Santiago de Chile. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35408/1/S2013186_es.pdf
- CESSI (2014): Historia de la Industria Informática Argentina, CESSI-Italo Daffra, Buenos Aires.
- CLINTEC (Clínica Tecnológica). Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la provincia de Buenos Aires. Base de microdatos anonimizados.
- CONICET (2015). *La Bioeconomía en la Argentina: Oportunidades y Desafíos*. Temas de discusión en el marco de la Red de Estudios en Bioeconomía del CONICET. Abril 2015. Disponible en: <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/bibliografia/>
- ENDEI 2010-2012 (Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación). Ex Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y ex Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación. Base de microdatos anonimizados.
- FAO (2018): *Análisis Espacial del Balance Energético Derivado de Biomasa. Metodología WISDOM. Provincia de Buenos Aires*. Colección de Documentos Técnicos N°10, Buenos Aires.
- FAO (2019): *Relevamiento Nacional de Biodigestores. Relevamiento de plantas de biodigestión anaeróbica con aprovechamiento energético térmico y eléctrico*. Colección de Documentos Técnicos N°6, Buenos Aires.
- FAO (2019b): *¿Que es bioenergía sostenible?*. Disponible en: <http://www.fao.org/energy/bioenergy/es/>
- Georgescu-Roegen, Nicholas (1975): *Energy and economic myth*. Southern Economic Journal, XLI.
- GIPB-FAO (2019) (Global Partnership Initiative for Plant Breeding Capacity Building y FAO): *El fitomejoramiento y las opciones en materia de bioenergía*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at910s.pdf>
- INDEC. Origen provincial de las exportaciones argentinas (OPEX). Sistema georreferenciado de consultas. Disponible en: <https://opex.indec.gov.ar/>
- Informe Plataforma de Innovación: Estado de situación de los Polos (2017). MCTI de la Provincia de Buenos Aires.
- INTA (2016). García, Ana; Santiago Fleite; Jaqueline Bereterbide: *Marco legal ambiental para el manejo de residuos en producciones animales intensivas*. INTA Ediciones. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/marco_legal_para_manejo_residuos_sist._prod._animal_-_inta_2.pdf
- INTA (2018): *Bioenergía y gestión de efluentes pecuarios*. Artículo de divulgación. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/bioenergía-y-gestión-de-efluentes-pecuarios>
- López, Andrés y Adrián Ramos (2018): "El sector de software y servicios informáticos en la Argentina. Evolución, competitividad y políticas públicas". CECE.

MinCyT, UBATEC y CAB (2016): *Biotecnología argentina al año 2030. Llave estratégica para un modelo de desarrollo tecno-productivo*. Disponible en:

<https://www.argentina.gob.ar/ciencia/publicaciones/biotecnologia-argentina-2030>

Ministerio de Agricultura de la provincia de Buenos Aires. *Potencial de producción de biogás de cada partido de la provincia*. Disponible en:

https://www.gba.gob.ar/agroindustria/direcci%C3%B3n_de_sustentabilidad_medio_ambiente_y_cambio_clim%C3%A1tico/potencial_biogas

Ministerio de Agroindustria de la Nación. *Bioeconomía Argentina. Visión desde Agroindustria*. Disponible en: https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/bioeconomia/archivos/000000_Bioeconomia%20Argentina.pdf

Ministerio de Agroindustria de la provincia de Buenos Aires. Plan Provincial de Bioeconomía.

Ministerio de Hacienda de la Nación (2016): *Informes de cadenas de valor: Software y Servicios Informáticos*. Disponible en: https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPE_Cadenas_de_Valor_Servicios_SSI.pdf

Ministerio de Hacienda de la Nación (2017): *Informes de cadenas de valor: Oleaginosas*. Disponible en: https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/2017/SSPMicro_Cadena_de_Valor_Oleaginosa.pdf

Observatorio de bioeconomía y datos estratégicos de la provincia de Buenos Aires. *Buenos Aires Bioenergía*. Documento interno no publicado.

OEDE (2019). Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial de la Argentina. Ministerio de Producción y Trabajo. Disponible online en: <http://www.trabajo.gob.ar/estadisticas/oede/index.asp>

OPSSI (2019). Observatorio Permanente de la Industria de Software y Servicios Informáticos de la CESSI. Disponible On-line en: <http://www.cessi.org.ar/opssi>

Pereira, Mariano; María Florencia Barletta y Gabriel Yoguel (2016): "El desempeño del sector de software y servicios informáticos en la Argentina: evidencia microeconómica sobre los programas públicos de apoyo". En Revista de la CEPAL, N°120, Diciembre.

PESSIT Tandil. Plan Estratégico de Software y Servicios Informáticos 2015-2023.

PROBIOMASA (Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa). Indicadores varios. Disponible en: <http://www.probiomasa.gob.ar/sitio/es/>

Rodríguez, Adrián; Andrés Mondaini y Maureen Hitschfeld (2017): *Bioeconomía en América Latina y el Caribe. Contexto global y regional y perspectivas*. Serie de Desarrollo Productivo de la CEPAL.

Secretaría de Energía de la Nación. Información Geográfica de Energía. Disponible en: Disponible en: <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/bibliografia/>

UIA, CIPPEC, BID e INTAL (2019): *Travesía 4.0. Hacia la Transformación Industrial Argentina*.

UTN FRVT (2018). Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Venado Tuerto. *Pellet de marlo, una propuesta segura y económica para generar energía calórica*. Disponible en: https://www.frvt.utn.edu.ar/nota_ampliada.utn?newsID=780

Wierny Marisa; Ariel Coremberg; Ramiro Costa; Eduardo Trigo y Marcelo Regúnaga (2015): *Medición de la Bioeconomía. Cuantificación del caso argentino*. Bolsa de Cereales, libro electrónico.

ECOSISTEMA DE CTI PROVINCIAL: RELEVAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN

Buenos Aires

TOMO III

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE ESTUDIOS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (CIECTI)

CONTENIDOS GENERALES

1. EL SISTEMA CTI DE BUENOS AIRES.....	1
2. FICHAS INSTITUCIONALES	7
A. COMISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS DE LA PROV. DE BUENOS AIRES (CIC).....	8
B. CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS (CONICET)	16
C. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (UNLP)	20
D. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DE LA PROV.DE BUENOS AIRES (UNICEN).....	27
E. UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA (UNMDP)	31
F. YPF TECNOLOGÍA (Y-TEC)	34
G. PLANTA PILOTO DE INGENIERÍA QUÍMICA (PLAPIQUI).....	40
3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICOS Y DIAGRAMAS

Gráfico 1. Inversión pública en ACyT en millones de \$, 2015	2
Gráfico 2. Inversión pública en ACyT per cápita en \$, 2015	2
Gráfico 3. Inversión en I+D en millones de \$, 2015	3
Gráfico 4. Inversión en I+D per cápita en \$, 2015	3
Gráfico 5. Cantidad de personas equivalentes a jornada completa (EJC) dedicadas a Investigación y Desarrollo en la Provincia de Buenos Aires, año 2015	4
Tabla 1. Personal de la CIC, según categoría institucional. Año 2018	8
Gráfico 6. Distribución por tema de especialización de los institutos asociados a la CIC, agrupados en grandes rubros. Año 2017	10
Mapa 1. Distribución territorial de los institutos asociados a la CIC	10
Tabla 2. Personal de los CCTs del CONICET en la provincia, según categoría	17

1. EL SISTEMA CTI DE BUENOS AIRES

El gasto destinado a actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología en Buenos Aires representó en 2015 –último año disponible al momento de elaborar este informe– una proporción del 31,2% del total nacional, algo inferior a la participación relativa de la provincia en la economía del país (34,1% del PBI).

De acuerdo a la información de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (en adelante, SCTIP) la inversión en Actividades Científico y Tecnológicas (ACyT) realizadas en organismos públicos, Universidades y entidades sin fines de lucro de Buenos Aires fue de \$9.792 millones en el año 2015.¹ Buenos Aires se ubicó en el primer puesto del posicionamiento provincial dentro de la Argentina, con una cifra 28% superior a la de CABA y casi cuatro veces más grande que la de Córdoba, distritos que la siguen en cuanto a los montos de inversión pública y universitaria en ACyT (Gráfico 1).

Dicha posición se reduce significativamente al analizar el monto de la inversión en ACyT en términos per cápita. En efecto, al corregir el gasto agregado de acuerdo a la población de cada provincia, Buenos Aires se posicionó en el puesto número catorce en 2015, con un monto ubicado un 19% por debajo del correspondiente a la media nacional (Gráfico 2).

¹ Los datos fueron calculados por la SCTIP a partir del Manual de Frascati de la OCDE. Dentro de la definición de ACyT, se incluyen a las actividades sistemáticas relacionadas con la generación, el perfeccionamiento y la aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos. Comprende I+D, actividades como formación de recursos humanos en CyT, difusión de CyT y servicios científicos y tecnológicos (bibliotecas especializadas, museos, traducción y edición de literatura en CyT, el control y la prospectiva, la recopilación de datos sobre fenómenos socioeconómicos, los ensayos, la normalización y el control de calidad, los servicios de asesoría, así como las actividades en materia de patentes y de licencias a cargo de las administraciones públicas).

Gráfico 1. Inversión en ACyT en organismos públicos, Universidades y entidades sin fines de lucro. Provincia de Buenos Aires. Año 2015. En millones de \$

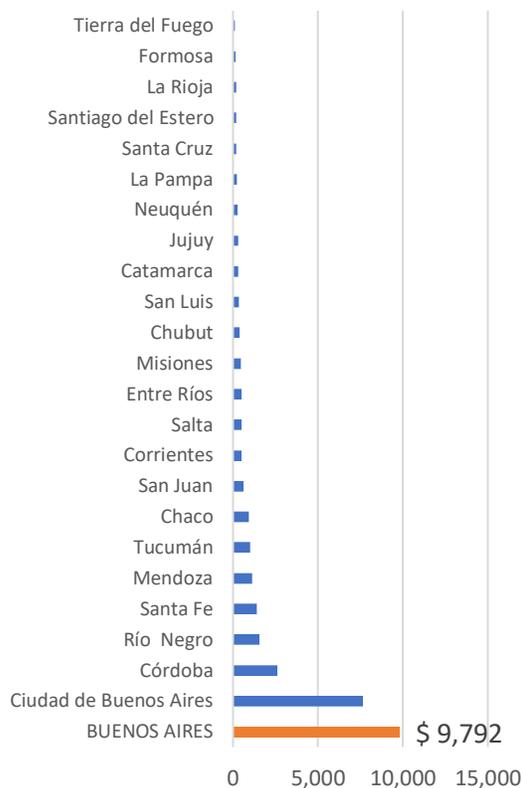
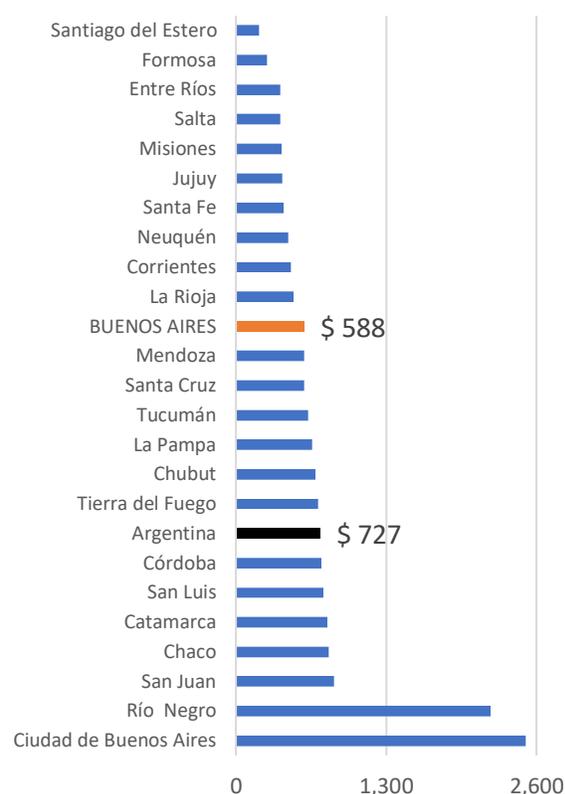


Gráfico 2. Inversión en ACyT per cápita en organismos públicos, Universidades y entidades sin fines de lucro. Provincia de Buenos Aires. Año 2015. En millones de \$



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la SCTIP

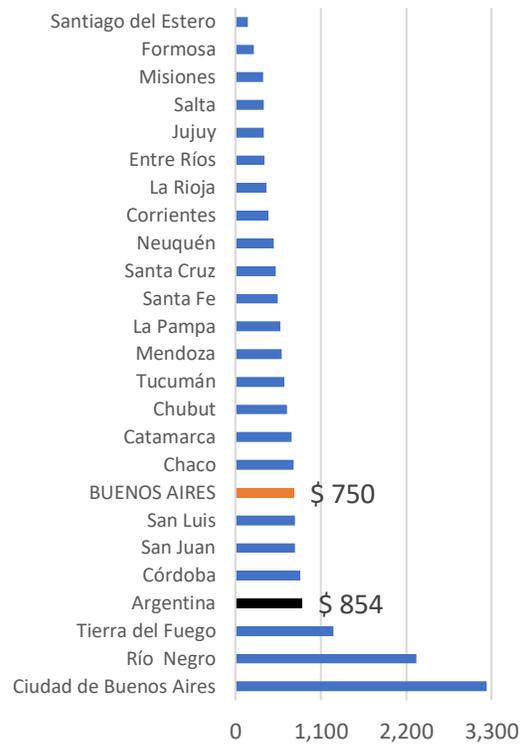
Por su parte, como se ve en el Gráfico 3, el gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) total de la provincia de Buenos Aires en 2015 alcanzó los \$12.488 millones (téngase en cuenta que el gasto aquí indicado incluye la I+D pública y privada ejecutada en la jurisdicción provincial y por ello supera al gasto en ACyT antes indicado, el cual no incluía estimaciones del gasto privado). También en este caso, Buenos Aires encabeza el posicionamiento provincial y alcanza una proporción algo mayor a un tercio del gasto total nacional.

En el caso del gasto per cápita en I+D, Buenos Aires cae hasta ubicarse en el lugar número siete entre las jurisdicciones provinciales, con \$ 750 por persona en 2015, lo que representó en dicho año un 88% de la media nacional (Gráfico 4).

Gráfico 1. Inversión en I+D. Provincia de Buenos Aires. Año 2015. En millones de \$



Gráfico 4. Inversión en I+D per cápita. Provincia de Buenos Aires. Año 2015. En millones de \$



Fuente: Elaboración propia en base a datos del SCTIP

Por otro lado, en el año 2015 Buenos Aires contaba con 20.540 personas (en equivalencia con jornada completa) dedicadas a tareas de investigación y desarrollo en su territorio. De dicho total, el 48% eran investigadores, 32,6% correspondía a técnicos y personal de apoyo y el restante 19,4% estaba constituido por becarios de investigación.

Gráfico 2. Cantidad de personas dedicadas a I+D (equivalentes a jornada completa). Provincia de Buenos Aires. Año 2015.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del SCTIP

El complejo científico-tecnológico de la provincia de Buenos Aires comprende una extensa y valiosa trama de organismos e instituciones de diverso tipo, incluyendo múltiples Universidades públicas y privadas; centros e institutos de investigación; laboratorios diversos; organismos de promoción científica y tecnológica; prestadores de servicios tecnológicos; y empresas de base tecnológica de naturaleza público-privada. Todas estas instituciones llevan adelante tareas de I+D, difusión del conocimiento y transferencia de tecnología, a la vez que algunas de ellas se dedican también a la formación de profesionales y tecnólogos. Como es sabido, el territorio bonaerense no solo alberga organismos de origen provincial sino también múltiples instituciones nacionales con presencia en distintas localidades del país.

La extensión y complejidad de la trama científico-tecnológica bonaerense obligó –debido a las restricciones prácticas en materia de recursos y plazos existentes en este trabajo– a realizar una selección de los organismos e instituciones contactados en función de su vinculación directa o indirecta con los tres núcleos productivos estratégicos definidos por la provincia para la realización de este informe: industria 4.0; *software*; y bioenergía. Dicha selección fue llevada a cabo por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Buenos Aires en función de los aportes y las potencialidades que exhibe –o que puede exhibir a futuro– cada una de dichas instituciones para promover las capacidades tecnoproductivas de los núcleos productivos mencionados. De todas formas, vale aclarar que esta primera selección realizada no pretende ser exhaustiva sino que se reconoce inevitablemente incompleta y, a la vez, que podrá ser perfeccionada a futuro si esta iniciativa es retomada y profundizada. Es indudable que pueden identificarse a lo largo del territorio bonaerense múltiples instituciones, centros y/o grupos de investigación CyT con capacidad de asesorar y asistir a las actividades productivas estudiadas que no han sido relevadas para la realización de este informe (y que, por tanto, no se encuentran identificadas en las “fichas institucionales” que integran este documento).

La contraparte gubernamental de la provincia de Buenos Aires con la que se articuló la realización de este trabajo fue el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI). El MCTI fue creado en agosto de 2016 y cuenta con dos Subsecretarías. Una de ellas es la Subsecretaría de

Tecnología e Innovación, cuyo objetivo consiste en planificar la política tecnológica y de innovación provincial; la otra es la Subsecretaría de Gestión y Difusión del Conocimiento, que se ocupa de promover y difundir el valor del conocimiento como herramienta de desarrollo y bienestar.

En segundo lugar, se mantuvieron diversos contactos con la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), el principal organismo de ejecución de políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación para la provincia de Buenos Aires. La CIC fue creada en 1956, precediendo incluso al CONICET nacional y operando como su análogo bonaerense; de hecho, ambas instituciones guardan importantes vinculaciones a través de los distintos Centros de Investigación, Desarrollo e Innovación compartidos. Cuenta con 6 unidades operativas propias y otras 81 asociadas de doble o triple ejecución en conjunto con CONICET, Universidades y municipios. Desde una perspectiva presupuestaria, el último dato de ejecución disponible indica que la CIC tuvo, en 2018, un gasto de \$399 millones, lo que implica una incidencia del 74% en el total del gasto provincial en Ciencia y Técnica y del 9% si contemplamos Ciencia y Técnica, Industria y Agricultura, Ganadería y Recursos Naturales Renovables.

También fueron incluidos en el relevamiento realizado los Centros Científicos Tecnológicos (CCTs) que el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) posee en territorio bonaerense y que se encuentran articulados con diversas instituciones provinciales (entre ellas, la CIC). De los 16 CCTs que el CONICET posee en el país, cuatro están localizadas en Buenos Aires: en las ciudades de La Plata, Bahía Blanca, Mar del Plata y Tandil. En total, existen 68 unidades ejecutoras dependientes de CONICET dentro de la provincia.

Dentro de los contactos mantenidos con los CCTs del CONICET en territorio bonaerense, se incluyó la Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI), un instituto de investigación, educación y desarrollo de tecnología con sede en la ciudad de Bahía Blanca, dependiente de la Universidad Nacional del Sur (UNS) y del CONICET. Entre las líneas de investigación del PLAPIQUI se incluyen desarrollos en biocombustibles y sustancias bioactivas.

Como se sabe, Buenos Aires cuenta con múltiples Universidades públicas y privadas a lo largo de todo su territorio. Dentro de este nutrido grupo de instituciones, se trabajó de forma puntual con algunas de las Universidades localizadas en espacios territoriales estratégicos de la provincia en función de sus vínculos –formativos y de asistencia tecnológica– con el sector de *software* y servicios informáticos, una actividad que encuentra uno de sus principales limitantes estructurales en la escasez de capital humano adecuadamente formado.

Por un lado, se contactó a la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), institución educativa pública de muy reconocida trayectoria y prestigio dentro de nuestro país, ubicada en la capital provincial. La UNLP cuenta con una Facultad de Informática con múltiples carreras de grado y posgrado (incluyendo un Doctorado) dedicadas a la formación de profesionales y las tareas de investigación vinculadas a la actividad. Además, la Facultad posee tres laboratorios especializados, cuya actividad apunta a realizar I+D en distintos campos de la informática (ver ficha institucional respectiva).

También se contactó a la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), cuya sede de la Facultad de Ciencias Exactas se encuentra localizada en la ciudad de

Tandil. Esta Facultad cuenta con varias carreras de grado y posgrado (incluyendo también un Doctorado) vinculadas a la formación de recursos humanos y la investigación en el campo de la informática. Además, tiene dos institutos de investigación especializados en la materia: el Instituto de Sistemas Tandil (ISISTAN), unidad ejecutora de doble dependencia compartida con CONICET, y el Instituto de Investigación en Tecnología Informática Avanzada (INTIA).

La tercera institución educativa relevada fue la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), la cual cuenta con dos carreras vinculadas al sector dictadas dentro del ámbito de la Facultad de Ingeniería. Esta dependencia, a su vez, cuenta con tres grupos de investigación en materia informática.

Por otro lado, dentro del espacio de las energías alternativas, se contactó a YPF Tecnología (Y-TEC), una empresa pública emplazada en Berisso propiedad en un 51% de YPF y un 49% de CONICET. Esta firma es líder en generación de tecnologías para la industria petrolera y, más en general, para promover la reconversión de YPF en una empresa energética integral. Y-TEC cuenta con el centro de investigación aplicada más grande de la Argentina con 47 laboratorios y 12 plantas piloto, dedicándose entre otras áreas a la investigación de frontera en biotecnología industrial y bioenergía, sectores de gran relevancia para el desarrollo de la provincia de Buenos Aires.

Finalmente, a través de la iniciativa y articulación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Buenos Aires, fueron también convocados a diversas mesas de trabajo a lo largo de la realización de este informe múltiples Ministerios y organismos de la provincia: Ministerio de Agroindustria (Observatorio de Bioeconomía y datos estratégicos); Ministerio de Producción; Ministerio de Economía; Ministerio de Trabajo; Ministerio de Salud; y Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible.

2. FICHAS INSTITUCIONALES

En esta sección se presentan las fichas institucionales de los distintos organismos de ciencia y tecnología seleccionados de la provincia de Buenos Aires. Éstas tienen por finalidad realizar una caracterización de cada uno de estos actores, para identificar sus capacidades técnicas, enumerar sus líneas de investigación, identificar vínculos con el entramado productivo y reconocer su potencial de transferencia tecnológica.

Las fichas se elaboraron con una estructura de 6 secciones, en las que se realiza una presentación institucional del organismo en cuestión, teniendo en cuenta: su presupuesto, los recursos humanos disponibles, las áreas en que se especializa y sus vinculaciones para transferencia de conocimientos, otras formas de vinculación con el entorno provincial y, finalmente, sus desafíos y oportunidades (téngase en cuenta que, en algunos casos, la limitación de información disponible imposibilitó completar la totalidad de las secciones enumeradas).

A. COMISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (CIC)

FICHA INSTITUCIONAL

1. Presentación institucional

La Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) se fundó en el año 1956 como un ente autárquico y descentralizado, con el rol de asesorar al Poder Ejecutivo de la provincia en materia de estudio, orientación y coordinación de la experimentación y el aprovechamiento y aplicación de los conocimientos y recursos científicos. Siendo predecesor del CONICET, creado en el año 1958, se convirtió en su fundación en el primer organismo del país de carácter científico-tecnológico y con dedicación hacia el fomento de la investigación.

A lo largo de los años, su dependencia institucional fue sufriendo transformaciones. La última de ellas ocurrió en el año 2016, cuando a través de la Ley Nº 14.832 se creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Provincia de Buenos Aires, integrándose a la CIC como un organismo funcional dentro de la órbita de dicha institución.

La CIC cuenta con diversos centros, laboratorios e institutos dedicados a la investigación, tanto de dependencia propia como asociados de múltiple dependencia con otros organismos, como Universidades nacionales, CONICET, municipios u órganos ejecutivos provinciales. A su vez, los propios investigadores y el personal de apoyo de la CIC también se desempeñan en sus tareas en algunos de los organismos mencionados.

Estas 87 instituciones se encuentran dispersas a lo largo de todo el territorio bonaerense, pudiendo subdividirse cuatro regiones: Región La Plata-Conurbano, Región Centro, Región Mar del Plata y Región Bahía Blanca. La sede central de la CIC, por su parte, se encuentra en la ciudad de La Plata.

Los principales objetivos de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires son brindar fomento y apoyo a la investigación científica y técnica y a la formación de investigadores para el desarrollo provincial y nacional. Todo esto se realiza apuntando a mejorar el bienestar de la población, la producción agropecuaria, la creación de tecnologías propias para la producción industrialización y distribución de bienes, promoviendo el conocimiento y el mejor uso de los recursos naturales de la provincia y del país.

Para esto, la CIC promueve los estudios e investigaciones para satisfacer las necesidades del desarrollo nacional y provincial a partir de un uso y rendimiento más eficiente de los recursos explotados y coordinando los esfuerzos de investigación científica y técnica dentro del territorio.

2. Análisis presupuestario

El presupuesto asignado para la CIC en el año 2018 fue de \$ 388.954.600 de acuerdo a la Ley de Presupuesto provincial. Dichas erogaciones se encuentran distribuidas aproximadamente de la siguiente manera: 75,8% destinado a gastos en personal, 19,7% a transferencias, 3,9% a servicios no personales y el restante 0,6% a bienes de consumo y bienes de uso.

3. Recursos humanos

La CIC contaba en el año 2018 con un personal total de 746 empleados, excluyendo a las autoridades y los miembros de los distintos órganos ejecutivos y de asesoramiento. Dentro de esta composición total, cabe destacar que un 81,4% se encuentran afectados a investigación y desarrollo. Dicha plantilla se encuentra distribuida dentro de las siguientes categorías contractuales:

Tabla 1. Personal de la CIC, según categoría contractual. Año 2018.

Categoría contractual	Personal contratado
Personal Ley Nº 10.430	137
Investigadores Decreto Ley Nº 9.688/81	158
Personal de Apoyo Ley Nº 13.487	215
Becarios Decreto Nº 728/89	234
Pasantes	2

Fuente: Programa de Autoevaluación Institucional del MCTI.

A su vez, cabe destacar que el personal contratado bajo Ley Nº 10.430 tienen acceso a la capacitación por parte del Instituto Provincial de Administración Pública, en conjunto con organismos facilitadores que ayudan a los agentes a la puesta en práctica de nuevos sistemas.

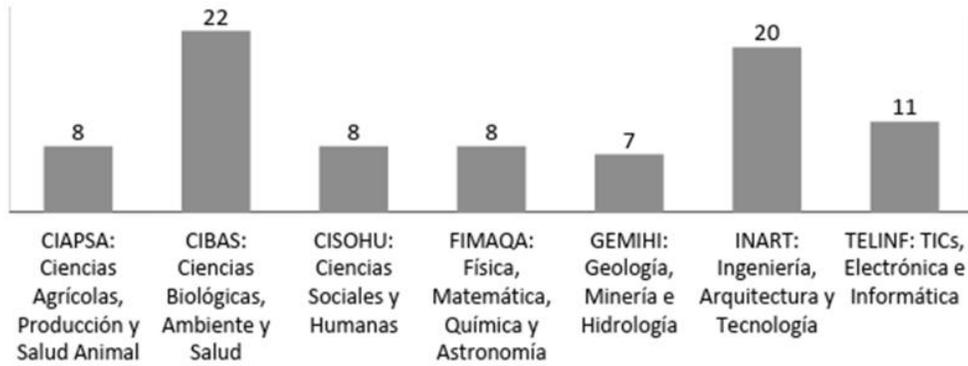
4. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

La Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires ha llevado adelante una política de incorporación de Centros Tecnológicos de la provincia como institutos asociados, con el objetivo de dar forma a un *“Sistema Provincial de Ciencia, Tecnología e Innovación”*.

En este marco, se observa que la CIC contaba a diciembre de 2018 con seis organismos de dependencia directa y otros 81 institutos asociados, los cuales cuentan con doble o triple dependencia, compartida principalmente con CONICET y Universidades Nacionales sitas en el territorio bonaerense.

Dichos institutos se encuentran especializados en distintas disciplinas de acuerdo a la distribución temática que refleja el Gráfico 6.

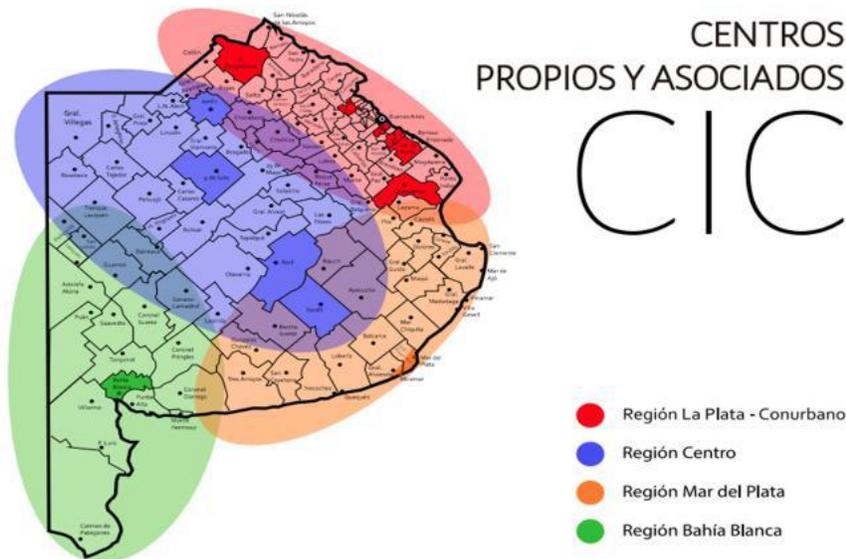
Gráfico 6. Distribución por tema de especialización de los institutos asociados a la CIC, agrupados en grandes rubros. Año 2017.



Fuente: Programa de Autoevaluación Institucional del MCTI.

Por otro lado, tal como fuera mencionado anteriormente, los institutos propios y asociados de la CIC se encuentran distribuidos territorialmente a lo largo de toda la provincia, subdividiéndose en cuatro regiones tal como se observa en el Mapa 1.

Mapa 1. Distribución territorial de los institutos asociados a la CIC.



Fuente: Programa de Autoevaluación Institucional del MCTI.

A diciembre de 2018, el siguiente era el listado de institutos de investigación y desarrollo vinculados con la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires:

Institutos propios de la CIC

- Centro de Metrología y Calidad (CEMECA).
- Centro de Investigación en Rehabilitación Nutricional y Desarrollo Humano (CEREN).
- Centro de Servicios en Gestión de Información (CESGI).
- Laboratorio de Acústica y Luminotecnia (LAL).
- Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la investigación Tecnológica (LEMIT).
- Laboratorio de Investigación del Territorio y el Ambiente (LINTA).

Institutos de doble dependencia con Universidades

- Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Transferencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Austral (LIDTUA) (CIC-UAUSTRAL).
- Instituto de Ciencia de la Salud (ICS) (CIC-UNAJ).
- Grupo de Estudios en Salud Ambiental y Laboral (GESAL) (CIC-UNDAV).
- Grupo de Investigación en Geología Ambiental (GIGA) (CIC-UNDAV).
- Colectivo de Investigación en Diseño y Producción del Conurbano (CIDIPROCO) (CIC-UNDAV).
- Laboratorio de Biología Funcional y Biotecnología (BIOLAB AZUL) (CIC-UNICEN).
- Centro de Estudios Interdisciplinarios en Problemáticas Internacionales y Locales (CEIPIL) (CIC-UNICEN).
- Grupo de Investigación Educación en Ciencias con Tecnologías (ECienTec) (CIC-UNICEN).
- Núcleo de Estudios Educativos y Sociales (NEES) (CIC-UNICEN).
- Centro de Estudios Sociales de América Latina (CESAL) (CIC-UNICEN).
- NACT - Investigaciones en Formación Inicial y Prácticas Educativas (IFIPRAC-ED) (CIC-UNICEN).
- Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable (IMsEyDS) (CIC-UNICEN).
- Instituto de Investigación en Tecnología Informática Avanzada (INTIA) (CIC-UNICEN).
- Núcleo Regional de Estudios Socioculturales (NuRES) (CIC-UNICEN).
- CINEA (Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA) (CIC-UNICEN).
- Estudios de Comunicación y Cultura en Olavarría (ECCO) (CIC-UNICEN).
- Centro de Diseño Industrial (CDI) (CIC-UNLA).
- Instituto de Salud Colectiva "Leonardo Julio Werthein" (ISCo) (CIC-UNLA).
- Instituto de Recursos Minerales (INREMI) (CIC-UNLP).
- Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA) (CIC-UNLP).
- Centro Universitario de Estudios Microbiológicos y Parasitológicos (CUDEMYP) (CIC-UNLP).
- Centro de Técnicas Analógico/Digitales (CeTAD) (CIC-UNLP).
- Centro de Investigación de Proteínas Vegetales (CIProVe) (CIC-UNLP).
- Instituto de Investigación en Informática (III-LIDI) (CIC-UNLP).
- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Métodos Analíticos (LIDMA) (CIC-UNLP).
- Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE) (CIC-UNLP).
- Laboratorio de Investigaciones en Ostopetías y Metabolismo Mineral (LIOMM) (CIC-UNLP).
- Centro de Investigaciones en Fitopatología (CIDEFI) (CIC-UNLP).
- Centro de Investigaciones Inmunológicas Básicas y Aplicadas (CINIBA) (CIC-UNLP).

- Laboratorio de Estudio de Compuestos Orgánicos (LADECOR) (CIC-UNLP).
- Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada (CENEXA) (CIC-UNLP).
- Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE) (CIC-UNLP).
- Centro de Química Inorgánica "Dr. Pedro J. Aymonio" (CEQUINOR) (CIC-UNLP).
- Laboratorio de Investigaciones de Metalurgia Física "Ing. Gregorio Cusminsky" (LIMF) (CIC-UNLP).
- Laboratorio de Investigación de Lazos Socio Urbanos (LILSU) (CIC-UNLP).
- Instituto de Botánica Carlos Spegazzini (IBCS) (CIC-UNLP).
- Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAYHS) (CIC-UNLP).
- Laboratorio de Química Ambiental y Biogeoquímica (LAQAB) (CIC-UNLP).
- Instituto de Investigaciones en Ingeniería Industrial (I⁴) (CIC-UNLZ).
- Instituto de Investigación sobre Producción Agropecuaria, Ambiente y Salud (IIPAAS) (CIC-UNLZ).
- Instituto de Investigaciones de Tecnología y Educación (IIT&E) (CIC-UNLZ).
- Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (IGCyC) (CIC-UNMdP).
- Instituto de Investigaciones Biológicas (IIB) (CIC-UNMdP).
- Instituto de Investigación en Sanidad, Producción y Ambiente (IIPROSAM) (CIC-UNMdP).
- Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica (ICYTE) (CIC-UNMdP).
- Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Ambiente (INCITAA) (CIC-UNMdP).
- Centro de Investigaciones Proyectuales y Acciones de Diseño Industrial (CIPADI) (CIC-UNMdP).
- Centro de Investigación y Docencia en Derechos Humanos Dra. Alicia Moreau (CIDDH) (CIC-UNMdP).
- Centro de Bioinvestigaciones (CeBio) (CIC-UNNOBA).
- Instituto de Diseño e Investigación (IDI) (CIC-UNNOBA).
- Instituto de Investigación y Transferencia en Tecnología (ITT) (CIC-UNNOBA).
- Centro de Geología Aplicada, Agua y Medio Ambiente (CGAMA) (CIC-UNS).
- Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional del Sur (II-UNS) (CIC-UNS).
- Laboratorio de Estudios Apícolas (LabEA) (CIC-UNS).
- Laboratorio de Investigación + Desarrollo en Ingeniería de Software y Sistemas de Información (LISSI) (CIC-UNS).
- Laboratorio de Desarrollo en Neurociencias Cognitivas (LaDeNeC) (CIC-UNS).
- Laboratorio de investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) (CIC-UNS).
- Instituto de Investigaciones Biotecnológicas – Instituto Tecnológico de Chascomus (IIB-INTECH) (CIC-UNSM).
- Centro de Emprendedorismo y Desarrollo Territorial Sustentable (CEDETS) (CIC-UPSO).
- Centro de Investigaciones y Desarrollo en Ciencias y Tecnologías de Materiales (CITEMA) (CIC-UTN).
- Centro de Investigaciones Viales (LEMaC) (CIC-UTN).
- Laboratorio de Acuicultura (LACUI) (CIC-UTN).
- Grupo de Investigación en Multifísica Aplicada (GIMAP) (CIC-UTN Regional Bahía Blanca).

Institutos de doble dependencia con otros organismos

- Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC) (CIC-CONICET).
- Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR) (CIC-CONICET).
- Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria (ISETA) (CIC-Dirección General de Cultura y Educación).
- Centro de Investigaciones en Agro-Ecología (CIAE) (CIC-Instituto Superior de Formación Técnica N°194).
- Centro de Investigación de Tecnología del Cuero (CITEC) (CIC-INTI).
- Instituto de Desarrollo de Investigaciones Pediátricas (IDIP) (CIC-Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires).

Institutos de triple y cuádruple dependencia

- Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet (ILPLA) (CIC-UNLP-CONICET).
- Instituto de Investigaciones en Electrónica, Control y Procesamiento de Señales (LEICI) (CIC-UNLP-CONICET).
- Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA) (CIC-UNICEN-Municipalidad de Azul).
- Conformación del Observatorio Medioambiental de La Plata (OMLP) (CIC-CONICET-UNLP).
- Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencia Aplicada "Dr. Jorge J. Ronco" (CINDECA) (CIC-CONICET-UNLP).
- Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (CIDCA) (CIC-CONICET-UNLP).
- Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP) (CIC-CONICET-UNLP).
- Instituto Multidisciplinario de Biología Celular (IMBICE) (CIC-CONICET-UNLP).
- Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT) (CIC-CONICET-UNLP).
- Centro de Investigación en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN) (CIC-CONICET-UNICEN).
- Centro de Investigación en Veterinaria Tandil (CIVETAN) (CIC-CONICET-UNICEN).
- Laboratorio de Plasmas Densos Magnetizados (PLADEMA) (CIC-CNEA-UNICEN-UNMdP-UNR).

Cada uno de ellos cuenta con múltiples líneas de investigación, especializadas en distintas áreas de *expertise* vinculadas a las necesidades productivas, económicas, sociales y culturales de la provincia y a sus potencialidades científico-tecnológicas. A la vez, tienen capacidad para brindar diversos tipos de servicios tecnológicos específicos de alto nivel.

5. Desafíos y oportunidades de la institución (primera aproximación)

Dentro del diagnóstico de autoevaluación realizado por el MCTI de la Provincia de Buenos Aires, la Comisión de Investigaciones Científicas detectó diversos desafíos a futuro para fortalecer el rol de la institución dentro del entramado provincial, su vinculación con el medio y el armado del "*Sistema Provincial de Ciencia, Tecnología e Innovación*". Entre ellos, se destacan:

Fortalecer la estructura de Centros de Investigación, Desarrollo, Innovación y Transferencia

Se necesita aumentar la asignación de recursos a proyectos destinados a resolver problemáticas específicas que enfrente el sector productivo de la provincia, entendiendo a este como el objetivo primario de la CIC y de los diversos institutos que la misma engloba.

La estructura de la CIC se ha ido incrementando a lo largo de los últimos años, incorporando nuevos institutos a partir de convenios con diversos establecimientos (CONICET, Universidades, etc.), que permitieron la integración a la red organizada por la CIC de institutos de ciencia y tecnología presentes en la provincia y desvinculados de su coordinación.

El fortalecimiento de este nuevo “*Sistema Provincial de Ciencia, Tecnología e Innovación*” demanda mayores esfuerzos para su consolidación, lo que es complejo dada la dispersión geográfica de los mismos y las heterogeneidades de las capacidades científico-tecnológicas involucradas.

Ejes prioritarios

Los ejes prioritarios definidos en 2017, respecto al agua, la energía, el medio ambiente y la tecnología aplicada a producción, salud y educación deben ser dinámicos y complementar diversos programas y acciones destinados a modificar las problemáticas en la provincia.

Al respecto, en 2018 se comenzaron a complementar dichos ejes y las investigaciones de los institutos de la CIC, el Programa de Clínica Tecnológica (ClinTec) ejecutado por el MCTI, el Programa de Asistencia Tecnológica (PROATEC) y los subsidios a las Unidades Ejecutoras permitiendo elaborar proyectos asociados a las necesidades provinciales.

Sin embargo, estas acciones estratégicas deben ser fortalecidas y complementadas con la interacción y dirección activa de la CIC, especificando metodologías de definición y seguimiento de los ejes prioritarios, de modo de generar cambios significativos para el desarrollo de la provincia.

Generación de conocimiento para agregado de valor en la producción provincial

La CIC ha consolidado su rol en la formación de recursos humanos de calidad, pero debe ampliarlo teniendo como horizonte que parte del personal capacitado se incorpore al sector privado para la producción de bienes y servicios de alto valor agregado. En este sentido, los sistemas de Becas de Entrenamiento, Doctorales y Post Doctorales, así como también las carreras internas para la investigación dentro de la Comisión y otros tipos de subsidio otorgados para la formación de personal tienen espacio para perfeccionamiento.

Mejoramiento de la infraestructura y el equipamiento de los Centros de Investigación

Finalmente, la CIC necesita adecuaciones edilicias y de equipamiento importantes, ya que las restricciones existentes en este punto afectan su capacidad de respuesta. Esto permitirá continuar en el tiempo con la incorporación de equipos de alta complejidad en los institutos, y de esta manera se podrá aprovechar todo el potencial de los recursos humanos de la institución.

Se requiere una ejecución eficiente de dichas mejoras para optimizar la capacidad científico-tecnológica de los distintos institutos del *“Sistema Provincial de Ciencia, Tecnología e Innovación”* para responder y resolver las problemáticas existentes dentro del medio provincial y nacional.

B. CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS (CONICET)

FICHA INSTITUCIONAL

1. Presentación institucional

El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) es un ente autárquico que depende del gobierno nacional. Es el principal organismo dedicado a la promoción de la ciencia y la tecnología en el país y cuenta con más de 10 mil investigadores y múltiples Centros Científicos Tecnológicos (CCTs) y Centros de Investigación y Transferencia (CITs).

Dentro de la provincia de Buenos Aires, CONICET tiene cuatro CCTs instalados en distintas partes del territorio: uno en la ciudad de La Plata, otro en Mar del Plata, un tercero en Tandil y finalmente otro en Bahía Blanca. Además, existe un CIT en el noroeste de la provincia, impulsado en conjunto con la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA) y la Universidad Nacional de San Antonio de Areco (UNSADA).

Los objetivos de los CCTs del CONICET dentro de la provincia son:

- Ejercer la representación del CONICET en la zona de influencia de cada CCT.
- Incrementar la sinergia entre los CCT y los institutos que los componen, y atender las necesidades académicas y administrativas de los Investigadores, CPAs y Becarios no vinculados a Unidades Ejecutoras, en su área de influencia geográfica.
- Desarrollar las políticas de vinculación tecnológica, fomentando la interacción entre el sector científico y tecnológico, las empresas y los organismos públicos.
- Organizar y ejercer las acciones vinculadas a la descentralización administrativa, con las limitaciones de las funciones de Sede Central.
- Interactuar activamente con las organizaciones locales públicas y privadas, manteniendo informados sobre las acciones realizadas y proyectos en las áreas de incumbencia específica del CONICET.
- Promover la difusión de resultados científicos.
- Facilitar las tareas administrativas del personal del CONICET a través de las Unidades de Administración Territorial.

2. Recursos humanos

Tabla 2. Personal de los CCTs del CONICET en la provincia de Buenos Aires, según categoría

Categoría	CCT La Plata (dic-18)	CCT Bahía Blanca (dic-17)	CCT Mar del Plata (mar-18)	CCT Tandil (dic-17)
Investigadores	1130	411	492	183
Becarios	1161	411	379	197
Personal de Apoyo	385	202	85	14
Personal Administrativo	97	33	18	10

Fuente: Páginas web de los CCTs del CONICET de La Plata, Bahía Blanca, Mar del Plata y Tandil.

3. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

Cada uno de los CCTs del CONICET presentes en la provincia de Buenos Aires cuenta con una Oficina de Vinculación Tecnológica (OVT), que actúa como unidad de enlace entre las demandas de los distintos sectores de la sociedad y los equipos de investigadores y profesionales y centros de investigación capaces de responder a estos requerimientos.

De esta forma, se apunta a la generación de conocimiento y a la producción de investigaciones y desarrollos que puedan resolver problemáticas del medio local, con el objetivo de transferir posteriormente dicha tecnología.

Cada uno de los CCTs se encuentra compuesto por diversas Unidades Ejecutoras, algunos de ellos de múltiple dependencia:

Centro Científico Tecnológico La Plata

- Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada (CENEXA) (CONICET-UNLP-asociado a CICPBA).
- Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE) (CONICET-UNLP-asociado a CICPBA).
- Centro de Química Inorgánica (CEQUINOR) (CONICET-UNLP-asociado a CICPBA).
- Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC) (CONICET-CICPBA).
- Centro de Investigaciones Cardiovasculares (CIC) (CONICET-UNLP).
- Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA) (CONICET-UNLP-CICPBA): Realiza investigación y desarrollo sobre conservación y procesamiento de alimentos, adaptando tecnologías de almacenamiento, transporte y sistemas de comercialización a los requerimientos del país. Además, participa en la elaboración de normas y criterios de calidad para mejorar la comercialización interna y externa de alimentos perecederos, optimiza tecnologías existentes en materia de consumo de energía y forma recursos humanos para su posterior transferencia a la industria alimenticia local.
- Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT) (CONICET-UNLP-CICPBA).
- Centro de Investigaciones Geológicas (CIG) (CONICET-UNLP).

- Centro de Investigaciones del Medioambiente (CIM) (CONICET-UNLP-asociado a CICIPBA).
- Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas (CINDECA) (CONICET-UNLP-CICIPBA).
- Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones Industriales (CINDEFI) (CONICET-UNLP).
- Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp) (CONICET-UNLP-CICIPBA).
- Unidad Ejecutora de Estudios en Neurociencias y Sistemas Complejos (ENyS) (CONICET-UNAJ-HEC).
- Instituto de Astrofísica de La Plata (IALP) (CONICET-UNLP).
- Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR) (CONICET-CICIPBA).
- Instituto de Biotecnología y Biología Molecular (IBBM) (CONICET-UNLP).
- Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (IdIHCS) (CONICET-UNLP).
- Instituto de Física de La Plata (IFLP) (CONICET-UNLP).
- Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB) (CONICET-UNLP).
- Instituto de Genética Veterinaria (IGEVET) (CONICET-UNLP).
- Instituto de Estudios Inmunológicos y Fisiopatológicos (IIFP) (CONICET-UNLP).
- Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC) (CONICET-UNLP).
- Instituto de Limnología de La Plata (ILPLA) (CONICET-UNLP-asociado a CICIPBA).
- Instituto Multidisciplinario de Biología Celular (IMBICE) (CONICET-UNLP-CICIPBA).
- Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE) (CONICET-UNLP).
- Instituto de Investigaciones Bioquímicas (INIBIOLP) (CONICET-UNLP).
- Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA) (CONICET-UNLP).
- Instituto Tecnológico de Chascomús (INTECH) (CONICET-UNSAM-asociado a CICIPBA).
- Instituto de Investigaciones en Electrónica, Control y Procesamiento de Señales (LEICI) (CONICET-UNLP).

Centro Científico Tecnológico Bahía Blanca

- Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS).
- Instituto de Ciencias Biológicas y Biomédicas del Sur (INIBIOSUR).
- Instituto Argentino de Oceanografía (IADO).
- Instituto Geológico del Sur (INGEOSUR).
- Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (ICIC).
- Instituto de Investigaciones Bioquímicas de Bahía Blanca (INIBIBB).
- Instituto de Física del Sur (IFISUR).
- Instituto de Matemática de Bahía Blanca (INMABB).
- Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (IIESS).
- Instituto de Química del Sur (INQUISUR).
- Instituto de Investigaciones en Ingeniería Eléctrica "Alfredo Desages" (IIIE).
- **Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI):** se dedica a la investigación en catálisis, ciencia y tecnología de polímeros, ingeniería de alimentos, reacciones y tecnología de partículas, ingeniería de procesos y sistemas, termodinámica de

procesos, riesgo tecnológico y medioambiente y el aprovechamiento de aceites vegetales, derivados y otros recursos naturales renovables.

Centro Científico Tecnológico Mar del Plata

- Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica (ICYTE).
- Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR).
- Instituto de Investigaciones Biológicas (IIB).
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMYC).
- Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología (INBIOTEC): su principal objetivo es generar actividad creativa en proyectos de investigación y desarrollo que atienden problemáticas vinculadas con el sector agropecuario, medioambiental y bioenergético, con énfasis en el estudio de la biodiversidad nativa. Tienen seis líneas principales de investigación: biotecnología ambiental, biología funcional y biotecnología de plantas, entomología aplicada, biotecnología de algas y cianobacterias, microbiología agrícola y química analítica y modelado molecular.
- Instituto de Humanidades y Ciencias Sociales (INHUS).
- Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA).
- Instituto de Psicología Básica, Aplicada y Tecnología (IPSIBAT).

Centro Científico Tecnológico Tandil

- Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN) (CONICET-UNICEN -CICPBA).
- Centro de Investigación Veterinaria de Tandil (CIVETAN) (CONICET-UNICEN -CICPBA).
- Instituto de Geografía, Historia y Ciencias Sociales (IGEHCs) (CONICET-UNICEN).
- Instituto de Hidrología de las Llanuras “Dr. Eduardo Jorge Usunoff” (IHLLA) (CONICET-UNICEN -CICPBA).
- Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (CONICET-UNICEN).
- Instituto Superior de Ingeniería del *Software* de Tandil (INSISTAN) (CONICET-UNICEN): se especializa en sus ejes temáticos y grupos de trabajo en Ingeniería de *Software* Inteligente, Sistemas de Recomendación, Sistemas Inteligentes, Computación Distribuida y Móvil y Metodologías y Herramientas para Diseño de Software.

Además, los distintos CCTs e institutos de CONICET de la provincia ofrecen más de 1150 Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN) y cuentan con oferta de otras 51 tecnologías para responder a demandas del medio.

C. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (UNLP)

FICHA INSTITUCIONAL

1. Presentación institucional

La Universidad Nacional de La Plata (UNLP) es una de las principales instituciones educativas de la provincia de Buenos Aires y del país. Se trata de la única Universidad de carácter público dentro de la capital bonaerense, junto con la sede regional de la Universidad Tecnológica Nacional. La UNLP fue fundada en 1905 por Joaquín V. González, surgiendo como la confluencia de los espacios académicos de educación y la idea de generación de conocimiento científico de base experimental social y artístico. Así, la institución cuenta con más de un siglo, posicionándose como una institución de prestigio regional y nacional en materia de docencia, investigación y extensión.

La oferta académica de la UNLP se encuentra estructurada bajo 17 Facultades Arquitectura y Urbanismo, Bellas Artes, Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Ciencias Económicas, Ciencias Exactas, Ciencias Jurídicas y Sociales, Ciencias Médicas, Ciencias Naturales y Museo, Ciencias Veterinarias, Humanidades y Ciencias de la Educación, Informática, Ingeniería, Odontología, Periodismo y Comunicación Social, Psicología, Trabajo Social, además de una Escuela Universitaria de Recursos Humanos del Equipo de Salud. En adición, cinco colegios secundarios se encuentran bajo la órbita administrativa de la Universidad.

En estas Facultades desarrollan sus estudios de grado alrededor de 110.000 alumnos, distribuidos en más de 110 carreras que incluyen licenciaturas, profesorados y tecnicaturas, que junto con 89 especializaciones, 65 maestrías y 29 doctorados constituyen la amplia oferta académica de la UNLP.

Además, la UNLP es uno de los centros más destacados de la región y del país en materia de producción de conocimiento. Las 17 Facultades de la Universidad cuentan con veinte centros, institutos y laboratorios dedicados a la investigación y la producción de conocimiento. La vinculación tecnológica no se suele hacer desde las Facultades, sino que se encuentra centralizada en la Secretaría de Innovación y Vinculación Tecnológica de la Universidad.

2. Presentación institucional

La UNLP cuenta con alrededor de 6.200 investigadores y científicos que contribuyen al avance del conocimiento en general, tanto en áreas básicas como aplicadas. Estos se desempeñan en los 156 Laboratorios, Centros e Institutos de Investigación y Desarrollo de la UNLP (algunos de ellos asociados al CONICET y/o a la CIC y la Provincia de Buenos Aires). El 45% de los trabajos desarrollados por los investigadores y científicos de la UNLP se publica en las revistas más influyentes del mundo.

3. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

Cada una de las Facultades de la UNLP cuenta con una Secretaría dedicada a Ciencia y Tecnología que engloba la gestión, administración y promoción de unidades dedicadas a la investigación y el desarrollo de conocimiento:

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

- Instituto de Investigaciones en Historia, Teoría, Praxis de la Arquitectura y la Ciudad (HITEPAC).
- Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC).
- Centro de Investigaciones Urbanas y Territoriales (CIUT).
- Centro Interdisciplinario de Estudios Complejos (CIEC).
- Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAYHS).
- Laboratorio de Tecnología y Gestión Habitacional (LATEC).
- Laboratorio de Investigación en Teoría y Práctica Arquitectónica (LITPA).
- Laboratorio de Investigación Proyectual (LIP).
- Laboratorio de Planificación y Gestión Estratégica (LPGE).
- Laboratorio de Experimentación Gráfica Proyectual del Habitar (L'egraph).
- Laboratorio de Sistemas Edilicios (SisEdLab).

Facultad de Bellas Artes

- Instituto de Historia del Arte Argentino y Americano (IHAAA).
- Instituto de Investigación en Producción y Enseñanza del Arte Argentino y Latinoamericano (IPEAL).
- Laboratorio para el Estudio de la Experiencia Musical (LEEM).

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

- Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE).
- Instituto Fitotécnico de Santa Catalina (IFSC).
- Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD).
- Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales (LIPA).
- Laboratorio de Morfología Comparada de Espermatófitas (LAMCE).
- Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA).
- Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE).
- Centro de Investigaciones en Fitopatologías (CIDEFI).
- Centro de Investigación en Sanidad Vegetal (CISaV).
- Centro de Investigación de Suelos para la Sustentabilidad Agropecuaria y Forestal (CISSAF).
- Centro Experimental de Propagación Vegetativa (CEPROVE).
- Unidad Promocional de Investigación y Desarrollo Semillas Hortícolas Locales del Cinturón Verde Platense (UPID).

Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas

- Instituto de Astrofísica de La Plata (IALP).
- Laboratorio de Meteorología espacial, Atmósfera terrestre, Geodesia, Geodinámica, diseño de Instrumental y Astrometría (MAGGIA).
- Laboratorio de Óptica, Calibraciones y Ensayo (LOCE).

Facultad de Ciencias Económicas

- Instituto de Investigaciones Administrativas.
- Instituto de Investigaciones y Estudios Contables.
- Instituto de Investigaciones Económicas.
- Instituto de Investigaciones en Turismo.
- Instituto de Estudios Cooperativos.
- Centro de Estudios en Contabilidad Internacional (CECIN).
- Centro de Estudios Distributivos, Laborales y Sociales (CEDLAS).
- Centro de Estudios en Finanzas Públicas (CEFIP).
- Laboratorio de Desarrollo Sectorial y Territorial.

Facultad de Ciencias Exactas

- Instituto de Biotecnología y Biología Molecular (IBBM).
- Instituto de Física La Plata (IFLP).
- Instituto de Estudios Inmunológicos y Fisiopatológicos (IIFP).
- Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA).
- Centro de Estudio de Compuestos Orgánicos (CEDECOR).
- Centro de Química Inorgánica "Prof. Dr. Pedro J. Aymonino" (CEQUINOR).
- Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC).
- Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA).
- Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (CIM).
- Centro Matemático La Plata (CMaLP).
- Centro de Investigación y Desarrollo de Ciencias Aplicadas "Dr. Jorge Juan Ronco" (CINDECA).
- Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones Industriales Dr. Rodolfo Ertola (CINDEFI).
- Centro de Investigación de Proteínas Vegetales (CIProVe).
- Centro Regional de Estudios Genómicos (CREG).
- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Bioactivos (LIDEB).
- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Métodos Analíticos (LIDMA).
- Laboratorio de Investigación en Osteopatías y Metabolismo Mineral (LIOMM).
- Planta Piloto Multipropósito Laboratorio de Servicios a la Industria y al Sistema Científico (PLAPIMU-LASEISIC).
- Unidad Productora de Medicamentos (UPM).

Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales

- Instituto de Derecho Administrativo.
- Instituto de Derecho Civil.
- Instituto de Derecho de Minería y Energía.
- Instituto de Derecho Constitucional y Político.
- Instituto de Derecho Social, del Trabajo y la Previsión.
- Instituto de Cultura Jurídica.
- Instituto de Integración Latinoamericana.
- Instituto de Derecho Penal.
- Instituto de Derecho Notarial y Registral.
- Instituto de Política y Gestión Pública.
- Instituto de Derechos del Niño.
- Instituto de Derechos Humanos.
- Instituto de Relaciones Internacionales.

Facultad de Ciencias Médicas

- Laboratorio de Trasplante de Órganos.
- Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada (CENEXA).
- Centro de Investigaciones Cardiovasculares (CIC).
- Centro de Investigaciones Inmunológicas Básicas y Aplicadas (CINIBA).
- Centro Universitario de Estudios Microbiológicos y Parasitológicos (CUDEMYP).
- Centro Universitario de Farmacología (CUFAR).
- Instituto de Investigaciones Bioquímicas de La Plata (INIBIOLP).
- Unidad Promotora de Investigación y Desarrollo (UPID).

Facultad de Ciencias Naturales y Museo

- Centro de Investigaciones Geológicas (CIG).
- Centro de Estudios de Parasitología y Vectores (CEPAVE).
- Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE).
- Instituto de Geomorfología y Suelos – Centro de Investigaciones en Suelos y Agua de Uso Agropecuario (IGS-CISAUA).
- Instituto de Limnología “Dr. Raúl A. Ringuelet” (ILPLA).
- Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE).
- Instituto de Recursos Minerales (INREMI).
- Laboratorio de Análisis Cerámicos (LAC).
- Laboratorio de Química Ambiental y Biogeoquímica (LAQAB).
- Laboratorio de Análisis y Registro de Datos Antropológicos (LARDA).
- Laboratorio de Sistemática y Biología Evolutiva (LASBE).
- Laboratorio de Estudios de Anatomía Vegetal Evolutiva y Sistemática (LEAVES).
- Laboratorio de Etnobotánica y Botánica Aplicada (LEBA).
- Laboratorio de Investigaciones en Antropología Social (LIAS).
- Laboratorio de Investigación en Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA).
-

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación

- Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (IdIHCS).
- Centro de Estudios de Literaturas y Literaturas Comparadas (CeLyLC).
- Centro de Estudios de Sociedades Precapitalistas (CESP).
- Centro de Estudios de Teoría y Crítica Literaria (CTCL).
- Centro de Estudios e Investigaciones Lingüísticas (CEIL).
- Centro de Estudios Helénicos (CEH).
- Centro de Estudios Latinos (CEL).
- Centro de Historia Argentina y Americana (CHAyA).
- Centro de Investigaciones Geográficas (CIG).
- Centro de Investigación en Filosofía (CleFI).
- Centro de Investigaciones Sociohistóricas (CISH).
- Centro Interdisciplinario Cuerpo, Educación y Sociedad (CICES).
- Centro Interdisciplinario de Investigaciones de Género (CInIG).
- Centro Interdisciplinario de Metodología de las Ciencias Sociales (CIMeCS).
- Laboratorio de Estudios en Sociología y Economía del Trabajo (LESET).

Facultad de Informática

- **Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI):** Sus principales temas de investigación y desarrollo incluyen Sistemas Distribuidos y Paralelos, Ingeniería de *Software* de SD, Calidad de *Software*, Sistemas Inteligentes, Tecnología Informática Aplicada en Educación y Procesamiento de Señales.
- **Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA):** ofrece su experiencia en tecnología y productos a comunidades académicas y de negocios nacionales e internacionales, transfiriendo los resultados, conocimientos y experiencia obtenidos en sus investigaciones a la industria. Incluye investigación y desarrollo en Ingeniería Web, Teoría y Métodos Formales, GIS, computación móvil y Ambientes Colaborativos.
- **Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas (LINTI):** posee una extensa trayectoria en investigación en el campo de las nuevas tecnologías. Cuenta con un equipo de trabajo integrado por profesionales especializados en temáticas vinculadas a Seguridad Informática, Redes de Datos, *Software* libre, Aplicaciones Java, Educación a Distancia, Usabilidad y Accesibilidad.

Facultad de Ingeniería

- Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA).
- Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados (GEMA).
- Grupo de Fluidodinámica Computacional (GFC).
- UIDET Capa Límite y Fluidodinámica Ambiental (LACLYFA).
- Grupo de Ingeniería Aplicado a la Industria – Grupo de Transporte Aéreo (GIAI-GTA).
- UIDET Óptica y Metrología Óptica (ÓPTIMO).
- Grupo de Aplicaciones Matemáticas y Estadísticas de la Facultad de Ingeniería (GAMEFI).
- Investigación de Metodologías Alternativas para la Enseñanza de las Ciencias – Unidad de Investigación y Desarrollo (IMAPEC).

- Unidad de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Civil (UIDIC).
- Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Eléctricos (IITREE).
- Laboratorio de Electrónica Industrial, Control e Instrumentación (LEICI).
- UIDET Técnicas Analógico-Digitales (CETAD).
- UITD Ensayos y Mediciones Eléctricas (LEME).
- Grupo de Estudio de Materiales y Dispositivos Electrónicos (GEMyDE).
- Grupo de Investigación y Desarrollo en Comunicaciones Digitales (GrIDComD).
- Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia para la calidad de la Educación en Ingeniería con orientación al uso de TIC (UNITEC).
- UIDET Sistemas Electrónicos de Navegación y Telecomunicaciones (SENYT).
- UIDET Hidromecánica.
- UIDET Hidrología.
- UIDET Gestión Ambiental (GA).
- Laboratorio de Investigaciones de Metalurgia Física “Ing. Gregorio Cusminsky” (LIMF).
- Investigación y Desarrollo en Proceso Industriales y Servicios Tecnológicos (ProInTec I&D).
- UIDET Ingeniería Aplicada en Mecánica y Electromecánica (IAME).
- Grupo de Ingeniería Gráfica y Aplicada (GIGA).
- UIDET Formulación y Evaluación de Proyectos (FyEP).
- UIDET Innovación Energética y Ambiental (IEA).
- Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT).
- Centro de Investigaciones Ópticas (CIOP).

Facultad de Odontología

- Instituto de Investigaciones en Educación Superior (IIES).
- Laboratorio de Biología Molecular y Biotecnología Odontológica.

Facultad de Periodismo y Comunicación Social

- Centro de Investigaciones Aníbal Ford.
- Instituto de Investigaciones en Comunicación (IICom).
- Centro de Investigación y Desarrollo en Medios, Industrias Culturales y Televisión (CeID-TV).
- Centro de Estudios de Historia, Comunicación, Periodismo y Medios (CEHICOPEME).
- Centro de Investigación y Capacitación en Estudios de Opinión Pública (CICEOP).
- Centro de Investigación de Comunicación y Políticas Públicas (CICOPP).
- Laboratorio de Estudios en Comunicación Política y Sociedad (LECPyS).
- Laboratorio de Investigación en Lazos Socio-Urbanos (LILSU).
- Laboratorio de Investigación en Comunicación, Medios, Educación y Discurso (COMEDI).
- Laboratorio de Comunicación y Género.
- Centro de Investigación en Economía Política y Comunicación (CIEPyC).

Facultad de Psicología

- Laboratorio de Psicología Comunitaria y Políticas Públicas (LACCOP).
- Laboratorio de Evaluación Psicológica y Educativa (LEPSE).
- Laboratorio de Investigaciones en Psicoanálisis y Psicopatología (LIPPSI).
- Laboratorio de Historia de la Psicología (LABHIPSI).

Facultad de Trabajo Social

- Instituto de Estudios y Trabajo Social y Sociedad (IETSyS).
- Laboratorio de Estudios en Cultura y Sociedad (LECYS).
- Laboratorio de Movimientos Sociales y Condiciones de Vida.

4. Otro tipo de vinculaciones

La Universidad Nacional de La Plata cuenta diversos convenios en el marco de una política de vinculación institucional para mantener contacto permanente con organizaciones de la sociedad civil, conglomerados empresarios y la administración estatal. De esta forma,

- 45 convenios con Ministerios;
- 130 convenios con Fundaciones;
- 22 convenios con Bancos;
- 105 convenios con Colegios Profesionales y Cámaras Empresariales;
- 171 convenios con Organismos Nacionales (incluyendo CONICET);
- 1661 convenios con Empresas y Organismos Privados;
- 161 convenios con Municipios y Organismos Municipales;
- 122 convenios con Organismos Internacionales;
- 542 convenios con Universidades extranjeras;
- 148 convenios con Organismos Provinciales y Gubernamentales;
- y 90 convenios con Universidades Nacionales.

D. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (UNICEN)

FICHA INSTITUCIONAL

1. Presentación institucional

La Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) es una de las tantas instituciones académicas universitarias que se emplazan en la provincia de Buenos Aires y es la única de carácter público que brinda servicios educativos en las localidades de la región centro de la provincia. La UNICEN fue creada en 1974 a través de la Ley Nº 20.753, unificando tres proyectos independientes de las ciudades de Tandil, Olavarría y Azul. Actualmente, las tres sedes principales de la Universidad están sitas en estas ciudades, teniendo también una subsede en la localidad de Quequén.

La UNICEN cuenta con once unidades académicas en el presente, siendo 10 de ellas las distintas Facultades de las principales sedes y la restante la Unidad de Enseñanza Universitaria de Quequén. Las Facultades se encuentran repartidas territorialmente, encontrándose las de Arte, Ciencias Económicas, Ciencias Exactas, Ciencias Humanas y Ciencias Veterinarias en Tandil, las Facultades de Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales e Ingeniería en Olavarría y finalmente las de Agronomía y Derecho en Azul.

En las distintas sedes de la provincia se dictan 75 carreras de grado, incluyendo tecnicaturas, profesorados y licenciaturas, además de 28 títulos de posgrado. La oferta se encuentra diversificada y se elabora de acuerdo a las necesidades locales y de la región, con el objetivo de formar profesionales capaces de integrarse a la actividad provincia dentro de la región y generar un impacto a nivel social y económico en el desarrollo local.

En particular, la UNICEN cuenta con un importante rol en la formación de recursos humanos para el sector informático de la zona. La Facultad de Ciencias Exactas, localizada en Tandil, incluye cuatro carreras de grado ligadas al sector: Analista Programador Universitario, Ingeniería en Sistemas (dictada en conjunto con la Facultad de Ingeniería de la sede de Olavarría), Tecnicatura Universitaria en Desarrollo de Aplicaciones Informáticas y Tecnicatura Universitaria en Programación y Administración de Redes.

2. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

Cada una de las Facultades de la UNICEN cuenta con núcleos asociados, los cuales se constituyen como Centros de Investigación o de estudios de carácter propio de la Universidad, algunos de ellos de doble dependencia, y también otros centros asociados localizados dentro del ámbito de la Universidad:

Facultad de Agronomía

- Centro de Investigaciones Integradas sobre Sistemas Agronómicos Sustentables (CISSAS).
- Centro Regional de Estudio Sistémico de Cadenas Agroalimentarias (CRESCA).
- Núcleo de Estudios Vegetacionales Agroecológicos de Azul (NUCEVA).

Facultad de Arte

- Centro de Investigaciones Dramáticas (CID)
- Centro de Estudios de Teatro y Consumos Culturales (TECC).

Facultad de Ciencias Económicas

- Centro de Estudios en Administración (CEA).

Facultad de Ciencias Exactas

- Educación en Ciencias con Tecnologías (ECienTec).
- Grupo de Flujos Geofísicos y Ambientales (GFGA).
- Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable (ECOSISTEMAS) – compartido con las Facultades de Ciencias Veterinarias e Ingeniería.
- Instituto de Física ‘Arroyo Seco’ – Roberto Gratton (IFAS).
- Instituto de Física de Materiales Tandil (IFIMAT).
- **Instituto de Investigación en Tecnología Informática Avanzada (INTIA):** cuenta con cuatro grupos de investigación, especializados en Extracción de Información en *Data Science* para la obtención, el procesamiento y el uso de datos masivos, Informática de Gestión, Sistemas Digitales diseñados para *hardware* tales como *Internet de las Cosas* y Tecnologías de *Software*.
- **Instituto de Sistemas Tandil – Jorge Boria (ISISTAN):** se dedica a la investigación y desarrollo en base a los ejes temáticos de Ingeniería de *Software* Inteligente, Sistemas de Recomendación en base a análisis de datos de redes sociales y otras fuentes de información, Sistemas Inteligentes para la asistencia en diseño de *software* y *machine learning*, Computación Distribuida y Móvil para desarrollo de aplicaciones y plataformas *web*, móviles y *software* distribuido, y Metodologías y Herramientas para Diseño de *Software* apuntados a análisis de trazabilidad, calidad, *refactoring* y análisis de arquitectura de código.
- Núcleo de Inteligencia Comportamental Empresarial (NICE).
- Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECyT).
- Núcleo Consolidado en Matemática Pura y Aplicada (NUCOMPA).
- Instituto de Plasmas Densos Magnetizados (PLADEMA).

Facultad de Ciencias Humanas

- Centro de Estudios Interdisciplinarios en Problemáticas Internacionales y Locales (CEIPIL).
- Centro de Estudios Sociales de América Latina (CESAL).

- Centro de Investigaciones Geográficas (CIG).
- Centro Interdisciplinario de Estudios Políticos, Sociales y Jurídicos (CIEP).
- Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA).
- Instituto de Estudios Histórico Sociales (IEHS).
- Núcleo de Estudios Educativos y Sociales (NEES).
- Programa de Investigación y Estudio sobre Política y Sociedad (PROIEPS).

Facultad de Ciencias Sociales

- Estudios de Comunicación y Cultura en Olavarría (ECCO).
- Investigaciones en Formación Inicial y Prácticas Educativas (IFIPRAC_Ed).
- Núcleo Consolidado sobre Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA).
- Núcleo de Estudios Interdisciplinarios sobre Poblaciones Humanas de Patagonia Austral (NEIPHPA).
- Núcleo Regional de Estudios Socioculturales (NuRES).
- Producciones e Investigaciones Comunicacionales y Sociales de la Ciudad Intermedia (PROINCOMSCI).

Facultad de Derecho

- Instituto de Estudios Jurídicos y Sociales (IEJuS).
- Centro Interdisciplinario de Estudios Políticos, Sociales y Jurídicos (CIEP).

Facultad de Ingeniería

- Grupo de Investigaciones en Articulación Secundaria-Universidad (GIASU).
- Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (GIDCE).
- Estudios Físicos, Químicos y Mecánicos de Materiales (INMAT).
- Investigación Tecnológica en Electricidad y Mecatrónica (INTELYMEC).
- Tecnología de Semillas y Alimentos (TECSE).

Facultad de Ciencias Veterinarias

- Centro de Investigaciones en Sanidad Animal, Pública y Ambiental (CISAPA).
- Fisiología y Farmacología Veterinaria (FISFARVET).
- Centro de Investigaciones Biológicas (CIB).
- Producción Animal Veterinaria (PROANVET).
- Sanidad Animal y Medicina Preventiva (SAMP).

Facultad de Ciencias de la Salud

- Instituto de Investigación en Ciencias de la Salud (IICS).

Rectorado

- NACT del Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA).

3. Otro tipo de vinculaciones

En los últimos diez años, la universidad tuvo un cambio de funcionamiento dinamizado por la introducción de empresas en el campus de la UNICEN. En 2009 se constituyó en el ámbito de la Universidad el Centro de Innovación y Creación de Empresas, instalado en el campus universitario en la ciudad de Tandil, el cual provee a estudiantes y graduados asesoramiento y recursos para la innovación y la búsqueda constante de oportunidades de trabajo ligadas a las Ciencias Exactas, fundamentalmente en el área de la informática.

4. Desafíos y oportunidades de la institución (primera aproximación)

Encuentran déficits en la articulación con el sector privado para llevar adelante proyectos de manera conjunta: las empresas suelen desarrollar soluciones por cuenta propia, corriendo su propia frontera tecnológica sin recurrir a la Universidad, pese a que la misma cuenta con recursos para brindar apoyo. En este sentido, un desafío para la UNICEN es lograr una mayor vinculación con el sector privado para fortalecer el ecosistema científico-tecnológico y alentar la generación de tecnología de *software* de punta.

También necesitan una mayor capacidad de detección de proyectos en estado embrionario y proveerle un esquema que le permita progresar y desarrollarse.

E. UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA (UNMDP)

FICHA INSTITUCIONAL

1. Presentación institucional

La Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) es la única institución académica universitaria de carácter público localizada en la ciudad, compartiendo territorio con una sede de la Universidad Tecnológica Nacional y diversas iniciativas de carácter privado. La UNMPD tiene sus orígenes en la fundación de la Universidad de la Provincia de Buenos Aires, creada en el año 1961 y nacionalizada en el año 1974 bajo su actual nombre.

La UNMDP cuenta con diez Facultades en la actualidad, localizadas todas en distintas sedes a lo largo de la ciudad: Arquitectura, Urbanismo y Diseño; Ciencias Agrarias; Ciencias de la Salud y Trabajo Social; Ciencias Económicas y Sociales; Derecho; Humanidades; Ingeniería; Psicología y la Escuela Superior de Medicina.

Entre las distintas Facultades, se dictan en la Universidad Nacional de Mar del Plata 59 carreras de grado, incluyendo licenciaturas, tecnicaturas y profesorados. La oferta académica de la Universidad cubre las distintas necesidades de profesionales para la producción de bienes y servicios dentro de la ciudad, con planes de estudio formulados a partir de diagnósticos de necesidades detectadas del medio.

2. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

La Universidad Nacional de Mar del Plata cuenta con funciones de investigación concentradas en la Secretaría de Ciencia y Tecnología, que se encarga de gestionar las distintas áreas y ámbitos para el desarrollo de estas actividades en la Universidad. Los siguientes son los distintos Institutos, Centros y Laboratorios de la UNMDP, que se encuentran repartidos entre las distintas Facultades:

Facultad de Ciencias Agrarias

- Laboratorio de Fisiología Vegetal.
- Laboratorio de Bioquímica Vegetal y Microbiana.
- Laboratorio de Investigación y diagnóstico de Bacteriología Veterinaria.
- Instituto de Innovación para el Desarrollo Alimentario y Agroenergético Sostenible (IIDEAGROS).
- Laboratorio de Bioquímica Vegetal y Microbiana.
- Laboratorio de Investigación y diagnóstico de Bacteriología Veterinaria.

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño

- Centro de Investigaciones Ambientales (CIAM).
- Centro de Estudios Históricos, Arquitectónicos y Urbanos (CEHAU).
- Centro de Estudios de Diseño (CED).
- Centro de Investigaciones Proyectuales y Acciones de Diseño Industrial (CEPADI).
- Centro de Estudios del Desarrollo Urbano (CEDU).
- Centro de Estudios de Tecnología y Vivienda (CETyD).

Facultad de Ingeniería

- Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) (doble dependencia UNMDP – CONICET).
- Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica (doble dependencia UNMDP – CONICET).
- Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Ambiente (INCITAA).

Facultad de Psicología

- Centro de Investigación en procesos básicos, metodología y educación.
- Instituto de Psicología Básica Aplicada y Tecnología (doble dependencia UNMDP – CONICET).

Facultad de Ciencias de la Salud

- Centro de Estudios Sociales y de la Salud.

Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

- Centro de Investigaciones Económicas y Sociales.

Facultad de Derecho

- Instituto de Investigaciones Dr. Carlos Nino.
- Centro de Investigación y Docencia en Derechos Humanos Alicia Moreau (CIDDH).

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

- Instituto de Física de Mar del Plata (IFIMAR) (doble dependencia UNMDP – CONICET).
- Instituto de Investigaciones Biológicas (IIB) (doble dependencia UNMDP – CONICET).
- Centro de Geología de Costas y del Cuaternario (IGCC) (doble dependencia UNMDP – CIC).
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC) (doble dependencia UNMDP – CONICET).
- Instituto de Investigaciones en Sanidad, Producción y Ambiente (IIPROSAM).

- Centro Marplatense de Investigaciones de Matemáticas.

Facultad de Humanidades

- Centro Instituto de Humanidades y Ciencias Sociales (INHUS) (doble dependencia UNMDP – CONICET).
- Centro de Estudios Históricos (CEHIS).
- Centro de letras hispanoamericanas (CELEHIS).
- Centro de investigaciones geográficas y socio-ambientales.
- Centro de Investigaciones Multidisciplinarias en Educación (CIMED).
- Laboratorio de Arqueología Regional Bonaerense (LARBO).
- Centro de Estudios Sociales y Políticos (CESP).

Además, la Universidad cuenta con capacidades temáticas para ofrecer consultorías en distintas áreas, tales como impacto ambiental de prácticas agrícolas sobre flora, fauna, suelo y cursos de agua; análisis bacteriológico y detección de patógenos; estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero; análisis de calidad y asesoramiento en el desarrollo de productos alimenticios; evaluaciones ambientales y de impacto urbano; estudios sobre hábitat y vivienda; diseño e impresión 3D; innovaciones tecnológicas de diseño; derecho ambiental, de consumo y de ordenamiento territorial; estudios de impacto socio-económico; evaluación de proyectos de inversión; líneas estratégicas de desarrollo y diversificación productiva; políticas turísticas; modelado digital de patrones sociales; *data mining* y gestión de bases de datos; tecnologías verdes y producción limpia; gestión de recursos hídricos y reciclaje de aguas residuales; biocontrol y biomateriales; evaluación de políticas sociales; ensayos de resistencia al impacto y a la corrosión de materiales; técnicas de control de inyección de energía a la red eléctrica; eficiencia y control de convertidores energéticos; servicios de diagnóstico y orientación psicológica; políticas de salud comunitaria; etc..

3. Otro tipo de vinculaciones

Actualmente, la Universidad Nacional de Mar del Plata cuenta con 718 convenios vigentes con distintas instituciones nacionales, internacionales o extranjeras para la cooperación, oferta de pasantías, promoción de políticas e investigación o implementación de tecnologías.

F. YPF TECNOLOGÍA (Y-TEC)

FICHA INSTITUCIONAL

1. Presentación institucional

YPF Tecnología (Y-TEC) nació en 2013 como una sociedad anónima con una tenencia accionaria repartida entre YPF y el CONICET en un 51% y 49%, respectivamente. La creación de la empresa es una apuesta estratégica inédita para acercar la capacidad y la creatividad de la ciencia argentina a las necesidades concretas de YPF, la empresa pública insignia que posee la Argentina dentro del sector hidrocarburífero/energético.

Y-TEC es una empresa dedicada exclusivamente al desarrollo de tecnologías (no producen ni comercializan bienes de manera directa). El Grupo YPF es el principal cliente de Y-TEC para el desarrollo de tecnologías. La actividad principal de Y-TEC consiste en identificar oportunidades, ideas y soluciones creativas que aporten valor al Grupo YPF y, eventualmente, a otras firmas del sector asociadas a la petrolera estatal en ciertos proyectos. Además, brinda servicios de asistencia técnica y de laboratorio de alto nivel especializados en los requisitos de la industria energética. El objetivo central de largo plazo es colaborar en la transformación de YPF en su mutación desde una empresa dedicada a la explotación de hidrocarburos hacia una firma de referencia global dentro del sector energético en términos amplios.

La empresa cuenta con una sede de vanguardia, sita en Berisso, que constituye el centro de investigación aplicada más grande del país, con una superficie aproximada de 13 mil metros cuadrados, 47 laboratorios, 12 plantas piloto y equipamiento único para Argentina y la región.

Actualmente cuenta con 54 proyectos de I+D en portafolio, además de 26 patentes otorgadas o en proceso (pese a que no cuentan con una estrategia específica de patentar las tecnologías desarrolladas) y más de 10 tecnologías desarrolladas por la empresa y lanzadas (o prontas a hacerlo) al mercado.

2. Análisis presupuestario

Y-TEC realiza anualmente un gasto aproximado en I+D de US\$ 30 millones. El financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo proviene mayoritariamente de YPF y en menor medida de sus socios, mientras que parte de la plantilla se compone de investigadores de CONICET.

3. Recursos humanos

Trabajan con una plantilla de dependencia propia y también suman otros investigadores provenientes de CONCIET en ciertos proyectos. Cuentan con aproximadamente 250 profesionales

(entre los cuales hay 150 tecnólogos, 25 investigadores del CONICET y 30 becarios postdoctorales, más personal de apoyo), que se desempeñan en 7 áreas clave de investigación.

4. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

La empresa tiene siete programas tecnológicos clave de I+D, que se constituyen como el mayor valor de la empresa y donde se desempeña un equipo altamente calificado que trabaja de manera transversal.

Áreas clave de Investigación y Desarrollo

- **Nuevas Energías:** área especial de desarrollo dedicada a tecnologías que posibiliten la aplicación creciente y sustentable de las distintas energías renovables y la preservación del ambiente. En esta área, se enfocan particularmente en cuatro tecnologías: **waste-to-gas (biogás)**, donde cuentan con una planta modular de escala industrial y buscan convertir los residuos en energía de todas las etapas productivas del Grupo YPF y también optimizar el uso de los residuos y producir biofertilizantes con el digerido; **solar fuels (combustible solar)**, buscando generar combustible a partir de “fotosíntesis artificial”, ubicándose en la frontera tecnológica dentro de este sector en desarrollo; **storage (almacenamiento)**, apuntando a mejorar el almacenamiento de energía, donde cuentan con una planta piloto de celdas de *ion*-litio; y **on-off grid (inyección a redes)**, para lograr eficientizar el proceso de conexión de energías renovables a las redes energéticas, con modelos de negocio rentables.
- **Sostenibilidad ambiental:** desarrollo orientado a tecnologías que permitan una adecuada gestión ambiental de las actividades en el sector de petróleo y gas. Trabajan en cinco ejes: aprovechamiento de biomasa, control y reducción de la huella de carbono, mejorar la eficiencia de los pesticidas, fabricación de bioproductos y optimización de la producción de biocombustibles de tercera generación.
- **EOR (Recuperación mejorada de petróleo o Enhanced Oil Recovery):** desarrollo y adaptación de tecnologías para obtener una mayor producción en yacimientos maduros de petróleo y gas.
- **Downstream:** nuevas tecnologías para optimizar procesos en refinerías, con énfasis en la producción sostenible y el desarrollo de los combustibles del futuro.
- **Perforación & Workover.**
- **Producción de petróleo y gas:** abordan los desafíos tecnológicos y oportunidades de desarrollo de los recursos energéticos a lo largo de toda su cadena de valor.
- **Recursos no convencionales:** Y-TEC incluye dentro de sus objetivos centrales desarrollar tecnologías para una rápida y eficiente explotación de los yacimientos no convencionales dentro del país.

Y-TEC también brinda servicios de asistencia técnica y de laboratorios de alto nivel, pensados especialmente para la industria energética en nueve áreas distintas:

Ingeniería de yacimientos

- Selección de polímeros para proyectos *EOR*.

- Evaluación de geles preformados para *conformance*.
- Estudio de daños a la formación.
- Caracterización y control de calidad de agentes de sostén.
- Selección de inhibidores de parafinas.
- Caracterización fisicoquímica de fluidos de perforación, bases y aditivos.

Materiales y Nanotecnología

- Análisis de falla de componentes en servicio.
- Evaluación de tratamientos de mitigación de corrosión general y microbiológica.
- Selección de materiales y recubrimientos para instalaciones de superficie y subsuperficie.
- Evaluación de eficiencia de productos químicos: inhibidores de corrosión, incrustaciones, biocidas y secuestrantes.
- Verificación técnica y analítica de integridad mecánica de equipos.

Modelado y Simulación

- Simulación computacional de fenómenos de subsuelo vinculados al comportamiento mecánico de rocas.
- Estudios de flujos complejos, no newtonianos, multifásicos, con transferencia calor y masa, combustión y reacción química en sistemas abiertos, semiabiertos o cerrados.
- Desarrollo de algoritmos de detección temprana de fallas.
- Resolución de problemas de ingeniería por métodos numéricos, como CFD, FEM, CFD-DEM y DDPM.

Procesos y productos industriales

- Centro Optimización operativa de procesos industriales.
- Análisis de estrategias de control básico, avanzado y multivariable.
- Técnicas de *Data Science* para monitoreo de procesos.
- Asesoría y revisión de ingeniería conceptual.
- Caracterización, desarrollo y evaluación de lubricantes y sus aditivos.

Biotecnología

- Análisis de marcadores utilizados en mejoramiento genético / Identificación de secuencias génicas específicas.
- Análisis para detectar contaminación microbiana. Aislamiento, manipulación y caracterización.
- Generación de microorganismos genéticamente modificados.

Ambiente

- Relevamientos de sitios intervenidos y determinación del estado de restauración ecológica.

- Modelado de dispersión de contaminantes.
- Tratamiento biológico de suelos afectados por hidrocarburos mediante biopilas.

Energías renovables

- Ingeniería de sistemas y componentes para instalaciones de biogás.
- Caracterización de materiales y celdas de litio ion.
- Respuesta espectral de celdas fotovoltaicas.
- Diseño de sistema de almacenamiento energético.
- Desarrollo de proyectos FV. Utilización de energía solar térmica para fines industriales.
- Valorización del potencial energético de recursos renovables.

Geociencias

- Ensayos geomecánicos en condiciones de subsuelo (prensa triaxial).
- Caracterización geoquímica de roca e hidrocarburos: roca madre, evaluación de bitumen, inclusiones fluidas, alocación de producción.
- Ensayos bioestratigráficos: identificación de microfósiles, nanofósiles calcáreos, paliniformos y macrofósiles; construcción de columnas estratigráficas, correlaciones locales y regionales; elaboración de esquemas bioestratigráficos.
- Estudio sedimentológico, icnológico, paleoambiental y estratigráfico de rocas de subsuelo (testigos corona, testigos laterales y cutting).
- Estudio petrográfico, mineralógico y diagenético de muestras de subsuelo y superficie.

Además, cuenta con capacidades tecnológicas específicas de alta complejidad en ocho áreas distintas:

- **Química Analítica:** Microscopía electrónica (TEM, SEM y FIB-SEM) / Espectrometría molecular y atómica / Técnica por rayos X (DRX, XPS, FRX y Micro-CT) / Cromatografía líquida y gaseosa / Electroquímica / RMN en líquidos y sólidos / Análisis térmico y elemental.
- **Geociencias:** Petrología orgánica y palinología / Microscopía y espectrometría RAMAN / Física de rocas / Geoquímica orgánica / Sedimentología / Bioestratigrafía / Quimioestratigrafía / Geomecánica.
- **Química Fina y Nanomateriales:** *Smart proppants* para fractura hidráulica / Fluidos para perforación / Energías Renovables / Planta piloto de litio / Planta piloto de resinado de arena.
- **Ambiente y biotecnología:** Biotecnología y biología molecular / Biológico y microbiológico / Agro y química / Química ambiental y forense / Planta de tecnología ambiental / Planta piloto de biogás / Planta piloto de agroproductos.
- **Ingeniería de Yacimientos:** Fibra óptica / Estimulación y daño de formación / EOR / Petrofísica básica y especial / RMN en rocas / Aseguramiento de flujo.
- **Tecnología Digital:** *Data Analytics* / Simulador de fractura / Modelado y simulación de procesos físicos / Fluidodinámica computacional (CFD) / Fluidodinámica experimental / Mecánica del sólido (MEF) / Análisis estructural.

- **Ingeniería e integridad:** Corrosión, biocorrosión y químicos / Polímeros y compuestos / Ensayos no destructivos / Metalurgia y soldadura / Planta piloto de performance de tubulares poliméricos y compuestos / Ingeniería conceptual y básica / Diseño mecánico de equipos e instalaciones / Diseño de plantas pilotos / Verificación de integridad mecánica de equipos.
- **Tecnología de Combustibles y Nuevas Energías:** Combustibles / Biocombustibles / Tecnologías de aditivación / Lubricantes / Emisiones / Nuevos powertrains / Nuevos paradigmas de movilidad.

5. Otro tipo de vinculaciones

Y-TEC apuesta a la complementación de capacidades con espacios de innovación de instituciones públicas y privadas, para generar productos tecnológicos de alto impacto. En este sentido, se vincula en investigación científica para acercar las necesidades tecnológicas concretas del sector energético, en integración profesional, en velocidad de respuesta para acelerar soluciones hacia los clientes y en equipamiento de punta para potenciar su uso compartido. En este marco, la empresa se vincula con:

- **CIHIDECAR:** *Síntesis de materiales poliméricos.* Diseño de polímeros para la industria energética.
- **IFEG-INFIQC:** *Tecnologías para el almacenamiento energético.* Desarrollo de materiales para baterías de ION-LITIO.
- **INIFTA:** *Soluciones tecnológicas para el almacenamiento energético.* Desarrollo de materiales para baterías ION LITIO.
- **CIBION:** *Bioteología.* Desarrollo de sistemas biológicos y de nanoestructuras.
- **INTEC:** *Ingeniería de procesos y sistemas.* Desarrollo de metodologías para la optimización de procesos industriales.
- **CIMEC:** *Simulación computacional.* Aplicación de métodos numéricos para el modelado de procesos.
- **UTN FRLP-IFLYSIB:** *Materiales granulares.* Soluciones tecnológicas para yacimientos no convencionales.
- **UNCOMA:** *Gestión ambiental.* Tecnologías para la restauración ecológica en las industrias energéticas y mineras.
- **INTEMA:** *Caracterización de materiales.* Desarrollo de no metálicos para la industria energética.
- **UNDMDP:** *Fotocatálisis y Nanotecnología.* Materiales fotocatalíticos para el desarrollo de las energías renovables.
- **LATE ANDES:** *Termocronología.* Investigación geológica aplicada para el desarrollo de la industria energética.
- **UNSAM-INS:** *Materiales meso y nano estructurados.* Foto-generación de hidrógeno para el desarrollo de las energías renovables.
- **CETMIC:** *Caracterización de materiales.* Desarrollos tecnológicos en cerámicos y materias primas asociadas a la industria energética.
- **FCNYM-UNLP:** *Paleontología.* Estudios bioestratigráficos y paleoambientales para la industria energética.

- **PROIMI:** *Biotecnología industrial.* Diseño y desarrollo de bioprocesos para su aplicación en la industria energética.
- **CINDEFI:** *Caracterización molecular.* Nuevas herramientas para la adecuación ambiental de sitios en la industria energética.
- **FCAYG-UNLP:** *Geofísica aplicada.* Soluciones innovadoras para el aprovechamiento de los recursos naturales.
- **INQUIMAE:** *Química de Materiales, Ambiente y Energía.* Desarrollos aplicados para la sustentabilidad de la industria energética.
- **UNDAV:** *Sensores fotónicos.* Tecnologías de medición y monitoreo remoto.
- **FCNyM:** *Paleontología.* Estudios bioestratigráficos y paleoambientales.
- **CSC:** *Simulación computacional.* Soluciones tecnológicas para yacimientos no convencionales
- **IFIBA:** *Nanomateriales.* Diseño de nanoestructuras para la industria energética.

Además, cuenta con un Consorcio MIC (corrosión microbiológica) apuntado a construir un espacio de trabajo colaborativo entre empresas de petróleo y gas para compartir información sobre esta problemática y optimizar el diseño de estrategias de mitigación. Por otra parte, también se relaciona con todos los socios estratégicos con que cuenta YPF en los distintos proyectos y empresas dentro del grupo.

G. PLANTA PILOTO DE INGENIERÍA QUÍMICA (PLAPIQUI)

FICHA INSTITUCIONAL²

1. Presentación institucional

La Planta Piloto de Ingeniería Química es un instituto que comenzó sus actividades en el año 1963 como un espacio de docencia del Departamento de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Sur en la ciudad de Bahía Blanca. En el año 1964 se comenzó a montar el laboratorio de plantas piloto y en 1966 ya se encontraba en funcionamiento, brindando servicios de estudios integrales para actividades productivas de la región.

Al día de hoy, el PLAPIQUI es una unidad ejecutora de doble dependencia, compartida por el CONICET y la Universidad Nacional del Sur a partir de la firma de convenio entre ambas partes en abril de 1973. Según dicho convenio, el objetivo de la institución es el de realizar tareas de investigación tecnológica basados en ciencias de la ingeniería química en temas de relevancia nacional y regional, formar investigadores y colaborar con el sector público y privado a partir de la realización de proyectos de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología. Además, brinda asistencia técnica a la industria a través de actividades de capacitación y divulgación de información.

2. Análisis presupuestario

El financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo del PLAPIQUI proviene principalmente de fondos de CONICET. En menor medida, participan la UNS, ANPCyT, la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación y la CIC.

Además, obtiene recursos provenientes de las actividades de transferencia tecnológica al sector privado.

3. Recursos humanos

El PLAPIQUI cuenta con la siguiente nómina de personal:

- 64 investigadores.
- 32 profesionales.
- 9 administrativos.
- 9 técnicos.
- 133 becarios y tesistas.

² Ficha institucional confeccionada en función de la información existente en la página web de PLAPIQUI

4. Análisis de áreas de especialización y esfuerzos de transferencia

El PLAPIQUI cuenta con diversas líneas de investigación, que se agrupan en dos grandes áreas de tecnología petroquímica y petróleo y de tecnología de alimentos y agro-recursos. Estas líneas son:

- Catálisis.
- Ciencia y tecnología de Polímeros.
- Ingeniería de Alimentos.
- Ingeniería de Procesos y Sistemas.
- Ingeniería de las Reacciones.
- Tecnología de Partículas.
- Termodinámica de Procesos.
- Riesgo Tecnológico y Medioambiente.
- Aprovechamiento de Aceites Vegetales, Derivados y otros Recursos Naturales Renovables.

Además, trabajan en diversas áreas de carácter interdisciplinario que se pueden englobar como Nuevas Tecnologías:

- Diseño de mezclas (*blends*) de combustibles fósiles y biocombustibles.
- Extracción y purificación de productos naturales y sustancias bioactivas en medio supercrítico.
- Biorrefinerías: equilibrio entre fases, procesos de separación, producción de biodiesel y derivados.
- Modelamiento y optimización de la producción de toxinas de algas.
- Optimización de redes metabólicas para la obtención de productos de alto valor agregado.
- Modelamiento y control de lagunas de tratamiento de aguas residuales.
- Pirólisis de biomasa lignocelulósica para obtención de biolíquidos.
- Obtención y modificación química de polímeros biodegradables y polímeros naturales.
- Desarrollo de nanocompuestos en base a polímeros termoplásticos y arcillas en base a polímeros o biopolímeros y magnetita.
- Extracción y recuperación de componentes bioactivos de la industria alimentaria. Elaboración de películas.
- Desarrollo de biosensores enzimáticos.
- Sanitización de equipos de proceso.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIC (2018). *Informe Institucional de Autoevaluación*. Documento inédito.

CIC (Comisión de Investigaciones Científicas): <https://www.gba.gob.ar/cic>

CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). <https://www.conicet.gov.ar/>

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la provincia de Buenos Aires.

<https://www.gba.gob.ar/ciencia>

PLAPIQUI (Planta Piloto de Ingeniería Química). <https://www.plapiqui.conicet.gov.ar/inicio/>

SCTIP (Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación). Indicadores de Ciencia y Tecnología de la Argentina. 2015. Disponible en:

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ind_inst_indicadores-de-ciencia-y-tecnologia-2015.pdf

UNICEN (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires).

<https://www.unicen.edu.ar/>

UNLP (Universidad Nacional de La Plata). <https://unlp.edu.ar/>

UNMDP (Universidad Nacional de Mar del Plata). <http://www2.mdp.edu.ar/>

Y-TEC. <https://y-tec.com.ar/Paginas/home.aspx>

LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PARA LA POLÍTICA DE CTI

Buenos Aires

TOMO IV

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE ESTUDIOS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (CIECTI)

CONTENIDOS GENERALES

INTRODUCCIÓN.....	2
LINEAMIENTOS PARA LA INDUSTRIA 4.0.....	5
LINEAMIENTOS PARA <i>SOFTWARE</i>	15
LINEAMIENTOS PARA BIOENERGÍA.....	23
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

INTRODUCCIÓN

Este informe identifica espacios potenciales de intervención para llevar a cabo políticas científico-tecnológicas que permitan fortalecer las capacidades productivas de la provincia de Buenos Aires en un conjunto de actividades económicas estratégicas que han sido analizadas en secciones previas de este documento. Con ese objetivo, se retoman aquí algunos de los lineamientos de diagnóstico previamente esbozados en los Tomos I, II y III y se los articula con las conclusiones de diversos informes y documentos de análisis sectorial que nutrieron este trabajo, como así también con los resultados principales que surgen de las diversas entrevistas llevadas a cabo con actores clave de los núcleos productivos analizados y con una parte del entorno CTI con el que cuenta la provincia.

Además de las entrevistas mencionadas, debe destacarse que los lineamientos de diagnóstico referidos a la industria 4.0 realizados en esta sección también se nutrieron de dos importantes fuentes de datos primarios que posibilitaron evaluar algunos aspectos significativos del escenario tecnológico que caracteriza al tejido industrial de la provincia de Buenos Aires. Una de estas fuentes fue la *Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación 2010-2012* realizada por el ex Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y el ex Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación. La segunda fue la *Clínica Tecnológica* del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Provincia de Buenos Aires, un programa que diagnostica problemáticas de naturaleza tecnológica, identifica demandas requeridas por las PyMEs de la provincia y promueve lazos de vinculación con instituciones CyT.

En base a las diversas fuentes analizadas se presenta aquí un diagnóstico referido a algunos de los principales desafíos que enfrentan en la actualidad los tres núcleos productivos seleccionados para la realización de este trabajo y, al mismo tiempo, se propone una serie de lineamientos de intervención estratégica que posibiliten orientar las acciones potenciales de política pública en función de atender las problemáticas identificadas. En definitiva, y desde una perspectiva más general, los cursos de acción señalados buscan fortalecer los espacios de articulación efectiva entre el vasto sistema científico-tecnológico bonaerense y el entramado productivo de la provincia.

Las propuestas sobre los cursos de acción que aquí se presentan no solo buscan reflejar las demandas o necesidades de asistencia científico-tecnológica evidenciadas por los núcleos productivos examinados, sino que también toman en consideración las capacidades con las que cuenta el entorno CTI de la provincia de Buenos Aires

La estructura de los análisis prospectivos realizados para cada núcleo productivo estudiado consta de cuatro secciones. En primer lugar, se realiza una caracterización breve del sector o actividad en cuestión y, en segundo término, se procuran ofrecer referencias relativas a su localización geográfica principal. A continuación, se detallan las asociaciones existentes entre dicho núcleo productivo estratégico y un conjunto seleccionado de organismos e instituciones que componen el complejo científico-tecnológico provincial a fin de caracterizar las posibilidades de complementación técnica entre ambos espacios. Por último, se retoman las problemáticas identificadas en cada uno de los sectores y se proponen ciertos lineamientos estratégicos para aportar soluciones a los mismos desde el complejo científico-tecnológico provincial; estas estrategias potenciales de intervención desde el espacio CyT provincial para cada uno de los complejos productivos también se encuentran presentadas en forma de una matriz, en la que se exponen los principales componentes de una posible intervención a partir

de las capacidades de CyT locales, los recursos humanos, los requerimientos de equipamiento e infraestructura, la articulación interinstitucional, las tecnologías de propósito general (entendidas en un sentido amplio) y los posibles marcos regulatorios involucrados.

Sin embargo, antes de avanzar en la secuencia recién descrita se puntualizan de forma adicional una serie de lineamientos de intervención de carácter horizontal que atraviesan a los diferentes núcleos productivos analizados, como así también a otros sectores y actividades productivas de la provincia.

ESPACIOS DE INTERVENCIÓN HORIZONTALES

A partir de las entrevistas realizadas a distintos actores clave de los sectores analizados en este informe y también sobre la base de las fuentes de información secundaria consultadas ha sido posible identificar una serie de problemas transversales que aparecen como limitantes relativamente comunes en todos los sectores examinados (más allá de que puedan afectarlos con desigual intensidad).

En cada uno de los análisis sectoriales realizados, algunas de estas problemáticas son tratadas de manera específica y se sugieren acciones basadas en las particularidades que definen a cada actividad. En este apartado, en cambio, se realiza un primer abordaje general de las mismas.

-Restricciones en la infraestructura comunicacional. Buenos Aires cuenta con una superficie que supera los 300 mil km², cifra que la transforma en la provincia más grande del país. El INDEC estima que actualmente viven en la provincia más de 17 millones de personas. A su vez, la densidad del entramado productivo de la provincia de Buenos Aires no registra paralelismo con ninguna otra jurisdicción: se estima que en la provincia se encuentran localizadas unas 200 mil empresas en actividad, lo que representa un tercio del total de empresas existentes en la Argentina.

Las cifras precedentes ponen de manifiesto la necesidad de planificar y promover con una visión estratégica distintas mejoras en la conectividad del territorio bonaerense y facilitar la circulación productiva en el espacio provincial. Las deficiencias y limitaciones existentes en la infraestructura que conecta a los diversos corredores productivos provinciales son de larga data y atentan contra la conformación de una localización más equilibrada de la actividad económica que reduzca la concentración en los partidos del conurbano bonaerense. Como es obvio, se trata de una problemática que excede por mucho las posibilidades de acción del entorno CTI provincial y que implica esfuerzos de planificación e inversión de magnitud. Sin embargo, desde dicho entorno podría colaborar en la construcción de un diagnóstico estratégico actualizado sobre los diversos problemas de infraestructura existentes que afectan la competitividad de las firmas bonaerense y sobre las posibles alternativas de intervención al respecto.

-Limitaciones en la conectividad digital. Si la infraestructura comunicacional física de la provincia presenta problemas y limitaciones relevantes lo propio sucede con la conectividad para acceder a Internet con una conexión rápida, segura y estable. En dos de los tres núcleos productivos estratégicos analizados en este informe esta limitación resulta crítica, pero no hay dudas de que el problema afecta a virtualmente toda actividad productiva establecida en el territorio bonaerense.

Numerosos actores consultados en este informe se refirieron a situaciones crónicas de interrupción y/o baja velocidad de la conexión de Internet y remarcaron las dificultades que esa situación conlleva para el normal desarrollo de sus actividades. Es evidente que, en el

marco de una economía que avanza hacia el paradigma digital, una conectividad confiable y fluida a Internet constituye un requisito básico para impulsar el desarrollo productivo. La relevancia de contar con una conectividad digital adecuada en el territorio que concentra una de cada tres empresas de la Argentina no necesita ser enfatizada. Una vez más, se trata de un desafío que excede las posibilidades de intervención del ecosistema CTI de la provincia, pero también es indudable que, tal como fuera señalado en el punto previo, desde dicho entorno existen amplias capacidades para colaborar con las autoridades políticas de la provincia en la confección de un diagnóstico detallado sobre este problema que permita definir prioridades y diseñar cursos estratégicos de acción.

-Déficit en la vinculación con el entorno CTI. Una parte significativa de las capacidades tecnológicas que desarrollan las empresas está relacionada a sus conductas de interacción con otros agentes del ecosistema tecnológico en el que la firma se desempeña. El aprendizaje por interacción es un componente relevante del desarrollo tecnológico y, por tanto, el uso fluido de los canales interactivos de vinculación entre el espacio productivo y los agentes del sistema CTI promueve la generación y difusión de nuevos conocimientos. El trabajo de campo realizado en este informe ha revelado la existencia de un contacto limitado entre ambos espacios dentro del territorio bonaerense.

El punto aquí mencionado es conocido y trasciende el espacio territorial bonaerense. En general, se observa una combinación de desconocimiento y reticencia entre una parte considerable de las empresas frente a la alternativa de vincularse con instituciones académicas u otros agentes del entorno CyT. El desconocimiento proviene de la ausencia de un sistema informacional de simple acceso, ágil y actualizado sobre qué se hace, cómo y por parte de quién en materia de desarrollos y soluciones tecnológicas en la órbita provincial (y nacional). La reticencia se origina, fundamentalmente, en la baja afinidad que parece existir *a priori* entre la “cultura empresarial” y la “cultura del investigador”. Es frecuente, y no solo desde el espacio empresarial sino desde algunos actores del propio espacio institucional CyT, la referencia a las trabas burocráticas, rigideces institucionales y tiempos excesivos que rodean a los mecanismos de vinculación de muchas de estas instituciones.

Parece indudable la necesidad de promover mayores lazos de acercamiento entre los dos espacios considerados a fin de mejorar las capacidades empresariales para desarrollar, adaptar y absorber tecnologías y métodos productivos u organizacionales novedosos. En este sentido, las acciones dirigidas a potenciar la difusión sobre las soluciones que puede ofrecer el entorno CTI provincial –a través, por ejemplo, de una base de datos única, de actualización continua y de fácil acceso gestionada por la CIC o el MCTI de la provincia– como así también la construcción de mecanismos institucionales de vinculación más rápidos, ágiles y activos desde el entorno científico-tecnológico con el espacio productivo constituyen desafíos prioritarios que deben ser atendidos.

Vale destacar un primer paso dado en este sentido desde la órbita del gobierno provincial a partir del lanzamiento en 2016 de la Clínica Tecnológica (ClinTEC) del MCTI. Como se mencionó en distintas secciones del Tomo II, la ClinTEC es un programa que –justamente– trabaja sobre la identificación de demandas tecnológicas en las PyMES provinciales (a partir de visitas a las empresas) y que, a partir de la difusión de dichas demandas, promueve la vinculación con actores del entorno CTI. Como se discutirá más adelante en el marco de los distintos diagnósticos sectoriales, podría examinarse la posibilidad de escalar este programa y articularlo con otras iniciativas en materia de vinculación.

LINEAMIENTOS PARA LA INDUSTRIA 4.0

1. Caracterización sectorial

Por significativa diferencia, Buenos Aires es la provincia de mayor relevancia industrial de nuestro país. Según el último Censo Nacional Económico realizado por el INDEC en 2004, la provincia concentraba prácticamente la mitad del valor agregado industrial de la Argentina. En términos de empleo, la industria manufacturera bonaerense ocupó en 2018 a unos 510 mil asalariados formales, lo que representaba el 42% del empleo industrial del país y, a la vez, una cuarta parte del total de los trabajadores asalariados en el territorio provincial.

La industria bonaerense exhibe una elevada diversificación en términos sectoriales y en su territorio se encuentran radicadas la mayoría de las principales empresas industriales de la Argentina. Son de particular relevancia en términos de su generación de valor y creación de empleo la elaboración de alimentos y bebidas (en múltiples cadenas y subsectores, incluyendo los frigoríficos; la molinería y sus subproductos; y la cadena láctea, entre muchos otros); la refinación de petróleo; la elaboración de productos químicos y petroquímicos; las industrias metálicas básicas; un complejo y heterogéneo entramado metalmecánico; la cadena textil-confecciones; el sector elaborador de caucho y plástico; y la industria papelera, entre un sinfín de sectores, cadenas y actividades de naturaleza industrial.

Por otra parte, es un hecho conocido que el entramado productivo bonaerense –y es esta una característica que indudablemente se extiende al plano nacional– presenta un cuadro de gran heterogeneidad productiva, tecnológica y organizacional. Estas capacidades dispares no solo varían fuertemente de acuerdo al rubro productivo considerado sino que muestran profundas desigualdades entre las distintas empresas que componen cada uno de los sectores de actividad industrial.

La heterogeneidad de la trama industrial bonaerense introduce obstáculos y desafíos desiguales en términos de la adopción de paradigma de la industria 4.0 en la provincia. Tal como se dijo en el informe sectorial respectivo, el concepto de industria 4.0 resume la transformación disruptiva que desde hace un tiempo experimenta el paradigma productivo a nivel global. Si bien es normalmente aceptado que muchas de las tecnologías que componen el modelo industrial 4.0 no son enteramente nuevas, se entiende que la adopción difundida y la utilización combinada de las mismas está conduciendo al sistema económico a una cuarta revolución tecnológica. La esencia de la transformación que supone el modelo de la industria 4.0 suele quedar sintetizada en el concepto de *digitalización*. Se trata de una digitalización radical y difundida a lo largo de las múltiples actividades que realiza una firma industrial –tanto al interior de la organización como en sus vínculos externos con otros agentes del entorno– y que proyecta, además, importantes consecuencias en el plano de la gestión empresarial de los recursos humanos.

Pese a la mencionada heterogeneidad que caracteriza al tejido productivo bonaerense es posible trazar un cuadro estilizado de situación referido a la adopción de tecnologías 4.0 por parte de las industrias provinciales y a las principales limitaciones que se presentan en esta materia. En primer término se observa que algunas soluciones TIC resultan costosas y están muchas veces fuera del alcance de las PyMEs (incluso, muchas de estas empresas ni siquiera cuentan con la escala mínima necesaria como para tener un área específica de informática y sistemas). Lo anterior queda particularmente evidenciado cuando se observa la tecnología utilizada en el proceso productivo, ya que el uso de *software* para la gestión y planificación de la producción es infrecuente (los primeros pasos en el uso de *software* para informatizar la gestión de la actividad económica *intrafirma* suelen darse a través de la implementación de sistemas administrativo-contables enlatados y, en menor grado, para gestionar pedidos e

inventarios). Un segundo aspecto destacable es que, en general, el parque informático de las empresas bonaerenses se encuentra desactualizado, lo cual dificulta la incorporación de sensores inteligentes y la implementación del *internet industrial de las cosas* (IIOT) para automatizar y controlar procesos de producción. Un tercer elemento a destacar –positivo en este caso– es que, en general, las industrias bonaerenses suelen llevar adelante procesos de control de calidad relativamente efectivos; la inspección de recepción de insumos, de los procesos internos y de los bienes finales elaborados son prácticas extendidas, como también lo es la trazabilidad a lo largo de las distintas etapas (aunque los métodos utilizados en muchos casos son informales). Un cuarto elemento destacable es que los esfuerzos para la “capacitación digital” de los trabajadores –un elemento crítico dentro del modelo 4.0 a fin de que las tecnologías puedan ser absorbidas y adaptadas adecuadamente a las necesidades de cada empresa– es escasa en el segmento de las PyMES, en particular en lo que hace al personal encargado de la gestión de la producción. Un quinto rasgo de interés es que se observa que las prácticas organizacionales “blandas” en relación a la gestión del conocimiento al interior de las organizaciones exhiben una cierta difusión al interior de las empresas industriales bonaerenses (incluso entre las PyMES); sin embargo, no suelen utilizarse rutinas formales ni herramientas informáticas inteligentes para gestionar la creación, codificación y circulación de conocimientos novedosos. Y, finalmente, un último aspecto a destacar es que el grado de vinculación de las PyMEs industriales de la provincia con otros actores del sistema CTI –a fin de desarrollar, adaptar y/o absorber tecnologías y métodos productivos novedosos– es relativamente escaso, en particular en lo que hace a los propósitos tecnológicos más “duros”, tales como la realización de actividades de I+D, diseño industrial o ingeniería e intercambio tecnológico.

2. Localización Geográfica

Si bien existen múltiples actividades y enclaves industriales relevantes en distintos espacios de su extenso territorio (incluyendo distritos de una consolidada tradición industrial como el Gran La Plata, San Nicolás, Campana, Zárate, Olavarría y Bahía Blanca, entre otros), el grueso de la trama manufacturera provincial se localiza en el conurbano bonaerense, un territorio que ocupa no más del 1% de la superficie provincial y que constituye el polo industrial más grande de nuestro país y en el que, además, viven cerca de 10 millones de personas.

Los 24 partidos del conurbano bonaerense albergaban en 2018 a unas 18 mil empresas industriales privadas que emplearon a unos 332 mil trabajadores asalariados formales. Estas cifras representaban, respectivamente, el 70% del total de empresas industriales localizadas en territorio bonaerense y el 65% del empleo manufacturero total de la provincia.

3. Principales instituciones de CyT local vinculadas al complejo

Buenos Aires cuenta con importantes capacidades en la órbita CTI para promover la difusión, la elaboración de diagnósticos sectoriales, los lazos de vinculación y la transferencia en tecnología a fin de avanzar en la divulgación del modelo de la industria 4.0 y la gradual digitalización de la trama industrial bonaerense.

De acuerdo a su autodiagnóstico institucional, la CIC cuenta con once institutos asociados (algunos de ellos con doble o triple dependencia con CONICET y Universidades nacionales en el territorio bonaerense) en el campo de las TICs, electrónica e informática. También posee centros de investigación en ingeniería industrial; tecnología industrial.

Por su parte el CCT del CONICET de Bahía Blanca cuenta con el Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (ICIC), mientras que el CCT de Tandil posee el Instituto Superior de Ingeniería del Software de Tandil (INSISTAN).

Asimismo, la provincia cuenta con una muy densa trama de Universidades que realizan docencia e investigación en ámbitos vinculadas a la informática y los sistemas. De hecho, los principales polos IT ubicados en territorio bonaerense han iniciado ya acciones de vinculación con las Universidades presentes en sus respectivos territorios. En los casos de La Plata, Tandil, Mar del Plata y Bahía Blanca, también existen articulaciones observada con los respectivos CCTs locales.

En particular, la UNLP cuenta con una Facultad de Informática que tiene tres centros de investigación: i) El Instituto de Investigación en Informática (LIDI), que incluye entre sus principales temas de investigación los sistemas distribuidos y paralelos, ingeniería de *software* de SD, calidad de *software*, sistemas inteligentes, tecnología informática aplicada en educación y procesamiento de señales; ii) El Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA), que se propone realizar transferencia de conocimientos a la industria e incluye investigación y desarrollo en Ingeniería Web, teoría y métodos formales, GIS, computación móvil y ambientes colaborativos; iii) El Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas (LINTI), con investigación en el campo de las nuevas tecnologías (en particular, en temáticas vinculadas a seguridad informática, redes de datos, *software* libre, aplicaciones Java, educación a distancia, usabilidad y accesibilidad).

La UNICEN, en su Facultad de Ciencias Exactas, reúne entre otros centros de investigación a: i) El Instituto de Investigación en Tecnología Informática Avanzada (INTIA), de doble dependencia junto a la CIC, especializado en extracción de información en *data science* para la obtención, procesamiento y uso de datos masivos; informática de gestión; sistemas digitales diseñados para *hardware* tales como *Internet de las cosas* y tecnologías de *software*; ii) El Instituto de Sistemas Tandil – Jorge Boria (ISISTAN), dedicado a investigación y desarrollo en ingeniería de *software* inteligente, sistemas de recomendación en base a análisis de datos de redes sociales y otras fuentes de información, sistemas inteligentes para la asistencia en diseño de *software* y *machine learning*, computación distribuida y móvil para desarrollo de aplicaciones y plataformas *web*, móviles y *software* distribuido, y metodologías y herramientas para diseño de *software* apuntados a análisis de trazabilidad, calidad, *refactoring* y análisis de arquitectura de código. La Facultad también posee un Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECyT) y un Núcleo Consolidado en Matemática Pura y Aplicada (NUCOMPA).

Finalmente, dentro de la órbita de los organismos nacionales, resulta pertinente mencionar al INTI, el cual cuenta con centros tecnológicos en varias localidades de la provincia y, además, firmó en 2017 un convenio marco con el MCTI provincial a fin de intensificar la cooperación y formular proyectos para fortalecer el desarrollo tecnológico y productivo de la provincia. El INTI posee, entre los múltiples servicios industriales que brinda, una línea de impulso a las tecnologías novedosas de gestión, la cual busca asesorar, capacitar y transferir tecnología a empresas para dicho fin. Asimismo, otra área estratégica del INTI es la de Desarrollo Tecnológico e Innovación, la cual incluye una línea de trabajo en tecnologías para la industria 4.0 dedicada a identificar y evaluar tecnologías posibles de ser implementadas en las empresas de diferentes sectores productivos (uno de los puntos discutidos a continuación en la sección 4).

4. Áreas estratégicas de intervención

4.1 Ausencia de visión estratégica respecto a las potencialidades de las tecnologías 4.0

La ausencia de una convicción empresarial definida y generalizada respecto a las enormes potencialidades que involucran las tecnologías 4.0 y, a la vez, del riesgo que supone retrasar su incorporación al funcionamiento de las empresas constituye un obstáculo de índole general que atenta contra la difusión de estas tecnologías en la industria de la provincia de Buenos Aires y del resto del país.

Esta situación no es privativa de la Argentina. El debate alrededor del paradigma 4.0 y la difusión de sus características distintivas es una tendencia muy reciente –y todavía inconclusa– aun dentro del empresariado de los países centrales. Pero en Argentina se suma una dificultad añadida dada la histórica inestabilidad que ha caracterizado al entorno macroeconómico de nuestro país, un factor que –comprensiblemente– introduce reticencias adicionales dentro de los empresarios locales en relación a la conveniencia y/o factibilidad de invertir en este tipo de tecnologías (recuérdese que, como se mencionó en el informe sectorial respectivo, más del 60% de los empresarios nacionales manifestó recientemente no estar tomando ninguna acción para adoptar tecnologías 4.0).

Divulgación transversal de las potencialidades y características del paradigma 4.0

Frente a la problemática enunciada se considera conveniente, como medida de índole transversal, articular una estrategia de intervención conjunta entre el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la provincia y la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), junto a otras instituciones CTI de presencia provincial que el Ministerio defina, a fin de promover entre el empresariado industrial bonaerense la difusión de información sobre los principales aspectos que definen al paradigma de la industria 4.0.

Se considera que las estrategias de difusión adoptadas deberán enfatizar una serie de aspectos críticos: i) Resaltar la gran potencialidad para incrementar la productividad y mejorar los procesos integrales de gestión involucrados en el modelo 4.0; ii) Exponer los riesgos asociados al rechazo de estas tecnologías y prácticas organizacionales (o la demora en su adopción) dada la naturaleza sistémica de la difusión del paradigma 4.0 y la irreversibilidad de las transformaciones tecnológicas, productivas y organizacionales que el mismo conlleva; iii) Refutar el principio de que el modelo industrial 4.0 requiere un salto tecnológico ciclópeo para adoptar todas las tecnologías de frontera (y las prácticas organizacionales asociadas a ellas) de forma simultánea; reforzar, en cambio, que se puede y se debe avanzar de manera gradual y secuencial, sin que en todas las etapas, además, surjan necesariamente grandes necesidades de inversión; iv) Promover la idea de que la industria 4.0 no solo consiste en producir lo mismo que actualmente se produce con métodos distintos, sino que también involucra dotar a los productos actuales de nuevas funcionalidades tecnológicas e interactivas (“productos inteligentes”), lo cual involucra retos complejos para las empresas pero también abre oportunidades potenciales de nuevos negocios y mercados para los *first-movers*.

Finalmente, también podría evaluarse desde las instancias provinciales de gestión correspondientes la posibilidad de realizar una encuesta específica dirigida a las industrias bonaerenses para determinar de manera actualizada y precisa el alcance de la utilización de las tecnologías 4.0 entre las empresas provinciales y las principales barreras para la adopción de las mismas (recuérdese que, como se dijo en el informe sectorial correspondiente, la información cuantitativa que actualmente existe sobre el tema es fragmentaria, desactualizada y de inadecuada representatividad).

4.2 Déficit en la utilización de *software* aplicado a la gestión empresarial

Como se analizó en el informe sectorial sobre la industria 4.0 incluido en el Tomo II, existe un fuerte déficit en el uso integral de *software* y sistemas inteligentes dentro del tejido industrial bonaerense. Lo anterior se acentúa particularmente cuando se trasciende el ámbito de la gestión administrativo-contable y se considera el terreno de la gestión, planificación y control del proceso productivo. De acuerdo a la información de la Clínica Tecnológica (ClinTEC) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, cerca del 58% de las PyMES bonaerenses relevadas declaran no utilizar *software* para la gestión de la producción; la ausencia en el uso de *software* alcanza el 80% cuando se consulta sobre su aplicación para trazar las materias primas, al 86% cuando se indaga sobre su empleo en la gestión del control de calidad de la producción, y hasta un máximo del 97% en lo relativo al control de mantenimiento de plantas y equipos.

Como se discutió en el informe sectorial respectivo, la adopción y utilización progresiva de *software* y herramientas inteligentes para sistematizar y facilitar la gestión empresarial es un componente crítico para avanzar hacia el modelo industrial 4.0. En este sentido, no solo resultan preocupantes las cifras precedentes en relación a la falta de utilización de *software*, sino también la escasa disposición a revertir esa conducta que manifiestan los empresarios consultados en el relevamiento de la ClinTEC.

Asistencia para incorporar herramientas de *software* a la gestión empresarial

La elaboración de un programa de asistencia a las empresas provinciales, en especial a las del segmento PyME, para promover que éstas reduzcan gradualmente el déficit de *software* con el que operan representa un desafío prioritario en función de promover la transición 4.0.

La Argentina en general y la provincia de Buenos Aires en particular cuentan con un sector productor de *software* y servicios informáticos de alto desarrollo y probadas capacidades de abastecimiento a empresas nacionales y transnacionales, un activo muy relevante para avanzar en el desafío aquí mencionado.

En la provincia de Buenos Aires existen 5 polos IT (La Plata, Bahía Blanca, Tandil, Mar del Plata y Junín) integrados por un total aproximado de 200 empresas. Estos polos cuentan con una trayectoria consolidada, una buena capacidad de representación sectorial y lazos estrechos de vinculación con los respectivos gobiernos locales, las Universidades presentes en el territorio y, en el caso de La Plata, Tandil, Mar del Plata y Bahía Blanca, con los respectivos CCTs locales.

Asimismo, resulta destacable que muchas de las empresas que integran los 5 polos mencionados manifestaron –en un informe provincial reciente– la conveniencia de que desde una instancia pública se organicen rondas de negocios multisectoriales para dar a conocer la potencialidad de la oferta TIC a las empresas bonaerenses de los distintos rubros de actividad económica, iniciativa que previamente debería incluir la realización de un diagnóstico para relevar las necesidades y demandas específicas que manifiestan tener dichas empresas (Informe Plataforma de Innovación, 2017, p.182).

Este último punto podría ser atendido a través de un escalamiento de la ClinTEC, que como se dijo antes, es un operativo territorial en marcha desde 2016 que demostró tener una extendida capilaridad para alcanzar a las PyMES de la provincia (a la fecha de elaboración de este informe lleva contactadas más de 750 empresas de 40 Municipios provinciales) y capacidad para relevar demandas y realizar diagnósticos tecnológicos complejos a partir del empleo de encuestadores calificados (en su mayoría, ingenieros industriales).

4.3 Insuficiencia de “formación digital” en los recursos humanos de las empresas

Tal como se discutió en el informe sectorial respectivo, para alcanzar una adopción plena y adecuada de la tecnología 4.0 frente a los requerimientos y capacidades específicas de cada empresa es necesario avanzar en la formación digital de los recursos humanos de la organización.

De acuerdo a la evidencia estadística presentada en el Tomo II, en la provincia de Buenos Aires existe una gran heterogeneidad de conductas empresariales alrededor de este factor clave. Un conjunto reducido de industrias dinámicas se manifiesta consciente de la importancia de la capacitación digital en el marco de la transformación 4.0 (cerca de dos terceras partes de las firmas provinciales que se autoperciben como líderes tecnológicos realizaron capacitaciones laborales de este tipo), pero el grueso de las empresas bonaerenses no realizó ninguna acción en este sentido.

Capacitación digital de los recursos humanos de las empresas

Las capacidades existentes en la provincia de Buenos Aires ofrecen un amplio espacio para desarrollar una contribución efectiva desde el entorno de las instituciones CTI a fin de atender el déficit de capacitación digital descripto.

Como se dijo en el punto anterior, la existencia de 5 polos provinciales IT consolidados y con una articulación cercana a las Universidades locales (y en La Plata, Tandil, Mar del Plata y Bahía Blanca también con los respectivos CCTs locales) representa un activo estratégico relevante para proyectar posibles acciones de intervención que persigan cubrir el déficit de formación digital de los trabajadores fabriles. Como es evidente, estas acciones deberían estar directamente articuladas con las iniciativas de apoyo a las empresas provinciales para reducir el déficit en la utilización de *software* que fuera discutidas previamente en la sección 4.2.

Asimismo, desde una perspectiva de más largo plazo, resultaría también conveniente articular acciones con las Universidades y otras instituciones educativas y de formación laboral para comenzar a discutir los cambios necesarios en las experiencias educativas de tal forma que éstas contemplen una transición paulatina que posibilite la formación integral de “trabajadores 4.0”, lo cual involucra habilidades cognitivas que van más allá de los “saberes digitales” (entre las que se incluyen la adaptación a la polivalencia funcional, la naturalización del pensamiento lateral y las habilidades adecuadas para comunicar y gestionar el conocimiento adquirido en sus funciones).

4.4 Escasa difusión en el uso de sensores digitales dentro del proceso productivo

De acuerdo a la evidencia empírica analizada en el informe sectorial presentado en el Tomo II, los sensores, herramientas y sistemas inteligentes de monitoreo y control aplicados al proceso productivo presentan una escasa difusión entre las industrias de la provincia de Buenos Aires. Aun entre el reducido núcleo de empresas que se autoperciben como líderes tecnológicos, las tres cuartas partes no utiliza herramientas inteligentes de análisis de información para la toma de decisiones.

Como se discutió en la sección respectiva, la informatización, automatización y optimización de los procesos productivos son componentes centrales del modelo 4.0. La gestión de datos en tiempo real y su utilización automatizada en los procesos productivos eleva los estándares de productividad en relación al pasado. Para aprovechar las ventajas de esta transformación disruptiva se requiere avanzar consistentemente en la incorporación y utilización de sensores inteligentes. Los sensores digitales posibilitan contar con una “huella digital” de cada paso del

proceso productivo de la firma, lo cual conlleva a la minimización de desperdicios, desacoples, tiempos muertos productivos y los problemas de seguridad industrial. A su vez, estos sensores pueden encontrarse interconectados, habilitando la inteligencia artificial aplicada a procesos y al IIoT, factores que inducen un salto inédito de la conectividad y automatización en la gestión de los procesos industriales.

Asistencia para la implementación de sensores digitales en el proceso productivo

Frente al déficit recién mencionado, el ecosistema CTI provincial puede desarrollar iniciativas importantes en materia de difusión y asesoramiento para la incorporación gradual de sensores inteligentes a las empresas bonaerenses.

Tal como surgió en algunos de los apartados anteriores, este desafío requiere avanzar, por un lado, en un esfuerzo de divulgación sobre las ventajas de incorporar estas herramientas a los procesos de producción industrial. Y, al mismo tiempo, requiere también intensificar los mecanismos de vinculación tecnológica entre el entramado productivo y las instituciones CTI que cuenten con la capacidad de brindar la asistencia y el asesoramiento correspondiente.

En relación a este segundo punto, resulta posible identificar nuevamente en la ClinTEC un primer paso auspicioso en este sentido (como se dijo, se trata de un programa que identifica demandas en las PyMES y promueve la vinculación con agentes CTI con capacidad de satisfacerlas).

Sin embargo, dada la magnitud del problema relativo a la escasez en la utilización empresarial de sensores y herramientas inteligentes de monitoreo y control, parece necesario ir más allá de la mera identificación de una demanda manifiesta y, en cambio, explorar mecanismos activos para promover y estimular dicha demanda entre las firmas provinciales. En este sentido, como se mencionó en la sección respectiva, resultaría conveniente disponer acciones de asesoramiento técnico que enfatizen la factibilidad de promover una automatización *gradual y progresiva* de los procesos productivos y destierren la falsa noción del “todo o nada” que muchas veces rodea al debate sobre el paradigma 4.0.

4.5 Déficit en dimensiones organizacionales intra e interfirma

En el informe sectorial sobre industria 4.0 incluido en el Tomo II de este trabajo, se identificaron déficits en dos dimensiones organizacionales significativas dentro del paradigma 4.0. El primero de ellos consiste en las capacidades limitadas que exhiben las industrias provinciales para gestionar el conocimiento al interior de la propia firma. El segundo se refiere a la baja intensidad de las relaciones sistémicas interactivas observadas entre las industrias bonaerenses y otros agentes externos del entorno CTI a fin de promover de manera progresiva las capacidades tecnológicas de las firmas (bajo la forma de asistencia técnica para escoger y jerarquizar tecnologías, validar prototipos, hacer ensayos, capacitar recursos humanos, entre muchas otras funciones virtuosas asociadas a la vinculación de naturaleza tecnológica).

En relación al primer punto señalado resulta destacable que incluso las empresas bonaerenses que se autoperceben como líderes tecnológicos exhiben una escasa adopción de herramientas inteligentes para gestionar el conocimiento intraorganizacional (priman las rutinas informales o escasamente sistematizadas, tal como se documentó en el Tomo II). En relación al segundo punto, se observa una escasa utilización por parte de las empresas provinciales de los canales de vinculación tecnológica para interactuar con otros agentes del entorno CTI (el 70% de las

PyMEs industriales de la provincia manifestó no haberse vinculado con ningún actor externo con fines tecnológicos).

Apuntalamiento a las rutinas organizacionales intra e interfirma

Las dos insuficiencias organizacionales arriba presentadas requieren inducir un cambio en las conductas “micro” prevalecientes y arraigadas entre la mayoría de las empresas industriales de la provincia. Es posible, incluso, establecer una ligazón entre ambas dimensiones: una vinculación más intensa y provechosa de las empresas con agentes tecnológicos externos puede contribuir a resaltar la necesidad de optimizar las rutinas organizacionales internas para gestionar la información y el *know how* para la toma de decisiones.

Indudablemente, el extenso ecosistema de instituciones CTI de la provincia de Buenos Aires –y en particular la consolidada trama de Centros de I+D+I propios y asociados a la CIC junto a las Universidades, las sedes regionales del CONICET y los gobiernos locales– pueden desempeñar, en el marco de decisiones de política pública que lo hagan posible, un rol clave a fin de potenciar las conductas de vinculación tecnológica entre las empresas industriales de la provincia.

En este sentido, vale resaltar una vez más el rol del programa ClinTEC como una iniciativa virtuosa en la identificación de demandas tecnológicas de las PyMES de la provincia y la provisión de oportunidades de vinculación con actores del entorno CTI. Puede examinarse la posibilidad de escalar este programa y articularlo con otras iniciativas en la que participen las Universidades, los mencionados centros e institutos tecnológicos de la CIC y otras de las muchas instituciones de la órbita científico-tecnológica provincial a fin de modificar el cuadro de escasa densidad sistémica que exhiben los lazos de vinculación tecnológica observados.

Cuadro 1. Matriz de intervención estratégica – Industria 4.0

	Estrategia	Capacidades de CyT locales	RRHH	Infraestructura y equipamiento	Articulación interinstitucional	Tecnologías de propósito general	Marcos regulatorios
Ausencia de visión estratégica respecto a las potencialidades de las tecnologías 4.0	Divulgación transversal de las características del paradigma 4.0	Sistematizar y promover la difusión de información crítica sobre los principales aspectos que definen al paradigma de la industria 4.0	Programas sectoriales de formación técnica y acciones transversales de divulgación para empresarios y cuadros gerenciales de PyMES		Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación PBA; CIC; Otras instituciones CTI de presencia provincial definidas por el Ministerio	Encuesta específica a industrias en PBA sobre difusión y restricciones a la adopción de tecnologías 4.0	
Déficit en la utilización de software aplicado a la gestión empresarial	Asistencia para incorporar herramientas de software a la gestión empresarial	Diagnosticar prioridades y estrategias alternativas de informatización gradual de procesos productivos en PyMES		* Base de datos unificada y actualizada de oferta TIC existente en PBA * Organización de rondas de negocios multisectoriales para dar a conocer la potencialidad de la oferta TIC a las industrias de la PBA	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación PBA; Polos IT PBA; CCTs regionales; Universidades	Escalar cobertura y alcance estadístico de la ClinTEC para obtener diagnósticos sectoriales más detallados	Evaluación de posibles beneficios impositivos para promover la informatización de procesos
Insuficiencia de “formación digital” en los recursos humanos de las empresas	Capacitación digital de los recursos humanos de las empresas	Múltiples instituciones educativas (y otros espacios CTI) con capacidad de atender el déficit de capacitación digital observado	Programas intensivos de capacitación en tecnologías 4.0 para trabajadores de PyMES		Polos IT PBA; CCTs regionales; Universidades	Promoción de la oferta formativa de cursos de extensión en tecnologías 4.0 en Facultades de Cs. Exactas, informática y afines de la PBA	

<p>Escasa difusión en el uso de sensores digitales dentro del proceso productivo</p>	<p>Asistencia en la implementación de sensores digitales en el proceso productivo</p>	<p>*Apoyo a la difusión general sobre la necesidad de incorporación gradual de sensores inteligentes</p> <p>* Promover vinculación con PyMES demandantes de soluciones inteligentes aplicadas a procesos</p>			<p>Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación PBA; Polos IT PBA</p>	<p>Escalar cobertura y alcance estadístico de la ClinTEC para obtener diagnósticos sectoriales más detallados</p>	
<p>Déficits en dimensiones organizacionales intra e interfirma</p>	<p>Apuntalamiento a las rutinas organizacionales intra e interfirma</p>	<p>Nutrido ecosistema CTI en PBA incluyendo múltiples Centros CIC de I+D+I propios y asociados en distintas especialidades</p>	<p>Capacitación de RRHH para optimizar rutinas organizacionales intra-firma de gestión del conocimiento para la toma de decisiones</p>			<p>Escalar ClinTEC en su rol de identificar espacios de vinculación tecnológica y articularla con otras iniciativas institucionales en la materia</p>	

LINEAMIENTOS PARA SOFTWARE

1. Caracterización sectorial

El sector de *software* y servicios informáticos representa hoy una actividad relevante en la provincia de Buenos Aires y con una indudable capacidad de crecimiento a futuro. Las firmas del sector de origen bonaerense son en su mayoría PyMEs o microempresas y coexisten con otras empresas más grandes de origen nacional y transnacional. En la provincia existen cerca de mil empresas dedicadas a las actividades informáticas y el empleo registrado en el sector alcanza una cifra cercana a los 15 mil trabajadores.

Si bien no existen cifras desagregadas de exportación para la provincia, el sector nacional de *software* ha mostrado una gran capacidad de llegada a los mercados externos en la última década. Por su parte, una encuesta reciente a las empresas de los 5 polos IT con los que cuenta la provincia de Buenos Aires determinó que cerca de las mitad de ellas exportaban sus servicios.

En general, las empresas de *software* de la provincia de Buenos Aires –como así también las del resto del país– se dedican a proveer desarrollos a medida de las demandas de cada cliente, una modalidad conocida como *desarrollo de software* o *software factory*. Sin embargo, también existen empresas dentro del sector que generan desarrollos y aplicaciones por fuera de esa lógica y trabajan en la elaboración de productos propios. A diferencia de la programación a pedido, los productos propios suelen requerir una inversión inicial superior y mayores esfuerzos y costos de comercialización, por lo que se redobla la necesidad de contar con acceso a crédito.

El sector de *software* es especialmente intensivo en activos inmateriales. Su desarrollo depende fundamentalmente de la creatividad y el capital intelectual de sus recursos humanos, mientras que los insumos tangibles, el equipamiento y las necesidades de infraestructura son escasas en relación a la mayoría de las actividades productivas. Los programadores argentinos suelen ser reconocidos a nivel internacional en términos de su talento, creatividad y capacidad de trabajo y ese reconocimiento se traduce en que el valor promedio pagado por una hora de programación local en el mercado internacional es superior (entre dos y tres veces) al que se paga a los desarrolladores de otros países emergentes (por caso, la India).

El sector de *software* en la provincia y en el resto del país enfrenta desde hace tiempo un desbalance estructural en términos de los recursos humanos que emplea y los que necesitaría emplear. La demanda empresarial para conseguir nuevos programadores supera año a año la oferta de trabajo disponible (según se estima, en una relación de 2 a 1). Este hecho representa el mayor problema que enfrenta el sector y hasta ahora no ha resultado simple encontrar una solución. La inexistencia de un flujo suficiente de recursos humanos que nutra las necesidades de la actividad redundante en una serie de dificultades adicionales, tal como se analizará en la sección 4.

2. Localización Geográfica

Como se analizó en el informe sectorial respectivo, un aspecto interesante del sector de *software* en la provincia de Buenos Aires es su parcial deslocalización en relación a los partidos del conurbano, al menos si se lo compara con otras industrias y sectores de actividad. De las casi mil empresas del sector registradas en Buenos Aires en 2017, cerca del 45% estaban ubicadas en el interior de la provincia.

En la provincia de Buenos Aires se han conformado 5 polos IT relevantes, los cuales concentran un total aproximado de 200 empresas. Están ubicados en La Plata, Bahía Blanca, Tandil, Mar del Plata y Junín. En general, las firmas agrupadas en estos polos muestran una buena capacidad de representación sectorial y una significativa articulación con los gobiernos locales respectivos y con las Universidades del territorio que cuentan con oferta formativa en carreras afines a la informática y sistemas. Si bien aún no se han materializado, en algunos casos han existido iniciativas tendientes a establecer un “parque informático” para agrupar en un predio común a las empresas del sector, lo cual podría reducir algunos costos y potenciar las sinergias de la aglomeración.

3. Principales instituciones de CyT local vinculadas al complejo

Como se indicó al analizar las principales instituciones de CyT locales vinculadas al modelo de industria 4.0, la provincia de Buenos Aires cuenta con una muy rica trama de Universidades que realizan docencia e investigación en ámbitos vinculados a la informática y los sistemas. Como se dijo, los principales polos IT ubicados en territorio bonaerense han iniciado ya acciones de vinculación con las Universidades presentes en sus respectivos territorios. En los casos de La Plata, Tandil, Mar del Plata y Bahía Blanca, también existen articulaciones observada con los respectivos CCTs locales.

La UNLP cuenta con una Facultad de Informática que tiene tres centros de investigación: i) El Instituto de Investigación en Informática (LIDI), que incluye entre sus principales temas de investigación los sistemas distribuidos y paralelos, ingeniería de *software* de SD, calidad de *software*, sistemas inteligentes, tecnología informática aplicada en educación y procesamiento de señales; ii) El Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA), que se propone realizar transferencia de conocimientos a la industria e incluye investigación y desarrollo en Ingeniería Web, teoría y métodos formales, GIS, computación móvil y ambientes colaborativos; iii) El Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas (LINTI), con investigación en el campo de las nuevas tecnologías (en particular, en temáticas vinculadas a seguridad informática, redes de datos, *software* libre, aplicaciones Java, educación a distancia, usabilidad y accesibilidad).

La UNICEN, en su Facultad de Ciencias Exactas, reúne entre otros centros de investigación a: i) El Instituto de Investigación en Tecnología Informática Avanzada (INTIA), de doble dependencia junto a la CIC, especializado en extracción de información en *data science* para la obtención, procesamiento y uso de datos masivos; informática de gestión; sistemas digitales diseñados para *hardware* tales como *Internet de las cosas* y tecnologías de *software*; ii) El Instituto de Sistemas Tandil – Jorge Boria (ISISTAN), dedicado a investigación y desarrollo en ingeniería de *software* inteligente, sistemas de recomendación en base a análisis de datos de redes sociales y otras fuentes de información, sistemas inteligentes para la asistencia en diseño de *software* y *machine learning*, computación distribuida y móvil para desarrollo de aplicaciones y plataformas *web*, móviles y *software* distribuido, y metodologías y herramientas para diseño de *software* apuntados a análisis de trazabilidad, calidad, *refactoring* y análisis de arquitectura de código. La Facultad también posee un Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología (NIECyT) y un Núcleo Consolidado en Matemática Pura y Aplicada (NUCOMPA).

Por otra parte, como se dijo antes, la CIC cuenta con once institutos asociados (algunos de ellos con doble o triple dependencia con CONICET y Universidades nacionales en el territorio bonaerense) en el campo de las TICs, electrónica e informática. Por su parte el CCT del CONICET de Bahía Blanca cuenta con el Instituto de Ciencias e Ingeniería de la

Computación (ICIC), mientras que el CCT de Tandil posee el Instituto Superior de Ingeniería del Software de Tandil (INSISTAN).

4. Áreas estratégicas de intervención

4.1 Escasez crónica de mano de obra y dificultades para retener personal

Como se discutió en el Tomo II de este informe, la principal dificultad que enfrenta el sector de software en la provincia de Buenos Aires –y en el país– es la escasez recurrente de mano de obra, producto del crecimiento de la actividad a un ritmo mayor al de la formación de nuevos recursos humanos. La demanda laboral insatisfecha, es decir, la relación entre los trabajadores que efectivamente se incorporan a la actividad cada año y los puestos requeridos por el sector, ha sido estimada en un orden próximo al 50%.

Ante este escenario, las empresas del sector buscan contratar estudiantes, lo cual –a su vez– atenta contra la continuidad de la trayectoria educativa de una parte de quienes eligen la programación como campo de desempeño laboral y compromete la formación de especialistas capacitados para las tareas más complejas y de mayor valor agregado dentro de la actividad. Asimismo, el desbalance entre demanda y oferta de trabajo incrementa la competencia entre empresas por la contratación de personal y las expone a elevadas tasas de rotación laboral, lo cual perjudica el desarrollo de los proyectos de más largo plazo y debilita la acumulación de capacidades inmateriales en las firmas.

Divulgación de las posibilidades laborales que ofrece el sector y establecimiento de nuevas carreras terciarias cortas

La problemática enunciada es conocida, ha sido identificada por los representantes del sector hace ya varios años y se encuentra reflejada en diversos análisis y estudios sectoriales. Es evidente que no existen soluciones simples y rápidas para enfrentarla.

Se considera conveniente reforzar las acciones existentes bajo una estrategia doble. La primera, con miras puestas en el largo plazo, consiste en articular acciones de difusión conjuntas entre los espacios institucionales CTI vinculados al sector –incluyendo a las direcciones de las carreras universitarias en informática y campos afines, los centros e institutos de investigación y otros ámbitos pertinentes con presencia territorial en los espacios urbanos en los que se ubican los principales polos IT de la provincia– para difundir las posibilidades de desarrollo profesional que existen en el sector y desafiar los preconceptos que muchas veces rodean a la actividad y que actúan como una barrera que desalienta la entrada de nuevos trabajadores. Esta estrategia de promoción podría ser implementada, entre otros espacios, en centros de orientación vocacional, colegios primarios y colegios secundarios de la provincia y ser también articulada con los programas de empleo del Ministerio de Trabajo Provincial.

La segunda estrategia consiste en promover la creación y difusión de tecnicaturas y diplomaturas cortas (de uno o dos años de duración) dentro de las Universidades nacionales existentes en territorio provincial. Por los aspectos discutidos en el informe sectorial, se considera conveniente que estas carreras cortas sean diseñadas con una lógica complementaria (y no sustitutiva) de las licenciaturas e ingenierías “largas” que existen desde hace años en los centros universitarios.

4.2 Funcionamiento precario de los servicios de infraestructura básicos para el sector

El sector enfrenta dificultades a partir del deficiente suministro de dos insumos intangibles vitales para el normal desarrollo de la actividad: el servicio de energía eléctrica y la provisión de una conexión segura, rápida y estable a internet.

El sector de *software* experimenta una dependencia absoluta respecto a estos servicios para funcionar. En el caso del suministro de electricidad, a diferencia de las empresas de otros sectores de actividad emplazadas en parques industriales o de una escala lo suficientemente grande como para poseer generadores propios de emergencia, la mayoría de las empresas de *software* ha sufrido en los últimos años la misma inestabilidad en el servicio que la mayoría de los hogares de la provincia y del país.

En el caso de internet, muchas de las empresas del sector recurren a contratar más de un proveedor para cubrirse frente a cortes potenciales en el suministro o un mal funcionamiento de la conexión. Sin embargo, estas estrategias no siempre solucionan el problema y, a su vez, se ve limitada territorialmente a las localidades que cuentan con más de un proveedor para el servicio (en general, las grandes ciudades de la provincia).

Asistencia en la confección de un diagnóstico de conectividad y diseño de cursos de acción

Como se mencionó antes, es evidente que este desafío excede las capacidades y los espacios de incumbencia del entorno CTI provincial. Sin embargo, como se dijo, dicho entorno puede prestar colaboración para la construcción de un diagnóstico provincial estratégico actualizado sobre el problema que redunde en la confección de un “mapa de conectividad” provincial.

Dicho diagnóstico debería revisar aspectos vinculados a la penetración de internet fija en el territorio provincial, la participación de las distintas tecnologías de acceso y su distribución en el territorio, la velocidad real de las conexiones (hasta donde aquí se sabe no existen datos públicos sobre las velocidades de acceso por provincia) y las dinámicas de tráfico dentro de la red. También debería incluir un análisis sobre las alternativas de trabajo conjunto entre el gobierno provincial, los representantes sectoriales (como la Cámara Argentina de Internet, CABASE) y el propio entorno CTI bonaerense para diseñar un “mapa de conectividad” provincial a fin de establecer los puntos críticos del sistema.

4.3 Ausencia de visión estratégica difundida en empresas de terceros sectores respecto a las potencialidades de incorporar soluciones informáticas

Tal como se discutió en la sección dedicada al análisis del modelo 4.0 en el tejido industrial de la provincia, una limitación importante que atenta contra la difusión de las soluciones informáticas y digitales obedece a la carencia de una visión empresarial difundida respecto a las grandes potencialidades que estos desarrollos involucran y los riesgos asociados al atraso digital.

Este hecho representa un problema en sí mismo para toda la trama industrial, como se analizó en la sección respectiva. Pero también implica una dificultad directa para el sector de *software* y servicios informáticos –en tanto generador de desarrollos y soluciones digitales para terceros– dado que establece una limitación del tamaño potencial del mercado doméstico. Por ello es que, tal como se expresó en el informe sectorial, las empresas de *software* muchas veces insisten en explotar los lazos comerciales ya establecidos (a partir de la prestación de servicios de soporte y actualización) en lugar de explorar nuevas alternativas de mercado.

Divulgación de las potencialidades de la digitalización

Tal como se expresó cuando se analizaron las áreas estratégicas de intervención en relación al paradigma 4.0, pueden explorarse alternativas de divulgación transversal de las potencialidades de la digitalización y los desarrollos de *software* aplicados a los procesos de gestión corporativa, incluyendo en particular el ámbito de la producción.

Como se dijo, las estrategias de difusión elegidas deberían subrayar la potencialidad para impulsar la productividad de estas tecnologías y explicar los riesgos vinculados a su rechazo. Asimismo, debería enfatizarse la posibilidad de avanzar de forma gradual y rechazar la falsa lógica muchas veces subyacente del “todo o nada”.

En este sentido, el *Informe Plataforma de Innovación: Estado de situación de los Polos* realizado en el año 2017 por el MCTI sugiere algunas acciones concretas. Una de ellas consiste en acercarse de forma activa a la oferta de soluciones y prestaciones TIC de las empresas provinciales del sector a otras industrias a partir de eventos de *networking*. Para ello, resulta importante contar con: i) una base de datos única, actualizada y compartida que concentre la información del sector IT en la provincia de Buenos Aires; ii) un diagnóstico previo de las necesidades más comunes de las empresas de terceros sectores a fin de organizar las mesas de intercambio en función de los prestadores más adecuados (en este punto, la ClinTEC puede aportar información valiosa, sobre todo si el programa es escalado para llegar a un número mayor de empresas y sectores a lo largo del territorio provincial).

Una iniciativa adicional sugerida en el *Informe Plataforma de Innovación* consiste en promover de forma conjunta entre los representantes de la actividad de *software* y el sector gubernamental (provincial y/o local) la vinculación de actores empresariales del sector IT y de otras actividades a partir de la difusión de “casos de éxito” escogidos en relación a las mejoras de productividad y/o el acceso a nuevos productos o mercados que hayan sido apalancados a partir de la incorporación de soluciones informáticas y desarrollos digitales a la gestión empresarial.

4.4 Limitada vinculación con el entorno académico en materia de investigación

Tal como se analizó en el informe respectivo, los lazos de vinculación de la mayoría de las empresas pertenecientes al sector de *software* de la provincia de Buenos Aires (articuladas alrededor de los polos IT) con las Universidades del entorno local son escasos en lo que se refiere a la realización de actividades de I+D, convenios de investigación y colaboración para el desarrollo de productos (la relación entre estos actores, en cambio, es mucho más fluida en lo que se refiere a la realización de pasantías y prácticas profesionales).

De este hecho se desprende un cuadro de subutilización parcial de las capacidades de las Universidades locales, dado que no se aprovecha en todo su potencial la generación de nuevos conocimientos y la posibilidad de aplicarlos a desarrollos o productos de frontera para el sector de *software*.

Reforzar los canales y agilizar las rutinas formales de vinculación universitaria

Jerarquizar los lazos de acercamiento entre las firmas provinciales de *software* y las Universidades locales puede representar un elemento importante para contribuir a superar la especialización sectorial en *software factory* que actualmente predomina.

En ese sentido, se considera que desde el espacio universitario podrían ser revisados algunos de los mecanismos formales de vinculación y establecimiento de convenios con empresas y/o Cámaras sectoriales. No todas las Universidades presentes en la provincia exhiben los mismos procedimientos al respecto, por lo que se podrían

evaluar de forma comparada las distintas conductas y marcos institucionales vigentes en un intento de identificar y promover las mejores prácticas en la materia.

De forma paralela, también se manifiesta la necesidad de promover una mayor y mejor difusión sobre los aportes potenciales de las Universidades al desarrollo tecnológico de las empresas del rubro y sobre las necesidades o desafíos tecnológicos de las empresas IT de la provincia. Para inducir la circulación de esta información sería muy relevante contar con la base de datos sectorial unificada referida en el punto anterior.

Cuadro 2. Matriz de intervención estratégica – Software

	Estrategia	Capacidades de CyT locales	RRHH	Infraestructura y equipamiento	Articulación interinstitucional	Tecnologías de propósito general	Marcos regulatorios
Escasez crónica de mano de obra y dificultades para retener personal	Divulgación de las posibilidades laborales que ofrece el sector y establecimiento de nuevas carreras terciarias cortas	Colaborar en el establecimiento de estrategias de difusión sobre las posibilidades de desarrollo profesional en el sector	Desarrollo de tecnicaturas y diplomaturas cortas que ofrezcan una capacitación básica para las tareas iniciales de programación, <i>testing</i> y soporte		Universidades de influencia territorial en los polos IT; MCTI PBA; Otras instituciones CTI de presencia provincial definidas por el Ministerio		
Funcionamiento precario de los servicios de infraestructura básicos para el sector	Asistencia en la confección de un diagnóstico de conectividad y diseño de cursos de acción	Aportar en la construcción de un diagnóstico estratégico actualizado (penetración de internet fija en el territorio, tecnologías de acceso, velocidad de conexión, tráfico dentro de la red)		Desarrollo de un "mapa de conectividad" de la provincia de Buenos Aires	CCTs de ciudades con polos IT; MCTI PBA; Otras instituciones CTI de presencia provincial definidas por el Ministerio		
Ausencia de visión estratégica difundida en empresas de terceros sectores respecto a las potencialidades de incorporar soluciones informáticas	Divulgación de las potencialidades de la digitalización	Asistencia en la sistematización y difusión de información crítica sobre las potencialidades de la digitalización y los aspectos que definen al paradigma 4.0 (rondas de <i>networking</i> / "casos de éxito")		Base de datos única, actualizada y compartida que concentre la información del sector IT en la provincia	MCTI PBA; Polos IT PBA	<p>* Encuesta específica a industrias en PBA sobre difusión y restricciones a la adopción de tecnologías 4.0</p> <p>* Escalar cobertura y alcance estadístico de la ClinTEC para obtener diagnósticos sectoriales más detallados y representativos</p>	

<p>Limitada vinculación con el entorno académico en materia de investigación</p>	<p>Reforzar los canales y agilizar las rutinas formales de vinculación universitaria</p>	<p>Nutrido ecosistema universitario en PBA incluyendo articulación de Universidades nacionales alrededor de los principales polos IT de la provincia</p>		<p>Portal unificado (base de datos) de actualización continua, información técnica detallada y fácil acceso sobre oferta de servicios CTI a nivel provincial</p>	<p>MCTI PBA; Polos IT PBA; resto de las Universidades con presencia en la provincia</p>	<p>Evaluación inter Universitaria comparada para identificar y promover mejores prácticas de vinculación</p>	
---	---	--	--	--	---	--	--

LINEAMIENTOS PARA BIOENERGÍA

1. Caracterización sectorial

Por sus características, la provincia de Buenos Aires exhibe una gran capacidad de producción de biomasa útil, lo que le brinda una gran oportunidad de avanzar en la generación de desarrollos bioenergéticos y articularlos con un cuadro más amplio de energías alternativas novedosas.

El grado actual de desarrollo de la actividad bioenergética en la provincia ofrece un panorama heterogéneo. La producción de biodiesel ha venido creciendo fuertemente en los últimos años, tanto en volumen como en participación dentro del total nacional. Sin embargo, la generación de energía a partir de biomasa seca y húmeda presenta un grado de desarrollo mucho menor. En el caso de la primera, solo existen cuatro plantas en territorio bonaerense que aprovechan el recurso. En el caso de la segunda, se observa una clara subexplotación del potencial existente en la provincia para generar biogás, en parte por la escasa proporción de los efluentes pecuarios que son tratados y también porque los biodigestores actualmente en uso no aprovechan plenamente el biogás que se genera sino que se limitan a ser utilizados como un medio para el tratamiento de residuos orgánicos. Así, existe un gran margen para fortalecer la matriz bioenergética en el territorio bonaerense.

De acuerdo a un relevamiento reciente de la FAO (2018), las dos principales fuentes de biomasa seca en la provincia de Buenos Aires son la madera de formaciones arbóreas (cerca del 60% del total) y los marlos secos removidos durante la cosecha de maíz (37%). La madera proveniente de la actividad forestal, los recursos derivados de la poda y los desperdicios de la industria maderera bonaerense representan en conjunto poco más del 3% del total.

Por el lado de la oferta de biomasa húmeda la producción avícola es la que mayores residuos utilizables genera (casi la mitad del total de biomasa húmeda aprovechable). Luego aparecen los *feedlots* bovinos (con algo más de un cuarto del total) y las granjas porcinas (18%), mientras que los frigoríficos y los tambos de la provincia presentan dotaciones útiles mucho menores.

2. Localización Geográfica

La provincia de Buenos Aires cuenta a lo largo de toda su extensión con potencialidad para avanzar en la generación de energías surgidas de fuentes biológicas. Si se observa en un mapa el balance de la biomasa bonaerense se apreciará una mayor intensidad del recurso en la zona centro-norte de la provincia, pero virtualmente todo su territorio presenta registros elevados en términos relativos a otras jurisdicciones del país.

Un corredor territorial relevante de los establecimientos bioenergéticos activos en la provincia se encuentra posicionado alrededor del área metropolitana del Gran Buenos Aires y, desde allí, en la línea que sigue la Ruta Nacional 9 en dirección a Rosario, donde se ubica una proporción importante de las plantas biodigestoras de biomasa y también varios de los establecimientos productores de biodiesel y de producción y refinación de aceite vegetal; asimismo, en las cercanías de las plantaciones forestales del Delta bonaerense existen plantas bioenergéticas a partir de biomasa seca. No obstante lo anterior, muchas otras plantas bioenergéticas se distribuyen en el resto del territorio de la provincia.

3. Principales instituciones de CyT local vinculadas al complejo

La promoción de una cadena de biocombustibles más desarrollada y mejor articulada requiere de la participación amplia de diversos actores del entorno CTI. Por sus características específicas, y como parte integrante del paradigma sistémico de la bioeconomía, la bioenergía presenta potencialidades endógenas dispares en los distintos espacios territoriales que componen la provincia, por lo que resulta decisivo alentar una participación transversal activa de diversos organismos e instituciones científico-tecnológicas comprometidos con el proceso de desarrollo económico local a lo largo del territorio bonaerense.

La CIC cuenta con múltiples centros e institutos asociados que incluyen entre sus líneas de investigación temáticas vinculadas a las ciencias agrícolas y pecuarias, las ciencias biológicas ambientales y la biotecnología. Un listado no exhaustivo de los mismos incluye al Laboratorio de Biología Funcional y Biotecnología (BIOLAB Azul) de la CIC y la UNICEN; al Instituto de Investigación sobre Producción Agropecuaria, Ambiente y Salud (IIPAAS) de la CIC y la UNLZ; al Instituto de Investigaciones Biológicas (IIB) de la CIC y la UNMdP; Centro de Bioinvestigaciones (CeBio) de la CIC y la UNNOBA; al Instituto de Investigaciones Biotecnológicas y el Instituto Tecnológico de Chascomús (IIB-INTECH) de la CIC y la UNSAM; y al Centro de Investigaciones en Agro-Ecología (CIAE) de la CIC y el Instituto Superior de Formación Técnica.

A su vez, los diversos CCTs del CONICET presentes en la provincia de Buenos Aires cuentan con capacidades de investigación y promoción de la vinculación tecnológica en áreas directa o indirectamente vinculadas al desarrollo de las bioenergías. Entre los centros con investigación en la materia se incluyen el Instituto de Biotecnología y Biología Molecular (IBBM) del CONICET y la UNLP; el Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS, Bahía Blanca); el Instituto de Ciencias Biológicas del Sur (INIBIOSUR, Bahía Blanca); el Instituto de Investigaciones Biológicas (IIB, Mar del Plata); y el Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología (INBIOTEC, Mar del Plata).

Por su parte, en la ciudad de Berisso se localiza Y-TEC, empresa pública de propiedad compartida entre YPF y el CONICET, la cual incluye entre sus líneas estratégicas la I+D en nuevas energías, incluyendo el desarrollo de biogás.

Asimismo, en la ciudad de Bahía Blanca se encuentra la Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI), un instituto de investigación, educación y desarrollo de tecnología dependiente de la Universidad Nacional del Sur (UNS) y el CONICET, entre cuyas líneas de investigación se incluyen los desarrollos en biocombustibles.

Finalmente, debe mencionarse que el INTA –el cual posee una muy fuerte presencia territorial en la provincia de Buenos Aires– incluye entre sus líneas de investigación y transferencia el desarrollo de energías renovables; en particular, cuenta con investigación en bioenergía, gestión de efluentes pecuarios y uso del digerido proveniente de plantas de biogás como enmienda orgánica para suelos agrícolas.

4. Áreas estratégicas de intervención

4.1 Desconocimiento y subutilización de las fuentes potenciales de bioenergía

Las energías renovables han ganado difusión en el país y en la provincia pero aún existe un marcado desconocimiento sobre sus características y su pleno potencial. En este marco, el aprovechamiento de la biomasa útil en la provincia de Buenos Aires se encuentra subutilizado.

Se observa un bajo grado de adopción de las tecnologías existentes para producir bioenergía, al tiempo que las ineficiencias existentes en el consumo de energía atentan contra la difusión de este tipo de desarrollos energéticos (los que por su relación costo/rendimiento requieren efficientizar todo lo posible los procesos). Asimismo, la inadecuación en las normativas vigentes

también conlleva problemas que derivan en una subutilización de los recursos biomásicos de la provincia. Como se dijo en el informe sectorial respectivo, un reciente estudio técnico que revisó las reglamentaciones existentes para reglar el manejo de los residuos en producciones animales intensivas del Área Metropolitana de Buenos Aires fue concluyente al respecto (INTA, 2016).

Promoción integral de las características y el uso de las bioenergías

Pese a que existen iniciativas relevantes en la materia dentro de la provincia, se considera deseable avanzar en la implementación de acciones coordinada desde el gobierno provincial junto al entorno científico-tecnológico bonaerense con el fin de potenciar las estrategias de divulgación, promoción y adecuación técnica conducente al uso de las bioenergías a lo largo del territorio provincial.

Estas acciones deberían incluir un esfuerzo inicial de diagnóstico preciso referido a la identificación de las cuencas biomásicas bonaerenses y, a partir de allí, un sistema de actualización y seguimiento de las mismas. Ambos objetivos se encuentran contemplados en el plan provincial de bioeconomía del Ministerio de Agroindustria y apoyados desde 2012 por el proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa (PROBIOMASA) de los Ministerios de Producción y Hacienda de la Nación y la FAO.

A su vez, resulta necesario incorporar una matriz de viabilidad económica que considere las relaciones costo/rendimiento del uso de biomasa de distinto origen en los diversos núcleos geográficos del territorio de la provincia.

Se sugiere también articular acciones junto al INTA –debido a que esta institución, como se dijo en el informe sectorial respectivo, ya comenzó a nivel nacional un trabajo en este sentido– para avanzar en el análisis y la eventual propuesta de adecuación de la normativa provincial que regula el tratamiento de los residuos de las producciones animales a fin de minimizar los vacíos legales y/o las ambigüedades interpretativas existentes y potenciar el uso energético de los efluentes pecuarios.

4.2 Elevados costos de transporte para la biomasa seca

Como se analizó en el informe sectorial correspondiente, el recurso biomásico seco de la provincia es una importante fuente potencial de bioenergía. En particular, los marlos secos de maíz removidos durante la cosecha representan, según un relevamiento reciente de la FAO (2018), casi el 40% del total de biomasa seca útil de la provincia de Buenos Aires. Sin embargo, este recurso potencial se encuentra ampliamente desaprovechado.

Un problema relevante que ha condicionado el uso de la biomasa seca útil es su dispersión a lo largo del territorio junto a su elevado costo de transporte, dado que se trata de un recurso de muy baja densidad volumétrica y que, por tanto, requiere contemplar algún mecanismo previo de compactación.

Promover los desarrollos técnicos de compactación en origen

La problemática enunciada requiere la adopción de estrategias técnicas que hagan viable la compactación en origen del recurso biomásico seco para que su acarreo sea económicamente factible.

En este sentido, podrían analizarse estrategias de desarrollos técnicos novedosos al respecto o también podría contemplarse la conveniencia de adoptar y difundir a lo largo de las explotaciones bonaerenses de maíz un desarrollo muy reciente llevado a cabo y patentado en 2018 por la Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional

Venado Tuerto) que permite *pelletizar* marlos de maíz y logra así reducir entre siete y diez veces el volumen del marlo. De acuerdo a la información relevada de trata del primer proyecto de este tipo existente en el país. A la vez, los desarrolladores de este sistema están procurando adaptar la maquinaria *pelletizadora* para que pueda ser trasladada a los campos y evitar así el costo de transporte de los marlos antes de ser pelletizados.

4.3 Escaso aprovechamiento del biogás generado en los reactores instalados

Si bien no existen datos específicos al respecto para la provincia de Buenos Aires, de acuerdo a la reciente información conocida a nivel nacional (FAO, 2019), el 43% de los biodigestores anaerobios relevados en el país no utilizan con ningún objetivo el biogás generado (es decir, el gas se ventea o quema sin fin útil), de forma tal que la planta se usa solo como herramienta para el tratamiento de efluentes. Esta proporción de subutilización del biogás generado trepa hasta el 50% cuando se excluyen los biodigestores operados por organismos o instancias públicas y se analizan los reactores en funcionamiento dentro del sector privado.

A su vez, se observa un marcado desconocimiento sobre la calidad del recurso. De acuerdo al informe citado, el 70% de las plantas en funcionamiento desconoce la calidad o composición del biogás generado y más del 60% no cuenta con un sistema de purificación del biogás, mientras que otro 23% posee un sistema de purificación deficitario.

Adicionalmente, el 80% de los biodigestores en funcionamiento requiere optimizar su sistema de automatización y control del proceso; las deficiencias identificadas se vinculan a la falta de metodología de control, ausencia de medición y registros y desconocimiento de aspectos técnicos del proceso anaeróbico (ibíd., p. 30).

Todos estos datos no solo dan cuenta de una notoria subutilización de un recurso combustible ya generado, con la obvia ineficiencia energética que ello implica, sino que también trazan un cuadro de riesgos ciertos para los equipos y para las personas que los operan: “el estado de situación respecto del conocimiento de la composición del biogás implica un riesgo para la salud de los operadores y, al mismo tiempo, condiciones inseguras para toda la instalación ligadas a riesgos de incendio y explosión” (ibíd., 35).

Realizar un diagnóstico provincial y promover condiciones adecuadas para el uso del recurso

Frente al cuadro referido al uso de los biodigestores a nivel nacional resulta necesario avanzar en un diagnóstico más detallado que contemple la situación existente en la provincia de Buenos Aires.

Es por ello que se considera conveniente, como primer paso en este punto, llevar a cabo un relevamiento técnico de los biodigestores en funcionamiento a nivel provincial a fin de contar con información precisa referida al uso del biogás generado, el análisis sobre su composición y el estado de optimización de los procesos involucrados.

A partir de la información relevada, podrá definirse un curso de acción estratégico que procure no solo eficientizar los procesos existentes promoviendo el uso del recurso generado (biogás y digerido), sino también mejorar las condiciones de seguridad del funcionamiento y operación de los biodigestores.

4.4 Competencia potencial por los recursos entre alimentos y biocombustibles

Desde que comenzó en el mundo la producción de biocombustibles surgieron preocupaciones asociadas a la posible competencia entre los alimentos y la energía, debido al potencial incremento en el precio y/o una menor disponibilidad para el consumo de los primeros.

Al mismo tiempo, dado que los granos que normalmente se utilizan para elaborar los biocombustibles más comunes (como el biodiesel y el bioetanol) son empleados también como alimento para ganado –y, asimismo, muchas veces sirven como parámetro para tasar valores de arrendamiento de tierras rurales– se ha considerado que la intensificación en la producción de biocombustibles podría impactar en el precio de toda la cadena productiva agropecuaria, aun en los casos en los que no exista una competencia directa por el recurso a partir de los hábitos alimentarios locales.

Como es evidente, a medida que los biocombustibles vayan ganando participación en la matriz de producción, los efectos de una potencial tensión con la producción alimenticia podrían ser cada vez más intensos.

Eficientizar los rendimientos y fomentar la transición hacia cultivos no alimentarios

Desde una perspectiva bioeconómica integradora, resulta necesario impulsar soluciones tecnológicas que permitan maximizar las posibilidades de uso múltiple y compartido de la biomasa. Al mismo tiempo, debe incorporarse al análisis el hecho de que, según se sabe, una gran proporción de los alimentos producidos se desperdician a lo largo de la cadena de valor o de los propios consumidores.

De acuerdo a un informe reciente del CONICET (2015), el potencial conflicto *alimentos vs. energía* en nuestro país parecería estar acotado, en buena medida porque una proporción importante de los potenciales incrementos productivos pueden darse a partir de recursos que en la actualidad están subutilizados. El documento citado considera posible proyectar una bioeconomía de más alimentos y más bioproductos en la Argentina a partir de una hipótesis razonable en cuanto a reducción de pérdidas a lo largo de las cadenas de valor existentes, el desarrollo de tecnologías que permitan una mejor obtención de subproductos sin afectar los procesos de producción de alimentos y el impulso de inversiones (en infraestructura y en técnicas productivas) para una explotación más eficiente de los suelos subutilizados (ibíd., p. 5).

Por su parte, de acuerdo a la GIPB-FAO (2019), el fitomejoramiento (o mejoramiento de variedades) permite avanzar en la elaboración de biodiesel en diversas condiciones agroecológicas y con cultivos subutilizados que no poseen uso directo en las cadenas alimenticias.

A su vez, puede impulsarse la investigación tendiente a promover la transición hacia los llamados biocombustibles de tercera generación, basados en cultivos no destinados a la alimentación y cuyos rendimientos energéticos pueden ser potenciados a partir de diversas tecnologías, como la ingeniería genética y nuevas técnicas de reproducción biológica. En la actualidad, los desarrollos más prometedores en la materia están orientados hacia organismos autótrofos, como las algas unicelulares (o “microalgas”) con buena capacidad fotosintética para convertir energía solar en química.

Cuadro 3. Matriz de intervención estratégica – Bioenergía

	Estrategia	Capacidades de CyT locales	RRHH	Infraestructura y equipamiento	Articulación interinstitucional	Tecnologías de propósito general	Marcos regulatorios
Desconocimiento y subutilización de las fuentes potenciales de bioenergía	Promoción integral de las características y el uso de las bioenergías	<p>* Asesoramiento para la difusión gubernamental de las características y potencialidades del uso de los distintos tipos de biomasa seca y húmeda</p> <p>* Apoyo para la confección de una matriz de viabilidad económica (relación costo/rendimiento) del uso de biomasa de distinto origen en los diversos espacios geográficos del territorio</p>	Acciones de divulgación territorial para productores y asociaciones rurales sobre las características y potencialidades de la bioenergía	Confección de un "mapa de cuencas biomásicas" provinciales de actualización periódica	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación PBA- Ministerio de Agroindustria PBA- INTA-Red del Biogás del INTI		Análisis y eventual adecuación de la normativa provincial que regula el tratamiento de los residuos de las producciones animales a fin de potenciar el uso energético de los efluentes pecuarios
Elevados costos de transporte para la biomasa seca	Promover los desarrollos técnicos de compactación en origen	Potencial adaptación o desarrollos técnicos complementarios a la tecnología UTN-FRVT recientemente patentada		Análisis de la provisión y características de la maquinaria <i>pelletizadora</i> de maíz desarrollada (evaluación de la capacidad de transporte a los campos)	UTN (FRVT)		
Escaso aprovechamiento del biogás generado en los reactores instalados	Realizar un diagnóstico provincial y promover condiciones adecuadas para el uso del recurso	Asesoramiento preparatorio (y potencial participación en la ejecución) de un relevamiento técnico de los biodigestores en funcionamiento a nivel provincial			Red de Biogás del INTI (participante en el relevamiento de campo de biodigestores realizado por FAO a nivel nacional y publicado en 2019)	Encuesta/Relevamiento técnico de campo sobre biodigestores en funcionamiento en PBA (uso del biogás; análisis de calidad del recurso; tipo de reactor usado; aspectos técnicos del proceso; medidas de seguridad existentes)	Análisis y eventual adecuación de la normativa para diseñar y operar un biodigestor de forma adecuada y segura

<p>Competencia potencial por los recursos entre alimentos y biocombustibles</p>	<p>Eficientizar los rendimientos y fomentar la transición hacia cultivos no alimentarios</p>	<p>* Evaluación de tecnologías para mejorar la obtención de subproductos biomásicos sin afectar los procesos de producción de alimentos</p>		<p>Inversión en infraestructura y técnicas productivas para una explotación más eficiente de los suelos subutilizados</p>			
		<p>* Investigación conducente a promover la transición hacia biocombustibles de tercera generación</p>					

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CLINTEC (Clínica Tecnológica). Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la provincia de Buenos Aires. Base de microdatos anonimizados.

CONICET (2015). *La Bioeconomía en la Argentina: Oportunidades y Desafíos*. Temas de discusión en el marco de la Red de Estudios en Bioeconomía del CONICET. Abril 2015. Disponible en: <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/bibliografia/>

CONICET (2015). *La Bioeconomía en la Argentina: Oportunidades y Desafíos*. Temas de discusión en el marco de la Red de Estudios en Bioeconomía del CONICET. Abril 2015. Disponible en: <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/bibliografia/>

ENDEI 2010-2012 (Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación). Ex Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y ex Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación. Base de microdatos anonimizados.

FAO (2018): *Análisis Espacial del Balance Energético Derivado de Biomasa. Metodología WISDOM. Provincia de Buenos Aires*. Colección de Documentos Técnicos N°10, Buenos Aires.

FAO (2019): *Relevamiento Nacional de Biodigestores. Relevamiento de plantas de biodigestión anaeróbica con aprovechamiento energético térmico y eléctrico*. Colección de Documentos Técnicos N°6, Buenos Aires.

GIPB-FAO (2019) (Global Partnership Initiative for Plant Breeding Capacity Building y FAO): *El fitomejoramiento y las opciones en materia de bioenergía*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at910s.pdf>

Informe Plataforma de Innovación: Estado de situación de los Polos (2017). MCTI de la Provincia de Buenos Aires.

INTA (2016). García, Ana; Santiago Fleite; Jaqueline Bereterbide: *Marco legal ambiental para el manejo de residuos en producciones animales intensivas*. INTA Ediciones. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/marco_legal_para_manejo_residuos_sist_prod_animal_inta_2.pdf

UTN FRVT (2018). Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Venado Tuerto. *Pellet de marlo, una propuesta segura y económica para generar energía calórica*. Disponible en: https://www.frvt.utn.edu.ar/nota_ampliada.utn?newsID=780