

PLANTA INDUSTRIAL DE AGUA PESADA (PIAP)

Un aporte de Neuquén para pensar y concretar una instalación industrial multipropósito



GOBIERNO
DE LA PROVINCIA
DEL NEUQUÉN

NEUQUÉN
PROVINCIA



LAS MALVINAS
SON ARGENTINAS



GOBIERNO
DE LA PROVINCIA
DEL NEUQUÉN

PLANTA INDUSTRIAL DE AGUA PESADA (PIAP)

UN APORTE DE NEUQUÉN PARA PENSAR y CONCRETAR UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL MULTIPROPÓSITO

1.- ANTECEDENTES

La Planta Industrial de Agua Pesada (PIAP) es de propiedad de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) de la República Argentina y es operada por la Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería (ENSI), una sociedad conformada entre la CNEA y la Provincia del Neuquén. Neuquén tiene la mayoría accionaria en ENSI.

La PIAP fue construida en la década de los '90, con una inversión cercana a los U\$S 1.000 Millones, para producir 200 tn/ año de Agua Pesada. Es una de las plantas más grandes del mundo en la materia.

Durante sus primeros años ENSI orientó sus esfuerzos a la terminación, puesta en marcha, operación y mantenimiento de la PIAP. Durante varios años amplió su horizonte comercial, incursionando en los mercados asiáticos, europeos y de América del Norte. Asimismo, extendió sus actividades a servicios en el sector industrial y del petróleo y el gas.



ENSI ha sido una de las pocas proveedoras de Agua Pesada en el mercado internacional, contando con la planta de mayor capacidad de producción en el mundo y operando con personal técnico y recursos humanos de alta calificación en el mercado.

La PIAP nació para producir agua pesada, insumo que se utiliza como amortiguador de radiaciones y refrigerador en las centrales nucleares. Se estima que cada central nuclear tiene una carga inicial de agua pesada de 300 toneladas, y luego se reponen perdidas en forma periódica.

Actualmente la PIAP no está produciendo agua pesada, desde el año 2017.

Al contemplar el Plan Nuclear de la Argentina se construyeron tres centrales nucleares. Todo indica que la próxima central nuclear (la 4^a) de la Argentina, si se lleva a cabo, se desarrollará en base a uranio enriquecido, pero que después la 5^a central se construya con tecnología CANDU¹ que requiere Agua Pesada. Cabe destacar que la construcción de la 4^a central demandará unos ocho años de trabajo; es decir que en menos de diez años no habría demanda de una nueva planta que requiera un volumen de agua pesada importante.

2.- ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA

La Planta Industrial de Agua Pesada, ubicada en Arroyito, presenta una serie de ventajas tecnológicas que la convierten en una alternativa inmediata y de inversiones manejables para pensar nuevas estrategias de agregado de valor industrial.

La planta ocupaba a unas 370 personas, de las cuales cerca de un 75% eran profesionales y técnicos.

Las instalaciones y los equipos de la planta poseen hoy un estado de conservación óptimo gracias a planes de mantenimiento estrictos, al carácter poco agresivo del ambiente de la localización y a la naturaleza limpia de los productos y las materias primas involucradas en el proceso actual.

En materia de servicios merecen destacarse el funcionamiento de plantas independientes para efluentes amoniacales, acuosos y sanitarios; modernos

¹ El acrónimo "CANDU" es una marca registrada de Atomic Energy of Canada Limited, de la expresión "CANadá Deuterio Uranio",



métodos de seguridad y prevención, en materia de detección de humos, gases tóxicos y/o explosivos y sistemas de extinción de incendios.

También se destacan la disponibilidad de laboratorios especializados en compuestos amoniacales con el instrumental más moderno y elevada capacitación. No obstante, el sistema de control de la planta requiere de modernización.

3.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La planta de agua pesada se halla ubicada en Arroyito, a 53 km. al Sud Oeste de la ciudad de Neuquén en un predio que ocupa 20 hectáreas, de un lote propiedad de la CNEA de 540 hectáreas.

Se la puede clasificar como una industria química convencional, de muy alta tecnología, intensiva desde el punto de vista del consumo de energía y mucho más limpia que cualquier otra planta petroquímica. La capacidad de producción de la unidad es de 200 toneladas de agua pesada al año, la mayor capacidad en el mundo para una planta con esta tecnología.

4.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La producción de agua pesada por el método de intercambio isotópico del hidrógeno a través de amoníaco, se basa en el enriquecimiento isotópico del amoníaco por contacto con gas de síntesis, la extracción del deuterio contenido en el agua mediante empleo de amoníaco, el craqueo de amoníaco para generar gas de síntesis, la combustión catalítica del gas de síntesis deuterado y la producción de amoníaco por síntesis para regenerar el amoníaco y recomenzar el circuito.

En la Planta Industrial de Agua Pesada (PIAP), el deuterio necesario es extraído del agua del río empleando vapor de amoníaco, el cual después de ser condensado, se enriquece por contacto con gas de síntesis empleando el proceso conocido como “intercambio isotópico”.

La PIAP dispone entonces de una unidad de amoníaco de tecnología de avanzada, compuesta por dos reactores de síntesis de amoníaco y sus instalaciones complementarias (synthesis loop) de tecnología Haldor Topsoe, que son los más grandes construidos hasta el presente como trenes individuales.



Los loops incluyen todos los equipos necesarios para el transporte, y procesamiento del gas de síntesis, los sistemas de intercambio de calor y refrigeración completos para garantizar la condensación y separación del amoníaco producido, compresores de recirculación y sistemas de arranque en frío (start-up heaters). Los sistemas se hallan en operación habiendo demostrado su capacidad de diseño.

El arreglo de procesos es tal, que se tiene un ciclo cerrado de amoníaco en circulación, el cual sólo puede abrirse para permitir la extracción de amoníaco como producto, si se alimenta una cantidad equivalente en masa de gas de síntesis, producido mediante la tecnología de reforming de gas natural.

La planta de Arroyito ha sido diseñada de modo tal de contar con dos líneas de producción, disponiendo cada una de ella de un loop de síntesis. El reactor de síntesis de cada uno de los loops se mantiene a través de un puente grúa común, de capacidad tal que permite un mantenimiento independiente incluyendo la posibilidad autónoma de cambio de catalizador.

Además de las unidades de síntesis de amoníaco, la planta ofrece la posibilidad de brindar diferentes servicios, tales como energía eléctrica, vapor, agua de enfriamiento, nitrógeno y gas natural.

5.- ACOPLES PARA OBTENER OTROS PRODUCTOS EN LA PIAP

La PIAP posee una unidad de síntesis de amoníaco de 4.000 toneladas diarias (dos reactores de 2.000 toneladas diarias), que puede utilizarse parcialmente **a fin de producir amoníaco para la elaboración de fertilizantes u otros productos como el Hidrógeno o el Amoníaco, previa inyección de gas de síntesis ($H_2 + N_2$) desde el exterior.**

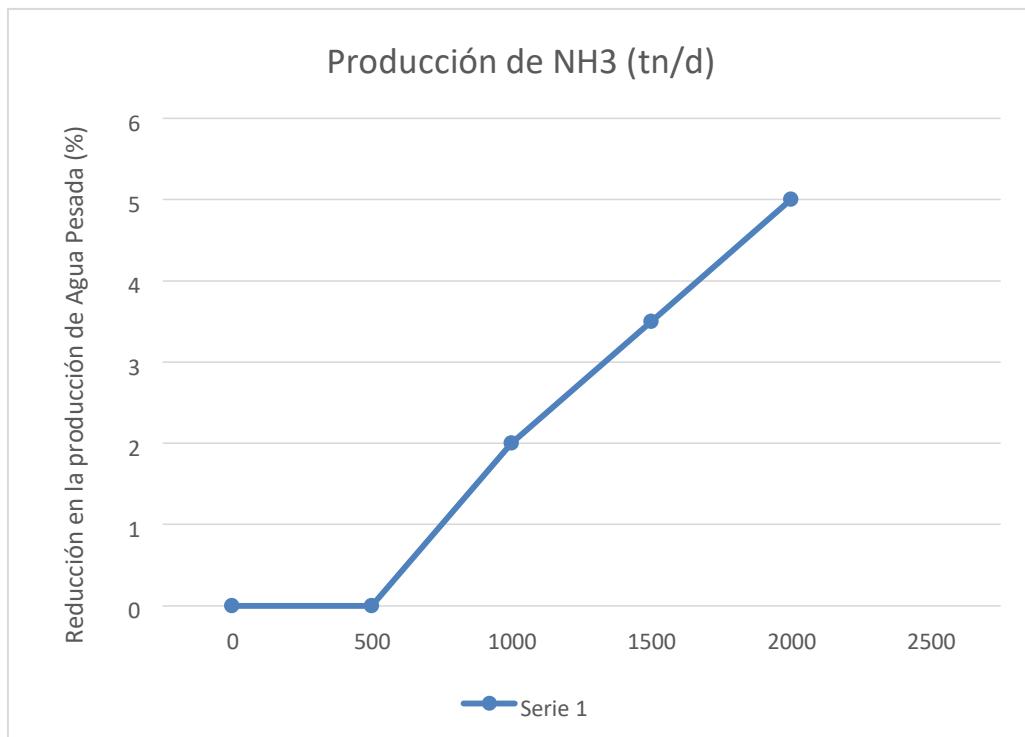
Expertos de PIAP y de la empresa Sulzer confirmaron la **viabilidad técnica de la apertura de la PIAP para la producción de fertilizantes y otros productos químicos**. Sin embargo, la utilización común de las instalaciones de amoníaco provoca una disminución en la producción de agua pesada.

A través de programas de simulación, se pudo estimar que **la pérdida en la producción de agua pesada puede alcanzar el 5%**, si se quieren producir amoníaco en una cantidad de 2.000 tn/día.



6.- DISMINUCIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA PESADA

Cabe destacar que la PIAP tiene una capacidad de producción de agua pesada de 200 tn/año y que - en el caso de mayor afectación - vería reducida su capacidad en 10 toneladas anuales, volumen que no resulta significativo.



7.- PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

Los reactores de la PIAP combinan Hidrógeno con Nitrógeno para producir Amoníaco. Este se utiliza para separar el Deuterio del Agua del Río Limay para producir Agua Pesada.

Es decir que en la PIAP se podría producir hidrógeno, verde o azul, según se trate de obtenerlo del agua del Lago Arroyito o a partir del gas natural respectivamente, y **Amoníaco, también verde o azul** por los mismos motivos.

Para obtener estos productos es necesario instalar una PLANTA DE REFORMING alimentada por gas natural. Esta planta disocia los hidrocarburos en Anhidrido Carbónico e Hidrógeno Gris (porque contiene indicios de carbono).



Este último con instalaciones de captura de carbono se convierte en Hidrógeno Azul, disponible para producir el Amoníaco Azul, si así se lo requiriera.

Si bien el gas natural puede aportar huella de carbono al sistema, su utilización sería **un importante aporte a la Transición Energética con producción y usos sustentables de la riqueza hidrocarburífera de la Cuenca Neuquina.**

Si se tomara la decisión de producir Hidrógeno por electrólisis del agua del Lago Arroyito, este Hidrógeno sería verde y consecuentemente podría alimentar el Reactor de Amoníaco para producir el Amoníaco Verde.

8.- PRODUCCIÓN DE AMONÍACO

Existen dos reactores completos de Síntesis de Amoníaco en la Planta Industrial de Agua Pesada de Arroyito que pueden ser convertidos, parcial y totalmente, para la producción de Amoníaco, previo reforming del gas natural o electrólisis de agua, acoplado a la generación de energías renovables en las inmediaciones.

Varias ventajas en la localización y en el manejo de la planta industrial, abarcando desde la vasta experiencia obtenida en la operación, hasta el buen mantenimiento e instalaciones de servicios, permitirían economizar inversiones para producir nitrógeno puro combinado con hidrógeno electrolítico a partir de plantas a instalar.

La inversión para convertir esta planta en productora de amoníaco y fertilizantes se estima en un 30 % menor que una planta de fertilizantes de escala internacional y sus costos operativos serían un 20% menores. Habría que analizar los resultados incorporando unidades de producción de Hidrógeno (a partir de Reforming de gas natural o electrólisis del Agua).

9.- PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTES

Si se pretende una producción de 900.000/1.000.000 de toneladas anuales de urea, se afectará una capacidad de producción de amoníaco de 1.600 toneladas por día. En este caso, se estima que convendría afectar 800 toneladas por día de cada reactor de los dos que conforman la unidad de amoníaco de la PIAP, a fin de contar con mayor confiabilidad operativa. Cabe destacar que esa capacidad sería similar a la Planta de Urea Granulada con asiento en Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires.



10.- CONSUMOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Neuquén es una Provincia mediterránea, dado que no tiene puertos ni salida directa a los océanos. **Sin embargo con una buena logística de transporte, puede acceder a los puertos de Bahía Blanca y San Antonio en el Atlántico, o a Concepción (región del Bío Bío, Chile) en el Pacífico.**

Nuestra región además es una de las más importantes del mundo en materia hidrocarburífera a partir de la estructura geológica mundialmente conocida como Vaca Muerta, con lo cual se incorporan, además de los equipos de transporte, equipamiento pesado para la producción y tratamiento del petróleo y del gas, que requieren combustibles diversos.

En este enorme clúster industrial que se ha generado en torno a la extracción y procesamiento de hidrocarburos no convencionales en Neuquén, sólo los equipos de transporte concentran unos 1.000 vehículos pesados y medianos por día en el área de Vaca Muerta y sus alrededores, en forma de equipos pesados, maquinarias, camiones, omnibus y vehículos utilitarios de diverso tipo para transporte de personal.

En el corredor del Atlántico, hacia Bahía Blanca y de acuerdo a lo expresado por el intendente de esa ciudad bonaerense se movilizan, incorporando la actividad agropecuaria, unos 2.500 vehículos pesados por día que llegan al Puerto.

Vaca Muerta – Requerimientos de materiales y servicios

	Año 2021	Año 2030	
Arena, proppant o Agente Sosten	3	7,5	(en millones de Toneladas)
Cañerías	0,332 (6.000 km)	0,633 (12.300 km)	(en millones de Toneladas)
Cemento	0,78	1,5	(en millones de Toneladas)
Equipos de compresión	0,4	0,58	(en millones de HP)
Agua	11,2	11,2	(en millones de m3)

Si este conjunto de materiales se transporta por camión, se necesitarían 460.000 viajes por año durante la década.



Hemos mencionado en varias oportunidades que el gas natural debe formar parte de la Transición Energética, por lo tanto, **la evolución hacia combustibles con reducida emisión de carbono, debería contemplar, más allá del hidrógeno verde o azul, factible para grandes equipos de transporte marítimo, al Gas Licuado de Petróleo (GLP) y al Amoníaco también verde o azul**, probado como combustible seguro en el transporte terrestre.

11 - OPORTUNIDADES DEL ÁREA DE LOCALIZACIÓN – ARROYITO

La localización de la Planta de Agua Pesada en Arroyito se determinó luego de estudios realizados por la CNEA para definir cursos fluviales en el país que contuvieran altos índices de deuterio en el agua. Por este motivo y también por la disponibilidad de los servicios requeridos por la planta industrial se seleccionó la localización en Arroyito, a orillas del Río Limay y de la central hidroeléctrica de Arroyito.

El asentamiento de Arroyito se encuentra ubicado a 53 km. de la ciudad Capital de Neuquén, sobre la Ruta Nacional N° 22, en un punto que divide las rutas que se dirigen al Paso Pino Hachado por Cutral Có y Zapala y al Paso Cardenal Samoré por Piedra del Águila y Villa la Angostura. Su población es de 200 habitantes, que forman parte del ejido de Senillosa. A solo cinco kilómetros del asentamiento, se encuentra localizada la Planta de Agua Pesada (PIAP).

Abastecimiento de Agua

Al lado de la Planta de Agua Pesada se encuentra el Río Limay y el embalse de Arroyito, con agua en cantidad y calidad suficientes para abastecer al futuro proyecto.

Vertido de Residuos Líquidos Industriales

En el área de radicación, cercana a la PIAP, no existen inconvenientes para que los efluentes industriales tratados se deriven en parte a cuencas naturales subterráneas o a riego para forestación.

Aspectos Geomorfológicos y Climáticos

En Arroyito se dan también las condiciones naturales propicias enunciadas para Senillosa, en cuanto a las características del suelo, los movimientos del aire, y el tipo de vegetación natural, para una rápida disipación de los efectos de una actividad industrial.



Energía Eléctrica

La zona de radicación del complejo industrial se caracteriza por un escenario de oferta eléctrica de gran confiabilidad. El proyecto se encuentra en el seno del Complejo Hidroeléctrico El Chocón-Arroyito. Fundamentalmente se encuentra cercana a Parques de Energía Eólica en Neuquén y Río Negro y de un potencial de 1.000 MW de Energías Renovables en la Provincia del Neuquén de distintas disciplinas, eólica, solar, biomasa, hidroeléctricas. Sobre el lago donde se asienta la PIAP, se encuentra la Central Hidroeléctrica de Arroyito de 128 MW.

Transporte

El transporte de pasajeros por vía aérea y terrestre tendrá como epicentro de arribos y partidas a la Ciudad de Neuquén ubicada a 53 km de la PIAP. El transporte de cargas se podrá realizar accediendo a las rutas nacionales Nº 22 y Nº 237, localizadas en inmediaciones del sitio de localización.

Para el transporte de cargas por vía ferroviaria, será necesario construir un acceso de 9 km que vincule a la PIAP y a la futura planta con el sistema del Ferrocarril Roca. Se podrán destinar cargas a Bahía Blanca y el resto del país hacia el Atlántico y por sistema intermodal a Chile y países del Pacífico. En virtud de la importancia potencial del sistema ferroviario para el traslado de equipamiento, insumos, maquinarias, desde los puertos de Bahía Blanca y Buenos Aires al epicentro de la actividad petrolera en Vaca Muerta, serán de gran relevancia las posibilidades de contar con un importante “flete de vuelta” a precios diferenciales.

12.-BENEFICIOS DE LA INTEGRACIÓN PRODUCTIVA MULTIPROPÓSITO

La integración de los mencionados propósitos productivos trae aparejada una serie de beneficios por mejor aprovechamiento de ambas plantas, que redunda también en una reducción de los costos operativos.

Sin embargo, para alcanzarlos, se deberían operar las plantas en forma simultánea, dado que la parada en la producción de agua pesada invalida una parte importante de dichos beneficios (Consultora Haldor Topsoe).

También se dispone de accesos pavimentados, ingreso y control, báscula para camiones, áreas de estacionamiento cubiertas, talleres de mantenimiento, almacenes, laboratorios especializados en compuestos amoniacales, sistemas de incendio, captación de agua cruda y almacenaje de agua tratada y desmineralizada, sistemas de tratamiento de efluentes, cañería de descarga de efluentes tratados, áreas de servicios de seguridad, playa de maniobras eléctricas,



área de servicio de asistencia médica, cafetería, comedor, vestuarios y centros de capacitación.

Se pueden suministrar, total o parcialmente, la mayoría de los servicios y utilities necesarios para el funcionamiento de una planta industrial de la capacidad estudiada. Particularmente, la PIAP dispone de importante capacidad extra en agua tratada, agua desmineralizada, aire de servicios y de instrumentos, agua de refrigeración y terrenos.

Existe plena disponibilidad de terreno para todas las nuevas plantas en inmejorables condiciones. **La PIAP dispone de 540 hectáreas de tierra por lo que no existen inconvenientes para alojar las nuevas instalaciones.**

Instalaciones adicionales necesarias

Para la integración de todas las plantas son necesarias inversiones menores en instalaciones adicionales, entre las cuales cabe mencionar:

- Cañerías de interconexión de plantas.
- Analizadores y medidores de caudal de gas de síntesis, de gas de purga y de amoníaco.
- Medidores de caudal de agua de enfriamiento y de proceso.
- Unidad de absorción de amoníaco purgado en el lazo de síntesis.
- Unidad de recuperación de agua pesada del reforming.
- Unidad purificadora final de gas de síntesis para adaptarlo a especificaciones exigidas para la PIAP.

Esta integración puede ser completa (compartiendo personal, servicios, infraestructura) o -en el extremo opuesto- limitada solamente a la venta del servicio de síntesis de amoníaco e infraestructura por parte de la PIAP.

Por último, será necesaria la construcción de un nuevo gasoducto de alimentación (se encuentran dos gasoductos troncales a 30 km) y de un desvío ferroviario (el sistema ferroviario se encuentra a 9 km).

Economías en inversiones

La integración con la PIAP afectaría la capacidad de síntesis de amoníaco de la planta de agua pesada en 1.600 tn/día, respectivamente. Los principales ahorros de inversión en esta integración, se presentan en los siguientes rubros:

- La inversión total del lazo de síntesis de amoníaco.



- Un 25 % de las instalaciones de compresión de la planta de amoníaco.
- Hasta un máximo del 40 % de las inversiones en servicios y "utilities"

Los ahorros "brutos" de inversión para una planta de producción de urea, por ejemplo, de 1.000.000 tn/año serían del orden de los U\$S 300 Millones, equivalentes al 30 % de la inversión en una planta convencional del mismo tamaño.

Ahorro en costos operativos

En la integración de una planta de producción de hidrógeno, amoníaco, fertilizantes con la PIAP se logran ahorros muy importantes en la inversión, los que derivan en una menor componente de depreciación en los costos de inversión y en menores costos financieros.

Ventajas para potenciales inversores

Entre los aspectos de la integración con la PIAP que resultarían ventajosos para un eventual inversor, cabe resaltar:

- Ahorros significativos en la inversión inicial
- Reducción de costos operativos
- Disponibilidad de terrenos estudiados y consolidados
- Disponibilidad de servicios durante la construcción
- Periodos reducidos de construcción y montaje
- Disponibilidad de agua, servicios de captación y tratamiento
- Disponibilidad de personal técnico y profesional entrenado
- Aprovechamiento de servicios ante emergencias
- Disponibilidad de servicios de asistencia médica
- Optimización en el empleo de maquinarias y talleres de mantenimiento.
- Entrenamiento y capacitación compartida
- Servicios de seguridad integrados
- Empleo optimizado de los servicios logísticos
- Servicios especializados de laboratorio
- Posibilidades de ampliación de la capacidad instalada.

Mercado internacional

Solamente se considera desde Neuquén la exportación de Amoníaco y de Fertilizantes Nitrogenados. Lo que se produzca de Hidrógeno en la PIAP, en



sus diversos tipos se orientará al sistema de transporte regional como combustible.

El combustible demandado por el transporte marítimo en el mundo es de 250 millones de toneladas. Se espera para el año 2050 que entre el 25% y el 50% de ese consumo sea reemplazado por Amoníaco.

Para ello se requerirán 150 millones de toneladas de Amoníaco. Por otra parte, **120 puertos en el mundo están equipados con instalaciones de almacenamiento de Amoníaco, incluso el Puerto de Bahía Blanca.** **Medios especializados estiman que, para el año 2028, el mercado de Amoníaco superará los U\$S 110.000 Millones.**

Además, para nuestro país se abren excelentes perspectivas para producir y comercializar fertilizantes nitrogenados, a partir de lo que está pasando con Rusia como principal productor y comercializador de Urea y Nitrato de Amonio. **Hay estimaciones que tres de los países más importantes del Sur de América, Brasil, Argentina y Chile podrían estar consumiendo 7.000.000 de toneladas de Urea Granulada, el fertilizante más utilizado,** de los cuales se importan de otros países un 50%, es decir **3.500.000 toneladas.**

Estos números son relativos únicamente al contexto actual: **sin embargo los organismos especializados estiman que en la Argentina solamente se le está incorporando al suelo un 30 % del 100% de nutrientes que se le extrae.**

13.- APORTE DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN AL PROYECTO MULTIPROPÓSITO

Esta propuesta para pensar y concretar una instalación multipropósito que aproveche al máximo las capacidades y potencialidades de la Planta Industrial de Agua Pesada para generar valor agregado industrial para el país y la provincia, es una **invitación al trabajo en equipo y a la unión de esfuerzos en pos de un objetivo estratégico superior.**

El desarrollo e industrialización de **Vaca Muerta** y las oportunidades que brinda el proceso de **Transición Energética** generan un escenario que puede ser propicio para garantizar que la PIAP vuelva a tener un rol protagónico, sobre la base de una **cartera de productos estratégicos** en la que al agua pesada, se le incorporen el amoníaco, los fertilizantes y el hidrógeno, configurando así una **instalación industrial multipropósito única en el mundo.**



Para lograr ese objetivo, la Provincia del Neuquén está dispuesta a:

1. **Acompañar técnica y políticamente en el diseño del plan estratégico** para la ampliación multipropósito propuesta.
2. **Gestionar junto a la CNEA ante las autoridades nacionales respectivas** (Ministerio de Desarrollo Productivo y Ministerio de Ciencia y Tecnología, Consejo Federal de Inversiones-CFI) **el financiamiento necesario para contratar y realizar los estudios técnicos** que permitan definir los aspectos de detalle para las opciones de producción antes propuestas (además del agua pesada). Para los mismos, puede convocarse a organismos líderes en materia de desarrollo tecnológico, como Y-TEC, entre otros.
3. **Acompañar activamente en el proceso de búsqueda y atracción de inversiones nacionales e internacionales** para concretar el plan de ampliación multipropósito, gestionando la asistencia del Consejo Federal de Inversiones y de la Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional, entre otros organismos de apoyo en la materia.
4. **Eximir de impuestos provinciales a la PIAP** en lo que respecta a la producción de agua pesada y posteriormente de los demás productos incluídos en el plan de ampliación multipropósito propuesto, en el marco de la política de promoción industrial provincial.
5. **Gestionar junto a la CNEA un acuerdo con la empresa YPF para obtener provisión en firme de gas a valores promocionales** destinados a fortalecer la producción de agua pesada y posteriormente de los demás productos incluídos en el plan de ampliación multipropósito propuesto.