

# Ciencia e Investigación

Primera revista argentina de información científica / Fundada en enero de 1945



INVESTIGACIÓN CIENTÍFICO-  
TECNOLÓGICA Y DESARROLLO  
EN LA PATAGONIA ARGENTINA

■ Alejandro Mentaberry

UN ACERCAMIENTO AL POTENCIAL  
EÓLICO DE LA PATAGONIA

■ Roberto D. Jones

CUANDO CREAR UNA “IDENTIDAD  
NACIONAL” EN LOS TERRITORIOS  
PATAGÓNICOS FUE INTERÉS  
PRIORITARIO DEL ESTADO ARGENTINO

■ Susana Bandieri

DESAFÍOS CIENTÍFICOS Y  
GEOPOLÍTICOS EN LAS REGIONES  
ANTÁRTICA Y SUBANTÁRTICA

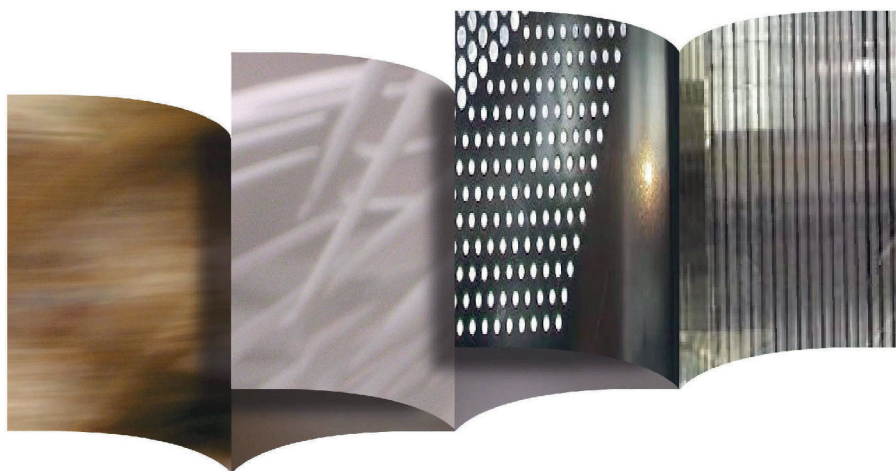
■ Gustavo A. Ferreyra

¿QUÉ HACE INVAP EN LA PATAGONIA?

■ Vicente Campenni

IDEAS PARA UN PROYECTO  
OCEÁNICO NACIONAL

■ Mario A.J. Mariscotti



## Desarrollo y gestión de proyectos científicos y tecnológicos innovadores

FUNINTEC es una organización sin fines de lucro creada por la Universidad de San Martín cuyo objetivo es promover y alentar la investigación, el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimientos a los sectores público y privado, sus empresas y en particular a las PyMES.

Dentro de los alcances previstos por la Ley de Innovación Tecnológica, funciona como vínculo entre el sistema científico tecnológico y el sector productivo.

**CONTACTO:**  
[www.funintec.org.ar](http://www.funintec.org.ar)

Fundación  
Innovación  
y Tecnología

**FUNINTEC**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN





## EDITOR RESPONSABLE

Asociación Argentina para el  
Progreso de las Ciencias (AAPC)

## COMITÉ EDITORIAL

**Editor:** Luis A. Quesada Allué

**Editora Adjunta:** Paula Regina  
Alonso

**Editora Emérita:** Nidia Basso

**Editores asociados**

Dr. Gerardo Castro

Dra. Lidia Herrera

Dr. Roberto Mercader

Dra. Alicia Sarce

Dr. Juan R. de Xammar Oro

Dr. Norberto Zwirner

## CIENCIA E INVESTIGACIÓN

Primera Revista Argentina  
de información científica.

Fundada en Enero de 1945.

Es el órgano oficial de difusión de  
La Asociación Argentina para el  
Progreso de las Ciencias.

A partir de 2012 se publica en dos  
series, Ciencia e Investigación  
y Ciencia e Investigación Reseñas.

Av. Alvear 1711, 4° piso,  
(C1014AAE) Ciudad Autónoma  
de Buenos Aires, Argentina.  
Teléfono: (+54) (11) 4811-2998  
Registro Nacional de la  
Propiedad Intelectual  
N° 82.657. ISSN-0009-6733.

Lo expresado por los autores o  
anunciantes, en los artículos o  
en los avisos publicados es de  
exclusiva responsabilidad de los  
mismos.

Ciencia e Investigación se  
edita on line en la página web  
de la Asociación Argentina  
para el Progreso de las  
Ciencias (AAPC)  
[www.aargentinapciencias.org](http://www.aargentinapciencias.org)

*Bahía de San Julián: primer  
punto de desembarco de  
europeos en la Patagonia  
donde Fernando de  
Magallanes (derecha)  
fundó Puerto San Julián  
y bautizó a los nativos  
como patagones. Abajo,  
el espectacular cerro Fitz  
Roy, ícono patagónico y  
una de las montañas más  
famosas del mundo, en la  
Patagonia andina.*



# SUMARIO

## EDITORIAL

Patagonia, un territorio muy especial para la ciencia y la  
tecnología argentinas

**Luis A. Quesada Allué** ..... 3

## ARTÍCULOS

Investigación científico-tecnológica y desarrollo en la Patagonia  
Argentina

**Alejandro Mentaberry** ..... 6

Cuando crear una “identidad nacional” en los territorios  
patagónicos fue interés prioritario del Estado argentino

**Susana Bandieri** ..... 22

¿Qué hace INVAP en la Patagonia?

**Vicente Campenni** ..... 29

Ideas para un proyecto Oceánico Nacional

**Mario A.J. Mariscotti** ..... 36

Un acercamiento al potencial eólico de la Patagonia

**Roberto D. Jones** ..... 42

Desafíos científicos y geopolíticos en las regiones antártica y  
subantártica

**Gustavo A. Ferreyra** ..... 51

**INSTRUCCIONES PARA AUTORES** ..... 67

*... La revista aspira a ser un vínculo de unión entre  
los trabajadores científicos que cultivan disciplinas  
diversas y órgano de expresión de todos aquellos que  
sientan la inquietud del progreso científico y de su  
aplicación para el bien.*

**Bernardo A. Houssay**

# Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias

## COLEGIADO DIRECTIVO

Presidente

Dra. Ester Susana Hernández

Vicepresidente

Dra. Ursula Maria Molter

Secretaria

Dra. Alicia María Sarce

Tesorero

Dr. Alberto Antonio Pochettino

Protesorero

Dra. Graciela Noemí Balerio

Miembros Titulares

Dra. Nidia Basso

Dr. Miguel Ángel Blesa

Dra. María Cristina Cambiaggio

Dra. Alicia Fernández Cirelli

Dra. Susana María Gallardo

Dra. María Lidia Herrera

Dr. Mario A.J. Mariscotti

Dr. Luis Alberto Quesada-Allué

Dr. Juan Roberto de Xammar Oro

Miembros Institucionales:

Asociación Argentina de Materiales (SAM):

Dra. Paula Regina Alonso

Asociación Argentina de Ensayos No Destructivos y Estructurales (AAENDE):

Ing. César Gustavo Belinco

Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES):

Dr. Jaime B.A. Moragues

Sociedad Argentina de Genética (SAG):

Dra. Ángela Rosaria Solano

Miembros Fundadores

Dr. Bernardo A. Houssay – Dr. Juan Bacigalupo – Ing. Enrique Butty

Dr. Horacio Damianovich – Dr. Venancio Deulofeu – Dr. Pedro I. Elizalde

Ing. Lorenzo Parodi – Sr. Carlos A. Silva – Dr. Alfredo Sordelli – Dr. Juan C. Vignaux –

Dr. Adolfo T. Williams – Dr. Enrique V. Zappi

AAPC

Avenida Alvear 1711 – 4° Piso

(C1014AAE) Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina

[www.aargentinapciencias.org](http://www.aargentinapciencias.org)



# PATAGONIA, UN TERRITORIO MUY ESPECIAL PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ARGENTINAS

■ **Luis A. Quesada Allué**

IIBBA-CONICET y Fundación Instituto Leloir  
Prof.Tit. Cons. Depto d Química Biol.FCEyN-UBA  
Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires  
Asoc. Argentina para el Progreso de las ciencias

E-mail: lualque@iib.uba.ar

Cuando en el Colegiado Directivo de la AAPC se decidió que Ciencia e Investigación dedicara uno o más números a los desarrollos científicos y tecnológicos en la Patagonia argentina sabíamos que la llegada a nuestras tierras de un coronavirus desconocido había complicado mucho todo el panorama de actividades, incluyendo las intelectuales. Estábamos expuestos a una nueva enfermedad caracterizada por neumonías fatales, el Covid-19, lo que había generado una alteración generalizada de las rutinas de todos los habitantes y una consecuente crisis social que, a la fecha de esta publicación, todavía dura. Por eso, en la AAPC estamos inmensamente agradecidos a los contribuyentes de este número, que han realizado, en condiciones difíciles debidas a la vorágine pandémica, las cuarentenas y los contagios, un gran esfuerzo de escritura, para que el mismo pudiera concretarse. La Patagonia ha sido siempre una región muy especial. Hasta donde sabemos, los miembros de la expedición de Magallanes llegados a la Bahía de San Julián, el 31 de Marzo de 1520, fueron los primeros europeos en desembarcar en las tierras que luego serían denominadas Patagonia. El nombre derivaría de los nómades tehuelches locales (¿Aoniken?), bautizados Patagones por Magallanes, que aparecieron dos meses después de fundarse Puerto San Julián. Como sucedió repetidamente en el hemisferio Norte, ese momento histórico fascinante hizo que diferentes descendientes de poblaciones euroasiáticas, los locales ancestralmente siberianos y los visitantes provenientes del sur de Europa, se encontraran después de transcurridos probablemente 16.000 años, en otro continente. A partir de ese momento los enigmas y misterios científicos, antropológicos, geográficos y geológicos inherentes a la Patagonia han despertado la pasión de muchos pioneros, aventureros, científicos, ingenieros y tecnólogos. Y actualmente, casi 3 millones de habitantes hacen progresar la región en todas sus actividades, con voluntad y perseverancia; muchas veces con entusiasmo, pero sufriendo con frecuencia la rigurosidad del clima. La actual Patagonia Argentina es la región más grande del país, representando aproximadamente 33,5% del territorio nacional; con menos del 5% de sus habitantes (densidad de solo 2,5 habitantes/Km<sup>2</sup>). Desde el punto de vista importante para este número, las actividades en la Patagonia las visualizamos referidas a cinco zonas relativamente arbitrarias, de Oeste a Este, La cordillera andino-patagónica, la zona precordillerana, las mesetas escalonadas, la costa mayormente acantilada, incluyendo el extremo Sur e islas, y la plataforma continental. Los límites administrativos de la Patagonia, objeto de disputas territoriales nacionales no resueltas, no coinciden con los límites deducidos de los estudios geológicos. Al respecto, existe una mayoritaria aceptación de las teorías de Víctor Ramos, eminente geólogo (y actual Presidente de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, que otorga sede a la AAPC), sobre el origen geológico alóctono de la Patagonia. Evocando ideas del Perito Moreno (1882) y de Jorge Keidel (1925) y apoyándose en muchas observaciones geológicas propias (concordantes con las biológicas y geológicas de otros), Ramos formuló en

1984, dentro de una carpa sometida a intensa nevada, la original teoría del choque con el Gondwana, desde el Sur del sub-continente Patagonia, como parte de la placa antártica (Ramos, 2008, 2014)

Este choque, ocurrido en el Paleozoico superior (- 300 Millones de años) habría durado 50 millones de años y generó del lado gondwánico el fantástico plegamiento de Sierra de la Ventana/Ventania. Entre las pruebas adicionales, la integración de datos paleomagnéticos y la coexistencia de peculiares cristales de circonio (indicadores) con fósiles de ciertas esponjas (Gonzalez y Naipauer, 2020) han reforzado la tesis sustentada por Ramos sobre el choque de placas. Y la colisión desde el Oeste de la placa llamada Chilenia levantó la cordillera Andina (Tomezzoli, 2012). Así, el Cono Sur patagónico se estableció como la única tierra firme continental en latitudes medias del hemisferio Sur (mas allá del paralelo 40), dividiendo los océanos.

En este primer número de Ciencia e investigación dedicado a la Patagonia, el Dr. en Química Alejandro Mentaberry, creador del concepto de Pampa Azul y gran auspiciante de proyectos durante su desempeño en el Ministerio de Ciencia y Tecnología, nos ofrece inicialmente un completo panorama global de las actividades y proyectos científicos y tecnológicos en Patagonia.

La Dra. en Historia Susana Bandieri, especialista en aspectos políticos, geopolíticos, y sociopolíticos del Instituto Patagónico de Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales –IPEHCS del CONICET-Univ. del Comahue, Neuquén, nos introduce a un aspecto tan poco frecuentado como es el de la progresiva adquisición de identidad Nacional en la Patagonia, un área de conflictos fronterizos y de relativamente débil presencia del estado argentino.

En el campo de los grandes logros, el Gerente general y principal CEO del INVAP, el Dr. en Física Vicente Campenni, nos ofrece en su contribución su punto de vista sobre el desarrollo tecnológico y posibilidades de la Patagonia, con énfasis en el Polo Bariloche y explicando los impresionantes avances del INVAP en lo técnico/tecnológico ejecutado; y consecuentemente en la obtención de importantes contratos para el desarrollo económico de la Patagonia y del Paí

El Dr. en Física Mario Mariscoti explica a su vez la génesis del Proyecto Oceánico Nacional, antecesor de Pampa Azul y uno de los muchos proyectos de avanzada generados en el INVAP en 2012 por iniciativa de Juan José Gil Gerbino y Héctor Otheguy, entonces máximas autoridades de INVAP. La mayoría de estos proyectos, eventualmente seleccionables para su ejecución, no pudieron concretarse por falta de presupuesto.

La importancia del potencial de la energía eólica para la Patagonia, los logros, dificultades y eventuales atrasos asociados a la implementación esa tecnología son explicados por el especialista en el tema y en climatología, Geógrafo Roberto D. Jones, del Centro Regional de Energía Eólica (CREE) de Chubut. Jones caracteriza en su artículo la situación actual y las perspectivas.

Finalmente, dada la importancia de la relación entre investigación científica y tecnológica con la Geopolítica, especialmente para la Patagonia, el Dr. en Oceanografía y Director del CADIC de Ushuaia nos ilustra en su artículo sobre aspectos decisivos geopolíticos, un tema que cuenta con relativamente pocos especialistas en el País, lo que valoriza especialmente este aporte.

A todos los contribuyentes, de nuevo, nuestro agradecimiento. Y un especial agradecimiento personal a los Dres. Alejandro Mentaberry y Juan José Gil Gerbino, por sus valiosas opiniones e indicaciones relacionadas con el tema,. Agradezco también a miembros del Colegiado Directivo de la AAPC, por sus comentarios y consejos.

## **REFERENCIAS**

Gonzalez, P.D y Naipauer, M. (2020) "Early Paleozoic structural and metamorphic evolution of the Transpatagonian Orogen related to Gondwana assembly" *International Journal of Earth Sciences* 110(2). DOI:10.1007/s00531-020-01939-0



- 
- Keidel, J. (1925) "Sobre el desarrollo paleogeografico de las grandes unidades Geologicas de la Argentina". Soc. Arg.Est.Geogr.GAEA.Anales 4:251-312
- Moreno, F.P. (1882). "Patagonia, resto de un antiguo continente hoy sumergido". Anales de la Sociedad Científica Argentina 14: 97-131, Buenos Aires.
- Ramos, V (2008) "Patagonia: a Paleozoic continent adrift." J. of South American Earth Sciences 26:235-251
- Ramos, V.A. y Naipauer, M. (2014) "Patagonia: Where does it come from?" Journal of Iberian Geology. 40(2):367-379
- Tomezzoli, R.N.(2012) "Chilenia y Patagonia, ¿Un mismo continente a la deriva? Revista de la Asociación Geológica Argentina; Vol 69, No 2
- Tomezzoli, R.N.(2012) "Chilenia y Patagonia, ¿Un mismo continente a la deriva? Revista de la Asociación Geológica Argentina; Vol 69, No 2

# INVESTIGACIÓN CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA Y DESARROLLO EN LA PATAGONIA ARGENTINA

**Palabras clave:** Patagonia, Desarrollo regional, Investigación científico-tecnológica, Instituciones científicas.

**Key words:** Patagonia, Region development, Research Science and Technology, Institutions.

La Patagonia comprende más del 30% del territorio nacional, pero carece de un plan integral que aborde sus complejos problemas de conectividad y la valoración de sus recursos naturales en forma social y ambientalmente sustentable. Por otro lado, en el marco de la transición tecno-productiva global, los sistemas educativo y científico-tecnológico asumirán un papel central en la promoción del desarrollo económico. La investigación patagónica se ha fortalecido

notablemente en las últimas dos décadas a través del aumento de sus recursos humanos y la creación de nuevos centros e institutos. Las iniciativas nacionales en ciencia, tecnología e innovación y la creación de agencias provinciales en este ámbito permitieron mejorar el vínculo con la problemática local, generar experiencias tecnológicas avanzadas y consolidar una sólida base institucional. A partir de políticas de desarrollo consistentes y sostenidas, el nivel científico-tecnológico alcanzado por la región permitiría impulsar esquemas de industrialización propios de la sociedad del conocimiento.

Patagonia comprises more than 30% of the national territory, but it lacks a comprehensive plan that addresses its complex connectivity problems and the valuation of its natural resources in a socially and environmentally sustainable way. On the other hand, within the framework of the global techno-productive transition, the educational and scientific-technological systems will assume a central role in promoting economic development. Patagonian research has been notably strengthened in the last two decades through the increase of its human resources and the creation of new centers and institutes. National initiatives in science, technology and innovation and the creation of provincial agencies in this area made it possible to improve the link with local problems, generate advanced technological experiences and consolidate a solid institutional base. Based on consistent and sustained development policies, the scientific-technological level reached by the region would allow the promotion of industrialization schemes typical of the knowledge society.

■ **Alejandro Mentaberry**

IBBEA-CONICET.

E-mail: [privadamentaberry@gmail.com](mailto:privadamentaberry@gmail.com)

## ■ TERRITORIO Y ECONOMÍA

En el imaginario colectivo de la Argentina naciente la Patagonia se asimilaba a un desierto de difusa geografía, en que la presencia humana se restringía a poblaciones indígenas seminómadas y a enclaves aislados de colonizadores. Forjada a partir de las crónicas de exploradores, naturalistas y misioneros, esta visión no se modificó sustancialmente hasta bien entrado el siglo XX.

El interés por expandir las fronteras pampeanas y establecer fron-

teras definitivas en el sur del país impulsó las campañas militares de 1879 y años posteriores. Aunque a partir de ello la mayor parte de la Patagonia quedó incorporada al territorio nacional, la percepción de un espacio desolado e inhóspito sólo comenzó a modificarse gracias a la consolidación de los puertos de la costa atlántica, el establecimiento de colonias agrícola-ganaderas y el descubrimiento y explotación del petróleo. En la segunda mitad del siglo XX, merced al proceso de provincialización (1955-1994) y a la implementación de políticas es-

pecíficas de desarrollo, regional, la región ingresó en una fase de crecimiento económico y poblacional de fuertes características idiosincráticas.

La tardía integración de la Patagonia al territorio nacional se refleja agudamente en su baja densidad demográfica. Mientras las seis provincias que la integran comprenden un 34% del territorio argentino (930.731 km<sup>2</sup>), la población de las mismas suma apenas el 6,6% de la población del país (cerca de 2,5 millones de habitantes). Si además se



consideran los espacios marítimos soberanos y bajo disputa internacional, el área de incidencia patagónica directa se incrementa a más del doble.

El territorio patagónico puede dividirse en tres grandes subregiones: la zona cordillerana, caracterizada por sus lagos, bosques y glaciares; la estepa central, atravesada por los grandes ríos que descienden desde los Andes; y el litoral marino y su respectiva plataforma continental. Cada una de estas subregiones presenta características particulares desde el punto de vista de sus recursos naturales.

La zona cordillerana comprende una franja de unos 100-250 km de ancho que se prolonga desde el norte de Neuquén hasta el sur de Tierra del Fuego. Sus rasgos distintivos son la presencia de una rica hidrografía y de densos bosques templados que crecen en las laderas montañosas. Aparte de una abundante biodiversidad vegetal y faunística, la región contiene un vasto potencial de recursos energéticos (carbón, turba, hidroenergía, energía geotérmica, residuos forestales) y minerales (hierro, plata, oro, uranio, vanadio, caliza, yeso, entre otros).

Debido su belleza paisajística y a la existencia de numerosos parques nacionales, el turismo recreativo y deportivo ocupa un lugar preponderante en la economía de la subregión y ha promovido la expansión de localidades como Bariloche, San Martín de los Andes, El Bolsón, Esquel y El Calafate. Además, en el valle de El Bolsón y en otras áreas menores se ha consolidado un sector de fruticultura fina de gran impacto regional. La industria forestal es aún incipiente, basándose fundamentalmente en especies comerciales y, en mucho menor grado, en algunas especies nativas. Una extensa zona del

ecotono entre el bosque andino y la estepa es apta para la forestación y podría convertirse en un valioso factor de progreso económico.

La subregión de la estepa ocupa la zona central de la Patagonia y se estructura en mesetas escalonadas en las que predomina la vegetación arbustiva y herbácea. La colonización agrícola se estableció en los valles de los ríos provenientes de las vertientes andinas. Este es el caso del valle superior del río Negro, dedicado principalmente a la producción frutícola, y del valle inferior del río Chubut, en que se consolidó la producción de hortalizas y forrajes. En la estepa propiamente dicha, la ganadería ovina ha sido históricamente muy importante; sin embargo, debido al sobrepastoreo y a la sustitución de la lana por otras fibras, el sector se encuentra hoy en declive. Las actividades con mayor futuro se vinculan al procesamiento de los productos agrícolas y a la obtención de energía, tanto convencional como renovable. En relación a esto último, los yacimientos de gas y petróleo de Neuquén, Chubut, y Santa Cruz, la instalación de represas hidroeléctricas en los grandes ríos y la instalación de parques eólicos en la mayor parte del territorio, ofrecen un excepcional potencial para apuntalar el desarrollo industrial

La subregión del litoral atlántico comprende más de 3.000 km de costas y se proyecta entre 200 y 300 millas marinas sobre una de las plataformas continentales más extensas del hemisferio sur. La zona alberga una rica biodiversidad costera y marina, grandes yacimientos minerales y gasíferos y un enorme potencial de energía renovable. Las actividades económicas se concentran en los puertos, los que actúan como nodos logísticos del territorio circundante y como puntos de recalado del tránsito

marítimo. En algunos casos, como los de Puerto Madryn y Ushuaia, el turismo nacional e internacional ocupa un lugar clave en la economía local. En otros, como en San Antonio, Rawson, Comodoro Rivadavia y Río Grande, la explotación de petróleo y gas, la industria pesquera y el comercio portuario constituyen la base de la actividad productiva y han generado un fuerte aumento poblacional.

## ■ RESTRICCIONES Y DEMANDAS DEL DESARROLLO REGIONAL

Las políticas nacionales dirigidas al territorio patagónico han sido discontinuas. Superados los conflictos limítrofes a principios del siglo XX, la importancia de la región en la agenda del país pasó a segundo plano. Entre fines de los años 50 e inicios de los 70 se produjo un nuevo impulso desarrollista que propulsó emprendimientos industriales como la elaboración de aluminio en Puerto Madryn, la extracción de hierro en Sierra Grande, la industria electrónica en Ushuaia y la construcción de grandes centrales hidroeléctricas en los ríos Limay y Futaleufú. En las décadas siguientes, las intervenciones nacionales oscilaron al compás de las crisis institucionales, políticas y económicas por las que atravesó el país. La existencia de un plan consistente para el desarrollo patagónico continúa siendo una asignatura pendiente del estado argentino.

Este proceso ha resultado en una economía regional articulada sobre un número relativamente bajo de grandes empresas (muchas vinculadas en su origen a la acción estatal) y en un universo mayoritario de PyME asociadas a múltiples actividades productivas y de servicios, pero poco integradas en cadenas de valor. Aun cuando la participación de la Patagonia en el PBI nacional es alta en relación con su población

(11%, según datos de 2018), esta estructura es económicamente frágil y, en consecuencia, sigue condicionando el despegue de la región a las intervenciones del gobierno central. Una descripción sobre la composición empresarial patagónica se detalla en la Tabla I.

Las principales restricciones que enfrenta el desarrollo patagónico incluyen factores de conectividad y de diversificación productiva. Debido a que la población se concentra en núcleos relativamente aislados y al alto costo impuesto por las grandes distancias, las limitaciones en materia de movilidad representan una fuerte barrera para dinamizar las economías locales. Mientras la zona de Neuquén-Rio Negro, las capitales provinciales y los principales centros turísticos disponen de una razonable conexión aérea y automotor, en el sector centro y sur patagónico la disponibilidad de vuelos interzonales y la densidad de circulación vial son muy limitadas. Una red ferroviaria que actuara como conexión intermodal entre los puertos marítimos y los caminos secundarios permitiría reducir sustancialmente el costo del transporte de carga y facilitar la circulación de personas. La implementación de este esquema requiere no sólo renovar las líneas

existentes y trazar otras nuevas, sino también ampliar la capacidad operativa de los puertos. Eventualmente, la consolidación de un diseño tal impulsaría el establecimiento de corredores interoceánicos, con fuerte impacto para la economía de toda la región y para la integración argentino-chilena.

Junto con el transporte, las telecomunicaciones y la conectividad digital resultan imprescindibles para asegurar la competitividad económica y la vinculación comercial con el resto del mundo. El acceso a estos medios en aquellas zonas en que son deficitarios o inexistentes constituye una materia de alta prioridad que requiere de la participación activa de diferentes instancias de gobierno. Por lo demás, la digitalización no es sólo un instrumento de eficiencia económica: su importancia educativa, cultural e informativa no puede ni debe ser soslayada.

En un mundo globalizado e interdependiente, el camino del desarrollo no puede ya imaginarse al margen de la acelerada transición tecno-productiva en que ha ingresado la humanidad. Este proceso tendrá profundas consecuencias en el carácter del trabajo, la organización de la producción, el contenido y vi-

gencia de los contratos sociales y las formas de representación y gobernanza. Una consecuencia no menor de estos cambios es que modificará el balance entre las ventajas comparativas y competitivas de los países en favor de estas últimas, lo que afectará negativamente a las economías dependientes de exportaciones primarias.

Las restricciones que condicionan el progreso de la Patagonia no se limitan pues a los déficits estructurales mencionados, sino que también incluyen factores generales que requieren un debate profundo sobre las estrategias de desarrollo a implementar en el futuro. Este debate debería considerar obligatoriamente tres aspectos básicos: la diversificación productiva, la captura de valor agregado y la sostenibilidad social y ambiental. Sobre la base de los recursos energéticos disponibles y del diseño de incentivos económicos adecuados, resulta enteramente plausible promover en la región programas de industrialización basados en el uso intensivo de conocimiento. Planteos de este tipo asignan un papel central al sector científico-tecnológico y a los sistemas locales de innovación.

**Tabla I. Estructura empresarial de la Patagonia según el tamaño de las empresas\*.**

Provincia	Número de empresas				
	Grandes	Medianas	Pequeñas	Micro	% PyME
Chubut	579	488	1.592	5.204	92,64
La Pampa	364	210	815	3.714	92,87
Neuquén	666	585	1.806	5.299	92,03
Rio Negro	658	585	1.863	6.237	92,96
Santa Cruz	382	323	842	2.393	90,30
Tierra del Fuego	299	198	562	1.550	88,54
<b>Totales</b>	<b>2.948</b>	<b>2.389</b>	<b>7.480</b>	<b>24.397</b>	<b>92,07</b>

Para la confección de la tabla se consideraron empresas de los sectores de comercio, agricultura, ganadería, pesca, industria manufacturera, construcción, minería e intermediación financiera. Adaptado de: Financiamiento a las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, Universidad Nacional de Avellaneda, 2015.



## ■ INVESTIGACIÓN CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA EN LA PATAGONIA

Desde inicios del siglo XIX, la Patagonia fue objeto de gran interés para la exploración geográfica, las descripciones de flora y fauna y los estudios paleontológicos, geológicos y etnológicos. Los trabajos de naturalistas como Charles Darwin, Alcide d'Orbigny, los hermanos Florentino y Carlos Ameghino, William Hudson, Clemente Onelli, George Claraz y Francisco Moreno, y las crónicas de exploradores como José María Beauvoir, Auguste Guinnard, Thomas Falkner, George Musters, Pedro de Angelis y Benjamín Franklin Bourne, signaron esta etapa pionera y constituyen referencias clásicas en los campos mencionados.

A este período fundacional siguió otro de creciente institucionalización promovida desde el estado nacional como parte de las políticas de integración territorial. Así, en 1879 se creó la Oficina Central de

Hidrografía, la que daría inicio a los estudios sistemáticos en las áreas de oceanografía, geología y meteorología del mar patagónico. Como resultado de varias décadas de labor, la cartografía, las tablas de mareas y los derroteros del litoral atlántico fueron completados hacia 1957. Sobre esta base, se constituyó en 1972 el Servicio de Hidrografía Naval, el que actualmente conduce estudios las áreas de geofísica y geología marina, la hidrodinámica de olas y corrientes y la climatología del mar. Otro hecho trascendente para la ciencia regional fueron los estudios de prospección realizados a raíz del descubrimiento de petróleo en 1907. Aunque existían antecedentes previos, fueron las investigaciones realizadas por YPF en Chubut y Neuquén entre 1922 y 1931 las que dieron origen a la escuela de geología patagónica. Estos trabajos quedaron plasmados en la "Descripción geológica de la Patagonia", editada en 1950.

La creación del Centro Atómico Bariloche (CAB) en 1955 fue la iniciativa de mayor impacto encarada hasta esa fecha por parte del estado argentino (Figura 1). Su constitución fue de importancia capital para el desarrollo de la industria nuclear y permitió establecer en la región una sólida escuela de física teórica y aplicada. En dicho proceso, el centro contribuyó decisivamente a la adquisición de las tecnologías requeridas para el manejo de las centrales termonucleares nacionales, desde la producción del combustible y otros insumos críticos, hasta el diseño y construcción de las plantas correspondientes. En la actualidad, las tareas de investigación y desarrollo de la institución se canalizan a través de las gerencias de Física, Ingeniería Nuclear e Investigación Aplicada, cada una de las cuales comprende numerosos grupos de trabajo (Tabla II). En el mismo año que el CAB, se creó el Instituto de Física de Bariloche (hoy, Instituto Balseiro), el que ha ganado fuerte prestigio internacional por su calidad



**Figura 1:** Reactor de investigación RA6. Centro Atómico Bariloche (CAB-CNEA).

**Tabla II. El Centro Atómico Bariloche y sus desprendimientos empresariales en Río Negro y Neuquén**

Institución/Empresa	Temáticas principales	Creación
<p><b>Centro Atómico Bariloche</b> (CAB-CNEA)</p> <p><b>Instituto Balseiro</b> (IB-CNEA/UNCuyo)</p> <p><b>Complejo Tecnológico Pilcaniyeu</b> (CTP-CNEA)</p>	<p><u>Gerencia de Física:</u></p> <p>Bajas temperaturas / Colisiones atómicas / Física de metales / Física estadística / Física forense / Fusión nuclear y física de plasmas / Propiedades ópticas / Resonancias magnéticas / Teoría de partículas y campos / Teoría de sólidos / Física médica / Física tecnológica</p> <p><u>Gerencia de Investigación Aplicada:</u></p> <p>Caracterización de Materiales / Fisicoquímica de materiales / Materiales nucleares / Materiales metálicos y nanoestructurados.</p> <p><u>Gerencia de Ingeniería Nuclear:</u></p> <p>Física de neutrones / Física de reactores y radiaciones / Termohidráulica / Seguridad nuclear / Control de procesos / Reactores de investigación RA-6 / Análisis por activación neutrónica / Protección radiológica / Vibraciones / Tecnología nuclear innovativa</p> <p><u>Instituto Balseiro:</u></p> <p>El Instituto ofrece 4 títulos de grado: Ingeniería nuclear, Ingeniería Mecánica, Ingeniería en Telecomunicaciones, Licenciatura en Física. Títulos de Doctorado y Maestría en distintas especialidades.</p> <p><u>Complejo Tecnológico Pilcaniyeu:</u></p> <p>Producción de uranio enriquecido / Fisicoquímica de reacciones complejas / Pirólisis y gasificación de combustibles sólidos carbonosos / Procesos heterogéneos de halogenación / Desarrollo de materiales cerámicos, catalizadores y materiales porosos absorbentes / Servicios de ensayos de materiales</p>	<p>1955 (CAB e IB)</p> <p>1979 (CTP)</p>
<p><b>Investigación Aplicada S.A.</b> (INVAP-Pcia. de Río Negro)</p>	<p>Reactores de investigación / Elementos combustibles para reactores de investigación / Producción de radioisótopos / Instrumentación y control de plantas nucleoelectricas / Estudios de emplazamiento, análisis de factibilidad para instalación, modernización y actualización de plantas nucleares / Satélites de observación y de comunicaciones / Radares meteorológicos, control aéreo y militares / Vehículos aéreos no tripulados / Aerogeneradores y turbinas hidrocinéticas / Sensores electroópticos giroestabilizados / Equipamiento de braquiterapia, terapia radiante, protonterapia y radiofarmacia / Sistemas de trazabilidad / Sistemas de comunicación</p>	<p>1976</p>
<p><b>Alta Tecnología S.E.</b> <b>Telecomunicaciones y Sistemas</b> (ALTEC-Pcia. de Río Negro)</p>	<p>Desarrollo de <i>software</i> y <i>hardware</i> para el sector público / Centros de almacenamiento de datos / Servicios de telecomunicaciones / Conectividad de alta velocidad / Seguridad ciudadana / Servicios de asesoramiento al sector privado.</p>	<p>1985</p>
<p><b>Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería S.E.</b> (ENSI-Pcia. de Neuquén)</p>	<p>Planta industrial de agua pesada para reactores atómicos</p>	<p>1989</p>
<p><b>Fundación Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud</b> (INTECNUS-CNEA/FUESMEN/FCDN)</p>	<p>Investigaciones y servicios en de radioterapia, medicina nuclear y radiofarmacia / Diagnóstico por imágenes / Imágenes metabólicas / Cirugía general y mínimamente invasiva / Quimioterapia</p>	<p>2017</p>



científica y educativa. Las prácticas de investigación de sus estudiantes se efectúan en las facilidades del centro, las que incluyen, entre otras, al reactor experimental RA-6. Además de sus instalaciones de Bariloche, el CAB administra el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu, el que aloja la planta de producción del uranio enriquecido utilizado en los reactores de potencia. El complejo está integrado por los laboratorios de Físicoquímica y Control de Calidad y de Separación Isotópica. Al margen de los proyectos directamente vinculados al Plan Nuclear Argentino, el CAB ha promovido la creación de varias empresas de alta tecnología, las que han extendido sus actividades hacia otros sectores productivos. Estas experiencias se comentarán separadamente.

Al avanzar el proceso de provincialización de la región, los gobiernos y organizaciones locales impulsaron la creación de diversas instituciones de educación superior. El primer paso en esta dirección fue la apertura de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam; 1958), la que fue seguida por la inauguración de las universidades nacionales San Juan Bosco (UNSB; 1961), del Comahue (UNCo; 1971), de la

Patagonia Austral (UNPA; 1995), de Río Negro (UNRN; 2008) y de Tierra del Fuego (UNTDF; 2009). Asimismo, a inicios de los años 80 la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) inauguró sus sedes regionales en Neuquén, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego. Aunque el foco inicial de las nuevas universidades se concentró en los aspectos formativos, su existencia permitió establecer grupos de investigación y desarrollo estrechamente vinculados con los contextos socio-económicos locales. Este proceso sentó la base de recursos humanos que permitió la consolidación posterior de numerosos institutos de doble dependencia con el CONICET.

En forma similar, las demandas locales promovieron la creación de centros de investigación y servicios directamente vinculados al desarrollo productivo. Así, la UNCo creó en 1974 el Instituto de Biología Marina y Pesquera "Almirante Storni" con el objeto de promover la investigación pesquera y la maricultura en el Golfo San Matías. En 2015, este centro pasó a depender de un consorcio integrado por la UNCo, el INIDEP, el CONICET y la Provincia de Río Negro y a denominarse Centro de Investigación Aplicada y Transfe-

rencia Tecnológica en Recursos Marinos "Almirante Storni" (CIMAS; Tabla IV). Por otra parte, por acuerdo las provincias de Neuquén y Río Negro y el INTA, se creó en 1978 el Centro de Investigación y Asistencia Técnica a la Industria (CIATI), el cual provee servicios analíticos y de consultoría al sector agroindustrial. Actualmente, el CIATI asiste a unas 600 empresas e instituciones públicas vinculadas al procesamiento de alimentos (Tabla II). Un caso que merece mención especial es Centro de Investigación y Extensión Forestal de Andino-Patagónico (CIEFAP) que fue creado en 1988 como un ente interprovincial de las provincias patagónicas, la UNSJB y la UNCo. El centro tiene su sede central en Chubut y delegaciones en las restantes provincias. Sus líneas trabajo involucran temáticas disciplinarias y aplicadas sobre el bosque patagónico y las especies aptas para forestación.

Entre fines de los años 60 y principios de los 70, el CONICET impulsó la creación de dos centros que jugarían un rol fundamental en la investigación patagónica. El primero, inaugurado en 1969 por iniciativa del Dr. Houssay, fue el Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC). (Figura 2) El instituto,



**Figura 2:** Instalaciones del Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET).

Tabla III. Instituciones CONICET no agrupadas en CCT, universidades nacionales y empresas provinciales.

<b>Instituciones de investigación y servicios</b>					
<b>Institución/Empresa</b>	<b>Temáticas principales</b>	<b>Creación</b>	<b>I</b>	<b>B</b>	<b>T/A</b>
<b>Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET)</b>	Ecofisiología y evolución / Ecología terrestre y acuática / Recursos agroforestales / Conservación de la vida silvestre / Ecología molecular / Geología andina / Geomorfología del cuaternario / Petrología y mineralogía / Monitoreo de ozono y radiación UV / Oceanografía biológica / Oceanografía y ecosistemas costeros / Limnología / Antropología / Estudios socio-ecológicos	1969	58	57	39/12
<b>CIT Golfo San Jorge (CONICET/UNPSJB/UNPA)</b>	Oceanografía biológica y geológica / Manejo de recursos pesqueros / Recursos energéticos / Hidrología	2015	10	25	5/1
<b>CIT Santa Cruz (CONICET/UTN/UNPA)</b>	Impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos de superficie / Valoración minero-energética del Río Turbio / Turismo y producción de bienes culturales / Energía eólica y fotovoltaica en Patagonia	2015	9	28	3/1
<b>CIT Rio Negro (CONICET/UNRN)</b>	Principios activos en extractos vegetales / Alimentos funcionales para uso humano y animal / Calidad e inocuidad alimentaria / Alimentos para acuicultura continental / Materias primas, alimentos procesados y residuos frutícolas / Nutraceuticos / Procesos aplicados a la industria alimentaria / Mejoramiento de porcinos, ovinos y caprinos / Control de calidad de carnes tradicionales y no tradicionales /	2016	9	23	1/0
<b>Instituto de Ciencias de la Tierra y Ambientales de La Pampa (INCITAP-CONICET)/UNLPam</b>	Tricomoniasis bovina / Espectrometría de masa / Biocatálisis / Monitoreo y conservación de aves rapaces / Petrología / Ambientes y climas del neógeno y cuaternario / Estratigrafía y paleontología del Cretácico-Cenozoico marino en Patagonia	2008	27	34	8/1
<b>Observatorio Atmosférico de la Patagonia Austral (OAPA-CONICET/CITEDEF)</b>	Medición de parámetros atmosféricos / monitoreo de ozono y radiación UV / Medición de aerosoles atmosféricos	2005	1	0	2/0
<b>Centro de Investigación y Extensión Forestal de Andino Patagónico (CIEFAP-Pcias. de Neuquén, Río Negro, Chubut y Tierra del Fuego/UNPSJB/UNCo)</b>	Ecología de sistemas terrestres / Tecnología de la madera / Protección forestal / Geomática / Planificación, manejo y uso múltiple del bosque / Producción de hongos comestibles / Sistemas de calefacción y biocombustibles fósiles / Monitoreo remoto de incendios / Extensión y servicios para el sector público y privado	1988	26	11	9/13
<b>Estación de Fotobiología Playa Unión (EFPU-Fundación Playa Unión)</b>	Ecología animal / Ecofisiología y fotobiología de organismos autótrofos / Metabolismo de organismos fotosintéticos	1997	3	3	0/0
<b>Instituto de Desarrollo Costero (IDC-UNPSJB)</b>	Ecología y caracterización genética de mitílidos / Biología reproductiva y monitoreo poblacional de centolla / Maricultura de mejillón y mero austral / Explotación del alga Undaria pinnatifida / Gestión de contaminación costera	2005	31	7	2/0
<b>Museo Paleontológico Egidio Feruglio (MEF-Fundación Egidio Feruglio/CONICET)</b>	Paleontología de vertebrados e invertebrados / Estudios paleobiogeográficos y paleoecológicos / Paleobotánica y evolución de la flora patagónica / Laboratorio de fósiles. Exhibición de fósiles de dinosaurios. Administración del Parque Paleontológico Bryn Gwyn	1990	12	10	4/1
<b>Centro de Investigación y Asistencia Técnica a la Industria (CIATI-Pcia. de Río Negro/Pcia. de Neuquén/INTA/empresas frutícolas)</b>	Servicios analíticos, de tecnología y de asistencia técnica para las industrias de alimentos, energía y ambiente	1978	39	2	41/8

I: Investigadores; B: Becarios Doctorales y Posdoctorales; T: Personal de Apoyo Técnico; A: Personal Administrativo. Datos tomados de CONICET (2021) y páginas web institucionales.

Tabla IV. CCT CONICET- Centro Nacional Patagónico

<b>CCT Centro Nacional Patagónico</b>					
<b>Institución</b>	<b>Temáticas principales</b>	<b>Creación</b>	<b>I</b>	<b>B</b>	<b>T/A</b>
<b>Centro Para el Estudio de Sistemas Marinos (CESIMAR-CONICET)</b>	Ecología marina / Interacciones pesquería-aves y mamíferos marinos / Biología marina / Limnología / Maricultura / Biotecnología ambiental / Monitoreo ambiental / Contaminación marina / Meteorología marina / Oceanografía física, química y biológica / Monitoreo remoto de sistemas marinos	2016*	52	38	8/1
<b>Instituto de Biología de Organismos Marinos (IBIOMAR-CONICET)</b>	Conservación y manejo de invertebrados marinos / Ecología de ambientes costeros / Parásitos de organismos marinos / Ecología espacial y del movimiento animal / Ecología y cultivo de cefalópodos / Taxonomía, biología, ecología y usos de las algas marinas / Microbiología del ambiente costero	2015*	22	11	2/1
<b>Instituto de Diversidad y Evolución Austral (INDEAUS-CONICET)</b>	Arqueología y antropología biológica / Sistemática y biología de anfibios / Hábitat de aves playeras / Ecología, evolución y hábitat de peces migratorios / Meiofauna marina / Bio-ecología y taxonomía de reptiles patagónicos / Mamíferos australes	2015*	15	9	5/1
<b>Instituto Patagónico de Ciencias Sociales y Humanas (IPCSH-CONICET)</b>	Biología evolutiva humana / Estudios socio-históricos, y socio-ambientales sobre problemáticas migratorias, trayectorias étnicas, familiares, genealógicas, ocupacionales, residenciales y de clase	2015*	15	17	3/1
<b>Instituto Patagónico para el Estudio de los Ecosistemas Continentales (IPEEC-CONICET)</b>	Antropología social e historia ambiental / Arqueología y antropología evolutiva / Aspectos socio-institucionales del manejo y conservación de recursos naturales / Investigación biomédica poblacional / Temáticas comunicacionales y socio-políticas regionales	2015*	25	18	5/0
<b>Instituto Patagónico de Geología y Paleontología (IPGP-CONICET)</b>	Geomorfología, sedimentología, volcanología y paleontología de la Patagonia continental y su plataforma submarina.	2015*	11	6	3/0
<b>Instituto de Biociencias de la Patagonia (INBIOP-CONICET/ UNSJB)</b>	Síntesis y acumulación de triacilglicéridos en sistemas bacterianos / Generación de bioenergía / Ecofisiología vegetal en relación con la variabilidad ambiental, disponibilidad de recursos e interacciones con animales / Introducción de nuevos cultivos a la Patagonia	2015	7	5	1/0
<b>Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos "Almirante Storni" (CIMAS-INIDEP/CONICET/ UNCo/ Pcia. de Río Negro)</b>	Monitoreo pesquero y de especies invasoras / Pesquerías bentónicas y demersales / Maricultura / Cultivo de moluscos bivalvos / Peces cartilaginosos / Bivalvos infaunales / Oceanografía del Golfo San Matías / Programa de observadores pesqueros / Calidad sanitaria	2015**	46	6	3/5

\*Anteriormente, nucleado en el Centro Nacional Patagónico (creado en 1970; incorporado a CONICET en 1978). \*\*Anteriormente, Instituto de Biología Marina y Pesquera "Almirante Storni" (UNCo, 1974). I: Investigadores; B: Becarios Doctorales y Posdoctorales; T: Personal de Apoyo Técnico; A: Personal Administrativo. Datos tomados de CONICET (2021) y páginas web institucionales.



situado en Ushuaia, acredita una destacada trayectoria en las áreas de geología, ecofisiología, oceanografía y antropología, sirviendo asimismo de apoyo continental a las investigaciones en el antártico (Tabla III). En los últimos años, sus facilidades para la investigación marina fueron considerablemente reforzadas, lo que convirtió a este centro en la principal cabecera para los estudios realizados en el banco Burdwood y el canal de Beagle.

En el año siguiente a la creación del CADIC, el CONICET inauguró en la ciudad de Puerto Madryn el Centro Nacional Patagónico (CENPAT). Con un enfoque multidisciplinario similar al CADIC, este centro fue desarrollando grupos de investigación en las áreas de oceanografía biológica, ecología marina, geología, paleontología, antropología, arqueología y sociología. A partir de 2006, el CONICET inició un proceso de descentralización que implicó una intensa reorganización institucional. Como parte de este proceso,

el paulatino crecimiento registrado en el CENPAT condujo en 2015 a su división en siete nuevos institutos y a su recategorización como Centro Científico y Tecnológico Regional (CCT-CENPAT), estructura a la que también quedó integrado el CIMAS. Un resumen de las actividades actuales de dichos institutos se presenta en la Tabla IV.

La reorganización institucional abarcó también al personal del CONICET en Neuquén y Río Negro, el cual fue reagrupado en 2006 mediante la creación de Unidades Ejecutoras en las ciudades de Bariloche y de Neuquén. Un año más tarde, ambas unidades se transformaron en centros regionales (CCT-Patagonia Norte y CCT-Confluencia), dando origen a nuevos centros de investigación. (Figura 3) Un rasgo característico de los mismos es que fueron organizados mediante acuerdos entre el CONICET y otras instituciones (UNCo, UNSJB, UNRN, INTA, CNEA), lo que hizo más eficaz el uso de los recursos y promovió la

cooperación multi- e interdisciplinaria. En la actualidad, el CCT-Patagonia Norte está integrado por siete institutos que encaran investigaciones en las áreas de biodiversidad, ciencias sociales y desarrollo tecnológico. Un resumen de las temáticas encaradas por estos centros se presenta en la Tabla V. Por su parte, el CCT-Confluencia se consolidó entre 2009 y 2015 a través de sucesivos convenios CONICET/ UNRN y CONICET/UNCo. Estos acuerdos dieron origen al Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología (IPG), el Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos, Biotecnología y Energías Alternativas (PROBIEN), el Instituto de Investigación en Tecnología y Ciencias de la Ingeniería (IITCI) y el Centro de Investigaciones en Toxicología Ambiental y Agrobiotecnología del Comahue (CITAAC), los cuales encaran múltiples temáticas en distintas áreas tecnológicas e ingenieriles. En 2016, se sumó a este CCT el Instituto Patagónico de Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales (IPHCS).



**Figura 3:** Trabajos paleontológicos a campo. Limpiando un fósil in situ. Universidad Nacional del Comahue.



Tabla V. CCT CONICET Patagonia Norte

<b>CCT Patagonia Norte CONICET</b>					
<b>Institución</b>	<b>Temáticas principales</b>	<b>Creación</b>	<b>I</b>	<b>B</b>	<b>T/A</b>
<b>Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente (INIBIOMA-CONICET/UNCo)</b>	Conservación de la diversidad biológica / Factores físico-químicos en ambientes acuáticos y suelo / Efecto del cambio climático sobre la biodiversidad / Conservación y manejo de especies silvestres / Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales / Biotecnología microbiana / Paleontología / Geología y volcanología / Energía renovable y no renovable	2007*	123	71	13/3
<b>Instituto de Investigaciones en Diversidad Cultural y Procesos del Cambio (IIDyPCa-CONICET/UNRN)</b>	Diversidad y cambio sociocultural / Dinámica del cambio cultural / Ecología y evolución humana/Interrelación entre cambios culturales y ambientales	2011	30	24	3/1
<b>Centro de Investigaciones Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP-CONICE/UNSJB)</b>	Biología y ecología de organismos acuáticos / Ecología de ecosistemas del bosque y de la estepa patagónica / Limnología básica y aplicada / Micología y sanidad vegetal / Geología glacial y periglacial / Etnobiología Patagónica	2013	23	18	2/1
<b>Instituto Andino Patagónico en Tecnologías Biológicas y Geoambientales (IPATEC-CONICET/UNCo)</b>	Bioinformática / Biotecnología ambiental / Biotecnología microbiana y de las fermentaciones / Biotecnología vegetal y del suelo / Eficiencia energética y uso de recursos naturales / Tecnología ambiental aplicada al desarrollo territorial / Volcanismo Cuaternario	2016	15	14	5/1
<b>Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche (IFAB-CONICET/INTA)</b>	Ecología y manejo de los sistemas y entramados productivos / Tecnologías sociales, apropiables y procesos de innovación tecnológica / Modelos socio-culturales y productivos regionales	2018	23	21	1/0
<b>Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN-CONICET/CNEA)</b>	Investigación y desarrollo en nanociencia y nanotecnología / Desarrollo tecnológico para demandas y los proyectos del Plan Nuclear Argentino / Provisión de bienes y servicios de asistencia técnica y transferencia de tecnología al sector productivo	2018	51	14	11/0
<b>Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Agroecología y Desarrollo Rural (IRNAD-CONICET/UNCo)</b>	Recursos naturales / Agroecología / Prácticas de manejo sostenible de agroecosistemas / Desarrollo sostenible y sujetos del medio rural	2015	16	14	0/2

\*Anteriormente: Unidad Ejecutora Bariloche (CONICET/UNCo, 2006). I: Investigadores; B: Becarios Doctorales y Posdoctorales; T: Personal de Apoyo Técnico; A: Personal Administrativo. Datos tomados de CONICET (2021) y páginas web institucionales.

Tabla VI. CCT CONICET Confluencia

<b>CCT Confluencia CONICET</b>					
<b>Institución</b>	<b>Temáticas principales</b>	<b>Creación</b>	<b>I</b>	<b>B</b>	<b>T/A</b>
<b>Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos, Biotecnología y Energías Alternativas (PROBIEN-CONICET/UNCo)</b>	Tecnología de alimentos / Ingeniería de reactores y procesos químicos / Arcillas y medio ambiente / Materiales adsorbentes / Procesos de oxidación y nano-adsorbentes / Biotecnología ambiental / Biodiversidad y biotecnología de levaduras / Enología / Biolixiviación de minerales / Fotovoltaica aplicada / Física de la materia condensada	2014*	29	20	6/1
<b>Instituto Patagónico de Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales (IPHCS-CONICET/UNCo)</b>	Estudios históricos y socio-antropológicos regionales / Filosofía de las ciencias sociales y humanidades / Estudios en procesos cognitivos y educación / Estudios en turismo y recreación / Estudios del discurso y la cultura	2016	56	38	1/1
<b>Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología (IIPG-CONICET/UNRN)</b>	Estudios sobre el basamento ígneo-metamórfico y rocas asociadas en el macizo norpatagónico / Sedimentología, ictología y geobiología de sistemas petroleros no convencionales / Riesgo geológico y seguimiento de volcanes patagónicos activos / Paleobiología de reptiles marinos mesozoicos / Cambios ambientales en la transición Cretácico-Paleógeno	2009	26	32	4/1
<b>Instituto de Investigación en Tecnología y Ciencias de la Ingeniería (IITCI-CONICET/UNCo)</b>	Caracterización microestructural y química de materiales sólidos / Caracterización fisicoquímica de materiales metálicos y minerales / Procesos de deformación y fisuración en materiales poliméricos / Comportamiento termo-mecánico de nanocompuestos / Caracterización de maderas de la Patagonia Norte / Metalurgia física, termodinámica y cinética de transformaciones de fases / Electroquímica y corrosión /	2015	24	5	4/1
<b>Centro de Investigaciones en Toxicología Ambiental y Agrobiotecnología del Comahue (CITAAC-UNCo/CONICET)</b>	Contaminación ambiental / Ecotoxicología de plaguicidas / Resistencia en insectos plaga / Tratamiento y disposición de residuos de agroquímicos / Reproducción asistida de recursos faunísticos / Estrés bióticos y abióticos en especies frutales	2015**	28	12	2/1

\*Anteriormente: Unidad Ejecutora Neuquén (CONICET/UNCo, 2006); luego IDEPA (CONICET/UNCo, 2009). \*\*Fusión del Laboratorio de Investigaciones Bioquímicas y Químicas del Medio Ambiente (LIBIQUIMA, 1983) de la Facultad de Ingeniería y con el Instituto de Biotecnología Agropecuaria del Comahue (IBAC, 2012) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCo. I: Investigadores; B: Becarios Doctorales y Posdoctorales; T: Personal de Apoyo Técnico; A: Personal Administrativo. Datos tomados de CONICET (2021) y páginas web institucionales.

Tabla VII. Distribución geográfica de personal CONICET

<b>Provincia</b>	<b>CIC*</b>	<b>Becarios**</b>	<b>CPA***</b>
<b>Chubut</b>	218	210	85
<b>La Pampa</b>	52	66	9
<b>Neuquén</b>	51	79	12
<b>Rio Negro</b>	468	358	27
<b>Santa Cruz</b>	18	33	5
<b>Tierra del Fuego</b>	56	73	39

\*Carrera de Investigador de CONICET (todas las categorías). \*\*Becarios Doctorales y Posdoctorales. \*\*\*Carrera de Personal de Apoyo de CONICET (todas las categorías). Datos tomados de CONICET (2021).

Las principales líneas de trabajo de los institutos mencionados se sintetizan en la Tabla VI.

Aparte de los CCT, el CONICET impulsó la creación de Centros de Investigación y Transferencia (CIT) mediante acuerdos con otras universidades de la región. Tal es el caso de los CIT de Golfo San Jorge, Santa Cruz y Río Negro los que fueron organizados en 2015 con el propósito de consolidar grupos previamente existentes y crear otros nuevos (Tabla VII). Además, un número considerable de investigadores, becarios y agentes del CONICET se desempeñan en instituciones como la UNTE, UNPA, UNSJB, UNLPam, UNCo, UTN, CAB-CNEA, INTA y Parques Nacionales o en distintos museos regionales.

#### ■ TRANSFERENCIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA - PLAN NUCLEAR ARGENTINO

El impacto de CAB y del Instituto Balseiro en la región trascendió más allá de su participación en el Plan Nuclear Argentino. Una importante consecuencia de su presencia fue la orientación a promover empresas tecnológicas como una forma de integrar el sector productivo nacional a la industria atómica. El resultado de esta medida fue la creación, junto con la Provincia de Río Negro, de las empresas Investigación Aplicada (INVAP S.A.; 1976) y Alta Tecnología S.E. (ALTEC; 1985) (Tabla II). Debido a los altibajos políticos y presupuestarios que afectaron al Plan Nuclear, las dos empresas pasaron a ser propiedad exclusiva de la provincia y exploraron caminos alternativos para subsistir. Gracias a la calidad de su personal y a la experiencia tecnológica adquirida, INVAP logró este objetivo proyectándose al mercado externo y extendiéndose a otros rubros (satélites, radares, vehículos no tripulados, instrumental médico) y

ALTEC lo hizo consolidándose en la provisión de servicios a los sectores público y privado (*software, hardware, telecomunicaciones, bancos de datos, consultoría*). Debe mencionarse además que INVAP, que actualmente emplea a unas 1.300 personas, ha generado una extensa red de empresas proveedoras a nivel nacional y regional. Otro emprendimiento notable generado a partir del CAB fue la creación del Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud (INTECNUS; 2017). El Instituto cuenta con un edificio propio dentro del Centro Atómico y recibe de éste insumos radioactivos y mantenimiento para el instrumental médico. INTECNUS es administrado por la fundación del mismo nombre y brinda servicios a numerosas instituciones y obras sociales. De conjunto, la instalación del CAB y de las empresas originadas a partir del mismo ha generado un ciclo virtuoso en su área de influencia, demostrando que el dominio de tecnologías estratégicas no sólo impulsa la generación de valor económico, sino también desarrollo social, ya que sus impactos indirectos se extienden mucho más allá de sus objetivos originales.

Además de los emprendimientos mencionados, en 1989 la CNEA instaló en territorio neuquino una planta para producir el agua pesada que se utiliza en el enfriamiento de los reactores nucleares, dando origen a la Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería S.E. (ENSI). La misma es actualmente propiedad del gobierno provincial y, aunque su producción está básicamente restringida al rubro mencionado, ha iniciado exportaciones por montos crecientes.

#### ■ POLÍTICAS NACIONALES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación

Productiva (MinCyT) en 2007, la política científica adquirió un nuevo status en el organigrama del estado, evidenciando el reconocimiento de su importancia para la prosperidad del país. La trascendencia de esta decisión no tardó en manifestarse. Hasta inicios de 2014, el presupuesto de ciencia y tecnología se fue elevando paulatinamente, permitiendo incrementar el número de investigadores y becarios, fortalecer la infraestructura edilicia e instrumental y financiar una cantidad récord de proyectos. Si bien esta tendencia luego retrocedió, el conjunto del período 2007-2019 permitió una significativa consolidación de la ciencia argentina.

El ministerio se creó con la consigna de consolidar un modelo de desarrollo inclusivo basado en el conocimiento. Esta consigna quedó plenamente plasmada en el Plan Nacional "Argentina Innovadora" presentado en 2012, uno de cuyos temas fundamentales fue promover la cultura de la innovación sustentable como base imprescindible para la competitividad económica. En esta dirección, el plan priorizó seis áreas socio-económicas estratégicas, enfatizando la vinculación territorial de las acciones y la asignación equitativa de los recursos al nivel federal. Para implementar estas orientaciones, la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología (ANPCyT) impulsó la constitución de alianzas público-privadas y público-públicas y generó numerosos instrumentos de financiamiento. El Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICyT) y el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología, (COFECyT), existentes desde 2001, estuvieron a cargo, respectivamente, de la coordinación entre los distintos organismos nacionales y de la articulación con las instancias provinciales de ciencia y tecnología.



El eje central del plan estuvo dirigido a fortalecer el sistema científico-tecnológico en todos los niveles. Un porcentaje mayoritario del presupuesto fue destinado a convocatorias de proyectos de I+D gestionados a través de la ANPCyT y el CONICET. La organización de plataformas tecnológicas nacionales y la adquisición de grandes equipamientos se vehiculizaron mediante programas especiales respaldados por fondos nacionales e internacionales. En la región patagónica, estas acciones se tradujeron en un notable aumento del número de investigadores y becarios, la instalación y ampliación de nuevas facilidades, y la organización de múltiples actividades de fomento al emprendedurismo. Paralelamente, entre 2013 y 2019, el Gabinete Científico y Tecnológico (GACTEC) impulsó y consolidó dos iniciativas nacionales que tuvieron fuerte impacto en la región: la iniciativa Pampa Azul, para promover la investigación en el mar; y la ini-

ciativa Bioeconomía Argentina, dirigida a valorizar los recursos de biomasa del país. Ambas iniciativas han tenido continuidad hasta el presente y fueron revalidadas por gobiernos de distinto signo político.

### ■ PAMPA AZUL

Hasta 2013, el impulso a la investigación marina carecía de orientaciones integradoras debido a la escasa articulación interinstitucional, las graves restricciones presupuestarias y la precariedad de las infraestructuras de apoyo. La iniciativa Pampa Azul comenzó a implementarse en 2014 con el fin de estimular y articular las actividades científico-tecnológicas vinculadas al mar (Figura 4). Sus orientaciones generales fueron establecidas por un Comité Interministerial integrado por representantes de siete ministerios y se resumieron en tres ejes centrales: a) generar conocimiento interdisciplinario para el manejo y

explotación sustentable de ambientes y recursos marinos; b) impulsar el desarrollo tecnológico para fortalecer la competitividad de las industrias del mar y las economías de las provincias marítimas; c) profundizar la toma de conciencia sobre el patrimonio marítimo por parte de la sociedad argentina. Sobre esta base se encaró un conjunto de actividades destinadas a reforzar las infraestructuras de investigación, impulsar la innovación tecnológica y expandir la formación de los recursos humanos. Un importante hito en apoyo de la iniciativa fue la promulgación de la Ley 27.167 de creación del Programa Nacional de Investigación e Innovación Productiva en Espacios Marítimos Argentinos (PROMAR; 2015), la que fue aprobada con el voto unánime del Congreso Nacional.

Las líneas de investigación de Pampa Azul fueron definidas por un Consejo Asesor Científico integrado



**Figura 4:** Operaciones de investigación marina a bordo del buque de investigación Puerto Deseado (CONICET).



por destacados investigadores. En base a sus características oceanográficas, el interés de sus ecosistemas y el impacto de las actividades humanas, se establecieron como áreas prioritarias el banco Burdwood, el Agujero Azul (talud continental), el golfo San Jorge, las islas Georgias y Sandwich del Sur y el sistema fluvio-marino del Río de la Plata. En 2018, se agregaron a estas áreas el golfo San Matías y el canal de Beagle. Los objetivos de desarrollo tecnológico y los mecanismos de transferencia al sector productivo fueron acordados por un Consejo Asesor Tecnológico conformado por profesionales del sector público y privado, cuyas actividades se focalizaron en seis sectores de alto impacto económico (hidrocarburos y energía marina, industria pesquera, maricultura, ingeniería naval, sistemas de captura de datos, detección y comunicación y biotecnología marina) y en la asistencia en materia de equipamiento científico e infraestructura naval. La labor de ambos consejos se fundamentó en veintiséis talleres de trabajo sobre temas específicos en los que participaron más de 250 personas.

El resultado de este proceso quedó materializado en el documento "Horizontes Estratégicos para el Mar Argentino", publicado en 2016.

El lanzamiento de Pampa Azul implicó un continuado esfuerzo por mejorar las plataformas navales y terrestres. En años sucesivos, se incorporaron a la flota de investigación los buques Austral (CONICET, 2015), Víctor Angelescu (INIDEP, 2017), Shenu (CONICET, 2021) y Mar Argentino (INIDEP, 2021), lo que permitió multiplicar las investigaciones en materia oceanográfica y pesquera. Paralelamente, se reintegró al servicio el rompehielos Almirante Irizar (Armada Argentina) y se mejoró el estado operativo de los buques Puerto Deseado (CONICET) y Bernardo Houssay (Prefectura Naval Argentina). Simultáneamente, se realizaron ampliaciones edilicias y adquisiciones de equipamiento en institutos claves para la investigación marina. Estas acciones permitieron realizar cerca de cincuenta campañas en las áreas priorizadas, lo que se tradujo en un ponderable incremento de publicaciones

argentinas en ciencias del mar y la creación de nuevas bases de datos. Por otra parte, la continuidad del trabajo de investigación permitió reafirmar la soberanía argentina en los espacios marítimos del país. En esta línea, son especialmente significativos la convalidación del límite exterior de la plataforma continental por parte de las Naciones Unidas (2017), y la creación de las áreas marinas protegidas Namuncurá I y II (2013 y 2018) y Yaganes (2018).

Las costas patagónicas comprenden más del 60% del litoral argentino y representan la principal base de proyección sobre el espacio marítimo nacional. En función de ello, las universidades e institutos situados sobre las mismas actuaron como cabeceras naturales para las campañas oceanográficas y ocuparon un lugar prominente en el desarrollo de Pampa Azul. En este marco, el CADIC constituyó el pivote central de las investigaciones sobre el banco Burdwood y el canal de Beagle y jugará un rol similar en el área Yaganes, situada al norte del pasaje Drake. Debido a su localización estratégica,

**Tabla VIII. Distribución de investigadores y becarios CONICET por provincias y por grandes áreas de investigación (% de personal total)**

Grandes Áreas de Investigación	Chubut		La Pampa		Neuquén		Río Negro		Santa Cruz		Tierra del Fuego	
	I	B	I	B	I	B	I	B	I	B	I	B
Ciencias Agrarias, de la Ingeniería y de Materiales	20,6	24,2	26,4	45,5	40,4	41,8	26,4	34,8	33,3	28,1	16,4	20,8
Ciencias Biológicas y de la Salud	42,7	31,8	17,0	16,7	9,6	7,6	25,6	19,5	11,1	6,2	49,1	29,2
Ciencias Exactas y Naturales	18,4	24,2	28,3	22,7	17,3	5,0	35,6	30,3	33,3	12,5	16,4	33,3
Ciencias Sociales y Humanidades	14,2	16,6	28,3	15,1	30,7	41,8	7,4	14,2	22,1	40,6	18,2	16,7
Tecnología	4,1	3,3	---	---	1,9	3,8	5,0	1,3	---	12,5	---	---

I: Investigadores (todas las categorías); B: becarios (becas doctorales y posdoctorales). Datos tomados de CONICET (2021).

este centro es además una plataforma de elección para la cooperación internacional en la zona subantártica. En forma análoga, los institutos nucleados en el CCT-CENPAT centralizaron las actividades en las zonas de península de Valdés, el talud continental y el golfo San Jorge, y el CIMAS, situado en San Antonio Oeste, hizo lo propio respecto de los estudios ecosistémicos y pesqueros en el golfo San Matías. Aunque muchas otras instituciones del país han participado activamente de Pampa Azul, los logros obtenidos desde su inicio no hubieran sido posibles sin la participación patagónica, ya que la misma permitió dotar a la iniciativa de la transdisciplinariedad y la focalización necesarias.

### ■ BIOECONOMÍA ARGENTINA

A partir de 2013, el MinCyT impulsó la iniciativa Bioeconomía Argentina, la que también fue canalizada a través del GACTEC. Este concepto, que propone conciliar el procesamiento de la biomasa con criterios de mínimo impacto ambiental, se apoya en el aporte masivo de conocimientos y tecnología. Bajo este esquema, se impulsan procesos de economía circular y de producción "en cascada" y se promueve la agregación de las actividades agroindustriales en *bioclusters* y biorrefinerías, lo que permite valorizar las economías locales en un marco de sustentabilidad social y ambiental. Más de cincuenta países han creado programas nacionales para impulsar este paradigma.

Entre 2013 y 2015, el MinCyT organizó varios simposios públicos con la finalidad de difundir este modelo y relaborarlo desde una perspectiva nacional. Estas actividades tuvieron fuerte repercusión pública y sentaron las bases para establecer agendas específicas en distintas zonas del país. Dada a la diversidad

de sus ecosistemas y sus ofertas de biomasa, pronto se percibió la conveniencia de generar encuentros por biorregiones y de articular más estrechamente las iniciativas nacionales con las demandas locales. En apoyo de esta orientación, se crearon foros regionales, antenas tecnológicas, instrumentos de difusión masiva y páginas web dedicadas a la bioeconomía argentina. En 2017, se concretó un acuerdo formal entre ocho áreas del gobierno nacional y se constituyó una comisión de trabajo para encarar la elaboración de programas y proyectos de interés en agricultura, alimentos, foresto-industria, pesca, acuicultura, bioenergía, biomateriales y salud humana y animal.

En la Patagonia, en que la relación producción/ambiente es particularmente relevante, la iniciativa despertó un interés especial. La confluencia entre una cultura pionera respetuosa del ambiente y una fuerte necesidad de trabajos calificados, permitió avanzar en una visión regional que influyó marcadamente en la discusión de agendas públicas y privadas. Por otra parte, los costos incurridos por el transporte y la concentración de la población en núcleos relativamente aislados estimularon las tendencias ya existentes a la creación local de valor. En el período 2015- 2019, las organizaciones regionales convocaron a encuentros anuales de discusión, dando pie a numerosos proyectos y resultando en la constitución de un foro estable. Una de las principales conclusiones emergentes de este proceso fue la necesidad de fortalecer las políticas de ciencia, tecnología e innovación en todas las provincias patagónicas. Consecuentemente, temas tales como la diversificación del sector agroforestal, la obtención de nuevos cultivos, el desarrollo de la maricultura y la

prospección de biodiversidad para fines biotecnológicos, cobraron mayor prominencia en los programas de enseñanza e investigación.

### ■ REFLEXIONES Y PERSPECTIVAS

El impulso cobrado por la investigación patagónica en los últimos veinte años se refleja en el incremento del personal de investigación y en el número de instituciones científico-tecnológicas. Según datos de 2021, la dotación del CONICET radicada en la región, incluyendo investigadores, personal de apoyo y becarios, suma 1.859 personas. La Tabla VII resume la distribución de este personal en las distintas provincias. Si se considerase el personal de investigación que se desempeña en las universidades, CNEA, INTA y empresas de tecnología, este número se eleva a más de 4.000 personas.

Un factor importante que contribuyó a este proceso, y que a menudo ha sido subestimado, es la creación de estructuras de gestión para ciencia y tecnología en casi todas las provincias de la región. Su consolidación permitió canalizar las políticas nacionales, afirmar la articulación intrarregional y generar una mayor aproximación a temas de interés socio-productivo. La mayor disponibilidad de recursos, el funcionamiento activo del COFECyT y la implementación de iniciativas estratégicas contribuyeron a consolidar las capacidades territoriales y a una definición más clara de objetivos y metas.

Desmintiendo una opinión expresada con cierta frecuencia, el foco puesto en el desarrollo socio-económico no ha ido en desmedro de las disciplinas básicas. Por el contrario, las mismas se han enriquecido con nuevos desafíos y problemas y ello se ha visto reflejado en la productividad científica de la región, la

que se ha ido incrementando paulatinamente y es hoy comparable con la del resto del país. Otro aspecto valorable de estos últimos años ha sido la creación de centros conjuntos entre el CONICET y las universidades patagónicas, lo que se tradujo en mayor eficiencia en el uso de los recursos y en el reforzamiento de la investigación interdisciplinaria. Dado que la investigación patagónica involucra una alta proporción de personal joven (86% de los investigadores del CONICET revistan en las tres primeras categorías de la carrera) es lícito asumir que esta tendencia se mantendrá en el futuro.

En relación con la distribución de la investigación en las grandes áreas establecidas por el CONICET, la misma es relativamente equilibrada entre las áreas tradicionales y fuertemente deficitaria en el área de tecnología (Tabla VIII). Esta situación no difiere mucho de la puede cons-

tarse en el resto del país y refleja una tendencia histórica a fomentar prioritariamente la investigación disciplinaria. Sin embargo, siendo el desarrollo tecnológico un factor clave para el futuro de la economía, modificar esta situación tiene carácter urgente y requerirá intensos esfuerzos inter- y transdisciplinarios.

Si bien la Patagonia tiene muchas ventajas comparativas, la adquisición de mayor competitividad es un objetivo ineludible para una inserción exitosa en el mundo contemporáneo. La producción incesante de nuevos conocimientos y las fuertes tendencias hacia la digitalización y robotización de las actividades productivas requieren integrar consistentemente estas dimensiones en los planes en todos los niveles de gobierno. Los logros del Centro Atómico Bariloche y de las empresas derivadas constituyen un caso de impacto tecnológico que debería

ser exhaustivamente analizado. La existencia de ricos recursos naturales y el desarrollo alcanzado por el sistema de investigación permitirían apuntalar procesos similares en las áreas de biotecnología, energía renovable, digitalización y telecomunicación, lo que acarrearía impactos económicos extraordinarios. Las condiciones básicas para que ello ocurra son la jerarquización de las instancias provinciales de ciencia y tecnología, el fortalecimiento de las infraestructuras institucionales y la formación continua de recursos humanos calificados. Si algo es predecible en el futuro, es que el acceso a una sociedad equitativa y sostenible dependerá crecientemente de la educación de toda la población y de la disponibilidad de sólidas capacidades científicas y tecnológicas. Sobre las bases de lo construido, la Patagonia tiene amplias posibilidades de completar un camino exitoso en esta dirección.

# CUANDO CREAR UNA “IDENTIDAD NACIONAL” EN LOS TERRITORIOS PATAGÓNICOS FUE INTERÉS PRIORITARIO DEL ESTADO ARGENTINO

**Palabras clave:** Incremento – Penetración – Estatal – Patagonia – Argentina.  
**Key words:** Increasing – State – Penetration – Patagonia – Argentina.

Con el auge del pensamiento nacionalista de las décadas de 1920 y 30 comenzó a visualizarse a la Patagonia como un “área problema” que requería de la urgente intervención del Estado para completar el proceso de “argentinización”, considerado en la época extremadamente débil en lo relativo a la defensa de los intereses nacionales. El territorio estatal, por la creciente influencia del pensamiento geopolítico, se convirtió entonces en un elemento central a la hora de fijar identidades nacionales, con especial atención a las áreas fronterizas que habían funcionado por años como espacios sociales de interacción. La frontera argentino-chilena comenzó entonces a ser interpretada, y por ende incorporada por la sociedad regional, como verdadero límite entre los Estados. Consecuentemente con ello, una serie de medidas “correctivas” comenzaron a aplicarse en el caso patagónico, en directa relación con formas de penetración más efectivas del Estado nacional y en coincidencia con afirmaciones territoriales y simbólicas de una presencia que, hasta entonces, y con pocas excepciones, había sido escasamente significativa.

## ■ Susana Bandieri

Dra. en Historia, Investigadora principal del CONICET en el Instituto Patagónico de Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales –IPEHCS– (CONICET-Universidad Nacional del Comahue), Neuquén, Argentina.

E-mail: susana.bandieri@gmail.com

With the heyday of the nationalist thought in the decades of 1920s and 30s, Patagonia began to be visualized as a "problem area" that required the urgent intervention of the State to complete the "argentinization" process, considered extremely weak at the time related to the defense of national interests. The state territory, due to the growing influence of geopolitical thought, then became a central element when it came to establishing national identities, with special attention to border areas that had functioned for years as social spaces for interaction. The Argentine-Chilean border then began to be interpreted, and therefore incorporated by regional society, as a true boundary between the States. Consequently, a series of "corrective" measures began to be applied in the Patagonian case, in direct relation to more effective forms of penetration of the national State and in coincidence with territorial and symbolic affirmations of a presence that, until then, and with few exceptions, it had been barely significant.

## ■ A MANERA DE PRESENTACIÓN<sup>1</sup>

Cuando se habla de Estado nacional, concepto por demás complejo que involucra una variedad de cuestiones, comúnmente se hace referencia a uno de sus atributos más

visibles: el control de un territorio definido por fronteras, que además se entienden como límites con otros Estados nacionales.<sup>2</sup> Ahora bien, si se piensa en la historia nacional argentina y, dentro de ella, en la región patagónica, la cuestión de asegurar

los límites jurídico-administrativos aparece recién como preocupación definitiva de los gobiernos en la segunda mitad del siglo XIX, cuando las instituciones nacionales, en proceso de consolidación, decidieron extender coercitivamente sus do-



minios sobre la sociedad indígena, hasta entonces soberana de esos territorios, ampliando una “frentera interna” móvil y permeable que impedía la expansión agropecuaria que exigía la plena incorporación del país al mercado internacional.

La “nacionalización” del Estado implicó entonces el avance de las formas de ejercicio del poder sobre nuevos espacios del norte y sur del país, definidos desde entonces como Territorios Nacionales en directa alusión a la “falta de madurez” para su incorporación definitiva como provincias argentinas. A esos fines se crearon, por ley 1532 del 16 de octubre de 1884, los Territorios Nacionales de Chaco, Formosa y Misiones en el norte, la Pampa en el área central del país y, en el sur, por división de la Gobernación de la Patagonia, los de Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego, estableciendo sus superficies, límites, forma de gobierno y administración. Hasta mediados de la década de 1950, en que se convirtieron en provincias -con la sola excepción de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur que lo hizo en 1990-, los Territorios Nacionales fueron simples divisiones administrativas carentes de autonomía y absolutamente dependientes del gobierno central. En consecuencia, sus habitantes no fueron hasta mediados del siglo XX ciudadanos plenos de la nación por cuanto no participaban de las elecciones ni tenían representación alguna en el Congreso nacional.

Debe sin embargo tenerse en cuenta que, al momento de crearse los Territorios Nacionales, se fijaron sus límites desde el gobierno central sobre superficies no siempre bien conocidas y escasamente estudiadas, sin relación alguna con la reivindicación de pasados comunes de los pueblos dominados que, de

hecho, fueron marginados y excluidos del proceso, cuando no exterminados, desconociendo siglos de contactos -no exentos de conflictos- entre las poblaciones hispano-criollas y nativas. De allí entonces que cualquier estudio que pretenda eludir tales herencias comunes (Fontana, 1988:5-16), difícilmente logre una comprensión exacta de la realidad regional. En la Patagonia, como en cualquier otro espacio regional/binacional, sujetar los procesos históricos a los límites políticos de provincias y/o naciones, impuestos desde un Estado central en formación, implica altísimos riesgos comprensivos. Máxime en aquellas zonas marginales al proceso de expansión económica nacional -con fuerte centro en la producción agropecuaria destinada a la exportación por los puertos del Atlántico-, como es el caso que nos ocupa en las áreas patagónicas, lindantes con Chile a través de una cordillera permeada por numerosos pasos fronterizos.

Factores de vieja data hicieron que estas zonas, tradicionales abastecedoras de ganado al mercado del Pacífico, siguieran manteniendo sólidos contactos económicos y socio-culturales con los centros y puertos chilenos por encima de la intención de imponer límites políticos. La débil presencia institucional de ambos Estados -argentino y chileno- y la larga perdurabilidad del régimen de “cordillera libre” para el tránsito de bienes y personas (Bandieri, 2010) facilitó la supervivencia de tales relaciones, convirtiendo a la frontera en un espacio social de larga duración y funcionamiento característico. Si bien la conquista militar de los territorios indígenas actuó como primer elemento desestabilizador importante de tal funcionamiento fronterizo al imponer las formas capitalistas de producción, las tendencias mercantiles sobrevivieron, con nuevas reglas y otros actores,

hasta avanzado el siglo XX. Fueron los mismos Estados nacionales los que, al sobrevenir el derrumbe del modelo exportador con la crisis internacional de los años 1929-30 y profundizarse el modelo sustitutivo de importaciones en la segunda post-guerra, impusieron controles policiales y económicos al tránsito cordillerano, los que habrían terminado por descomponer definitivamente las relaciones descriptas (Bandieri, 2010).

Una de las consecuencias más visibles de esta persistente articulación socioeconómica se relaciona con el alto poblamiento con grupos migrantes transcordilleranos que caracterizó a las áreas fronterizas de la Patagonia, muchos de ellos mestizos e indígenas que reingresaron al territorio argentino una vez terminadas las campañas militares; otros, como producto de la expulsión de las poblaciones rurales chilenas a causa de los procesos de colonización de ese país que los excluían -favoreciendo claramente a las poblaciones de origen alemán o suizo-; de las duras condiciones laborales existentes en ese país y; siempre, de la esperanza de poder hacerse de tierras propias en la Argentina. Fue así que importantes contingentes campesinos penetraron por los pasos de Neuquén y Río Negro para establecerse allí, o para avanzar más al sur en dirección a los fértiles valles chubutenses (Finkelstein y Novella, 2005). Esto generó en las áreas andinas una ocupación mayoritaria con población de estos orígenes, condición que aparece muy claramente expuesta desde los primeros registros censales y que se extiende considerablemente en el tiempo, tal y como informan, entre otros, los inspectores de tierras fiscales.<sup>3</sup>

Las medidas arancelarias para cortar definitivamente el intercambio comercial espontáneo a través

de la cordillera de los Andes tomadas por ambos Estados –argentino y chileno- en el período 1920-1945, nos indicaron tempranamente la necesidad de aventurar una nueva periodización para los espacios patagónicos en directa alusión a las formas de penetración más efectivas del Estado nacional, vinculadas con afirmaciones territoriales y simbólicas de una presencia que, hasta entonces, y con pocas excepciones, se había mostrado como escasamente significativa.

No caben dudas de que, una vez producida la ocupación militar del espacio patagónico en la segunda mitad del siglo XIX, y aún antes, el Estado nacional hizo sentir su presencia a partir del accionar de una serie importante de “agentes civilizadores” portadores de la modernidad, como militares, científicos, técnicos y religiosos, entre otros. Luego, una vez creados los Territorios Nacionales, una estructura administrativa fuertemente centralizada acentuó la dependencia política y la intervención jurídica sobre sus habitantes. Sin embargo, en términos sociales, las carencias de todo tipo en materia de infraestructura en transportes y comunicaciones, la escasez de escuelas y maestros, la falta de dependencias nacionales de control en muchos de los aspectos de la cotidianeidad territorial, permitieron ciertas dosis de independencia y la reproducción de funcionamientos relictuales, tal y como fueron los contactos económicos y socio-culturales con el vecino territorio de Chile.

Como parte del incipiente proceso de efectivización de la soberanía en las nuevas tierras, pareció ser relevante dotar a la sociedad regional de elementos que permitiesen afirmar su identidad nacional. Fueron frecuentes entonces las referencias a la necesidad de “argentinar” a la

población. Esto quiere decir, dotar al medio social de referencias ideológicas que le hicieran sentirse parte de una comunidad nacional pensada como culturalmente homogénea. Pero este proceso no fue rápido ni sencillo en la Patagonia, sobre todo en las zonas fronterizas donde la población india, chilena y mestiza era dominante, particularmente en las áreas rurales, y significativamente mayoritaria.

Como es sabido, la escuela pública tuvo, en el ámbito nacional, una importancia crucial en el proceso de creación de una identidad colectiva consustanciada con el modelo de nación que la generación de 1880 pretendía imponer. La ley 1420 de educación laica, gratuita y obligatoria, sancionada en 1884, era el instrumento idóneo para asegurar el control estatal del aparato educativo en la escuela primaria. La formación de los maestros, el uso de guardapolvos blancos y de libros comunes de lectura, así como los planes de enseñanza nacionales, fueron parte del mismo proceso. La enseñanza de una geografía orientada a resaltar los límites territoriales y de una historia también encerrada en esos mismos límites, con héroes destacados y fechas que se identificaban con el nacimiento definitivo de la nación –como el 25 de mayo-, se impusieron en las escuelas públicas nacionales (Romero 2004). Las mismas intenciones estuvieron presentes en la Patagonia, al menos en el discurso oficial. Pero, en la práctica, la realidad fue muy diferente. Aunque los difíciles momentos que se vivieron sobre fines del siglo XIX, cuando los conflictos limítrofes con Chile hacían pensar en una guerra inminente, afirmaron la “cuestión nacional”, provocando entre otras cosas el retorno circunstancial de la población chilena a su país, el tema tendía a diluirse a medida que las hipótesis de conflicto también lo ha-

cían. Tampoco el discurso poblador de la frontera, que implicaba la instalación de colonos como forma de radicar soberanía, fue efectivo en la práctica, tal y como muestra el proceso de distribución de la tierra pública en grandes superficies y pocas manos (Bandieri, 2005).

Permanentes referencias documentales y periodísticas dan cuenta de la precariedad en que se desenvolvía el sistema educativo, sin duda el más efectivo a la hora de pretender “argentinar” a los territorios. La carencia de escuelas, la escasez de maestros, los salarios insuficientes y una permanente situación de indefensión presupuestaria se reflejaban permanentemente en la realidad patagónica (Teobaldo, 2000). Exactamente lo mismo ocurría con el sistema de salud. Los reclamos de la población y de las propias autoridades locales eran constantes y no hacían más que reflejar una realidad generalizada. Aun cuando la liturgia estatal intentaba penetrar, y de hecho lo hacía, especialmente en la celebración de las fiestas patrias, que trascendían el espacio escolar y convocaban a amplios sectores de la comunidad en cada una de las localidades patagónicas, debe necesariamente relativizarse la efectividad de estos esfuerzos de reproducción del modelo argentinizador nacional por cuanto, simultáneamente, se festejaban otras fechas patrias como las chilenas –18 de septiembre- o la llegada de los galeses al Chubut –28 de julio- (Baeza 2003a).

Puede asegurarse que los cambios internacionales, nacionales y, sobre todo, regionales que trajo aparejados el avance del siglo XX –donde las huelgas de los obreros rurales patagónicos de los años 1921-22 no son un dato menor-, unidos a la ideología nacionalista que paulatinamente se fue instalando en los grupos de poder (Bertoni, 2001)

motivaron, en las décadas de 1920, 30 y 40, crecientes medidas de intervención estatal en ámbitos que hasta entonces habían permanecido relativamente descuidados.

Recuérdese que la policía y la justicia, sobre todo los jueces de paz, eran los precarios instrumentos disponibles del orden estatal en los Territorios Nacionales en sus primeros años. Hasta la década de 1920, cuando como consecuencia de las huelgas de los trabajadores rurales en las estancias patagónicas se reorganizaron las fuerzas policiales para otorgarles mayor profesionalismo, los controles fueron escasamente efectivos. Máxime si se tiene en cuenta que la mayoría de los cuerpos de seguridad estaban conformados por individuos de la misma extracción social que aquellos que se quería controlar, muchas veces incluso de nacionalidad chilena dada la abrumadora cantidad de población de ese origen que poblaba la Patagonia.

Las fronteras del sur fueron identificadas entonces como foco de penetración de una serie importante de enemigos, desde los “insurgentes rojos” hasta los “conspiradores chilenos” que pretendían ocupar el territorio. La “argentinización” de sus habitantes se convirtió entonces en preocupación central de los gobiernos. El incremento de la presencia de filiales de la Liga Patriótica Argentina aún en pequeñas localidades de la Patagonia desde la misma década de 1920, así lo atestigua.<sup>4</sup>

La construcción de infraestructura en caminos y comunicaciones mediante el accionar de la Dirección Nacional de Vialidad, creada en 1932,<sup>5</sup> la edificación de puentes, la conclusión de líneas férreas, la creación de escuelas y otros organismos nacionales con intervención directa en la región, fue la respuesta

a estos “peligros” que amenazaban no sólo a la cultura, sino también, y especialmente, al territorio nacional. En ese mismo sentido, se incrementó la explotación de los recursos petroleros, gasíferos y carboníferos bajo el control del Estado nacional –YPF y YCF– (Cabral Marques y Crespo, 2006) y se establecieron dependencias militares en los espacios más estratégicos a los efectos de proteger la vulnerabilidad de la soberanía nacional que se suponía amenazada desde diversos frentes.<sup>6</sup>

La creación de escuelas de frontera y la generalización de rituales escolares también se intensificó en la década de 1930, cuando la necesidad de crear una “identidad nacional” en los territorios patagónicos fue declarada de interés prioritario por el Estado nacional. Estas escuelas, creadas en espacios rurales fronterizos, mayoritariamente ocupados por indígenas y pobladores de origen chileno –considerados como “población problema”–, eran entendidas, en tanto divulgadoras del discurso patriótico nacional, como las herramientas más importantes para la construcción de un ideal colectivo de nación. (Baeza, 2003b; Mecozzi, Carey y Lusetti, 2011:51-124). Destaca un documento del Consejo Nacional de Educación de 1930, *“la imprescindible tarea de argentinizar cada vez más a la Patagonia, de inculcar constantemente la enseñanza patriótica y nacionalista, de infundir en las escuelas y en los vecindarios el culto a nuestros héroes y símbolos, el amor a la libertad y veneración a nuestras instituciones”*.<sup>7</sup>

De esa manera, una liturgia estatal plagada de simbolismos iba penetrando en la sociedad regional y los espacios patagónicos cambiaban su fisonomía a medida que se “argentinizaban” y se identificaban más plenamente con los ideales identitarios de homogeneización nacional,

en tanto que paralelamente crecía el prejuicio anti chileno. Otro tanto, pero a la inversa, ocurría en Chile, y poco a poco se cortaban los antiguos vínculos históricos impuestos por la anterior necesidad de subsistir. El proceso de transformación y modernización refundacional se puso en marcha en el intento de cortar definitivamente con la imagen del “desierto” patagónico, incorporando irreversiblemente a la nación a un espacio regional que hasta aquel momento había seguido siendo periférico. Recién entonces, en la segunda mitad de la década de 1950, cuando tales vínculos se suponían cortados, se resolvió el largo y conflictivo problema de la conversión de los Territorios Nacionales en provincias y de sus habitantes en ciudadanos plenos de la nación.

#### ■ SAN CARLOS DE BARILOCHE: UN EJEMPLO DE LA EXPERIENCIA “ARGENTINIZADORA”

En el mes de mayo del año 1934 concluyó la línea ferroviaria que unía el puerto de San Antonio con la localidad rionegrina de San Carlos de Bariloche, iniciada en 1910, pero no ya como parte de un proyecto integrador de la Patagonia, como había sido el del Ministro de Obras Públicas Ezequiel Ramos Mexía en esos años (Bandieri, 2009), sino al servicio de un modelo de desarrollo turístico internacional manejado centralmente por el Estado nacional.

Cabe recordar que en el año 1903 se había producido la donación de tierras del Perito Moreno para la instalación de una reserva natural en la zona andina, aunque la creación definitiva del inicialmente llamado “Parque Nacional del Sur” se demoraría hasta el año 1922. Pese a las restricciones que la medida implicaba para la preservación de los recursos naturales –prohibición de la tala de árboles y su ex-

plotación industrial y de la matanza de animales, entre otras-, sus efectos en la práctica no empezarán a evidenciarse hasta la creación de la Dirección de Parques Nacionales en 1934, cuando se formalizó la existencia del Parque Nacional Nahuel Huapi en los entonces territorios nacionales de Río Negro y Neuquén.

El primer Director de Parques Nacionales fue Exequiel Bustillo, quien inauguró una nueva época cambiando definitivamente el perfil de la localidad y transformado a San Carlos de Bariloche de una aldea agro-pastoril vinculada al comercio con Chile en un centro turístico internacional (Méndez, 2010). Menos de una década después, en 1940, la llegada de turistas a Bariloche había aumentado de 600 a 4.000 personas. Esto también guarda directa relación con el interés de las

administraciones políticas de la época por fortalecer su presencia en los ámbitos fronterizos. Para ello se dotó a la nueva ciudad de la infraestructura necesaria, construyéndose los edificios característicos que aún hoy conserva, como el Centro Cívico y el hotel Llao Llao, que la asemejaron rápidamente a una aldea suiza.

Los cambios en la urbanización de Bariloche, bajo el diseño del arquitecto Alejandro Bustillo, hermano del anterior, se acompañaron con una dotación importante de servicios (agua corriente, pavimento, cloacas, etc.) y una amplia red de caminos dentro del área del Parque Nacional. El Automóvil Club Argentino, el hospital regional, el Banco de la Nación Argentina, la avenida costanera y la catedral, concluida en 1947, todos con idéntico estilo arquitectónico, fueron parte del mis-

mo proceso de modernización, con el acuerdo de las autoridades municipales que también se favorecieron con los cambios. Sin duda que estas importantes obras demandaron ingentes esfuerzos presupuestarios que la Nación estuvo dispuesta a hacer, en parte por las conexiones personales de Bustillo con las administraciones conservadoras de la década de 1930, pero mayormente por el interés, ya señalado, de consolidar la jurisdicción argentina en las áreas fronterizas de la Patagonia, cuestión que se profundizó con el golpe militar de junio de 1943, que marcó el fin de la era Bustillo, cambiando el perfil elitista de Bariloche por un turismo de carácter más popular, pero su definitiva orientación hacia los centros argentinos ya estaba consolidada. El proceso "argentinizador" había dado sus frutos.



**Figura 1:** Centro Cívico San Carlos de Bariloche

[https://www.rionegro.com.ar/la-arquitectura-patrimonial-regional-BGRN\\_863121/](https://www.rionegro.com.ar/la-arquitectura-patrimonial-regional-BGRN_863121/)



## ■ BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Baeza B. (2003a) Las prácticas sociales de conmemoración en el espacio fronterizo de la Patagonia Austral: las fiestas aniversarios de localidades. *Revista Espacios*. IX (26). Río Gallegos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
- Baeza B. (2003b) Las prácticas sociales de conmemoración en el Departamento Tehuelches. Los actos cívicos en la época territorial. En Baeza B. y Cabral Marques D. (comp.) *Resistir en la frontera. Memoria y desafíos de la sociedad de Gobernador Costa y el Departamento Tehuelches*, Comodoro Rivadavia, Municipalidad de Gobernador Costa y Subsecretaría de Cultura de la Provincia de Chubut.
- Bandieri S. (2005) Del discurso poblador a la praxis latifundista: La distribución de la tierra pública en la Patagonia. *Mundo Agrario. Revista de Estudios Rurales*, 6 (11), CEHR-Universidad Nacional de La Plata (<https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/issue/view/v06n11>)
- Bandieri S. (2009) Pensar una Patagonia con dos océanos. El proyecto de desarrollo de Ezequiel Ramos Mejía. *Quinto Sol* 13, Santa Rosa, Universidad Nacional de La Pampa, 47-72 (<https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/quintosol/issue/archive>)
- Bandieri S. (2010) Del Pacífico al Atlántico: políticas de Estado y reorientación mercantil de la ganadería patagónica. En *Cuadernos de Historia* 32, Departamento de Ciencias Históricas, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad de Chile, 55-76.
- Bandieri S. (2011) [2005; 2009] *Historia de la Patagonia*. Buenos Aires, Sudamericana.
- Bandieri S. (2013) Cuando las fronteras fueron límites: el incremento de la penetración estatal en la Patagonia argentina. Ponencia presentada en el "II Taller Binacional Argentino-Chileno. Araucanía-Norpatagonia: cultura y espacio", reproducida en Nicoletti M. A. y Núñez P. (comp.) *Araucanía-Norpatagonia: la territorialidad en debate. Perspectivas ambientales, culturales, sociales, políticas y económicas*, San Carlos de Bariloche, IIDPCA (CONICET-Universidad Nacional de Río Negro), 137-148.
- Bandieri S. (2018) 'Argentinizar a los patagónicos': la preocupación del Estado argentino por generar una identidad nacional en la Patagonia. Conferencia publicada en Hammerschmidt C. y Pollastri L. (Eds). *Patagonia plural. Identidades híbridas e intersecciones epistemológicas en una región transfronteriza*. London-Deutschland, INOLAS Publishers LTD, 31-44.
- Bertoni L. A. (2001) *Patriotas, cosmopolitas y nacionalistas. La construcción de la nacionalidad argentina a fines del siglo XIX*. Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.
- Cabral Marques, D. y Crespo, E. (2006) Entre el petróleo y el carbón: Empresas estatales, trabajadores e identidades sociolaborales en la Patagonia Austral (1907-1976). En Bandieri S., Blanco G. y Varela G. (dir.) *Hecho en Patagonia. La historia en perspectiva regional*, Neuquén, EDUCO -Editorial Universitaria UNCo-
- Chesneaux, J. (1972) La inserción de la historia en el espacio: la geopolítica. En Chesneaux J. *¿Hacemos tabla rasa del pasado?* México, Siglo XXI, 180-191.
- Finkelstein, D. y Novella, M. M. (2005) [2001] Frontera y circuitos económicos en el área occidental de Río Negro y Chubut. En Bandieri S. (coord.) *Cruzando la cordillera... La frontera argentino-chilena como espacio social*. Neuquén, EDUCO -Editorial Universitaria, Universidad Nacional del Comahue-.
- Fontana, J. (1998) Estado, Nación e Identidad. En *Travesía 1*, Universidad Nacional de Tucumán, 5-16.
- McGee Deutsch S. (2003) *Contrarrevolución en la Argentina, 1900-1932. La Liga Patriótica Argentina*, Universidad Nacional de Quilmes.
- Meccozzi M. C., Carey A. y Lusetti, L. (2011) El intento por modelar argentinos. Escuelas, maestros, conmemoraciones y festejos en el Oeste del Territorio de Río Negro (1910-1945). En Méndez L. (dir.) *Historias en movimiento. Cuerpo, educación y tiempo libre en la Norpatagonia 1884-1945*, Rosario, Prohistoria Ediciones.
- Méndez L. (2010) *Estado, frontera y turismo. Historia de San Carlos de Bariloche*. Buenos Aires, Prometeo Libros.
- Romero L. A. (coord.) (2004) *La Argentina en la escuela. La idea de nación en los textos escolares*, Buenos Aires, Siglo XXI.
- Ruffini M. (2005) Gestando ciudadanía en la cordillera: Participación y representación política en la

región andina rionegrina (1920-1945). En Rey H. D. (comp.) *La Cordillera Rionegrina. Economía, Estado y Sociedad en la primera mitad del s. XX*. Viedma, Río Negro, Editorial 2010/Bicentenario.

Teobaldo M. (dir.) (2000) *Sobre maestros y escuelas. Una mirada a la Educación desde la Historia. Neuquén, 1884-1957*. Rosario, Arca Sur Ediciones.

## ■ NOTAS

1 Este tema ha sido desarrollado por la autora en otras oportunidades: presentado como ponencia en el *II Taller Binacional Argentino-Chileno. Araucanía-Norpatagonia: cultura y espacio*, realizado en San Carlos de Bariloche (Bandieri, 2013) y reproducido como conferencia en otra versión por la Universidad de Jena, Alemania (Bandieri, 2018).

2 Seguimos en este punto a Jean Chesneaux, quien diferencia a la *frontera-zona* como área de aproximación y contactos económicos, sociales y culturales, de la *frontera-línea*, forma tradicional de tratar a la frontera en el sentido de un límite que demarca un territorio y divide poblaciones (Chesneaux, 1972:180-191).

3 En una inspección correspondiente a la Sección C de la Zona Andina -área sudoeste de Neuquén-, realizado a comienzos de 1920, se observan claramente las características de esta "sociedad de frontera": sobre 994 pobladores, 179 son argentinos, 323 chilenos, 470 indígenas y un pequeño número repartido entre nacionalidades diversas. Dentro de la población argentina, caracterizada como "criolla", figuraban mayoritariamente los hijos de chilenos nacidos en Neuquén. (Dirección General de Tierras, Territorio del Neuquén, Sección C Zona Andina y Asuntos Varios, Tomo IX, 1920, Expte. Nº 182-T-1922, fs. 50-51).

4 La revolución rusa y los importantes conflictos sociales y políticos de la posguerra en Europa, generaron un fuerte temor al llamado "peligro rojo" -avance del comunismo- y a la alteración del "orden social" existente. Ello motivó en 1919 el surgimiento de grupos parapoliciales, como la Liga Patriótica Argentina, que actuaron represivamente en huelgas y movimientos de sectores trabajadores y contra otros grupos sociales de origen extranjero (McGee Deutsch 2003:19-42). Las brigadas de la Liga Patriótica se generalizaron en toda la región a partir de 1920, llegando a contabilizarse un número de 75 en los años 1921 y

22, ubicadas en los distintos pueblos de la región (Ruffini, 2005:22).

5 La red de rutas y caminos terrestres construida por el Estado, unida al auge de la industria automotriz mundial, permitió afianzar la integración del territorio nacional. La ruta 3, que recorría la costa atlántica, y la 40, que bordeaba la cordillera sirvieron, en el caso de la Patagonia, para fortalecer la circulación regional de bienes y personas.

6 Una importantes serie de regimientos militares se instalaron en Covunco y Zapala, en Neuquén, y en el área petrolera de Chubut y Santa Cruz, creándose además la VIª División del Ejército con jurisdicción sobre los territorios patagónicos, cuyo comando se trasladó desde Bahía Blanca a Neuquén en 1940. Como fuerza encargada de la vigilancia fronteriza se conformó Gendarmería Nacional en 1938, en tanto que años después, en 1944, se concretaba la creación de la Gobernación Militar de Comodoro Rivadavia

7 *El Monitor de Educación*, Buenos Aires, 1930:132 (cit. en Mecozzi, Carey y Lusetti, 2011:62).

# ¿QUÉ HACE INVAP EN LA PATAGONIA?

**Palabras clave:** INVAP, Tecnología Nuclear, Satélites, Radar, Medicina Nuclear.  
**Key words:** INVAP, Nuclear Technology, Satellites, Radar, Nuclear Medicine.

Esta nota arranca con la siguiente pregunta: ¿Por qué el INVAP en San Carlos de Bariloche? La idea que luego daría origen a INVAP nace del grupo de Física Aplicada que surgió dentro del Centro Atómico Bariloche. La idea que surgió y maduró en este grupo de Física Aplicada era simple: hacer del conocimiento una herramienta para el desarrollo productivo de Argentina. Se describen todas las múltiples actividades del INVAP para las cuales la Patagonia, tanto en su territorio continental como en su enorme plataforma oceánica, tiene un altísimo potencial como campo de aplicación de proyectos tecnológicos productivos que contribuyan al desarrollo.

This article starts with a question: Why the INVAP is located in San Carlos de Bariloche (Patagonia)?. The original idea giving raise to INVAP is born within the Applied Physics group of the Atomic Center of Bariloche. Within this group the initiative and maturation of the project was simple: to use knowledge to build a tool for a productive development in Argentina. All the multiple activities of INVAP are described, pointing that Patagonia Region has a high potential in the field of production technological projects implementation.

## Vicente Campenni

Gerente General y CEO principal de INVAP

Contacto: [www.invap.com.ar](http://www.invap.com.ar)

Hace un tiempo una persona me hizo la siguiente pregunta: ¿qué hace INVAP en la Patagonia? Por un momento me surgió la duda de si su curiosidad se enfocaba en los objetivos de INVAP o en el motivo del nacimiento de una empresa de tecnología como INVAP en la región patagónica. Durante el desarrollo de mi respuesta me di cuenta de que ambas cuestiones estaban fuertemente vinculadas.

Para poder expresar lo que es INVAP como empresa, cuáles son sus objetivos, qué es lo que hacemos, resulta necesario hablar de sus orígenes y, por ende, de las razones de su localización. Por lo tanto, arranquemos con la siguiente pregunta: ¿Por qué en San Carlos de Bariloche?

La idea que luego daría origen a INVAP nace del grupo de Física Aplicada que surgió dentro del Centro Atómico Bariloche, dirigido por el Dr. Conrado Varotto a principios de los 70.

Ahora bien, es necesario tener en cuenta que en la propia creación del Centro Atómico Bariloche, en el Instituto Balseiro y en todo el desarrollo



**Figura 1.** Los inicios de INVAP la habitación 4 del pabellón 6 del CAB.

nuclear de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) existía un grupo de personas que exaltaba la iniciativa, la audacia, el “sí se puede”. Eran tiempos en los que Jorge Sábato ya hablaba de innovación y de la relación entre tecnología y la política económica, tanto a nivel país, como a nivel regional.

**La idea que surge y madura en este grupo de Física Aplicada era simple: hacer del conocimiento una herramienta para el desarrollo productivo de nuestro país.** Hoy esta idea parece una obviedad, es más, ya nos referimos con naturalidad a la Economía del Conocimiento, pero estamos hablando de medio siglo atrás.

El concepto se basaba en generar un instrumento que sirva como puente entre las distintas entidades de generación del conocimiento (academia, institutos, centros de investigación, organismos) y su aplicación en proyectos productivos.

Hablar de proyectos productivos implicaba una serie de conceptos inusuales para un grupo de investigación.

Implicaba e implica hablar de un cliente. Alguien que tiene la necesidad de producir algo en busca de un beneficio, ya sea comercial, social o estratégico. Alguien que define sus requerimientos como datos de entrada para definir un proyecto. Alguien que espera que el proyecto se ejecute en un plazo definido. Alguien que está dispuesto a pagar un precio por la ejecución del mismo.

También implica hablar de una organización con capacidad de gestión, no solo tecnológica sino también comercial, financiera, de recursos humanos, etc.

**En definitiva, implica hablar de una organización que vive de lo que produce.**

La maduración de esta idea llevó a la convicción de la necesidad de crear una empresa independiente y autárquica, que genere ingresos provenientes de desarrollos de proyectos tecnológicos complejos, como soluciones a problemas reales de la industria y la ingeniería aplicada.

Así nace INVAP en 1976, una empresa Sociedad del Estado con la

participación de la Provincia de Río Negro y la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Claramente, los primeros proyectos estaban dentro de la órbita del conocimiento del área nuclear, con un fuerte componente estratégico como fue el proyecto de la planta de enriquecimiento de uranio en Pilcaniyeu.

Pero esta idea de hacer del conocimiento una herramienta para el desarrollo de nuestro país no se sostiene sin decisiones políticas. En 1978 la CNEA crea la carrera de Ingeniería Nuclear en el Instituto Balseiro y contrata a INVAP para construir conjuntamente un reactor de investigación y entrenamiento, el RA-6, en lugar de comprarlo a un proveedor externo. Los años demostraron que esta fue una decisión estratégica.

A principios de los 90 y luego de una fuerte reducción del presupuesto asociado al plan nuclear se produce una importante crisis financiera que obligó a una reestructuración de INVAP. En la búsqueda de la mitigación a esta crisis se comienza



**Figura 2.** Sede Central de INVAP SC. de Bariloche.



a consolidar el perfil actual de la empresa a través de la exportación y la diversificación de las áreas tecnológicas.

INVAP ya tenía experiencia en proyectos de exportación, principalmente con el reactor de investigación NUR en Argelia que se desarrolló en el marco de un acuerdo país y cuya puesta en marcha se realizó en 1989.

Con ese logro como respaldo, INVAP sale a competir en el mercado internacional con las grandes empresas del área, ganando licitaciones como la de Egipto y Australia, consolidándose como exportador de reactores nucleares de investigación.

También a principios de los 90 se crea la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) que, con la colaboración de la agencia espacial norteamericana (NASA), lanza la serie SAC, un programa de satélites nacionales de aplicación científica. En esta oportunidad, INVAP es elegida como contratista principal por su experiencia en la implementación de proyectos complejos desarrollada inicialmente en el área nuclear.

Este salto de área tecnológica se vuelve a repetir una década más tarde cuando se crea el proyecto de radarización nacional. Aquí nuevamente es clave la decisión política de diseñar y producir en el país productos adaptados a nuestras necesidades, en lugar de comprarlos en el exterior.

## ■ ENTONCES... ¿QUÉ HACE INVAP?

INVAP es una empresa que desarrolla y gestiona proyectos tecnológicos complejos productivos, con una particular atención en satisfacer los requerimientos del cliente. Su

Sede Central está en Bariloche pero hoy tiene oficinas en distintos lugares del país y del mundo.

También podemos decir que INVAP procura ocupar un lugar en la cadena de valor de la economía del conocimiento, dinamizando la relación entre organismos generadores de conocimiento y las necesidades productivas del país.

A su vez, podemos decir que INVAP, como empresa del Estado, busca aportar al desarrollo económico de nuestro país, generando empleo genuino no solo para su personal sino también en la cadena de valor que movilizan sus proyectos, reduciendo la salida de divisas y exportando proyectos de alto valor agregado.

A través de su historia INVAP fue consolidando un modelo de negocio que podemos resumir en:

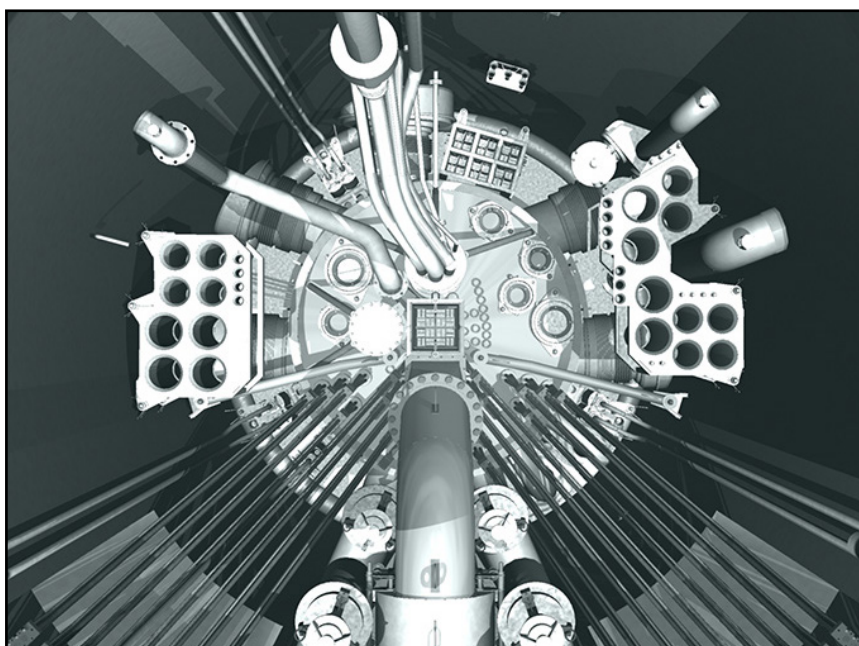
**Satisfacer las necesidades a nivel nacional para el desarrollo y la gestión de proyectos tecnológicos complejos, empleando capacidades**

**des locales y soluciones adaptadas a las características específicas de nuestra región y cultura, y hacerlo de manera competitiva, para luego capitalizar las capacidades adquiridas en la exportación de proyectos similares.**

Para poner esto en dimensión podemos decir que durante los últimos 10 años INVAP desarrolló proyectos por cerca de 2000 millones de dólares, de los cuales un 20% corresponden a proyectos de exportación. En lo que respecta a los proyectos nacionales, la alternativa de ejecución de estos sería la importación lo que implica un monto similar de salida de divisas.

La empresa emplea hoy a más de 1300 personas y el valor agregado nacional de todos sus proyectos es superior al 80%, y se divide casi en partes iguales en trabajos realizados dentro de INVAP y trabajos efectuados por proveedores nacionales.

Actualmente bajo este modelo se están desarrollando cuatro áreas de negocios.

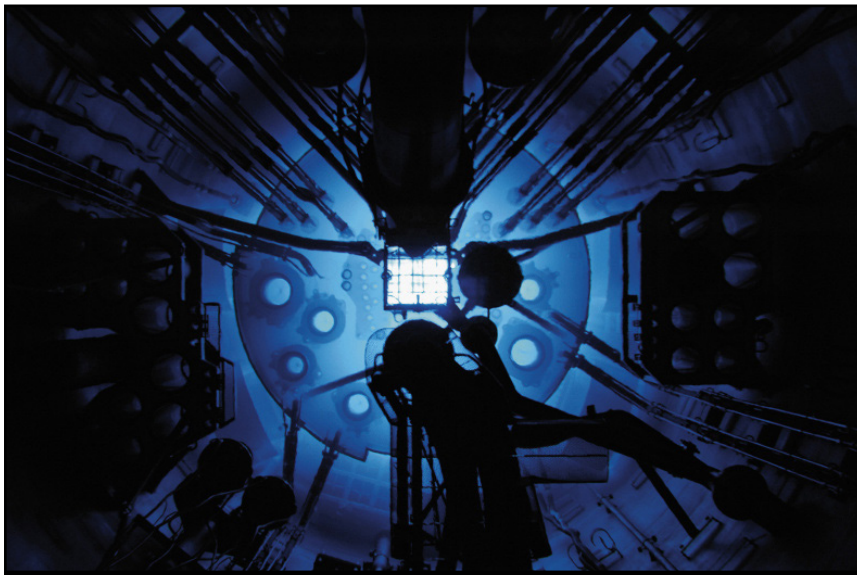


**Figura 3.** Render tanque reflector Reactor Pallas - INVAP.

## ■ ÁREA NUCLEAR

INVAP es reconocida en el mundo por su tecnología nuclear y hoy forma parte del grupo líder en la construcción de reactores nucleares utilizados para investigación científico-tecnológica, producción de radioisótopos de aplicación en salud e instalaciones nucleares de alta complejidad.

Actualmente, INVAP está trabajando en el desarrollo de la ingeniería de los reactores PALLAS (Holanda) y RMB (Brasil). El primero, será destinado a la producción de radioisótopos, mientras que el segundo, es un reactor multipropósito, destinado tanto a la investigación, como a la producción de radioisótopos.



**Figura 4.** Tanque reflector Reactor OPAL Australia - INVAP.

Dentro de Argentina, junto con la Comisión Nacional de Energía Atómica, se está llevando a cabo la construcción del reactor multipropósito argentino, RA-10.

## ■ ÁREA SATELITAL

Con ocho satélites diseñados, contruidos y puestos en órbita, la compañía se ha ganado un lugar de privilegio en el escenario internacional de la tecnología satelital y hoy es la única empresa latinoamericana con capacidad de generar proyectos satelitales completos, desde el concepto de la misión hasta la puesta en órbita del satélite y su operación, exceptuando el lanzamiento.

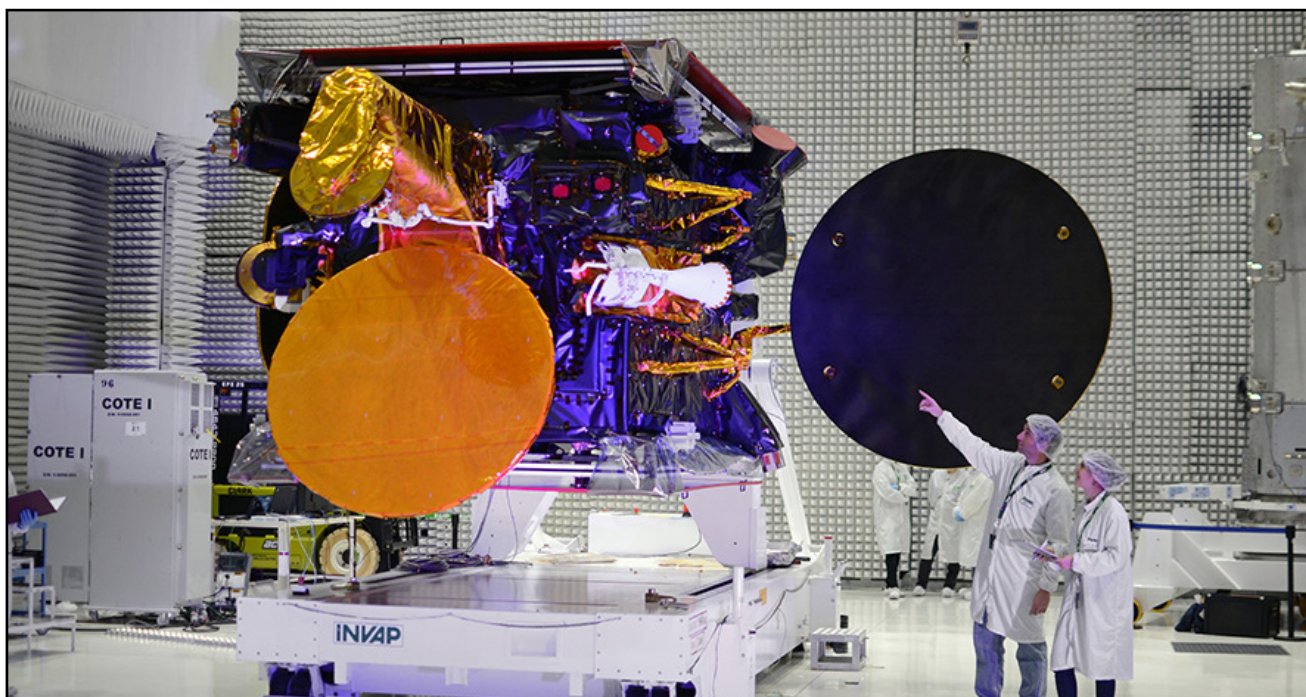
En el ámbito del desarrollo de satélites de observación de la tierra, la empresa tuvo su hito más reciente con el lanzamiento del satélite de observación de la Tierra SAOCOM 1B el 30 de agosto de 2020.

Asimismo, INVAP está trabajando en la misión SABIA-Mar (Satélite Argentino Brasileiro para Información del Ambiente Marino), proyec-



**Figura 5.** Satélite SAOCOM 1A - INVAP.





**Figura 6.** Satélite ARSAT 2 - INVAP.

to que es llevado adelante a través de las agencias espaciales CONAE y Agencia Espacial Brasileña (AEB) respectivamente, con la participación de diversas empresas e instituciones de ambos países.

En el ámbito del desarrollo de los satélites geoestacionarios, INVAP asociada con la empresa Turkish Aerospace está desarrollando una nueva serie de satélites para ingresar en forma competitiva en el mercado internacional de los satélites para telecomunicaciones de bajo peso y alto rendimiento.

También se encuentra trabajando junto con la empresa nacional de telecomunicaciones ARSAT SA en la definición del tercer satélite de su flota, el ARSAT Segunda Generación 1, o ARSAT-SG1

## ■ ÁREA DEFENSA, SEGURIDAD Y AMBIENTE

INVAP trabaja en equipo con gobiernos y actores privados para

aportar tecnologías innovadoras en los ámbitos de Defensa, Seguridad y Ambiente.

En el ámbito de la Defensa, recientemente se firmó el contrato para la provisión de radares RPA-200F, la última generación de radares 3D de vigilancia y control aéreo, que complementarán a los radares RPA-240T ya fabricados por INVAP.

Junto con la Empresa Argentina de Navegación Aérea (EANA) se está definiendo la provisión y modernización para mejorar el sistema de radarización y control del tránsito aéreo de nuestro país.

En el área de Ambiente y en el marco del Sistema Nacional de Radares Meteorológicos, INVAP ha diseñado y provisto para la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica



**Figura 7.** Radar RPA-170M - INVAP.



## ■ ÁREA DE SISTEMAS MÉDICOS

INVAP desarrolla proyectos de Centros de Medicina Nuclear de alta complejidad tanto con clientes nacionales como internacionales.

En Argentina, INVAP desarrolla para la CNEA, Centros de Medicina Nuclear con áreas de tratamiento oncológico con radiaciones mediante Aceleradores Lineales de uso Clínico y equipos de Braquiterapia de alta tasa de dosis.

A su vez, está en construcción en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, un Centro de Protonterapia con facilidades únicas en Latinoamérica para el tratamiento de cáncer con protones.

En Bolivia, actualmente se encuentra en ejecución un contrato para la provisión llave en mano de tres Centros de Medicina Nuclear. El convenio, a su vez, incluye la capacitación de profesionales bolivianos a través de centros académicos de CNEA.

de Nación un sistema integrado de once radares meteorológicos y sus centros de operaciones. Entre los nuevos desarrollos, se destaca un sistema de uso dual basado en un helicóptero no tripulado de alas rotativas, denominado RUAS-160, un sistema

versátil a ser utilizado en actividades de seguridad, defensa, aplicación hipersselectiva de fitosanitarios para el agro, explotación petrolera y de gas, para apoyo ante emergencias, entre otras actividades.



**Figura 8.** Radar RMA-C320 - INVAP.



**Figura 9.** Instituto de Medicina Nuclear y Tratamiento del Cáncer El Alto, Bolivia - INVAP.



## ■¿Y QUÉ PODEMOS DECIR DEL FUTURO?

---

Cuando de la cuna del conocimiento nuclear, se creó INVAP para hacer de la tecnología una herramienta del desarrollo del país, es natural que los fundadores tuvieran la visión del desarrollo comercial en el área de reactores nucleares o en el área de la medicina nuclear, pero no podían imaginarse en esos momentos que se sumarían los desarrollos de satélites y radares.

Esto nos lleva a otra pregunta, ¿cuáles serían las posibles áreas tec-

nológicas, o los nuevos proyectos, donde aplicar este modelo de desarrollo?

Hoy solo podemos especular al respecto, basado en los nuevos espacios tecnológicos que se están desarrollando y las necesidades que surgen de la búsqueda de una sociedad más justa, sustentable y desarrollada económicamente.

Así podemos hablar del área de energía ambientalmente amigable como el hidrógeno verde o la energía nuclear o los sistemas de almacenamiento masivos de energía que

combinados con las energías renovables permiten un uso eficiente de estos recursos.

O podemos hablar de la explotación sustentable de los recursos que existen en la plataforma continental.

En todos los casos mencionados la Patagonia, tanto en su territorio continental como en su enorme plataforma oceánica, tiene un altísimo potencial como campo de aplicación de proyectos tecnológicos productivos que contribuyan al desarrollo de nuestro país.

# IDEAS PARA UN PROYECTO OCEÁNICO NACIONAL

**Palabras clave:** Plataforma continental argentina, proyecto oceánico, mar argentino.

**Key words:** Argentina Continental Platform, Ocean project, Argentina Sea.

Argentina posee una gran riqueza en su plataforma continental (y más allá de ella) que está prácticamente inexplorada e inexplorada. El Proyecto Oceánico Nacional que se propone en este documento tiene objetivos científicos, tecnológicos, económicos y sociales y aspira a que la contribución de la Argentina en el conocimiento del Mar alcance relevancia internacional.

■ **Mario A.J. Mariscotti**

Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Tomografía de Hormigón Armado S.A.

E-mail: mariscotti@thasa.com

Argentina has considerable wealth in its continental shelf (and beyond) which is largely unexplored and unexploited. The National Oceanic Project proposed in this document has scientific and technological, as well as economic and social goals. The scientific objective is to achieve international relevance in the global knowledge of the Sea.

## ■ INTRODUCCIÓN

En agosto de 2012 Héctor Otheguy (Gerente General de INVAP) y Juan José Gil Gerbino me propusieron que desarrollara una idea que había sido publicada años antes: que Argentina acometiera un gran proyecto científico-tecnológico referido al Mar Argentino.<sup>1</sup> Ese artículo había sido inspirado en el convencimiento de que, más allá del fortalecimiento de la actividad de CyT en el país, un proyecto científico-tecnológico de envergadura puede generar demandas tecnológicas que impulsen a la industria argentina a asumir compromisos de alto valor agregado y, a la vez, ponga a prueba, y ayude a incrementar, la capacidad del país para llevar a cabo proyectos ambiciosos que podrían ser puntales de su futuro desarrollo.

La tarea insumió un poco más de un año. Entrevisté a un número de investigadores que me brindaron su tiempo y conocimientos con estimulante interés y entusiasmo<sup>2</sup>. El documento final lleva el nombre de Proyecto Oceánico Nacional (PON), y fue editado por INVAP en 2014. (Ver detalles en Mariscotti<sup>3</sup>).

La mayor dificultad a lo largo del camino fue identificar unas pocas grandes metas en términos de resultados medibles, un atributo esencial de cualquier proyecto. Este trabajo alcanza a definir 3 metas y un camino para la primera de ellas. La definición del camino para las otras dos requiere mayor aporte de especialistas.

Este escrito responde a un pedido de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias de hacer una reseña del trabajo de 2014, por lo que indicamos a continuación sus aspectos principales.

## ■ LA VISIÓN DEL PROYECTO

El PON debiera ser suficientemente ambicioso como para:

- Destacarse a nivel mundial por el alcance y originalidad de sus objetivos científicos-tecnológicos.
- Demandar del sector productivo nacional insumos de alto valor agregado

- Constituir un desafío que la sociedad argentina pueda apreciar como un aporte nacional de vanguardia al bienestar y al progreso social del país y de otras naciones

En virtud de su envergadura, alcance y objetivos, el Proyecto debiera contribuir a desarrollar ventajas comparativas y competitivas, explotando las capacidades de I&D e industriales del país organizadas para:

- Obtener respuestas científico-tecnológicas a problemas, anhelos u oportunidades nacionales
- Incorporar conocimiento y estímulos en el sector privado a partir de la demanda originada en estos proyectos
- Acceder a un nivel avanzado de desarrollo científico, tecnológico e industrial del país.

El objetivo de un proyecto tecnológico autónomo de envergadura no se agota en los frutos específicos

para los cuales fue concebido. Va más allá de ellos en virtud de sus múltiples efectos secundarios. El programa espacial estadounidense en la década del 60 consistió en la definición de una meta precisa a la vez que extremadamente ambiciosa, y movilizó a una Nación. Sus frutos específicos (¿que se obtuvo de la exploración Lunar?) quedan empequeñecidos al comparar éstos con las otras consecuencias de este proyecto, consecuencias éstas de carácter tecnológico, económico y político. La Argentina necesita y merece proyectos ambiciosos que restituyan a sus ciudadanos el entusiasmo de ser creativos y el orgullo de pertenecer al país. La Argentina debe utilizar el potencial intelectual que posee en función de una sociedad mejor.

### ■¿POR QUÉ UN PROYECTO OCEANOGRÁFICO?

- Porque Argentina posee una de las plataformas continentales más grandes del planeta y los argentinos debemos mostrarnos capaces de controlar el ambiente marino vecino a nuestras costas y con vocación de proteger sus recursos.
- Porque la exploración del mar y los recursos submarinos se prestan a una actividad científica multidisciplinaria de envergadura que incluye la predicción de los efectos de los cambios climáticos que se hacen sentir cada vez más fuertemente y la capacidad de atenuarlos.
- Porque la exploración y explotación de los fenómenos y recursos del mar argentino ofrecen un amplio campo de desafíos aún no abordados entre los cuales está la necesidad perentoria de estable-

cer sistemas eficaces de control sobre dichos recursos.

- Porque un proyecto de este tipo y envergadura brinda a la Argentina una oportunidad de liderar en un campo de la ciencia y la tecnología.
- Porque un proyecto de este tipo, si es adecuadamente preparado e implementado, debiera dar lugar a una fuerte tracción sobre el sector productivo industrial del país impulsándolo a la incorporación de nuevos conocimientos

### ■¿QUÉ OBJETIVOS?

En forma sintética podemos decir que el objetivo es lograr el “dominio” de toda la potencialidad del océano mediante una robusta actividad de ciencia y tecnología.

El proyecto debería contribuir a definir y afianzar los intereses argentinos en el mar, los derechos de soberanía y el desarrollo de una conciencia marítima nacional; para aprovechar los recursos existentes y brindar un marco conceptual para su defensa, conservación y uso en forma sostenible y sustentable.

### ■¿QUÉ METAS DESEAMOS ALCANZAR EN 20 AÑOS?

La definición de metas, es decir, de los resultados medibles que se desean obtener después de un cierto tiempo, es indispensable para tener éxito. Las metas son el insumo básico de una “hoja de ruta” (o Plan) con indicadores de cumplimiento año a año. Por lo tanto, las metas deben ser expresadas en términos de alguna variable que pueda ser medida a lo largo del tiempo. A diferencia de lo que ocurre con la expresión de anhelos o propósitos generales, la definición de metas específicas

conduce naturalmente a la necesidad de calcular los recursos que se requieren para alcanzarlas.

Es deseable seleccionar unas pocas metas sobre las cuales focalizar todas las energías disponibles y es natural privilegiar entre metas posibles aquellas que signifiquen logros de mayor valor. Las metas deben tener relación con los objetivos del proyecto (que en nuestro caso se pueden resumir en la idea del “dominio” del océano a través del conocimiento). En cierto modo la definición de las metas de un proyecto entraña un cierto grado de arbitrariedad. En el intercambio de opiniones sobre posibles metas con los expertos consultados, ha surgido por un lado la idea de adquirir un conocimiento tan completo como sea posible de los procesos que tienen lugar en las costas, en la plataforma continental y en el océano en general y, por otro lado, de explotar los recursos energéticos del mar y de la plataforma argentina para resolver la necesidad estratégica del país de recuperar su condición de soberanía energética.

Teniendo en cuenta estas consideraciones y con la conciencia del grado de arbitrariedad ineludible que tal definición impone propusimos (en 2014) las siguientes tres metas<sup>3</sup>. La primera es de carácter científico y se refiere a la comprensión integral de los procesos y fenómenos oceanográficos. La segunda, de carácter económico, se refiere a los recursos hidrocarburíferos de la Plataforma Continental Argentina. La tercera, de carácter social, se refiere a la gestión de los recursos costeros.

#### *Meta I*

En cuanto a la sustancia de la primera meta es difícil identificar indicadores cuantitativos que marquen el progreso en la “comprensión de procesos y fenómenos”. En el caso

del océano el número de incógnitas, de disciplinas intervinientes y de temas diferentes es enorme. Como fue dicho más arriba el desafío es alcanzar una comprensión amplia y profunda de todos los procesos que ocurren en el mar. No sería posible decir que la meta a alcanzar en esta área es la comprensión total o completa de estos procesos porque este resultado no es alcanzable. La evolución de la ciencia indica que nunca se alcanza el final. Ha sido propuesto que la meta sea "lograr mantener funcionando un modelo bio-geo-químico-físico operativo integral del océano", pero esta expresión no es en sí suficiente si no es acompañada por una forma de medirla. Una alternativa basada en el criterio de "relevancia" de la Argentina a nivel global es utilizar como indicador la participación argentina en la generación mundial de conocimientos en la materia, y utilizando este criterio propusimos: ***Alcanzar una posición de vanguardia en la comprensión de los procesos relativos al mar, especialmente el Mar Argentino, tal que la contribución relativa de las investigaciones realizadas en el país llegue a ser en 20 años el 5% de las publicaciones científicas indexadas a nivel mundial.***

*Meta II (ver nota 3)*

En la definición de esta meta se tuvo en cuenta que en materia energética Argentina es deficitaria, en una situación similar a la del Brasil en los años 70 cuya solución es imperativa. El país posee un gran potencial hidrocarburífero en su Plataforma Continental, en particular aquellos recientemente detectados en el área de Malvinas Sur y, dada la situación actual (2014), la explotación de estos recursos se convierte en un claro valor estratégico no sólo por su posible inmediata y significativa repercusión económica sino también por sus implicancias

geopolíticas y tecnológicas si se asume la responsabilidad de satisfacer los requerimientos tecnológicos asociados. Por lo tanto, la Meta II propuesta fue: ***Duplicar en 20 años las reservas del país explotando las cuencas hidrocarburíferas en la cuenca Malvinas Sur y otras.***<sup>4</sup>

*Meta III*

Esta meta tiene el sentido de llevar a cabo una acción pionera de carácter demostrativo y ejemplar a nivel mundial orientada a proporcionar beneficios sociales, económicos y ambientales a poblaciones costeras remotas. Tiene que ver con el desarrollo sustentable y autónomo de poblaciones costeras y al considerarla cabe tener en cuenta que los dos insumos más valiosos para este fin son la energía y el agua potable. "La idea consiste en identificar una localidad costera que por su ubicación geográfica se encuentre relativamente aislada o en condiciones de compleja interconexión, y sobre este espacio desarrollar un plan de manejo y gestión que contribuya a generar un nodo costero de desarrollo sustentable. Esto significa convertir una localidad en un área planificada espacialmente, dentro de la cual se apliquen las mejores tecnologías y prácticas para permitir un proceso de desarrollo sustentable".<sup>5</sup>

Este propósito se puede llevar a cabo desarrollando fuentes de energía marítimas que satisfaga las necesidades locales e implementando un plan de manejo costero integrado, gestionando los residuos y la contaminación producto de los emprendimientos locales y minimizando sus impactos garantizando a la vez la provisión de agua dulce tanto para consumo humano como para riego. Esta tarea debiera incluir el desarrollo de una conciencia ambiental y la implementación de un proceso de

responsabilidad social. Finalmente convertir el nodo en un ejemplo de gestión integrada con solidaridad social, uso de las nuevas tecnologías, sustentabilidad ambiental y desarrollo económico basado en las riquezas del mar.<sup>6</sup>

Sobre la base de estos criterios propusimos como Meta III: ***Realizar un modelo mundial de población costera auto sustentable en base al océano.***

Naturalmente que el cumplimiento de estas metas está atado a la disponibilidad de recursos humanos (principalmente), físicos y económicos. Los recursos estimados para realizar la Meta I se discuten más abajo.

#### ■ COMPONENTES INSTITUCIONALES PARA LLEVAR A CABO EL PON (VER DETALLES EN MARISCOTTI<sup>7</sup>)

1. Debe existir una entidad rectora del programa (**Comisión o Agencia Nacional del Mar**), como ente descentralizado autárquico del Estado. Esta Comisión/Agencia estaría conducida por un Directorio integrado por un Presidente Ejecutivo y 8 miembros, de los cuales la mitad serían investigadores activos en materias vinculadas al océano y las costas, 1 representante de las provincias costeras, 1 representante de poblaciones costeras, 1 representante de la industria y 1 representante del área de hidrocarburos. Entre sus funciones principales estarían: la elaboración del Plan Oceanográfico Nacional; articulación con la Red Institucional (ver punto 4 de esta sección); financiar el Plan a través de concursos competitivos de proyectos; organizar evaluaciones periódicas e independientes de



la marcha del Plan; financiar las carreras universitarias relevantes al plan (ver Recursos Humanos más abajo) y el Observatorio Integrado del Mar (punto 3 de esta sección).

**2. Centro Nacional de Tecnologías del Mar (CETEMA).** Uno de los objetivos de este proyecto es que la actividad científica a llevarse a cabo genere una demanda tecnológica importante y que ésta sea atendida dentro de lo posible y en la medida de lo razonable por capacidades locales tanto en los organismos públicos (principalmente en lo respecta a los desarrollos más básicos) como por la industria local. De este modo no sólo el proyecto deberá contribuir a incorporar conocimiento en las cadenas de valor industriales argentinas, sino que también podrá situar al investigador más cerca del proveedor de las herramientas e instrumentos que necesita logrando un ciclo de realimentación positivo y una reducción de los tiempos de entrega tradicionales ya sea para equipos nuevos como para los servicios de mantenimiento. Este Centro debe operar como un “almacén” de equipos, responsable de su mantenimiento y calibración, con la misión de dar soporte para las campañas y de desarrollar instrumental de alta tecnología de acuerdo a las necesidades y resolver problemas prácticos que se presentan muchas veces durante las campañas marítimas. Esta organización debiera suplir la necesidad de utilizar equipos importados cuyo mantenimiento requiere de la asistencia de técnicos extranjeros que es costosa y toma tiempo.

**3. Observatorio Integrado del Mar.** Este ente debe asumir la

responsabilidad de recolectar y mantener actualizada una amplia base de datos marítimos y costeros asegurando el registro de observaciones de largo plazo. El observatorio debe ser una organización “operativa” que recoge y almacena datos en forma semiautomática. Esta organización debe combinar la capacidad de realizar pronósticos de corto plazo, por ejemplo, para atender siniestros (derrames, naufragios) con la capacidad de la observación ambiental sostenida y permanente aportando a la acción que en este sentido realizan otras organizaciones mundiales en otras regiones.

**4. Red institucional.** Esta Red estará constituida por todas las instituciones vinculadas al Mar que deseen participar de la misma y atender voluntariamente a requerimientos del Plan. Es responsabilidad de la Comisión/Agencia concursar recursos financieros entre los integrantes de la Red para llevar a cabo las tareas previstas en el Plan. Este mecanismo debiera ser independiente de los canales y fuentes de financiación ordinarias de las instituciones a los cuales no debiera afectar de ningún modo. El documento original incluye un listado preliminar de 16 instituciones públicas y privadas que podrían integrar esta Red.

#### ■ RECURSOS HUMANOS PARA LA META I

Los recursos humanos constituyen el pilar fundamental del Plan. La estimación del número de investigadores necesarios para cumplir con la META I fue hecha sobre la base de los siguientes datos y suposiciones (2014): El número de científicos en el mundo se estima en 5,8 millones.

En la Argentina se han supuesto 30 mil. Por lo tanto, el porcentaje de científicos en Argentina respecto al mundo es 0,5%. Es interesante que el número relativo de publicaciones es parecido, 0,55%. Esto sugiere que existe una correlación bastante firme entre recursos humanos y publicaciones, de modo que alcanzar un cierto porcentaje de publicaciones a nivel mundial en una cierta área puede suponerse equivalente a alcanzar el mismo porcentaje de científicos en esa área. En consecuencia, el cumplimiento de la META I requiere multiplicar (aproximadamente) por 10 el número de científicos dedicados al océano en 20 años. En 2014 estimamos que el número de científicos argentinos dedicados al océano es del orden de 600. Este número sale de observar que tanto los gastos en I&D en el rubro “exploración y explotación de la tierra” como el porcentaje de proyectos en este rubro es del orden del 4% del total y de suponer, además, que quienes se dedican al océano son del orden de la mitad del total en el mencionado rubro. Por lo tanto, el número de científicos para cumplir con la META I en 20 años, asumiendo un crecimiento global del 1,5% anual, debiera ser  $600 \times 10 \times (1,015)^{20} \sim 8000$ .

Asimismo hemos supuesto que la formación intensiva de nuevos recursos humanos dedicados al océano requiere 5 años, es decir, que el crecimiento significativo del número de científicos en condiciones de producir investigación original, comenzará en el año 6 del Plan, y que la tasa de abandono será del 15% (por eso el número total de egresados que se muestra en la siguiente tabla es de 9200). Para el cálculo del costo de la formación de estos científicos se ha supuesto 5 años de estudio; 5 materias por año; 20 alumnos por clase; 2 docentes auxiliares por profesor; sueldos (incluyendo cargas sociales) de 60 y 30 KUSD/año para

profesor y docente auxiliar, respectivamente; costo de infraestructura igual a costo salarial docente. El número y costo por año se muestra en la siguiente tabla donde el TOTAL bajo PRESUPUESTO incluye sueldos e infraestructura:

#### ■ COSTOS ESTIMADOS DEL PROYECTO (VER DETALLES EN MARISCOTTI<sup>7</sup>)

Algunos de los valores mencionados más abajo han sido obtenidos en las diversas consultas efectuadas, otros son estimaciones del autor que deben ser avaladas por los especialistas. Los montos no incluyen los presupuestos de las diversas instituciones vinculadas con el océano y las costas ni los de YPF e YTEC, pero si incluyen el costo de 2 plataformas más la exploración y relevamiento

sísmico 3D fino en la Cuenca de Malvinas Sur. Los rubros considerados son:

1. Costo de la formación de investigadores en 20 años, según lo indicado más arriba es de 2.600 MU\$ con un promedio anual de 130 MU\$.
2. Costos de equipamiento principal incluyendo 2 plataformas, 2 barcos con instrumental, 6 campañas marítimas por año, 20 boyas con instrumental, 20 estaciones de comunicaciones, mantenimiento y operaciones, servicios satelitales, 10 ecosondas, 5 generadores de energía marítima, 40 radares costeros HF y 1 exploración sísmica Malvinas Sur, totalizan 1.542,4 MU\$ en 20 años con una carga

presupuestaria anual máxima (primer año) de aproximadamente 180 MU\$.

3. Presupuestos institucionales (referidos a las entidades a crearse para llevar a cabo el proyecto – ver más abajo) se han estimados en 200 MU\$/año.

Sumados estos 3 rubros el costo anual del proyecto, en números redondos es de 500 MU\$.

#### ■ HOJA DE RUTA PARA LOS PRIMEROS DOS AÑOS DEL PROYECTO

Los pasos sugeridos son:

1. Revisión crítica del PON (Ver detalles en Mariscotti<sup>7</sup>) mediante convocatoria a especialistas

Tabla

AÑO	NUMERO DE INVESTIGADORES			PRESUPUESTO (KU\$)			
	INGRESANTES	EGRESADOS	TOTAL	ALUM-AÑO	PROF AÑO	SUELDOS	TOTAL
1	120	0	600	120	30	3593	7186
2	144	0	600	263	66	7903	15805
3	172	0	600	436	109	13073	26146
4	207	0	600	643	161	19275	38550
5	248	0	600	891	223	26715	53430
6	298	120	720	1068	267	32048	64095
7	357	144	863	1281	320	38444	76888
8	428	172	1036	1537	384	46118	92235
9	514	207	1243	1844	461	55323	110645
10	616	248	1491	2212	553	66365	132730
11	739	298	1788	2654	663	79612	159223
12	887	357	2145	3183	796	95502	191004
13	1064	428	2573	3819	955	114564	229129
14	1276	514	3087	4581	1145	137431	274863
15	1530	616	3703	5495	1374	164863	329725
16	0	739	4442	4756	1189	142691	285382
17	0	887	5328	3870	967	116094	232188
18	0	1064	6392	2806	702	84188	168376
19	0	1276	7668	1530	383	45914	91828
20	0	1530	9198	0	0	0	0

e interesados, En lo que se refiere a la Meta II debe consultarse a los entes representativos del área hidrocarburífera.

2. Elaboración de estatutos y borrador de decreto de creación de la entidad responsable de elaborar el Plan (Comisión/ Agencia Nacional de Mar).
3. Elaboración del Plan y ejecución una vez aprobado. En lo que se refiere a la Meta II el Plan debe contar con la participación activa y liderazgo de YPF e YTEC.
4. Iniciar la formación de recursos humanos formulando planes de estudio. Iniciar programa de financiación de carreras por concursos entre las universidades argentinas. Si fuera necesario crear institutos de formación.
5. Establecer acuerdos de colaboración con universidades y organismos extranjeros.
6. Crear Centro Nacional de Tecnologías para el Mar.
7. Creación del Observatorio Integrado del Mar.
8. Poner en marcha el sistema de financiamiento de proyectos de acuerdo al Plan.

## ■ COMENTARIOS FINALES

Como fue ya mencionado, el detalle del PON puede verse en (Ver detalles en Mariscotti<sup>7</sup>). Ese documento tiene 3 partes principales: la primera expone la "visión" del proyecto, las áreas de interés (científica, económica, social y tecnológica-industrial), las metas y la hoja de ruta para los dos primeros años; la segunda parte expone la organización

que debiera tener este proyecto, la infraestructura tecnológica (satélites, radares, boyas, submarinos, barcos, plataformas y otros instrumentos), los recursos humanos y la estimación presupuestaria; la tercera parte describe los aspectos principales que hacen al océano, el clima y el ambiente, la exploración submarina, la geología, hidrocarburos, tipos de energía oceánica, minerales, pesca y cuestiones legales-jurídicas. Finalmente se incluye una reseña de los rasgos salientes de los planes oceánicos de EEUU, China y Canadá.

Poco antes de concluir este trabajo el Gobierno lanzó el programa Pampa Azul, una iniciativa sumamente auspiciosa que en coincidencia con las consideraciones que hemos hecho al comienzo de este documento, consideramos de enorme valor para el país y para el "dominio" de este gran patrimonio que tiene la Argentina que es su plataforma continental (y más allá de ella gracias al trabajo de la comisión COPLA que determina que la superficie marítima bajo jurisdicción argentina es 2, 6 veces su superficie continental).

Reiterando lo dicho más arriba, además de la importancia de estudiar el océano y sacar frutos del enorme patrimonio nacional en este campo, consideramos importante que la sociedad argentina se "anime" a encarar grandes proyectos convocantes, ambiciosos en sus metas y desafiantes en su desarrollo, "aprendiendo" a organizarse, constituyendo equipos de trabajo eficientes, ganando experiencia en la planificación a mediano y largo plazo y mejorando sus capacidades de gestión. Es la formulación de Políticas de Estado y sus respectivos Proyectos Nacionales lo que hace progresar una sociedad, sacando el

máximo provecho de todo su potencial. Este es el motivo inspirador de este trabajo. El monto de US\$ 500 millones por año es significativo para cualquier institución del área de CyT argentina, pero no lo es para un país que anhela ser actor relevante en las fronteras del conocimiento cuyo PBI es 800 veces superior a esa cifra.

## ■ NOTAS

1. Apostemos al Mar, La Prensa, Ciencia y Tecnología, 2 de septiembre de 1993. Entrevista de E. Calvo Sans al autor.

2. Marcelo Acha, Frida Armas-Pfirter, Javier Beron Vera, Demetrio Boltovskoy, Alejandro Ceccatto, Alberto Dojas, Horacio Ezcurra, Raúl Fernández, Silvia Garzoli, Marta Ghidella, Gustavo Goñi, Jorge Marcovecchio, Hermes Mianzan, Josefina Olascoaga, Gerardo Perillo, Alberto Piola, Victor Ploszkiewicz, Jorge Rabassa, Víctor Ramos, Martín Saraceno, Enrique Schnack, Claudia G. Simionato, Mateo Turic y Javier Valladares.

3. La Meta II, referida a la producción de hidrocarburos debiera ser revisada en la actualidad por los especialistas.

4. Agradezco a Víctor Ramos la sugerencia y aporte para la definición de esta Meta II.

5. Comunicación de Javier Valladares a quien agradezco la sugerencia y aporte en relación a esta Meta III.

6. Idem ref.

7. [https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2021/05/MARISCOTTI-Proyecto\\_Oceánico\\_Nacional.pdf](https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2021/05/MARISCOTTI-Proyecto_Oceánico_Nacional.pdf)

# UN ACERCAMIENTO AL POTENCIAL EÓLICO DE LA PATAGONIA

**Palabras clave:** Energía eólica, potencial, infraestructura eléctrica, legislación, perspectivas.

**Key words:** Wind power, wind potential, electrical infrastructure, legislation, development, prospects.

El presente artículo plantea un panorama amplio del desarrollo de la energía eólica en Patagonia, repasando la cuestión ambiental donde se encuentra la base de la disponibilidad del recurso hasta las condiciones de infraestructura, tecnología, legislación y políticas públicas que han permitido llegar hasta la potencia instalada actual. También se mencionan las condiciones que se consideran mínimamente necesarias para poder continuar creciendo en la utilización del viento con fines energéticos.

Básicamente Patagonia cuenta con uno de los mejores recursos eólicos del mundo, pero su aprovechamiento mayormente se ha comenzado a producir en las últimas décadas. Los primeros antecedentes de generación eléctrica para uso público datan de finales de la década del 80, en el poblado de Río Mayo, Chubut, de la mano del Centro Regional de Energía Eólica y el Gobierno del Chubut. Allí comenzó un largo camino de investigación, desarrollo, avances y retrocesos que han llevado a los actuales 1327MW de potencia instalada en la actualidad en toda Patagonia, donde los últimos diez años destacan por la conjunción de los principales factores necesarios para el desarrollo de la actividad: disponibilidad de viento y sitios apropiados, investigación y conocimiento del recurso, existencia de infraestructura de transporte eléctrico, políticas públicas favorables, entre otros.

Actualmente la actividad se encuentra sobre todo ante la necesidad de ampliar la capacidad de transporte eléctrico, para poder continuar creciendo, sin descuidar los demás factores.

This article shows a broad overview of the development of wind power in Patagonia, reviewing the environmental characteristics from where the basis of resource availability is found, up to the conditions of infrastructure, technology, legislation and public policies, that have allowed reaching to the installed power. Conditions that are considered minimally necessary to continue growing in the use of wind for energy purposes are also mentioned.

Patagonia basically has one of the best wind resources in the world, but its use has mostly begun to take place in recent decades. The first antecedents of electricity generation for public use date back to the late 1980s, in the town of Río Mayo, Chubut, with the Centro Regional de Energía Eólica Institute and the Government of Chubut. There began a long path of research, development, advances and setbacks, which have led to the 1327MW of power installed today throughout Patagonia. The last ten years stand out for the conjunction of main factors necessary for the activity development: availability of wind and appropriate sites, research and knowledge of the resource, existence of electric transport infrastructure, and favorable public policies, among others.

Currently, the activity is mainly faced with the requirements to expand transmission capacity, in order to grow, without neglecting the other factors.

## ■ INTRODUCCIÓN

Las particularidades que presenta el ambiente en cada región del planeta, definen la presencia de distintas fuentes de energía renovable con mayor o menor posibilidad de aprovechamiento. La Patagonia en su conjunto, dada su vasta extensión latitudinal, su variedad de paisajes y particularidades climáticas, presenta

distintos sectores donde el recurso solar, el biomásico, el geotérmico, el mini hidráulico e incluso el recurso mareomotriz ofrecen un potencial muy interesante y, en ciertos casos, con un desarrollo incipiente hasta intenso en lo que a su utilización se refiere. Pero el recurso energético renovable con mayor potencial y con el más amplio aprovechamiento en la actualidad es el eólico.

Tal como se ha mencionado, la amplia extensión latitudinal patagónica hace que en las provincias de Neuquén, Río Negro y el sector centro norte de Chubut, las posibilidades de utilización de la energía solar en sus diferentes modalidades, resulte de interés. Esto particularmente en la Patagonia extra andina, también conocida como Patagonia árida.

## ■ Roberto D. Jones

Geógrafo (graduado en UNPSJB-Tw).

Personal operativo del CREE

Profesor de Introducción a la Climatología en la Universidad del Chubut.

E-mail: robertodanieljones@gmail.com



En la Patagonia Andina el mayor potencial, aunque aún sin un amplio desarrollo, queda representado por la gran cantidad de ríos y arroyos permanentes, portadores de un recurso mini hidráulico aún con mucho por estudiar. Además este sector de nuestro país es testigo, particularmente en la provincia del Neuquén, de distintas experiencias de generación de energía geotérmica que han permitido mostrar la factibilidad del uso de esta fuente.

Las costas patagónicas se caracterizan por extensas playas flanqueadas por altos acantilados y diferencias intermareales que denotan un horizonte favorable para la explotación de energía mareomotriz y de las olas, el cual es otro recurso sobre el que aún se conoce muy poco.

La energía eólica, por su parte, se encuentra desarrollada en todas las provincias patagónicas, en diferentes escalas de potencia y desde hace ya más de tres décadas. Se destaca un área de muy alta concentración de potencia instalada en el corredor que une las ciudades de Trelew y Puerto Madryn. Asimismo, cabe destacar que la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur cuenta con un proyecto experimental que ya ha instalado una turbina de baja potencia (30KW), pero que queda fuera del Sistema Argentino de Interconexión (SADI) debido al aislamiento geográfico de la Isla.

El desarrollo de la energía eólica en esta región de Argentina no ha sido fortuito sino que ha estado estrechamente ligado inicialmente a diferentes marcos normativos e institucionales que han favorecido la investigación del recurso y las primeras propuestas de proyecto. Un ejemplo de ello fue la creación del Centro Regional de Energía Eólica (CREE) en Chubut, en el año 1985. Pero también ese desarrollo ha es-

tado condicionado por la falta de infraestructura requerida particularmente por las explotaciones comerciales de alta potencia. No obstante ello y en virtud del trabajo realizado particularmente en la provincia del Chubut las experiencias con generación eléctrica de origen eólico en baja potencia (en el orden de 1kW) resultan destacables, sobre todo a partir de la década de 1990.

Pero si algo ha marcado el devenir del aprovechamiento de esta fuente energética en la región y en el país, han sido siempre la limitada infraestructura eléctrica para el transporte de la energía generada y la falta de políticas que sean capaces de sostenerse en el tiempo, independiente de los gobiernos que dirijan los destinos del Estado Nacional, y que fueran capaces de instalar no solo las condiciones favorables para explotar el recurso en sí, sino también las bases para el desarrollo de la industria asociada, con todos los beneficios sociales y económicos que de ello se derivan.

Sobre esto hablará brevemente este artículo, con el propósito de introducir al lector acerca de cómo ha sido la historia del desarrollo eólico en Patagonia, a partir de las condiciones ambientales, infraestructurales y normativas que lo han ido permitiendo.

#### ■ LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE PATAGONIA: UNA DE LAS CLAVES DE SU POTENCIAL EÓLICO.

No caben dudas de que la radiación solar, en cuanto motor energético del sistema climático terrestre, se encuentra en el origen de todas las fuentes de energías renovables, a excepción claro, de la energía geotérmica de alta y muy alta entalpía proveniente del calor del interior terrestre.

La radiación solar provee de energía al ciclo del agua que mediante la escorrentía origina la energía hidráulica en todas sus formas. Es también la energía que insumen las plantas para producir la fotosíntesis por lo cual está en la génesis de la energía de la biomasa. Produce las variaciones térmicas en la superficie que, además de la energía geotérmica de muy baja entalpía producto de las particularidades que tiene la conducción de calor en profundidad, provoca al alterar la densidad del aire, los campos de presión atmosférica a partir de los cuales se origina el viento (y con éste las olas) y en consecuencia la circulación general de la atmósfera.

Es en este marco de la circulación global donde debemos posicionarnos para comprender el primer factor del desarrollo eólico en Patagonia: la abundante disponibilidad de viento.

Situada entre los paralelos de 37°S y 55°S aproximadamente, esta región se encuentra en el ámbito pleno de los vientos del oeste, particularmente de los provenientes del anticiclón del Pacífico Sur. Es por ello que más allá de las particularidades locales que pueden actuar como factores condicionantes del clima de cada lugar, en cualquier parte de la Patagonia el viento predominante proviene del cuadrante oeste (sudeste, oeste, noroeste y los rumbos intermedios), representando alrededor del 65% y 75% de las observaciones diarias en el año. A su vez la marcada intensidad del viento en esta parte del mundo, radica en la permanencia del citado anticiclón y en las propias características de la distribución de tierras y océanos que, a diferencia del hemisferio norte, presenta el hemisferio sur. Sin adentrarnos en una detallada explicación de su dinámica, diremos que los vientos del oeste que reinan en

Patagonia son el elemento climático principal, con valores medios de velocidad de entre 15 y 22 Km/h en el sector centro-oeste de la región. Las mayores velocidades se registran en primavera y principios del verano mientras que en invierno las velocidades registradas son las más bajas.

Los campos de vientos no son homogéneos en toda la región, lo que en términos de la industria eólica (y la investigación científica que la acompaña y respalda) se define como distintas clases de viento que favorecen el desarrollo de proyectos de alta potencia con tecnología acorde (molinos de determinada clase según el tipo de viento). También es un factor determinante para la instalación de pequeños aerogeneradores en cuanto requiere diferentes soluciones técnicas para que los mismos resistan su rigurosidad.

Las características del relieve y la cobertura del suelo determinan la complejidad y rugosidad del terreno respectivamente. Los terrenos quebrados, con abundancia de serranía u otros obstáculos topográficos generan que el flujo de aire que se desplaza por encima adquiera distinto grado de comportamiento turbulento lo cual incide en el tipo de tecnología que pueda usarse luego, ante el eventual desarrollo de un proyecto eólico. Del mismo modo la rugosidad del terreno incide en la fuerza de rozamiento del aire sobre la superficie, incrementando las diferencias de velocidad en el flujo laminar y aportando otros efectos, exigencias y cargas sobre un molino.

Entonces y de forma resumida, diremos que un factor muy importante en el desarrollo de la generación eólica de la Patagonia está dado por sus condiciones ambientales favorables, particularmente en el sector extra andino.

## ■ RESEÑA DEL APROVECHAMIENTO EÓLICO EN PATAGONIA Y EN ARGENTINA: LA IMPORTANCIA DEL MARCO NORMATIVO.

En la República Argentina y consecuentemente en Patagonia, la historia del aprovechamiento eólico para la obtención de energía eléctrica es reciente, y se ha escrito en estrecha relación con lo ocurrido al respecto en la Provincia del Chubut. En ésta tuvo una determinante incidencia la creación, como antes se mencionó en el año 1985, del Centro Regional de Energía Eólica mediante un convenio entre la Provincia del Chubut, la Universidad Nacional de la Patagonia y la Secretaría de Energía de la Nación. Esta organización interinstitucional perduraría hasta el año 1990, a partir del cual el CREE pasó a ser una institución plenamente provincial.

Entre sus objetivos fundantes se destacó concentrar el conocimiento sobre el tema eólico, realizar acciones para su aplicación, asesorar técnicamente en la materia, mantener un intercambio permanente de su información con otras entidades técnicas y científicas y capacitar a profesionales.

Así fue que en aquellos primeros años se llevaron a cabo importantes estudios y se realizaron las primeras redes de observación anemométrica en el territorio provincial, lo que junto a las gestiones que pudieron realizarse nacional e internacionalmente condujeron a la concreción del primer proyecto importante en el país: un sistema híbrido diesel-eólico, que se instaló en la localidad Chubutense de Río Mayo a finales del año 1989, en un desarrollo conjunto entre el CREE y la Dirección General de Servicios Públicos de la provincia, ya que esa central entregaría su energía a la red de distribución local.

Éste, con cuatro turbinas de 30 kW, fue el primer proyecto de conversión eólica instalado en Sudamérica para la prestación del servicio público de electricidad.

Por entonces se esperaba que esta experiencia disparara el crecimiento de la actividad en el país, pero los problemas de disponibilidad técnica sobre todo, que aparecieron a partir del segundo año de operación y a pesar de haber cerrado un muy buen primer año de funcionamiento, hicieron que esas expectativas no se cumplieran.

Un lustro después, en 1994 y de la mano de las cooperativas eléctricas de Comodoro Rivadavia, en Chubut, primero y Cutral C6, en Neuquén meses después, se instalaron los primeros grandes equipos conversores de energía eólica, dando así inicio a un desarrollo importante de esta fuente en nuestro país. Cabe mencionar que las máquinas instaladas en Comodoro Rivadavia fueron dos equipos del fabricante danés MICON, de una potencia unitaria de 250 kW, mientras que el molino instalado en Neuquén, del mismo fabricante, fue de 400 kW. Cabe mencionar que por entonces la industria eólica a nivel mundial producía mayormente máquinas en ese orden de potencia.

Los rendimientos alcanzados por las turbinas de Comodoro Rivadavia fueron notables. El mismo año de su instalación batieron el record mundial de producción de una turbina de ese tamaño y su disponibilidad técnica superó el 95%. Con ello el interés por la actividad se proyectó a escala nacional.

La siguiente localidad en instalar un parque eólico en el país sería Punta Alta, en la Provincia de Buenos Aires, montando un equipo de 400 kW en Febrero de 1995, en el sitio



denominado Balneario Pehuén C . El mismo año, en la misma Provincia pero en la Ciudad de Tandil se montaron dos máquinas también de 400 kW, mientras que en Agosto del mismo año y en la Localidad de Pico Truncado, Santa Cruz se instalaron, en virtud de un convenio de cooperación entre los gobiernos de la Provincia y de Alemania, diez máquinas de 100 kW. Esta  ltima Central Eólica pronto acusará fallas y saldr  prácticamente de operación, por lo que se tramitó su reemplazo. Las diez máquinas serán reemplazadas por cuatro molinos de 600 kW, que comenzaron a instalarse en el año 2001.

También para mediados de la década de 1990, la Provincia del Chubut por medio de distintos organismos públicos (CREE, Dirección de desarrollo social, Instituto provincial de la vivienda, la Dirección general de servicios públicos) llevó adelante

los primeros programas de electrificación eólica en áreas aisladas de la interconexión eléctrica. Éstos estuvieron destinados a Aldeas Escolares (en Chubut existen muchos casos en que las escuelas rurales han favorecido pequeños asentamientos que originalmente eran habitados por las familias de los estudiantes) y también a pobladores rurales dispersos. Mediante los mismos se llegaron a instalar alrededor de 300 equipos de 600/700 Watts de potencia, destinados a mejorar la calidad de vida de pequeños productores y comunidades originarias, principalmente de la meseta central chubutense. El éxito de estos programas fue el antecedente a partir del cual hacia el año 2000 comenzó a desarrollarse el programa PERMER con tecnología eólica excepcionalmente en Chubut (en las demás provincias fue fundamentalmente llevado a cabo con dispositivos fotovoltaicos), aunque el éxito no fue el esperado.

Hacia el año 1997, la Cooperativa de la Ciudad de Comodoro Rivadavia realizó la ampliación del Parque Eólico mediante la instalación de ocho máquinas de mayor envergadura que las existentes, con una potencia unitaria de 750 kW y del mismo fabricante. De esta manera la Provincia del Chubut pasó a contar con la mayor Central Eólica de Sudamérica, con 6,5 MW de potencia instalada.

Por su parte la cooperativa eléctrica de Rada Tilly, a escasos kilómetros al sur de la Ciudad de Comodoro Rivadavia decidió aportar al consumo energético local, mediante la instalación de un aerogenerador similar a los instalados en la vecina Ciudad, pero de una potencia de 400 kW. Era marzo de 1996 y el florecimiento de la actividad en el país era innegable.

En Setiembre de 1997, en Darrequeira, Pcia de Buenos Aires, se

instaló un aerogenerador de 750 kW, idéntico a los instalados en la ampliación de la Central de Comodoro Rivadavia. Al siguiente mes del emprendimiento de Darragueira, la Cooperativa Eléctrica y de Servicios de la localidad de Mayor Buratovich, de la misma provincia, emprendió la generación eólica mediante dos máquinas de 600 kW. En Diciembre de ese año, la Cooperativa de Punta Alta, también en Pcia de Buenos Aires, instaló tres molinos más de 600 kW, en el sitio denominado Bajo Hondo.

Un año después, en Diciembre de 1998, Claromecó (Pcia de Buenos Aires) instaló un molino de 750 kW. También esta obra se realizó gracias al esfuerzo de la cooperativa eléctrica local.

Toda esta actividad creciente ponía en evidencia la necesidad de organizar y fortalecer el marco normativo a nivel nacional. El mismo para el sector eléctrico en general estaba regulado por la Ley 24065 “Régimen de la Energía Eléctrica”, que desde el año 1992 tras las privatizaciones de las empresas públicas por parte del Gobierno Nacional había no solo segmentado en tres grandes partes al sector eléctrico (generación por un lado, transporte por otro y distribución como el tercero), condición que hasta la actualidad se mantiene, sino además había liberado ese mercado y generado las condiciones para la proliferación de actores privados en cada uno de esos sectores.

En ese contexto y en el año 1998, la Ley 25.019 “Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar” marcó un hito al declarar de interés Nacional la generación de energía eléctrica de origen eólico y solar en todo el territorio nacional.

De la mano de esta Ley surgieron las primeras políticas de promoción

que buscaron favorecer el desarrollo de la generación a través de las citadas fuentes renovables, estableciendo medidas puntuales a tal fin:

- Pago diferido del impuesto al valor agregado (en su artículo 3<sup>ero</sup>).
- Remuneración específica a la generación eléctrica de origen solar y eólico (en su artículo 5<sup>to</sup>).
- Garantía de estabilidad fiscal durante un período de 15 años (en su artículo 7<sup>mo</sup>).

El devenir económico del país contribuyó a que estos aspectos, principalmente lo propiciado por el artículo 5<sup>to</sup> de esta Ley, pronto dejaran de ser beneficios consistentes para la actividad. De hecho quizá el aspecto más atractivo para posibles desarrolladores de proyectos en el marco de esa ley estaba en lo planteado en ese artículo, pero el rápido deterioro de la situación económica desarticuló rápidamente los posibles beneficios de los incentivos.

Para el año 2000 comenzaron a realizarse los estudios correspondientes para la ampliación de la Central Eólica de Comodoro Rivadavia, llamada Parque Eólico Antonio Morán. Se proyectó la instalación de dieciséis nuevas máquinas de 750 kW, distribuidas en distintos sectores en torno a la ciudad. Esta obra comenzó a principios del año 2001, concluyéndose hacia finales del mismo año.

Estas experiencias significaron un auge que drásticamente fue truncado por la crisis económica y política

de 2001. Ese año marcó un quiebre dado que no solo interrumpió la posibilidad de que se concretaran muchos proyectos que estaban prontos a iniciarse, sino que también frenó el intercambio de repuestos, recursos humanos y capacitación para el mantenimiento óptimo de los parques ya operativos. La actividad prácticamente se vio paralizada por los siguientes seis a ocho años.

■ LA ACTUALIDAD, EL PASADO CERCANO Y EL FUTURO INMEDIATO.

Existen actualmente en Patagonia 1327 MW de potencia instalada, distribuidos en 34 parques eólicos de gran potencia entre las provincias de Neuquén, Río Negro, Chubut y Santa Cruz. Y es la provincia del Chubut la que cuenta con la mayor concentración de potencia instalada: 912,22 MW en 29 parques. Paradójicamente el sector sudeste de la misma, la cuenca del Golfo San Jorge, allí donde se inició con las primeras experiencias de grandes centrales eólicas a principios de los años 90, es el sector donde menor densidad de instalaciones existe. Ello tiene una explicación quizá simple y es el avance de la industria eólica durante los últimos 25 años hacia el desarrollo de máquinas para vientos de clase II y III, es decir diseñados para aprovechar mejor menores velocidades de viento y otras condiciones de turbulencia. Las clases de aerogeneradores (según la normativa IEC 61400-1), dependen de la velocidad del viento y los parámetros de turbulencia del lugar donde la máquina se instalará.

Clase de aerogenerador	I	II	III	S
V <sub>ref</sub> (m/s)	50	42,5	37,5	Valores a ser es- pecificados por el diseñador
A I <sub>ref</sub>	0.16			
B I <sub>ref</sub>	0.14			
C I <sub>ref</sub>	0.12			



Según dicha normativa se reconocen cuatro clases de aerogeneradores. Las tres iniciales (I, II y III) a partir de velocidades de referencia del viento a la altura del buje que van de 50 m/s para la clase I, 42,5 para la clase II y 37,5 para la clase III y diferentes niveles de intensidad de turbulencia (A, B y C). Además, se distingue la clase de aerogenerador S, definido a partir de valores de velocidad de referencia e intensidad de turbulencia específicos para un emplazamiento que no se ajusta a las características I, II ni III.

Donde A representa la turbulencia más alta, B la turbulencia media y C la más baja.

Como se mencionó, estos son parámetros básicos, incidiendo en el diseño muchos otros presentes en cada sitio.

Resulta que conforme la industria avanzó hacia máquinas más grandes y capaces de aprovechar vientos menos intensos y menos turbulentos, las condiciones ambientales e infraestructurales de la zona noreste del Chubut aparecieron como las óptimas.

En relación a esto, diremos que el importante presente de la Energía Eólica en Patagonia debe comenzar

a contarse a partir del año 2006. Por entonces sucedieron dos hechos de sustancial importancia para la actividad:

- Uno, la inauguración en Febrero del 2006, del tramo de LEAT (línea eléctrica en alta tensión) que unió al sistema interconectado Patagónico con el SADI. Se trató de 354 kilómetros de línea en 500 kV para interconectar la ET (estación transformadora) de Choele Choel con la nueva ET Puerto Madryn.

- Otro, la sanción de la Ley 26190 "Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica", el 23 de Setiembre de 2015.

El primero de los hechos venía a proponer una respuesta, aunque parcial, al histórico problema que ahogaba el desarrollo de la energía eólica en alta potencia en la región patagónica: la falta de una infraestructura eléctrica que asegurase el transporte de la energía que la región era capaz de generar. De hecho hasta ese momento el punto extremo sur del SADI era Choele Choel, y el sistema de interconexión patagónico tenía carácter de regional. Porque al margen del motivo por el cual el país incurre en sucesivas crisis energéticas,

lo cierto es que el consumo masivo se encuentra altamente concentrado mientras que las posibilidades de generación se hallan dispersas en el territorio. Y en el medio el cuello de botella es el transporte.

El segundo hecho, la sanción de la Ley 26190 abre el juego a la participación de otras fuentes de energías renovables, y sobre todo propone mediante el establecimiento de plazos determinados, la modificación de la matriz de consumo eléctrico nacional.

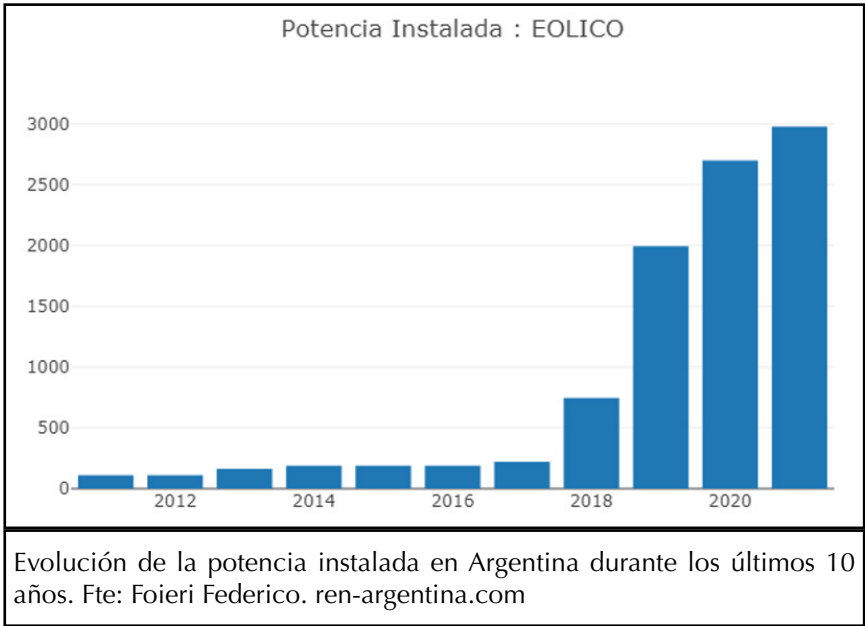
Al establecer el objetivo de alcanzar un 8% del consumo nacional de electricidad mediante energías renovables a diez años (el horizonte resultó ser 2016), crear un fondo fiduciario para apoyar a la generación con energías renovables y establecer beneficios fiscales e impositivos a la actividad, se convirtió en el marco por medio del cual el Estado Nacional, a través de la Secretaría de Energía de la Nación emitiría diferentes instrumentos legales que dieron origen, entre otras acciones, al Plan Estratégico Nacional de Energía Eólica, al programa Genren, a la creación de la empresa ENARSA (empresa Energía Argentina Sociedad Anónima) y a la emisión de las primeras licitaciones públicas de compra de energía renovable por parte del Estado Nacional (Resoluciones 712/099 y Res 108/11).

En Setiembre de 2015, muy próximo a llegar el horizonte planteado por la ley 26190 para alcanzar el 8% de consumo renovable antes señalado, se produjo la sanción de la Ley 27191 "Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica. Modificación". Como su título lo señaló, esta Ley introdujo cambios en el marco regulatorio que ya estaba definido en la Ley 26190. Entre los

Provincia	Potencia instalada (MW)	Cantidad de centrales
Neuquén	100	1
Río Negro	111,7	2
Chubut	989,3	31
Santa Cruz	126	2
Fuente: Sitio web diseñado por el Dr Federico Foieri (ren-argentina.com)		

cambios más destacados se puede mencionar que extendía hasta Diciembre de 2017 el plazo para alcanzar la contribución del 8% de renovables en el consumo de energía eléctrica nacional. Asimismo estableció alcanzar un 20% a fines de 2025, con metas graduales intermedias, incluyó la posibilidad de generación con otras fuentes renovables antes no contempladas (Biocombustibles, energía de las olas,

energía solar térmica entre otras). Además de ampliar los beneficios fiscales, destaca la creación de un fondo fiduciario denominado (FODER) Fondo para el Desarrollo de Energías Renovables, cuyo objetivo es el apoyo económico para la ejecución y financiamiento de proyectos de energía renovable.



Luego, con la Resolución 202/16 se derogaron las anteriores Resoluciones 712/099 y 108/11 y se renovaron los contratos de energías renovables ya en el marco de Ley 27191, dando paso también a las licitaciones que se conocieron como programas RenovAr.

Los 1327 MW (1.33GW aprox.) instalados en Patagonia, mencionados anteriormente representan un valor muy destacable en un país donde, como dijimos, la actividad es relativamente reciente, pero parecen insignificantes a escala mundial donde a finales de 2020, según el Global wind energy council (GWEC), la potencia instalada mundial alcanzó los 651 GW.

A los programas GenRen y RenovAr se debe en gran medida la potencia instalada actualmente en Patagonia. Ambos modelos de licitación de compra de energía renovable propiciaron el desarrollo visto hasta ahora. Cabe señalar no obstante que los objetivos más allá de la generación de energía con fuentes renovables permiten distinguir claras diferencias entre ambas, detrás de las cuales queda la posibilidad de desarrollo de la industria eólica, ya no de la generación eólica, en el país.

	Potencia instalada (MW)
	En parques "onshore" o continentales
	Total
Patagonia Argentina*	1.327 (FC 44,6%)
República Argentina*	2.978,3 (FC 44,5%)
Continente Americano**	169.758
Mundo**	707.396
Fuente: * Sitio web diseñado por el Dr Federico Foieri (ren-argentina.com) ** GWEC. Global Wind Report 2021.	
El Factor de capacidad (FC ) se define como el cociente entre la energía efectivamente generada por una instalación eólica en un plazo de un año, y la que generaría si el viento soplase las 8760 horas de año a velocidad nominal, es decir a la velocidad en la que la máquina es capaz de entregar su máxima potencia. Podría explicarse como el porcentaje de tiempo en el año en que las máquinas funcionan a plena potencia. De hecho el FC se expresa porcentualmente. En Argentina FC el promedio llega a 44.5%, con algunas centrales que alcanzan un 60.5%.	

El futuro próximo de la actividad, al igual que todo su proceso histórico brevemente repasado hasta aquí, sigue estando condicionado por los mismos factores: la capacidad de transporte del sistema eléctrico y la definición de políticas que alienten

programas de expansión de la actividad, en un momento quizá clave de la historia ante la crisis del modelo energético actual.

Desde el año 2017 se viene planteando la posibilidad de construir una nueva línea de extra alta tensión (500 kV) entre Choele Choel y Puerto Madryn (Choele Choel – Madryn II). Si bien fue anunciada nunca se licitó. En la actualidad ese proyecto está contemplado en el Plan Quinquenal Federal III Redes Eléctricas del año 2020, como obra de prioridad “1”, junto a la ampliación de las correspondientes estaciones transformadoras (ET) de Choele Choel y Puerto Madryn. La línea en sí tendrá 350 km de longitud y junto a la ampliación de las ET representará una inversión de 706.693.572 dólares. Claro está que el contexto sanitario a partir del año 2020, con la irrupción de la pandemia del SARCS CoV-2, sumado a las dificultades con que se enfrenta hoy el país para obtener crédito de organismos internacionales, han alterado el avance de todas estas planificaciones. Igualmente es de esperar que más temprano que tarde estas obras se concreten.

Durante las primeras dos décadas del siglo XXI, los gobiernos que se sucedieron en la conducción del Estado Nacional se caracterizaron por impulsar las energías renovables, de una u otra forma o mejor dicho en el marco de uno u otro modelo de país. Tanto el programa Genren como se mencionó, apuntando a la investigación de las fuentes renovables, el desarrollo de proyectos y a la instalación de las bases para la industrialización nacional relacionada a las renovables como los programas RenovAr, a los que se les debe destacar el éxito en cuanto a potencia instalada sobre todo, marcaron el ritmo de la actividad hasta 2020 (durante los últimos meses de 2020 y los pri-

meros de 2021 entraron en operación comercial proyectos licitados por RenovAr y restan aún instalarse centrales aprobadas por ese mismo programa). Pero actualmente no hay un panorama claro desde el punto de vista de la definición de políticas públicas hacia el sector. Es de esperar que las mismas acompañen la posible concreción de las obras de infraestructura eléctrica imprescindibles.

También es importante mencionar que el panorama en el caso que nos ocupa, la energía eólica en Patagonia, no solo es alentador relacionado con la demanda de energía y su aporte al SADI sino también como un impulsor para el fomento de las economías regionales y el acceso a la energía de calidad para miles de personas. Precisamente existen y en especial en Patagonia, vastísimas áreas donde la generación eléctrica sigue estando provista por equipos térmicos debido a la falta de conexión al sistema nacional o a los regionales que lo componen. Allí es de esperar un impulso serio por parte de los estados provinciales, el cual hasta ahora no se ha visto, apuntando a la planificación estratégica del sector energético y fundamentalmente hacia una transición energética que vaya más allá de la mera explotación de las fuentes renovables, sino que ponga en el centro de la escena el bienestar y el desarrollo humano.

Por último y cerrando esta breve referencia, se debe mencionar un tema nuevamente muy vigente: la generación y comercialización de “Hidrógeno verde”. Al decir “nuevamente muy vigente” se hace referencia al hecho de que el estudio del hidrógeno como vector energético y medio para almacenar y transportar la energía eólica no es nuevo. Durante los primeros años del pre-

sente siglo se solía referir a Patagonia como “el futuro Kuwait” dado el potencial de producir este combustible a partir del viento como fuente de energía para la electrólisis del agua, que entonces se sostenía provendría del océano. Hace dos décadas ya en Pico Truncado, Provincia de Santa Cruz, se dieron pasos pioneros para vincular la central eólica Jorge Romanutti (2,4 MW de potencia instalada) con la producción de hidrógeno, por medio de una planta experimental asociada a la misma central. También y más recientemente la empresa HYCHICO, con su parque eólico y planta H<sub>2</sub> asociada, instalados en cercanías de Diadema Argentina, Comodoro Rivadavia, Chubut, se encuentra abocada al desarrollo de este vector energético.

En la actualidad el “hidrógeno verde” 0 100% renovable, es decir libre de emisiones de gases de efecto invernadero en su proceso productivo, se presenta como una posibilidad cierta para la independencia energética, dadas las posibilidades que tiene nuestra región para producirlo. Además internacionalmente se está posicionando como el combustible de una era energética caracterizada por la descarbonización de su matriz.

Como se aprecia, el panorama a futuro es alentador en muchos aspectos. Se requiere de la acertada toma de decisiones, con visión a largo plazo, por parte de los gobiernos nacional y provinciales en lo que a políticas de energías renovables se refiere, la construcción de la infraestructura eléctrica que permanentemente se requiere y de la difusión, enseñanza y aprendizaje en todas las escalas posibles para que estos sean también un tema de interés público.

## ■ BIBLIOGRAFÍA

- Bertinat, P. (2016). "Transición energética justa. Pensando la democratización energética". Fundación Friedrich Ebert (fes).
- Bolcich, J. C. (2018). "Hidrógeno y energías renovables". Ciencia e Investigación 68(2):41-68
- Chemes, J y Bertinat, P (2018). "Políticas públicas en el sector de energías renovables (2003-2018)". Ejes Enlace por la justicia energética y socioambiental. <https://ejes.org.ar/InformePoliticRenovables.pdf>
- Gayo, R. (2009). "Sistema interconectado nacional (SIN) en 500 kV". Petrotecnia.
- Global Wind Energy Council (2021). "Global Wind Report 2021" <https://www.energiaestrategica.como-fueron-las-politicas-nacionales-energias-renovables-los-ultimos-40-anos/>
- Mattio, H.F. et al (2011). "Generación eléctrica mediante energía eólica". Ed Milor, Salta, Argentina.
- Presidencia de la Nación. Ministerio de Desarrollo Productivo. Secretaría de Energía (2020). "Plan Quinquenal Federal III de Redes Eléctricas". <http://ren-argentina.com/index.html>
- <https://cammesaweb.cammesa.com/historico-energias-mensuales/#>
- <https://www.energiaestrategica.com/hay-potencial-y-gran-oportunidad-de-negocios-el-rol-del-hidrogeno-verde-en-argentina-y-la-region/>
- <https://ithes-uba.conicet.gov.ar/el-gobierno-busca-impulsar-el-hidrogeno-verde-como-nuevo-combustible-en-la-argentina-%EF%BB%BF-a-traves-de-una-de-las-filiales-de-ypf-se-crea-un-consorcio-de-empresas-para-convertir/>

# DESAFÍOS CIENTÍFICOS Y GEOPOLÍTICOS EN LAS REGIONES ANTÁRTICA Y SUBANTÁRTICA

**Palabras clave:** ciencia, geopolítica, Antártida, región subantártica, Atlántico Sur, Chile.

**Key words:** science, geopolitics, Antarctica, subantarctic region, South Atlantic, Chile.

La región más austral de nuestro país comprende un vasto territorio continental, insular y marítimo, el cual presenta una gran variedad de desafíos geopolíticos y científicos. En lo que respecta al primero, existen aspectos conflictivos, como es el caso de la cuestión de la soberanía sobre las Islas Malvinas. En contraste, el reclamo soberano en el territorio antártico no presenta actualmente situaciones de conflicto, ya que se encuentra en un punto de congelamiento temporal, según lo establece el Tratado Antártico de 1959, del cual la República Argentina es signataria. Asimismo, nuestro país se encuentra trabajando activamente en el desarrollo de áreas marinas protegidas en la Antártida y en la zona subantártica, como parte de compromisos internacionales adquiridos. Este conjunto de aspectos geopolíticos implica un enorme desafío desde el punto de vista científico, dada la diversidad y la complejidad de los patrones y procesos ecológicos involucrados y la urgente necesidad de su conocimiento desde una perspectiva integral, en particular teniendo

en cuenta los cambios ambientales que se observan a escala planetaria, los que se reflejan con particular intensidad en las regiones de altas latitudes. En este trabajo se analizan algunas características de cada una de las áreas mencionadas, describiendo antecedentes significativos y estableciendo relaciones con las capacidades científico-tecnológicas y temas clave de la economía de Tierra del Fuego. En síntesis, se pretende mostrar que el conocimiento es una herramienta fundamental para el equilibrio geopolítico y el desarrollo de la región. Por lo tanto, no solamente es necesaria una fuerte interacción entre las instituciones nacionales y provinciales de ciencia y tecnología, sino también una fructífera colaboración internacional, especialmente con la República de Chile.

The southernmost region of our country encompasses a large continental, insular and maritime territory, representing diverse geopolitical and scientific challenges. Regarding geopolitics, there are conflicting issues, such as the sovereignty over the Malvinas Islands. In contrast, the sovereign claim over the Antarctic territory does not currently present conflicting situations, because the 1959 Antarctic Treaty, of which Argentina is a signatory party, declared a moratorium on claims of territorial sovereignty. Likewise, our country is actively developing marine protected areas in Antarctica and the Sub-Antarctic zone, as part of commitments acquired through international conventions. These aspects mean an enormous challenge for science, given the diversity and complexity of the ecological patterns and processes involved in these areas and the urgent need for their understanding in an integrative manner, in particular in the light of the environmental changes observed at the planetary scale, which reflect with particular intensity in high latitude regions. In this paper, some characteristics of each of the aforementioned areas are analyzed, including significant background, while establishing relationships with scientific-technological strengths and key issues of the economy of Tierra del Fuego. In short, it is intended to show that knowledge is a fundamental tool for both the geopolitical balance and the development of the region. Therefore, not only a strong interaction between national and provincial science and technology institutions is necessary, but also a fruitful international collaboration, especially with the Republic of Chile.

## ■ CONTEXTO

En el presente artículo se analizará una serie de aspectos relacio-

nados con el desarrollo y proyecciones científicas en el sector austral de nuestro país, incluyendo a la Isla de Tierra del Fuego, el Atlántico Sur, las

islas subantárticas y la Antártida. Se trata de una región caracterizada por la presencia de sistemas naturales y socioeconómicos heterogéneos. Ad-

## ■ Gustavo A. Ferreyra

Director del Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET)  
Coordinador de la Red de Observación Marina Argentina (ROMA)  
Profesor/Investigador Asociado al Instituto de Ciencias del Mar de Rimouski (Quebec, Canadá)  
Miembro del Consejo Asesor Científico de Pampa Azul (MINCYT)  
Miembro de la Comisión de Ciencias del Mar (CONICET)  
PhD en Oceanografía Biológica (Universidad de Quebec, Canadá)

E-mail: gferreyra@cadic-conicet.gob.ar



ministrativamente, la jurisdicción de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur (A.I.A.S) abarca a la totalidad de la región, si bien las actividades en la Antártida también son reguladas por el Gobierno Nacional (Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto) y globalmente por el Sistema del Tratado Antártico, al que nuestro país suscribió el 1 de diciembre de 1959. La Provincia de Tierra del Fuego, A.I.A.S. fue la última en ser creada a nivel nacional, el 1 de junio de 1991, más de un siglo después de fundar Ushuaia en lo que sería el Territorio del Tierra del Fuego, A.I.A.S, en 1884. Actualmente no es posible el ejercicio de la soberanía plena de nuestro país sobre el territorio antártico y, a diferencia de Tierra del Fuego, no tiene asentamientos poblacionales permanentes autosuficientes económicamente. En particular, la Ciudad de Ushuaia representa el vínculo natural entre los continentes americano y antártico, a través de un espacio multidimensional de interacciones científicas, logísticas y turísticas entre los territorios. Es por ello que se la considera como una de las “puertas de entrada a la Antártida”, junto con las ciudades de Punta Arenas (Chile), Hobart (Australia), Christchurch (Nueva Zelanda) y Ciudad del Cabo (Sudáfrica). Estas características, junto con el hecho de haber sido una zona de conflicto por cuestiones limítrofes en el Canal Beagle con la vecina República de Chile y las incumbencias con el tema Malvinas, hacen de ésta una región de particular interés.

En este artículo se describirán algunos aspectos particulares de las distintas áreas de interés de la zona austral, abarcando desde cuestiones socio-productivas y científicas y su relación con el cambio climático global, hasta otras de carácter geopolítico. Esta información será luego sintetizada al destacar la im-

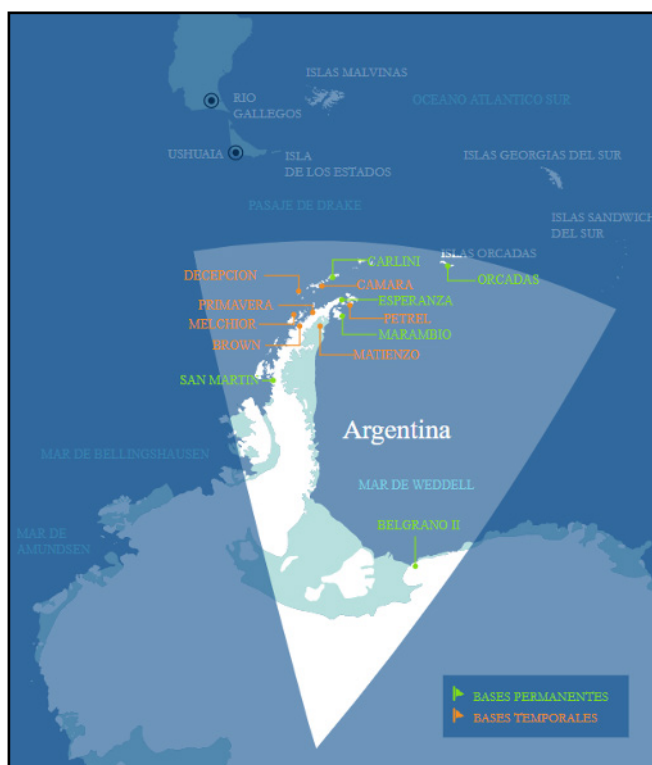
portancia de la implementación estratégica de ciertas iniciativas tanto nacionales como internacionales, en particular en lo que refiere a la cooperación con el vecino país de Chile.

## ■ ALGUNOS TEMAS RELEVANTES.

### LA ANTÁRTIDA.

La presencia ininterrumpida de nuestro país en la Antártida se remonta a principios del Siglo XX, con la creación de la Base Orcadas en 1904. La República Argentina posee hoy un despliegue de un total de 13 bases en la Antártida, 6 de las cuales son permanentes, es decir que operan durante todo el año, mientras que las restantes son temporales, encontrándose operativas solamente durante la llamada Campaña Antártica de Verano (Tabla 1; Fig. 1). Cada una de las bases cuenta con un Laboratorio Antártico Multidisciplinario (LAM) y en algunas se da apoyo a campamentos, con la coordinación operativa del Instituto Antártico Argentino. **Cabe señalar que sólo 2 de las 13 bases se dedican exclusivamente a la actividad científica y tecnológica y son administradas por la Dirección Nacional del Antártico/ Instituto Antártico Argentino, mientras que**

**las restantes brindan apoyo logístico a la ciencia y alojan los LAMs, bajo la administración del Comando Conjunto Antártico, integrado por representantes de las Fuerzas Armadas y un asesor por la Dirección Nacional del Antártico.** El despliegue descrito representa un enorme esfuerzo, tanto económico como humano. El mandato que regula las actividades en la región se encuentra explicitado tanto dentro la Ley Antártica original (18.513/1969) como en el Decreto 2316/1990. Este último establece que “El objetivo fundamental de la Política Nacional Antártica es afianzar los derechos argentinos de soberanía en la región”. Este objetivo fundamental se hace efectivo a través de la actividad científica y técnica (CyT), cuyas prioridades son: a) el conocimiento de los recursos minerales y pesqueros, b) el conocimiento del medio ambiente con miras a su protección,



**Figura 1.** Distribución geográfica de las bases antárticas argentinas. En verde se muestran las permanentes y en naranja las temporarias (Fuente: MRECIC; <https://www.cancilleria.gob.ar/es/iniciativas/dna/divulgacion/tratado-antartico>).

**Tabla 1.** Bases permanentes y temporarias del despliegue antártico argentino (Fuente: DNA e IGN; ver lista de acrónimos en Anexo 1).

<b>Bases permanentes.</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Ubicación geográfica</b>	<b>Inauguración</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Administración</b>
Base Carlini	Caleta Potter (bahía Guardia Nacional), isla 25 de Mayo (islas Shetland del Sur).	21 de noviembre de 1953	62°14'18"S 58°40'1"O	DNA/IAA
Base Orcadas	Istmo de la isla Laurie (caletas Uruguay y Scotia, bahías Uruguay y Scotia respectivamente), islas Orcadas del Sur.	22 de febrero de 1904	60°44'16"S 44°44'24"O	CCA/ARA
Base Belgrano II	Nunatak Bertrab (bahía Vashel), costa Confín (Tierra de Coats).	5 de febrero de 1979	77°52'32"S 34°40'46"O	CCA/EA
Base Esperanza	Punta Foca (caletas Choza y Águila), bahía Esperanza (península Trinidad), estrecho Antarctic.	17 de diciembre de 1952	63°23'53"S 56°59'50"O	CCA/EA
Base San Martín	Islote Barry – islote San Martín (caleta Sanaviron, paso Mottet), islotes Debenham (bahía Margarita, costa Fallières).	21 de marzo de 1951	68°7'48"S 67°6'3"O	CCA/EA
Base Marambio	NE de la isla Marambio (mar de Weddell)	29 de octubre de 1969	64°14'28"S 56°37'31"O	CCA/FAA

<b>Bases temporarias.</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Ubicación geográfica</b>	<b>Inauguración</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Administración</b>
Base Brown	Punta Proa (península Sanaviron),	6 de abril de 1951	64°53'43"S 62°52'14"O	DNA/IAA
Base Cámara	Isla Media Luna (Caleta Menguante, Bahía Luna, isla Livingston), estrecho MacFarlane (islas Shetland del Sur).	1 de abril de 1953	62°35'42"S 59°55'6"O	CCA/ARA
Base Melchior	Isla Observatorio (caleta Observatorio, puerto Melchior, Canal Principal), archipiélago Melchior (bahía Dallmann, archipiélago de Palmer).	31 de marzo de 1947	64°19'33"S 62°58'35"O	CCA/ARA
Base Decepción	Bahía 1° de Mayo (Puerto Foster), isla Decepción (islas Shetland del Sur)	25 de enero de 1948	62°58'32"S 60°41'52"O	CCA/ARA
Base Petrel	Isla Dundee (Rada Petrel, estrecho Active), cabo Welchness (Punta Bajos, estrecho Antarctic).	1 de diciembre de 1952	63°28'40"S 56°13'37"O	CCA/ARA
Base Primavera	Cabo Primavera (entre las caletas Cierva y Santucci) costa Danco (bahía Estrecho de Gerlache).	8 de marzo de 1977	64°9'21"S 60°57'17"O	CCA/EA
Base Matienzo	Nunatak Larsen (Nunatak Foca), barrera de hielos Larsen (mar de Weddell).	15 de marzo de 1961	64°58'33"S 60°4'15"O	CCA/FAA

incluyendo los fenómenos antárticos de alcance global, c) el desarrollo de las tecnologías específicamente antárticas y d) el lograr una mayor eficacia de la presencia argentina, concentrándola en respaldar la actividad científico-tecnológica nacional y en la capacidad de prestar a otros países los servicios y el conocimiento necesarios, en los casos en que sea políticamente aconsejable.

Desde comienzos del siglo XX, la Argentina tuvo presencia y actividad constantes en aras de la ocupación territorial, desarrollando al mismo tiempo actividades científicas, coherentes con su reclamo soberano. Fue la época de la llamada "conquista", durante la cual las Fuerzas Armadas desempeñaron un papel central estratégicamente acorde con las reglas de juego de aquel momento, gracias al apoyo del Gobierno

Nacional especialmente durante las presidencias del presidente Perón (Fontana, 2014). Durante ese período también se sumó la creación del Instituto Antártico Argentino (17 de abril de 1951; Decreto 7338/51), el cual fue el primer instituto de investigación en el mundo dedicado específicamente al estudio del territorio, formando parte del esfuerzo nacional (Genest, 1998). El paradigma del despliegue descrito como

“conquista” cambió a partir del Año Geofísico Internacional (1957-58), cuando en la arena geopolítica la cooperación internacional y el conocimiento científico se convirtieron en los argumentos centrales para la presencia de los países en el continente blanco.

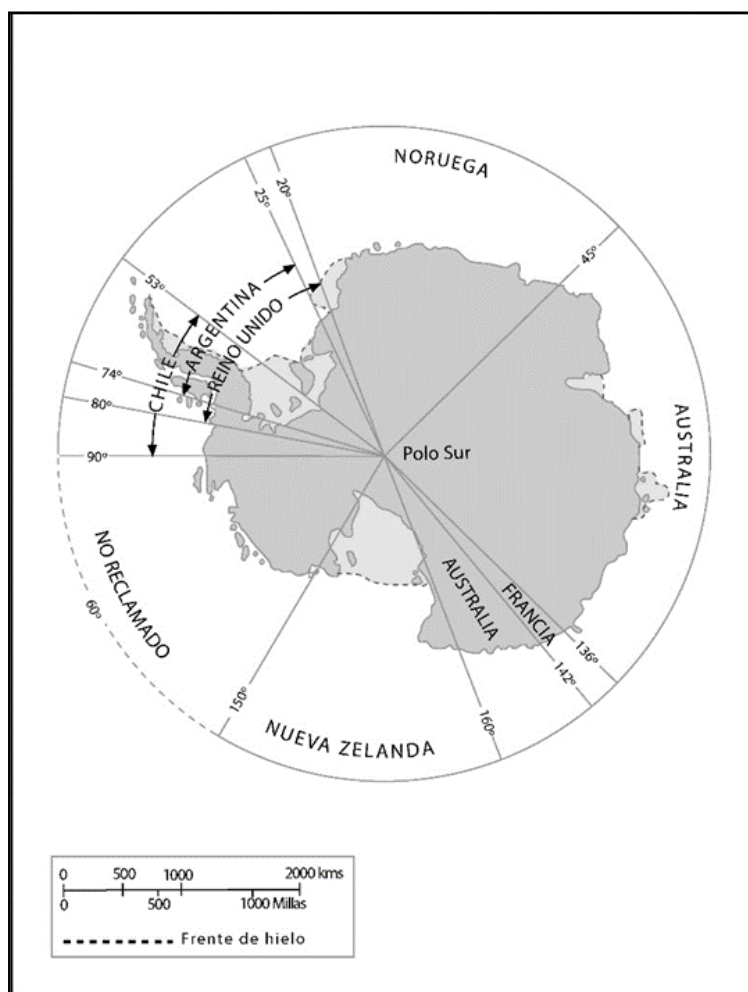
Como ya se ha mencionado, las actividades en la Antártida están reguladas por el Tratado Antártico del 1 de diciembre de 1959, firmado entre la Argentina, Australia, Bélgica, Chile, Estados Unidos, Francia, el Reino Unido, Japón, Nueva Zelanda, Noruega, Sudáfrica y la entonces Unión Soviética, el cual entró en vigor 23 de junio de 1961 ([www.ats.aq/do-](http://www.ats.aq/documents/keydocs/vol_1/vol1_2_AT_Antarctic_Treaty_s.pdf)

[cuments/keydocs/vol\\_1/vol1\\_2\\_AT\\_Antarctic\\_Treaty\\_s.pdf](http://www.ats.aq/documents/keydocs/vol_1/vol1_2_AT_Antarctic_Treaty_s.pdf)). La firma del Tratado declaró a la Antártida como un área dedicada al desarrollo del conocimiento y la paz, congelando temporalmente las demandas de soberanía territorial (Sánchez, 2007). La firma del Tratado Antártico se relacionó con el escenario de la guerra fría imperante en esos años entre los países hegemónicos y tuvo lugar como una continuidad del Año Geofísico Internacional (1957-58), una iniciativa científica multilateral de gran envergadura con la participación de 66 países, entre los que figuraron los signatarios del Tratado Antártico. Actualmente, la Sede del Tratado se encuentra en Buenos Ai-

res y cuenta con 54 Partes (29 son Partes Consultivas, es decir con voz y voto, mientras que el resto son adherentes), existiendo siete países reclamantes de territorio. Uno de ellos corresponde a la Argentina, superponiéndose a los reclamos de Chile y el Reino Unido (Fig. 2). **Sin embargo, cabe destacar que, desde 1947, la Argentina y Chile reconocen mutuamente sus derechos de soberanía en la Antártida. Este tema reviste una gran relevancia ya que se trata de los dos países latinoamericanos con mayor tradición y despliegue científico y logístico en la región.**

Por otro lado, la dinámica de las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico ha generado una serie de instrumentos que hacen foco sobre temas que son de importancia particular, como la Convención sobre la Conservación de Focas Antárticas, la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA) y el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente. Asimismo, a este cuerpo de instrumentos se sumó el Comité Científico para la Investigación Antártica (en inglés *Scientific Committee on Antarctic Research*, SCAR), que es un órgano consultivo cuyo mandato es comenzar, desarrollar y coordinar líneas de investigación prioritarias identificadas dentro de la comunidad científica antártica y una de sus funciones es aconsejar a las Partes Consultivas del Tratado. Cuenta con 30 miembros plenos y 13 asociados y la sede está ubicada en el Instituto Scott de Investigación Polar (Cambridge, Reino Unido).

Como ejemplo de uno de los instrumentos mencionados, se destaca que una de las atribuciones de la CCRVMA es la de crear Áreas Marinas Protegidas en base a los conocimientos científicos, lo que implica además la generación de planes de gestión, investigación y seguimiento



**Figura 2.** Países con reclamos territoriales y sectores involucrados (Fuente: MRECIC; <https://www.cancilleria.gob.ar/es/iniciativas/dna/divulgacion/tratado-antartico>).

de las mismas. Los países miembros pueden proponer la creación de las AMPs y de las medidas de conservación asociadas a ellas. La primera AMP tanto de la CCRVMA como a nivel internacional fue la de la Plataforma Meridional de las Islas Orcadas del Sur. En la actualidad, Argentina y Chile están presentando conjuntamente la creación de una nueva AMP (ver más abajo).

### LAS ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN EL ATLÁNTICO SUR.

Como se mencionó anteriormente, las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) tienen gran importancia en términos de conservación. Actualmente, en el Atlántico Sur existen dos áreas de este tipo, los AMPs Namuncurá/Banco Burdwood y Yaganes. La primera fue creada por Ley 26.875 en 2013. Por otro lado, en 2014 se creó el Sistema Nacional

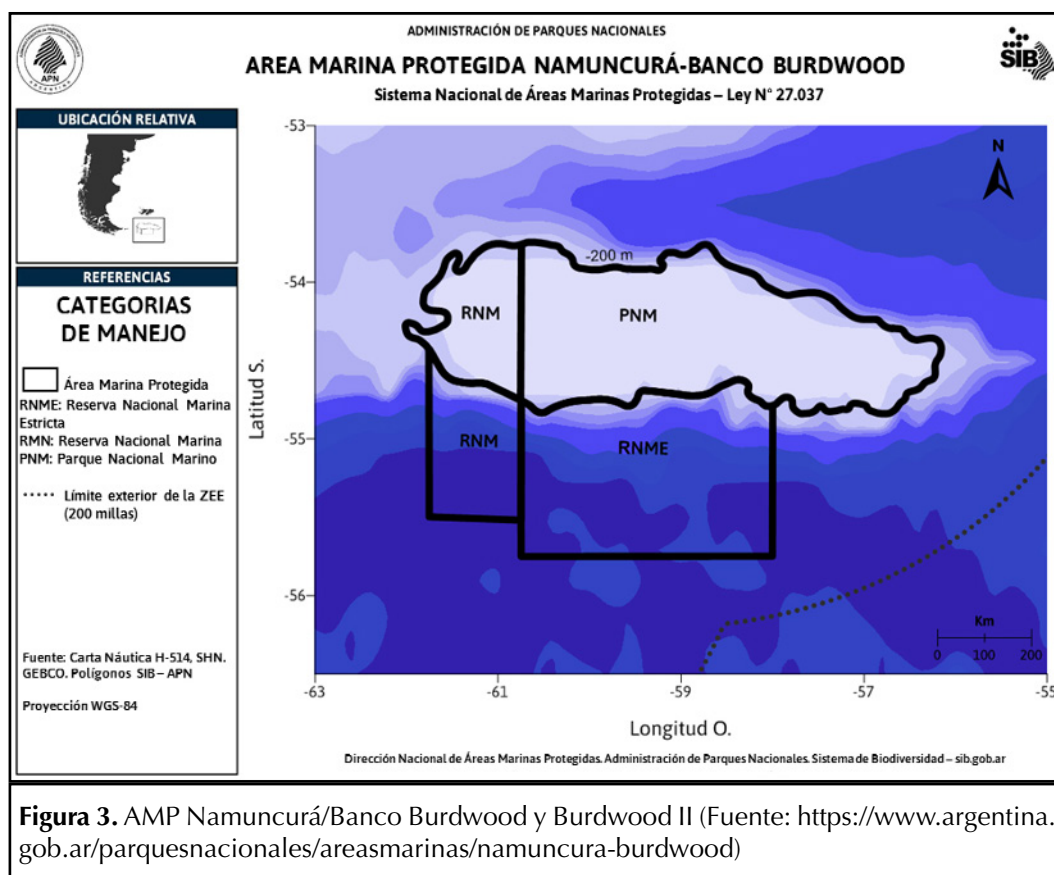
de Áreas Marinas Protegidas (Ley 27.037) y en 2018 su gestión pasó a manos de la Administración de Parques Nacionales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), en tanto que Autoridad de Aplicación del Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas (Fig. 3 y 4).

Las categorías de manejo señaladas en las cartas corresponden a: 1) RNME: Reserva Nacional Marina Estricta (área de máxima protección permanente o temporal); 2) RNM: Reserva Nacional Marina (área protegida con el objetivo de conservar la biodiversidad marina, la calidad del paisaje y los procesos ecológicos a gran escala, permite el aprovechamiento sustentable de uno o más de sus recursos); 3) PNM: Parque Nacional Marino (admite como única actividad económica al turismo) (Fuente: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/>

anexos/235000-239999/239542/norma.htm)

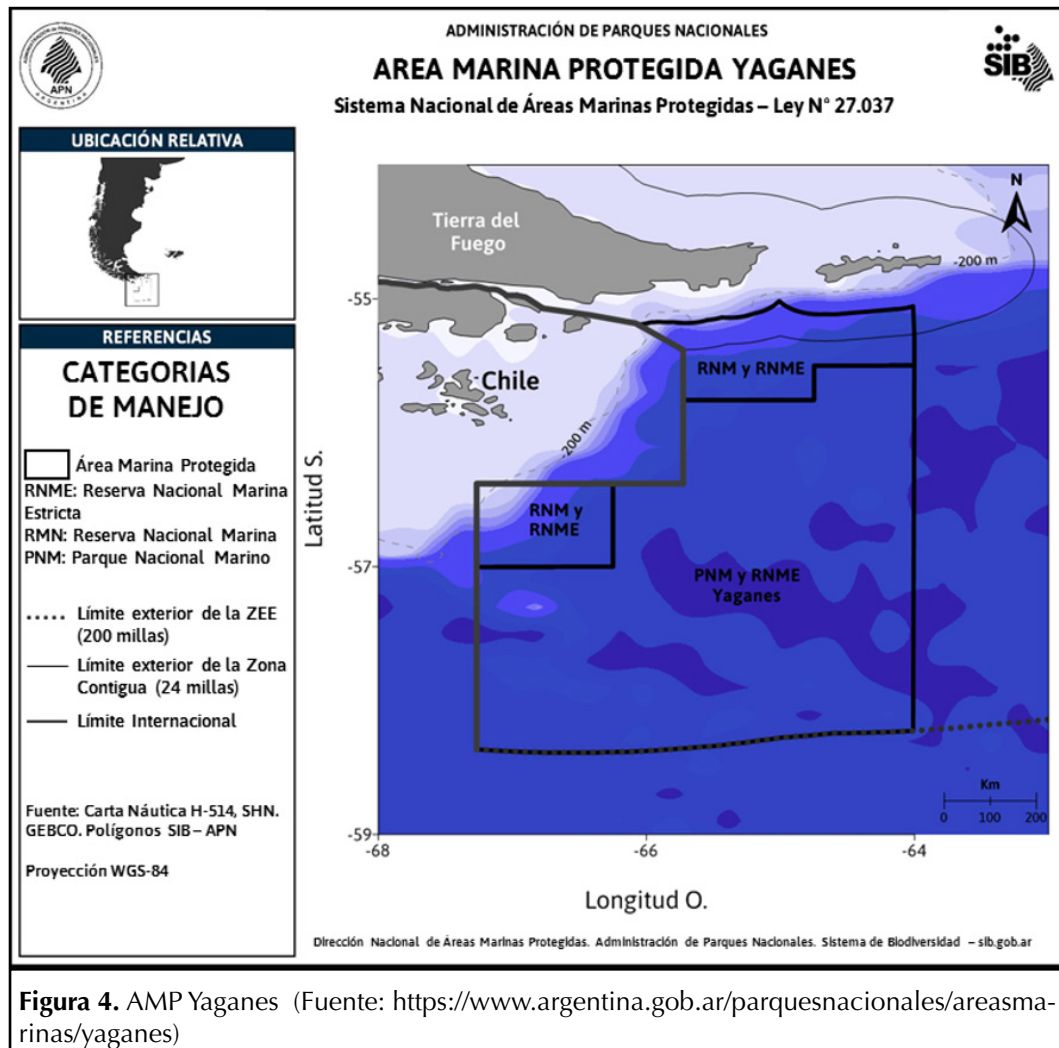
### CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AMP NAMUNCURÁ/BANCO BURDWOOD

El AMP Namuncurá/Banco Burdwood, situado a 200 km al sur de las Islas Malvinas y 150 km al este de la Isla de los Estados, fue identificado como una de las Áreas Prioritarias de la Iniciativa Pampa Azul del MINCyT. Se trata de una zona con una alta biodiversidad y productividad primaria, alimentada por los aportes de nutrientes provenientes de la Corriente Circumpolar Antártica y afloramientos de aguas profundas, encontrándose potencialmente expuesta a impactos humanos de distinta naturaleza (contaminación, turismo, prospección y explotación *off-shore* de hidrocarburos, pesca no sustentable (incluyendo las activida-



**Figura 3.** AMP Namuncurá/Banco Burdwood y Burdwood II (Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/parquesnacionales/areasmarinas/namuncura-burdwood>)





des de flotas extranjeras) y el transporte marítimo, entre otras. El principal objetivo de conservación son los invertebrados marinos, debido a que son “ingenieros ecosistémicos” y a su alta vulnerabilidad.

Los objetivos perseguidos con su creación son:

- Conservar una zona de alta sensibilidad ambiental y de importancia para la protección y gestión sostenible de la biodiversidad de los fondos marinos.
- Promover el manejo sostenible, ambiental y económico de los ecosistemas marinos bentónicos de nuestra pla-

taforma a través de un área demostrativa.

- Facilitar la investigación científica orientada a la aplicación del enfoque ecosistémico en la pesca y la mitigación de los efectos del cambio global.

Hasta el presente, se han realizado 16 campañas en el AMP Namuncurá/Banco Burdwood, con la participación de investigadores de varias instituciones y buques de la flota de Pampa Azul (BIP Víctor Angelescu, BO Austral, BO Puerto Deseado, Guardacostas SB-15 “TANGO” y GC 189 - Prefecto García. **El Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET) coordinó las**

**actividades en el terreno, habiendo formado parte de un plan de fortalecimiento vehiculado a través de la Jefatura de Ministros de la Nación para la adquisición de equipamiento oceanográfico y la construcción de un repositorio de muestras. Asimismo, el rol del CADIC fue central en todo lo relativo a los aportes científicos en el AMP Namuncurá/Banco Burdwood, contando con la experticia y el equipamiento adecuados para expandir este tipo de actividades hacia el AMP Yaganes.**

#### **CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AMP YAGANES**

Se encuentra ubicada al sur de la isla Grande de Tierra del Fuego, en el Pasaje de Drake (Mar de Hoces),



limitando al oeste con aguas de jurisdicción chilena correspondientes al Parque Marino Islas Diego Ramírez-Paso Drake, con el cual presenta una continuidad ecosistémica. Uno de los principales rasgos es que se encuentra en una zona de conectividad física, química y biológica entre los Océanos Pacífico y Atlántico, así como la presencia e influencia de la Corriente Circumpolar Antártica. En contraste con el AMP Namuncurá/Banco Burdwood, la mayor parte de su superficie corresponde a aguas profundas (3.000-4.000 m). Entre los principales valores de conservación se encuentran los corales de agua fría y la rica fauna asociada. Las categorías de manejo definidas son la de RNME, RNM y PNM. Al presente no se han realizado campañas específicas para estudiar este AMP.

#### ■ TIERRA DEL FUEGO: SU PROYECCIÓN HACIA EL ATLÁNTICO SUR Y LA ANTÁRTIDA.

##### CONTEXTO PRODUCTIVO:

Desde la perspectiva económico-productiva, en el informe de CIECTI (2018) se identificaron cinco complejos principales en la Provincia: electrónico-electromecánico, energético, frutihorticultura, pesquero-acuícola y turístico. Dentro de estos, los que tienen mayor proyección hacia el Atlántico Sur y la Antártida son la pesca de altura y el turismo. En cuanto al primero, el informe destaca la explotación industrial de especies de alto valor comercial, como la polaca, la merluza negra y la merluza de cola, además de moluscos como la vieira. Existen tres empresas en el rango de medianas y grandes, que desembarcan el 99% del total de la pesca. El resto corresponde a la pesca artesanal y la acuicultura. La pesca de altura tiene una alta rentabilidad, pero no representa un valor agregado importante para la provincia, ya que la totalidad de las captu-

ras es procesada a bordo, lo que significa que no son necesarias plantas de procesamiento en tierra. Además, la proporción de residentes fueguinos trabajando en los buques es muy baja. **Este es un tema que amerita un mayor desarrollo y aportes desde el sector de ciencia y tecnología, para los cuales son esenciales las contribuciones que puedan surgir de instituciones presentes en la Provincia, en particular el CADIC, la UTN (que cuenta con una carrera de Ingeniería Pesquera; <http://www.frtdf.utn.edu.ar/>) y la UNTDF (con oferta de varias opciones de grado y pregrado; <http://untdf.edu.ar/>).**

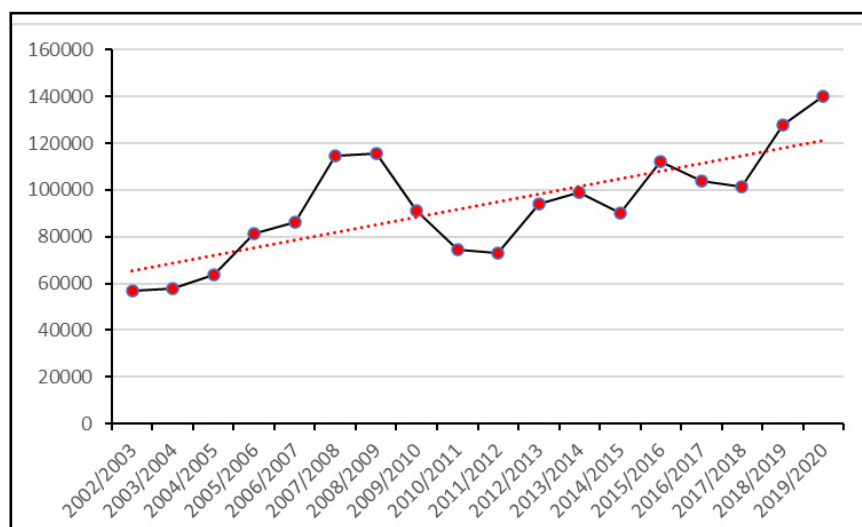
En cuanto a la actividad turística de la Provincia, esta se concentra principalmente en Ushuaia, destacándose aquella que se desarrolla a través de cruceros de gran porte, la que ha mostrado una tendencia creciente a lo largo de varios años (Fig. 5). Existen tres categorías dentro de esta modalidad: cruceros regionales, internacionales y antárticos. Éstos últimos movilizan el 72% de los viajes y el 43% del volumen total de pasajeros. **La UNTDF ofrece carreras de pregrado y de grado en Turismo. Además, dado el perfil de**

**los cruceristas, existe una fuerte demanda por el desarrollo del turismo científico y cultural, lo que representa una importante oportunidad para las instituciones científicas y educativas de la Provincia.**

Como se mencionó anteriormente, la ciudad de Ushuaia es considerada una de las puertas de entrada a la Antártida. Esto tiene un significado especial, ya que Tierra del Fuego tiene la oportunidad de dar soporte tanto a las actividades turísticas como a las del despliegue de los países que realizan actividades científicas en la región. Cabe señalar que, **desde hace varios años, se está discutiendo la posibilidad de concretar un Polo Logístico Antártico en Ushuaia, el cual debería contar con las facilidades para apoyar las actividades relacionadas, entre otras, con la Antártida.**

##### CONTEXTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Dentro de este marco general, cabe preguntarse cómo debería posicionarse el sistema local de CyT ante los desafíos que plantea la diversidad de áreas de interés men-

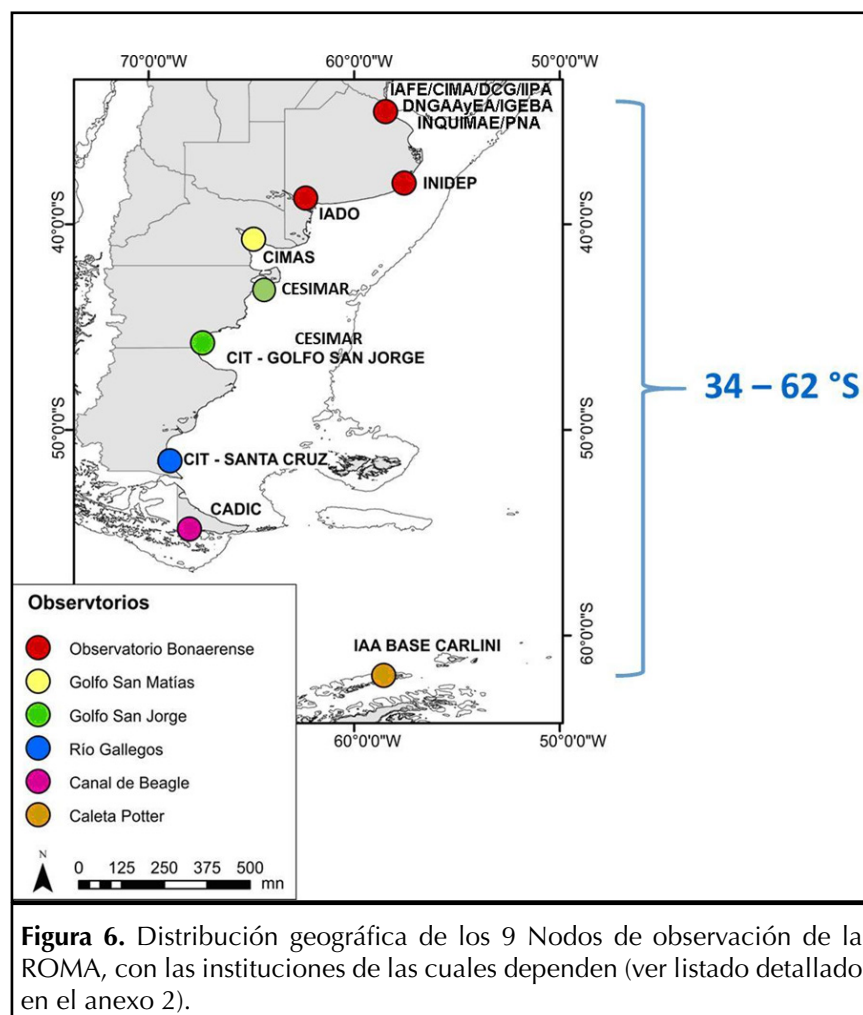


**Figura 5.** Evolución de la cantidad de turistas (Instituto Fueguino de Turismo, 2019).

cionadas hasta ahora (Antártida, AMPs, pesca y turismo científico y cultural). El sistema de CyT de Tierra del Fuego está integrado por el Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), la Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF), la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y el Centro de Investigaciones y Transferencia Tierra del Fuego (CIT), creado como unidad de gestión compartida por el CONICET, la Provincia y la UNTDF. Las dos universidades ofrecen carreras que son directamente compatibles con los temas sobre los que se ha hecho foco previamente en este artículo, tales como la de Ingeniería Pesquera (UTN) y las Licenciaturas de Biología, Geología y Ciencias Ambientales de la UNTDF, así como la Maestría en Estudios Antárticos (posgrado). Sin embargo, resulta evidente que el aporte de conocimiento necesario para cubrir las necesidades planteadas no puede provenir solamente de las instituciones de CyT ubicadas en el territorio. Es así que aparece como estratégica la conformación de un “Polo de Ciencia y Tecnología” en la región Austral, que englobe a un grupo amplio de instituciones con capacidad de dar respuestas integradoras a la diversidad de problemas de la región, así como de generar nuevas alternativas. Teniendo en cuenta este enfoque, se está trabajando en la preparación de un sistema con las características mencionadas, en el marco del Programa de Centros Interinstitucionales en Temas Estratégicos (CITEs), del MINCyT (<https://www.argentina.gob.ar/ciencia/sact/centros-interinstitucionales>). Las instituciones que están llevando a cabo este ejercicio son el CADIC-CONICET, el IAA, el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), la UNTDF, la UTN, la Administración de Parques Nacionales (APN) y la Provincia de Tierra del Fuego A.I.A.S., cada una

de las cuales posee una vasta historia y experticia en los temas desarrollados precedentemente. El objetivo general del CITE de Tierra del Fuego será entonces vincular funcionalmente a un grupo amplio de instituciones de manera tal de poder crear las herramientas intelectuales y de infraestructura apropiadas para la producción de conocimiento útil para la comunidad, el sistema productivo y la Administración Pública acerca de la región austral. Dentro de estos objetivos, se buscará promover la percepción de la pertenencia antártica y subantártica a nivel social y educativo. A esta iniciativa se suma la Red de Observación Marina Argentina (ROMA), creada por el CONICET en 2019 mediante Resolución 2019-3054, con financiamiento acordado recientemente por

el MINCyT a través de la Iniciativa Pampa Azul. Se trata de un sistema constituido por nueve nodos integrados por una serie de instituciones costeras relacionadas con las ciencias marinas, incluyendo a varias Unidades Ejecutoras del CONICET, la Universidad de Buenos Aires, la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales, el Servicio de Hidrografía Naval, el INIDEP, el Instituto Antártico Argentino y la empresa Investigación Aplicada – Sociedad del Estado (INVAP) (Fig. 6). En cada nodo se instalarán instrumentos sumergidos en el mar para la medición continua de parámetros seleccionados para monitorear en el largo plazo los efectos del cambio climático y otros impactos de origen humano, a través de un despliegue latitudinal. En la región más austral de la red se



encuentran dos institutos del CONICET: el Centro de Investigaciones y Transferencia Tierra del Fuego, con sede en Río Grande y el CADIC, y la Base Antártica Carlini, del Instituto Antártico Argentino. La ROMA es la primera infraestructura creada para el monitoreo costero del mar, y los nodos australes tendrán una estrecha relación con el CITE de Tierra del Fuego.

### DESAFÍOS CIENTÍFICOS: UN ESTUDIO DE CASO.

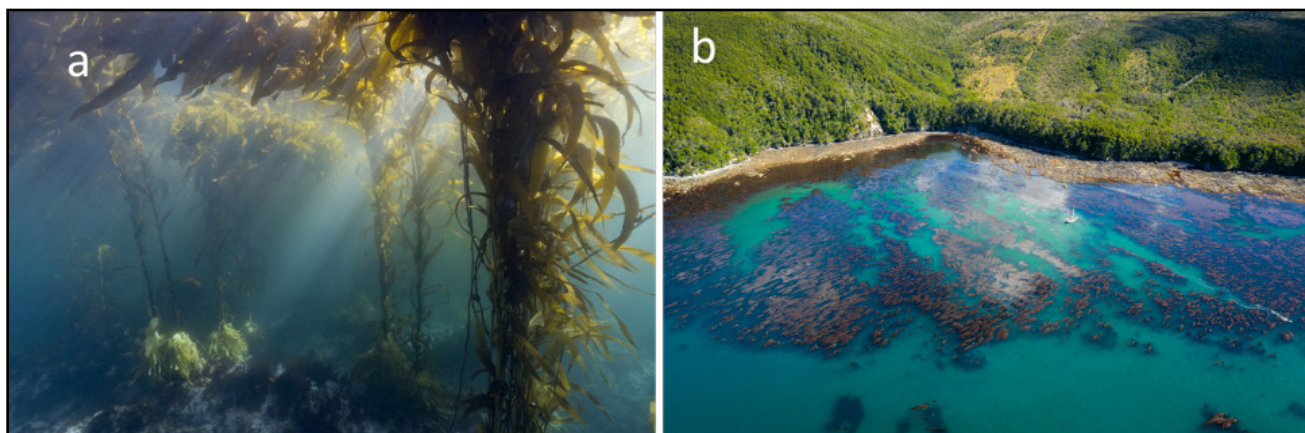
Existe una multitud de áreas del conocimiento con vacancias en la región austral. Sin embargo, y a modo de ejemplo, se discutirá un tema general que, por su dimensión inter y transdisciplinaria, involucra a gran parte del espectro de las ciencias marinas y terrestres. El mismo se refiere a la **conectividad** entre la Isla de Tierra del Fuego, el Canal Beagle, las AMPs ubicadas en el Atlántico Sur y la Antártida.

El Canal Beagle es un ecosistema marino de aproximadamente 240 km de extensión que conecta a los océanos Pacífico y Atlántico, presentando una gran heterogeneidad batimétrica, así como en lo que se refiere a los flujos de carbono y ma-

teria inorgánica de origen terrestre. La zona oeste, correspondiente a aguas interiores chilenas, se encuentra muy influenciada por aportes de agua dulce y partículas orgánicas e inorgánicas provenientes de los glaciares (González et al., 2016). Esto contrasta con el sector este, con menos glaciares y con mayor influencia de los aportes de ríos que acarrear predominantemente material orgánico particulado y disuelto provenientes de los bosques y las turberas. En particular, la vegetación de las turberas ubicadas en la zona sureste de la Isla de Tierra del Fuego (Península Mitre), posee una gran biomasa (Iturraspe et al. 2012; Perez-Haase et al. 2019), siendo un importante sumidero de carbono comparado con otros sistemas ubicados en otras latitudes (Holl et al., 2019). Esto representa un enorme aporte potencial de carbono hacia el Canal Beagle, el que sumado al resto de las contribuciones terrestres puede ser en parte exportado no solo al interior sino también hacia el exterior del canal. Se supone que una parte de la materia orgánica que entra al Canal Beagle es reciclada localmente, brindando nutrientes a otros componentes del ecosistema que actúan a su vez como sumidero de carbono, tales como el fitoplancton y los vas-

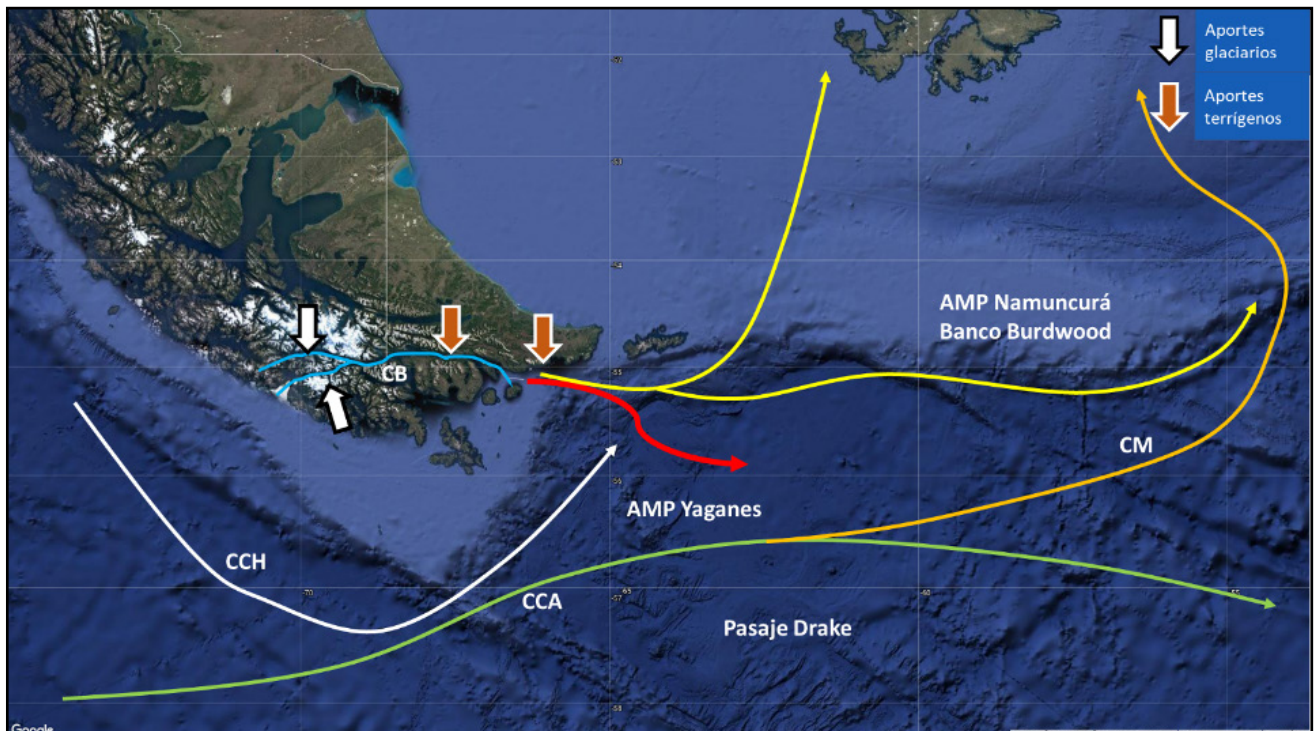
tos bosques de macroalgas marinas presentes a lo largo de toda la costa (Fig. 7).

Parte de esta biomasa puede ser potencialmente transportada por la corriente dominante hacia el exterior del canal, donde a su vez sería transportada por las aguas superficiales de la corriente del Cabo de Hornos hacia la zona de las Islas Malvinas y el Banco Burdwood, tal como lo sugieren resultados de modelización (Guihou et al., 2020). Por otro lado, la otra fracción de materia orgánica que llega a la boca del Canal puede ser exportada hacia grandes profundidades en la zona del AMP Yaganes (Pasaje Drake). En este caso, la materia orgánica puede ser movilizad activamente a través de las corrientes de turbidez que se generan en el sistema de cañones submarinos ubicados en el sureste de la Isla de Tierra del Fuego (Sloggett, Valentín, Nueva y Wollaston) (Palma et al., 2021). **Estas reflexiones sugieren la existencia de una conectividad dinámica entre los ecosistemas terrestre (incluyendo a los bosques, turberas, glaciares y ríos), marino costero (Canal Beagle) y de aguas oceánicas exteriores (Fig. 8).**



**Figura 7.** Bosque de cachiuyuyo (*Macrocystis pyrifera*) en la costa norte del Canal Beagle: a) foto submarina (crédito: J. Kaminsky); b) foto aérea de una parte de la franja costera, donde puede apreciarse la cobertura (crédito: J. Reyero).





**Figura 8.** Representación esquemática de diferentes procesos que sugieren conexiones entre el sistema de aguas interiores del Canal Beagle (CB) y el océano abierto. CCH: Corriente del Cabo de Hornos; CCA: Corriente Circumpolar Antártica; CM: Corriente de Malvinas. Las flechas blancas indican la predominancia de aportes glaciares, mientras que las naranjas representan principalmente aportes terrígenos a través de ríos y precipitaciones. Las líneas amarillas muestran recorridos de partículas y materia orgánica disuelta en aguas superficiales, mientras que la línea roja representa la exportación desde el Canal Beagle de material particulado hacia aguas profundas, vehiculado a través de corrientes de turbidez que se forman en los cañones submarinos de la zona.

Considerando un enfoque más general, el concepto de “blue carbon” (carbono azul) comprende la extracción de carbono desde la atmósfera por los vegetales macrófitos que crecen en las zonas costeras del planeta (manglares, macroalgas, pastos marinos y humedales), así como su fijación y secuestro en el fondo del océano profundo, luego de ser exportado desde su sitio de origen. Como alternativa, el concepto de “green carbon” (carbono verde) refiere a los organismos terrestres. Esto está siendo un tema de gran preocupación a nivel internacional, ya que se ha observado una tendencia a la reducción de la cobertura vegetal en los ecosistemas marinos costeros, en relación al aumento de la temperatura, la acidificación, la presencia de eventos extremos, la eutrofización y

otros factores de estrés (IPCC, 2019).

El aporte de carbono de la vegetación costera considerada dentro del concepto de *blue carbon* se suma al del fitoplancton, que se encuentra presente en las aguas superficiales de la columna de agua de todo el océano. Si bien las zonas costeras cubren una escasa superficie del total del océano (7,6%), son responsables de aportar aproximadamente un 30% de la producción primaria total del planeta y de la mitad del carbono que se transfiere hacia el océano profundo (Chen, 2003; Bauer et al., 2013). Se ha sugerido que el destino de la producción primaria neta (carbono fijado por fotosíntesis menos el respirado) de las plantas macrófitas costeras tiene cuatro destinos posibles: 1) es consumida por orga-

nismos herbívoros y detritívoros, 2) es reciclada por microorganismos y metazoos, 3) es incorporada a los sedimentos, o 4) es exportada hacia el exterior de la zona costera (océano abierto) en forma de carbono particulado y disuelto (Duarte, 2017). La conclusión más interesante de este último trabajo es que la mayor parte de la biomasa es exportada (82%), siendo las macroalgas el componente que más contribuye (55% de la producción total). La importancia de las macroalgas en este tipo de proceso ha sido señalada también por otros autores (Krause-Jensen et al., 2018; Smale et al., 2018) y ha sido corroborada recientemente a partir de muestras colectadas durante las expediciones globales Tara Oceans y Malaspina 2010, donde se encontraron señales de la presencia de



macroalgas a 4.000 m de profundidad con una máxima diversidad de taxa en el Atlántico Sur, utilizando técnicas de metagenómica (Ortega et al., 2019). Estos hallazgos revisiten una gran importancia para la comprensión del balance global de carbono, ya que demuestran la conexión existente entre los dominios costero y oceánico a través de la observación. Sin embargo, no consideran a los aportes de origen terrestre, los que podrían ser de una magnitud equivalente a los de la zona costera. **Las estimaciones mencionadas son aproximaciones, existiendo un alto grado de incertidumbre acerca de los valores reales, lo cual solamente puede ser confirmado a partir de investigaciones dirigidas a ensayar hipótesis sobre estos temas. Esto es fundamental para poder incorporar este tipo de información en las estimaciones del balance de carbono global, de manera de mejorar las previsiones de los modelos y su aplicación en la mitigación de los efectos del cambio climático.**

A las incertidumbres que se acaban de mencionar, se suma la necesidad de conocer el desplazamiento hacia el sur de los organismos marinos, incluidas las especies de interés comercial, lo cual está íntimamente relacionado con los cambios en las características físicas y químicas de ambiente. Varios trabajos muestran que los frentes de la Corriente Circumpolar Antártica se están desplazando hacia el polo, a partir de observaciones de la temperatura, la salinidad y la altura del océano medida por altimetría satelital (Guille, 2008; 2014; Kim and Orsi, 2014). Esto tiene un impacto central sobre la fisiología, la composición y la distribución del fitoplancton, incidiendo directa o indirectamente sobre el resto de los organismos marinos, desde el zooplancton hasta los predadores tope, dado estos vegetales se encuentran ubicados en la base

de la trama trófica marina (Deppeler and Davidson, 2017).

Es dentro de este contexto que el sistema constituido por los ambientes terrestre y marino de Tierra del Fuego, el Atlántico Sur y la Antártida, representa un desafío extraordinario para la ciencia y la aplicación de sus hallazgos, ya que el mismo puede ser considerado como un "laboratorio natural" ideal para estudiar en detalle los procesos descritos precedentemente, que están íntimamente relacionados con el cambio climático y sus impactos en los ecosistemas naturales y las economías de la región. La idea de la constitución de un Polo de Ciencia y Tecnología en la región austral se relaciona entonces con el abordaje de este tipo de problemática de alta complejidad.

### DESAFÍOS GEOPOLÍTICOS.

Para la Argentina es una prioridad mantener y reforzar su presencia dentro de los reclamos soberanos de la región y esto incluye a la ciencia y la tecnología, ya que no solamente se trata de herramientas básicas para el desarrollo, sino que contribuyen al acercamiento entre las naciones. Dentro de la zona austral se encuentra, por un lado, el tema de la ocupación ilegítima de las Islas Malvinas por el Reino Unido de Gran Bretaña, lo cual representa el mayor problema de soberanía no resuelto. El puerto y la pista aérea de Puerto Argentino son un vínculo logístico central para las operaciones de ese país en la Antártida. A esto se ha sumado que, tanto en las Malvinas como en las Islas Georgias del Sur, durante los últimos años se ha incrementado significativamente la inversión para infraestructuras científicas. Un ejemplo de ello es la creación en 2012 por el ilegítimo Gobierno de las Islas del South Atlantic Environmental Research Insti-

tute (SAERI), el cual se convirtió en una organización independiente a partir de 2017 (<https://www.south-atlantic-research.org/>). El SAERI focaliza sus trabajos en varias disciplinas prioritarias para la región subantártica, a semejanza del CADIC. Sin embargo, dentro de su política existe una activa internalización de la ciencia, invitando a participar en sus actividades a investigadores de todo el mundo, como parte de una estrategia de fortalecimiento de la presencia británica enmarcada en el estudio y la protección del medio ambiente. Por otro lado, las actividades en la región han sido significativamente reforzadas con la incorporación de un buque rompehielos de última generación dedicado al apoyo logístico y la ciencia en la Antártida, el *RRS Sir David Attenborough*, cuyo armador es el Consejo de Investigación del Medio Ambiente Natural mientras que la operación se encuentra a cargo del British Antarctic Survey, el órgano encargado de la actividad antártica del Reino Unido. Desde la perspectiva de la ciencia y la tecnología, es prioritario balancear por parte de nuestro país el despliegue ascendente que se acaba de mencionar. Por lo tanto, la creación de un Polo Interinstitucional en Ushuaia representa una clara respuesta a esta estrategia, indispensable para desplazar el equilibrio de las actividades del conocimiento hacia el lado argentino.

Por el otro lado, aparece la interacción científica con la República de Chile, país con el cual la Argentina sostuvo un conflicto que casi lleva a ambos países a una guerra en diciembre de 1978, durante las dictaduras de los presidentes Jorge Rafael Videla y Augusto Pinochet Ugarte. Este tema fue zanjado gracias a la mediación del Vaticano, en ese entonces bajo la soberanía del Papa Juan Pablo II, quien presentó una propuesta en 1980 gracias a la cual



**Figura 9.** Conflicto en el Canal Beagle: a) Encuentro entre los generales Jorge Rafael Videla y Agustín Pinochet Ugarte; b) Tropas desfilando en Buenos Aires; c) Firma del Tratado de Paz y Amistad (Canciller Dante Caputo y a su derecha el Papa Juan Pablo II).

se firmó el Tratado de Paz y Amistad luego del retorno de la democracia a nuestro país, en 1984, que se encuentra vigente en la actualidad (Fig. 9).

El Tratado presenta un protocolo para la solución de controversias, así como la creación de una Comisión Permanente de Conciliación. A partir de la resolución del conflicto en el Canal Beagle, ambos países fueron realizando un acercamiento cada vez mayor, en el cual las actividades científicas conjuntas fueron cumpliendo un rol de importancia creciente en la región sur, dada la gran superposición de intereses y problemas a encarar conjuntamente (i.e. la presencia de especies invasoras, la pesca artesanal, la presencia de floraciones de fitoplancton tóxico, etc.). Estos avances llevaron, en 2018, a la creación de la *Comisión Bilateral de Cooperación en Investigación Científica Austral*, promovida por un activo trabajo de las Cancillerías de Argentina y Chile. La filosofía de esta comisión es que ambos países se necesitan mutuamente para comprender los grandes desafíos relacionados con los impactos

del cambio climático y su incidencia en el desarrollo socioeconómico sostenible de las comunidades que habitan la región. Asimismo, este criterio se proyecta hacia la Antártida donde, como se mencionó, existe una superposición en el reclamo de soberanía territorial, al cual a su vez se agrega el reclamo del Reino Unido. Merece destacarse que durante 1952 y 1953, bajo las presidencias de Juan D. Perón y Carlos Ibáñez del Campo, la Argentina y Chile adoptaron una posición basada en acciones conjuntas orientadas a oponerse al reclamo del Reino Unido, lo que representa un antecedente de suma importancia. Más recientemente, los presidentes Macri y Piñera en 2018 y Fernández y Piñera en 2021, continuaron manteniendo este enfoque de acercamiento para la región austral. Un ejemplo en este sentido es la creación de una AMP en el Oeste de la Península Antártica, cuyo objetivo es proteger la biodiversidad y preservar los stocks de krill, un crustáceo clave en la trama trófica antártica y sujeto a explotación pesquera por parte de varios países. Los institutos antárticos de Argentina y Chile realizaron en 2019 una expedición

trabajando conjuntamente en los aspectos científicos de esta iniciativa, que está pendiente de aprobación por la CCRVMA.

#### **COLABORACIÓN BILATERAL CON CHILE: UN ESTUDIO DE CASO.**

Con la participación de seis instituciones argentinas y seis chilenas (ver lista en el anexo 3), en 2019 comenzó a desarrollarse un proyecto binacional, en el marco de las actividades pautadas en el seno de la Comisión Bilateral de Cooperación en Investigación Científica Austral. El Proyecto se denomina: ***Ocean Acidification and Hypoxia Impacts on High Latitude Marine Coastal Ecosystems: The Case of the Beagle Channel (Southern Patagonia – Argentina, Chile) (OCAH-Beagle)***. El financiamiento del proyecto provino de la entonces Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología (actualmente MINCYT), del CONICET y de la Fundación Príncipe Alberto II de Mónaco, con aportes en equipos del Centro IDEAL, de la Universidad Austral de Chile. El objetivo general del proyecto es comprender cómo los procesos de acidificación y de



hipoxia, relacionados con el cambio climático, interactúan en el Canal Beagle, afectando el ciclo de carbono y modificando la biología de especies clave para el funcionamiento del ecosistema y otras que tienen interés económico.

El proyecto se ha estructurado según tres fases complementarias: Fase 1) Trabajo de terreno (campana oceanográfica), Fase 2) realización de experimentos en laboratorio con organismos clave del ecosistema y de interés económico y Fase 3) construcción de un sistema de observación de la acidificación y la hipoxia en el largo plazo, el cual representará un legado del proyecto.

La Fase 1 del proyecto se encuentra actualmente en desarrollo, habiendo comenzado con el primer crucero científico binacional

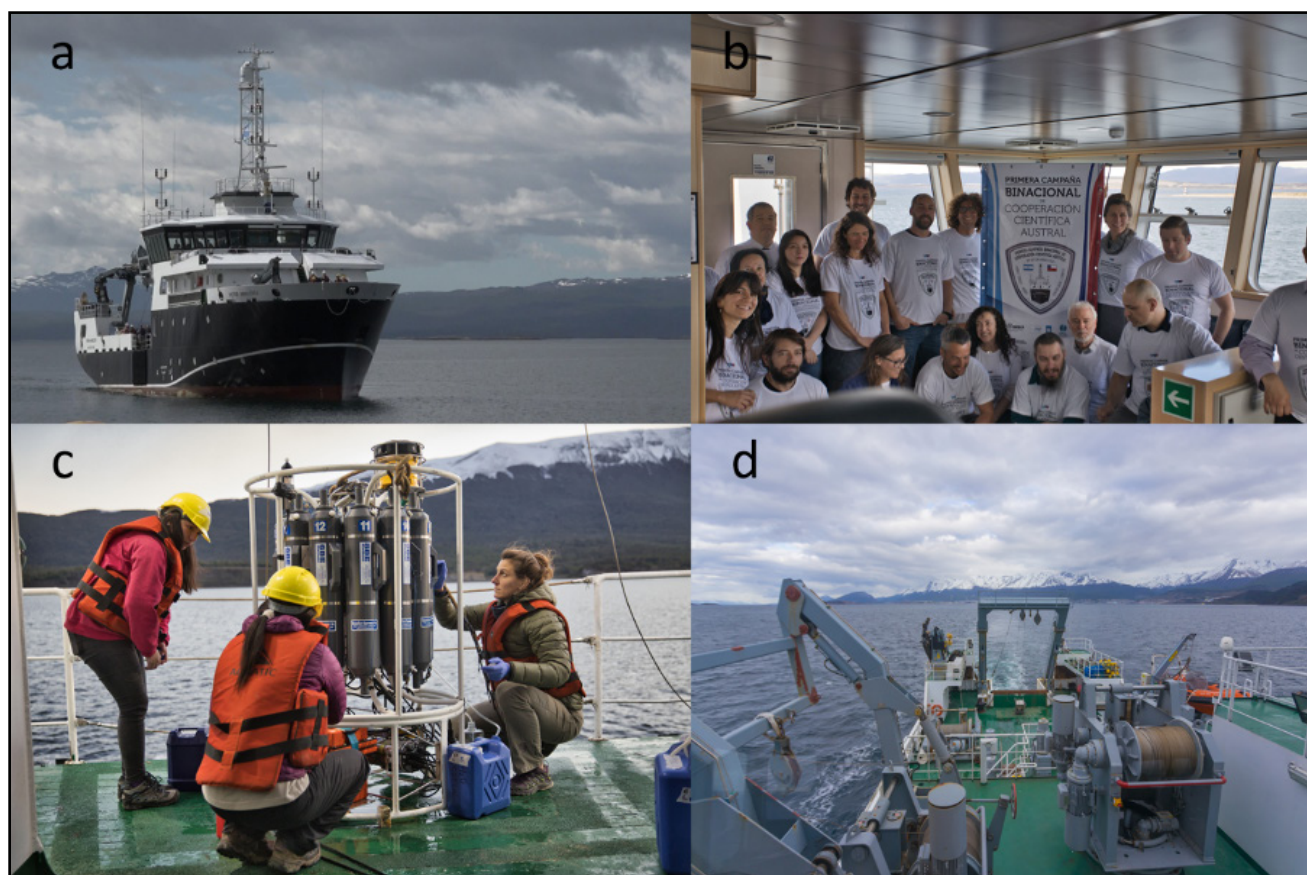
en el Canal Beagle en noviembre de 2019, a bordo del BIP Víctor Angelescu (INIDEP) (Fig. 10). El objetivo de esta fase es la caracterización ambiental del estado actual del ecosistema del Canal Beagle en términos físicos, químicos y biológicos en la columna de agua. Actualmente, el equipo de investigación se encuentra preparando la publicación en un número especial de una revista de alto impacto internacional.

La Fase 2 es experimental y consiste en la realización de una serie de experimentos diseñados con especies seleccionadas del Canal Beagle, en laboratorios de Argentina y Chile, cuyo objetivo es estudiar las respuestas de los organismos a las condiciones actuales de acidificación y la de escenarios simulados según las previsiones del IPCC para 2100 (IPCC, 2019).

La Fase 3 dará comienzo en el último año del proyecto (2023), con el objetivo de sentar las bases para la creación de un sistema de observación en la Bahía Ushuaia, mediante la instalación de instrumentos de medición automática en el mar.

### ■ CONSIDERACIONES FINALES.

De lo expuesto surge entonces la clara necesidad de mantener y fortalecer la colaboración científica con Chile, dadas las implicancias que la misma tiene en términos geopolíticos para la región, en este caso especialmente en lo que se refiere a la Isla de Tierra del Fuego, el Canal Beagle, el Pasaje Drake y la Antártida. El ejercicio de efectuar una campaña compartida utilizando una misma plataforma (*BIP Víctor Angelescu*) facilitó las interacciones entre los investigadores de ambos países



**Figura 10.** a) BIP Víctor Angelescu; b) Equipo de investigación; c) Tareas a bordo; d) Cubierta de operaciones del BIP Víctor Angelescu.

y redujo costos. En lo sucesivo, se espera poder alternar campañas a bordo de buques de ambos países y se está analizando la posibilidad de utilizar el mismo modelo de trabajo que el llevado a cabo en el Canal Beagle en campañas conjuntas involucrando al AMP Yaganes y al Parque Marino Islas Diego Ramírez-Paso Drake.

En un sentido más amplio, la creación de un Polo de Ciencia y Tecnología en Ushuaia implicará el establecimiento de un eslabón fundamental para la coordinación y la expansión de la actividad en la región austral, teniendo en cuenta la conectividad entre cada uno de sus sectores territoriales. Este tipo de iniciativa necesita de políticas de Estado estables en el largo plazo, dados los riesgos que implica la falta de desarrollo e inversión sobre los legítimos reclamos soberanos en la región.

## **ANEXO 1 - LISTA DE ACRÓNIMOS.**

**DNA:** Dirección Nacional del Antártico

**IAA:** Instituto Antártico Argentino

**CCA:** Comando Conjunto Antártico

**ARA:** Armada de la República Argentina

**EA:** Ejército Argentino

**FAA:** Fuerza Aérea Argentina

**IGN:** Instituto Geográfico Nacional

**MRECIC:** Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto

## **ANEXO 2 – INSTITUCIONES QUE FORMAN PARTE DE LOS NODOS DE LA ROMA.**

**SGCTeIP:** Secretaría de Gobierno de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

**IAFE:** Instituto de Astronomía y Física del Espacio (CONICET- Universidad de Buenos Aires)

**CIMA:** Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET- Universidad de Buenos Aires)

**DCG:** Departamento de Ciencias Geológicas (Universidad de Buenos Aires)

**DNGAAyEA:** Dirección Nacional de Gestión Ambiental del Agua y los Ecosistemas Acuáticos.

**MADSN:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación.

**INQUIMAE:** Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (CONICET - Universidad de Buenos Aires)

**IIPA:** Instituto de Investigaciones en Producción Animal (CONICET - Universidad de Buenos Aires)

**IGIBA:** Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (CONICET - Universidad de Buenos Aires).

**PNA:** Prefectura Naval Argentina.

**INIDEP:** Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca)

**IADO:** Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET)

**CIMAS:** Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica

ca en Recursos Marinos Alte. Storni (CONICET)

**CESIMAR:** Centro para el Estudio de Sistemas Marinos (CCT CENPAT – CONICET)

**CIT-GSJ:** Centro de Investigaciones y Transferencia – Golfo San Jorge (CONICET)

**CIT-RG:** Centro de Investigaciones y Transferencia – Santa Cruz (CONICET)

**CADIC:** Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET)

**IAA:** Instituto Antártico Argentino (Dirección Nacional del Antártico – Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto)

**SABIA-Mar:** Constelación de dos Satélites Argentino-Brasileños para Información del Mar

**CONAE:** Comisión Nacional de Actividades Espaciales

**INVAP:** Investigación Aplicada - Sociedad del Estado

## **ANEXO 3 – INSTITUCIONES QUE PARTICIPAN EN EL PROYECTO OCAH-BEAGLE.**

### **ARGENTINA:**

Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET, liderazgo del proyecto)

Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación (Iniciativa Pampa Azul)

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC-UNMDP-CONICET).



Instituto de Bioquímica y Medicina Molecular (IBIMOL-UBA-CONICET)

Instituto de Diversidad y Evolución Austral IDEAus (CCT CENPAT-CO-  
NICET)

#### CHILE:

Universidad Austral (Centro IDEAL)

Universidad de Magallanes

Universidad de Concepción

Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP)

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas

Universidad de los Lagos

#### **■ REFERENCIAS.**

IPCC 2019. Chapter 5: Bindoff, N.L., W.W.L. Cheung, J.G. Kairo, J. Arístegui, V.A. Guinder, R. Hallberg, N. Hilmi, N. Jiao, M.S. Karim, L. Levin, S. O'Donoghue, S.R. Purca Cuicapusa, B. Rinkevich, T. Suga, A. Tagliabue, and P. Williamson, 2019: Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.

Bauer, J.E. et al., 2013: The changing carbon cycle of the coastal ocean. *Nature*, 504(7478), 61–70, doi:10.1038/nature12857.

Chen, C.-T. A., 2003: New vs. export production on the continental shelf. *Deep Sea Res. Pt. II*, 50(6),

1327–1333, doi:10.1016/S0967-0645(03)00026-2.

CIECTI. 2018. Centro Interdisciplinario en Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos para la Política de CTI. Informe Final, Tierra del Fuego, 279 pp.

Deppeler, S.L. and A.T. Davidson. 2017. Southern Ocean Phytoplankton in a Changing Climate. *Front. in Mar. Sci.*, 4:40. doi: 10.3389/fmars.2017.00040.

Duarte, C.M. 2017. Reviews and syntheses: Hidden forests, the role of vegetated coastal habitats in the ocean carbon budget. *Biogeosciences*, 14:301–310. doi:10.5194/bg-14-301-2017

Fontana, P. 2014. La Pugna Antártica. El Conflicto por el Sexto Continente (1939-1959). Guazuvirá Ediciones, Buenos Aires, 323 pp.

Genest, E.A. 1998. Pujato y la Antártida Argentina en la Década del Cincuenta. Secretaría Parlamentaria, H. Senado de la Nación, Buenos Aires, 89 pp.

Gille, S.T. (2008) Decadal-scale temperature trends in the Southern Hemisphere Ocean. *Journal of Climate*, 21, 4749–4765.

Gille, ST. 2014 Meridional displacement of the Antarctic Circumpolar Current. *Phil. Trans. R. Soc. A* 372: 20130273. doi: [10.1098/rsta.2013.0273](https://doi.org/10.1098/rsta.2013.0273)

González, H.E., M. Graeve, G. Kattner, N. Silva, L. Castro, J. L. Iriarte, L. Osmán, G. Daneri, C. A. Vargas. 2016. Carbon flow through the pelagic food web in southern Chilean Patagonia: relevance of *Euphausia vallentini* as a key species. *Mar. Ecol. Prog.*

*Ser.*, 557: 91–110. doi: 10.3354/meps11826.

Guihou, K., A.R. Piola, E.D. Palma and M.P. Chidichimo. 2020. Dynamical Connections between Large Marine Ecosystems of Austral South America based on numerical simulations. *Ocean Sci.*, 16: 271–290. doi.org/10.5194/os-16-271-2020.

Holl, D., V. Pancotto, A. Heger, S.J. Camargo and L. Kutzbach. 2019. Cushion bogs are stronger carbon dioxide net sinks than moss-dominated bogs as revealed by eddy covariance measurements on Tierra del Fuego, Argentina. *Biogeosciences*, 16:3397–3423. doi.org/10.5194/bg-16-3397-2019.

Instituto Fueguino de Turismo. 2019. Turismo de Cruceros 2018/2019, 22 pp.

Iturraspe, R., A. Urciuolo and R. Iturraspe. 2010. Spatial analysis and description of eastern peatlands of Tierra del Fuego, Argentina. *The Finnish Environment*, 38:385-400.

Kim, S.K and A.H. Orsi. 2014. On the Variability of Antarctic Circumpolar Current Fronts Inferred from 1992–2011 Altimetry. *J. Phys. Oceanogr.*, 44:3054-3071. doi: 10.1175/JPO-D-13-0217.1.

Krause-Jensen, D. et al., 2018: Sequestration of macroalgal carbon: the elephant in the Blue Carbon room. *Biol. Lett.*, 14(6), 20180236, doi:10.1098/rsbl.2018.0236.

Ortega, A., N.R. Geraldini, I. Alam, A.A. Kamau, S.G. Acinas, R. Logares, J.M. Gasol, R. Massana, D. Krause-Jensen and C.M. Duarte. 2019. Important contribution of

- macroalgae to oceanic carbon sequestration. *Nature Geoscience*. doi.org/10.1038/s41561-019-0421-8.
- Palma, F.I., G. Bozzano, S. Principi, J.I. Isola, J.P. Ormazabal, F.D. Esteban and A.A. Tassone. 2021. Geomorphology and sedimentary processes on the Sloggett Canyon, Northwestern Scotia Sea, Argentina. *J. South Am. Earth Sci.*, 107:103-136.
- Pérez-Haase, A., R. Iturraspe and J. M. Ninot. 2019. Macroclimate and local hydrological regime as drivers of fen vegetation patterns in Tierra del Fuego (Argentina). *Ecohydrology*, e2155: 1-17.
- Sánchez, R.A. 2007. Antártida: Introducción a un Continente Remoto. Editorial Albatros, Buenos Aires, 245 pp.
- Smale, D.A., P.J. Moore, A.M. Queirós, N.D. Higgs and M.T. Burrows. 2018. Appreciating interconnectivity between habitats is key to blue carbon management. *Front. Ecol. Environ.*, 16(2), 71–73, doi:10.1002/fee.1765.

# INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

## Revista CIENCIA E INVESTIGACION

Ciencia e Investigación, órgano de difusión de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC), es una revista de divulgación científica y tecnológica destinada al mundo académico, a educadores, estudiantes universitarios, profesionales y público educado en general. La temática abarcada por sus artículos es amplia y va desde el tratamiento accesible de temas de investigación básica y tecnológica, hasta comentarios analíticos y/o bibliográficos, sin restricción de ciencias o tecnologías. En principio, se excluyen artículos de investigación puntual y originales, que son objeto de revistas especializadas. Desde el año 2009 la revista tiene difusión en versión on line ([www.aargentinapciencias.org](http://www.aargentinapciencias.org))

Las contribuciones centrales de temas básicos y tecnológicos son habitualmente solicitadas por los Editores y, en la mayoría de los casos, agrupadas en números temáticos coordinados por los Editores o Editores invitados. Los miembros de la AAPC, y eventualmente otros del ambiente académico, pueden sugerir temas de interés general o someter un artículo de especial relevancia para eventual publicación en un número temático. También se puede proponer a los Editores o a cualquiera de los miembros del Comité Editorial, la evaluación para su eventual publicación de notas cortas (hasta 2500 palabras) de especial interés, debiendo ser de actualidad y/o interés amplio como: entrevistas, historia de las ciencias, crónicas de actualidad, biografías, obituarios y comentarios bibliográficos. La propuesta se deberá acompañar con una nota (conteniendo correo electrónico y teléfono) explicando su importancia. Se considerarán también eventuales Cartas al Editor y/o al Autor, referidas a artículos publicados (aspectos técnicos o teorías). Todos los artículos y notas serán arbitrados y una vez aprobados para su publicación, la versión eventualmente corregida (con posibles sugerencias de los árbitros) deberá ser nuevamente enviada por los autores. Las páginas deben numerarse (arriba a la derecha) en forma corrida, incluyendo el texto, glosario, bibliografía o referencias y las leyendas de las figuras y tablas.

## PRESENTACIÓN DEL MANUSCRITO

El artículo se presentará vía correo electrónico a ([cienciaeinvestigacion@aargentinapciencias.org](mailto:cienciaeinvestigacion@aargentinapciencias.org)), como documento adjunto, escrito con procesador de texto word (extensión «doc») en castellano o inglés, en hoja tamaño A4, a doble espacio, con márgenes de por lo menos 2,5 cm en cada lado, letra Time New Roman tamaño 12.

La primera página deberá contener:

- (a) Título del trabajo (Puede haber un título general seguido de sub-título)
- (b) Nombre y apellido de los autores, indicando pertenencia institucional con índices. (Ejemplo: Juan N.Pandolfi<sup>1,2</sup>).
- (c) Institución(es) a la(s) que pertenecen y lugar(es) de trabajo, con los respectivos números
- (d) Correo electrónico del autor correspondiente (con asterisco en el nombre del autor a quién pertenece)
- (e) Entre 4 y 8 palabras claves en castellano y su correspondiente traducción en inglés.

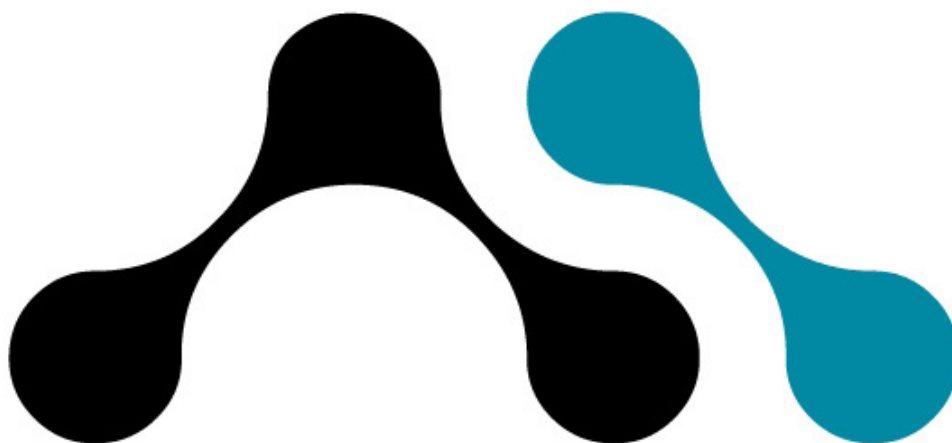
La segunda página incluirá un resumen del trabajo, en castellano y en inglés, con un máximo de 250 palabras para cada idioma.

El texto del trabajo comenzará en la tercera página, y finalizará con el posible glosario, la bibliografía y las leyendas de las figuras. Colocar las ilustraciones numeradas (figuras y tablas) al final (páginas con numeración romana). Por tratarse de artículos de predominante divulgación científica aconsejamos acompañar el trabajo con un glosario de los términos que puedan resultar desconocidos para los lectores no especialistas en el tema. La extensión de los artículos, salvo excepción, no excederá las 10.000 palabras, (incluyendo título, autores, resumen, glosario y bibliografía). Otras notas relacionados con actividades científicas, bibliografías, historia de la ciencia, crónicas o notas de actualidad, etc, en principio no deberán excederse de 2.500 palabras.

El material gráfico se presentará como: a) figuras (dibujos e imágenes en formato JPG) y se numerarán correlativamente (Ej. Figura 1) y b) tablas numeradas en forma correlativa independiente de las figuras (Ej. Tabla 1). En el caso de las ilustraciones que no sean originales, éstas deberán citar su origen/autor en la leyenda correspondiente (cita bibliográfica o de página web). Los autores deberán acompañar, si fuera necesaria, la autorización para utilizar dichas figuras. Es importante que las figuras y cualquier tipo de ilustración sean de buena calidad.

En caso de utilización de datos significativos que no sean propios se debe siempre indicar la fuente en las Referencias. En el texto del trabajo se indicará el lugar donde el autor ubica cada figura y cada tabla (poniendo en la parte media de un renglón **Figura...** o **Tabla...**, en negrita y tamaño de letra 14). La lista de trabajos citados en el texto deberá ordenarse alfabéticamente de acuerdo con el apellido del primer autor, seguido por las iniciales de los nombres, restantes autores separados por comas, año de publicación entre paréntesis, título completo de la contribución, título de la revista o libro donde fue publicada, volumen y página(s). Ejemplos: Benin L. W., Hurste J. A., Eigenel P. (2008) The non Lineal Hypercycle. *Nature* 277, 108 –115. Tinbergen N. (1951) *The Study of Instinct*. Oxford: Clarendon Press.





FUNDACION ARGENTINA DE  
**NANOTECNOLOGIA**

(5411) 4518-1715/4518-1716 - 25 de Mayo 1021. C.P. 1650.  
San Martín. Provincia de Buenos Aires. Argentina - [www.fan.org.ar](http://www.fan.org.ar) - [info@fan.org.ar](mailto:info@fan.org.ar)

El artículo 41 de la Constitución Nacional expresa:

---

Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano, y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes, sin comprometer las de las generaciones futuras.

---

Para ello, trabajamos en el Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) en docencia, investigación y desarrollo tecnológico.

**3iA**



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA AMBIENTAL  
[www.unsam.edu.ar](http://www.unsam.edu.ar)