

INAP

ISSN 2683-9644

CUINAP | Argentina

Año 3 • 2022 | Cuadernos del INAP

Empresas públicas y mixtas, tecnología y desarrollo III

Trabajo, ciencia y tecnología argentinos: el caso Nucleoeléctrica Argentina S.A. Parte 2

Jorge Salvador Zappino

85

Capacitar e investigar para fortalecer las capacidades estatales

Argentina unida



CUINAP | Argentina

Empresas públicas y mixtas, tecnología y desarrollo III

Trabajo, ciencia y tecnología argentinos: el caso Nucleoeléctrica Argentina S.A. Parte 2

Jorge Salvador Zappino

85



Autoridades

Dr. Alberto Ángel Fernández

Presidente de la Nación

Dr. Juan Luis Manzur

Jefe de Gabinete de Ministros

Dra. Ana Gabriela Castellani

Secretaria de Gestión y Empleo Público

Lic. Mauro Emanuel Solano

Director Institucional del INAP

Índice

Introducción	9
1 Características del mercado eléctrico argentino y los aportes de NA-SA a la generación de nucleoelectricidad	10
2 Hacia el futuro: los nuevos proyectos	26
3 Aspectos financieros y de capital humano en NA-SA	32
4 Estado, tecnología y desarrollo en NA-SA	42
A modo de conclusión	48
Referencias bibliográficas	51

Empresas públicas y mixtas, tecnología y desarrollo III



**Jorge
Salvador
Zappino**

Licenciado en Ciencia Política por la Universidad de Buenos Aires (UBA), Magíster en Historia Económica y de las Políticas Económicas (UBA), y Magíster en Generación y Análisis de Información Estadística (UNTREF). Ejerció como docente universitario en la UBA y desarrolló diversas actividades en otras universidades públicas y privadas del país. Actualmente se desempeña como investigador en la Dirección de Gestión del Conocimiento, Investigación y Publicaciones del INAP.

Resumen

Este trabajo es una continuación del análisis de la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA), en donde se introducen algunos conceptos en materia de generación de energía nucleoelectrica, además de un breve repaso de la historia del sector nuclear en la Argentina. Luego, allí se presentan las características, la historia y el desarrollo de la empresa, con énfasis en los hitos principales en el marco de su crecimiento. Finalmente, en las conclusiones, se analizan los aspectos principales del desarrollo nuclear nacional y la inserción de NA-SA en él.

En particular, en esta segunda parte se analizan las principales características del mercado eléctrico argentino y la participación de NA-SA en la generación primaria de energía eléctrica. Se detallan, además, los proyectos a futuro en los que se encuentra involucrada esta empresa, para luego hacer un breve repaso de algunos de sus aspectos financieros y de capital humano. Para concluir, se desarrollan los principales conceptos que convierten a NA-SA en un actor importante del desarrollo nuclear en la Argentina.

Palabras clave

Energía nuclear, empresas públicas, tecnología, desarrollo, Nucleoeléctrica Argentina.

Abstract

This paper carries on the analysis of the company Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA), in which some concepts related to nuclear power generation are introduced, followed by a brief review of the history of the nuclear sector in Argentina. Then, the characteristics, history and development of NA-SA are presented, developing the man features of the company and the milestones in the framework of its development. Finally, in the conclusions

we analyze the main aspects of the Argentine nuclear development and the insertion of NA-SA in it.

In this second part, the main characteristics of the Argentine electricity market and the participation of NA-SA in the primary generation of electricity are analyzed. It also details future projects in which NA-SA is involved.

On the other hand, we make a brief review of some financial and human capital aspects of the company and, finally, we develop the main concepts that make NA-SA an important player in nuclear development in Argentina.

Key words

Nuclear energy, public companies, technology, development, Nucleoeléctrica Argentina.

Introducción

Este trabajo es una continuación del análisis de la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA) desarrollado en Zappino (2022a), en donde se introducen algunos conceptos en materia de generación de energía nucleoelectrica, además de un breve repaso de la historia del sector nuclear en la Argentina. Luego, allí se presentan las características, la historia y el desarrollo de la empresa, con énfasis en los hitos principales en el marco de su crecimiento. Finalmente, en las conclusiones, se analizan los aspectos principales del desarrollo nuclear nacional y la inserción de NA-SA en él.

En esta segunda parte se analizan, en el capítulo 1, las principales características del mercado eléctrico argentino y la participación de NA-SA en la generación primaria de energía eléctrica. Luego; en el capítulo 2, se detallan los proyectos a futuro en los que esta empresa se encuentra involucrada, mientras que en el capítulo 3 hacemos un breve repaso de algunos de sus aspectos financieros y del capital humano. Por último, en el capítulo 4, se desarrollan los principales conceptos que convierten a NA-SA en un actor importante del desarrollo nuclear en la Argentina.

Características del mercado eléctrico argentino y los aportes de NA-SA a la generación de nucleoelectricidad

1.1 La transformación del sector eléctrico en la década de 1990

Las transformaciones estructurales llevadas a cabo durante la década de 1990 marcan una de las claves para comprender el papel de NA-SA en la generación de nucleoelectricidad. En este sentido, las reformas estructurales y las privatizaciones de esos años transformaron definitivamente la lógica del sector eléctrico que hasta ese momento era monopolizado por el Estado. La reforma dividió al sistema en tres segmentos (generación, transporte y distribución)¹ organizados en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM).

El MEM se compone de: a) un Mercado «a Término», con contratos por cantidades, precios y condiciones pactadas libremente entre vendedoras/es y compradoras/es; b) un Mercado «Spot», con precios sancionados en forma horaria en función del costo económico de producción, representado por

¹ En lo que respecta a la distribución en la zona más poblada del país, la empresa Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires (SEGBA) fue privatizada y subdividida en dos empresas: EDENOR S.A. y EDESUR S.A. Al mismo tiempo, se crearon varias empresas provinciales de energía.

el Costo Marginal de corto plazo medido en el centro de carga del sistema; c) un «Sistema de estabilización» por trimestres de los precios previstos para el Mercado Spot, destinado a la compra de los distribuidores (NA-SA, 2019).

Al mismo tiempo, con la sanción del marco regulatorio eléctrico (Ley 24.065), se determinaron las competencias de los órganos estatales de regulación y control del sector. En efecto, se crearon el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) y la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA). Mediante esta última organización, toda la energía eléctrica generada se canaliza a través del MEM. CAMMESA planifica la operación del Sistema Interconectado Nacional (SIN) por períodos estacionales semestrales, para cubrir la demanda con un nivel de reserva acordado entre las partes.

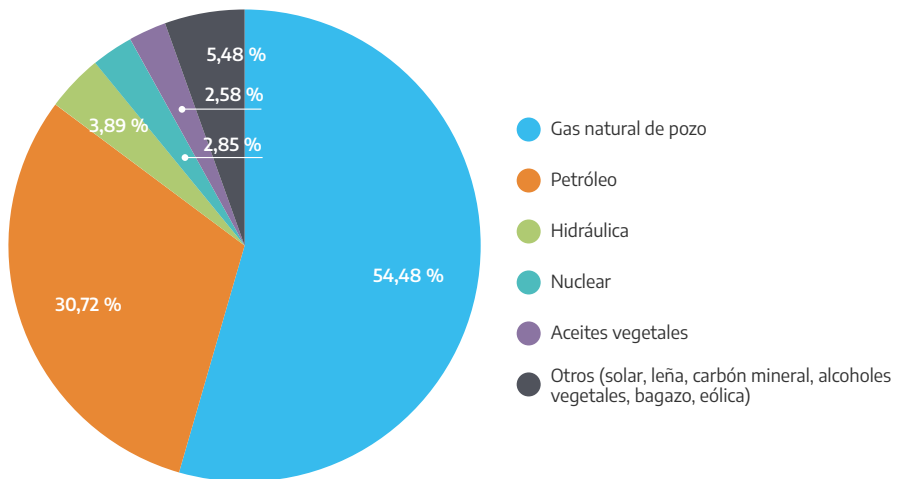
La reforma del Estado también afectó gravemente al sector nuclear, lo que provocó además una reestructuración institucional y la cancelación de los planes vigentes en ese momento. La paralización del Plan Nuclear vigente y la división administrativa de la CNEA puso en peligro todos los logros de esa institución. El Decreto 1540/94 estableció un plan de privatización de las centrales nucleares y la división de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) en tres unidades:

- La Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), encargada de fiscalizar y regular la actividad.
- La creación de Nucleoeléctrica Argentina S.A., con la totalidad de acciones en manos del Estado nacional, responsable de operar las centrales nucleares existentes y llevar adelante la construcción, puesta en marcha y operación de la Central Nuclear Atucha II hasta su privatización.

- La CNEA, que retiene las funciones de formación de recursos humanos, investigación y desarrollo.

Como todos los países del mundo, la Argentina tiene una matriz energética primaria, conformada por las distintas fuentes de generación eléctrica. A diciembre de 2020, la composición de la matriz energética nacional mostraba los valores indicados en el Gráfico 1.

Gráfico 1. Composición de la matriz energética argentina. Diciembre 2020 (en %)



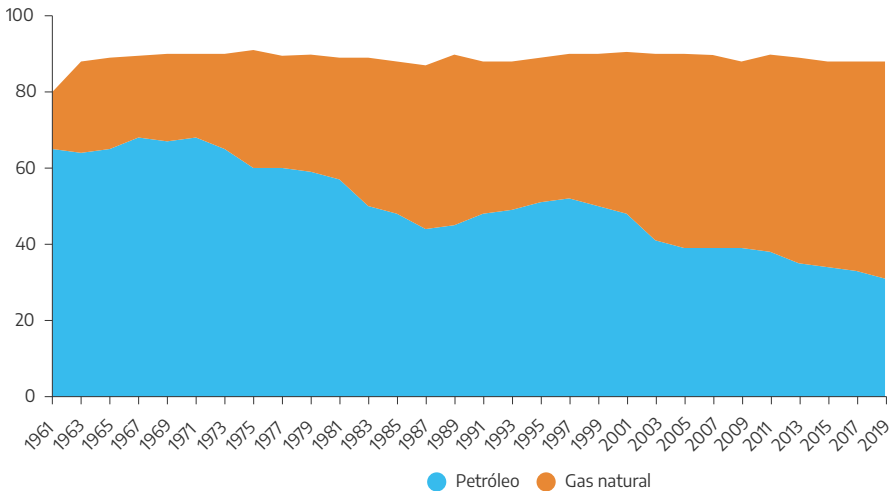
Fuente: elaboración propia con base en datos de CAMMESA

Por otro lado, si se observa el Balance Energético Nacional de los últimos sesenta años, puede apreciarse que la gran mayoría de la energía consumida fue de origen fósil, cuyas principales fuentes fueron el petróleo y el gas natural. Además, debe destacarse que la participación de los hidrocarburos

en la matriz se ha mantenido prácticamente constante a lo largo de este período, como puede apreciarse en el Gráfico 2.

Esta dependencia de la matriz con los hidrocarburos tiene un efecto nocivo sobre el ambiente. El CO₂, que se produce por su combustión, es el principal constituyente de los gases de efecto invernadero. En este sentido, vale aclarar que el gas es menos contaminante que el petróleo y es considerado un combustible clave en la transición hacia fuentes limpias. Además, la creciente necesidad de importar combustibles no renovables, expone a la Argentina a la necesidad de utilizar cada vez más divisas en moneda extranjera para adquirirlos, en especial gasoil, fueloil y gas natural licuado.

Gráfico 2. Participación del petróleo y el gas en la energía consumida (2019)



Fuente: elaboración propia con base en datos de CAMMESA

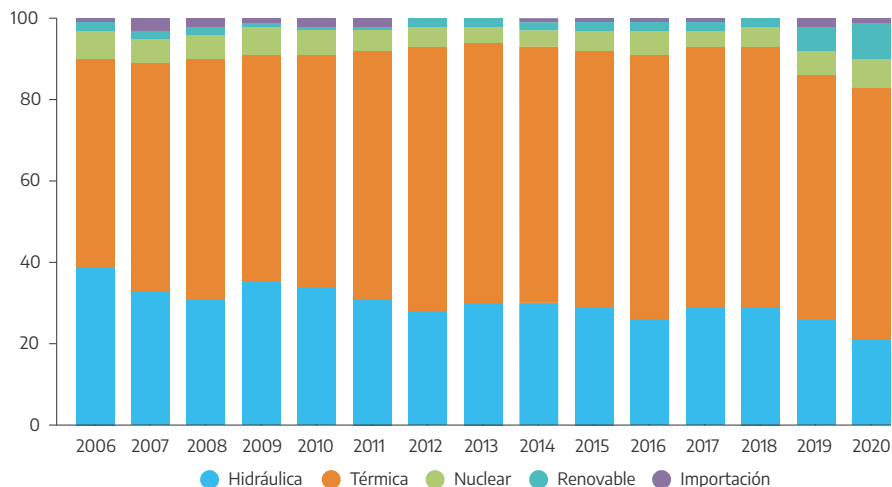
1.2 La generación de energía nucleoelectrónica y el aporte de NA-SA al abastecimiento nacional

La demanda de energía primaria y secundaria sigue aumentando en nuestro país, más allá de las eventuales variaciones porcentuales de crecimiento económico de corto plazo, producto de fluctuaciones económicas o condiciones sociales, lo que hace necesario incrementar la oferta en forma permanente. En lo referente al sector eléctrico en particular, cabe mencionar que durante el período 2002-2016 la demanda de energía creció a una tasa anual del orden del 4,28 %. A partir de 2016, debido primero a la crisis económica y luego a los diversos cambios y restricciones producidos por la pandemia de COVID-19, la demanda de energía eléctrica se ha mantenido prácticamente constante.

Desde 2007 y hasta 2015, el ingreso de nueva generación eléctrica —excepto por la culminación de Yacyretá y de Atucha II— continuó siendo mayormente a través de oferta térmica convencional. A partir de 2016, comenzaron a ingresar diversos proyectos de energías renovables (NA-SA, 2021).

A continuación, en el Gráfico 3, se exhibe cómo está conformada la oferta total de energía.

Gráfico 3. Oferta total de energía según fuente de generación. 2006-2020 (en % de GWh)



Nota: hidráulica (Comahue, Salto Grande, Yaciretá y resto); térmica (ciclo combinado, turbina a gas, turbovapor y motor diésel); nuclear (Atucha I, Atucha II y Embalse); renovable (eólica, biogas, biomasa, solar, hidráulica renovable).

Fuente: elaboración propia con base en NA-SA y CMMESA

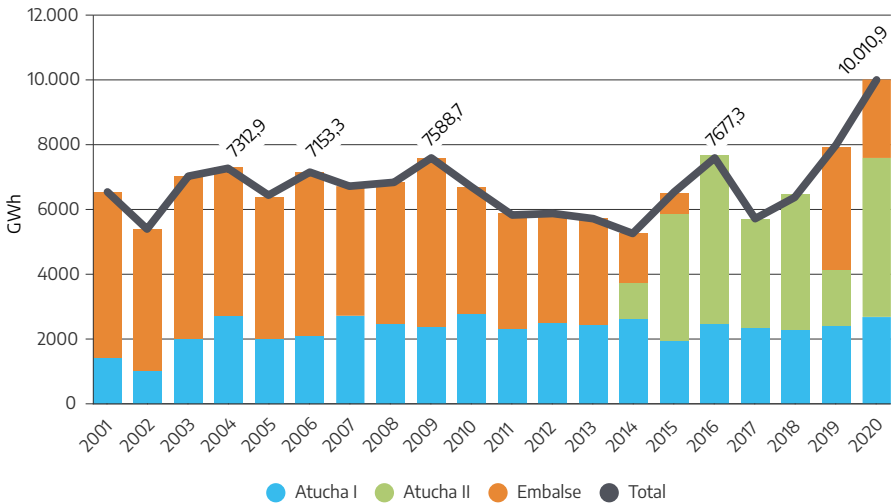
1.3 El aporte de NA-SA al Sistema Integrado Nacional (SIN)

A partir de la operación de las tres centrales nucleares argentinas, Atucha I, Atucha II y Embalse, NA-SA realiza un importante aporte de energía al SIN. En el Gráfico 4 puede apreciarse el aporte anual de cada una de las centrales nucleares a la generación neta total de energía de la empresa, luego de la entrada en servicio de Atucha II y la finalización del proceso de Extensión de Vida de Embalse.

El parque de generación nuclear de NA-SA se compone de tres unidades que totalizan una potencia de 1763 MW: Atucha I (362 MW, conectada a la red desde 1974), Embalse (656 MW, conectada en 1983) y Atucha II (745 MW, conectada en 2014). Las tres cuentan con consumos distintivos por unidad de generación producida, que se deben básicamente a una serie de particularidades en la tecnología de cada reactor, a saber:

- Atucha I: unidad con tecnología de agua pesada (D2O) presurizada (PHWR por sus siglas en inglés), cuenta con un recipiente de presión Siemens, y D2O como moderador y refrigerante. Si bien fue diseñada originalmente para operar con uranio natural (U con 0,071 % del isótopo 235U), desde 2001 utiliza uranio levemente enriquecido (ULE, con 0,85 % de 235U). Este nuevo combustible permite una reducción en los costos y un incremento del poder calorífico.
- Atucha II: unidad con tecnología de agua pesada presurizada (PHWR), cuenta con un recipiente de presión Siemens. Utiliza uranio natural, y D2O como moderador y refrigerante.
- Embalse: unidad con tecnología de agua pesada presurizada (PHWR) tipo CANDU con tubos de presión. Utiliza uranio natural, y D2O como moderador y refrigerante.

Gráfico 4. Generación neta de NA-SA según central nuclear. 2001-2020 (en MWh)



Fuente: CNEA (2021)

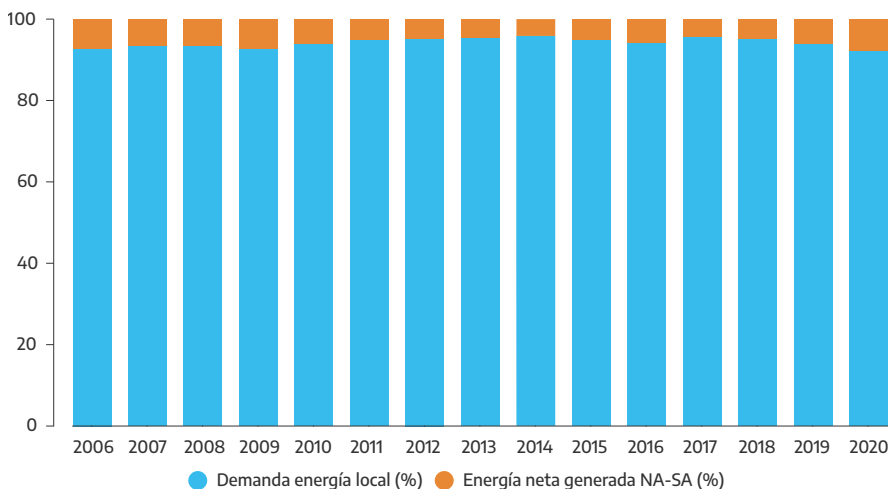
En el período 2011-2020, la generación nuclear total anual se mantuvo comprendida entre los 5257,7 GWh (2014)—año en que comenzó a funcionar Atucha II y Embalse se encontraba con horas operativas reducidas debido al Proyecto Extensión de Vida (PEV)— y 10.010,9 GWh (2020). Este último fue el récord anual histórico, que puede explicarse fundamentalmente por la alta disponibilidad anual tanto de Atucha I como Embalse. Debe mencionarse, además, que las centrales nucleares suelen presentar paradas programadas cuya duración es de entre tres y cuatro semanas normalmente, al menos una vez al año.

Antes de la puesta en marcha de Atucha II, la generación de energía de NA-SA era producto de la operación de las centrales Atucha I y Embalse

con un mayor aporte de esta última entre 2001 y 2013. En 2009, NA-SA generó un total de 7588,7 MWh, pico superado en 2016 y 2020 luego de la incorporación de Atucha II al sistema. Durante el período 2016-2018, se llevó a cabo la Extensión de Vida de Embalse (PEV), razón por la que la central salió del sistema durante esos años. Sin embargo, la generación total se mantuvo gracias a la entrada de Atucha II.

A continuación, en el Gráfico 5, se puede observar el aporte anual de energía nuclear al MEM.

Gráfico 5. Generación neta de NA-SA y aporte a la demanda local. 2006-2020 (en % de GWh)



Fuente: elaboración propia con base en NA-SA y CAMMESA

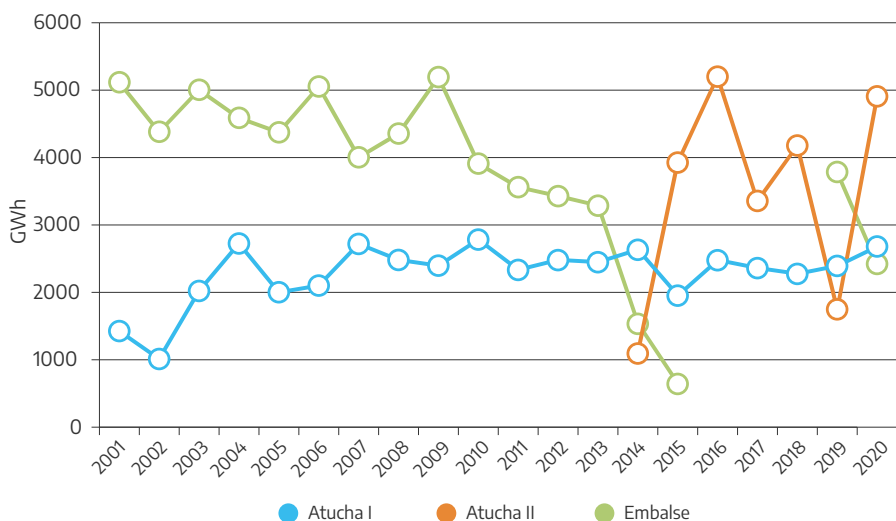
El porcentaje de la demanda local cubierto por NA-SA fluctuó entre un máximo del 7,86 % en 2020 y un mínimo del 4,16 % en 2014, lo que demuestra que, aunque todavía pequeña frente a lo aportado por las

fuentes térmicas e hidráulicas, la importancia de la generación eléctrica mediante la energía nuclear es cada vez mayor.

La Central Nuclear Embalse ha sido la unidad de mayor aporte acumulado en el período 2001-2020, con una participación del 48 % en la generación nucleoelectrónica, seguida de Atucha I (34 %) y Atucha II (18 %), debido a su mayor potencia y a su antigüedad. Esta central no suministró energía durante el período 2016-2018, por encontrarse sometida al PEV, obra que le permitió alargar su vida operativa por al menos otros treinta años y, además, expandir su potencia hasta 656 MW. Luego, en febrero de 2019, retomó sus operaciones. Además, cabe destacar que en 2009 Embalse produjo el máximo de generación para el período 2001-2020.

Por otro lado, el año con mayor aporte nucleoelectrónico total en el período fue 10.010,9 GWh en 2020, que corresponde, además, al mayor valor histórico. A continuación, analizaremos con mayor detalle cada una de las unidades en el Gráfico 6.

Gráfico 6. Generación eléctrica por central nuclear. 2001-2020



Fuente: CNEA (2021)

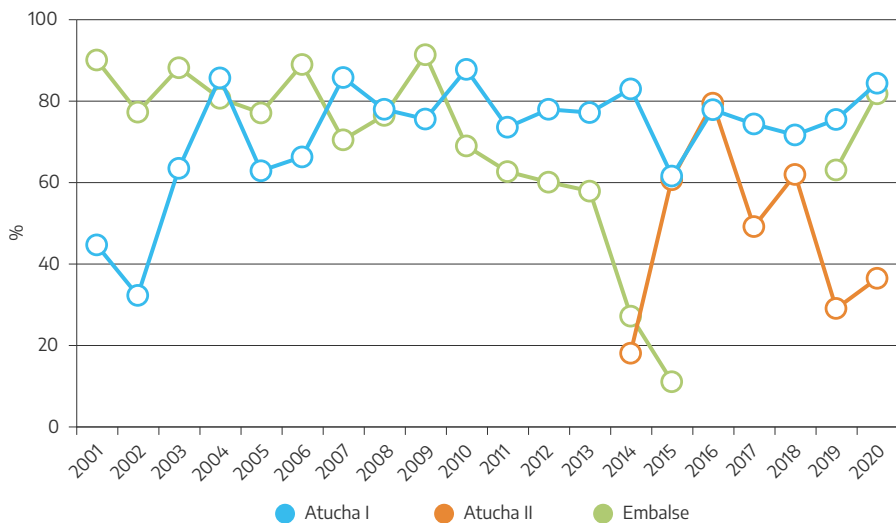
En el caso de Atucha I, en el período 2001-2010 la generación máxima alcanzó 2783 GWh (2010), mientras que la mínima fue de 1011 GWh (2002). Por su parte, para el período 2011-2020, el mayor valor fue 2681 GWh (2020) y el mínimo 1951 (2015). Además, en abril de 2013, esta unidad fue repotenciada en 5 MW para elevar su potencia de 357 MW a 362 MW, producto del cambio de diseño en los álabes de la etapa de alta presión del turbogenerador. El factor de carga promedio en el período 2001-2020 para esta central ha sido del 72 % (Gráfico 7).

Para el caso de Embalse, en el período 2001-2010, la generación máxima fue alcanzada en 2009 con 5192 GWh, mientras que la mínima fue de 3909 GWh en 2010. Por su parte, para el período 2011-2020, el mayor valor fue 4908 GWh en 2020 y el menor corresponde al 2015 con 641 GWh, sin

tomar para el análisis el período 2016-2018, ya que la central se encontraba fuera de servicio. Este último valor es resultado de la disminución de las horas operativas autorizadas por la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) para dar inicio a los trabajos preparativos para efectuar el PEV, reducción que comenzó en 2013. Luego, como se afirmó, la unidad volvió a entrar en funcionamiento en 2019. Respecto al factor de carga promedio de esta central, en el período 2001-2020 ha sido del 69 % (para su cálculo fueron exceptuados los meses en que se encontró fuera de servicio) (Gráfico 7).

En cuanto a Atucha II, en el período 2014-2020 la generación máxima fue alcanzada en 2016 con 5200 GWh, mientras que la mínima fue de 1093 GWh en 2014. Este bajo valor —cuando la central se incorporó al Sistema Argentino de Interconexión (SADI)— se debió al incremento progresivo de la potencia autorizada por parte de la ARN. El factor de carga promedio del período para esta central ha sido del 48 % (Gráfico 7).

Gráfico 7. Factor de carga por central nuclear. 2001-2020



Fuente: CNEA (2021)

1.4 Consumo de uranio de las centrales nucleares

Las centrales nucleares se caracterizan por sus bajos requerimientos de combustible, debido al alto poder calorífico del uranio. Las tres unidades del parque nucleoelectrico argentino cuentan con consumos diferentes de combustible, que se deben básicamente a una serie de particularidades tecnológicas de diseño para cada reactor. Los parámetros de cálculo se presentan en la Tabla 1, a partir de los que se determinó el consumo anual aproximado de combustible nuclear para cada año. En el período 2001-2020 los requerimientos acumulados del parque nucleoelectrico en su conjunto alcanzaron las 2120 toneladas (uranio natural + ULE) (Gráfico 8).

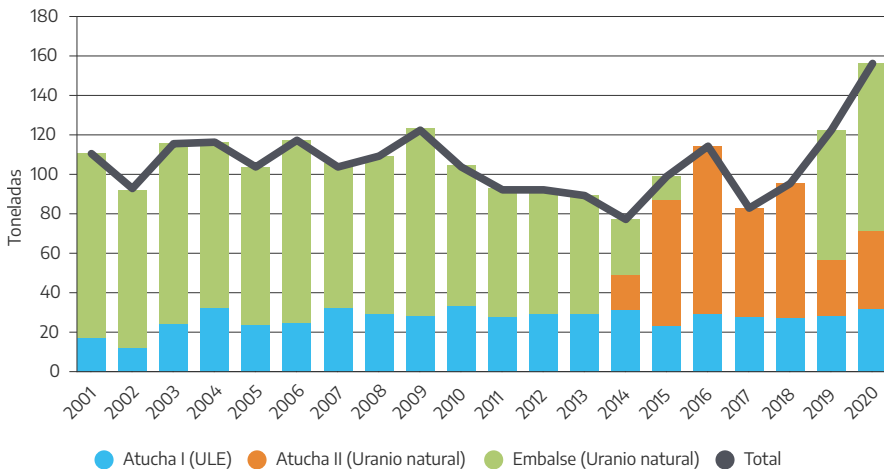
Tabla 1. Parámetros de cálculo de consumo de uranio de las centrales nucleares

	Kcal / kg	Consumo específico medio histórico (kcal/kWh)	kg U / MWh
Atucha I	235.089.600,0	2801,0	0,012
Atucha II	152.921.752,0	2495,0	0,016
Embalse*	152.921.752,0	2794,0	0,018

*La central de Embalse durante el PEV fue repotenciada, lo que redujo su consumo específico medio. Esto se traduce en un aumento de eficiencia y, en consecuencia, menores requerimientos de uranio por unidad de energía eléctrica generada (0,017 kg U/MWh desde el momento de su reingreso en febrero de 2019).

Fuente: CNEA (2021)

Gráfico 8. Consumo de uranio por central (uranio natural + uranio levemente enriquecido [ULE]). 2001-2020



Fuente: CNEA (2021)

Cabe aclarar que durante el período de aislamiento social preventivo y obligatorio (ASPO) producto de la pandemia de COVID-19, NA-SA continuó generando energía y obtuvo la mayor participación nuclear de su historia en el mercado eléctrico, ya que logró un nivel cercano al 11 % en abril de 2020 en la matriz energética alcanzando el récord histórico.

Por último, para poder apreciar la importancia de la generación nucleoelectrónica, en la Tabla 2 se muestra la equivalencia entre la potencia generada por una central, en este caso Atucha II, y el consumo promedio de un hogar urbano.

Tabla 2. Equivalencia entre la energía eléctrica generada por Atucha II y el consumo hogareño urbano promedio

Atucha II			Potencia MW	Energía MWh (día)	Energía MWh (mes)	
			745	17.880	536.400	
Electrodoméstico	Potencia eléctrica (watts)	Horas (día)	Energía Wh (día)	Energía kWh (día)	Energía kWh (mes)	Cantidad de electrodomésticos (miles)
5 Bombillas de 75 W	75	4	1500	1,50	45,00	11.920
2 Bombillas de 60 W	60	1	120	0,12	3,60	149.000
Televisor de 21"	140	5	700	0,70	21,00	25.543
Equipo de audio	200	1	200	0,20	6,00	89.400
Horno de microondas	1200	0,50 (30 min)	600	0,60	18,00	29.800
Cafetera eléctrica	800	0,50 (30 min)	400	0,40	12,00	44.700
Olla arrocera	700	0,50 (30 min)	350	0,35	10,50	51.086
Cocina eléctrica (2 discos pequeños)	1000	0,75 (45 min)	750	0,75	22,50	23.840
Cocina eléctrica (4 discos grandes)	1800	0,75 (45 min)	1350	1,35	40,50	13.244
Heladera	290	9	2610	2,61	78,30	6851
Termotanque eléctrico	4000	0,50 (30 min)	2000	2,00	60,00	8940
Lavarropas (10 días al mes)	385	3	1155	1,15	11,60	46.241
Total energía eléctrica (KWh)					329	
Cantidad de hogares alimentados por Atucha II						1.630.395

Fuente: personal técnico Atucha II (Comunicación personal, 4 de noviembre de 2021)

Hacia el futuro: los nuevos proyectos

2.1 Proyecto Atucha III

El objeto del proyecto² es la provisión de la ingeniería, construcción, adquisición, puesta en marcha y entrega de una central nucleoelectrica de uranio enriquecido y agua liviana (PWR) a través de un contrato de ingeniería, suministros y construcción, dentro del Convenio Marco de Cooperación en Materia Económica y de Inversiones entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de la República Popular China, suscripto en julio de 2014.

La nueva central operará a una potencia nominal bruta de 1200 MWe durante sesenta años y permitirá incrementar en más del 60 % la generación de origen nuclear dentro de la matriz energética nacional. Como parte integral del proyecto, se contempla la inclusión de la transferencia de tecnología necesaria para la fabricación local de elementos combustibles que utilizará el reactor durante su operación. La tecnología HPR-1000, comúnmente llamada «Hualong», recupera la experiencia en el diseño, construcción, puesta en marcha y operación de reactores nucleares de potencia de la República Popular China.

2 Los datos de esta sección fueron extraídos de NA-SA (2021).

El plazo de construcción es de 74 meses y medio, a los que se debe sumar el tiempo de preparación y de pruebas finales hasta la recepción por parte de NA-SA, lo que resulta en un total de 99 meses. Si se tiene en cuenta un consumo anual de energía eléctrica per cápita de 2,64 MWh/año, puede estimarse que, en promedio, el proyecto beneficiará de manera directa a 3,3 millones de habitantes.

Gracias a este proyecto, se generarán 7000 puestos de trabajo directos en el sitio (gran parte de ellos de alta calificación profesional), además de un 20 % adicional estimado de puestos de trabajo indirectos, y el desarrollo de la industria local (especialmente la relacionada a la industria nuclear) (NA-SA, 2021).

2.2 Proyecto quinta central nuclear CANDU

La Argentina cuenta con los conocimientos y capacidades necesarios para construir este tipo de centrales de tubos de presión que utilizan agua pesada como moderador. La elección de la tecnología tipo CANDU consolida al país en el dominio del ciclo de uranio natural y agua pesada. La central tendrá una potencia bruta de 740 MWe.

Este proyecto permitirá alcanzar objetivos de gran valor estratégico como: utilizar la capacidad industrial y el empleo nacional, obtener derechos sobre la tecnología CANDU, potenciar la producción de elementos combustibles de uranio natural fabricados íntegramente en el país (Dioxitek S.A., Fabricación de Aleaciones Especiales Sociedad Anónima [FAE] y Combustibles Nucleares Argentinos Sociedad Anónima [CONUAR]), continuar con la producción de agua pesada por la empresa ENSI (operadora de la Planta Industrial de Agua Pesada de Neuquén), y participar en los suministros y servicios en el orden del 55 % del total de la inversión esperada (NA-SA, 2021).

2.3 Proyecto Extensión de Vida de la central Atucha I

El proyecto está constituido por una serie de modificaciones y requerimientos que comenzaron a ejecutarse en 2014. Precisa de actividades como garantizar las funciones de seguridad de las estructuras, sistemas y componentes de planta diseñados para tal fin y un plan de mejoras para elevar el nivel de seguridad de la instalación. En 2020 se realizó la entrega de un paquete de documentación a la ARN, en donde se detallan las actividades a realizar: entre ellas, las modificaciones más relevantes deben hacerse en la Parada Programada de Reacondicionamiento (PPR). Al momento de la confección de este trabajo se estaba finalizando la definición del alcance del proyecto, así como su presupuesto y cronograma estimado, que deberá ser acordado con la ARN (NA-SA, 2021).

2.4 Proyecto almacenamiento en seco de los elementos combustibles quemados de las centrales Embalse, Atucha I y II (ASECQ I)

2.4.1 Embalse

Desde el inicio de sus operaciones en 1984, la central de Embalse utilizó solamente una pileta de almacenamiento transitorio de elementos combustibles quemados. Esta tiene 14 m de profundidad cubiertos de agua desmineralizada, en cuyo fondo se ubican los elementos combustibles quemados, que son más pequeños que los de Atucha I y II. Al respecto, Marcos Carbonell, de la central de Embalse, amplía:

En función de la necesidad surgida a partir de que se fuera completando la capacidad de almacenamiento de la pileta, a finales de los noventa se incorporó el proyecto de almacenamiento en seco. Los elementos gastados, una vez transcurridos seis o siete años debajo del agua, son colocados en unos contenedores especiales con blindaje, se los retira del agua, luego pasan a una fase en donde se los seca en un horno especial sellado para eliminar cualquier rastro de agua de la pileta. Cuando ya están secos, se retira el contenedor y se llevan a un sitio donde hay silos que tienen aproximadamente 9 m de altura con paredes de hormigón de hasta 80 cm de espesor. Dentro de ellos se colocan, uno encima del otro, nueve contenedores con 60 elementos quemados cada uno. En la parte superior del silo se asegura la tapa, que queda soldada. Esa soldadura tiene un código y está continuamente monitoreada por el OIEA y la ABBAC con cámaras ubicadas en el predio.

Con esta solución transitoria de los silos, Embalse trabaja con una sola pileta y se van retirando en campañas anuales los elementos combustibles que van a los silos. Por campaña se llenan entre cuatro y cinco. El espacio físico que ocupan dichos silos es de aproximadamente 3 hectáreas, que contienen más de 250 silos. Y hay espacio suficiente para construir los que sean necesarios hasta que Embalse termine su vida útil del segundo ciclo de vida.

Los silos están dentro del predio de la central. Vale aclarar que estos no corren peligro ya que, por ejemplo, el espacio aéreo comercial y civil está vedado sobre la planta. Es decir, no hay posibilidades de que, por ejemplo, una aeronave tenga un accidente y caiga sobre los silos (M. Carbonell, comunicación personal, 25 de noviembre de 2021).

2.4.2 Atucha I (ASECQ I)

La operación continua y en plazo extendido de Atucha I conlleva la necesidad de aumentar la capacidad de almacenamiento de elementos combustibles quemados. NA-SA planteó la posibilidad de realizar este almacenamiento en seco sin correr riesgos adicionales. Inicialmente, la obra estuvo a cargo de la empresa, pero en 2016 se la concedió un contratista externo que no llegó a terminarla. Luego, en febrero de 2020, NA-SA retomó el gerenciamiento del proyecto.

Al momento de la preparación de este trabajo se encuentran en ejecución el montaje de las unidades de silos donde se almacenarán los elementos combustibles, el sistema de ventilación necesario para remover el calor emitido por los elementos combustibles, y se está terminando el contenedor de traslado, prototipo diseñado por CNEA que realizará la transferencia de los elementos combustibles desde piletas hasta los silos de almacenamiento. Se prevé completar el proyecto durante el primer semestre de 2022 (NA-SA, 2021).

2.4.3 Atucha II (ASECQ II)

Los estudios realizados por NA-SA sobre la base de los análisis del número de elementos combustibles quemados generados por Atucha I y Atucha II llevaron a la necesidad de contar con una segunda unidad de almacenamiento en seco en el primer semestre de 2026. Entre los desafíos de diseño, se deberá elegir entre diversas alternativas tecnológicas, entre las que se encuentran el silo de hormigón, el silo metálico, la bóveda, el módulo de hormigón, etc. El proyecto permitirá mantener en operación las dos centrales sin disminuir la participación del sector en la matriz energética nacional (NA-SA, 2021).

2.5 Proyecto CAREM

Se trata del primer reactor nuclear de potencia íntegramente diseñado y construido en la Argentina, que la posiciona como uno de los líderes mundiales en el segmento de reactores modulares de baja y media potencia (SMR, por sus siglas en inglés). Esta clase de reactores tiene una gran proyección para el abastecimiento eléctrico de zonas alejadas de los grandes centros urbanos o de polos fabriles e industriales con alto consumo de energía —que incluye la capacidad de alimentar plantas de desalinización de agua de mar—. El prototipo está siendo construido en Lima, Buenos Aires, adyacente a las centrales Atucha I y Atucha II.

Esta primera versión será capaz de generar 32 MW eléctricos y se destaca por un riguroso estándar de seguridad aplicado desde el diseño, obtenido mediante soluciones de alta ingeniería que simplifican su construcción, operación y mantenimiento. Un punto importante es que alrededor del 70 % de sus insumos, componentes y servicios vinculados es provisto por empresas argentinas certificadas bajo estándares internacionales de calidad, supervisados por la CNEA. En paralelo al desarrollo del prototipo, la Comisión avanza en el diseño conceptual del que será el módulo comercial del CAREM, que tendrá una potencia mayor (de entre 100 y 120 MWe) y sería la base de una central multireactor que permitirá alcanzar costos muy competitivos para el mercado internacional.³

3 Información sobre el reactor CAREM disponible en <https://www.argentina.gob.ar/cnea/carem>

3

Aspectos financieros y de capital humano en NA-SA

Los aspectos financieros y de capital humano son temas relevantes que hacen a la historia y el presente de NA-SA. En este sentido, analizar algunos indicadores brinda una aproximación al manejo de la empresa.⁴

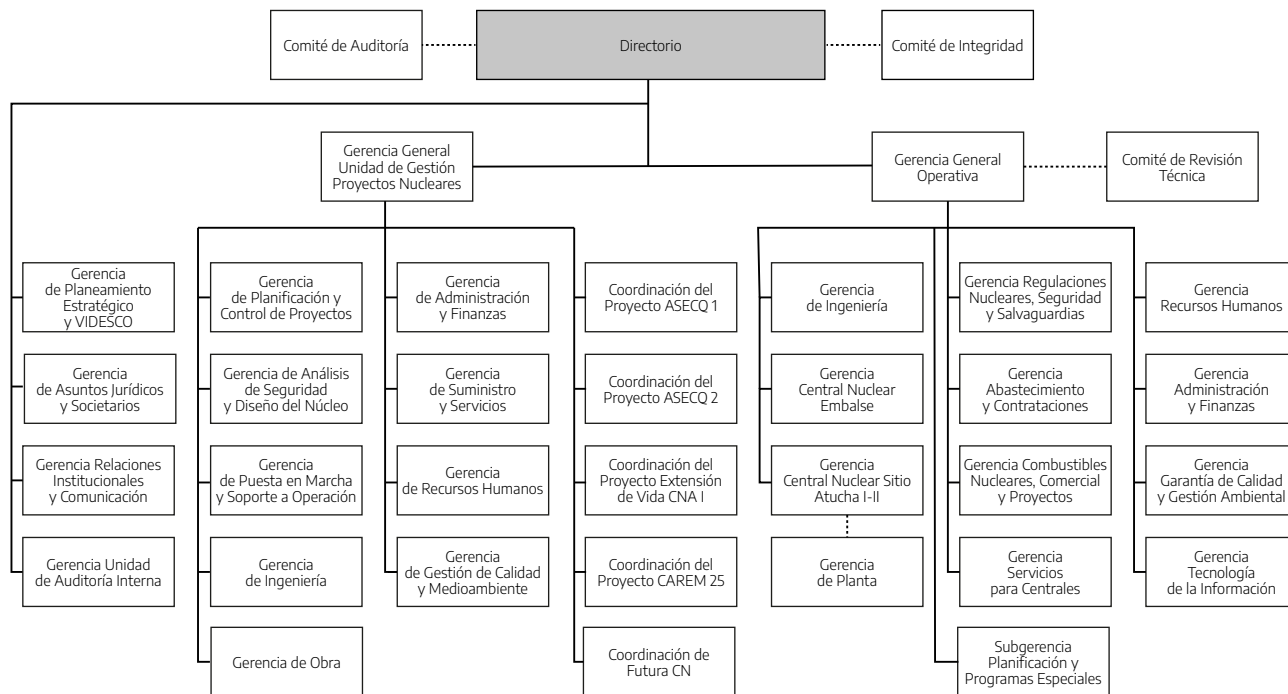
3.1 Estructura organizacional

El órgano de administración de NA-SA es el Directorio —designado por la Asamblea de Accionistas—, compuesto por un mínimo de tres y un máximo de cinco miembros titulares, según lo fije la Asamblea General Ordinaria. Estos deben permanecer en sus cargos hasta que lo disponga la Asamblea de Accionistas, y pueden ser reelectos, mientras la primera Asamblea evalúa su gestión.

A continuación, en la Figura 1, se presenta el organigrama de la empresa.

⁴ Esta sección se basa en la información proporcionada por NA-SA (2019, 2021).

Figura 1. Organigrama de NA-SA (enero 2022)



Fuente: <https://www.na-sa.com.ar/es>

Respecto de la estructura organizacional de NA-SA, el Lic. Sidelnik, vicepresidente de NA-SA, aclara:

Los cambios en la estructura responden a la puesta en marcha de nuevas centrales. Por cada central se incorporan alrededor de 500 personas. Además, la ARN nos pide nuevas actividades y hay que crear desarrollos específicos. Por ejemplo, un sector de ingeniería que creció es el de envejecimiento de componentes. En los ochenta y los noventa esos sectores no existían. Y estas cosas van modificando la estructura.

La organización no es matricial en la parte operativa. Además, los operadores deben tener licencia para operar. Entonces, la estructura, en las centrales, es rígida. Después, existen servicios de apoyo como ingeniería, calidad, mantenimiento, etc. Donde sí es más matricial es en la unidad de gestión que lleva adelante los proyectos (J. Sidelnik, comunicación personal, 9 de septiembre de 2021).

La empresa se halla sometida al control de la Sindicatura General de la Nación (SIGEN) y de la Auditoría General de la Nación (AGN), de conformidad con lo dispuesto por la Ley 24.156. Dentro de la estructura organizativa, para el cumplimiento de los objetivos y requisitos ambientales, existe para cada uno de los sitios —Atucha unidades I y II, Embalse, Unidad de Proyectos y Sede Central— un Comité de Evaluación Ambiental (CEA), y por sobre estos el Comité de Gestión Ambiental (CGA).

3.2 Capital humano

NA-SA cuenta con un plantel altamente calificado y especializado, con amplia experiencia en el sector nuclear. A continuación, en la Tabla 3, se detallan los principales indicadores.

Tabla 3. Principales indicadores de capital humano

Según género	
Masculino	2338
Femenino	499
Según rango etario	
Menor a 30 años	111
30-50 años	2070
Mayor a 50 años	706
Según lugar de trabajo	
Lima (Atucha I y II)	1367
Córdoba (Embalse)	891
CABA	629
Según tipo de contrato	
Permanente	2885
Contratado	2
Según convenio colectivo de trabajo (en %)	
Personal no cubierto	3 %
Federación Argentina de Trabajadores de Luz y Fuerza (FATLYF)	65 %
Asociación de Profesionales Universitarios del Agua y la Energía Eléctrica (APUAYE)	32 %

Fuente: elaboración propia con base en NA-SA (2019)

El total de empleados de la empresa, al 2020, era de 2837 personas, con un 82 % de la dotación de género masculino. Si al análisis se le incorpora la distribución de puestos que intervienen en la toma de decisiones, se profundiza la brecha ya que el género femenino a la fecha participa en el 16 % de puestos claves y en el 10 % de las jefaturas de línea media de la empresa. Como dato destacado, prácticamente todo el personal de NA-SA es permanente. Por otro lado, el 72 % del personal tiene entre 30 y 50 años, con una edad promedio de 43 años y una antigüedad media de 13 años.

Respecto de aspectos, como el desarrollo humano, la rotación y la capacitación del personal, el vicepresidente de NA-SA afirma:

Hoy tenemos alrededor de 2800 personas. La mayoría, en este momento, está en la parte operativa. Lamentablemente, durante el gobierno de Macri se despidió a 350 personas, en general jóvenes técnicos profesionales, a los cuales habíamos preparado para Atucha II. Nos faltan dos generaciones. Hay una generación de los que entramos en 1980, donde había una expectativa de cuatro centrales, se formó mucha gente, etc. Muchos de ellos ya se están jubilando. En los noventa no se tomó gente o fue muy poca. Con el Plan Nuclear de 2006 comenzó una nueva etapa de ingresos. Es decir, tenemos un bache de dos generaciones. Estamos volviendo a tomar gente joven, a la cual tenemos que capacitar. Un operador, por ejemplo, demanda cinco años de capacitación. Tenemos simuladores *full scope*⁵ que son una réplica de la sala de control del reactor. Se envía mucha gente a capacitarse al exterior, también. Pasantes tenemos pocos. En general, el mecanismo por ahora es contratar a la gente. Tenemos algunos becarios, pero son muy pocos. También tomamos muchos técnicos especialistas en radioprotección. Existe

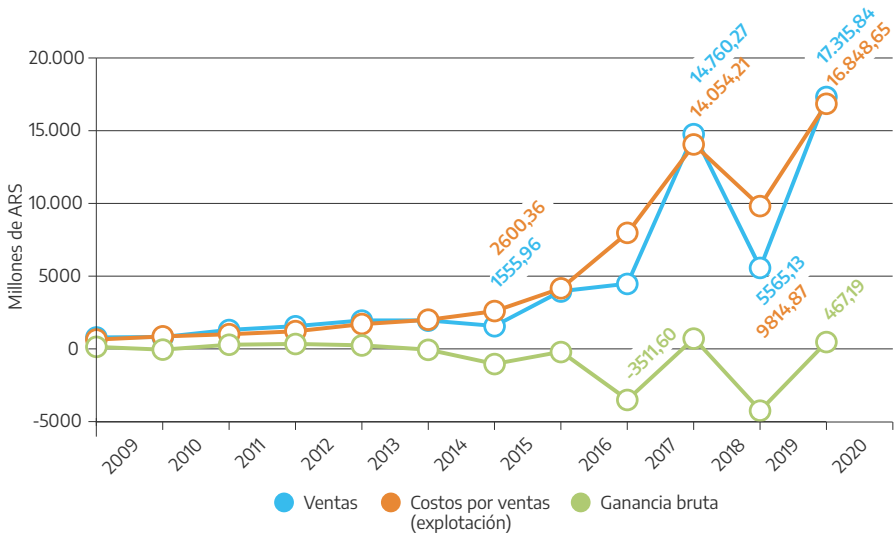
5 Los simuladores de alcance total (FSS: *full scope simulators*) de centrales nucleares se han utilizado desde hace décadas, y se siguen empleando en forma intensiva para el entrenamiento del personal de operación de esas instalaciones (Murúa, 2017).

un problema con la distribución por género. En este momento el plantel femenino es del 18 % y hay pocas mujeres en cargos directivos. Esta también va a ser una política de incorporación de personal a desarrollar (J. Sidelnik, comunicación personal, 9 de septiembre de 2021).

3.3 Aspectos financieros

A continuación, en el Gráfico 9 se exhiben los totales de ventas, costos y la ganancia bruta de NA-SA entre 2009 y 2020.

Gráfico 9. Ventas, costos por ventas (explotación) y ganancia bruta. 2009-2020



Fuente: elaboración propia con base en NA-SA (2009-2020)

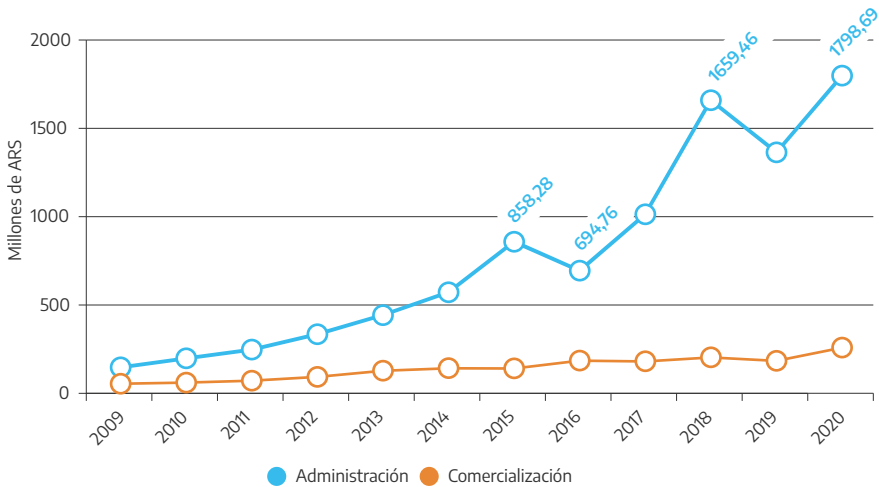
En el gráfico puede apreciarse que las ventas, los costos de ventas (explotación) y la ganancia bruta se mantuvieron estables entre 2009 y 2014. En 2015 comenzó un incremento de las ventas y los costos. El crecimiento de las ventas se debe tanto a factores monetarios como a la inflación y a factores operativos. Vale recordar que en ese año entró en operaciones la central de Atucha II, que comenzó a producir casi el doble de energía que Atucha I. En promedio, de todo el período estudiado, el 61 % de las ventas correspondieron a la venta de energía y potencia, mientras que el 39 % restante al intercambio de energía y potencia.

Además, como se mencionó anteriormente, entre 2016 y 2019 la central de Embalse no estuvo operativa debido a los trabajos para la Extensión de Vida. Y el aumento de las ventas en 2020, que superaron el pico de 2018, se debe a la entrada nuevamente en operación de Embalse. Por último, la ganancia bruta es un reflejo de las variables analizadas ya que se calcula como la diferencia entre las ventas y los costos.

Respecto a los costos por ventas,⁶ en el Gráfico 10 puede apreciarse su composición.

⁶ Los costos por ventas están compuestos por impuestos y contribuciones; salarios y cargas sociales; servicios técnicos y de mantenimiento; bienes de consumo; elementos combustibles y agua pesada consumidos; alquileres; depreciaciones; gastos de administración CAMMESA; etc.

Gráfico 10. Composición de administración y comercialización. 2009-2020



Fuente: elaboración propia con base en NA-SA (2009-2020)

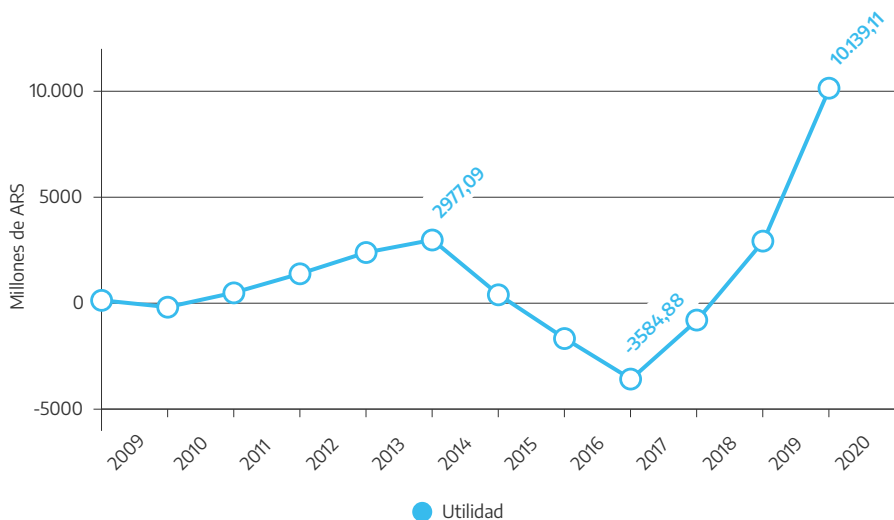
En este gráfico puede apreciarse que los costos de administración crecieron paulatinamente entre 2009 y 2015, partiendo de ARS 147 millones en 2009 y alcanzando un pico de ARS 858 millones en 2015. En 2016 hubo una reducción cercana a los ARS 200 millones, para comenzar a crecer a partir de 2017 hasta alcanzar un valor de ARS 1798 millones en 2020.

Por su parte, los costos de comercialización se mantuvieron en valores menores a ARS 50 millones entre 2009 y 2015. Luego, a partir de 2016, comienzan a superar los ARS 100 millones, para situarse en ARS 237 millones al final del período.

En el Gráfico 11 se aprecia que las utilidades de la empresa evidenciaron un continuo crecimiento entre 2009 y 2014 para alcanzar casi ARS 3000 millones en ese último año. A partir de allí, los resultados negativos pueden

explicarse por las continuas depreciaciones del tipo de cambio que afectaron significativamente los costos y resultados financieros de la empresa. Finalmente, a partir de 2018 se verificó un crecimiento importante que situó la utilidad en poco más de ARS 10.000 millones en 2020.

Gráfico 11. Utilidades. 2012-2018



Fuente: elaboración propia con base en NA-SA (2009-2020)

Respecto del financiamiento de la empresa, el Lic. Sidelnik agrega:

La parte de operación y mantenimiento se financia con la tarifa que cobramos por el servicio de generación eléctrica. Y NA-SA vive de esa tarifa. Es decir, los costos de operación de las centrales, la compra del combustible, etc., tienen que estar cubiertos por esa tarifa. Ahora bien, la tarifa no brinda una rentabilidad que permita reinvertir. Las inversiones grandes, como por ejemplo una nueva central, las extensiones de vida de las existentes las realiza

el Estado. Puede ser financiamiento estatal, deuda con avales, la inversión china para la nueva central, etc. Y esto es así porque estamos hablando de miles de millones de dólares.

Hay algunas actividades que están incluidas en lo que es operación y mantenimiento: un galpón para guardar maquinaria, más almacenamiento para el combustible gastado, por ejemplo, es parte de esos costos. Resumiendo, las inversiones para que las centrales sigan funcionando están dentro de la tarifa.

Por otro lado, se han emitido algunas obligaciones negociables *linkedas* con la energía. NA-SA no presenta balances ante la Comisión Nacional de Valores, pero sí ante el fiduciario, que es el Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE) (J. Sidelnik, comunicación personal, 9 de septiembre de 2021).

4

Estado, tecnología y desarrollo en NA-SA

A continuación, resumiremos las principales características de NA-SA en lo referente a su contribución al desarrollo económico.

4.1 Utilización de insumos locales y transferencia de tecnología a proveedores locales

Las funciones principales de NA-SA son la operación de las tres centrales nucleares argentinas y el gerenciamiento de proyectos para la construcción de futuras centrales nucleares. Y es en este punto donde se puede identificar un aporte sustancial al desarrollo económico. En el capítulo 3 se analizó cómo, a partir de 2006, esta empresa encaró el proceso de terminación de la Central Nuclear Atucha II, que se hallaba paralizada desde 1994.

En efecto, la construcción y puesta en marcha de Atucha II involucró numerosos proyectos para los que se utilizó una gran cantidad de insumos locales; situación que, además de la dinamización de esos sectores industriales, trajo aparejada una dinámica de transferencia de tecnología a diferentes proveedores locales. Únicamente en el caso de que los requerimientos no podían satisfacerse dentro del mercado nacional, NA-SA recurrió a proveedores del exterior que tuvieran la experiencia necesaria para cumplir con las características tecnológicas. También se siguió el mismo procedimiento para la Extensión de Vida de la Central Nuclear de Embalse.

Sobre este tema, el vicepresidente de NA-SA aclara:

Desde NA-SA hemos calificado numerosos proveedores. Por ejemplo, para la Extensión de Vida de Embalse se contrató a IMPSA para los generadores de vapor. Para eso tuvo que aceptar una normativa internacional que se denomina ASME,⁷ es decir, calificar en una normativa nuclear. Gracias a esto, IMPSA ya está calificada para realizarlo a nivel internacional, lo cual le permite presentarse en licitaciones para vender en el exterior. Hicimos que en el contrato con la empresa CANDU Energy,⁸ la firma realizara la transferencia de esa tecnología a IMPSA. Con Conuar se hicieron canales y componentes. Otra PyME, Nuclearis,⁹ comenzó a producir componentes para Atucha I y Atucha II.¹⁰ Se podría decir que no hay actividad tecnológica que no se utilice en una central nuclear: química, física, meteorología (para conocer hacia dónde van los vientos en caso de accidente), seguridad física, el concepto de salvaguarda, las ingenierías básicas (mecánica, eléctrica, electrónica, etc.). Cuando CNEA reparó Atucha I, en 1988, tuvimos que hacer herramientas. Todo eso es desarrollo tecnológico. Algunas las hizo INVAP y el resto otras empresas (J. Sidelnik, comunicación personal, 9 de septiembre de 2021).

7 La Society of Mechanical Engineers, más conocida como ASME, es una asociación de profesionales fundada en 1880 con el objetivo de generar una serie de códigos de diseño para la construcción, pruebas e inspección de bienes de equipos industriales (Mundo Compresor, s/f).

8 Candu Energy Inc. es una empresa canadiense que se especializa en el diseño y suministro de reactores nucleares, así como en productos y servicios de reactores nucleares.

9 Nuclearis es una empresa argentina dedicada a la ingeniería y fabricación de componentes mecánicos para la industria nuclear. Fue creada en 2009 para abastecer de componentes mecánicos de precisión para las centrales atómicas Atucha I, Atucha II y Embalse de la República Argentina. Desde entonces, Nuclearis ha suministrado los componentes ininterrumpidamente y sin rechazos, demostrando la robustez y eficiencia de la tecnología involucrada. Información sobre la empresa disponible en <https://www.nuclearis.com>

10 Desarrolló, entre otros componentes, anillos de sellado para plantas de energía nuclear PHWR (reactor de agua pesada a presión). Estos se utilizan en las centrales nucleares SIEMENS-KWU, y son sellos metálicos cubiertos de plata electrolítica que funcionan como sellado de los canales de enfriamiento donde se encuentran los elementos combustibles de uranio. Además, ha diseñado y fabricado dos componentes mecánicos para la isla nuclear en una central nuclear para reactores CANDU de Canadá. Estos componentes mecánicos tienen un papel clave en el funcionamiento del reactor y su función es sellar el agua pesada en el circuito primario. Información sobre la empresa disponible en <https://www.nuclearis.com/works>

Y sobre la compra de combustible nuclear para las centrales, agrega:

Todos los años, en función de la energía que queremos proveer, las centrales tienen que parar. La ARN nos da una licencia por central sin la cual no podemos operar. Y, por diferentes situaciones con las centrales, nos obliga por ejemplo a parar Embalse cada 18 meses y cada 12 hacer una revisión programada. Eso nos lleva a que, si queremos operar, por ejemplo, a un factor de carga de 85 %, necesitamos una cantidad determinada de combustible. En función de eso, nosotros tenemos una relación monopsonía¹¹ con Conuar S.A. a quien le decimos con anticipación cuánto combustible se necesita para cada central. Y, en función de esa cantidad de combustible, también el uranio que está asociado. En este aspecto hay un contrato marco y contratos anuales que prevén algunas particularidades o eventualidades.

Ese es el combustible que llamamos «nuevo», «fresco». Se compra a CONUAR, se recibe en las centrales, se verifica que esté en buenas condiciones y se pone en unas piletas de combustible nuevo. Luego pasa a la máquina de carga y va al reactor. Este proceso dentro del reactor es conocido como «quemado», que es cuando se va «gastando» el uranio. Hasta que ya su capacidad de producción, de absorción, ya no es útil. El tiempo de vida es de un año o un poco más. Y se lo saca del reactor. Esto se llama el «quemado de extracción». Ese combustible gastado se coloca en una pileta, que es la pileta de «decaimiento de combustible». Por ley, la CNEA tiene la gestión de los residuos. Esto es lo que se conoce como ciclo del combustible nuclear (J. Sidelnik, comunicación personal, 9 de septiembre de 2021).

¹¹ El monoposonio es una estructura de mercado en donde existe un único demandante o comprador —en este caso NA-SA—, mientras que pueden existir uno o varios oferentes —en este caso Dioxitek S.A. y Conuar S.A.—.

4.2. Reutilización y generación de nuevas capacidades

Por otra parte, la finalización de Atucha II implicó la reconstrucción de los equipos de profesionales mediante la recuperación de aquellos que ya habían trabajado en él en las primeras etapas, pero también en la contratación y capacitación de numerosas/os jóvenes profesionales que fueran capaces de asumir el desafío.

En la construcción de Atucha II también hubo desarrollo del conocimiento. La central se construyó con personal perteneciente a NA-SA que fue capacitado por técnicas/os, algunas/os de ellas/os exempleadas/os de KWU. Se contrató, además, mano de obra de otras provincias y con ello también se dinamizó la economía local.

En este sentido, se puede decir que las centrales nucleares son centros de investigación y capacitación. Más allá de la energía que se produce, muchos especialistas se han capacitado en su la operación. Por ende, las/os ingenieras/os formadas/os en el sector nuclear son permanentemente requeridas/os en numerosas industrias.

4.3 NA-SA y la sociedad

El hecho de que NA-SA proporcione energía de base es clave pues significa una contribución importante para que la sociedad disfrute de un confort permanente en sus hogares y que las industrias cuenten con la energía suficiente para producir sin altibajos energéticos. Por otro lado, esta empresa realiza numerosos trabajos sociales en la comunidad de la que es parte. Entre estos aportes pueden citarse el transporte para llevar y traer a niñas y niños de las escuelas de la zona, y el mantenimiento de edificios de la

comunidad, como por ejemplo la iglesia de Lima. En resumen, NA-SA cuenta con diferentes programas de Responsabilidad Social Empresaria.

Una contribución importante es la generación de cobalto 60 (Co60) en la central de Embalse. Personal técnico del Complejo Nuclear Atucha I-II agrega al respecto:

El cobalto 60 es un isótopo utilizado en medicina nuclear. Algunos isótopos, mediante la radiación neutrónica, reciben neutrones que algunas veces son retenidos por el isótopo. Es el caso del boro, y por eso es un veneno. Pero hay otros, como el cobalto, que cambian a otro elemento, aunque con un número más pesado. El número es el peso atómico y representan neutrones o protones. El cobalto 59 (Co59), entonces, absorbe neutrones en el proceso y pasa a ser cobalto 60 (Co60). Este se utiliza en los centros de medicina nuclear, generalmente nacionales. Y también se provee a otros centros de investigación donde se utiliza para generar otros radioisótopos. Y también se exporta. Pero vale aclarar que eso ya tiene que ver con Dioxitek. No es NA-SA la que lo realiza. Nosotros entregamos el Co60 a Dioxitek y ellos arman lo que se denomina fuente sellada de Co60 y lo comercializan (Personal técnico del Complejo Nuclear Atucha I-II, comunicación personal, 15 de octubre de 2021).

4.4 Ventajas competitivas

NA-SA compete con otras fuentes primarias de energía en el Mercado Eléctrico Mayorista, al cual entrega energía de base.

El Lic. Sidelnik aclara el tema:

¿Cómo funciona el sistema eléctrico? Básicamente, siempre hay una cantidad de energía que hay que suministrar, y estacionalmente, o en el día, se necesita más o menos. Se producen picos y valles. Los picos se satisfacen con otro tipo de centrales (por ejemplo, turbinas de vapor) que pueden entrar y salir rápidamente del sistema. NA-SA es de base porque genera energía las 24 horas, los 365 días del año. Obviamente, algunas veces hay que parar para mantener, reparar, etc.

Otro punto competitivo es que el despacho es por costo de combustible. El costo del combustible nuclear, en relación a las otras fuentes de energía, es mucho menor. No en la inversión inicial, pero sí después en los costos de operación y mantenimiento. Además, la energía nucleoelectrica no emite gases de efecto invernadero, es decir, es sostenible socialmente. Por último, moviliza y apalanca una gran cantidad de valor agregado y dinamiza la cadena de valor (J. Sidelnik, comunicación personal, 9 de septiembre de 2021).

A modo de conclusión

No puede comprenderse el significado y la trayectoria de NA-SA sin las transformaciones estructurales producidas en los años noventa. Esas reformas y las privatizaciones modificaron definitivamente la lógica de funcionamiento del sector eléctrico, ya que lo dividieron en tres segmentos (generación, transporte y distribución) organizados en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), como se analizó en el capítulo 1.

Esta reforma del Estado no podía dejar de afectar al sector nuclear, el cual sufrió una profunda reestructuración, cancelaciones de planes y paralización de obras, entre ellas la de Atucha II. Producto de esa reestructuración y del fracaso del intento de privatización de las centrales nucleares, se originó NA-SA.

Respecto a la matriz energética argentina, antes de 2020 la potencia de origen nuclear representaba poco más del 4 %, muy lejos aún de la potencia térmica (60 %). Esto significa, ni más ni menos, que la mayor parte de la energía consumida a la fecha es de origen fósil, con su consecuente impacto ambiental negativo.

A partir de la operación de las tres centrales nucleares argentinas —Atucha I, Atucha II y Embalse—, NA-SA entrega energía limpia y no generadora de gases contaminantes al Sistema Integrado Nacional. En este sentido, la generación nuclear total anual tuvo un salto notable entre 2011 y 2020, ya que pasó de poco más de 5200 GWh a 10.000 GWh, de manera que ese último año se cumplió un récord histórico.

Por otro lado, la demanda cubierta por NA-SA pasó de poco más del 4 % en 2014 a cerca del 8 % en 2020, lo que demostró que la generación nucleoelectrica es cada vez más importante. Y esto se realiza con bajos requerimientos de combustible, debido al alto poder calorífico del uranio.

En el futuro, NA-SA planea encarar diversos proyectos sumamente importantes para el desarrollo de la generación nucleoelectrica y, por consiguiente, para un mejor y mayor abastecimiento de la energía en pos del desarrollo económico.

Entre estos proyectos se encuentran la construcción de Atucha III de uranio enriquecido y agua liviana, con tecnología y cooperación de la República Popular China. Además, está proyectada la construcción de un nuevo reactor tipo CANDU, que se transformará en la quinta central nuclear del país. Este proyecto significará la utilización de la capacidad industrial y el empleo nacional, ya que se aprovecharán los derechos argentinos sobre la tecnología de este tipo de reactores.

Asimismo, la construcción de las dos nuevas centrales implicará un crecimiento de la producción de elementos combustibles íntegramente nacionales por parte de Dioxitek y CONUAR. Además, significará la continuidad de los trabajos de producción de agua pesada en la planta de Neuquén.

Cabe destacar que una contribución importante de la empresa es la generación de cobalto 60 en la central de Embalse, un isótopo utilizado en medicina nuclear. NA-SA lo entrega a Dioxitek, con el que fabrica las fuentes selladas de Co60 y luego las comercializa.¹²

12 Abordaremos este tema en el próximo trabajo de la serie.

Otros proyectos a futuro son la extensión de vida de la central Atucha, la construcción de tres almacenamientos en seco de elementos combustibles ya utilizados para Atucha I, Atucha II y Embalse; y la continuación de la construcción del reactor CAREM, primer reactor nuclear de potencia íntegramente diseñado y construido en la Argentina.

En lo referente a los aportes de NA-SA a la tecnología y al desarrollo de la actividad nuclear, en particular, y el desarrollo económico, en general, vimos que uno de los más importantes es la utilización constante de insumos locales y la transferencia de tecnología a proveedores nacionales. Tanto la operación de las centrales como la construcción y puesta en marcha de Atucha II involucran e involucraron grandes cantidades de insumos argentinos, situación que, además de la dinamización de aquellos sectores industriales, trajo aparejada una dinámica constante de transferencia de tecnología a diferentes proveedores locales. En este sentido, la construcción de Atucha II hizo necesaria la reconstrucción de equipos profesionales que se habían perdido durante la crisis del sector nuclear y que fueron recuperados. Pero, además, implicó la contratación y capacitación de numerosas/os profesionales en lo que significó un gran desarrollo del conocimiento. Esto no solo aumentó la demanda de mano de obra calificada, sino que también dinamizó la economía local de aquellos lugares se llevaban a cabo las obras.

En suma, la existencia de NA-SA significa una contribución importante al desarrollo socioeconómico argentino, en tanto desarrolla capacidades técnicas y humanas al tiempo que produce energía no contaminante para que la sociedad disfrute de un confort permanente en sus hogares, y que las industrias cuenten con la energía suficiente para sostener sus planes de producción.

Referencias bibliográficas

- Comisión Nacional de Energía Atómica [CNEA]. (2021). Síntesis del Mercado Eléctrico Mayorista de la República Argentina. Aniversario 20 años. https://www.cnea.gob.ar/nuclea/bitstream/handle/10665/1905/CNEA_SGPE_sintesis_MEM_2021-21_20Aniv.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mundo Compresor (s.f.). ASME. Diccionario Técnico. Recuperado de <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/asm>e
- Murúa, C. (13-17 de noviembre de 2017). *Uso de simuladores de alcance total de centrales nucleares para la enseñanza de física de reactores*. Segundo Simposio Internacional sobre Educación, Capacitación, Extensión y Gestión del Conocimiento en Tecnología Nuclear. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://www.lanentweb.org/simposioBA/trabajos-pdf/021.pdf>
- Nucleoeléctrica Argentina S.A. [NA-SA]. (2019). Comunicación de progreso. Pacto mundial. Reporte integrado de Nucleoeléctrica Argentina S.A. Documento provisto por la empresa al autor.
- Nucleoeléctrica Argentina S.A. [NA-SA]. (2021). Plan estratégico 2021-2030. Documento provisto por la empresa al autor.
- Zappino, J. (2022a). Empresas públicas y mixtas, tecnología y desarrollo III. Trabajo, tecnología y ciencia argentinos: el caso Nucleoeléctrica Argentina S.A. Parte 1. *Cuadernos del INAP*, 3(84).

CUINAP | Argentina, Cuadernos del INAP

Año 3 - N.º 85 - 2022

Instituto Nacional de la Administración Pública

Av. Roque Sáenz Peña 511, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

CP: C1035AAA - Tel.: 4343 9001 - Correo electrónico: cuinap@jefatura.gob.ar

ISSN 2683-9644

Editor responsable

Mauro E. Solano

Coordinación editorial

Pablo Nemiña

Edición y corrección

María Eugenia Caragunis

Arte de tapa

Roxana Pierri

Federico Cannone

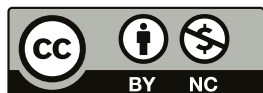
Diseño y diagramación

Edwin Mac Donald

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autoras/es y no comprometen la posición oficial del INAP.

INAP no asume responsabilidad por la continuidad o exactitud de los URL de páginas web externas o de terceros referidas en esta publicación y no garantiza que el contenido de esas páginas web sea, o continúe siendo, exacta o apropiada.

El uso del lenguaje inclusivo y no sexista implica un cambio cultural que se enmarca en un objetivo de la actual gestión de Gobierno y se sustenta en la normativa vigente en materia de género, diversidad y derechos humanos en la Argentina. En esta publicación se utilizan diferentes estrategias para no caer en prejuicios y estereotipos que promueven la desigualdad, la exclusión o la discriminación de colectivos, personas o grupos.



Los Cuadernos del INAP y su contenido se brindan bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 2.5 Argentina. Es posible copiar, comunicar y distribuir públicamente su contenido siempre que se cite a las/os autoras/es individuales y el nombre de esta publicación, así como la institución editorial. El contenido de los Cuadernos del INAP no puede utilizarse con fines comerciales.

Esta publicación se encuentra disponible en forma libre y gratuita en: publicaciones.inap.gob.ar

Marzo 2022

Secretaría de
Gestión y Empleo Público



Jefatura de
Gabinete de Ministros
Argentina