

Proyecto Final - Integración V

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL AVELLANEDA**

**PRODUCCIÓN DE POLIACRILAMIDA
PARCIALMENTE HIDROLIZADA A
PARTIR DE ACRILAMIDA**

AUTORES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

FECHA DE ENTREGA: 11/07/2024

ÍNDICE

- Capítulo 0:** Resumen ejecutivo
- Capítulo 1:** Introducción
- Capítulo 2:** Estudio de Mercado
- Capítulo 3.a:** Ubicación de la planta - Macro ubicación
- Capítulo 3.b:** Ubicación de la planta - Micro ubicación
- Capítulo 4:** Descripción del proceso
- Capítulo 5:** Balances de masa
- Capítulo 6:** Balances de energía
- Capítulo 7:** Selección y diseño de equipos
- Capítulo 8:** Servicios auxiliares
- Capítulo 9:** Layout de planta
- Capítulo 10:** Estudio de impacto ambiental
- Capítulo 11:** Sistema de gestión integral
- Capítulo 12:** Seguridad e Higiene en el trabajo
- Capítulo 13:** Evaluación económica

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

RESUMEN EJECUTIVO

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO



ÍNDICE

Resumen ejecutivo

0.1. Resumen ejecutivo

El presente proyecto de prefactibilidad tiene por objetivo producir poliacrilamida parcialmente hidrolizada (PHPA) para la extracción no convencional de petróleo. La materia prima principal, acrilamida, será suministrada por Shandong Ruihai Mishan Chemical Co.

Para iniciar este estudio, se ha decidido abarcar el 25% del mercado local en el ámbito de la extracción no convencional, lo que se traduce en una producción mensual de 300 toneladas, con posibilidad de expansión en el futuro. Según los datos proporcionados por una consultora privada y el INDEC, se estima que el precio final del producto terminado, PHPA, será de 3 USD/kg, un valor por debajo del precio actual del mercado, con el objetivo de introducirnos de manera competitiva.

El proyecto incluye el diseño completo y las dimensiones de una planta ubicada en el Parque Industrial de Bahía Blanca, en el suroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. La planta contará con 64 empleados distribuidos en cuatro departamentos: administrativo, logística y procesos, calidad, seguridad, higiene y medio ambiente.

El análisis económico muestra resultados favorables, sugiriendo un análisis más profundo para su implementación futura. Con una inversión inicial de 11.857.514 USD, financiada en un 60% mediante un préstamo con una tasa del 11% y el resto por un grupo inversor, se obtuvieron indicadores positivos de valor actual neto (VAN) y una tasa interna de retorno (TIR) superior a la tasa de interés. Por lo tanto, se concluye que *el proyecto es económicamente viable*.

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

INTRODUCCIÓN

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Fractura hidráulica

Otras funcionalidades

Propiedades y especificaciones de la PHPA

Propiedades físicas

Propiedades químicas

Información adicional

Forma de presentación del producto

Manipulación, almacenaje y estabilidad

Conclusiones

Bibliografía

1.1. Introducción

Para comenzar a abordar el tema de estudio, se deberán tener en claro ciertos conceptos y procesos asociados a la extracción de petróleo. Uno de ellos, es el concepto de hidrocarburos no convencionales. Cuando se habla de este “tipo” de hidrocarburos, desde un punto de vista químico, se está refiriendo exactamente a los mismos compuestos que los hidrocarburos convencionales que se han explotado tradicionalmente desde hace más de un siglo. No obstante, para la industria, este significado no es muy evidente, ya que lo que ayer era no convencional, hoy puede convertirse en convencional, y esto se debe, fundamentalmente, a los avances tecnológicos y los incentivos económicos y fiscales por parte de los gobiernos para su desarrollo. En un sentido muy amplio, se puede decir que los hidrocarburos no convencionales son económicamente menos atractivos de producir, debido a que la tecnología necesaria para su extracción presenta costos muy elevados. La razón de ello se debe a que, para obtener un gran volumen, se requieren tratamientos masivos de estimulación y tecnologías de recuperación. Además, los riesgos de contaminación ambiental, en extensiones de tierra muy amplias, no son bajas.

Retomando el concepto de no convencionales, se puede considerar como yacimientos de gas de este tipo a aquellos que no cumplen, de alguna manera, con las reglas básicas que definen a un pozo convencional de hidrocarburos. Es decir, partiendo de la definición de que un yacimiento de hidrocarburo convencional corresponde a una roca reservorio permeable, cuyos hidrocarburos almacenados se encuentran atrapados por un sello impermeable, se considera “no convencional” a todo yacimiento que no entre en lo descrito anteriormente.

En Argentina, cuando se habla de esta última clasificación, se está refiriendo específicamente a dos tipos de hidrocarburo, los de las formaciones **shale**, como **Vaca Muerta** (ubicados en Neuquén, Río Negro, La Pampa y Mendoza), y los de las formaciones tight. Los primeros abarcan las rocas formadas a partir del lecho de lagos y mares, las cuales a lo largo de las eras geológicas aprisionaron materia orgánica (restos de microorganismos, algas, etc.) que, con el tiempo, se convirtió en gas y petróleo. Por eso, es común leer o escuchar que al shale se lo denomina también rocas generadoras o roca madre. Este último término, “roca madre”, hace referencia a un estrato, que puede llegar a tener decenas o centenas de metros de espesor, dentro del cual se formó el gas y el petróleo. Esta roca generadora (shale) a veces es fisurada por procesos fisicoquímicos

naturales, liberando así, parte de los hidrocarburos atrapados en ella. Sin embargo, para extraer todo el petróleo generado dentro de esta roca, es necesario fisurar la roca aún más de lo que la naturaleza ya lo hizo. Es en esos casos en los que se utilizan los denominados geles de fractura, los cuales están compuestos por polímeros disueltos en agua, cuya característica es actuar como espesante, logrando un flujo más fuerte al momento de fracturar la roca.

En la actualidad, existen varios tipos de polímeros espesantes, entre ellos se encuentran los naturales, provenientes de la glucosa, y los sintéticos como la poliacrilamida parcialmente hidrolizada (PHPA).

1.1.1. Fractura hidráulica

La fractura hidráulica o fracking es una técnica experimental por la que se logra extraer el gas o el crudo atrapado en las rocas. La ampliación de la frontera tecnológica, y, sobre todo, de la alta demanda, han permitido el estudio de todo tipo de yacimientos de hidrocarburos, dado que disminuyeron las desventajas existentes hasta el momento, como lo son el costo, el aumento del riesgo de contaminación y la dificultad técnica de extracción.

El fracking permite llegar hasta la **roca madre** que alberga los hidrocarburos, para extraer aquellos que no migraron y permanecen en ella. En cada una se acumuló materia orgánica originaria de animales y vegetales provenientes del fango del fondo de mares y lagos, que posee hidrocarburos en determinadas condiciones. En el caso de los hidrocarburos convencionales, el gas migra desde la roca madre a una trampa petrolífera y, una vez perforada y sometida a presión dicha trampa, éste sale a la superficie. Pero al tratarse de hidrocarburos no convencionales, el gas no migra a un reservorio, por lo que, para extraerlo, es necesario fracturar la roca madre. Esta técnica consiste en la inyección, a altas presiones, de una mezcla de agua, arena y productos químicos en las perforaciones ricas en hidrocarburos, con el objetivo de fracturar la roca e incrementar la permeabilidad y, con ello, mejorar la extracción. Las fracturas vinculan los poros donde los hidrocarburos se encuentran alojados, y permiten la circulación de estos hacia el pozo para su posterior extracción a la superficie. Inmediatamente después de efectuada la fractura, al disminuir la presión de los equipos de bombeo, el gas y el petróleo liberados salen a la superficie, arrastrando con ellos gran parte de los fluidos inyectados. Todos

estos productos se “purgan” en piletones designados hasta que el gas o petróleo salgan lo más puros posibles. Por último, se envían a las plantas de procesamiento.

1.1.2. Otras funcionalidades

Además de su uso en la industria petrolera, la PHPA tiene aplicaciones en industrias de lo más diversas, tales como:

- Material de lodo de perforaciones, se utiliza en la exploración y desarrollo de campos petroleros y geológicos.
- Tratamiento de aguas residuales industriales en la planta de hierro y acero.
- Tratamiento de agua potable.
- Aditivos de fábrica de papel, como agente de retención, auxiliar de filtración o agente de refuerzo.
- Aditivo y adhesivo en los piensos.
- Agente clarificante en la industria de la refinación del azúcar.

Dadas las aplicaciones mencionadas antes, y muchas otras, se puede asumir que existe un potencial económico y de desarrollo tecnológico futuro que excederá las proyecciones a cubrir en este estudio.

1.2. Propiedades y especificaciones de la PHPA

1.2.1. Propiedades físicas

La poliacrilamida parcialmente hidrolizada, posee las siguientes características físicas:

- Aspecto: sólido blanco granulado.
- Olor: débil.
- Polímero de alto peso molecular.
- Estable a presiones normales y altamente estable a la temperatura.
- Soluble en agua, insoluble en compuestos orgánicos.
- Floculante.
- Higroscópico.
- No presenta descomposiciones peligrosas.
- No es biodegradable.

1.2.2. Propiedades químicas

- pH: 5 - 8 (5 g/L, 25 °C)¹.
- Densidad: 0,75 - 0,95 g/cm³ a 25 °C.
- Viscosidad: no aplica.
- Punto de fusión: > 230° C.
- Punto de ebullición: No aplica.
- Punto de inflamabilidad: No aplica.
- Pureza: 97 %.
- Grado: Grado API / fluido de perforación / técnico.
- Humedad: menos del 10%.
- Fórmula: (C₃H₅NO)_n.

1.2.3. Información adicional

Se trata de un producto libre de disolventes y tensoactivos, con muy bajo contenido en compuestos orgánicos volátiles. Su uso radica, según la industria a la que se encuentra

¹ La PHPA no modifica el pH del sistema.

desarrollado el estudio, en el aumento de la viscosidad y lubricidad del lodo de perforación. Además, su fuerte acción de encapsulación estabiliza las formaciones de arcilla y lutita, bloqueando la absorción o inhibición del agua de los fluidos de perforación, evita que la arcilla y los recortes de lutita se desintegren y se dispersen en el lodo.

La estabilidad de la disolución de la poliacrilamida depende de diversos factores (calidad del agua utilizada, pH, concentración, óxidos en el ambiente, etc.). El punto óptimo de dosificación dependerá de cada aplicación y deberá determinarse in situ.

A nivel económico, el producto es eficaz, incluso en bajas dosis, y el hecho de comercializarlo en seco minimiza las necesidades de espacio de almacenamiento, no obstante, para iguales formatos de comercialización, los precios se incrementarían enormemente, perdiendo atracción comercial. Por ciertas limitaciones, que se mencionarán a continuación, aumentarían los riesgos y costos de almacenamiento, manipulación y transporte.



Figura 1.1: muestra de poliacrilamida parcialmente hidrolizada (PHPA).

Fuente: <https://www.indiamart.com/industrial-solutions-pune/>.

1.3. Forma de presentación del producto

1.3.1. Manipulación, almacenaje y estabilidad

Las soluciones de poliacrilamida parcialmente hidrolizada no son más corrosivas que el agua, y los materiales recomendados para la construcción de recipientes incluyen acero inoxidable, fibra de vidrio y plásticos con recubrimientos epóxicos o de vidrio. No se debe utilizar hierro, cobre, y aluminio. Dichos recipientes deben tener un sellado correcto, sin fugas.

Se debe mantener alejado del calor, chispas y llamas, así como de igniciones. Por lo que es imprescindible que su almacenamiento sea en áreas frías, secas y bien ventiladas, lejos de las sustancias incompatibles mencionadas previamente, como los óxidos.

Su manipulación debe estar regulada bajo las normas de seguridad e higiene locales, dado que presenta condiciones de riesgo que se deben evitar. Estas son:

- Inhalación
- Contacto con los ojos, la piel y la ropa
- Exposición prolongada o repetida
- Fumar en las inmediaciones

Debido a esto, se debe contar con los elementos de protección personal (EPP) básicos:

- Guantes
- Ropa de seguridad
- Gafas de protección
- Máscara, si la ventilación no es suficiente

Para definir la forma de presentación final del producto, se tuvieron en cuenta todas aquellas condiciones requeridas de almacenamiento, y las precauciones que se deben tener en la manipulación.

La poliacrilamida parcialmente hidrolizada es un producto altamente higroscópico², lo que significa que posee una alta capacidad de absorber la humedad atmosférica. Por ello, se decidió suministrar el producto en sacos de 25 kg y en big-bags

² El agua provoca un apelmazamiento del mismo.

de 1.000 kg. No obstante, para su correcta manipulación y alargamiento de su vida útil³, se recomienda mantenerlo en lugares cubiertos, con una temperatura no superior a los 40 °C y protegidos de la humedad ambiente. La presentación mencionada debe estar constituida por los materiales compatibles mencionados, altamente resistentes al desgarro. A su vez, deben ser impermeables respecto al ambiente y su sellado debe ser completo.



Figura 1.2: Potencial presentación del producto terminado.

Fuente: <https://spanish.alibaba.com/g/big-bags-1000kg.html>.

³ La PHPA posee una vida útil de aproximadamente 24 meses.

1.4. Conclusiones

Esta introducción, destaca la importancia del uso de la poliacrilamida parcialmente hidrolizada (PHPA) en la industria química, con énfasis en su aplicación en la extracción no convencional de petróleo, que fue definida como el área de interés de nuestra investigación. La PHPA, derivada de monómeros de acrilamida, desempeña un papel crucial como agente floculante en el proceso de fractura hidráulica, facilitando la eliminación de partículas sólidas como arcillas de la roca madre y mejorando así la eficiencia de la extracción de petróleo.

La decisión de enfocar exclusivamente nuestra investigación en esta aplicación se basó en un exhaustivo estudio de mercado que analizó los diversos campos de aplicación de la PHPA y sus mercados asociados. Además, hemos determinado que el producto final se presentará en sacos de 25 kg y en big-bags de 1.000 kg, teniendo en cuenta sus ventajas prácticas y logísticas, como la prevención del paso de la humedad, la capacidad de almacenamiento, la resistencia mecánica y la facilidad de transporte.

BIBLIOGRAFÍA

- “Hoja de información sobre seguridad de materiales - Poliacrilamida Aniónica”, Quingdao Oceanview Chemical Inc. - Quindao, China. 2015.
- <https://www.yumpu.com/es/document/view/14379989/descargar-hoja-de-seguridad-de-poly-liquid> - AUSMUD
- <http://overtechsa.com/userfiles/chemical24-1.pdf> - OVERTECH
- [https://aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/Serie%20C490%20%20\(HT\).pdf](https://aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/Serie%20C490%20%20(HT).pdf) - KEMIRA
- [https://aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/Optifloc%20A-1638%20\(MSDS\).pdf](https://aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/Optifloc%20A-1638%20(MSDS).pdf) - KEMIRA
- http://cigei.com/fichas_tecnicas/FLOCULANTES/CI%208100.pdf - CIGEI SAC
- “Elementos de Protección Personal - EPP” - Cátedra de Seguridad e Higiene, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires - 2020.

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

ESTUDIO DE MERCADO

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Materia prima

Disponibilidad

Precio

Evaluación del mercado local

Potenciales clientes

Análisis económico

Panorama desventajoso

Panorama ventajoso

Evolución del precio a través de los años

Panorama desventajoso

Panorama ventajoso

Categorización de industria

Oportunidad de proyecto en la República Argentina

Conclusiones

Bibliografía

2.1. Introducción

El desarrollo de este capítulo es un estudio de la materia prima requerida en el proceso, para luego definir el mercado a abastecer y diferentes aspectos económicos relevantes de nuestro producto, que servirán de base para los análisis posteriores.

Entre las principales cuestiones a explicar, se encuentran la evaluación del mercado local de la poliacrilamida parcialmente hidrolizada, el análisis de mercado se enfocará en el consumo interno por parte de las principales industrias petroleras ubicadas precisamente en Vaca Muerta, la principal formación de shale de nuestro país. Lugar donde operan, aproximadamente, un total de 20 empresas, siendo la principal YPF, con 23 áreas y permisos concesionados, implicando en conjunto más de 3.900 kilómetros cuadrados del área; siguiendo Pan American Energy (PAE) con 8 áreas por 1.747 kilómetros cuadrados. Luego, se encuentra la empresa francesa Total Austral con casi 1.500 kilómetros cuadrados en las 8 concesiones que posee. La cuarta mayor operadora según la extensión territorial, es la empresa norteamericana ExxonMobil, con 5 áreas por 1.007 kilómetros cuadrados.

Por otra parte, se evaluará la materia prima necesaria, su disponibilidad a nivel nacional e internacional, y con todo esto, se determinará un precio para la misma, a partir de distintas estimaciones.

Finalmente, una vez conocida la producción anual a abarcar, se calculará la ganancia neta anual esperada según distintos panoramas.

2.2. Materia prima

2.2.1. Disponibilidad

La materia prima, la acrilamida, es un compuesto orgánico perteneciente al grupo de las amidas. Dicho compuesto, necesario para la producción de PHPA, no se produce dentro de Argentina ni por parte de ningún Estado miembro del Mercosur, por lo que el proyecto está sujeto a la toma de decisiones y medidas impuestas por el gobierno nacional en cuanto a las importaciones. Actualmente, este producto es de libre importación y no presenta restricciones a considerar.

2.2.2. Precio

A nivel mundial, la demanda y producción de la sustancia de interés la dirigen empresas que operan, principalmente en Francia y China. Analizando a dichos mercados y sus empresas productoras, se puede conocer que la acrilamida se comercializa con un precio en buque que ronda entre 800 - 1.600 U\$D/Tn.

2.3. Evaluación del mercado local

Como se ha mencionado en el capítulo anterior, la PHPA tiene un amplio rango de aplicaciones, como pueden ser el tratamiento de los efluentes de las plantas de tratamiento de agua y procesos industriales, producción de colorantes y químicos orgánicos, lentes de contacto, cosméticos, industria textil, refinamiento de azúcar y estabilizador de terrenos para la construcción. No obstante, se ha enfocado el estudio a la *extracción no convencional y terciaria de petróleo*, siendo estas, dentro de todas las aplicaciones anteriormente mencionadas, las aplicaciones de mayor alcance y demanda.

Del gráfico confeccionado a continuación, se puede desprender fácilmente la idea del párrafo anterior. En él, se aprecia que la demanda de la PHPA en el mercado interno se orienta en más de un 60 % a la extracción no convencional de petróleo. A su vez, la extracción terciaria queda en un segundo lugar, con más del 20%, siendo ambos mercados del interés del proyecto. Es decir, el mercado al cual se desea abastecer involucra casi el 90% de la demanda de la PHPA. Los datos a partir de los cuales se confeccionó el gráfico provienen de datos estadísticos del INDEC.

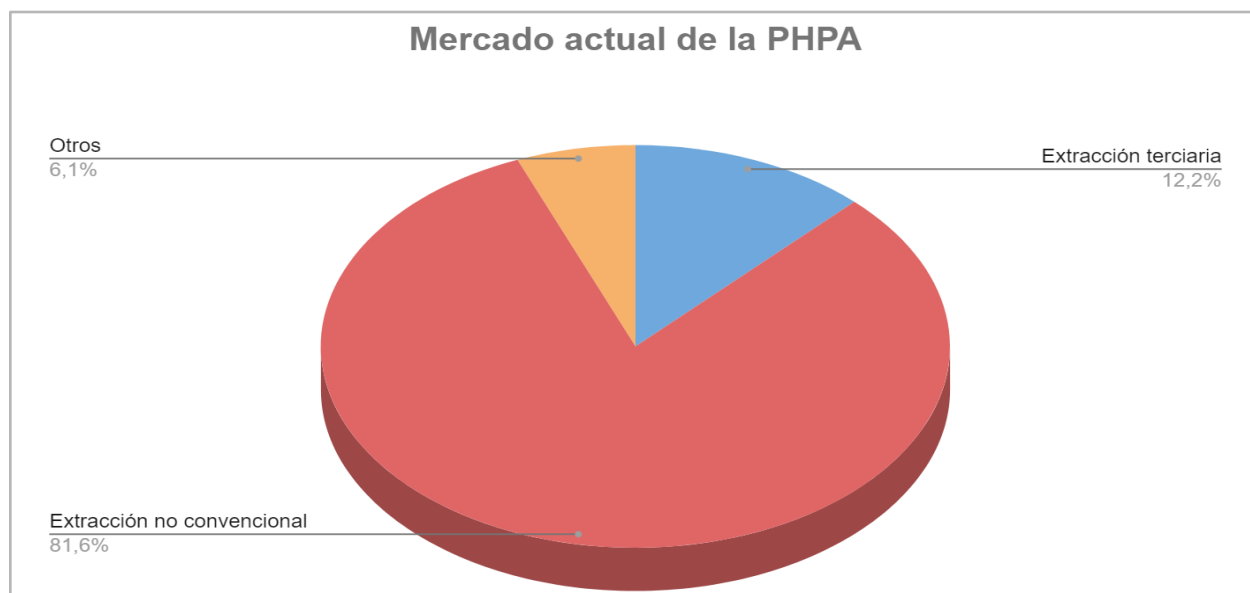


Gráfico 2.1: Mercado actual de la poliacrilamida parcialmente hidrolizada basándonos en sus diferentes campos de aplicaciones.

Fuente: Elaboración propia según datos del INDEC.

Según lo analizado, se decidió abarcar un 15 % del mercado de la extracción no convencional, con un volumen de producción mensual de 300 toneladas.

Una vez fijado este valor, se realizó un breve análisis económico, considerando ciertos proveedores, costos de envío, almacenaje, precios de la materia prima y precios del producto terminado, donde se ha decidido distinguir el panorama con ventajas y desventajas.

2.3.1. Potenciales clientes

Si bien, ya se ha mencionado anteriormente, se optó por comercializar nuestro producto para el mercado de la extracción no convencional y terciaria de petróleo. Para ello, se han buscado a todas aquellas empresas que posean operaciones en Vaca Muerta. De dicha búsqueda, se han determinado como potenciales clientes futuros las empresas mencionadas a continuación:

- YPF
- Chevron
- Wintershall
- Petrolera neuquina Gas y Petróleo (GyP)
- TPF
- Pampa Energy
- Pluspetrol
- Tecpetrol
- Dow
- Exxon Mobil
- Petrobras
- Shell
- Total Austral
- Grupo Medanito S.A.
- Statoil
- PAE

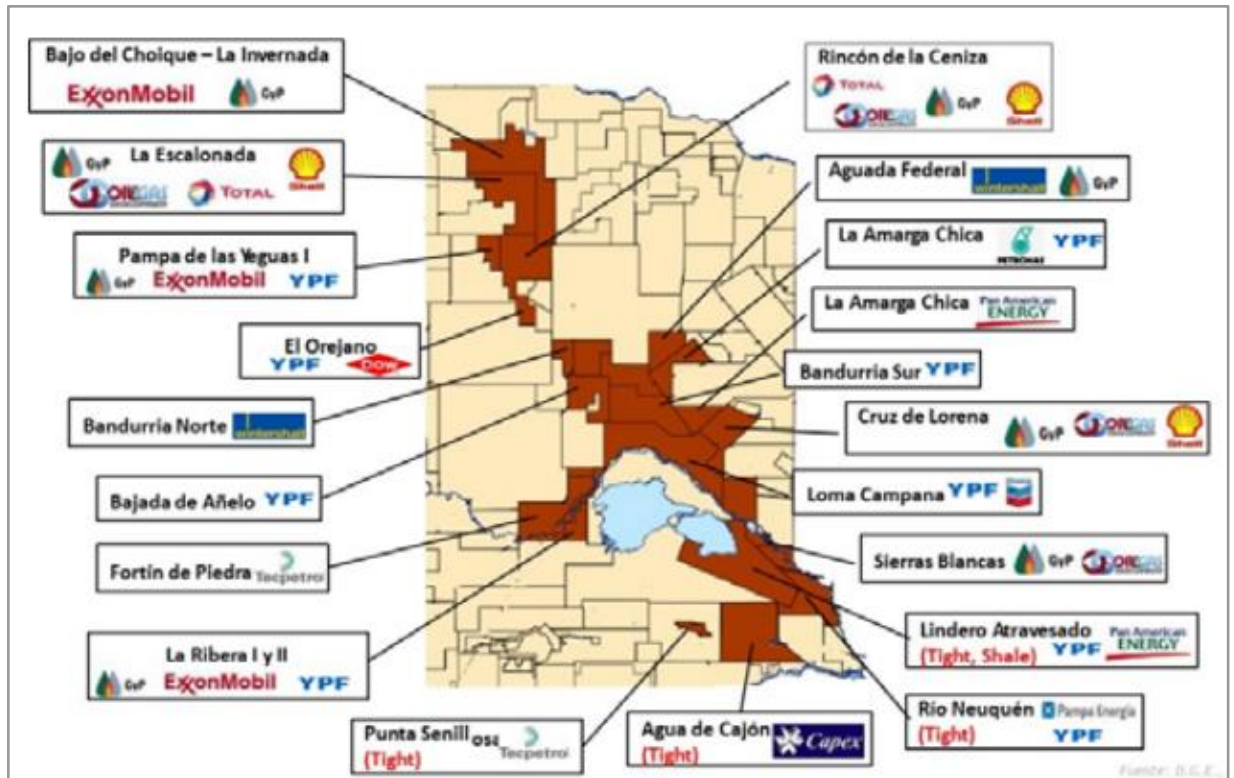


Figura 2.1: Empresas de servicios petroleros que operan en Vaca Muerta.

Fuente: [Empresas De Servicios Petroleros | Guía Vaca Muerta 2022](#)

Dentro de las mencionadas previamente, las de mayor relevancia son YPF, Pan American Energy (PAE), Total Austral y ExxonMobil, debido a que cuentan con porcentajes elevados de superficie, es decir, mayor cantidad de kilómetros cuadrados (km²), adjudicados para su exploración y explotación en el territorio que corresponde a la extensión de la principal formación de shale de nuestro país.

2.4. Análisis económico

El análisis económico, como se mencionó anteriormente, se hará con la intención de abarcar el 15% del mercado, siendo el mercado a abastecer:

$$0,15 \cdot 2000 \frac{Tn}{mes} = 300 \frac{Tn}{mes} \equiv 3.600 \frac{Tn}{año}$$

Dado que la materia prima proviene de importaciones, fue necesario definir una cantidad de buques y/u operaciones comerciales anuales (M) que nos permitan cubrir nuestra demanda productiva:

$$M = 4$$

El número de importaciones se debe a una estimación de la producción y consumo del mercado cada 3 o 4 meses de proceso. A su vez, se tuvo en cuenta el costo del transporte y la importación marítima, considerando la capacidad de un barco mercante:

Precio de Compra de Mercado de MP: U\$D 800 - 1.600 Tn MP

Proveedor: Shandong Ruihai Mishan Chemical Co., LTD.

Precio de Venta de Mercado de PT: U\$D 3.000 - 4.000 Tn PT

Para llevar a cabo este balance económico, solo se tuvieron en cuenta los precios de compra-venta entre la materia prima y producto terminado. Y complementariamente, que el proceso de producción de PHPA se hidroliza al 55 %. Esto significa que el precio final de venta contempla el agua contenida en el producto, resultando en un caudal de producto terminado que será el doble que la acrilamida que ingresó. Por lo tanto:

$$\text{Beneficio unitario por Tn. de MP} = P.PT \cdot 2 - P.MP$$

$$B \text{ unit. por Imp.} = QM \cdot (P.PT \cdot 2 - P.MP)$$

$$\text{Beneficio unitario por} \frac{TnMP}{año} = \frac{MP}{año} \cdot (P.PT \cdot 2 - P.MP)$$

Luego, se toman en consideración tanto el panorama preliminar económico más ventajoso, como el desventajoso, expresado a continuación.

2.4.1. Panorama desventajoso

$$\begin{aligned} 3000 \frac{USD}{TnPT} \cdot 2 \frac{TnPT}{TnMP} - 1.600 \frac{USD}{TnMP} &= 4.400 \frac{USD}{TnMP} \\ 3.600 \frac{TnMP}{año} \cdot 4400 \frac{USD}{TnMP} &= 15.840.000 \frac{USD}{año} \end{aligned}$$

2.4.2. Panorama ventajoso

$$\begin{aligned} 4.000 \frac{USD}{TnPT} \cdot 2 \frac{TnPT}{TnMP} - 800 \frac{USD}{TnMP} &= 7.200 \frac{USD}{TnMP} \\ 3.600 \frac{TnMP}{año} \cdot 7.200 \frac{USD}{TnMP} &= 25.920.000 \frac{USD}{año} \end{aligned}$$

Siendo:

- P: Precio
- MP: Materia Prima
- QM: Cantidad de meses por importación
- PT: Producto Terminado
- B: Beneficio

2.5. Evolución del precio a través de los años

	Cantidad kg.	Promedio por mes	Cantidad de dólares	Precio U\$/Kg
2010	1.685.883,00	140,49	5.484.099,00	3,25
2011	1.170.665,00	97,56	4.349.121,00	3,72
2012	1.481.228,00	123,44	5.612.802,00	3,79
2013	1.558.952,00	129,91	5.787.793,00	3,71
2014	1.231.156,00	102,60	3.747.564,00	3,04
2015	1.642.841,00	136,90	4.901.529,00	2,98
2016	1.863.378,00	155,28	4.205.183,00	2,26
2017	1.960.694,91	163,39	6.151.587,64	3,14
2018	1.547.489,58	128,96	5.443.591,78	3,52
2019	1.835.372,82	152,95	6.914.625,17	3,77
2020	2.212.987,09	442,60	7.652.314,88	3,46

Tabla 2.1: Kilogramos importados de PHPA y su precio desde 2012 hasta la actualidad.

Fuente: Estadística de ventas de empresas internacionales.

En la siguiente tabla se detalla la evolución del consumo interno de la poliacrilamida parcialmente hidrolizada, es decir, de las importaciones totales anuales de nuestro producto terminado, así como el precio de comercialización de la misma en el mercado.

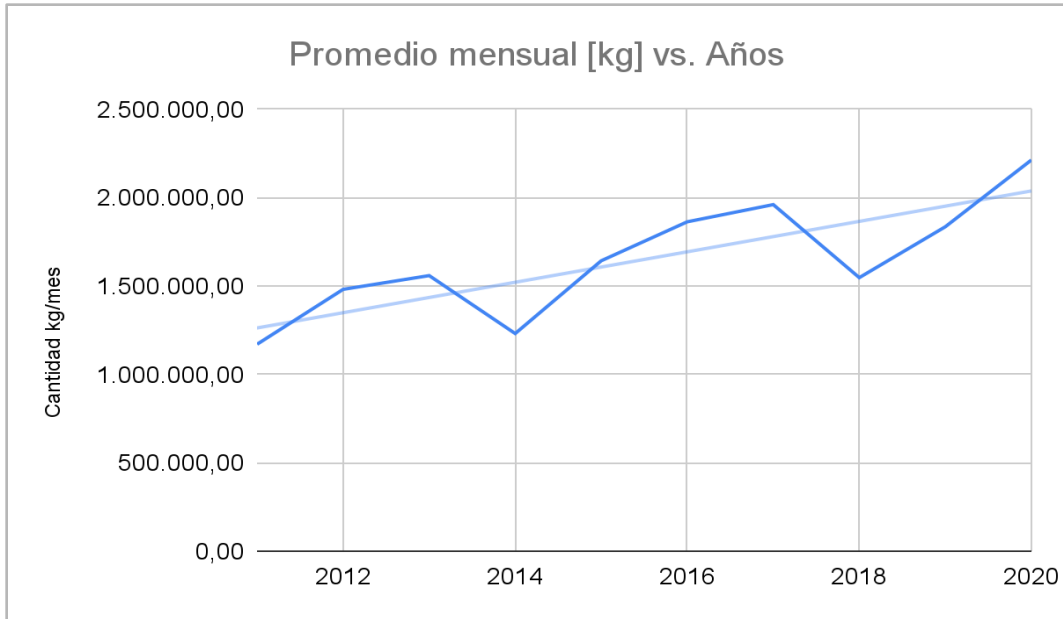


Gráfico 2.3: Evolución anual de la cantidad importada en kg de PHPA desde 2012 hasta la actualidad.⁴
Fuente: Estadística de ventas de empresas internacionales.

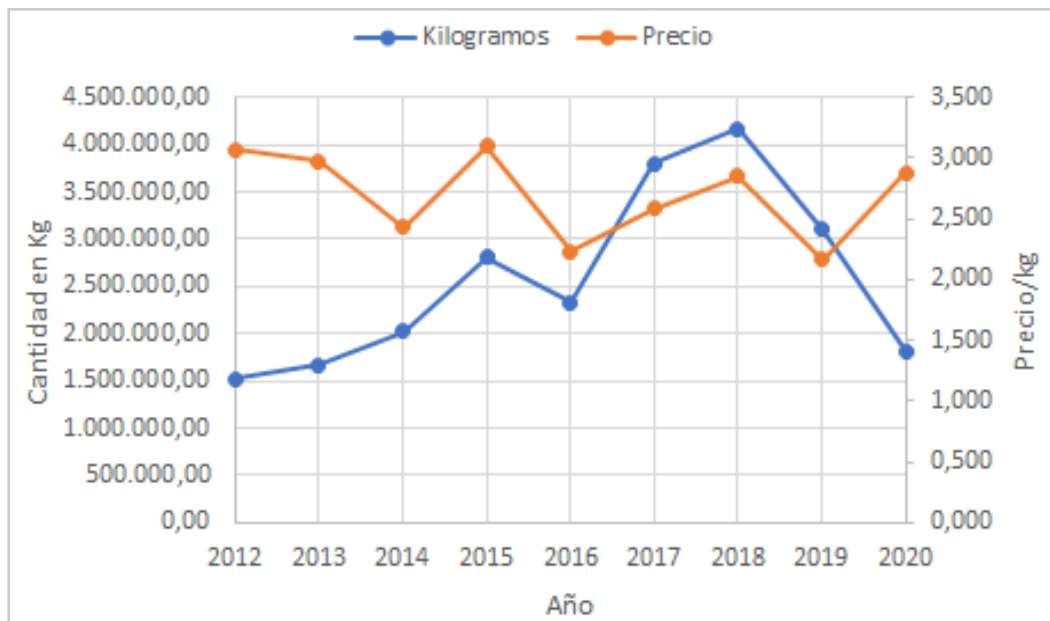


Gráfico 2.4: Evolución anual de la cantidad importada en kg y el precio de la PHPA desde 2012 hasta la actualidad.

Fuente: Estadística de ventas de empresas internacionales.

⁴ Los valores tomados para el año 2020, corresponden hasta mayo de ese mismo año. Por lo que la cantidad importada no es la total de ese año.

Haciendo una línea de tendencia y analizando el comportamiento a cinco años, se puede estimar el precio a futuro. En general, la línea parece estar fija en un valor aproximado de USD 3.25 por kg de producto terminado. Cabe aclarar, que en ninguno de los panoramas se ha considerado el precio del agua, debido a que el mismo es menor al 1% del costo de la materia prima, acrilamida, y por ello presenta una influencia considerable en los valores finales.

Con estos datos se optó por la decisión de realizar el análisis con el valor obtenido con la línea de tendencia. Procediendo de la misma manera que en el apartado anterior, actualizando los valores correspondientes, se obtienen los siguientes panoramas:

2.5.1. Panorama desventajoso

$$3 \text{ USD}/TnPT \cdot 2 TnPT/TnMP - 1.600 \text{ USD}/TnMP = 4.400 \text{ USD}/TnMP$$

$$3.600 TnMP/año \cdot 4.400 \text{ USD}/TnMP = 15.840.000 \text{ USD}/año$$

2.5.2. Panorama ventajoso

$$4 \text{ USD}/TnPT \cdot 2 TnPT/TnMP - 800 \text{ USD}/TnMP = 7.200 \text{ USD}/TnMP$$

$$3.600 TnMP/año \cdot 7.200 \text{ USD}/TnMP = 25.920.000 \text{ USD}/año$$

2.6. Categorización de industria

En el siguiente apartado, se analiza y estima la clasificación de la empresa según los valores de ventas calculados y tomando un tipo de cambio de 1 USD = \$71,77 (Julio de 2020). En base a lo anterior, se estima un total de \$125 millones en ventas anuales. La Resolución 220/2019 de la Secretaría de Emprendedores y de la Pequeña y Mediana Empresa clasifica a las distintas empresas a partir del límite de ventas totales anuales expresados en pesos, de allí la razón por la cual se calculó el mismo. En la tabla 2.2 se puede observar los límites de la clasificación.

CATEGORÍA	CONSTRUCCIÓN	SERVICIOS	COMERCIO	INDUSTRIA Y MINERÍA	AGROPECUARIO
MICRO	12.710.000	6.740.000	23.560.000	21.990.000	10.150.000
PEQUEÑA	75.380.000	40.410.000	141.680.000	157.740.000	38.180.000
MEDIANA Tramo 1	420.570.000	337.200.000	1.190.400.000	986.080.000	272.020.000
MEDIANA Tramo 2	630.790.000	481.570.000	1.700.590.000	1.441.090.000	431.450.000

Tabla 2.2: Categorización de PYMES.

Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/nuevas-categorias-para-ser-pyme-3>.

Según los valores de venta calculados en el apartado previo, tomando el panorama más desventajoso y con el tipo de cambio propuesto, los niveles de ventas anualizados serían de ARS \$697.604.400. De la misma manera, si se toma el panorama más ventajoso, la facturación anual de la empresa se estima en ARS \$955.976.400. Por otro lado, teniendo presente que la empresa se categoriza en el sector de INDUSTRIA Y MINERÍA dado el rubro y el destino de la producción, independientemente del panorama escogido, la misma se clasifica dentro de la categoría de empresa MEDIANA Tramo 1.

2.7. Oportunidad de proyecto en la República Argentina

El hecho de producir la poliacrilamida parcialmente hidrolizada dentro del territorio nacional nos permitirá obtener:

- Competitividad frente a mercados extranjeros (preferentemente frente a China).
- Menor inversión en la compra de materias primas para la extracción de petróleo a nivel nacional.
- Posible potencial para abastecer la totalidad de la región y apertura a nuevos mercados extranjeros.

2.8. Conclusiones

En base a los precios, se determinó que nuestro proveedor de materia prima será Shandong Ruihai Mishan Chemical Co.

Como base para comenzar el estudio de nuestro proyecto, se ha decidido abarcar el 25% del mercado local, lo que resulta en una producción mensual de 300 toneladas, con posibilidad de ampliación a futuro.

A raíz de los datos obtenidos por una consultora privada, y los provistos por el INDEC, se pudo estimar que el precio final de nuestro producto terminado, PHPA, será de 3 U\$S/kg.

Por otro lado, considerando las propiedades de la poliacrilamida parcialmente hidrolizada, se ha decidido una comercialización en big bags de 1000 kg. Las características de estas deben prevenir el paso de la humedad, poseer resistencia mecánica y, sobre todo, facilitar el transporte.

BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Presidencia de la Nación. (2017). Panorama de Mercado.
- NOSIS Trade. (s.f.). Obtenido de www.trade.nosis.com.
- PV Magazine. (s.f.). Obtenido de www.pv-magazine-latam.com.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos - INDEC Argentina. Obtenido de: <https://www.indec.gob.ar/>.
- Vaca Muerta, Guía: [*Empresas De Servicios Petroleros | Guía Vaca Muerta 2022*](#).

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

UBICACIÓN DE PLANTA

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Macroubicación

Provincias

Descripción de los factores principales

Materia Prima

- Disponibilidad portuaria
- Proveedores

Disponibilidad de agua

- Superficial y Subterránea

Energía

- Disponibilidad eléctrica
 - Densidad de potencia eléctrica instalada
 - Costo del servicio de energía eléctrica
- Disponibilidad de gas

Mercado

- Cercanía
- Rutas

Mano de obra

- Cantidad
 - Tasa de desocupación
- Calidad
 - Universidades
 - Condición de alfabetismo
- Salario

Clima

- Humedad
- Precipitaciones
- Temperatura

Parques industriales

- Cantidad

Marco legal

- Beneficios Impositivos

Impuestos

Normativa Ambiental

Conclusión y resultados

Bibliografía

3.1. Introducción

En el presente capítulo se desarrolla el proceso de selección de ubicación de la planta de producción de poliacrilamida parcialmente hidrolizada (PHPA). El mismo describe dos instancias de selección, siendo la primera la fase de estudio de la *macro ubicación*, y la segunda, la correspondiente a la *micro ubicación*.

La instancia de *macro ubicación* permite descartar regiones o provincias que presentan menores ventajas globales respecto a la finalmente seleccionada. Es decir, es una instancia de selección a gran escala. Para el desarrollo que nos compromete, debemos realizar una selección primaria dentro de la República Federal Argentina, país afectado por nuestro proyecto. El mismo se encuentra dividido por veintitrés provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, siendo de interés para nosotros las provincias con potencial Náutico Portuario.

Nuestro interés por las provincias que posean puertos se debe a que la producción de la planta se encontrará en dependencia con la importación de la materia prima (Acrilamida), cuyo transporte hasta Aduana se efectuará por vías marítimas. A su vez, la posibilidad de ubicar la planta en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires queda descartada por ser una zona urbana que no presenta características propicias para el tipo de producción del proyecto.

Una vez hecha la selección de la macro ubicación, se hará una evaluación a extensiones más reducidas dentro de la provincia elegida, discerniendo entre ciudades y zonas. Esta etapa se conoce como *micro ubicación*.

Ambas instancias mencionadas anteriormente, incluyen el desarrollo de una matriz donde se incluyen varios factores, con un peso determinado en puntos. La finalidad de dicho estudio se realiza con el propósito de encontrar la ubicación más ventajosa para el proyecto, es decir, la opción que, cubriendo las exigencias o requerimientos, contribuya a minimizar los gastos de inversión y los costos durante el período productivo. La selección se cierra cuando, dada la conveniencia de cada región analizada según cada factor, una de ellas logre una mayor valoración respecto a las demás en cada una de las fases.

3.2. Macroubicación

3.2.1. Provincias

Como se mencionó previamente, las regiones de interés serán las que presenten puertos aptos para importaciones. Para ello, se realizó un relevamiento de los principales puertos del país, haciendo énfasis en la cercanía al mercado de la poliacrilamida parcialmente hidrolizada que se centra particularmente en Vaca Muerta, en donde se efectúa la extracción no convencional y terciaria de petróleo.

Debido a dicho relevamiento, las provincias que resultaron convenientes de evaluar preliminarmente en el estudio de macro localización fueron Buenos Aires, Santa Fe y Río Negro.

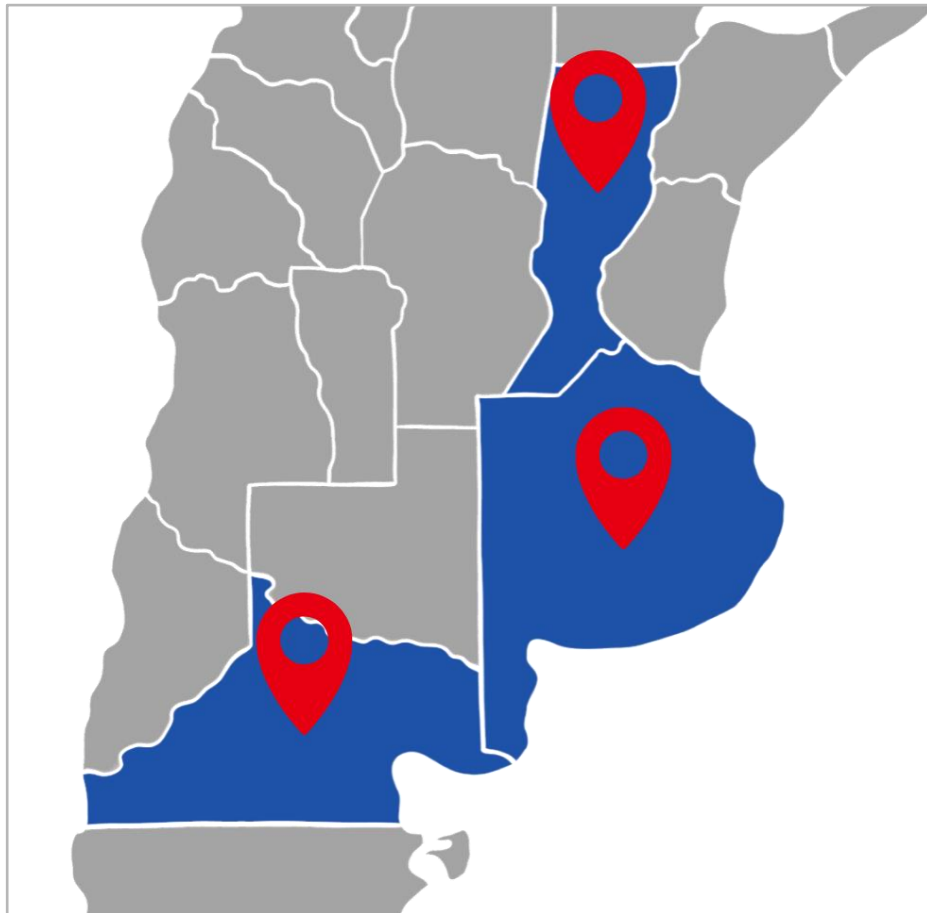


Figura 3.1: Provincias con potencial para el desarrollo del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Descripción de los factores principales

A continuación, se listan los factores que vamos a considerar para realizar la matriz:

Materia prima	Disponibilidad portuaria
	Proveedores
Agua	Superficial
	Subterránea
Energía	Electricidad
	Gas
Mercado	Cercanía
Mano de Obra	Cantidad
	Calidad
Parques industriales	Cantidad
Clima	Humedad
	Precipitaciones
	Temperatura
Marco legal	Beneficios
	Impuestos
	Normativa ambiental

Tabla 3.1: Factores a estudiar a lo largo de la cátedra.

Fuente: Elaboración propia.

Los valores otorgados a los factores y subfactores se condicen con la relevancia que tengan dentro del proceso. De esta manera, altos valores indican mayor influencia en la toma de decisiones. A continuación, desarrollamos el análisis para cada factor y sub factor contemplados.

3.2.2.1. Materia prima

3.2.2.1.1. Disponibilidad portuaria

Al tratarse de una materia prima que no se produce en el país, la disponibilidad portuaria cobra una gran relevancia en la elección de la ubicación a escala macroscópica. Para ello, se analizó el tamaño de barcos mercantes que permite cada puerto, disponibilidad para descarga, servicios de descarga y demás costos adicionales.

Buenos Aires

El Puerto de Buenos Aires es el principal puerto de contenedores de nuestro país, concentrando aproximadamente un 60 % del movimiento de contenedores del país. El sector denominado Puerto Nuevo (Área costera desde la Avenida Córdoba hasta la calle Salguero) es el área concesionada a la operatoria portuaria y la atención de buques de ultramar y cabotaje. Comprende seis dársenas, 5 de Ultramar llamadas (de sur a norte): A, B, C, D y E, y una de cabotaje denominada F.

El área ocupada por las 5 terminales portuarias de carga general es de aproximadamente 92 has., 7.250 m de longitud de muelle, 23 sitios de atraque para buques con eslora superior a 300 m y una profundidad a pie de muelle de 9.75 m.

TARIFAS A LOS BUQUES O ARTEFACTOS NAVALES (1)			
ULTRAMAR		CABOTAJE – Embarcaciones sin certificado de uso frecuente	
U\$S 0,30/TRN		U\$S 0,075/TRN (Mínimo a liquidar U\$S 33,00)	
TARIFAS POR USO DE MUELLE (2)			
ULTRAMAR		CABOTAJE - Embarcaciones sin certificado de uso frecuente	
1era Andana	Otra Posición	1era Andana	Otra Posición
U\$S 0,10/TRN/Día	U\$S 0,065/TRN/Día	U\$S 0,0250/TRN/Día	U\$S 0,0163/TRN/Día
(Mínimo a liquidar U\$S 11,00/día)			

Tabla 3.2: Tarifas por uso de puerto.

Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/transporte/puerto-ba/comercial>

El puerto de Bahía Blanca cuenta con 23 espacios, los cuales tienen una profundidad desde 2.5 m hasta 14.10 m.

Para el cálculo de tarifas se usa la siguiente fórmula:

$$UVN = TU \cdot TONS \cdot K1 \cdot K2$$

Siendo:

- UVN = tarifa por uso de vías navegables.
- TU = tasa por unidad de carga.
- TONS = toneladas brutas cargadas o descargadas por el buque.
- K1 = coeficiente de capacidad del buque.
- K2 = coeficiente por tramo de navegación.

Santa Fe

El Puerto de Rosario, se encuentra situado en la Hidrovía Paraná – Paraguay (km. 584 del Río Paraná). Se lo considera una de la zona portuaria más importante del país, cuenta con salida directa al Océano Atlántico, y situado a 550 kilómetros aguas arriba del Mar Argentino. Cuenta con muelles de atraque de 250 metros cada uno preparados para la carga de dos buques tipo Panamax en forma simultánea y totalmente independiente uno del otro, con ritmos reales de embarque de hasta 2.500 y 2.900 toneladas/hora respectivamente en cada uno. La profundidad al pie del muelle es de 11,5 m. El acceso al canal es de alrededor de 34 pies. Requiere dragado periódico del canal de acceso y de la zona de atraque.

RESUMEN CUADRO TARIFARIO PUERTO SANTA FE		
(de acuerdo a NGC y Resoluciones Modificatorias del CD- última actualización Diciembre 2017 - ACTA 502)		
TARIFA USO DE PUERTO - PASAVANTE		
Dársena I y II	Ultramar	US\$ 0,0042 x TRN x hs x \$ (s/cambio)
	Cab.Mart Int/Cab.Nac	US\$ 0,0021 x TRN x hs x \$ (s/cambio)
Canal Derivación Norte	Ultramar	US\$ 0,0021 x TRN x hs x \$ (s/cambio)
	Cab.Mart Int/Cab.Nac	US\$ 0,00105 x TRN x hs x \$ (s/cambio)
MINIMO A ABONAR: Liquidación Mínima por embarcación será de 24hs independiente// del sector de amarre y/o tipo de tráfico Si el valor resultante de la Tabla por hora de muellaje resultare menos al valor mínimo establecido, se aplicará este último		
embarcaciones menores a los 20 mts. de eslora: u\$s 1,56/hora + iva		
embarcaciones entre 20 y 40 mts. de eslora: u\$s 3,12/hora + iva		
embarcaciones entre 40 y 60 mts. de eslora: u\$s 4,67/hora + iva		
embarcaciones mayores a los 60 mts. de eslora: u\$s 6,25/hora + iva		
Las posiciones de las embarcaciones definidas como "Otra Posición" Cap. III Uso de Puerto, abonarán el 50% de la tarifa		
Adicional CODIGO PBIP: u\$s 4,20 + iva por hora para embarcaciones que amarren en Muelle Agrogranel. Mínimo US\$ 100 + iva		
TARIFA USO DE PUERTO - USO FRECUENTE		
Dársena I y II	embarcaciones con asiento y/o servicios en PSF = u\$s 800 + iva / trimestre	
Canal Derivación Norte	embarcaciones con asiento y/o servicios en PSF = u\$s 500 + iva / trimestre	
Dársena I y II - Canal Derivación Norte	embarcaciones de Pasajeros c/asiento y servicios en PSF = u\$s 500 + iva / trimestre	
TARIFA USO DE VIA NAVEGABLE		
Formula: Tasa nominal x TRN Buque x \$ (s/cambio) / US\$ x K1		
Tasa nominal	u\$s 0,65	-
K1 a)	0,6	embarcaciones con Uso Frecuente
K1 b)	0,75	embarcaciones con PASAVANTE (*)
K1 c)	1	resto embarcaciones
(*) Se entiende por embarcaciones con ingresos regulares en Puerto de Santa Fe a aquellas que dentro de un periodo de 2 meses registren un mínimo de dos ingresos		
ESPEJO DE AGUA		
u\$s 0,50 / mes el m2 + € 0,40 / mes el m2		
TARIFA SERVICIOS A LAS CARGAS		
Graneles Sólidos y Líquidos	Exportación/Importación	US\$ 0,50/t
	Entre Puertos Argentinos	US\$ 0,15/t

Tabla 3.3: Cuadro tarifario del puerto de Santa Fe.

Fuente: <http://www.puertosfe.com/tarifas/>.

Río Negro

Donde se encuentra el puerto San Antonio del Este (puerto SAE), el cual cuenta con salida náutica directa al Océano Atlántico y una buena profundidad, aunque presenta ciertas limitaciones. Se ingresa por un canal de acceso natural entre los Bancos Reparo y Lobos que detenta solo en un sector denominado "barra" de 1 km de extensión, una limitante de 27 pies, no encontrándose problemas en el resto del acceso. En el área del puerto existe una hoya de profundidades naturales y a pie del muelle se registran entre 40 y 45 pies con marea al cero local.

Existen limitaciones de calado a la altura del Banco Paliza por lo que las entradas y salidas de las embarcaciones del muelle son con pleamar, el régimen de mareas es de tipo semidiurno con desigualdades diurnas y el período medio entre pleamares resulta del orden de 12,5 horas, registrándose una amplitud máxima de marea de 9,57 m. y mínima de 6,73 m.; la marea promedio anual es de 8,5 m.

CONTENEDORES				
4110004				
1401	DES.CUBIER/ENTR. GANCHO 20"/40"	PESOS	CONTENEDOR	3669,280
1403	REC. HS INHAB.30% CONT.20"/40"	PESOS	CONTENEDOR	1100,784
1404	REC. HS INHAB.50% CONT.20"/40"	PESOS	CONTENEDOR	1834,640
1407	REC.GCHO/PUESTA S/CAMION 20/40	PESOS	CONTENEDOR	2446,370
1408	RECP.AL GANCHO Y PUESTA S/CAM. CONT.40"			1460,189
1409	REC HS INHAB.30% CONTEN 20"/40"	PESOS	CONTENEDOR	733,911
1410	REC. HS INHAB.50% CONTEN 20"/40"	PESOS	CONTENEDOR	1223,185
1411	ACOPIO CONTENEDORES 20"	PESOS	CONTENEDOR	567,808
1412	ACOPIO CONTENEDORES 40"	PESOS	CONTENEDOR	1135,616
1414	ACARREO CONTENEDORES	PESOS	CONTENEDOR	1630,780
1415	CONSOLIDACION PALLETS EN CONT	PESOS	PALLET	517,720
1416	RECARGO HS INHAB. 30% CONSOL	PESOS	PALLET	155,316
1417	RECARGO HS INHAB. 50% CONSOL	PESOS	PALLET	258,860
1418	ENTREGA GANCHO CONTEN. 20/40"	PESOS	CONTENEDOR	2461,393
1419	REC HS INHAB. 30% ENTREGA GCHO	PESOS	CONTENEDOR	738,418
1420	REC HS INHAB. 50% ENTREGA GCHO	PESOS	CONTENEDOR	1230,696
1421	RECEP. Y CARGA CUBIERTA CONTE	PESOS	CONTENEDOR	3691,721
1422	REC HS INHAB. 30% RECEP./ CARGA	PESOS	CONTENEDOR	1107,516
1423	REC HS INHAB. 50% RECEP/CARGA	PESOS	CONTENEDOR	1845,861
1425	PROV ENERGIA CONTENEDORES	PESOS	HORA	82,257
1426	DESC.CONTEC/MERCAD IMPORT.			10419,425
1427	ENT.GCHO.Y CONSOL.CONT.C/MERCADERIA			21085,136
1428	DESCONSOL. PALL CONTEN.	PESOS	PALLET	517,720
1429	CONSOL. MERCADERIA SUELTA	PESOS	BULTO	15,575
1430	REC 30% CONSOL. BULT. SUELTOS	PESOS	CONTENEDOR	4,673
1431	REC 50% CONSOL. BULTOS SUELTOS	PESOS	CONTENEDOR	7,788
1432	CARGA/DESCARGA CONT. EN CAMION	PESOS	CONTENEDOR	2920,379
1433	ACARREO INT CONT. Y USO GRUAS	PESOS	CONTENEDOR	1640,766
1437	TRINCADO/DESTRINCADO DE CONT.. 20"/40"	PESOS	CONTENEDOR	364,579
1438	APERTURA/CIERRE TAPAS DE BODEGA	PESOS	P/MOV.	24583,838
1439	REC. HS. INHAB. 30% A/C. TAPAS DE BODEGA	PESOS	P/MOV.	7375,151
1440	REC. HS. INHAB. 50% A/C. TAPAS DE BODEGA	PESOS	P/MOV.	12291,919
1442	MONITOREO CONTENEDOR REEFER	PESOS	CONTENEDOR	899,066
1447	REC 30% TRINCADO/DESTRINCADO CONT. 20/40	PESOS	CONTENEDOR	109,374
1448	REC 50% TRINCADO/DESTRINCADO CONT. 20/40	PESOS	CONTENEDOR	182,290
1450	PESAJE (INCLUYE TARA)	PESOS	CONTENEDOR	574,555
1452	REC. HS. INHAB. 30% CARGA/DESC. CONT. EN CAMION	PESOS	CONTENEDOR	876,114
1453	REC. HS. INHAB. 50% CARGA/DESC. CONT. EN CAMION	PESOS	CONTENEDOR	1460,189
1456	REMOVEDO A BORDO CONT 20/40 VACIO/LLENO	PESOS	CONTENEDOR	2162,751
1457	REC 30% REM A BORDO CONT 20/40 VACION/LLENO	PESOS	CONTENEDOR	648,824
1458	REC 50% REM A BORDO CONT 20/40 VACION/LLENO	PESOS	CONTENEDOR	1081,370
1461	CONSOLIDACION GOODPACK EN CONTENEDOR	PESOS	GOODPACK	749,794
1462	REC. 30% HRS INHABILES CONSOL GOODPACK EN CONT.	PESOS	GOODPACK	224,920
1463	REC. 50% HRS INHABILES CONSOL GOODPACK EN CONT.	PESOS	GOODPACK	374,877
1470	CONSOL. MMERCADERIA SUELTA (TN)	PESOS	TONELADAS	1838,576

Tabla 3.4: Cuadro tarifario del puerto de Rio Negro.

Fuente: [Patagonia Norte](#).

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub factor “Disponibilidad portuaria” el puntaje asignado será de:

- Buenos Aires: 10
- Santa Fe: 8
- Río Negro: 9

3.2.2.1.2. Proveedores

El siguiente sub factor considerado no generó una diferencia considerable entre las provincias elegidas, debido a que al ser todos los proveedores extranjeros, las distancias recorridas por el transporte, así como los costos y otras variables son idénticas para las tres provincias, con unos pocos puntos menos para la provincia de Santa Fe por ser la que presenta una limitación en cuanto al tipo de buques aptos en las vías navales.

Aun así, nos pareció oportuno hacer mención de los mismos, ya que, debido a la dependencia con los proveedores extranjeros, es que se descartó analizar la mayoría de las provincias restantes, dado que la venta y entrega de la materia prima requerida se da por vía marítima.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub factor “Proveedores” el puntaje asignado será de:

- Buenos Aires: 7
- Santa Fe: 5
- Río Negro: 6

3.2.2.2. Disponibilidad de agua

Para completar este ítem, se analizó la disponibilidad de recurso hídrico en las diferentes provincias seleccionadas, dividiendo el mismo en los recursos superficiales y los subterráneos. Este factor es de vital estudio debido a dos razones. En primer lugar, debido a que debemos incorporarla de forma directa al proceso productivo como materia prima, ya que nuestro producto final va a estar compuesto por un 45% de agua. Además, para cumplir un rol auxiliar al mismo (por ejemplo, como medio de intercambio de calor, generación de vapor, activación de mecanismos hidráulicos, etc.), así como también en los servicios sanitarios básicos de uso diario.

Como aspecto general, se debe destacar la distribución desigual existente de los recursos hídricos de la República Federal Argentina, ya que dos tercios de su superficie está conformada por regiones áridas y semiáridas, siendo solo un tercio del territorio rico en fuentes de agua. A su vez, el 84% de la disponibilidad hídrica del país es superficial. A continuación, se analizará las características hídricas de las provincias analizadas.

SISTEMA	Caudal medio		Derrame	Área de aporte	Caudal específico
	m3/s	%			
VERTIENTE ATLÁNTICA					
Del Plata(a)	22.031	85,27	694.770	3.092.000	7,1
Pcia. de Buenos Aires	147	0,57	4.636	181.203	0,8
Del Colorado	319	1,24	10.060	92.840	3,4
Patagónicos	1.941	7,52	61.211	356.033	5,5
SUB TOTAL	24.438	94,6	770.677	3.722.076	
PROMEDIO					6,5
VERTIENTE PACÍFICA					
Varios	1.212	4,69	38.222	33.455	36,2
ENDORREICAS					
Independientes(b)	42	0,16	1.325	248.871	0,2
Mar Chiquita	114	0,44	3.595	22.030	5,2
Serrano	24	0,09	757	26.555	0,9
Pampeano	6	0,02	189	600	10
SUB TOTAL	186	0,71	5.866	298.056	
PROMEDIO					0,6
TOTAL	25.836	100	814.764	4.053.587	
PROMEDIO					6,4
(a) El caudal medio incluye el 100% del caudal del río Uruguay y la superficie consignada es el total de la cuenca de aporte.					

Tabla 3.5: Características hídricas

Fuente: balance hídrico de la República Argentina. INCYTH-UNESCO, 1994.

3.2.2.2.1. Superficial y Subterránea

Buenos Aires

Dentro de las provincias seleccionadas, Buenos Aires es la que mayor distribución de recursos hídricos posee.

A continuación, se representan los cuerpos de agua que presentan mayor relevancia dentro de la provincia de estudio:

BUENOS AIRES		
Cuerpo de agua	Superficial	Río Matanza- Riachuelo
		Río Luján
		Río Areco
		Río Arrecifes
		Río Reconquista
		Río Salado
	Acuífero	Pampeano
		Puelches
		Paraná

Tabla 3.6: Cuerpos de agua en la provincia de Buenos Aires.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 3.2: Mapa hídrico de la provincia de Buenos Aires.

Fuente: [Visor IDE](#)

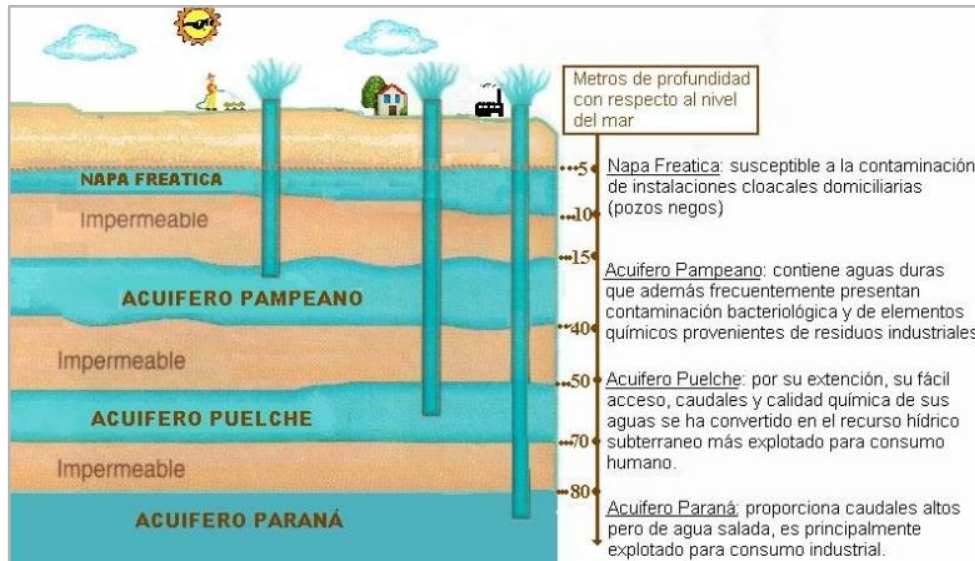


Figura 3.3: Comparación de los diferentes acuíferos en la provincia de Buenos Aires.
Fuente: Apuntes provistos por la cátedra de Agua y Saneamiento I.

Santa Fe

En la Provincia se destacan el Río Paraná, Salado, Carcarañá.

Por otro lado, con respecto a los recursos hídricos superficiales, el acuífero Guaraní integra a la provincia de Santa Fe. Se trata de un gigantesco reservorio natural de agua dulce que se extiende por debajo de la superficie de parte de Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay, y posee las mayores reservas de agua dulce conocidas del planeta Tierra. Es por ello que en este sub ítem, hemos decidido darle un valor relativo de 10 puntos a dicha provincia.

A continuación, se representan los cuerpos de agua que presentan mayor relevancia dentro de la provincia de estudio:

Santa Fe		
Cuerpo de agua	Superficial	Río Paraná
		Río Salado
		Río Carcarañá
	Acuífero	Guaraní

Tabla 3.7: Cuerpos de agua en la provincia de Santa Fe.
Fuente: Elaboración propia.

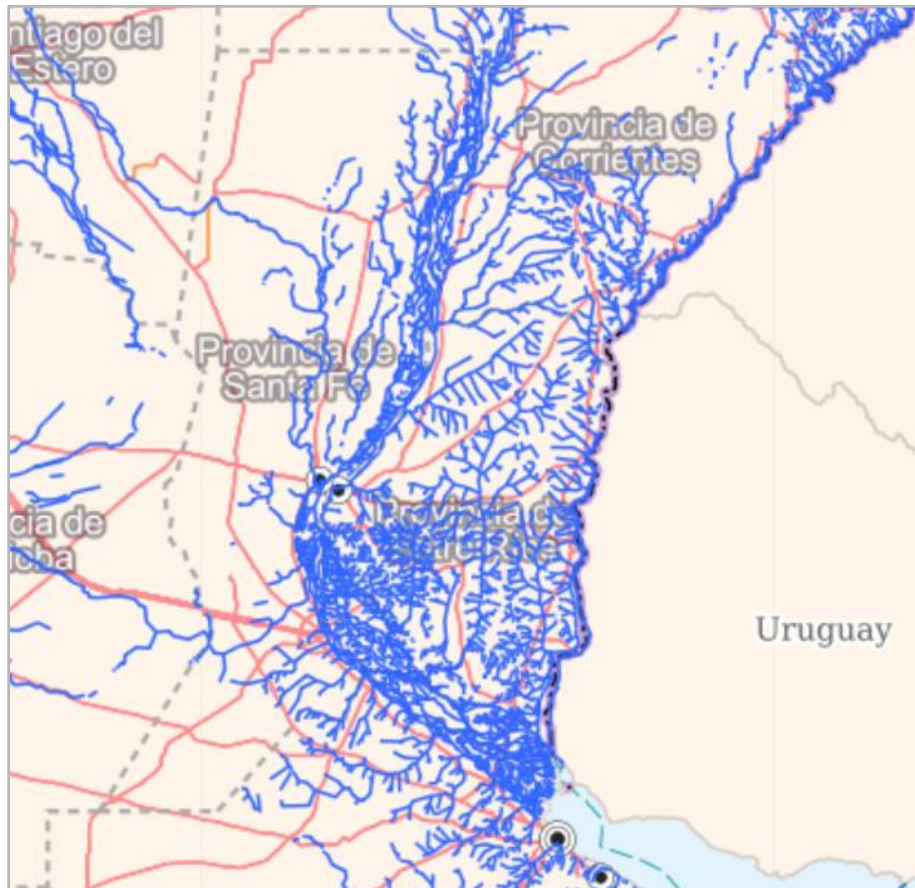


Figura 3.4: Mapa hídrico de la provincia de Santa Fe.

Fuente: [Visor IDE](#).

Además, la provincia de Santa Fe permite el uso de los recursos hídricos siempre y cuando se cumplan los requisitos y disposiciones según resolución 395/07, el cual crea el Ministerio de Asuntos Hídricos y decreta, entre otros artículos, que el análisis de uso de agua deberá ser acompañado por un estudio de impacto ambiental.

Río Negro

En primer lugar, esta provincia se encuentra localizada en las regiones áridas y semiáridas de nuestro país, y aquí los recursos hídricos superficiales poseen un régimen fundamentalmente dependiente de las precipitaciones pluviales.

La cuenca de los ríos Limay, Neuquén y Negro, se encuentra situada en la parte norte de la región Patagónica. Constituye el sistema hidrográfico más importante de todos los que se extienden íntegramente en el territorio de la Nación Argentina.

A continuación, se representan los cuerpos de agua que presentan mayor relevancia dentro de la provincia de estudio:

Río Negro		
Cuerpo de agua	Superficial	Río Negro
		Río Colorado

Tabla 3.8: Cuerpos de agua en la provincia de Río Negro.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 3.5: Mapa hídrico de la provincia de Río Negro.

Fuente: [Visor IDE](#).

Comparación y asignación de puntaje

Podemos observar que la provincia de Buenos Aires presenta con una mayor distribución de los recursos hídricos superficiales en comparación con Santa Fe y Río Negro, por lo tanto, vamos a brindar una mayor ponderación a Buenos Aires en la matriz general.

Quedando de la siguiente manera:

Sub ítem “disponibilidad de agua superficial”:

- Buenos Aires: 9
- Santa Fe: 8
- Río Negro: 7

Sub ítem “disponibilidad de agua subterránea”:

- Buenos Aires: 9
- Santa Fe: 10
- Río Negro: 4

3.2.2.3. Energía

3.2.2.3.1. Disponibilidad eléctrica

El suministro de energía eléctrica se considera verdaderamente necesario para el funcionamiento de todos aquellos equipos y maquinarias necesarios para llevar a cabo el proceso productivo de la PHPA. Es por ello que la densidad de potencia eléctrica instalada y el costo de la misma en las distintas provincias seleccionadas son los principales factores de estudio. La importancia relativa determinada fue de 11 puntos.

3.2.2.3.1.1. Densidad de potencia eléctrica instalada

En este caso, la disponibilidad de energía eléctrica se evaluó observando el mapa de las redes eléctricas y productores aportados por La Secretaría de Energía que integra el Ministerio de Economía de la República Argentina en el año 2017. A continuación, se adjunta el mapa donde a partir de él, es posible analizar la distribución del tendido eléctrico en cada área, los voltajes disponibles en cada línea que lo conforman, los posibles proveedores y las opciones alternativas ante la falla de líneas de ramificación.

A su vez, se analizó los cuadros tarifarios de las distintas empresas encargadas de la administración de la distribución eléctrica en las regiones correspondientes a los distintos puertos. De esta manera se logró comparar no solo la potencia instalada, sino los costos de servicio eléctricos discriminados para altos consumidores, como lo será nuestra planta.

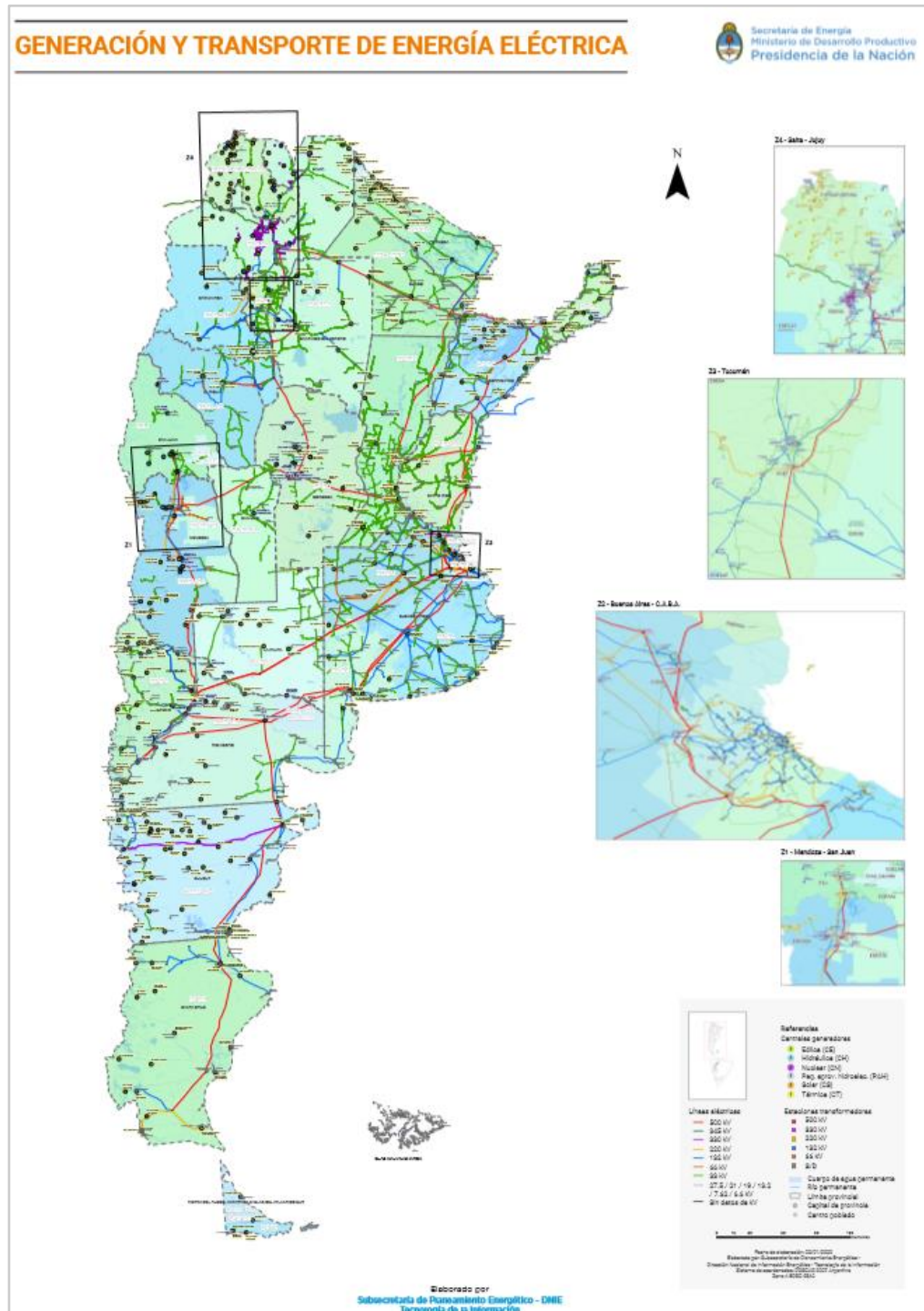


Figura 3.6: Mapa de generación y transporte de energía eléctrica en Argentina
 Fuente: [GENERACIÓN Y TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA](#).

A partir de información rescatada del “Informe Estadístico del Sector Eléctrico” del año 2016 (último publicado) elaborado por la Secretaría de Minería y Energía de la Nación se realizó el siguiente cuadro comparativo de las provincias en estudio.

3.2.2.3.1.2. Costo del servicio de energía eléctrica

Como se mencionó, el siguiente parámetro considerado es el costo del servicio de energía eléctrica. Las empresas de distribución de energía eléctrica seleccionadas para el análisis fueron EDESUR como representación de la provincia de Buenos Aires (si bien no es la única, los valores obtenidos entre cada una fueron similares); EPE para la provincia de Santa Fe, y EDERSA en representación de la provincia de Río Negro.

Buenos Aires

La empresa EDESUR dispone de una categoría para grandes demandas, la cual es detallada en el cuadro siguiente brindado por la empresa misma. Para el caso de alta tensión, se puede observar que los cargos fijos son de \$4.418 por mes y un costo variable por consumo de energía de 3,217 \$/kWh.


TARIFA 3 Grandes Demandas							
CONCEPTO	UNIDAD	BT<300kW potencia contratada	MT<300kW potencia contratada	AT<300kW potencia contratada	BT>=300kW potencia contratada	MT>=300kW potencia contratada	AT>=300kW potencia contratada
Cargo Fijo	\$/mes	4.439,38	4.434,64	4.418,69	4.439,38	4.434,64	4.418,69
Cargo por Potencia Contratada	\$/kW - mes	306,61	132,47	34,26	306,61	132,47	34,26
Cargo por Potencia Adquirida	\$/kW - mes	62,43	77,55	76,08	62,43	77,55	76,08
Cargo Variable Pico	\$/kWh	2,488	2,368	2,274	3,522	3,351	3,217
Cargo Variable Resto	\$/kWh	2,383	2,268	2,179	3,374	3,211	3,082
Cargo Variable Valle	\$/kWh	2,279	2,170	2,084	3,225	3,069	2,947

Tabla 3.10: Tarifas según demanda de energía eléctrica.

Fuente: <https://www.edesur.com.ar/>.

Santa Fe

Mientras que, para la provincia de Santa Fe, se presenta una categoría para Parques Industriales con costos fijos de \$7.036 por mes y cargos variables de 4,20 \$/kWh.



EMPRESA PROVINCIAL DE LA ENERGIA DE SANTA FE

TARIFA 2 - GRANDES DEMANDAS


P - GRANDES DEMANDAS Parques Industriales		Cargo comercial (\$-mes)	Cargo cap. Pico (\$/kW-mes)	Cargo cap. F. de Pico (\$/kW-mes)
P B1	Baja Tensión - Demandas menores a 300 kW	1426,42	470,152	209,636
P B2	Baja Tensión - Demandas mayores o iguales a 300 kW	1426,42	470,152	209,636
PM11	Media Tensión 13,2 kV - Demandas menores a 300 kW	6385,94	328,924	133,633
PM12	Media Tensión 13,2 kV - Demandas mayores o iguales a 300 kW	6385,94	328,924	133,633
PM31	Media Tensión 33 kV - Demandas menores a 300 kW	6385,94	322,319	123,569
PM32	Media Tensión 33 kV o Capacidad Contratada 1000 kW o más - Demandas mayores o iguales a 300 kW	6385,94	322,319	123,569
PAM1	Bornes de ET AT/MT - Demandas menores a 300 kW	6385,94	192,581	105,585
PAM2	Bornes de ET AT/MT - Demandas mayores o iguales a 300 kW	6385,94	192,581	105,585
P A1	Alta Tensión 132 kV - Demandas menores a 300 kW	7036,27	47,153	31,401

Tabla 3.11: Tarifas según demanda de energía eléctrica.

Fuente: <https://www.epe.santafe.gov.ar/institucional/>.

Río Negro

Realizando el mismo análisis para las otras provincias, los valores obtenidos son los siguientes. La empresa EDERSA, para su categoría para grandes demandas detallada en el cuadro siguiente, y considerando el caso de alta tensión, se obtiene que los cargos fijos son de \$6.671 por mes y un costo variable por consumo de energía de 3,40 \$/kWh.



T2 GRANDES DEMANDAS

	Potencia mayor o igual a 50 Kw y menor a 300 Kw			Potencia mayor o igual a 300 Kw				
	Baja Tensión en Red	Baja Tensión en Bornes	Media Tensión en Red	Baja Tensión en Red	Baja Tensión en Bornes	Media Tensión en Red	Media Tensión en Bornes	Alta Tensión en Red
Cargo Com. (\$/mes)	6294,16	6294,16	6671,37	6362,08	6362,08	6671,37	6671,37	6671,37
Cargo Uso de Red *kfv (\$/Kw/mes)	423,23	300,89	194,31	423,23	300,89	227,19	109,83	81,00
Potencia en Punta (\$/Kw/mes)	53,43	51,42	54,29	53,43	51,42	50,32	46,74	59,87
Transp. O/Agentes (\$/Kw/mes)	52,25	50,29	53,09	52,25	50,29	49,21	45,71	58,36
Energía hs. Punta (\$/Kwh)	2,771	2,698	2,639	3,782	3,680	3,603	3,410	3,404
Energía hs. Resto (\$/Kwh)	2,725	2,651	2,595	3,694	3,595	3,519	3,331	3,325
Energía hs. Valle (\$/Kwh)	2,611	2,541	2,488	3,544	3,448	3,376	3,195	3,190

Tabla 3.12: Tarifas según demanda de energía eléctrica.

Fuente: <https://www.edersa.com.ar/V3.o/>

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub factor “Disponibilidad de energía eléctrica” el puntaje asignado será de:

- Buenos Aires: 9
- Santa Fe: 7
- Río Negro: 8

3.2.2.3.2. Disponibilidad de gas

Al igual que la energía eléctrica, el gas natural podría llegar a cumplir un rol determinante en nuestro proceso productivo, dependiendo fundamentalmente de la clase de equipos que se elijan para las correspondientes operaciones y servicios auxiliares.

Debe evaluarse para este factor, el gas entregado y su distribución entre los diferentes usuarios (residenciales, pequeños y medianos comerciantes e industriales, grandes usuarios industriales y generación de energía eléctrica, como combustible vehicular y subdistribuidores) por jurisdicción.

A continuación, se pueden observar las redes de gasoductos existentes actualmente en la República Argentina, según la información provista por el Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS).⁵

⁵ Fuente: [ENARGAS](#)

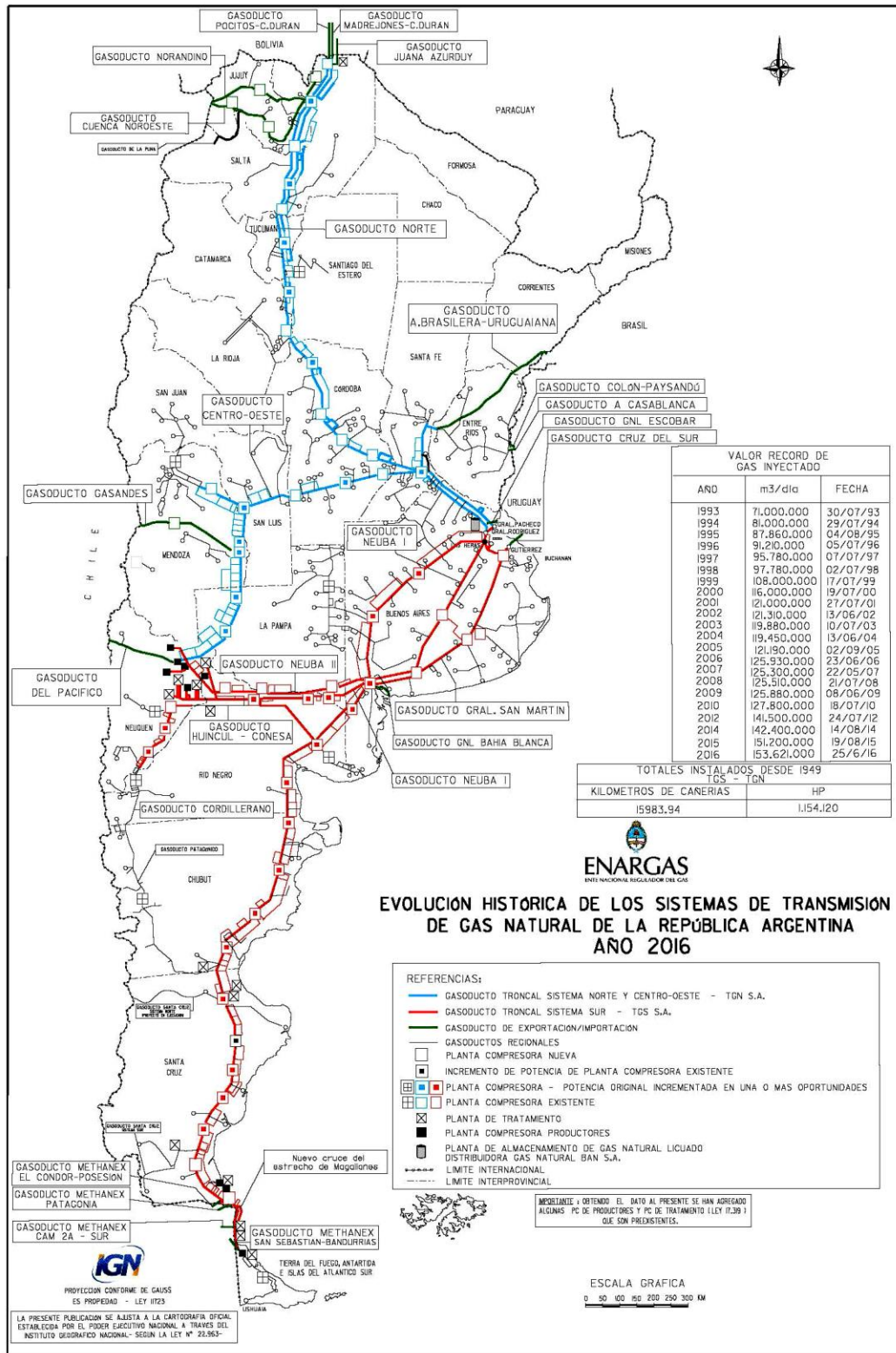


Figura 3.10: Gasoductos de Argentina.

Fuente: https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Gasoductos_de_Argentina.

Buenos Aires

Al igual que ocurre con la red eléctrica, Buenos Aires dispone de los gasoductos más grandes y con mayor capacidad por año, dada su alta demanda y densidad demográfica. Para realizar el análisis utilizamos datos provistos por la empresa Metrogas, encargada de la administración del gas natural en la región metropolitana, y la empresa Camuzzi Pampeana en la región de Bahía Blanca.

La capacidad instalada de la red de gasoductos administrada por Metrogas es de aproximadamente 7.200 millones de m³ anuales. Los cargos del servicio presentan un costo fijo de \$2.120/mes y un costo por m³ consumido de \$11.

Para el caso de la red administrada por Camuzzi Pampeana, la capacidad es de aproximadamente 3.800 millones de m³ anuales. Los cargos del servicio presentan un costo fijo de \$11.402/mes y un costo por m³ consumido de \$0,6.

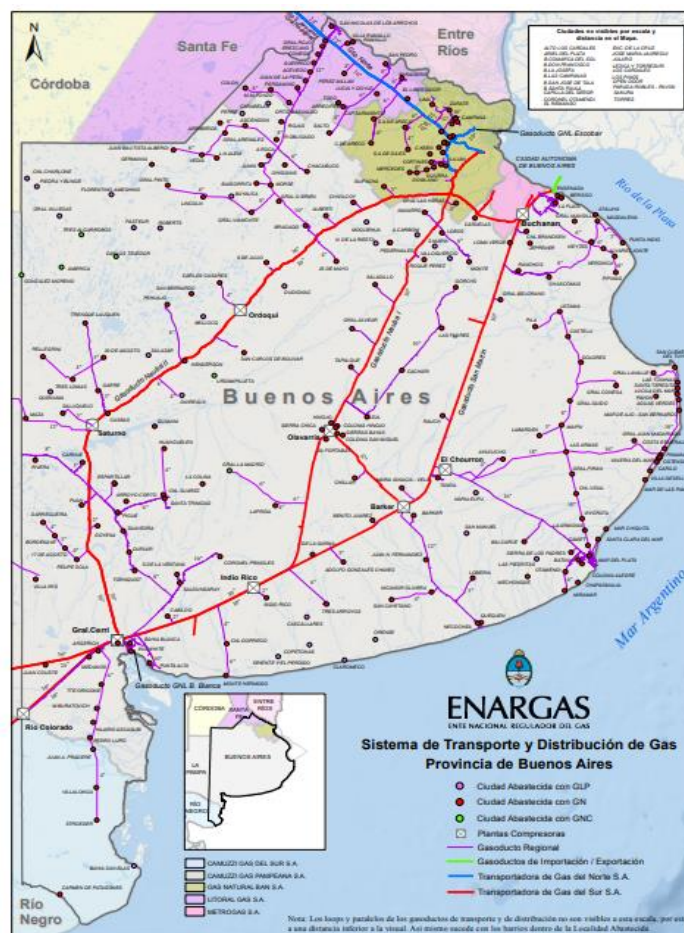


Figura 3.11: Distribución de gas en la provincia de Buenos Aires.

Fuente: enargas.gob.ar.

Santa Fe

La provincia de Santa Fe se encuentra administrada por la empresa Litoral en la región correspondiente al puerto de Rosario, cuya capacidad instalada en la red es de aproximadamente 1.500 millones de m³ anuales. Los cargos del servicio presentan un costo fijo de \$940/mes y un costo por m³ consumido de \$12.

Comparativamente, los costos son similares a los de Buenos Aires, pero la red de gasoductos es cinco veces menor a la de dicha provincia.



Figura 3.12: Distribución de gas en la provincia de Santa Fe.

Fuente: enargas.gob.ar.

Río Negro

Finamente, la provincia de Río Negro presenta valores similares a Santa Fe en cuanto a la red, debido a que parte de la producción de gas del país, debe atravesarla para poder abastecer al resto de las provincias. Su capacidad instalada administrada por la empresa Camuzzi del Sur es de aproximadamente 1.800 millones de m³ anuales. Los cargos del servicio presentan un costo fijo de \$17.140/mes y un costo por m³ consumido de \$0.4.

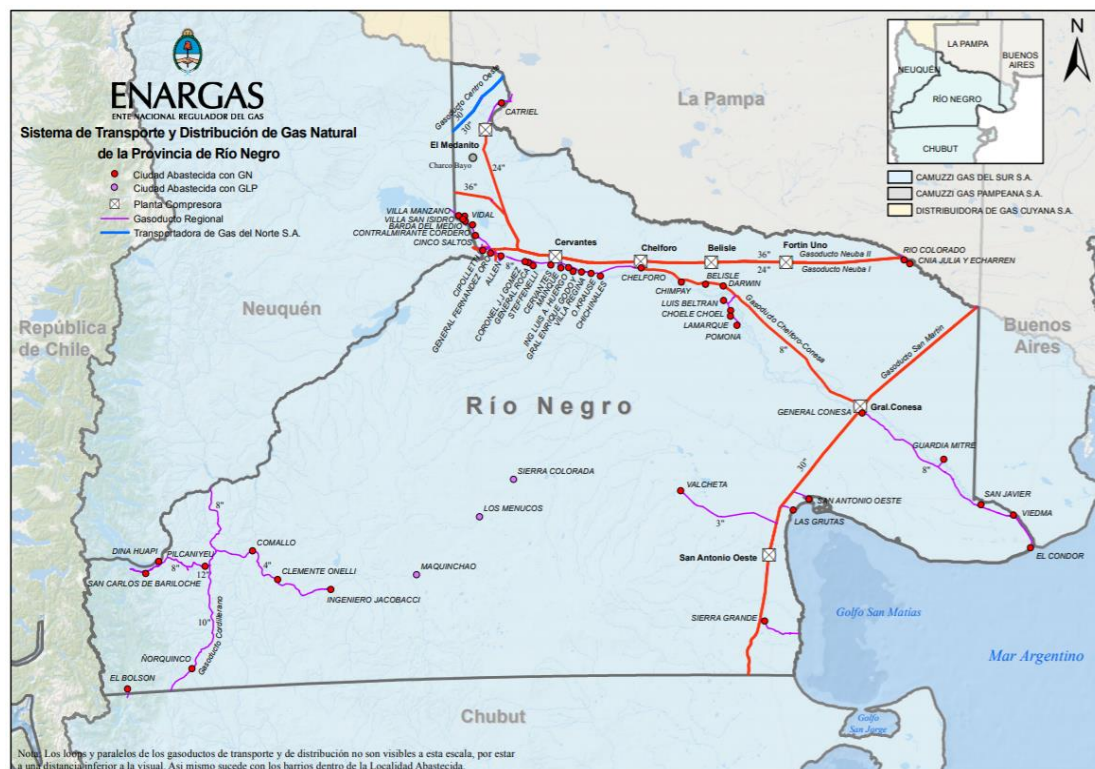


Figura 3.13: Distribución de gas en la provincia de Río Negro.

Fuente: enargas.gob.ar.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “Disponibilidad de gas” el puntaje asignado será de:

- Buenos Aires: 10
- Santa Fe: 6
- Río Negro: 6

3.2.2.4. Mercado

Nuestro mercado está concentrado en Vaca Muerta. Esto se debe a que los pozos petroleros se encuentran en dicha región, por ende, es de suma importancia que la provincia elegida esté cerca de Vaca Muerta.

3.2.2.4.1. Cercanía

La cercanía al mercado es un factor de importancia debido a los costos de transporte del producto terminado. Por esta razón, el análisis de esta sección se centra en la distancia existente entre las ciudades que poseen los puertos mencionados el [apartado 1](#) y Vaca Muerta.

A continuación, se presentan distintos caminos alternativos que conectan a los principales puertos de las regiones seleccionadas con Vaca Muerta.

Buenos Aires

La distancia mínima para recorrer desde el puerto de Buenos Aires hasta Vaca Muerta es de 1.152 km, aumentando según la ruta elegida. Como se puede observar en el mapa, existen al menos cuatro vías terrestres alternativas para cumplir con la logística.

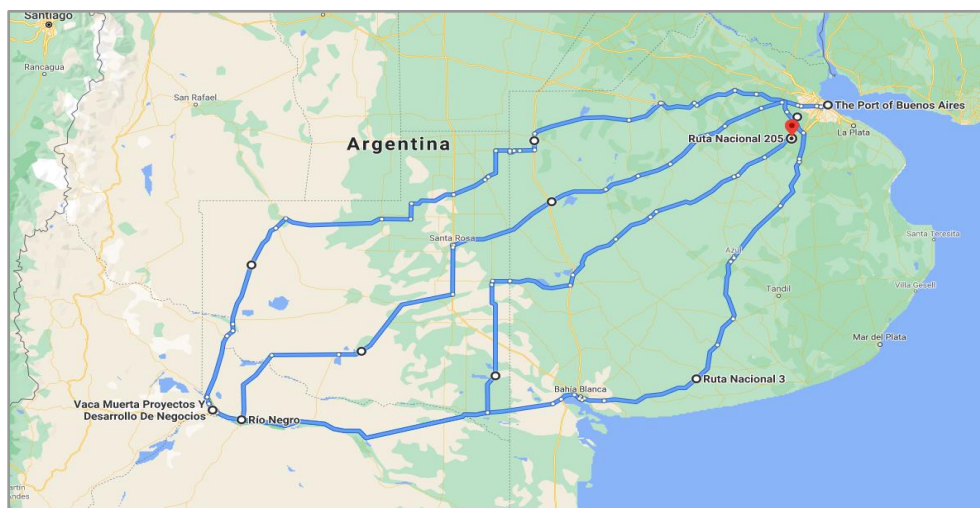


Figura 3.14: Distancia del Puerto de Buenos Aires con respecto a nuestros potenciales clientes.

Fuente: Google Maps.

Por su parte, Bahía Blanca se encuentra a una distancia mínima a recorrer de 541 km, aumentando según la ruta elegida. Como se puede observar en el mapa, existen al menos dos vías terrestres alternativas, siendo la segunda de 719 km.

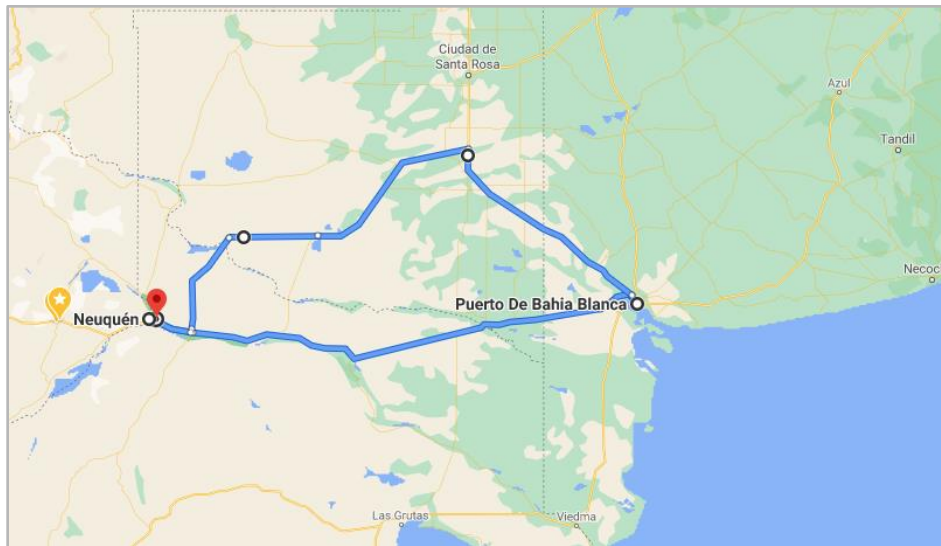


Figura 3.15: Distancia del Puerto de Bahía Blanca con respecto a nuestros potenciales clientes.
Fuente: Google Maps.

Santa Fe

La provincia es la más desfavorecida en el análisis de este factor, ya que las distancias a recorrer son de al menos 1350 km, con dos vías alternativas conectadas entre sí por otras rutas internas.

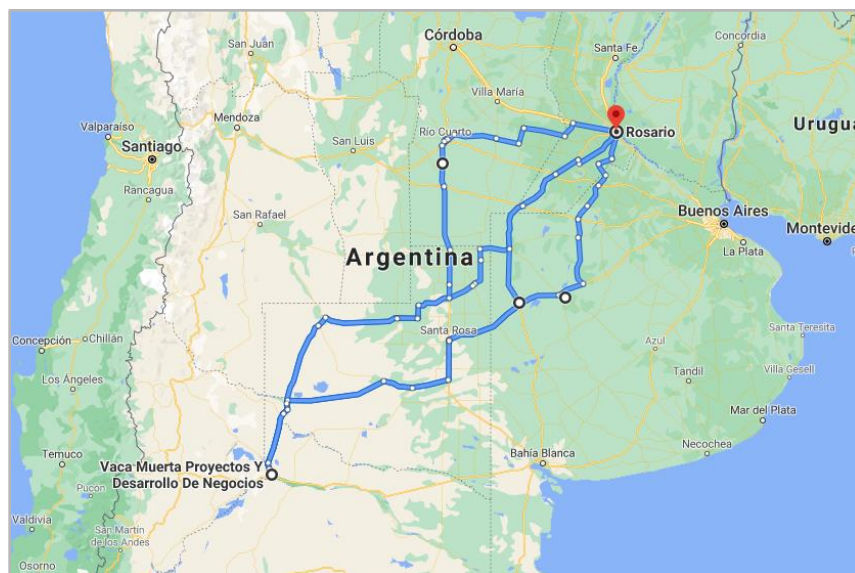


Figura 3.16: Distancia del Puerto de Santa Fe con respecto a nuestros potenciales clientes.
Fuente: Google Maps.

Río Negro

Por último, la provincia de Río Negro, considerando el Puerto de San Antonio Este, es el más cercano, estando a una distancia de 459km con dos vías alternativas.

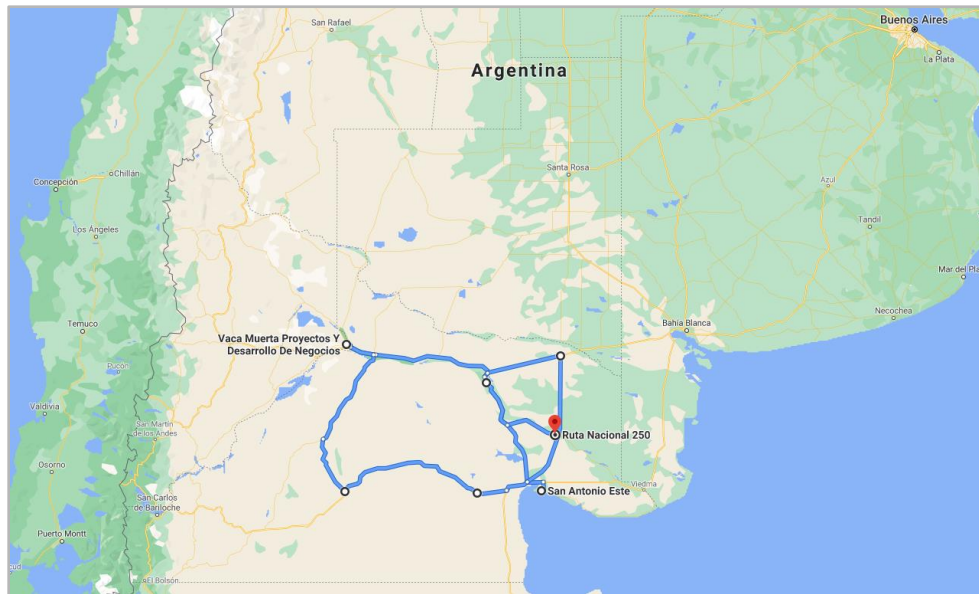


Figura 3.17: Distancia del Puerto de Río Negro con respecto nuestros potenciales clientes.
Fuente: Google Maps.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “Cercanía” el puntaje asignado será de:

- Buenos Aires: 7
- Santa Fe: 6
- Río Negro: 10

3.2.2.4.2. Rutas

A continuación, se pueden apreciar las diversas rutas nacionales que conectan las distintas provincias. Las mismas no presentan restricciones para el transporte de nuestro producto terminado.

Buenos Aires

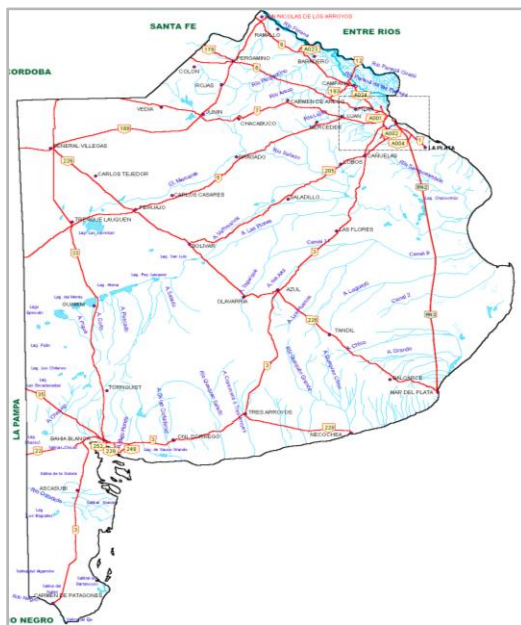


Figura 3.18: Diversas rutas nacionales que conectan la provincia de Buenos Aires.

Fuente: [Principales rutas en Argentina.](#)

Santa Fe

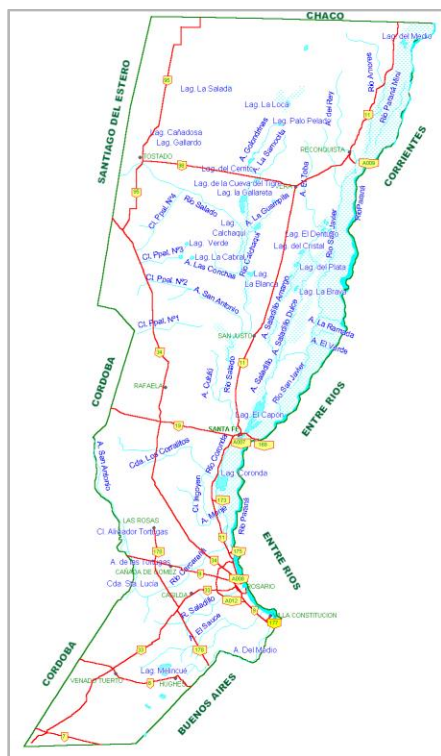


Figura 3.19: Diversas rutas nacionales que conectan la provincia de Santa Fe.

Fuente: [Principales rutas en Argentina.](#)

3.2.2.5.1. Cantidad

En este primer término, procedimos a evaluar aquella disponibilidad de mano de obra en función a la cantidad de habitantes de cada provincia y el correspondiente porcentaje de desocupación, suponiendo que todas las personas plausibles de ser contratadas son las que hoy en día se encuentran desempleadas.

A continuación, se observa la cantidad de habitantes para el año 2010 por provincia:

Provincia	Superficie	2001		2010	
	km ²	Población	Densidad hab/km ²	Población	Densidad hab/km ²
Total del país	3.745.997⁽¹⁾	36.260.130	9,7	40.117.096	10,7⁽²⁾
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	200	2.776.138	13.880,7	2.890.151	14.450,8
Buenos Aires	307.571	13.827.203	45,0	15.625.084	50,8
24 Partidos del Gran Buenos Aires	3.680	8.684.437	2.359,9	9.916.715	2.694,8
Interior de la provincia de Buenos Aires	303.891	5.142.766	16,9	5.708.369	18,8
Catamarca	102.602	334.568	3,3	367.828	3,6
Chaco	99.633	984.446	9,9	1.055.259	10,6
Chubut	224.686	413.237	1,8	509.108	2,3
Córdoba	165.321	3.066.801	18,6	3.308.876	20,0
Corrientes	88.199	930.991	10,6	992.595	11,3
Entre Ríos	78.781	1.158.147	14,7	1.235.994	15,7
Formosa	72.066	486.559	6,8	530.162	7,4
Jujuy	53.219	611.888	11,5	673.307	12,7
La Pampa	143.440	299.294	2,1	318.951	2,2
La Rioja	89.680	289.983	3,2	333.642	3,7
Mendoza	148.827	1.579.651	10,6	1.738.929	11,7
Misiones	29.801	965.522	32,4	1.101.593	37,0
Neuquén	94.078	474.155	5,0	551.266	5,9
Río Negro	203.013	552.822	2,7	638.645	3,1
Salta	155.488	1.079.051	6,9	1.214.441	7,8
San Juan	89.651	620.023	6,9	681.055	7,6
San Luis	76.748	367.933	4,8	432.310	5,6
Santa Cruz	243.943	196.958	0,8	273.964	1,1
Santa Fe	133.007	3.000.701	22,6	3.194.537	24,0
Santiago del Estero	136.351	804.457	5,9	874.006	6,4
Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur ⁽³⁾	987.168	101.079	0,1	127.205	0,1
Tucumán	22.524	1.338.523	59,4	1.448.188	64,3

Tabla 3.13: Población total, superficie y densidad según provincia. Total del país.

Fuente: [Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 Censo del Bicentenario](#).

Buenos Aires

A partir de las tablas provistas por el Instituto Nacional de Estadística y Censos, se observa que la población total en la provincia de Buenos Aires es de 15.625.084. Sin embargo, tomando como edad laboral desde los 20 hasta los 65 años, se tiene una población laboral total de aproximadamente **8.756.722**.

Edad	Población total	Sexo	
		Varones	Mujeres
0-4	1.293.835	658.275	635.560
5-9	1.286.555	654.119	632.436
10-14	1.296.163	658.828	637.335
15-19	1.320.553	666.545	654.008
20-24	1.278.479	642.175	636.304
25-29	1.198.861	597.337	601.524
30-34	1.196.998	590.977	606.021
35-39	1.067.345	524.668	542.677
40-44	929.773	454.264	475.509
45-49	872.596	424.565	448.031
50-54	812.519	392.779	419.740
55-59	742.800	353.362	389.438
60-64	657.351	308.347	349.004
65-69	524.011	238.030	285.981
70-74	413.393	177.856	235.537
75-79	329.396	131.438	197.958
80-84	231.764	81.410	150.354
85-89	121.550	37.314	84.236
90-94	40.717	10.243	30.474
95-99	9.147	1.754	7.393
100 y más	1.278	295	983
TOTAL	15.625.084	7.604.581	8.020.503

Tabla 3.14: Buenos Aires - población total por sexo según edad.

Fuente: [Censo Nacional 2010 - Censo del Bicentenario](#).

Santa Fe

A partir de las tablas provistas por el INDEC, se observa que la población total en Santa Fe es de **3.194.537**. Sin embargo, tomando como edad laboral desde los 20 hasta los 65 años, se tiene una población laboral de aproximadamente **1.801.110**.

Edad	Población total	Sexo	
		Varones	Mujeres
0-4	240.810	122.994	117.816
5-9	248.746	126.339	122.407
10-14	256.495	130.138	126.357
15-19	271.055	136.321	134.734
20-24	267.041	133.695	133.346
25-29	257.339	128.450	128.889
30-34	250.798	123.809	126.989
35-39	205.027	100.773	104.254
40-44	180.667	88.510	92.157
45-49	179.051	87.217	91.834
50-54	167.555	81.066	86.489
55-59	156.368	75.167	81.201
60-64	137.264	64.024	73.240
65-69	112.329	50.696	61.633
70-74	93.279	39.679	53.600
75-79	74.504	28.917	45.587
80-84	53.937	18.469	35.468
85-89	29.654	8.727	20.927
90-94	10.049	2.359	7.690
95-99	2.269	442	1.827
100 y más	300	69	231
TOTAL	3.194.537	1.547.861	1.646.676

Tabla 3.15: Santa Fe - población total por sexo según edad.

Fuente: [Censo Nacional 2010 - Censo del Bicentenario](#).

Río Negro

A partir de las tablas provistas por el Instituto Nacional de Estadística y Censos, se observa que la población total en la provincia de Río Negro es de 638.645. Sin embargo, tomando como edad laboral desde los 20 años hasta los 65 años, se tiene como resultado una población apta para trabajar de aproximadamente **358.944**.

Edad	Población total	Sexo	
		Varones	Mujeres
0-4	53.626	27.439	26.187
5-9	53.632	27.404	26.228
10-14	58.456	29.857	28.599
15-19	59.650	30.312	29.338
20-24	51.061	25.882	25.179
25-29	49.962	24.925	25.037
30-34	50.583	24.725	25.858
35-39	44.659	22.002	22.657
40-44	38.703	18.922	19.781
45-49	36.944	18.107	18.837
50-54	33.020	16.240	16.780
55-59	29.314	14.496	14.818
60-64	24.698	12.179	12.519
65-69	18.843	9.083	9.760
70-74	13.867	6.495	7.372
75-79	10.069	4.424	5.645
80-84	6.721	2.668	4.053
85-89	3.332	1.199	2.133
90-94	1.201	346	855
95-99	261	59	202
100 y más	43	10	33
TOTAL	638.645	316.774	321.871

Tabla 3.16: Río Negro - población total por sexo según edad.

Fuente: [Censo Nacional 2010 - Censo del Bicentenario](#).

3.2.2.5.1.1. Tasa de desocupación

Las tasas de desocupación de estos últimos meses en nuestro país se vieron fuertemente afectadas por la caída del Producto Bruto Interno (PBI) durante el segundo trimestre del corriente año, debido a la cuarentena para combatir la pandemia de Covid-19. De hecho, el desempleo en nuestro país ha alcanzado un máximo y es por esta razón por la que hemos decidido no seguir avanzando con los datos provistos por el último censo y buscar ciertas proyecciones y actualizaciones a modo de conocer mejor los parámetros de estudio, ya que como se mencionó anteriormente, algunos han cambiado drásticamente.

Buenos Aires

La tasa de desocupación para el año 2010, según los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), corresponde al 6%. Sin embargo, hoy en día la tasa de desocupación es del 13,2% para GBA.

Santa Fe

La tasa de desocupación para el año 2010, según los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), corresponde al 5,9%. Sin embargo, hoy en día la tasa de desocupación es del 20,3%.⁶

Río Negro

La tasa de desocupación para el año 2010, según los datos provistos por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), corresponde al 6,3 %. Sin embargo, hoy en día la tasa de desocupación es del 13,1%.⁷

No obstante, para efectuar comparaciones hemos utilizado tanto los datos provistos por el Censo del Bicentenario y las proyecciones efectuadas por el INDEC al día de la fecha.

⁶ Fuente: telam.com.ar/.

⁷ Fuente: [La desocupación del segundo trimestre subió a 13,1%, la mayor desde 2005.](#)

Provincia	Tasa de desocupación		
	2001	2010	Diferencia en puntos porcentuales, 2001-2010
	%		
Total	28,5	5,9	- 22,6
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	18,9	4,3	- 14,6
Buenos Aires	32,9	6,0	-26,9
Catamarca	22,9	7,1	- 15,8
Chaco	28,1	5,3	- 22,8
Chubut	22,2	5,6	- 16,6
Córdoba	24,2	5,9	- 18,3
Corrientes	26,9	5,7	- 21,2
Entre Ríos	25,9	4,7	- 21,2
Formosa	25,8	4,4	- 21,4
Jujuy	24,9	5,6	- 19,4
La Pampa	17,7	5,1	- 12,6
La Rioja	19,6	6,1	- 13,5
Mendoza	29,4	6,9	- 22,5
Misiones	24,5	5,0	- 19,6
Neuquén	24,5	6,3	- 18,2
Río Negro	27,4	6,3	-21,1
Salta	29,3	7,6	- 21,6
San Juan	28,9	7,8	- 21,1
San Luis	26,7	7,2	- 19,5
Santa Cruz	15,5	5,3	- 10,2
Santa Fé	28,9	5,9	-23,0
Santiago del Estero	29,5	6,2	- 23,3
Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur	17,4	6,0	- 11,4
Tucumán	34,6	7,9	- 26,7

Tabla 3.17: Tasa de desocupación de la población de 14 años y más.

Fuente: [Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 Censo del Bicentenario](#).

Área geográfica	Tasas generales de						
	Actividad	Empleo	Desocupación	Ocupados demandantes de empleo	Subocupación	Subocupación demandante	Subocupación no demandante
Total 31 aglomerados urbanos	38,4	33,4	13,1	11,6	9,6	5,0	4,6
Aglomerados del interior	39,3	34,2	13,0	11,8	8,6	5,3	3,4
Regiones							
Gran Buenos Aires	37,6	32,7	13,2	11,5	10,5	4,7	5,7
Ciudad Autónoma de Buenos Aires (1)	46,7	41,5	11,1	8,0	8,5	2,8	5,7
Partidos del Gran Buenos Aires (1)	35,4	30,5	13,8	12,6	11,1	5,3	5,7
Cuyo	41,3	36,6	11,4	16,2	12,6	7,9	4,7
Gran Mendoza (1)	44,3	37,5	15,3	12,9	12,8	7,3	5,5
Gran San Juan (1)	36,5	34,1	6,5	25,7	15,0	10,6	4,4
Gran San Luis (2)	38,9	37,8	2,6	12,0	6,5	5,1	1,4
Noreste	37,1	34,5	7,2	9,3	6,1	4,6	1,5
Corrientes (2)	35,2	32,4	8,1	9,4	2,6	1,5	1,1
Formosa (2)	30,1	28,4	5,7	3,8	6,7	2,2	4,5
Gran Resistencia (2)	38,7	36,4	6,1	15,4	8,5	8,5	0,0
Posadas (2)	42,0	38,6	8,2	5,5	6,5	4,4	2,1
Noroeste	36,8	33,5	9,1	15,5	8,0	4,8	3,2
Gran Catamarca (2)	38,7	35,2	9,1	14,1	4,3	3,8	0,5
Gran Tucumán-Tafí Viejo (1)	34,6	31,0	10,4	13,3	9,0	4,1	5,0
Jujuy-Palpalá (2)	39,9	37,1	7,0	22,8	4,8	3,6	1,3
La Rioja (2)	39,2	37,2	5,0	8,2	4,8	3,3	1,5
Salta (1)	39,0	33,6	13,9	21,6	14,2	8,9	5,3
Santiago del Estero-La Banda (2)	33,2	32,6	1,8	7,8	1,7	1,5	0,2
Pampeana	40,6	33,8	16,7	10,2	8,6	5,1	3,5
Bahía Blanca-Cerri (2)	37,6	34,3	8,9	10,0	6,3	4,8	1,5
Concordia (2)	38,1	34,3	9,9	16,0	16,3	9,0	7,3
Gran Córdoba (1)	43,4	35,1	19,1	18,1	10,1	8,7	1,4
Gran La Plata (1)	39,1	35,4	9,5	9,6	6,5	3,4	3,0
Gran Rosario (1)	43,0	35,4	17,9	7,6	8,7	4,3	4,4
Gran Paraná (2)	37,6	33,3	11,3	7,6	8,7	4,1	4,6
Gran Santa Fe (1)	38,2	30,5	20,3	2,4	6,6	1,8	4,8
Mar del Plata (1) (2)	38,8	28,7	26,0	3,9	9,2	3,1	6,1
Río Cuarto (2)	44,5	37,6	15,5	8,7	4,8	4,1	0,7
Santa Rosa-Toay (2)	35,7	33,0	7,6	8,6	11,7	5,1	6,6
San Nicolás-Villa Constitución (2)	31,8	29,0	8,9	3,4	6,8	1,4	5,4
Patagonia	37,3	33,6	10,0	7,8	6,3	3,6	2,7
Comodoro Rivadavia-Rada Tilly (2)	32,6	30,5	6,5	4,1	2,2	1,4	0,7
Neuquén-Plottier (2)	39,1	33,8	13,5	11,6	8,7	5,5	3,2
Río Gallegos (2)	39,3	37,4	4,7	9,0	9,3	2,9	6,4
Ushuaia-Río Grande (2)	36,1	28,2	22,0	0,0	1,7	0,0	1,7
Rawson-Trelew (2)	41,1	39,5	3,8	11,3	7,9	6,6	1,3
Viedma-Carmen de Patagones (2)	37,2	36,3	2,4	8,4	8,4	4,5	4,0
Total aglomerados de 500.000 y más habitantes	38,6	33,1	14,2	12,0	10,3	5,2	5,1
Total aglomerados de menos de 500.000 habitantes	37,4	34,4	8,0	10,1	6,2	4,1	2,2

Tabla 3.18: Principales indicadores por áreas geográficas. Segundo trimestre de 2020.

Fuente: [Mercado de trabajo. Tasas e indicadores socioeconómicos \(EPH\). Segundo trimestre de 2020](#)

Área geográfica	Tasa de desocupación	Coeficiente de variación (%)	Intervalo de confianza	
			Límite inferior	Límite superior
Total 31 aglomerados urbanos	13,1	5,1	12,0	14,2
Aglomerados del interior	13,0	4,4	12,1	13,9
Regiones				
Gran Buenos Aires	13,2	8,8	11,2	15,1
Ciudad Autónoma de Buenos Aires (1)	11,1	18,9	7,6	14,5
Partidos del Gran Buenos Aires (1)	13,8	10,0	11,6	16,1
Cuyo	11,4	9,9	9,6	13,3
Gran Mendoza (1)	15,3	11,1	12,5	18,1
Gran San Juan (1)	6,5	15,2	4,9	8,2
Gran San Luis (2) (3)	2,6	47,2	0,6	4,7
Noreste	7,2	15,1	5,4	9,0
Corrientes (2)	8,1	20,5	5,4	10,9
Formosa (2)	5,7	24,7	3,4	8,0
Gran Resistencia (2)	6,1	38,2	2,3	10,0
Posadas (2)	8,2	26,9	4,6	11,8
Noroeste	9,1	9,6	7,7	10,5
Gran Catamarca (2)	9,1	18,6	6,3	11,8
Gran Tucumán-Tafí Viejo (1)	10,4	22,1	6,7	14,2
Jujuy-Palpalá (2)	7,0	20,4	4,7	9,4
La Rioja (2)	5,0	26,6	2,8	7,2
Salta (1)	13,9	11,7	11,2	16,6
Santiago del Estero-La Banda (2)	1,8	39,7	0,6	3,0
Pampeana	16,7	5,9	15,1	18,3
Bahía Blanca-Cerri (2)	8,9	29,1	4,6	13,1
Concordia (2)	9,9	21,1	6,5	13,4
Gran Córdoba (1)	19,1	11,7	15,4	22,8
Gran La Plata (1)	9,5	29,7	4,9	14,2
Gran Rosario (1)	17,9	11,6	14,4	21,3
Gran Paraná (2)	11,3	24,3	6,7	15,8
Gran Santa Fe (1)	20,3	13,2	15,9	24,7
Mar del Plata (1) (3)	26,0	11,8	21,0	31,1
Río Cuarto (2)	15,5	18,7	10,7	20,2
Santa Rosa-Toay (2)	7,6	38,8	2,7	12,4
San Nicolás-Villa Constitución (2)	8,9	25,9	5,1	12,7
Patagonia	10,0	16,0	7,4	12,7
Comodoro Rivadavia-Rada Tilly (2)	6,5	41,2	2,1	11,0
Neuquén-Plottier (2)	13,5	20,8	8,9	18,0
Río Gallegos (2)	4,7	32,6	2,2	7,2
Ushuaia-Río Grande (2)	22,0	31,7	10,5	33,5
Rawson-Trelew (2)	3,8	37,8	1,4	6,2
Viedma-Carmen de Patagones (2)	2,4	55,6	0,2	4,6
Total aglomerados de 500.000 y más habitantes	14,2	5,6	12,9	15,5
Total aglomerados de menos de 500.000 habitantes	8,0	7,0	7,1	8,9

Tabla 3.19: Estimaciones de la tasa de desocupación abierta y de sus respectivos coeficientes de variación, intervalos del 90% de confianza. Total 31 aglomerados urbanos. Segundo trimestre de 2020. Fuente: [Mercado de trabajo. Tasas e indicadores socioeconómicos \(EPH\). Segundo trimestre de 2020.](#)

3.2.2.5.2. Calidad

La calidad de mano de obra está destinada a analizar la capacidad de nuestro proyecto de crear puestos especializados para residentes de la región en cuestión, evitando que los mismos tengan que migrar para profesionalizarse o para buscar puestos de trabajo mejor remunerados.

3.2.2.5.2.1. Universidades

Buenos Aires

Buenos Aires cuenta con 52 universidades en total, de las cuales 15 de ellas son públicas y 37 privadas.

Entre las de carácter público, tenemos:

- Universidad de Buenos Aires (UBA)
- Universidad de la Defensa Nacional
- Universidad Tecnológica Nacional (UTN)
- Universidad Nacional Arturo Jauretche
- Instituto Universitario de la Policía Federal Argentina (IUPFA)
- Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)
- Instituto de Enseñanza Superior del Ejército (IESE)
- Instituto Universitario de Seguridad Marítima (IUSM)
- Instituto Universitario Naval (INUN)
- Instituto Universitario de Gendarmería Nacional
- Universidad Nacional del Arte (UNA)
- Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM)
- Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF)
- Universidad Nacional de Luján (UNLU)

Por otro lado, con respecto a las de carácter privado, tenemos:

- Universidad CAECE
- Universidad del Salvador (USAL)
- Universidad de Palermo (UP)
- Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES)
- Universidad de Flores (UFLO)
- Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA)

- Universidad Argentina de la Empresa (UADE)
- Universidad de Belgrano (UB)
- Universidad de la Marina Mercante (UDEMM)
- Universidad Austral
- Universidad Favaloro
- Universidad Católica de las Misiones
- Instituto Universitario de Cs. de la Salud Fundación Barceló (FB)
- Universidad Abierta Interamericana (UAI)
- ESEADE Instituto Universitario
- Instituto Universitario CEMIC
- Universidad Católica Argentina (UCA)
- Universidad Popular Madres de Plaza de Mayo (UPMPM)
- Universidad J. F. Kennedy (UK)
- Universidad del Museo Social Argentino (UMSA)
- Universidad Maimónides
- Universidad Metropolitana para la Educación y el Trabajo
- Universidad Torcuato Di Tella (UTDT)
- Universidad del Cine (UCINE)
- Universidad del CEMA
- Instituto Universitario del Hospital Italiano
- Instituto Universitario de Salud Mental (IUSAM)
- Universidad ISALUD
- Instituto Universitario IDEA
- Escuela Argentina de Negocios (EAN)
- Instituto Universitario ISEDET
- Universidad Notarial Argentina
- Instituto Universitario River Plate (IURP)
- Universidad de San Andrés (UDESА)
- Universidad Pedagógica de la Provincia de Buenos Aires

Santa Fe

La provincia de Santa Fe posee un total de 14 universidades, de las cuales 4 son públicas y 10 son privadas.

Entre las de carácter público, tenemos:

- Universidad Nacional de Rosario (UNR) (Rosario)
- Universidad Nacional del Litoral (UNL) (Santa Fe)
- Universidad Tecnológica Nacional (UTN) (Santa Fe - Reconquista - Venado Tuerto - Rosario - Rafaela)
- Universidad Nacional de Rafaela (Santa Fe)

Por otro lado, con respecto a las de carácter privado, tenemos:

- Universidad Católica de Santa Fe (UCSF) (Santa Fe)
- Universidad Austral (Rosario)
- Univ. de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES) (Santa Fe - Rafaela - Venado Tuerto - Reconquista)
- Instituto Universitario Italiano de Rosario (IUNIR) (Rosario)
- Instituto Universitario del Gran Rosario (IUGR) (Santa Fe - Venado Tuerto)
- Universidad del Centro Educ. Latinoamericano (UCEL) (Rosario)
- Universidad Abierta Interamericana (UAI) (Lagos - Pellegrini - Roca)
- Universidad Católica Argentina (UCA) (Rosario)
- Instituto Universitario IDEA (Rosario)
- IAE Business School (Rosario)

Río Negro

La provincia de Río Negro consta de 5 universidades, de las cuales 3 son públicas y 2 son privadas.

Entre las de carácter público, tenemos:

- Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) (Viedma - Allen - Bariloche - Choele Choel - El Bolsón - General Roca - Villa Regina)
- Universidad Nacional del Comahue (UNCOMA)
- Instituto Balseiro (IB) (Bariloche)

Por otro lado, con respecto a las de carácter privado, tenemos:

- Instituto Universitario Patagónico de las Artes (General Roca)
- Universidad FASTA (Bariloche)

3.2.2.5.2.2. Condición de alfabetismo

Para evaluar la mano de obra, se analizan las condiciones de alfabetismo en las provincias seleccionadas:

Provincia	Población de 10 años y más	Condición de alfabetismo					
		Alfabetos			Analfabetos		
		Total	Varones	Mujeres	Total	Varones	Mujeres
Buenos Aires	13.044.694	12.865.686	6.203.482	6.662.204	179.008	88.705	90.303
Santa Fe	2.704.981	2.656.886	1.273.525	1.383.361	48.095	25.003	23.092
Río Negro	531.387	518.307	255.390	262.917	13.080	6.541	6.539

Tabla 3.20: Población de 10 años y más por condición de alfabetismo y sexo, según provincia.

Fuente: [Censo Nacional 2010 - Censo del Bicentenario](#).

Luego, tomando como referencia el total de personas con estudios, procedimos a determinar cuántos de ellos cuentan con secundario completo, universitarios incompletos y universitarios completos. Esto nos permitirá estimar la disponibilidad y facilidad de encontrar mano de obra calificada para las distintas actividades a desarrollar en nuestra empresa.

Buenos Aires

Edad	Población	Población que asiste a un establecimiento educativo	Nivel de enseñanza				
			Primario	Secundario	Superior no universitario	Universitario	Post universitario
18-24	904.139	286.769	12.039	72.333	61.465	140.368	564
25-29	601.524	95.726	5.998	16.786	23.515	46.731	2.696
30 y más	4.223.336	205.874	54.823	54.491	39.952	48.707	7.901

Tabla 3.21: Nivel de enseñanza en Buenos Aires.

Fuente: [Censo Nacional 2010 - Censo del Bicentenario](#).

Santa Fe

Edad	Población	Población que asiste a un establecimiento educativo	Nivel de enseñanza				
			Primario	Secundario	Superior no universitario	Universitario	Post universitario
18-24	189.327	72.961	2.433	19.106	15.902	35.354	166
25-29	128.889	21.440	1.365	2.987	4.953	11.269	866
30 y más	883.127	38.258	12.116	8.713	6.183	9.306	1.940

Tabla 3.22: Nivel de enseñanza en Santa Fe.

Fuente: [Censo Nacional 2010 - Censo del Bicentenario](#).

Río Negro

Edad	Población	Población que asiste a un establecimiento educativo	Nivel de enseñanza				
			Primario	Secundario	Superior no universitario	Universitario	Post universitario
18-24	36.656	15.088	455	7.162	2.054	4.960	20
25-29	25.037	4.141	253	862	1.019	1.873	90
30 y más	161.303	8.792	2.433	2.099	1.522	2.395	343

Tabla 3.23: Nivel de enseñanza en Río Negro.

Fuente: [Censo Nacional 2010 - Censo del Bicentenario](#).

3.2.2.5.3. Salario

En cuanto a los salarios, se tiene la siguiente situación:

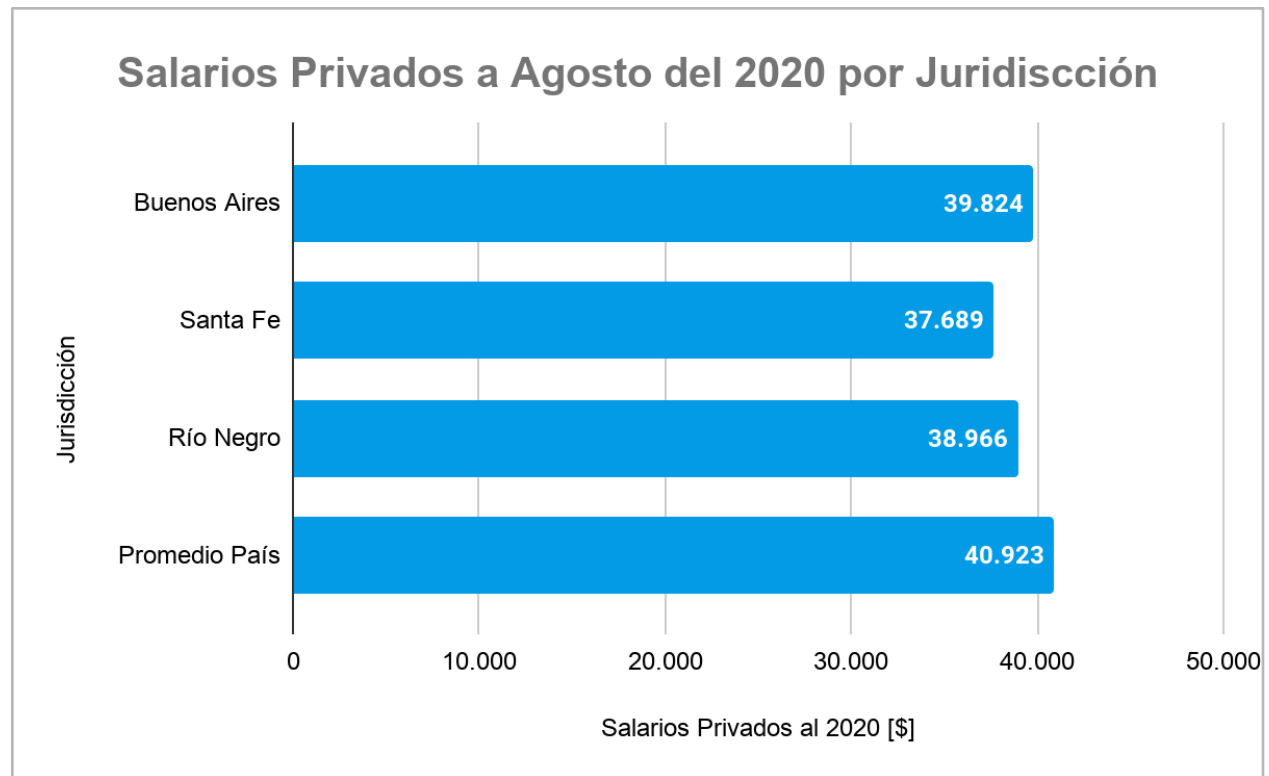


Gráfico 3.1: Salarios privados promedio al primer trimestre del 2020.

Fuente: Dirección Nacional de Asuntos Provinciales del Ministerio de Hacienda.

Se observa que los salarios en las provincias analizadas no varían considerablemente.

Comparación y asignación de puntaje

Como se puede ver en los censos, la provincia de Buenos Aires tiene una población apta para trabajo que supera en 10 veces a la de Santa Fe y 20 veces a la de Río Negro. Como resultado de esto, Buenos Aires será la que mejor puntaje tendrá en este factor.

A modo de resumen, según la información plasmada anteriormente, se obtuvieron los siguientes indicadores, según cada provincia:

Buenos Aires

- Población laboral total: 8.756.722
- Población educada: 12.865.686
- Tasa de desocupación al 2020: 13,2%
- Sueldos brutos sector privado: \$51.983

Santa Fe

- Población laboral total: 1.801.110
- Población educada: 2.656.886
- Tasa de desocupación al 2020: 20,3%
- Sueldos brutos sector privado: \$49.197

Río Negro

- Población laboral total: 358.944
- Población educada: 518.307
- Tasa de desocupación al 2020:13,1%
- Sueldos brutos sector privado: \$50.863.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo detallado anteriormente, la ponderación los sub ítems correspondientes a la mano de obra quedarán como sigue:

Cantidad:

- Buenos Aires: 10
- Santa Fe: 6
- Río Negro: 4

Calidad:

- Buenos Aires: 10
- Santa Fe: 5
- Río Negro: 4

3.2.2.6. Clima

3.2.2.6.1. Humedad

La humedad es un factor importante en nuestro proyecto debido a que la PHPA es un producto altamente higroscópico, esto quiere decir que es un producto que absorbe agua del ambiente.

Buenos Aires y Santa Fe

Buenos Aires y Santa Fe pertenecen a la Región Pampeana de la Argentina, por lo cual sus características climatológicas son similares. Por esta región, los vientos que soplan provienen del noreste y son vientos húmedos, pero estos, descienden en sentido suroeste hasta llegar a Buenos Aires, y terminan su camino hacia el este, sin llegar a la Patagonia. Además, en invierno, se produce un fenómeno que origina un viento que viene desde el sur del atlántico, generando la Sudestada, aumentando la humedad en estos meses. Estas provincias, al estar en esta región de vientos húmedos, su humedad tiende a ser mayor que en la Patagonia.

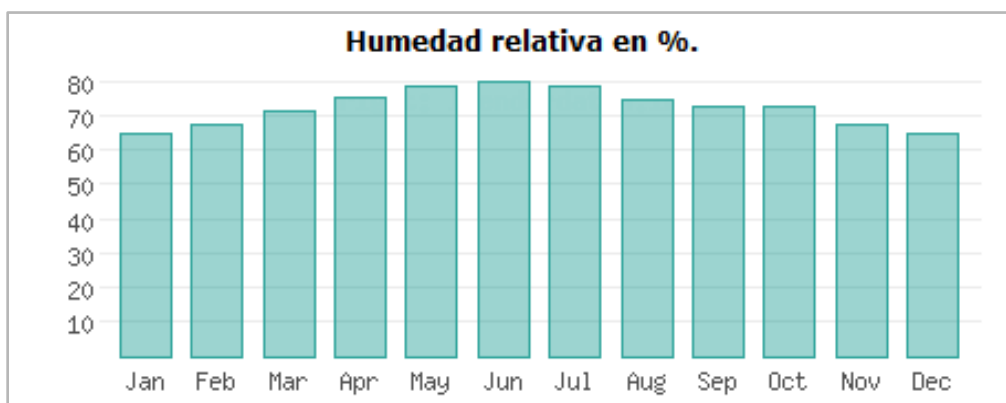


Gráfico 3.2: Humedad en Buenos Aires.

Fuente: [Clima Buenos Aires](#).

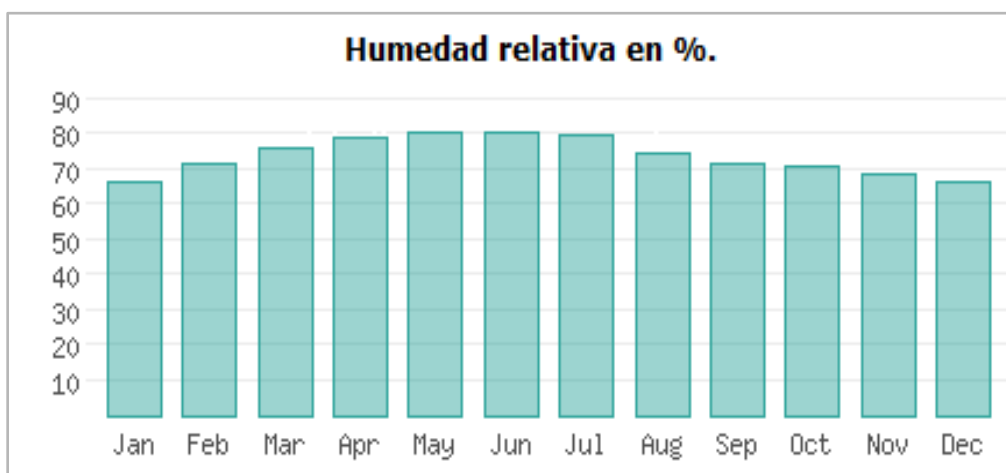


Gráfico 3.3: Humedad en Santa Fe.

Fuente: [Clima Santa Fe](#).

Río Negro

Río Negro, al contrario que Santa Fe y Buenos Aires, pertenece a la región patagónica, por lo que, como se explicó antes, los vientos que llegan a esta zona son diferentes. Los vientos que vienen por esta región son del pacífico, y debido a esto, los vientos tienen que atravesar la cordillera, y al hacerlo, el viento se enfría, trayendo como consecuencia que la humedad precipite en la cordillera y llegue como viento seco a dicha provincia. Esto hace que en esta provincia haya menor humedad que en las dos provincias antes mencionadas.

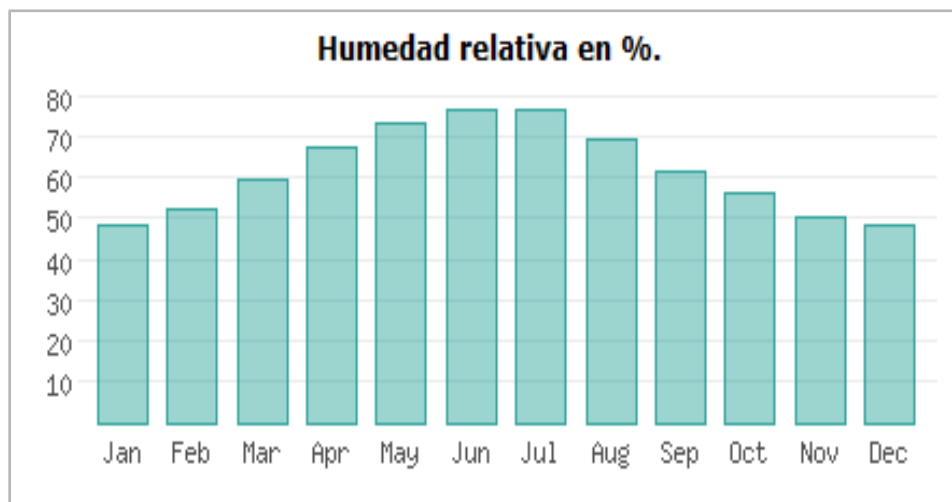


Gráfico 3.4: Porcentajes de humedad de Río Negro.

Fuente: [Clima Río Negro](#).

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “Humedad” el puntaje asignado será de:

- Buenos Aires: 6
- Santa Fe: 5
- Río Negro: 10

3.2.2.6.2. Precipitaciones

Por lo antes hablado con la humedad, también hay que tener en cuenta las precipitaciones. A continuación, se presentará un mapa de isohietas, que son líneas de igual precipitación. En dicho mapa se puede ver lo antes mencionado, en cuenta a la

dirección de los vientos, y como los vientos provenientes del Océano Pacífico precipitan en la cordillera.

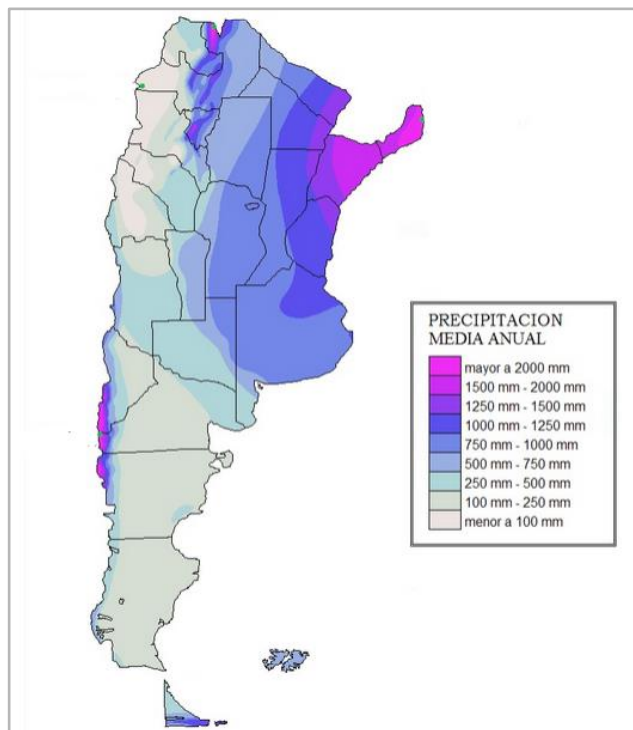


Figura 3.21: Mapa de precipitaciones media anual

Fuente: [Mapas climáticos de Argentina.](#)

Los valores de precipitación varían, al igual que la humedad, con la región en la que se encuentra la provincia, teniendo así que Buenos Aires y Santa Fe tienen mayores precipitaciones que Río Negro.

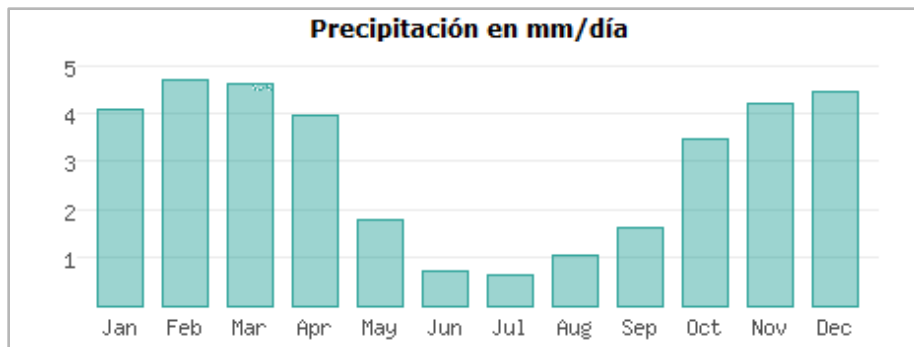


Gráfico 3.5: Precipitaciones en Santa Fe.

Fuente: [Clima Santa Fe.](#)

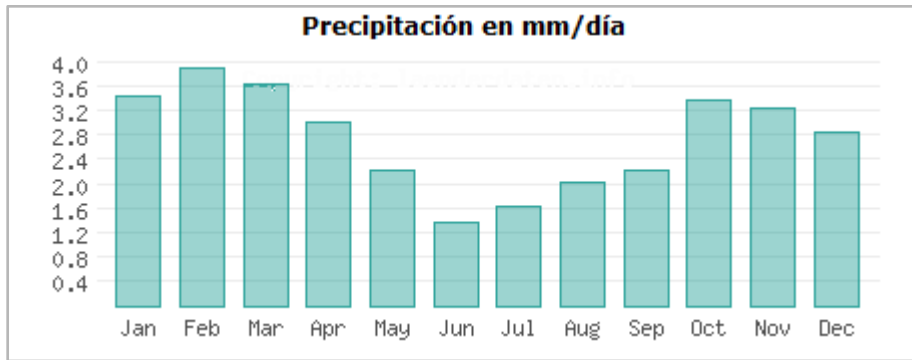


Gráfico 3.6: Precipitaciones en Buenos Aires.

Fuente: [Clima Buenos Aires](#).

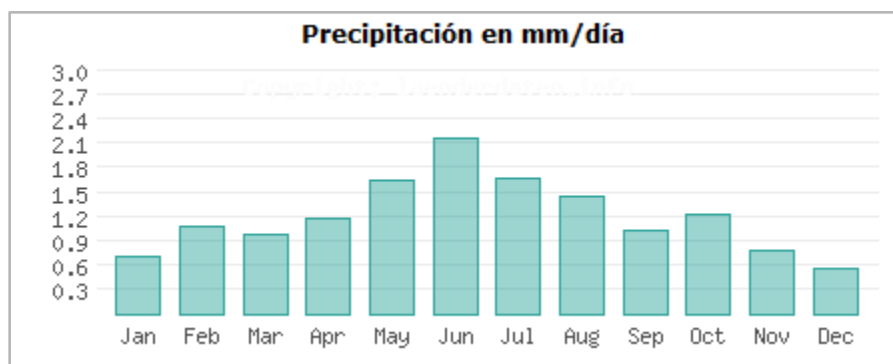


Gráfico 3.7: Precipitaciones de Río Negro.

Fuente: [Clima Río Negro](#).

Comparación y asignación de puntaje

Basándose en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “Precipitaciones” el puntaje asignado será de:

- Buenos Aires: 5
- Santa Fe: 5
- Río Negro: 10

3.2.2.6.3. Temperatura

En cuanto a la temperatura, nuestro producto puede desprender óxidos de carbono y nitrógeno que son tóxicos si la temperatura supera los 40°C, y para evitarlo necesita refrigeración.

Buenos Aires y Santa Fe

Como ya se ha mencionado anteriormente, tanto Buenos Aires como la provincia de Santa Fe, se encuentran ubicadas en la región Pampeana y al estar más al norte que la región patagónica, genera que las temperaturas promedio de ambas provincias sean más elevadas, pero no con una gran diferencia una de la otra.

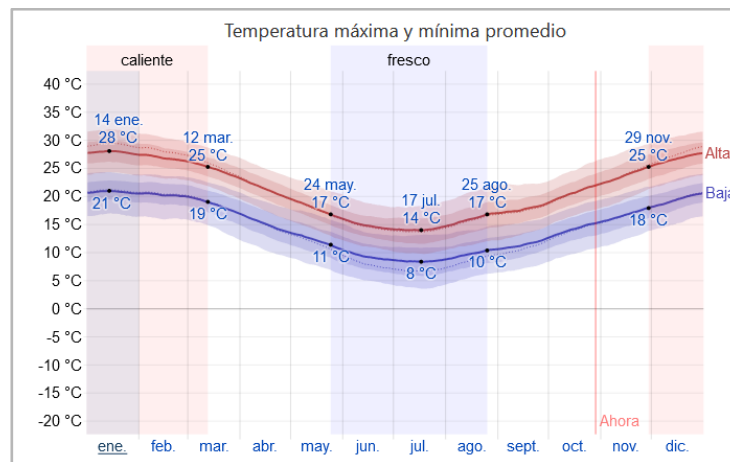


Gráfico 3.8: Perfiles de temperaturas máximas y mínimas promedios anuales en Buenos Aires.

Fuente: <https://es.weatherspark.com/>.

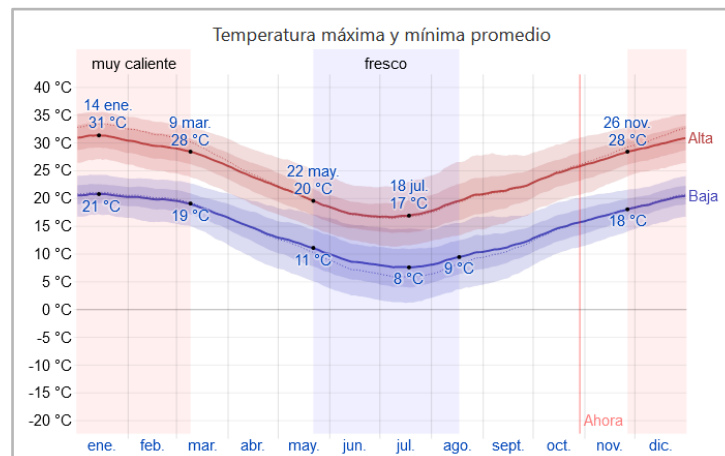


Gráfico 3.9: Perfiles de temperaturas máximas y mínimas promedios anuales para Santa Fe.

Fuente: <https://es.weatherspark.com/>.

Si bien estos son promedios, hay que marcar que estas provincias tienen picos muy altos a los promedios que pueden llegar a los 38 °C lo que implicaría tener que tener un depósito refrigerado para la conservación.

Río Negro

Esta provincia posee temperaturas menores a las de Buenos Aires y Santa Fe debido a que está en la región patagónica, por lo que es ideal para la conservación de nuestro producto final (PHPA).

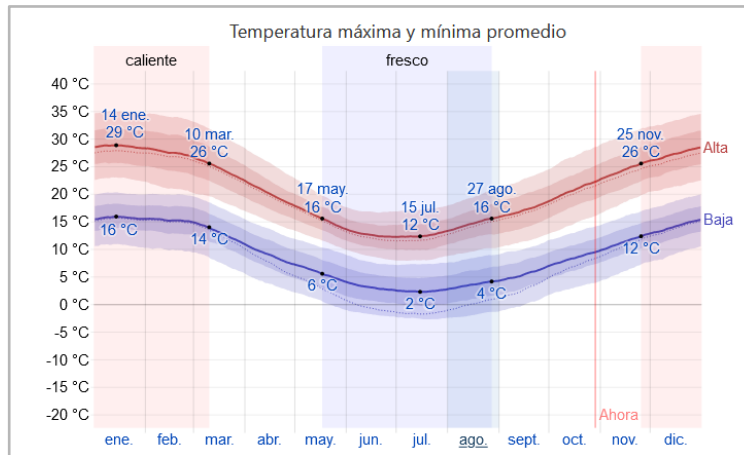


Gráfico 3.10: Perfiles de temperaturas máximas y mínimas promedio anuales para Río Negro.

Fuente: <https://es.weatherspark.com/>.

Como puede verse, posee temperaturas menores, pero se han presentado máximas de 36 °C en horas pico, aunque estas no se mantienen mucho tiempo, siguen siendo menores, por lo cual no afecta a nuestro producto.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “Temperatura” el puntaje asignado será de:

- Buenos Aires: 6
- Santa Fe: 5
- Río Negro: 7

3.2.2.7. Parques industriales

Resulta conveniente instalar la planta en un parque o área industrial, ya que justamente estos están pensados para favorecer el desarrollo de las empresas, por lo que suelen incluir tanto beneficios impositivos como legales, además de facilidades para adquirir el terreno donde ubicarnos.

A continuación, presentamos un mapa de la cantidad de parques industriales según las distintas regiones de nuestro país:

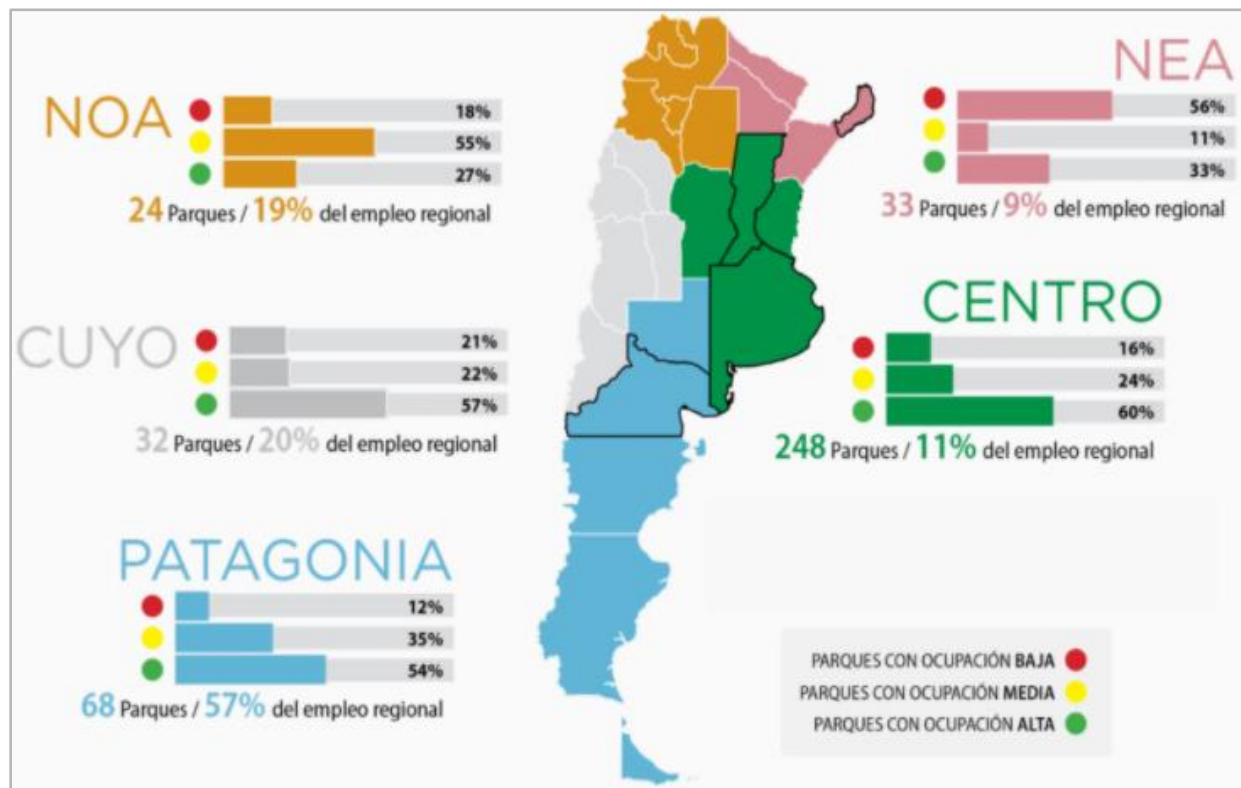


Figura 3.22: Parques industriales del país.

Fuente: <http://www.redparques.com.ar/parques-industriales/>.

3.2.2.7.1. Cantidad

Para el desarrollo de este subítem, se han tenido en cuenta la cantidad de parques industriales disponibles en las distintas provincias. Los datos se tomaron de una lista de Parques industriales inscriptos en el RENPI (2019).

Para decidir cuál provincia resulta más beneficiosa en este aspecto, se averiguó la cantidad de parques o áreas industriales en cada una, obteniendo lo siguiente:

	Buenos Aires	Santa Fe	Río Negro
Cantidad de parques industriales	64	24	10
Disponibles	52	16	8

*Tabla 3.24: Cantidad de parques industriales por provincia. Cuadro comparativo.
Fuente: Elaboración propia en función a la información obtenida de diversas fuentes.*

Como bien se mencionó anteriormente, en el cuadro anterior se representa la cantidad de parques que están registrados en las distintas regiones de estudio y su correspondiente disponibilidad. Fácilmente, podemos notar la gran ventaja que posee Buenos Aires frente a las demás provincias analizadas.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “Cantidad” el puntaje asignado será de:

- Buenos Aires: 10
- Santa Fe: 8
- Río Negro: 7

3.2.2.8. Marco legal

3.2.2.8.1. Beneficios Impositivos

Buenos Aires

Ley 13.656

En territorio de la provincia de Buenos Aires existe un programa de beneficios y otorgamientos para industrias, radicado el mismo por la mencionada ley.

Los principales beneficios que ofrece esta ley quedan contemplados en los siguientes ítems:

- Acceso a inmuebles del estado, habilitado en el caso de firma de convenio con el municipio en cuestión, en caso de que él mismo desee adherirse al programa. Los

inmuebles serían otorgados en comodato con opción a compra por un plazo de 10 años.

- Exenciones impositivas: Inmobiliario, Ingresos Brutos, Sellos, Automotores (solo para micro, pequeñas y medianas empresas).
- Programa de créditos.
- Asistencia a la gestión de recursos humanos, siempre y cuando haya un compromiso de incremento en la dotación de mano de obra.

Los requisitos que deberán cumplir los proyectos de inversión de empresas aspirantes a la obtención de los beneficios del programa son los siguientes:

- Realizar actividades consideradas prioritarias por el Plan de Desarrollo Industrial.
- Las actividades que se encuentran dentro de las prioritarias por el Plan de
- Que se trate de una planta nueva, o en caso de ser una ampliación, deberá ser con un mínimo aumento de la capacidad productiva del 50%.
- Que no presenten situaciones irregulares en cuanto a obligaciones fiscales.
- Adecuarse a las disposiciones del Código de Comercio y Leyes Laborales.
- La firma deberá presentar garantías según las condiciones y montos establecidas por la Autoridad de Aplicación.

Los beneficios anteriormente mencionados son financiados mediante el Fondo Permanente de Promoción Industrial, el cual se encuentra conformado por: el presupuesto anual de rentas, créditos recibidos por entidades argentinas o extranjeras, los intereses de los reintegros del fondo, los ingresos por multas y las donaciones.

Santa Fe

Decreto 3461

Actualmente, en la provincia de Santa Fe se encuentra vigente un programa de Promoción Industrial, que consiste en una exención de determinados impuestos para industrias radicadas en dicha provincia.

Los beneficios a los que se accede mediante este programa son la exención de los siguientes impuestos:

- Impuestos sobre los Ingresos Brutos.
- Aporte Patronal (Ley 5110, fondos para servicios asistenciales).
- Impuesto Inmobiliario.
- Tasa Retributiva de Servicios.

- Impuesto de sellos.

Dichos beneficios se extenderán por un plazo máximo de 10 años, siendo extensible a 4 años más en caso de “empresas que se radiquen o las ya instaladas que deriven parte de su producción a la exportación”.

Destinatarios estipulados por el decreto:

- Las empresas que se radiquen mediante la instalación de plantas o unidades nuevas de producción.
- Empresas existentes que cumplan determinados requisitos estipulados por el decreto.

Algunos de los requerimientos para solicitar el beneficio son:

- Solicitud de beneficios, fundada y firmada por titular de la empresa o apoderado, dirigida a la Dirección General de Industrias del Ministerio de la Producción.
- Fotocopia de inscripciones a los Organismos Oficiales: AFIP, API, Municipalidad, entre otros.
- Fotocopia del Certificado de Aprobación del Impacto Ambiental extendido por la Secretaría de Medio Ambiente.
- Fotocopia del Certificado de Aprobación de las calderas y aparatos de presión otorgado por la EPE.

Dicho trámite se realiza en la provincia de Santa Fe, y es gratuito.

Una vez cumplimentados los requisitos establecidos, se recibirán inspecciones y evaluaciones técnicas, económicas, financieras, y legales.

La renovación del beneficio es anual, y se accede a ella siempre y cuando se cumplan los requisitos establecidos al inicio con posibles modificaciones de los mismos.

Río Negro

Ley I N.º 4618

En Río Negro, esta ley otorga beneficios a las industrias. Podrán otorgarse a las empresas y explotaciones promovidas los siguientes beneficios:

- Exención o reducción de los impuestos provinciales creados o a crearse y los que los sustituyan o modifiquen.
- Para las empresas que se radiquen dentro de un agrupamiento industrial, la exención será del ciento por ciento (100%) los primeros cinco (5) años y del

cincuenta por ciento (50%) los cinco (5) años restantes. El beneficio no puede exceder los diez (10) años en todos los casos.

- A solicitud de la empresa, la Provincia de Río Negro colaborará con esta en sus trámites ante las autoridades nacionales a los efectos del logro de los beneficios previstos por la Ley Nacional N.º 21.608 o las que la sustituyan o modifiquen.
- Exención de cargos por publicaciones de carácter obligatorio oficial.
- Gestión ante entidades bancarias regionales, nacionales o provinciales de avales para la importación y/o adquisición en el país de equipos, maquinarias e instrumentos.
- Prioridad en el otorgamiento de créditos dependientes o gestionados por organismos, entes o agencias de la provincia.
- Participación facultativa de la provincia de hasta el ciento por ciento (100%) de las inversiones para la construcción privada de caminos, red eléctrica, telefónica, gas y acueductos, si ello fuere considerado de interés especial para el desarrollo de la provincia por su ubicación u otras circunstancias que determinen estas consideraciones y fuere apto para promover una zona no desarrollada, sin perjuicio de la prestación normal de servicios por parte de la provincia y entes nacionales.
- Adjudicación con facilidades para su compra, de las tierras fiscales necesarias para el desenvolvimiento de la actividad industrial a instalarse.

Las empresas a las que se hubieren acordado algunos de los beneficios de la presente, están obligadas a cumplir los planes que sirvieran de base para la concesión de franquicias y de toda otra norma legal que regularice la actividad promovida, a cuyos efectos la Autoridad de Aplicación establece los controles correspondientes.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “Beneficios Impositivos” el puntaje asignado será de:

- Buenos Aires: 7
- Santa Fe: 9
- Río Negro: 10

3.2.2.8.2. Impuestos

Aquí se analizó el impuesto a los ingresos brutos y la alícuota correspondiente de la actividad a desarrollar en el proyecto. Dado que el mismo es un impuesto provincial, es distinto en cada una de las provincias, razón por la cual se seleccionó como criterio a aplicar.

A su vez, los IIBB tienen la particularidad de no poder discriminarse con otro tipo de impuestos y estar presentes en todas las provincias. Permitiendo una comparación con criterios homogéneos para el análisis de la macro ubicación, en especial, luego del Consenso Fiscal firmado en 2018 por todas las regiones federales del país.

Buenos Aires

En Buenos Aires corresponde la Actividad 201409 “Fabricación de materias plásticas en formas primarias n.c.p.”, como se mencionó previamente, tiene el mismo código que Santa Fe debido al Consenso Fiscal. Con una alícuota de 1.5%.

Santa Fe

Antes de introducir los costos de cada una de las provincias, se debe mencionar que, en el Consenso Fiscal, se recurrió a unificar las actividades bajo la misma codificación. De esta manera, nuestro proyecto entra dentro de la actividad catalogada bajo el título de “Fabricación de materias plásticas en formas primarias n.c.p.” y su código de referencia es 201409.

La provincia de Santa Fe aplica a la mencionada actividad una alícuota de 1,5% sobre los ingresos brutos totales percibidos por la empresa en el último año de ejercicio.

Río Negro

En Río Negro corresponde la Actividad 201409 “Fabricación de materias plásticas en formas primarias n.c.p.”, otra vez recordando al Consenso Fiscal. Con la diferencia que Río Negro tiene una alícuota de 1%.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “Impuestos” el puntaje asignado será de:

- Buenos Aires: 8
- Santa Fe: 5
- Río Negro: 10

3.2.2.8.3. Normativa Ambiental

La Ley 25612 de residuos industriales indica cómo se debe tratar cada tipo de residuo a nivel nacional, incluyendo traslado, almacenamiento, incineración (de ser necesario), aislación, etc. Dicha ley, que rige para todas las provincias de la nación Argentina, es la base de todas las normativas ambientales para las distintas provincias.

Si bien existen decretos provinciales que agregan requisitos a esta ley, los mismos no son significativos, tomando en cuenta las tres provincias en estudio, como para catalogar a una como mejor que la otra.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “Normativa Ambiental” el puntaje asignado será de:

- Buenos Aires: 8
- Santa Fe: 8
- Río Negro: 8

3.3. Conclusión y resultados

Resumiendo todo lo analizado en los apartados correspondientes a cada ítem, se construye la matriz de macro ubicación tal como se explicó al principio del capítulo. En ella se colocan todos los puntajes y se calcula el total para cada provincia. En este caso, Buenos Aires sumó un total de 850 puntos, superando ampliamente los 695 de Santa Fe y los 785 de Río Negro. Por esta razón, el estudio de la micro ubicación tiene que ser llevado a cabo comparando tres locaciones dentro de dicha provincia. La matriz se presenta a continuación:

UBICACIÓN DE LA PLANTA - MACROUBICACIÓN

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL AVELLANEDA

MATRIZ COMPARATIVA: MACROUBICACIÓN									
Ítem	Puntos	Subítem	Subpuntos	Buenos Aires	Parcial	Santa Fe	Parcial	Río Negro	Parcial
Materia prima	25	Disponibilidad portuaria	17	10	170	8	136	9	153
		Proveedores	8	7	56	5	40	6	48
Subtotal				226		176		201	
Agua	15	Superficial	10	9	90	8	80	7	70
		Subterránea	5	9	45	10	50	4	20
Subtotal				135		130		90	
Energía	10	Electricidad	5	9	45	7	35	8	40
		Gas	5	10	50	6	30	6	30
Subtotal				95		65		70	
Mercado	10	Cercanía	10	7	70	6	60	10	100
Subtotal				70		60		100	
Mano de Obra	10	Cantidad	4	10	40	5	20	4	16
		Calidad	6	10	60	5	30	4	24
Subtotal				100		50		40	
Parques industriales	10	Cantidad	10	10	100	8	80	7	70
Subtotal				100		80		70	
Clima	15	Humedad	9	6	54	5	45	10	90
		Precipitaciones	4	5	20	5	20	10	40
		Temperatura	2	6	12	5	10	7	14
Subtotal				86		75		144	
Marco legal	5	Beneficios	2	7	14	9	18	10	20
		Impuestos	2	8	16	5	10	10	20
		Normativa ambiental	1	8	8	8	8	8	8
Subtotal				38		36		48	
TOTAL	100			850		672		763	

Tabla 3.25: Matriz de macro ubicación.

Fuente: Elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

- [Comercial](#)
- <http://www.puertosfe.com/tarifas/>
- [Patagonia Norte](#)
- [Visor IDE](#)
- [GENERACIÓN Y TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA](#)
- [El sistema eléctrico argentino - Fundelec](#)
- [https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Gasoductos de Argentina](https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Gasoductos_de_Argentina)
- [Anexo I NAES - Nomenclador de Actividades Económicas del Sistema Federal de Recaudación](#)
- enargas.gob.ar
- <https://www.argentina.gob.ar/armada/intereses-maritimos/puertos>
- Informe trimestral - Contexto socioeconómico argentino.
- [Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 Censo del Bicentenario](#)
- <https://www.datosmundial.com/america/argentina/>
- [Mapas climáticos de Argentina](#)
- [Impuestos provinciales](#)
- [4 Viedma, 9 de diciembre de 2019 Firmado Digitalmente por GUILLERMO M. CEBALLOS - Su validación se efectúa en http://rionegro.](#)
- [Ley 25612 RESIDUOS INDUSTRIALES](#)

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

UBICACIÓN DE PLANTA

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Municipios

Microubicación

Descripción de los factores principales

Materia prima

Disponibilidad portuaria

Servicios

Disponibilidad de agua

Distribución eléctrica

Disponibilidad de gas

Vías de comunicación

Transporte

Rutas

Terreno

Disponibilidad

Administración y servicios

Costo

Centros de atención y hospitales

Mano de obra

Cantidad

Calidad

Mercado

Distancia a puntos de venta

Clima

Temperatura

Humedad

Marco legal

Beneficios impositivos

Conclusión y resultados

Bibliografía

3.1. Introducción

Una vez obtenidos los resultados de la macro localización de la planta, se procederá a la evaluación del parque industrial y lote adecuados para el emplazamiento final de nuestra planta.

Como se puede observar en la siguiente imagen, la provincia de Buenos Aires se divide administrativamente en 135 municipios que constitucionalmente, por razones históricas, se llaman Partidos.

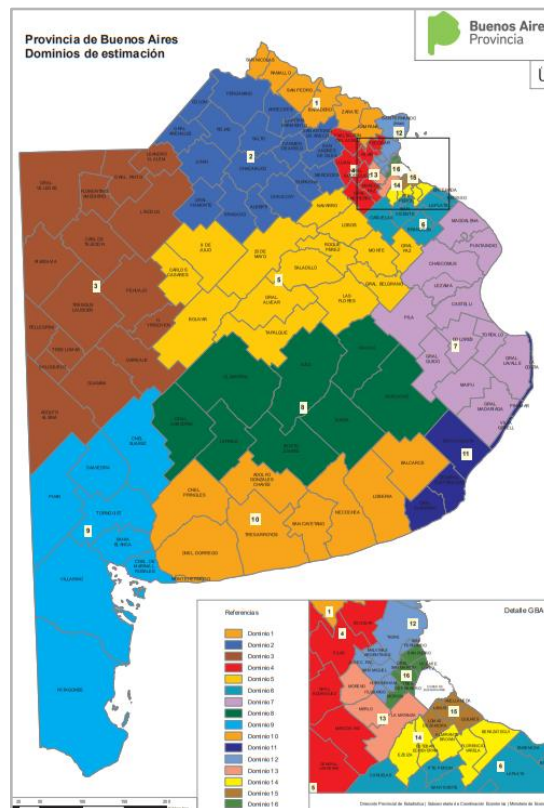


Figura 3.23: Mapa de los distintos municipios de la provincia seleccionada.

Fuente: <http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar/>.

Como ya se ha indicado en reiteradas ocasiones, resulta de gran interés ubicar la planta productiva en un parque o área industrial que tenga en sus cercanías una potencial zona portuaria.

Según el listado de “Parques Industriales Inscriptos” del Ministerio de Producción de la Nación Argentina, a marzo del año 2018⁸, en la provincia de Buenos Aires hay un aproximado de 60 parques de carácter público y disponibilidad para la instalación.

Siguiendo con la metodología utilizada en la sección anterior, se estudiarán en detalle diversos ítems según cada departamento y basándonos en ello se asignará una importancia relativa que nos permitirá finalmente armar la segunda y última matriz de ubicación. A continuación, se presenta una tabla con el listado de los factores principales y la importancia relativa que se le ha asignado a cada uno de ellos:

Materia prima	20	Disponibilidad portuaria	20
Servicios	15	Disponibilidad de agua	5
		Distribución eléctrica	5
		Disponibilidad de gas	5
Vías de Comunicación	8	Transporte	4
		Rutas	4
Terreno	16	Disponibilidad	5
		Costo	4
		Administración y servicios	4
		Centros de atención y hospitales	3
Mano de Obra	10	Cantidad	4
		Calidad	6
Mercado	12	Distancia a puntos de venta	12
Clima	14	Humedad	8
		Temperatura	6
Marco legal	5	Beneficios impositivos	5

Tabla 3.26: Listado de los factores principales a evaluar.

Fuente: Elaboración propia.

⁸ Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/>

La importancia relativa de cada uno de los factores asignados en la tabla anterior se detalla a continuación, y sigue, en cierta medida, con el lineamiento realizado en la macro ubicación.

- **Materia prima:** de la misma manera que se estableció en el análisis de la macro ubicación, dado que el producto del cual se va a partir no se produce en el país, la disponibilidad portuaria resulta en un tema preponderante.
- **Servicios:** la importancia de estos radica en su esencialidad para el desarrollo de cualquier proceso productivo. Este factor se dividió en tres sub ítems los cuales son el agua, por ser indispensable en el proceso de PHPA al formar parte del producto final y debido a las corrientes de proceso, la distribución eléctrica, para la puesta en marcha de las máquinas, iluminación y demás elementos que requieren la misma para su funcionamiento, y, por último, la disponibilidad de gas para alimentar hornos y otras unidades u operaciones de calefacción.
- **Vías de comunicación:** aquí se ha analizado tanto la facilidad de acceso para los operarios hacia la planta, así como también las rutas y avenidas cercanas que permitan facilitar el transporte de la materia prima y del producto terminado hacia nuestros potenciales clientes. También, se estudió las comunicaciones desde el puerto correspondiente hasta el parque industrial.
- **Terreno:** la importancia relativa asignada corresponde fundamentalmente a la disponibilidad y coste que tendrán los posibles lotes dentro de cada parque industrial. A su vez, se considerará darle una cierta importancia a la forma de administración y los servicios que cada área industrial analizada presenta y los centros de atención al público y hospitales cercanos frente a una posible emergencia.
- **Mano de obra:** este factor en particular posee una cierta importancia por la clara necesidad del recurso humano para llevar a cabo tanto operaciones del proceso, como las demás cuestiones administrativas de la empresa.
- **Mercado:** aquí la ponderación asignada se basa en los costes de transporte, logística y distribución de nuestro producto terminado hacia los puntos de venta establecidos con anterioridad.
- **Clima:** en este factor, la importancia de la humedad ambiente es elevada porque la poliacrilamida es un polímero altamente higroscópico.

- **Marco legal:** se consideran los principales beneficios que cada municipio y parques industriales presentan frente a la posibilidad de emplazamiento de una planta industrial en ellos.

3.1.1. Municipios

A raíz de todo lo anteriormente mencionado y dada la gran cantidad de opciones existentes en la provincia de Buenos Aires, se buscó un análisis cualitativo y cuantitativo que evalúe las fortalezas y las oportunidades de un ambiente determinado para la radicación, el desarrollo y la consolidación de industrias. Entonces como primer filtro, se ha seleccionado a partir del mapa que se presenta a continuación, aquellos municipios que presentan mayor atracción territorial:

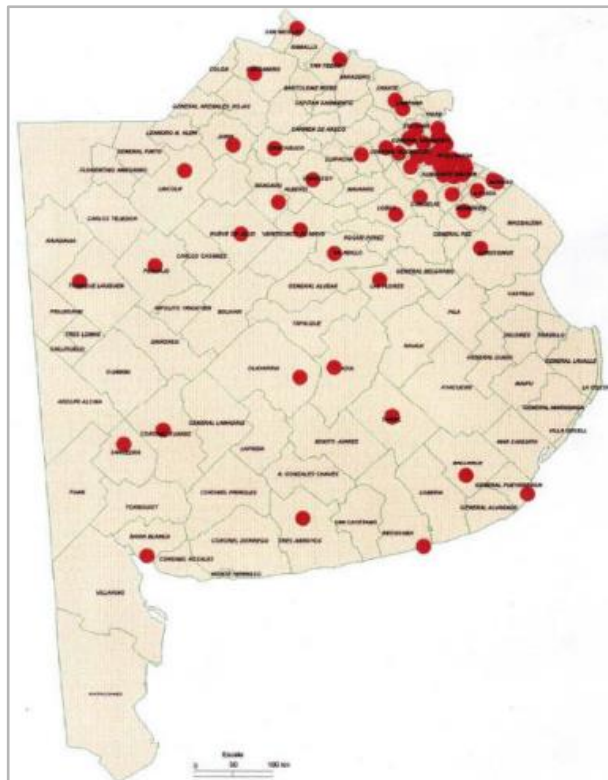


Figura 3.24: Mapa de los distintos municipios con mayor atracción territorial.

Fuente: [Industria y territorio: un análisis para la provincia de Buenos Aires.](#)

Luego, como filtro de interés, se ha tomado la cercanía a los principales puertos de la provincia seleccionada, obteniendo tres partidos cuyas características son representativas de sus regiones y presentan los principales puntos de interés. De esta

manera, finalmente la micro localización de nuestra planta se encuentra acotada a las siguientes opciones:

- Bahía Blanca
- La Plata
- Pilar

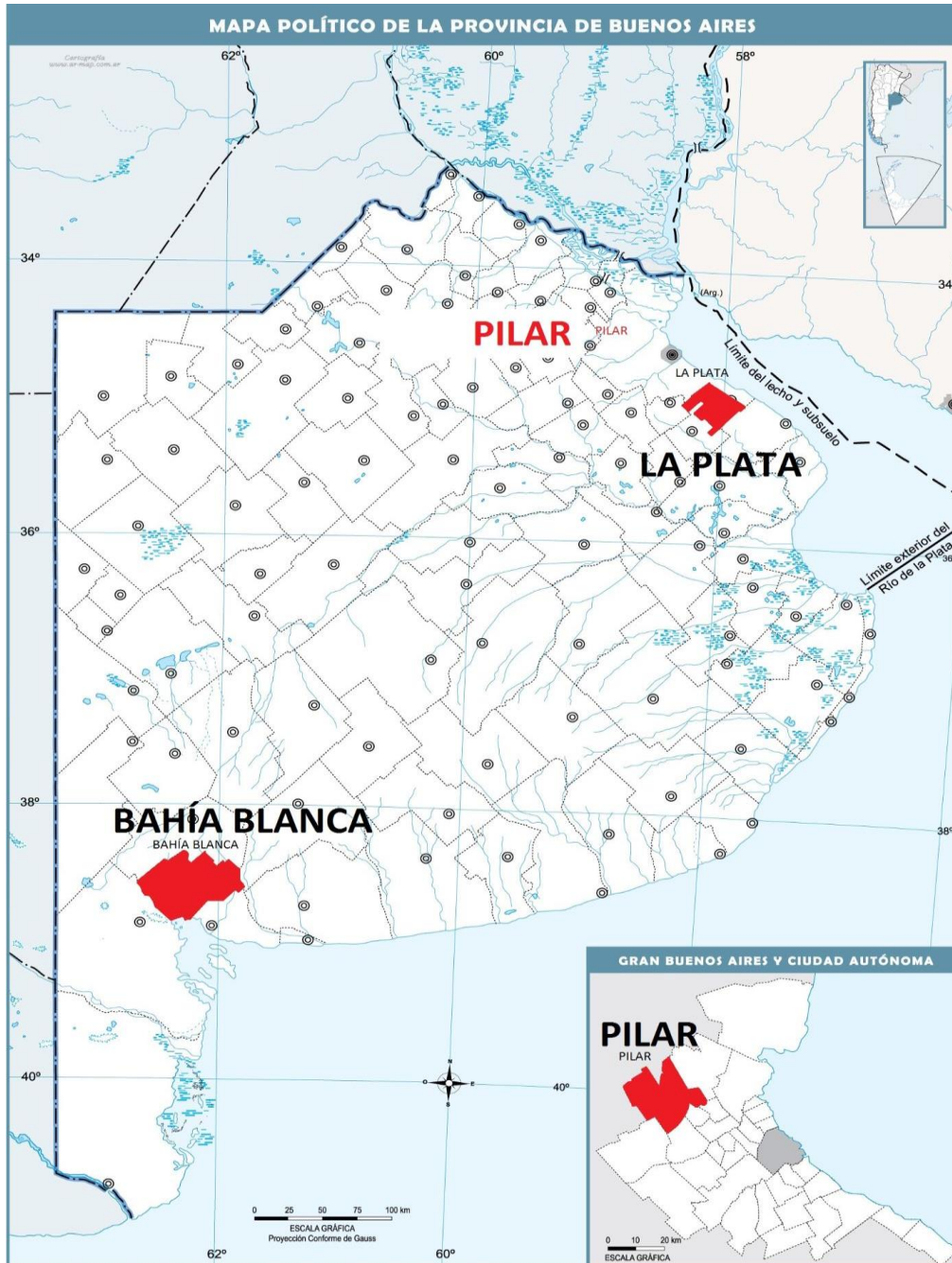


Figura 3.25: Mapa de los municipios seleccionados.

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Micro ubicación

3.1.2. Descripción de los factores principales

3.1.2.1. Materia prima

En este punto se analiza la cercanía entre los puertos y los distintos puntos de ubicación elegidos como potenciales para la planta. Además, se toma en cuenta el puerto en sí y las capacidades que este tiene.

3.1.2.1.1. Disponibilidad portuaria

Bahía Blanca

Bahía Blanca cuenta con un puerto propio ubicado a menos de 5 kilómetros de distancia del parque industrial de la ciudad, con tres vías terrestres alternativas. Esto es una gran ventaja al momento de transportar nuestra materia prima desde el puerto hacia la planta. Además, existe una línea de tren en pleno funcionamiento que permite una rápida conexión entre la ciudad de Bahía Blanca con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, así como con otras ciudades intermedias que poseen paradas.

En lo que respecta a las facilidades y equipamiento del puerto, como se vio en el capítulo de macro ubicación, cuenta con todo lo necesario para satisfacer la carga de importaciones que se requirió para producir. Siendo este el puerto más grande de Buenos Aires, apto para exportaciones e importaciones, hoy en día, debido a que el Puerto de Buenos Aires pertenece a CABA, cuya autonomía se le adjudicó en 1994.

Como alternativa ante eventualidades, Bahía Blanca se encuentra a 642 km del puerto último mencionado, con una comunicación terrestre directa.

La Plata

La ciudad de La Plata es un caso particular, ya que existe un puerto homónimo en el partido, ubicado en los límites de Ensenada y Berisso. Otras características de dicho puerto, “El puerto de La Plata”, es que presenta una capacidad mayor a la del Puerto de Buenos Aires y posee un Astillero propio, pero nunca se habilitó como puerto de comercio, por lo que no tiene concesión para operar con exportaciones e importaciones.

Por lo tanto, se debe usar el puerto de Buenos Aires para el ingreso de las materias primas. Estos se encuentran separados por una distancia de 60 Km aproximadamente,

los cuales atraviesan la zona sur del área metropolitana de Buenos Aires, lo que conlleva a ser áreas de alto tráfico y demoras recurrentes. Esto genera una gran desventaja al momento de transportar las materias primas desde el puerto hacia la planta.

Presenta la ventaja de que el puerto de Buenos Aires, como se vio en el capítulo de macro ubicación, es el de mayor tráfico comercial del país. Es capaz de satisfacer el caudal de ingreso de materia prima que se requirió para la producción de nuestro producto y está habilitado para tales fines.

Pilar

La ciudad de Pilar no cuenta con un puerto propio, en caso de ubicar la planta en este distrito, se debe utilizar el puerto de Buenos Aires, como ocurre con el caso de La Plata. La distancia que separa estos dos puntos es de 68 Km aproximadamente, y para transitarlos se debe ir por la ruta 8 y la Autopista Dr. Arturo Umberto Illia, siendo ambas la principal comunicación entre CABA y la zona Norte del área Metropolitana de Buenos Aires, por lo cual sufre de congestionamientos diarios. Siendo este el peor de los casos en cuanto a la cercanía de un puerto hasta la planta.

Comparación y asignación de puntaje

Pilar y La Plata presentan características similares, presentando Pilar una desventaja extra, ya que queda en sentido contrario al del mercado a abastecer, aunque la distancia extra no es considerable. Por otro lado, Bahía Blanca no solo presenta ventajas de comunicación entre el Puerto y la ubicación, sino que, ante algún problema portuario, puede recurrir al puerto de Buenos Aires.

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “disponibilidad portuaria” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca: 10
- La Plata: 7
- Pilar: 6

3.1.2.2. Servicios

En primer lugar, se consideró importante aclarar que existe cierta uniformidad en cuanto a los costos de los servicios para las tres localidades seleccionadas. Por lo que se decidió obviar los resultados de dicho análisis a la hora de asignar los puntajes.

3.1.2.2.1. Disponibilidad de agua

Como ya se ha hecho referencia anteriormente, el agua se trata de un recurso fundamental para la puesta en marcha y operación de nuestra industria; ya sea para incorporarla en el proceso, así como también para poder satisfacer los recursos sanitarios básicos de los operarios y demás empleados.

Para el análisis de la disponibilidad de agua, primeramente, se analizó la cartografía de las cuencas hidrográficas en la provincia seleccionada, para luego poder determinar en forma aproximada la distribución de dicho recurso hídrico en cada localidad. Posteriormente, se procedió a buscar datos más concretos y específicos provistos por cada departamento en cuanto a las principales fuentes de suministro y su capacidad para poder cubrir la demanda necesaria.

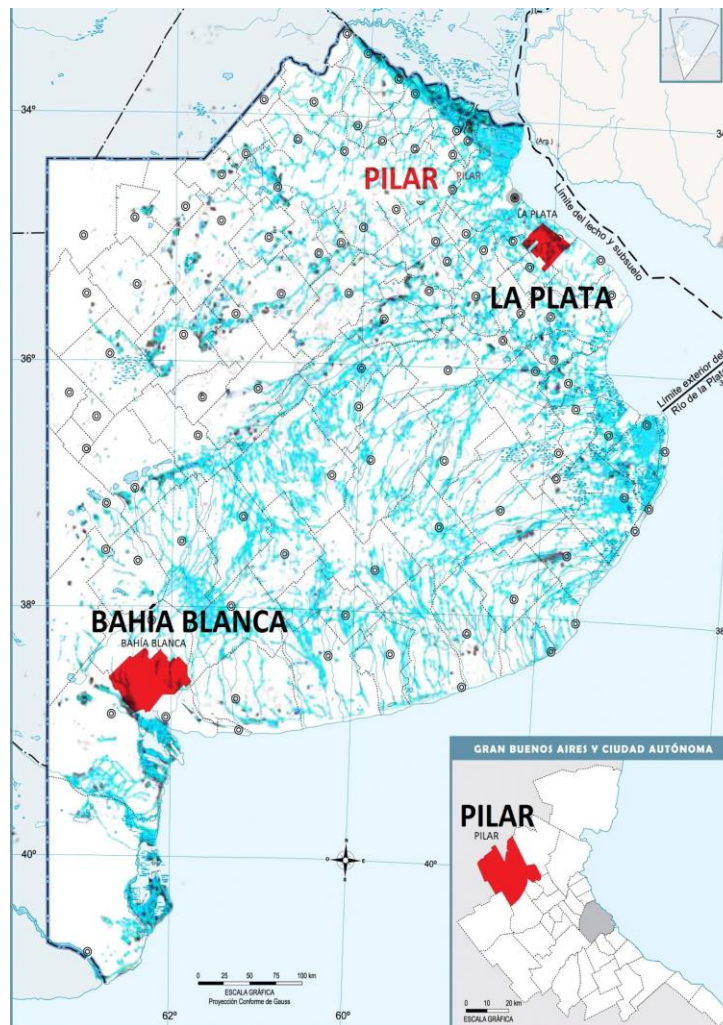


Figura 3.26: Mapa de cuencas hidrográficas en la provincia de Buenos Aires.

Fuente: Elaboración propia.

Bahía Blanca

La ciudad de Bahía Blanca dispone de fuentes hídricas para su desarrollo sustentable. El abastecimiento de agua se logra fundamentalmente a partir de la regulación del Río Sauce Grande por el Dique Paso de las Piedras, que se erige así en la principal y única fuente de abastecimiento. Al ser pluvial el régimen del río, resulta previsible entonces que el recurso fluctúe según los períodos de abundancia y de escasez de lluvias. Esta dependencia climatológica marca una de las debilidades más significativas a fin de garantizar la continuidad y mantenimiento de un servicio público esencial para la población y el funcionamiento correcto de nuestra planta.

La distribución del servicio de agua y cloacas se encuentra operado por la empresa Aguas Bonaerenses S.A. (ABSA), y el costo del metro cúbico de la región es de \$11,10 más un cargo fijo de \$1.000, aproximadamente.

La Plata

Actualmente, la ciudad de La Plata se nutre de los caudales de agua que provee la planta potabilizadora Donato Gerardi y en particular la demanda de la ciudad de La Plata es complementada con pozos de explotación al acuífero Puelche.

Corresponde a un sistema sustentado por obras que tiene décadas de antigüedad y que actualmente está siendo operado por la empresa Aguas Bonaerenses S.A. (ABSA) que trata el agua proveniente del Río de la Plata y no tiene capacidad para cubrir los incrementos de la demanda ocasionada por el crecimiento natural de la población, así como el déficit de oferta ocasionado por la aparición de problemas de calidad en los pozos.

Al igual que en el caso de Bahía Blanca, el costo del metro cúbico de la región es de \$11,10 más un cargo fijo de \$1.000, aproximadamente.

Pilar

El Parque Industrial Pilar (PIP) se localiza en la Cuenca del Río Luján, teniendo una ubicación privilegiada dentro de la misma debido a que, en el proyecto de construcción del parque industrial, se le dio mayor relevancia al estudio de los acuíferos. Sin embargo, hoy en día el parque en cuestión supera ampliamente la cantidad de industrias proyectadas en la década de los '90, lo cual presenta un riesgo potencial para nuestro proyecto como para el ambiente de la región.

La empresa encargada de la distribución de agua en dicho partido es AySA, la cual se encarga de la distribución en toda el área metropolitana. Los costos del metro cúbico y sistema cloacal en la región es de \$51,10 para usuarios no residentes más un cargo fijo.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “disponibilidad de agua” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca: 8
- La Plata: 6
- Pilar: 6

3.1.2.2.2. Distribución eléctrica

A continuación, se presenta el mapa de la red de energía eléctrica en la provincia de Buenos Aires, el cual nos permite observar que los tres departamentos elegidos pertenecen a la misma red de distribución de energía eléctrica de larga distancia, entonces, en todos se tendrá abastecimiento de la misma, debido a que dicha red dispone de líneas de alta y media tensión.

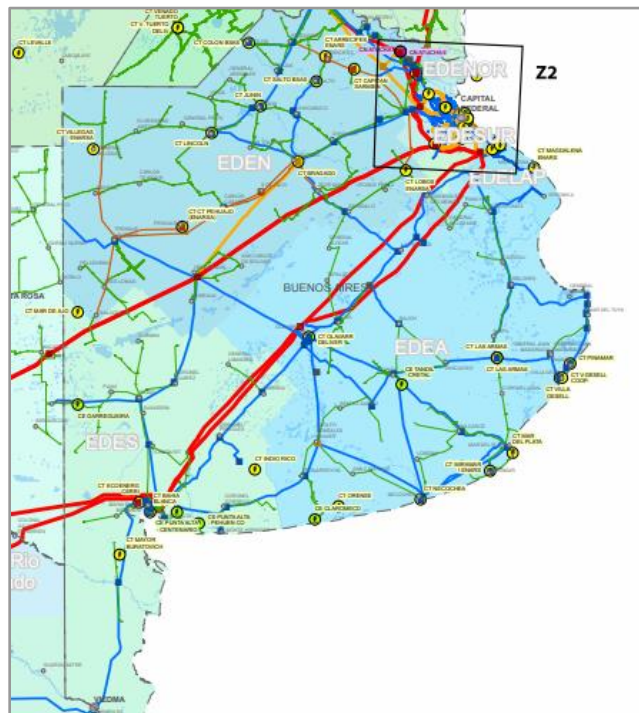


Figura 3.27: Mapa de generación y transporte de energía eléctrica.
Fuente: [Secretaría de Energía - Ministerio de Desarrollo Productivo.](#)

Bahía Blanca

La red de distribución de energía eléctrica en la ciudad de Bahía Blanca está concesionada a la empresa EDES, la cual administra el sur de la Provincia de Buenos Aires, siendo Bahía Blanca una de las trece localidades que administra. Dicha empresa presenta cargos para los distintos tipos de usuarios, perteneciendo nuestro proyecto a la categoría de grandes demandas. Los costos de dicha categoría son \$1.793/mes de cargo fijo, y el costo máximo del kWh según las horas de uso es de \$3,41.

En la actualidad, EDES se encuentra realizando distintos tipos de inversiones para mejorar las líneas de media y baja tensión. Lo cual implica un correcto mantenimiento de la red dado el crecimiento futuro de la demanda.

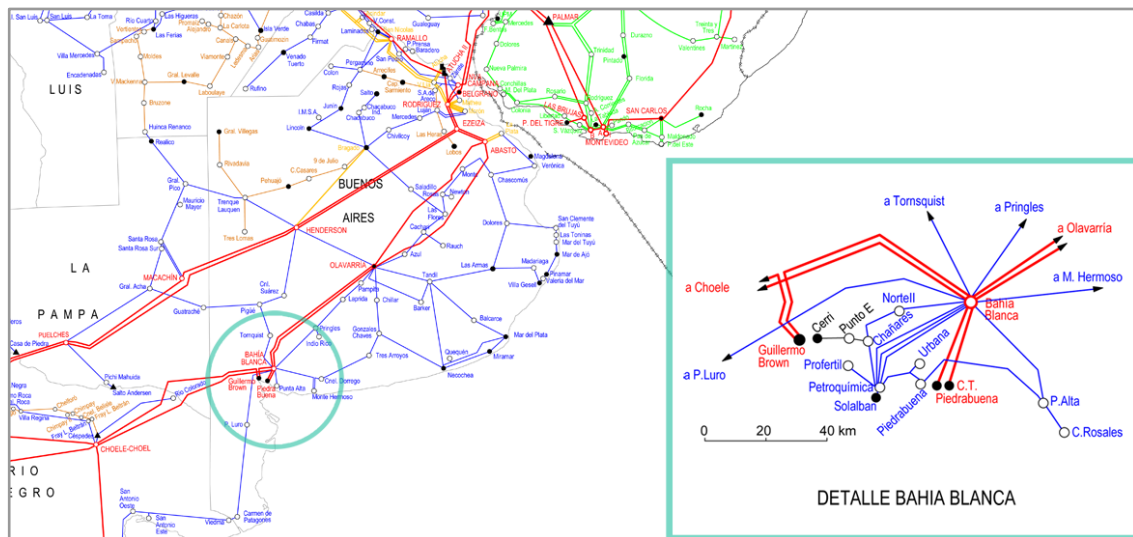


Figura 3.28: Mapa de generación y transporte de energía eléctrica.

Fuente: [Mapa Distribución de Electricidad | Producción Bahía.](#)

La Plata

En el caso de La Plata, la empresa EDELAP tiene la concesión de la red de distribución de energía eléctrica. Los cargos más elevados para los usuarios pertenecientes a la categoría de grandes demandas son \$332/mes, según la potencia contratada, y un cargo variable de \$0,56/kWh.

Presentando la opción más económica, de momento, al no conocer el consumo eléctrico final del proceso.

Pilar

Por su parte, Pilar se encuentra dentro de la red de distribución de energía eléctrica concesionada a la empresa EDENOR, la cual administra el norte del área metropolitana de Buenos Aires. Los cargos para los usuarios pertenecientes a la categoría de grandes demandas son \$2.814/mes de cargo fijo, y el costo máximo del kWh según la potencia contratada y \$3,23/kWh.

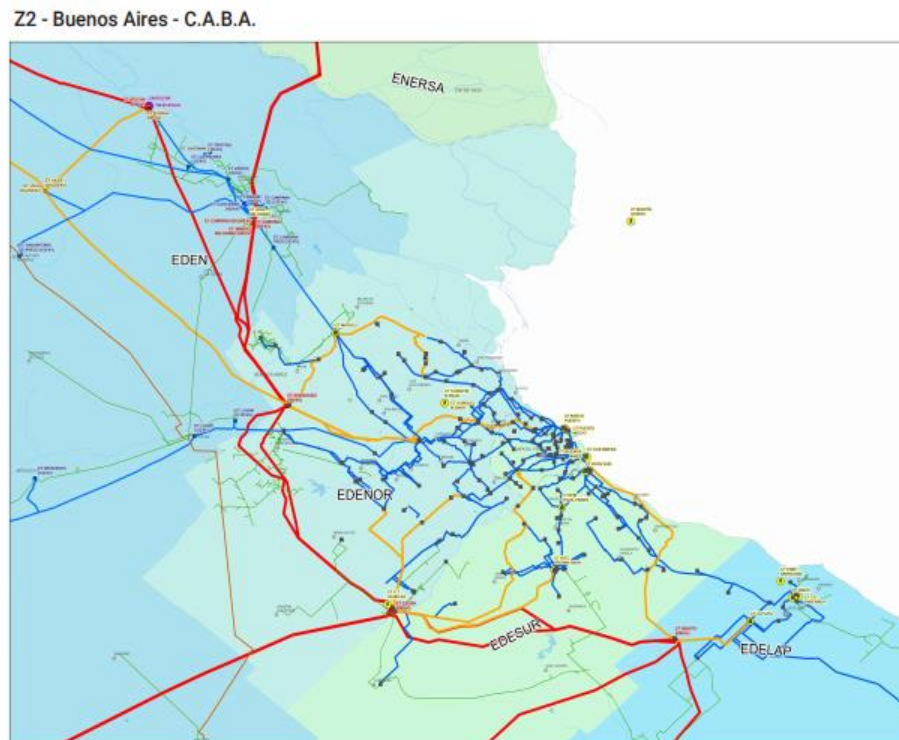


Figura 3.29: Mapa de generación y transporte de energía eléctrica.

Fuente: [Secretaría de Energía - Ministerio de Desarrollo Productivo.](#)

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el “distribución eléctrica” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca: 9
- La Plata: 10
- Pilar: 8

3.1.2.2.3. Disponibilidad de gas

Para el análisis de este ítem, se obtuvieron conclusiones del mapa del sistema de transporte y distribución de gas para la provincia de Buenos Aires en las distintas localidades que nos competen.

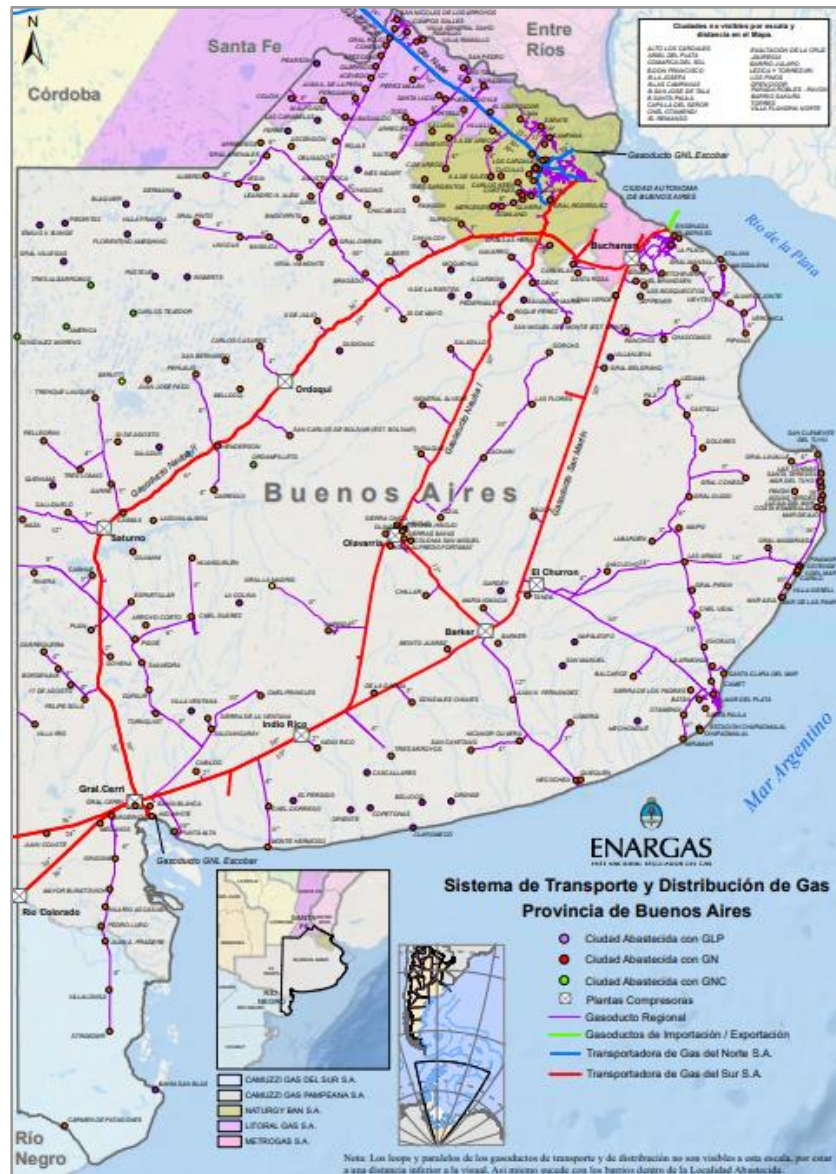


Figura 3.30: Red de gasoductos en la provincia de Buenos Aires.

Fuente: [Enargas - Información geográfica de Buenos Aires.](#)

A su vez, para dicho análisis, se consideró que el consumo de gas del proyecto corresponde a un cliente grande con Sub-categoría “G”, estimando un consumo de hasta 5.000 m³/día. A continuación, se mencionan las empresas encargadas de la concesión de la red de distribución de gas en cada una de las jurisdicciones en estudio.

Bahía Blanca

En Bahía Blanca, la empresa que se encarga de proveer gas es Camuzzi Gas Pampeana, cuyas tarifas vigentes al momento de estudio, diciembre 2020, son para usuarios en categoría G de \$9,16/m³ por capacidad reservada, más \$11.402 de costo fijo y dos costos variables correspondientes al transporte (\$0,61/m³) y al consumo (\$0,09/m³).

Sub-Categoría	Escala de Consumo por Período de Facturación	\$/m ³ Reserva de Capacidad*	Cargo Variable DIS (\$/m ³)*	Cargo Variable TTE (\$/m ³)**	Cargo Fijo (\$/Factura)*
G	0 a 5000 m ³	9.162390	\$0.089105	\$0.605671	\$11402.12
G	más de 5000 m ³	9.162390	\$0.033931	\$0.605671	\$11402.12
FD		4.725742	\$0.112558	\$0.605671	\$22688.55
FT		4.032990	\$0.043250	\$0.605671	\$22688.55
ID		0	\$0.281607	0	\$22688.55
IT		0	\$0.212299	0	\$22688.55

Tabla 3.27: Tarifas vigentes para grandes clientes en la municipalidad de Bahía Blanca.

Fuente: [Tarifas Vigentes](#).

La Plata

La empresa que posee la concesión de distribución de gas en La Plata, al igual que en Bahía Blanca, es Camuzzi Gas Pampeano. Si bien la empresa es la misma, la logística no lo es. Por esta razón, al encontrarse más alejada de los yacimientos la localidad de La Plata, el costo variable, tanto de transporte como de consumo, y el costo de la capacidad reservada es levemente mayor. Presentando el mismo costo fijo para ambas localidades. A continuación, se puede observar el cuadro tarifario vigente, permitiendo hacer un comparativo para un consumo de 5.000 m³/mes, arrojando una diferencia de \$400 entre ambas localidades, valor que no influye en absoluto a la hora de comparar ventajas entre las mismas.

Sub-Categoría	Escala de Consumo por Período de Facturación	\$/m ³ Reserva de Capacidad*	Cargo Variable DIS (\$/m ³)*	Cargo Variable TTE (\$/m ³)**	Cargo Fijo (\$/Factura)*
G	0 a 5000 m ³	9.143247	\$0.131104	\$0.624857	\$11402.12
G	más de 5000 m ³	9.143247	\$0.075941	\$0.624857	\$11402.12
FD		5.128308	\$0.085203	\$0.624857	\$22688.55
FT		4.551025	\$0.015917	\$0.624857	\$22688.55
ID		0	\$0.294196	0	\$22688.55
IT		0	\$0.224932	0	\$22688.55

Tabla 3.28: Tarifas vigentes para grandes clientes en la municipalidad de La Plata.

Fuente: [Tarifas Vigentes](#).

Pilar

En este partido, la empresa concesionada para la distribución de gas es Naturgy BAN S.A. Como se puede observar en el cuadro tarifario, si bien el costo total no presenta el cargo variable correspondiente al transporte, las tarifas de los otros costos son superiores, siendo más de un 20% en el costo fijo y más del 100% en los restantes.

Dado lo mencionado, el partido de Pilar presenta la menor atracción en lo que respecta a distribución de gas, en un sentido amplio.

TARIFAS DE DISTRIBUCIÓN A USUARIOS (1) P3(2), G, FD, FT, ID E IT ABASTECIDOS CON GAS NATURAL - SIN IMPUESTOS				
CATEGORIA / CLIENTE	EN \$ (PESOS)			
SERVICIO GENERAL	CARGO FIJO POR FACTURA	CARGO POR RESERVA (M ³ /DÍA)(3)	CARGO POR M ³ DE CONSUMO	
P3	13879,249545		0 a 1000 m ³	1,264012
			1001 a 9000 m ³	1,024451
			más de 9000 m ³	0,784864
G	13877,836486	22,822306	0 a 5000 m ³	0,531107
			más de 5000 m ³	0,389949
SERVICIO GENERAL	CARGO FIJO POR FACTURA	CARGO POR RESERVA (M ³ /DÍA)(3)	CARGO POR M ³ DE CONSUMO	
ID	27570,064172		1,015125	
FD	27570,064172	17,053629	0,503524	
IT	27570,064172		0,816042	
FT	27570,064172	15,709669	0,304441	

Tabla 3.29: Tarifas vigentes para grandes clientes en la municipalidad de Pilar.

Fuente: [Tarifas Vigentes](#).

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub factor “disponibilidad de gas” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca: 10
- La Plata: 10
- Pilar: 5

3.1.2.3. Vías de comunicación

3.1.2.3.1. Transporte

A continuación, se analizan los distintos tipos de transporte en cada una de las localidades que se vienen desarrollando. La selección de este factor se debe a la importancia que presenta para la logística de todo tipo de mercadería, ya sea de materia prima o producto terminado como cualquier tipo de insumo (librería, remodelaciones, limpieza, etc.). Así como también, para el rápido y fácil traslado de los empleados de la empresa, en especial aquellos operarios que no posean o no les sea rentable movilizarse con vehículo personal.

Bahía Blanca

El parque industrial de Bahía Blanca se encuentra ubicado al sur de la Provincia de Buenos Aires, en la Ruta de acceso sudoeste a puertos, a 5 km de la ciudad de Bahía Blanca. Además, la proximidad de dicho Parque Industrial con el Complejo Petroquímico, el Puerto de Bahía Blanca y la Zona Franca Bahía Blanca – Coronel Rosales determina una localización estratégica para el desarrollo industrial.

Comenzando por el partido de Bahía Blanca, su ciudad homónima posee 18 líneas de colectivo cuyos recorridos permiten una movilidad plena por la totalidad del municipio y sus alrededores. Las empresas que poseen la administración de las distintas líneas mencionadas son:

- Transporte El Villarino: Línea 319
- Rastreador Fournier (Lemos y Rodríguez S.A.): 500, 505, 507, 513, 514, 519
- Empresa Bahía Transporte SAPEM: 502, 504, 519A
- Empresa Transporte Automotor San Gabriel S.A.: 503, 506, 509, 512, 513 Expreso, 516, 517, 518

Teniendo en cuenta la cercanía del Parque Industrial de Bahía Blanca y su importancia en el ponderado de puestos de trabajo de la región, existen varias líneas que conectan distintos sectores de la ciudad con el Parque Industrial. Por otro lado, la municipalidad de Bahía Blanca ofrece a los ciudadanos un mapa interactivo con las distintas rutas y frecuencias de cada colectivo para optimizar de esta manera, la movilidad urbana en transporte público. A continuación, se presenta dicho mapa:

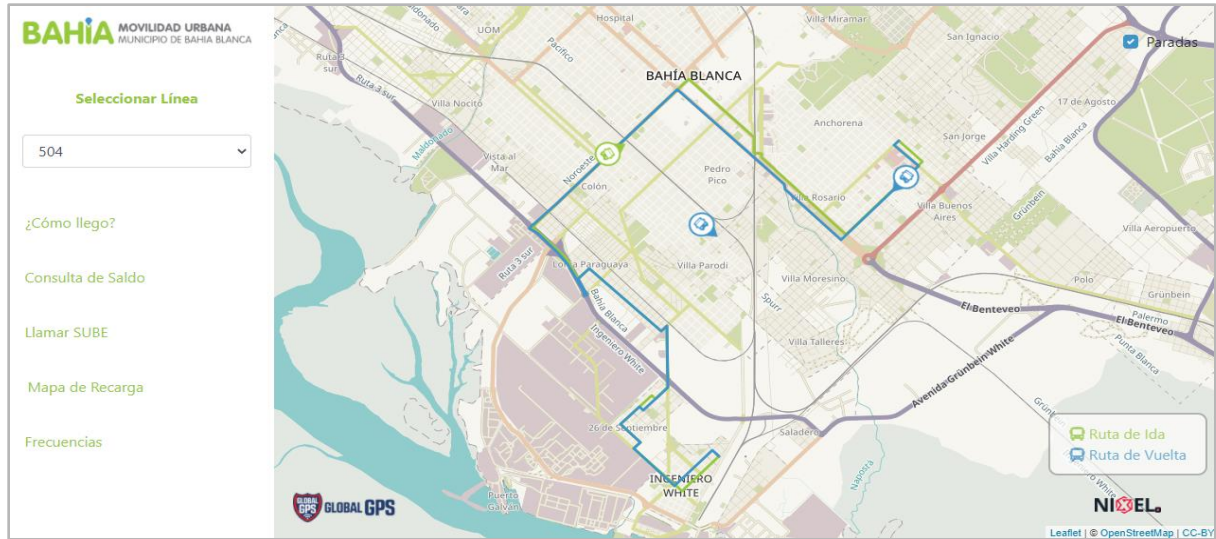


Figura 3.31: Mapa interactivo que ofrece la municipalidad de Bahía Blanca.

Fuente: [Municipio de Bahía Blanca - Movilidad Urbana](#).

Además del transporte público por líneas de colectivos, Bahía Blanca cuenta con una estación de tren que la conecta con la estación Constitución de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, conformada por los ramales R4, R14 y R15. Lo que proporciona una vía rápida para casos que requieran movilizarse a los centros administrativos del país (CABA) y de la provincia de Buenos Aires (La Plata), así como una posibilidad laboral para las localidades cercanas que posean estación de tren. A su vez, estos ramales son utilizados para trenes de carga, por lo que permite utilizar el Puerto de Bs. As. ante algún tipo de inconveniente con el de Bahía Blanca.

A su vez, existe un ramal de tren de cargas que conecta Bahía Blanca con la Ciudad de Neuquén y Zapala, localidades cercanas a nuestro mercado a abastecer. Dicho ramal es un potencial para mejorar los tiempos de logística del proceso (considerando el fin de este cuando se entrega la mercadería al cliente) y mejorando tiempos de entrega. En el mapa siguiente, se muestra la ruta del ramal R60, correspondiente al tren mencionado que conecta la Ciudad de Bahía Blanca con Neuquén, entre otros:

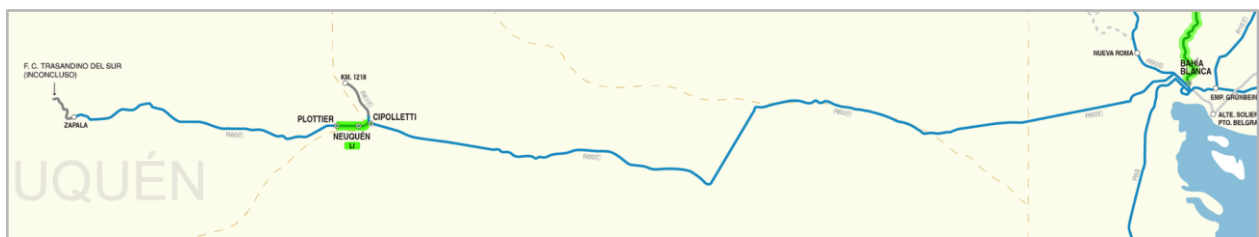


Figura 3.32: Mapa del Ramal R60 de trenes argentinos. Bahía Blanca - Neuquén.

Fuente: [Satélite Ferroviario - Estado de Situación de la Red Física Existente, Abril 2021](#).



Figura 3.33: Mapa de los ramales R4, R14 y R15 de trenes argentinos. Pza. Constitución - Bahía Blanca.
 Fuente: [Satélite Ferroviario - Estado de Situación de la Red Física Existente, Abril 2021.](#)

Por último, y no menos importante, la ciudad cuenta con aeropuerto propio para vuelos nacionales, permitiendo una comunicación rápida con los mercados a abastecer y potenciales clientes que requieran de reuniones con puestos jerárquicos para llevar a cabo los distintos proyectos o en carácter de urgencia. Como en cualquier otro punto del país.

La Plata

El parque industrial de La Plata se encuentra a unos ocho kilómetros del principal centro urbano de la ciudad, lo que resulta conveniente para el acceso de los trabajadores. Sin embargo, la ruta de acceso suele tener embotellamientos y congestionamientos, lo que podría dificultar la llegada al mismo.

Dentro de las posibilidades de transporte hacia el correspondiente parque industrial, a continuación, se mencionan las siguientes líneas de colectivos:

NOMBRE DE LA LÍNEA	DIRECCIÓN
OESTE14	Parque Industrial
OESTE15	Vuelta
OESTE15	Parque Industrial
OESTE61	Hospital San Martín

OESTE81	Estación de Ferrocarril
OESTE83	Estación de Ferrocarril
215 A	El Pato
215 B	El Pato
561	Plaza Moreno
324-5	km. 56 - Don Bosco

Tabla 3.30: Transporte disponible hacia el parque industrial.

Fuente: <https://www.omnilineas.com.ar/buenos-aires/colectivos/>.

A su vez, la ciudad dispone del ramal del tren Roca, que conecta la ciudad de La Plata con Constitución, CABA. Dicho ramal es muy concurrido y presenta buena frecuencia, dada su importancia al conectar dos centros administrativos del país. Permite la movilidad de todas los habitantes de las ciudades y partidos de la zona Sur del área metropolitana. También, la ciudad cuenta con el tren universitario, para aquellos empleados que se encuentren cursando carreras de grado o especializaciones.

En cuanto a la cercanía al puerto, la ciudad de La Plata se encuentra a 56 km. del Puerto de Buenos Aires. Y siendo la capital de la provincia, se encuentra cerca de los centros administrativos de la misma, agilizando de esta manera los trámites gubernamentales, administrativos y legales que requieren presencialidad.

Pilar

El parque industrial de Pilar se encuentra cerca de la ciudad homónima y a aproximadamente, una hora de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Sin embargo, suelen ser comunes las congestiones en la ruta que conecta la Capital con el parque industrial, siendo esta una gran desventaja. Al igual que para el caso de La Plata, Pilar no se encuentra cerca del puerto de Buenos Aires, estando este a unos 68 km del partido.



Figura 3.34: Vías de acceso con transporte público hacia el parque industrial.
Fuente: [Ubicación | Fatima | Consorcio de Propietarios Parque Industrial Pilar.](#)

El mapa anterior hace referencia a los diez ramales de las tres líneas de colectivos que comunican el parque industrial con el resto de los servicios y comunicaciones. A continuación, se detallan sus referencias.

LINEA 510	
Ramal 1 por ruta 8 - Pte Frondizi - Calle 9 - Calle 8 - Calle 3	
Ramal 2 por ruta 8 - Pte Frondizi - Calle 9 - Calle 10 - Calle 12 - Calle 24	
Ramal 3 Km 61 - Pte Frondizi - Calle 9 - Calle 10 - Calle 11 - Calle 12	
Ramal 10 Villa Astoffi - Pte Frondizi - Calle 9 - Calle 24	
Ramal 2 por Petrel - Calle 4 - Calle 9 - Calle 10 - Calle 12 - Calle 24	
Ramal 7 Km 61 Fatima - Pte Frondizi - Calle 4 - Calle 9 - Calle 24 - Calle 12	
LINEA 350	
Pilar/Parque industrial.	
Calles: Pte Frondizi - Calle 9 - Calle 24	
LINEA 176	
Pilar/Parque industrial	
Calles: Petrel - Pte Frondizi - Calle 10 - Calle 9	

Figura 3.35: Líneas de colectivos hacia el parque industrial.
Fuente: [Ubicación | Fatima | Consorcio de Propietarios Parque Industrial Pilar.](#)

Por otro lado, Pilar cuenta con estaciones de tren que conectan otras ciudades del partido como de otros partidos, así como también conecta con la CABA.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “transporte” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca: 10
- La Plata: 6
- Pilar: 7

3.1.2.3.2. Rutas

En lo que respecta a este apartado, se le asignó mayor relevancia relativa a la cercanía y acceso de las locaciones a rutas nacionales y/o provinciales de gran importancia junto con la comunicación a las vías marítimas. Esto se fundamenta en el hecho de que este tipo de vía de comunicación es explotada para el transporte de cargas mediante camiones, siendo el medio por el que se transportará el producto terminado al mercado a abastecer.

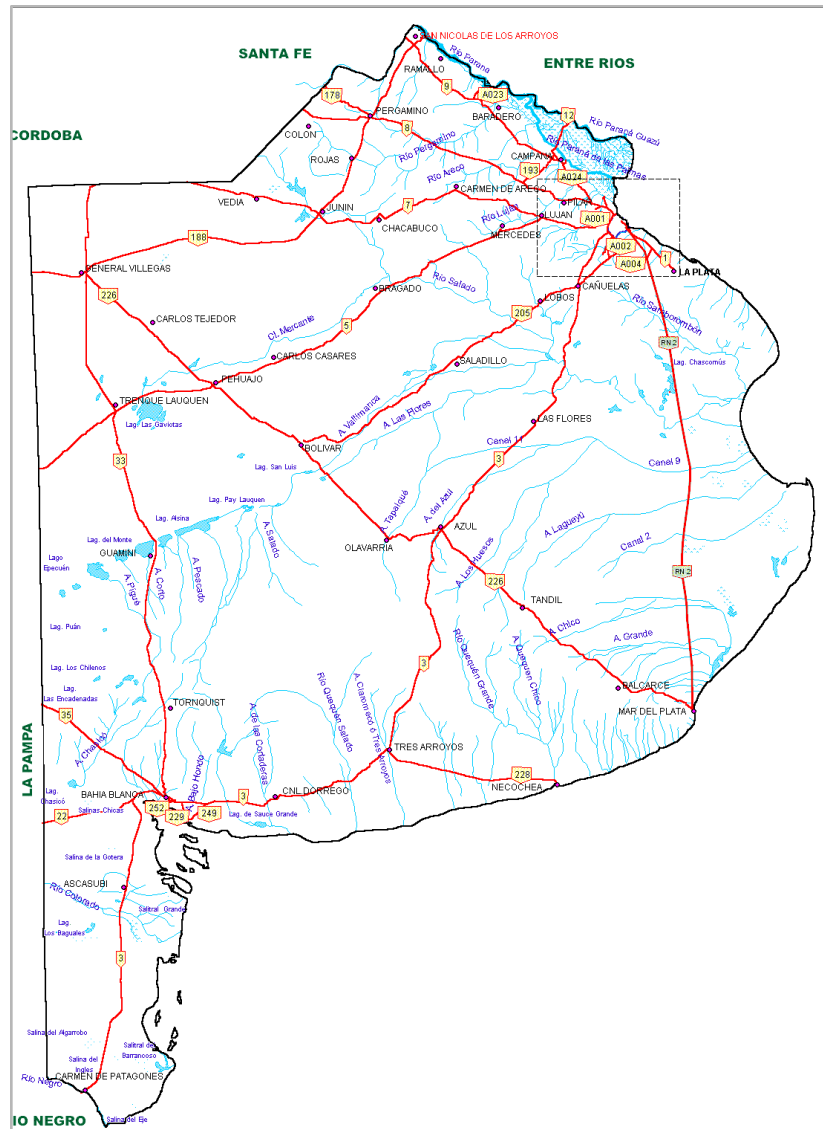


Figura 3.36: Mapa de rutas nacionales en la provincia de Buenos Aires.

Fuente: [Rutas nacionales](#).

Bahía Blanca

Se trata de un municipio eminentemente portuario, con una tradición en el nodo de cargas. Se encuentra en el vértice de tres importantes accesos: La R.N. N.º 3, la R.N. N.º 33 y la R.N. N.º 35. Es un importante complejo portuario con la presencia de dos puertos comerciales: el cerealero y de carga general de Ingeniero White y el de combustibles y ahora del polo petroquímico Puerto Galván. Además, se encuentra en la región el Puerto General Belgrano, asiento de la Flota de Mar de la Armada Argentina. Es también un importante punto concentrador de cargas por vía terrestre, ya que a las rutas

mencionadas deben agregarse la R.P. N.º 51 y la R.N. N.º 22, ambas provenientes de importantes zonas productivas del interior de la provincia y de otras vecinas.



Figura 3.37: Vías de acceso y conectividad del Centro Urbano de Bahía Blanca.

Fuente: Pablo Forgia, 2007, sobre la base de los datos del Consorcio de Gestión del Puerto y el Plan Estratégico Bahía Blanca 1997-1999.

La Plata

El hecho de radicarse en el partido de La Plata presenta ventajas debidas a su antigüedad y a su importancia como capital y centro administrativo y gubernamental de la provincia. Cuenta con varios accesos de comunicación terrestres, siendo estos la Autopista Ricardo Balbín (conocida como la Autopista Buenos Aires – La Plata), la Autovía de la R.N. 2, la R.P. 11 y la R.P. 36, permitiendo una rápida comunicación a todo el interior de la provincia y el país, así como a las rutas de carga más importantes.

Una ventaja relevante es la comunicación directa con el Puerto de Buenos Aires, mejorada con la construcción del Paseo del Bajo en la región de mayor congestión y demora del trayecto.

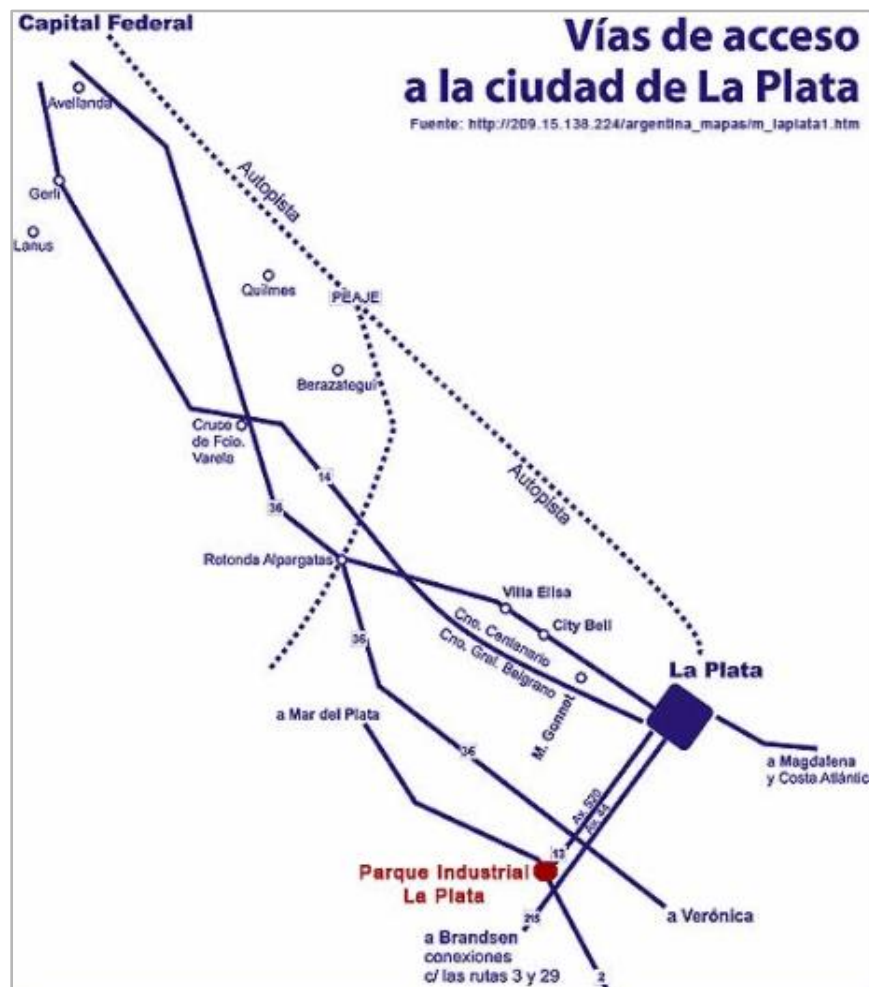


Figura 3.38: Vías de acceso y conectividad hacia el parque industrial de La Plata.

Fuente: [Estrucplan: Datos generales del Parque Industrial "La Plata".](#)

Pilar

El Parque Industrial Pilar se encuentra en un punto estratégico, siendo su localización en las cercanías con la Ruta Nacional 8 y la Ruta Provincial 6, junto con Ferrocarril Belgrano/San Martín. Y un rápido acceso a las Rutas Nacionales R.N.7 y R.N.9, permitiendo una comunicación con gran parte del interior del país. De todas maneras, la desventaja de las mismas es que ninguna comunica o está dirigida al mercado a abastecer, con excepción de la R.P.6 que conecta directamente con rutas que sí comunican con dicho punto.

Otra desventaja presente, tanto en las rutas de Pilar como en las de La Plata, es el frecuente congestionamiento debido a pertenecer a zonas metropolitanas, ocasionando demoras y aumento en los costos del transporte.

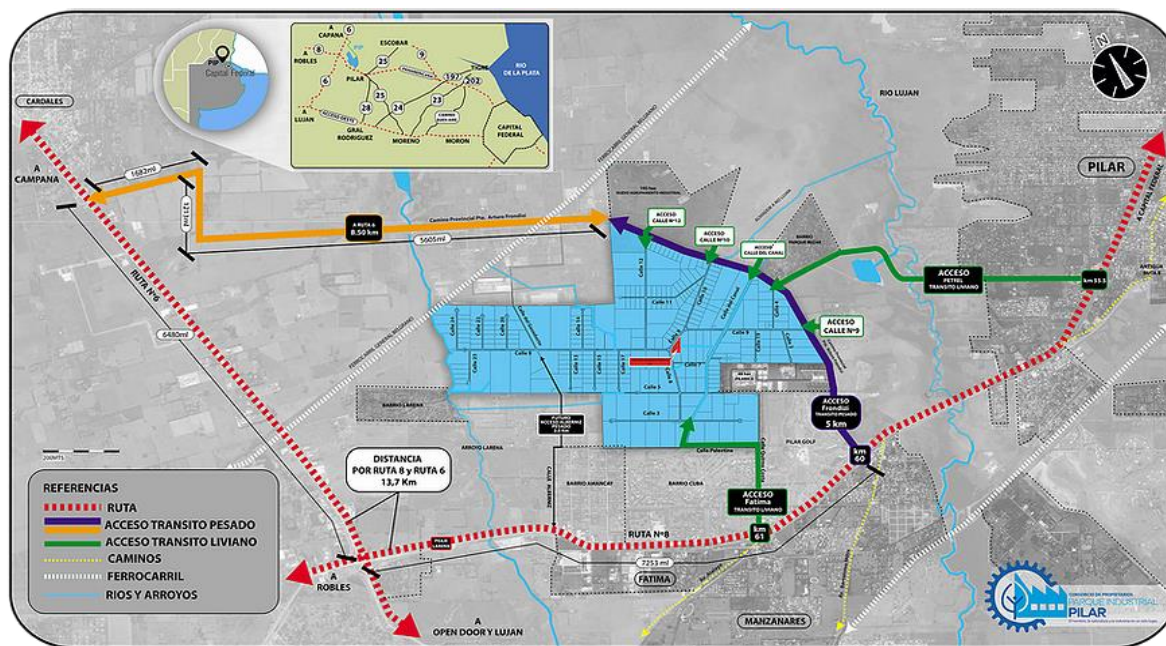


Figura 3.39: Vías de acceso y conectividad hacia el parque industrial.

Fuente: [Ubicación | Fatima | Consorcio de Propietarios Parque Industrial Pilar.](#)

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “rutas” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca: 9
- La Plata: 5
- Pilar: 7

3.1.2.4. Terreno

3.1.2.4.1. Disponibilidad

Bahía Blanca

El parque industrial de Bahía Blanca posee una totalidad de 100 hectáreas, con un proyecto de ampliación de 70 hectáreas que se encuentra en curso. En el mapa siguiente se observan las parcelas que se encuentran dentro del parque industrial, ya sean aquellas que están ocupadas como las que se encuentran disponibles:



Figura 3.40: Parcelas ocupadas y disponibles del parque industrial Bahía Blanca.

Fuente: [Parque Industrial | Producción Bahía.](#)

El mismo presenta una amplia cantidad y variedad de parcelas disponibles, permitiendo realizar una selección, realizado el estudio de las necesidades que se habrá en el proceso. Dicha característica es única en los tres parques analizados, por lo que les da una relevancia mayor frente a los otros.

Dentro de lo que corresponde a la página del parque industrial, podemos encontrar una guía para la solicitud de una parcela, aspectos a tener en cuenta y la planilla a llenar con todos los detalles de nuestra actividad.

La Plata

El parque industrial de La Plata se encuentra sobre la ruta 2 altura Km 55, en la localidad de Abasto, partido de La Plata. El mismo cuenta con una superficie de 60 hectáreas, las cuales están ocupadas en su mayoría por empresas propietarias de los títulos de propiedad de las parcelas y solo un porcentaje menor presentan propietarios

que arriendan los terrenos a empresas. Dada la poca disponibilidad y su dependencia con los alquileres, es que éste presenta el panorama de menor interés.



Figura 3.41: Parcelas del parque industrial La Plata.

Fuente: [Datos Generales – Estructurplan.](#)

Pilar

En Pilar se encuentra el parque industrial homónimo, el cual cuenta con 920 hectáreas, las cuales están administradas mediante una inmobiliaria encargada de vender los lotes disponibles. En la actualidad, dicha disponibilidad no es elevada, ya que están ocupados en su mayoría. Las principales ventajas son el tamaño del mismo, debido a que dada la gran cantidad de industrias presentes en los alrededores se pueden obtener beneficios o bajos costos en los insumos y su transporte. Y la planificación que se llevó a cabo para la construcción del mismo. La desventaja más importante, respecto al estudio de Bahía Blanca, es la baja disponibilidad de terrenos y la falta de elección para los mismos.



Figura 3.42: Posibles parcelas para emplazamiento.

Fuente: [Ubicación | Fatima | Consorcio de Propietarios Parque Industrial Pilar.](#)

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “disponibilidad” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca: 10
- La Plata: 4
- Pilar: 6

3.1.2.4.2. Administración y servicios

Bahía Blanca

El Parque Industrial Dr. Ricardo Elicabe fue creado en 1973, se encuentra entre Bahía Blanca e Ingeniero White. Posee una ubicación privilegiada para acceder tanto desde el puerto como por rutas y vías férreas.

Se trata de un parque de 136 hectáreas que se ubica sobre la Ruta Nacional N.º 3 de acceso al puerto de Bahía Blanca, uno de los principales de la provincia de Buenos Aires. En cuanto a las condiciones de gestión, se observó que existen vinculaciones con la Fundación Exportar, la Unión Industrial y con la Corporación del Comercio e Industria, todas con asiento en Bahía Blanca. Esto conlleva a una mejor administración y a una oferta de servicios que exceden los servicios públicos que se analizan en el capítulo, siendo de importancia a la hora de asignar los valores.

Por otro lado, Bahía Blanca no pertenece directamente a la red vial que conecta con los grandes centros de consumo del Mercosur, pero dicha desventaja no afecta al proyecto dado que nuestro mercado no pertenece a dicha región. Por el contrario, cuenta con un importante puerto de ultramar y un centro de importancia como es la ciudad de Bahía Blanca a 5,5 km. Como se mencionó en el [apartado 3](#) del presente capítulo, posee una excelente conexión con el interior de la provincia, ya que cuenta con las rutas nacionales 3, 33, 35 y la provincial 51 y con nuestro mercado a abastecer.

Además, el parque cuenta con los siguientes servicios al usuario y/o propietarios:

- Cloacas y agua de red
- Relleno, nivelación y compactación de calles
- Cordón cuneta
- Calles internas iluminadas
- Acceso a energía eléctrica - pertenece a una red de 10 kVA
- Telefonía + internet

La Plata

El Parque Industrial La Plata es una iniciativa municipal reciente que ha atraído un número considerable de empresas. Se trata de un parque con predio pequeño de menos de 60 hectáreas que posee una posición privilegiada, respecto de otras zonas de la región, dado que se encuentra a 50 minutos del Puerto de Buenos Aires, a 40 del Puerto de Dock Sud, a menos de 30 del de La Plata, y a 40 del Aeropuerto Internacional de Ezeiza.

El sitio donde se ha establecido el parque es de terrenos elevados libres de inundación, circundado por terrenos vacíos o de actividades hortícolas. La cobertura de servicios de agua corriente, pavimentos, gas, y electricidad es aceptable.

El parque industrial de la plata cuenta con:

- Infraestructura y servicios de agua corriente
- Desagües industriales
- Energía eléctrica
- Caminos internos

No cuenta con:

- Cloacas
- Desagües pluviales
- Alumbrado público
- Gas

Pilar

Pilar es un partido de peso industrial medio, con algunos rasgos de atraktividad territorial significativos: nivel alto en dinámica industrial y accesibilidad.

El Parque Industrial Pilar es una de las aglomeraciones industriales planificadas mejor posicionadas en la República Argentina, y muy probablemente en América Latina. De hecho, es el agrupamiento que nuclea el mayor número de inversiones industriales en el AMBA en los últimos años.

El parque industrial Pilar cuenta con:

- Cordón cuneta
- Calles internas iluminadas
- Cloaca y agua corriente
- Acceso a energía eléctrica
- Servicios de comunicación

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “administración y servicios” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca 9
- La Plata: 4
- Pilar: 10

3.1.2.4.3. Costo

Bahía Blanca

El valor de los terrenos en el parque industrial se divide en dos, por un lado, está el costo de la parcela, el cual ronda los 3 U\$D/m² y, por el otro, el costo de infraestructura, de USD 36/m². Dentro de este último se encuentra la instalación de los servicios mencionados en el sub-factor previo, el cual incluía:

- Cloacas y agua corriente
- Relleno, nivelación y compactación de calles
- Cordón cuneta.
- Acceso a energía eléctrica 10 KVA
- Telefonía + internet

La Plata

La información de costo de un terreno en la localidad de La Plata no pudo ser obtenida debido a que no se encontraron terrenos a la venta. Debido a ello, la única opción existente para este parque es el alquiler de los terrenos. Finalmente, se decidió que el puntaje de esta opción no afectaría de forma significativa el resultado final, ya que dentro de las opciones planteadas no es la más conveniente.

Pilar

Por su parte, el Parque Industrial Pilar clasifica el valor de los terrenos según su tamaño. Los primeros 5.000 m² presentan un valor de 2.293 \$/m², luego 2.017 \$/m² aquellos comprendidos entre 5.000 y 10.000 m² y, a partir de dicha superficie, un precio de 1.724 \$/m². Si bien los valores se encuentran desactualizados, dado que están expresados en pesos argentinos y dicha moneda presenta una devaluación constante, es

correcto estimar valores superiores a los mencionados anteriormente. Por lo que, se obtendrían precios que superan a los comercializados por el Parque Industrial de Bahía Blanca en la actualidad.

Comparación y asignación de puntaje

Como conclusión, se decidió asignar el siguiente puntaje al sub factor “costo” de cada una de las regiones:

- Bahía Blanca: 10
- La Plata: -
- Pilar: 7

3.1.2.4.4. Centros de atención y hospitales

En este apartado, se analizará tanto la cantidad de hospitales y centros de salud, como así también, la cercanía de los mismos al parque industrial correspondiente. A su vez, se tendrá en cuenta la densidad demográfica o tamaño de la ciudad o partido que deben cubrir dichos centros (los datos utilizados para dichas comparaciones serán los mismos que los expuestos en el factor de mano de obra pertenecientes al Censo del 2010).

Bahía Blanca

La ciudad de Bahía Blanca dispone de más de treinta unidades sanitarias primarias, dos hospitales públicos y seis clínicas privadas. Se pueden observar las ubicaciones de dichos centros en los mapas siguientes:

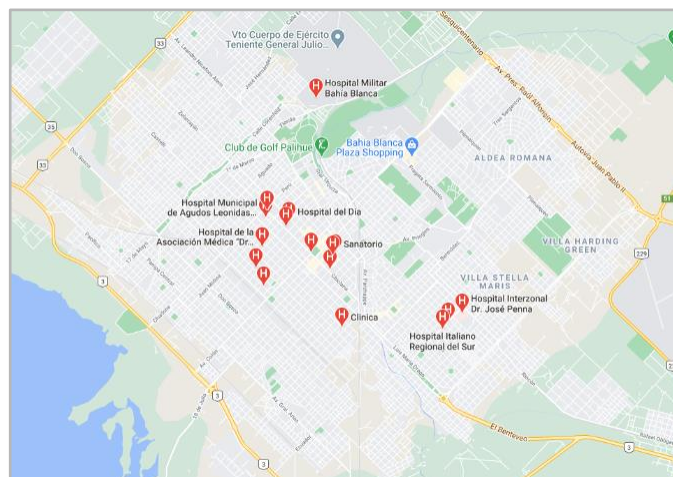
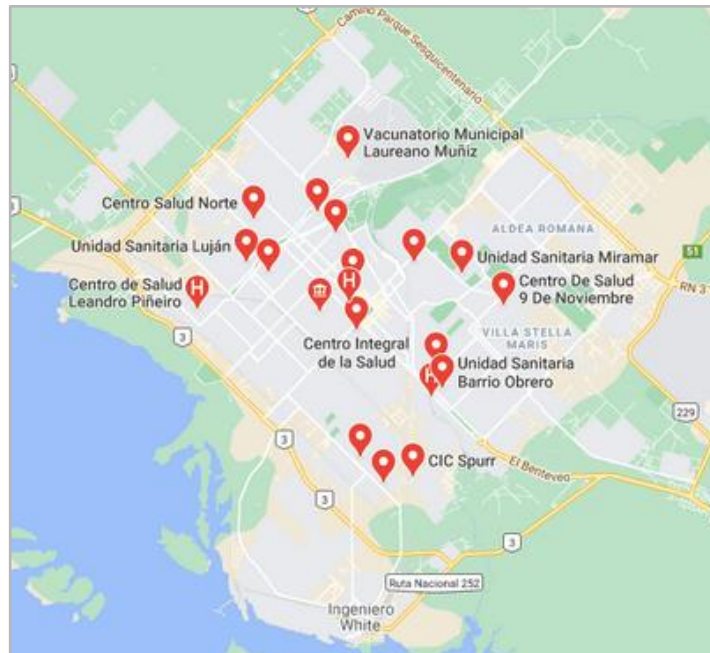


Figura 3.43: Hospitales de Bahía Blanca.

Fuente: Google Maps.



*Figura 3.44: Unidades Sanitarias y Centros de Salud de Bahía Blanca.
Fuente: Google Maps.*

Teniendo en cuenta que la superficie de la ciudad es de 130 km² y una población de 285.000 habitantes, y que los mismos se encuentran cerca del Parque Industrial, se concluye que presenta un panorama muy favorable en este campo.

La Plata

En el Partido de La Plata hay 46 Centros de Salud Primarios, de los cuales solo tres se encuentran ubicados en las cercanías del parque industrial, por lo que, en caso de un accidente, hay un corto recorrido hacia estos. Aun así, es baja la cantidad respecto a la disponibilidad que presenta el Parque Industrial de Bahía Blanca.

Se puede observar la ubicación de los mismos en el mapa que se presenta a continuación.

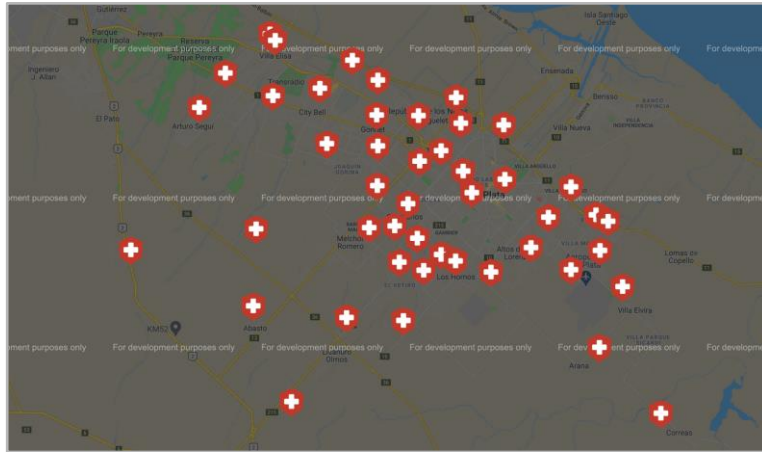


Figura 3.45: Centros de atención primaria de La Plata.

Fuente: [Municipalidad de la Plata](#).

En cuanto a los hospitales, el partido cuenta con nueve hospitales públicos, siendo los mencionados a continuación:

- Hospital Alejandro Korn
- Hospital Gutierrez
- Hospital Horacio Cestino
- Hospital Dr. Mariano Larrain
- Hospital Noel Sbarra (Ex casa-cuna)
- Hospital Prof. Rodolfo Rossi
- Hospital San Juan de Dios
- Hospital San Martin
- Hospital San Roque

Todos ellos se encuentran en las inmediaciones de la Ciudad de La Plata, estando a una distancia media respecto al parque. Si, además, se considera que el partido de La Plata presenta las cantidades mencionadas de centros para cubrir una superficie de 926 km² y una población de 654.000 habitantes (más del doble que Bahía Blanca), el panorama no es tan favorable como se podría asumir en un principio.

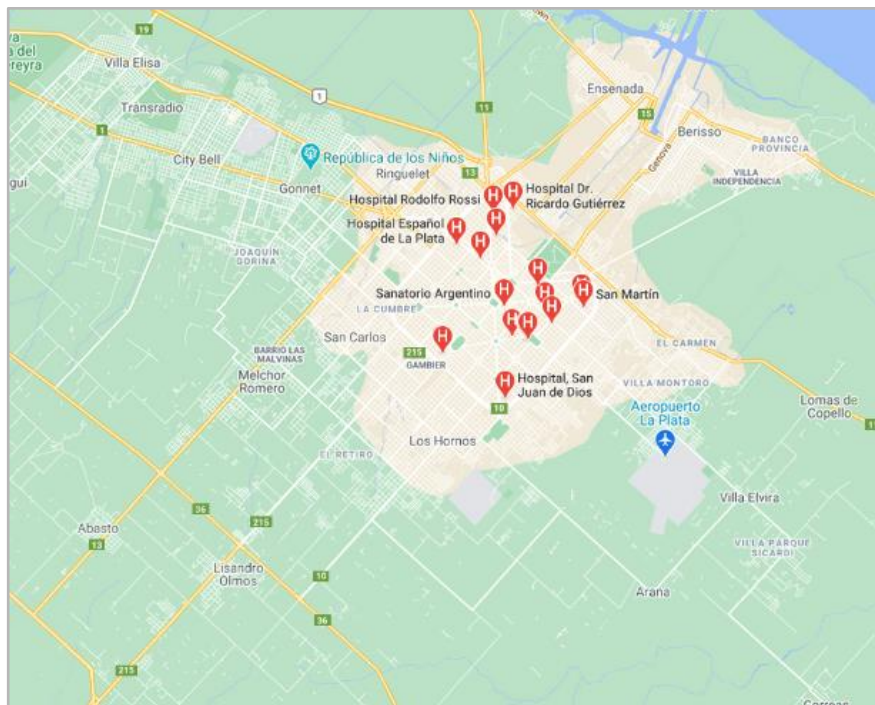


Figura 3.46: Hospitales Públicos de La Plata.

Fuente: Google Maps.

Pilar

Por su parte, el partido de Pilar presenta 26 Centros de Atención y Unidades Sanitarias, y cuatro hospitales públicos que se mencionan a continuación, y pueden observarse sus ubicaciones en el mapa siguiente:

- Hospital Comodoro Meisner
- Hospital Federico Falcón
- Hospital Juan C. Sanguinetti
- Nuevo Hospital de Pilar

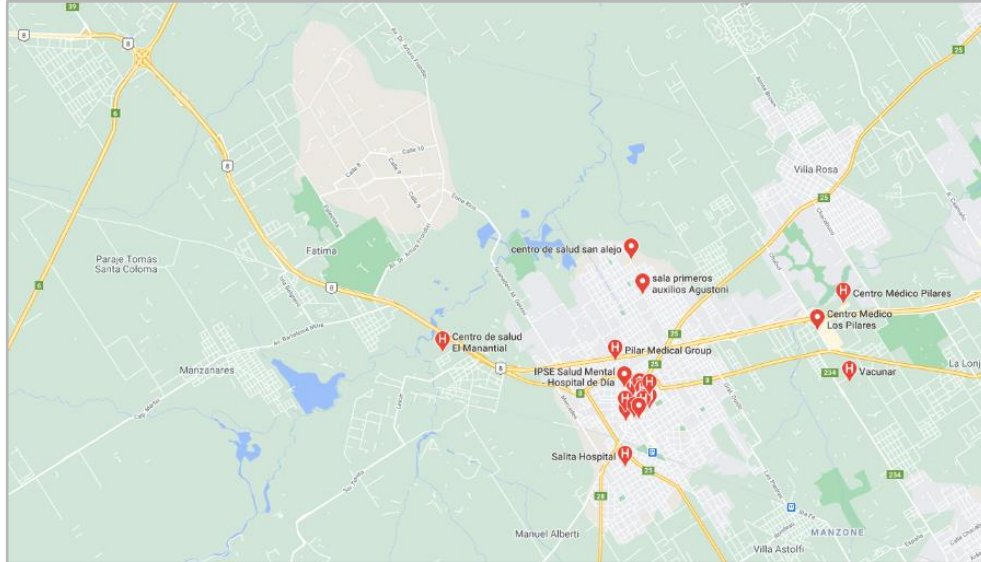


Figura 3.47: Centros de Salud y Hospitales en Pilar.

Fuente: Google Maps.

Pilar posee las mayores desventajas, principalmente, debido a que los hospitales y centros de atención se encuentran lejos del parque industrial. También, las cantidades de centros son inferiores respecto a las otras regiones, ya que los mismos deben cubrir un área de 352 km² con una población de 299.000 habitantes.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “centros de atención y hospitales” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca: 10
- La Plata: 9
- Pilar: 6

3.1.2.5. Mano de obra

En este ítem se procederá al análisis tanto de la cantidad como así también de la calidad de la mano de obra. Preferentemente, para el análisis de la calidad, se ha considerado estratificarlo de la siguiente manera:

- No calificada: donde se analiza únicamente los colegios técnicos de cada región
- Calificada: donde se incluyen aquellos centros de formación profesional
- Especializada: para hacer énfasis en la disponibilidad de Universidades de carácter público y privado en cada zona.

Por otro lado, no se ha analizado la media de salarios de privados por región, ya que justamente este valor suele informarse por provincia o área industrial, pero no por localidad. Entonces, el análisis de los costos de los recursos humanos carece de trascendencia en lo que respecta a la micro localización de la planta.

3.1.2.5.1. Cantidad

Bahía Blanca

A partir de las tablas provistas por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), se observa que la población total en la ciudad de Bahía Blanca es de 301.572 habitantes (según el Censo Nacional del 2010). Sin embargo, tomando como edad laboral desde los 20 hasta los 65 años, se tiene una población laboral total de aproximadamente **174.728**.

Teniendo en cuenta, a su vez, la cercanía del parque industrial respecto de la ciudad, la cual medida en tiempo es de 10 minutos aproximadamente, y siendo una de las ciudades más grandes de la región, permite asegurar de alguna manera la disponibilidad de mano de obra.

La Plata

A partir de las tablas provistas por el INDEC, se estima para la ciudad de La Plata una población superior a 654.324 habitantes (dato obtenido del Censo Nacional del 2010). Sin embargo, el dato de interés a los fines prácticos es el de la población en edad laboral comprendida desde los 20 hasta los 65 años, obteniéndose que la misma sería de un total aproximado de **383.798**.

Pilar

Bajo el mismo análisis realizado para los partidos anteriores, y utilizando datos de las tablas provistas por el INDEC y del Censo Nacional del 2010, se obtienen los datos de 299.077 habitantes para el partido de Pilar, y una población laboral total de aproximadamente **145.581**.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “cantidad” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca: 9
- La Plata: 10
- Pilar: 9

3.1.2.5.2. Calidad

Bahía Blanca

En lo que respecta a la calificación de la mano de obra, Bahía Blanca ofrece los distintos ciclos y modalidades en educación: preescolar, primaria, secundaria, colegios de educación especial, educación terciaria y universitaria. El equipamiento educativo comprende un importante número de establecimientos estatales y privados, que hasta el día de la fecha cubren la demanda actual.

Haciendo referencia preferentemente a la mano de obra especializada, la ciudad cuenta con la Universidad Nacional del Sur y la Universidad Tecnológica Nacional, las cuales presentan una amplia variedad de carreras y cursos de postgrado. A su vez, también cuenta con una sede de la Universidad Provincial del Sudoeste. Por lo que todo esto resulta conveniente, ya que la mano de obra no se tendrá que importar de otras ciudades o provincias.

La Plata

En comparación con Bahía Blanca y Pilar, La Plata es el partido que mayor nivel de calificación de la fuerza de trabajo presenta, ya que posee una gran cantidad de instituciones educativas de distintos niveles, tanto públicas como privadas.

Dentro de los colegios públicos más reconocidos, el distrito cuenta con el Colegio Nacional Rafael Hernández, el Liceo Víctor Mercante y el Bachillerato de Bellas Artes. Luego, en cuanto a la mano de obra especializada, La Plata cuenta con la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), que corresponde a una de las más importantes universidades nacionales del país, la Facultad Regional de la Universidad Tecnológica Nacional, la Universidad Católica de La Plata, la Universidad Notarial Argentina y la Universidad del Este.

Pilar

Pilar es un municipio que actualmente se encuentra trabajando en promover e implementar políticas educativas que generen más posibilidades para sus habitantes. La oferta educativa comprende tanto a los establecimientos estatales como privados, y a continuación, se presenta un gráfico confeccionado por la propia municipalidad en donde se detallan la cantidad de establecimientos educativos según el tipo correspondiente.

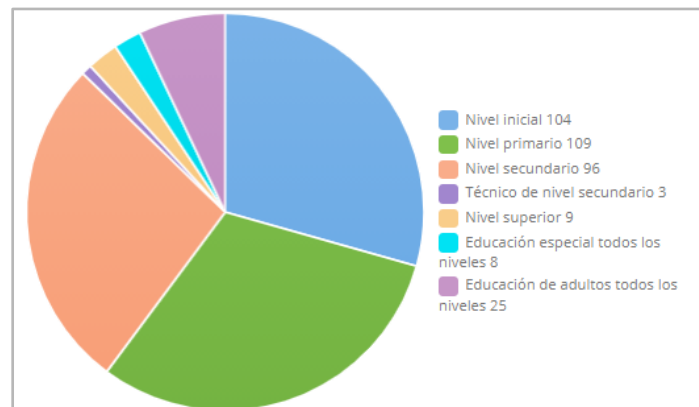


Gráfico 3.11: Cantidad de establecimientos educativos según tipo.

Fuente: Relevamiento anual 2017 de la Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires.

Por otro lado, en lo que respecta preferentemente a la mano de obra especializada, la ciudad cuenta con el CBC - Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires, la Sede de Pilar de la Facultad Regional Delta de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), la Universidad Pedagógica Nacional (UNPE) y la sede de la Facultad de Ciencias Económicas (FCE) de la Universidad de Buenos Aires, como oferta de universidades de gestión estatal. Luego, dentro de las de gestión privada, cuenta con la Universidad Austral, Universidad del Salvador, Universidad de ciencias empresariales y sociales y la Universidad del Siglo 21.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “calidad” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca: 8
- La Plata: 10
- Pilar: 5

3.1.2.6. Mercado

Como se mencionó en la introducción, el análisis de este factor se centra en los costos del transporte, la velocidad de la logística, junto con el análisis de vías alternativas ante posibles contingencias o emergencias que puedan presentar nuestros potenciales clientes.

3.1.2.6.1. Distancia a puntos de venta

Bahía Blanca

El parque industrial de Bahía Blanca se encuentra a 627 km. de distancia de Vaca Muerta, lo que implica un tiempo de viaje de entre 8 y 10 horas por vía terrestre y camiones de carga. Presenta dos rutas alternativas ante posibles cortes, pero los mismos deben ser conocidos con anterioridad a la partida, ya que no comparten trayecto entre ellos.

Existe una alternativa por vía aérea, ya que como se mencionó, la ciudad de Bahía Blanca cuenta con Aeropuerto, a la vez que la Ciudad de Neuquén cuenta con el suyo propio. Sin embargo, la capital se encuentra a 100 km de Vaca Muerta, debiéndose analizar con mayor profundidad la veracidad de sí los costos y los tiempos de logística disminuyen significativamente o si presenta beneficios reales.

Finalmente, otra alternativa terrestre es el ramal de tren de cargas 60, mencionado en el factor de transporte.

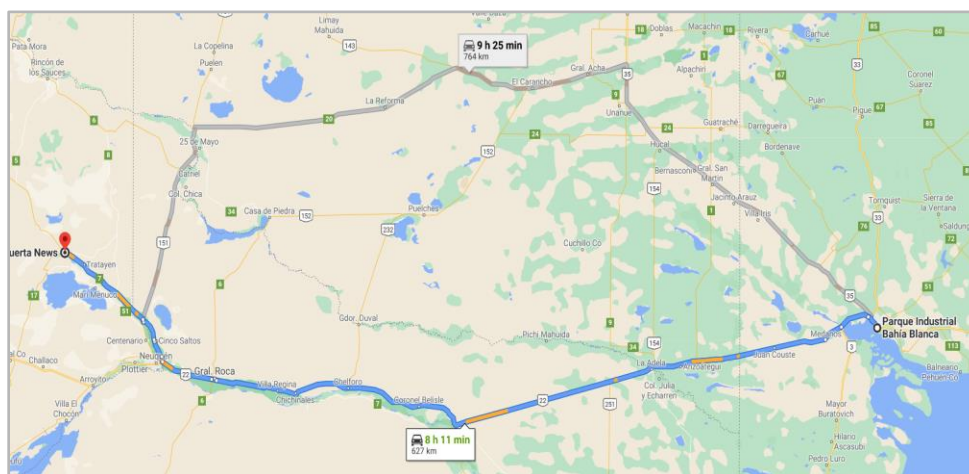


Figura 3.48: Distancia del Parque Industrial de Bahía Blanca con respecto a nuestros potenciales clientes.

Fuente: Google Maps.

La Plata

El parque industrial de La Plata se encuentra a 1.212 km de distancia de Vaca Muerta, implicando entre 14 y 17 horas de viaje por rutas de cargas. El trayecto se puede realizar por tres rutas distintas, previniendo cortes u otros imprevistos. A su vez, cuenta con vías de ferrocarriles de carga desde CABA hasta Bahía Blanca y posteriormente Neuquén.

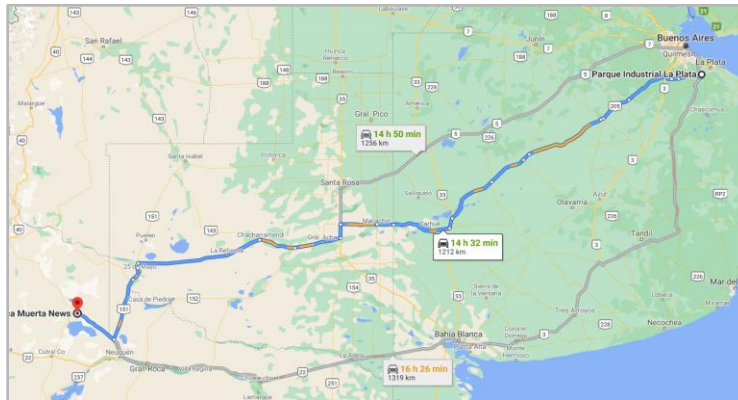


Figura 3.49: Distancia del Parque Industrial de La Plata con respecto a nuestros potenciales clientes.
Fuente: Google Maps.

Pilar

El parque industrial Pilar se encuentra a 1.167 km de Vaca Muerta, pudiéndose realizar por dos rutas distintas que permitan prevenir imprevistos, siendo el tiempo de viaje de entre 14 y 16 horas. Al igual que La Plata, cuenta con la posibilidad de utilizar vías de ferrocarriles de carga desde CABA hasta Bahía Blanca y posteriormente Neuquén.

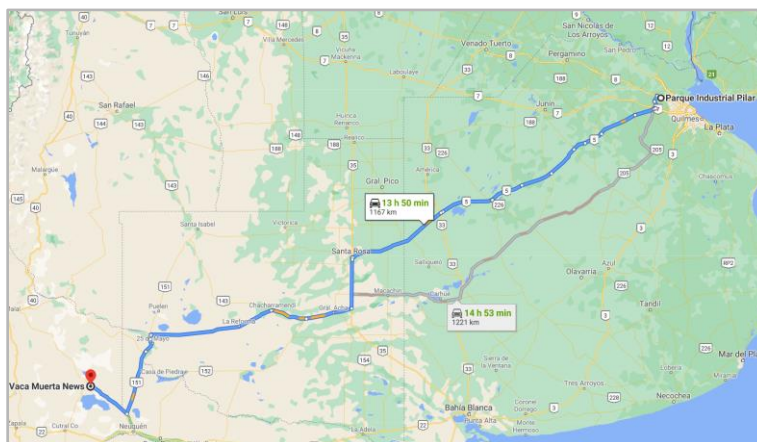


Figura 3.50: Distancia del Parque Industrial de Pilar con respecto a nuestros potenciales clientes.
Fuente: Google Maps.

Comparación y asignación de puntaje

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “distancia a puntos de venta” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca: 10
- La Plata: 4
- Pilar: 4

3.1.2.7. Clima

Como se mencionó en el análisis de la macro ubicación, la humedad y temperaturas excesivas resultan altamente perjudiciales para el correcto desarrollo del proceso y, fundamentalmente, el almacenamiento de los materiales requeridos en el mismo, por lo que se requiere evitar dichas condiciones.

Por dicha razón, para poder evaluar cada zona entre sí, se analizaron las medias mensuales de temperaturas y humedad en los últimos diez años.

3.1.2.7.1. Temperatura

Bahía Blanca

La región presenta una temporada calurosa desde finales del mes de noviembre a principios de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria en esa época es mayor a 28 °C.

La temporada fresca dura desde mediados de mayo a fines de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria no supera los 17 °C.

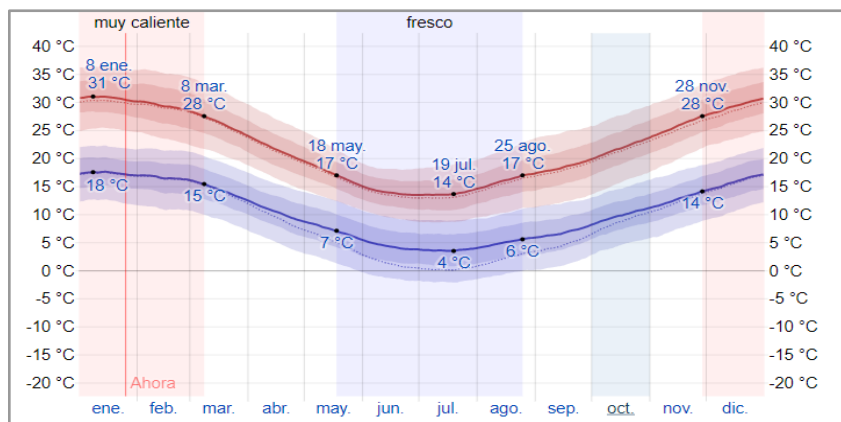


Gráfico 3.12: Datos de temperatura máxima y mínima promedio.

Fuente: [Clima promedio en Bahía Blanca, Argentina.](#)

Analizando los datos provistos, se puede determinar que los valores medios de temperatura en la ciudad de Bahía Blanca son aceptables para poder llevar a cabo el proceso productivo de la PHPA.

La Plata

Analizando los mismos valores, pero para el partido de La Plata, se obtiene que la temporada calurosa dura desde los primeros días de diciembre hasta mediados de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es mayor a 29 °C. En el caso de la temporada fresca, el período en cuestión va desde los últimos días de mayo hasta fines de agosto, siendo la temperatura máxima promedio diaria menor a 17 °C.

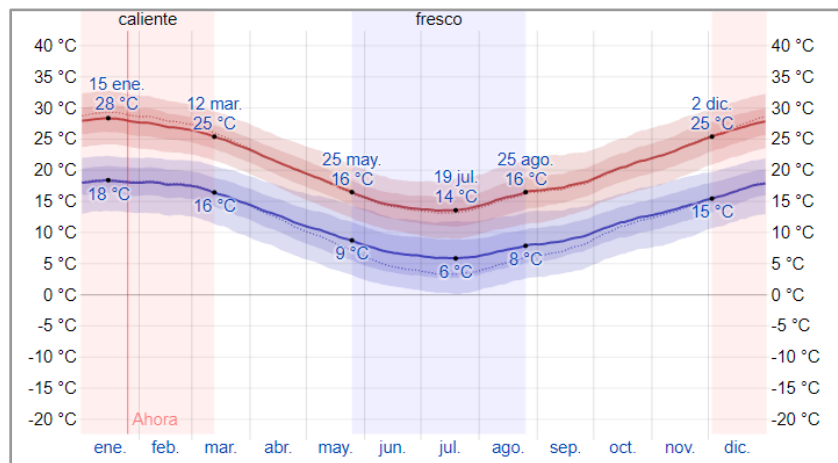


Gráfico 3.13: Datos de temperatura máxima y mínima promedio.

Fuente: [Clima promedio en La Plata, Argentina.](#)

Pilar

Finalmente, las estadísticas del partido de Pilar muestran que la temporada calurosa dura desde finales de noviembre a principios de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es mayor 27 °C. Y la temporada fresca se presenta desde mediados de mayo a fines de agosto, con una temperatura máxima promedio diario menor a 18 °C.

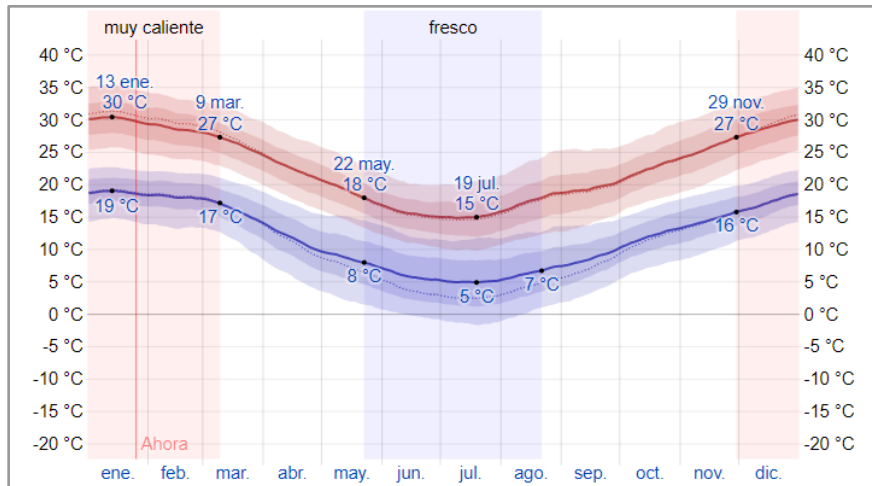


Gráfico 3.14: Datos de temperatura máxima y mínima promedio.

Fuente: [Clima promedio en Pilar, Argentina.](#)

Comparación y asignación de puntaje

Si bien los valores medios de temperatura para La Plata y Pilar son un poco más altos en comparación, las condiciones son aceptables para llevar a cabo el proceso productivo de la PHPA, siendo esta la importancia de dicho estudio.

Basándonos en lo expuesto anteriormente, para el sub ítem “temperatura” el puntaje asignado será de:

- Bahía Blanca: 10
- La Plata: 9
- Pilar: 9

3.1.2.7.2. Humedad

Bahía Blanca

En esta ciudad, la humedad percibida varía levemente a lo largo del año. Los meses con la humedad relativa más alta corresponden a junio y julio (74%). El mes con menor humedad relativa corresponde al mes de enero (52%).

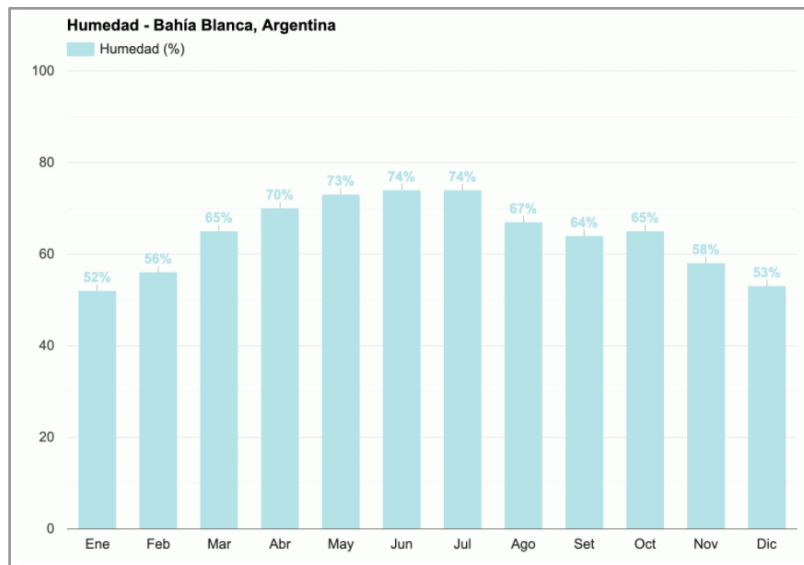


Gráfico 3.15: Humedad en Bahía Blanca, Buenos Aires.

Fuente: [Información del clima y previsión meteorológica mensual.](#)

La Plata

Para esta región, las estadísticas anuales resultan, por un lado, que el mes con la humedad relativa más alta es julio (83%), mientras que, por el otro, el mes con la humedad relativa más baja es Diciembre (70%).

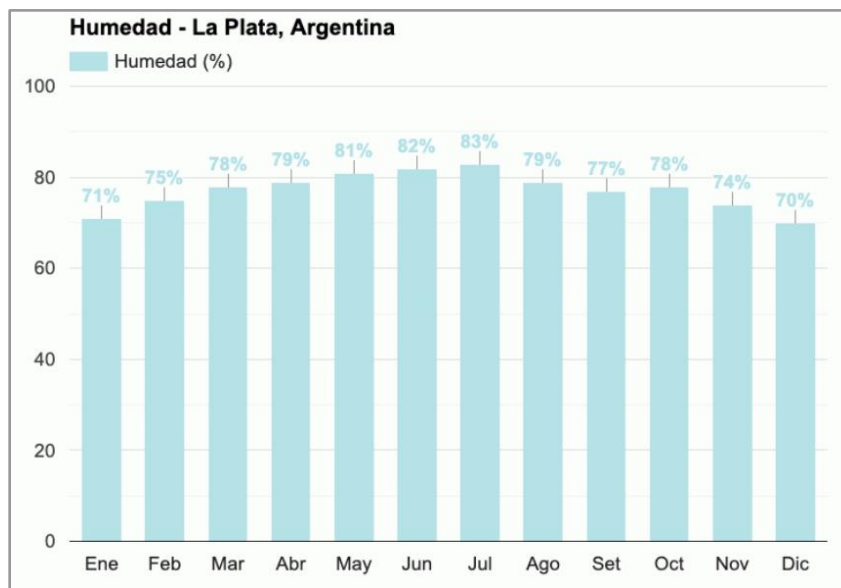


Gráfico 3.16: Humedad en La Plata, Buenos Aires.

Fuente: [Información del clima y previsión meteorológica mensual.](#)

Pilar

Finalmente, la última región en estudio presenta una humedad relativa del 79% para el mes de junio, siendo esta la más alta, y una humedad relativa del 65% para el mes de enero, siendo la más baja del año.

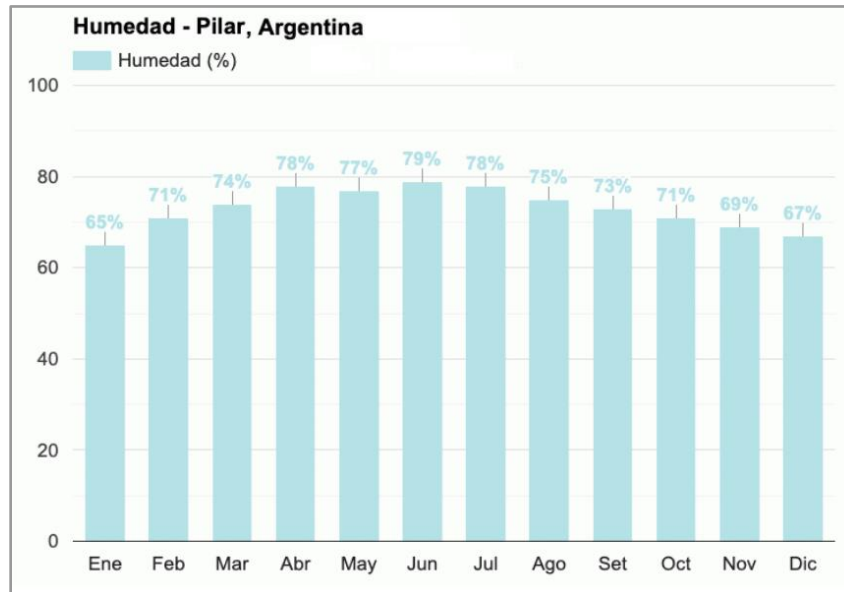


Gráfico 3.17: Humedad en Pilar, Buenos Aires.

Fuente: [Información del clima y previsión meteorológica mensual](#).

Comparación y asignación de puntaje

Comparando los valores de las tres regiones, se puede concluir rápidamente que Bahía Blanca es la mejor ubicación respecto a la humedad, ya que su máximo de humedad se encuentra cercano a los mínimos de las otras regiones.

Es por esto que, basándonos en lo expuesto anteriormente, el sub factor “humedad” presenta el siguiente puntaje asignado:

- Bahía Blanca: 8
- La Plata: 4
- Pilar: 5

3.1.2.8. Marco legal

3.1.2.8.1. Beneficios impositivos

Dado que las tres regiones se encuentran en la misma provincia, estas presentan los mismos beneficios impositivos provinciales, sin que haya algún distrito exento de ninguno de ellos. Ya que se analizó la evaluación de micro ubicación dentro de parques industriales pertenecientes a cada partido.

Los beneficios provinciales introducidos están regidos por la Ley Provincial 13.656, y en ella se detalla los siguientes beneficios:

- Exención de impuestos Provinciales, Inmobiliario, Ingresos Brutos, Sellos, Automotores.
- Beneficios con el Fondo de Garantías de la Provincia de Buenos Aires (FOGABA).

Bahía Blanca

La municipalidad de Bahía Blanca actualmente se encuentra realizando y analizando beneficios para las industrias, ya que al ser un polo portuario presenta un panorama muy favorable a la hora de radicar empresas e industrias. En el presente, dentro de los beneficios a destacar se encuentran las Ordenanzas 7.454, 9.709 y 14.493. Y alguno de los beneficios a destacar son:

- Eximición de Tasa por Inspección de Seguridad e Higiene, Alumbrado Barrido y Limpieza y conservación de la Vía Pública, Publicidad y Propaganda por 8 (ocho) años a las empresas que funcionen en el Parque Industrial.
- Eximición del pago de Derechos de Construcción y Tasa de Habilitación a las empresas que se establezcan en el Parque Industrial.
- Eximición de Pago de Tasas Municipales por un año a las PYMES que hayan adquirido lotes en el Parque Industrial y que estén en proceso de radicación.

La Plata

Por su parte, La Plata no presenta demasiadas ventajas o beneficios para analizar. Se destaca el Decreto 523/08, el cual brinda una extensión de los beneficios brindados por la Ley 13.656 mencionada en la presentación del presente apartado.

Pilar

Dado que Pilar posee una política de desarrollo industrial desde hace décadas, destacando la gran planificación del polo industrial creado con el proyecto del Parque Industrial de Pilar, presenta algunos beneficios dados por la ordenanza 80/92.

Dentro de dicha ordenanza se destacan los descuentos de hasta el 100% respecto de las siguientes tasas⁹:

1. Tasa de servicios para Habilitación de Comercios, Servicios e Industrias
2. Tasa por inspección de Seguridad e Higiene
3. Derechos de Construcción
4. Tasa de Activos Fijos

Comparación y asignación de puntaje

Se puede observar, que La Plata es el partido con menor atracción frente a los otros. Dado a ello, se concluye que en “beneficios impositivos” será el que menor puntaje asignado tendrá, quedando los mismos:

- Bahía Blanca: 10
- La Plata: 6
- Pilar: 9

⁹ Las tasas son las vigentes al día de la presentación de este trabajo (Abril 2021). Pero pueden ser sustituidas en un futuro.

3.1.3. Conclusión y resultados

A continuación, se puede observar la matriz completa con los resultados del análisis de cada uno de los factores y subfactores:

MATRIZ COMPARATIVA: MICROUBICACIÓN									
Ítem	Puntos	Subítem	Subpuntos	Bahía Blanca	Parcial	La Plata	Parcial	Pilar	Parcial
Materia Prima	20	Disponibilidad Portuaria	20	10	200	7	140	6	120
			Subtotal	200		140		120	
Servicios	15	Disponibilidad de agua	5	8	40	6	30	6	30
		Distribución eléctrica	5	9	45	10	50	8	40
		Disponibilidad de gas	5	10	50	10	50	5	25
			Subtotal	135		130		95	
Vías de Comunicación	8	Transporte	4	10	40	6	24	7	28
		Rutas	4	9	36	5	20	7	28
			Subtotal	76		44		56	
Terreno	16	Disponibilidad	5	10	50	4	20	6	30
		Administración y servicios	4	9	36	4	16	10	40
		Costo	4	10	40	0	0	7	28
		Centros de atención y hospitales	3	10	30	9	27	6	18
			Subtotal	156		63		116	
Mano de Obra	10	Cantidad	4	9	36	10	40	9	36
		Calidad	6	8	48	10	60	5	30
			Subtotal	84		100		66	
Mercado	12	Distancia a puntos de venta	12	10	120	4	48	4	48
			Subtotal	120		48		48	
Clima	14	Temperatura	6	10	60	9	54	9	54
		Humedad	8	8	64	4	32	5	40
			Subtotal	124		86		94	
Marco legal	5	Beneficios impositivos	5	10	50	6	30	9	45
			Subtotal	50		30		45	
TOTAL	100			945		641		640	

Tabla 3.31: Matriz de micro ubicación.

Fuente: Elaboración propia.

Para cerrar el capítulo, y dado el resultado inobjetable de Bahía Blanca respecto a los otros partidos, la selección resulta en el Parque Industrial de Bahía Blanca, presentando el mismo, variedad de terrenos a elegir en el presente, con posibilidad de aumentar dicha variedad a futuro, dado que el mismo, como se mencionó, está en expansión. Por esta razón, la selección del lote no se definirá hasta no terminado el proyecto, dado que a futuro habrá más opciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [Listado de Parques Industriales inscriptos en el RENPI ACTUALIZADO AL 1-3-2018](#)
- [Municipio de Bahía Blanca \(Buenos Aires, Argentina\) | Municipio de Bahía Blanca](#)
- [Municipio de La Plata \(Buenos Aires, Argentina\) | Municipio de La Plata](#)
- [Municipio de Pilar \(Buenos Aires, Argentina\) | Municipio Pilar](#)
- [Educación en La Plata - Guía de Establecimientos Educativos.](#)
- [Municipio de Bahía Blanca - Movilidad Urbana](#)
- [Ubicación | Fatima | Consorcio de Propietarios Parque Industrial Pilar](#)
- [El clima típico de cualquier lugar del mundo](#)
- [GENERACIÓN Y TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA](#)

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Poliacrilamida parcialmente hidrolizada

Diagrama de bloques

Descripción de las etapas del proceso

Dilución de la acrilamida

Polimerización

Polimerización por crecimiento en cadenas por Radicales Libres como centro activo.

Polimerización de la acrilamida

Condiciones de la polimerización

Hidrólisis de la poliacrilamida

Evaporación

Objetivos de la evaporación

Leyes de la evaporación

Secado

Secado Spray

Diagrama del proceso de Secado Spray

Hornos Quemadores

Bomba dosificadora

Medios de aspersión

Flujo de Aire de Secado

Anexos

Modelo del Clip

Diagrama de tiempos de proceso

Bibliografía

4.1. Introducción

Dentro de los fluidos de fractura que se encuentran disponibles en el mercado en la actualidad, encontramos a la poliacrilamida parcialmente hidrolizada (PHPA), la cual se utiliza para la extracción no convencional y terciaria de petróleo en nuestro país. Por lo que, a fin de reducir al mínimo posible la inversión en la compra de materias primas, e insistiendo con la idea de reemplazar la importación de este producto, se decidió desarrollarlo como proyecto final, como ya se reiteró en los capítulos previos.

Durante el desarrollo de este capítulo se procederá a definir y describir aquellas operaciones unitarias que forman parte del proceso de elaboración de nuestro producto final deseado. Asimismo, se estudiarán las condiciones de trabajo, tipos de equipos, conducción y control de fluidos adecuados requeridos por nuestro proceso. No obstante, resulta importante aclarar que existen detalles, tanto de trabajo como del entorno del proceso, que podrán ser susceptibles de modificaciones en caso de que los balances de materia y energía, Capítulos 6 y 7 respectivamente, demuestren la necesidad de cambios.

4.1.1. Poliacrilamida parcialmente hidrolizada

La poliacrilamida es un polímero, siendo la definición de estos “una sustancia compuesta por macromoléculas, las cuales, a su vez, están formadas por unidades repetitivas enlazadas entre sí”. La unidad repetitiva¹⁰ de la poliacrilamida proviene de la polimerización vinílica de la acrilamida usada como monómero¹¹ en la síntesis. El polímero PHPA, se utilizó por primera vez en la década de 1960 como un modificador reológico y posteriormente como un estabilizador de pozos.

La poliacrilamida es un polímero de amidas, los cuales se caracterizan por ser polímeros inertes semi-cristalinos con alta resistencia mecánica, química y a la tensión. La PHPA agrega a dichas propiedades el poseer un grado de hidrólisis, una naturaleza aniónica, y alta estabilidad térmica, superior a 150 °C. A su vez, presenta estabilidad en un rango de pH amplio y fuerza iónica. Sus usos se encuentran no solo en la industria petroquímica, sino también en agroquímica, bioquímica y otras industrias (ver Capítulo 1).

¹⁰ La unidad repetitiva de un polímero NO es el monómero, sino el resultado de la reacción de este en la polimerización. Una vez que un monómero reacciona, pierde la capacidad de polimerizar.

¹¹ Monómero: molécula orgánica capaz de polimerizar.

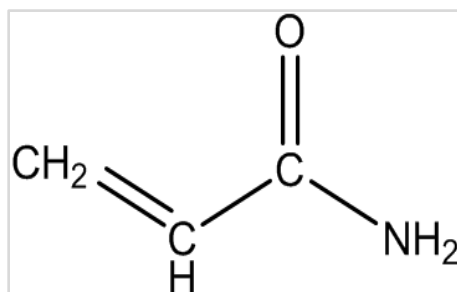


Figura 4.1: Fórmula química de acrilamida, monómero de la PHPA.

Fuente: [Acrilamida - Información sobre seguridad química.](#)

Como se mencionó, la poliacrilamida se sintetiza mediante polimerización¹² de acrilamida, siendo esta un monómero de funcionalidad tres. Para nuestro proceso, toma relevancia la funcionalidad del doble enlace, dejando de lado el grupo amida como centro reactivo. Por lo tanto, reacciona únicamente el doble enlace del monómero mediante una polimerización vinílica, formando un polímero lineal compuesto por una única unidad repetitiva. La hidrólisis posterior a la polimerización provoca una variación de unidades repetitivas, resultando en una PHPA que se compone de dos unidades repetitivas finales, como se observa en la estructura siguiente.

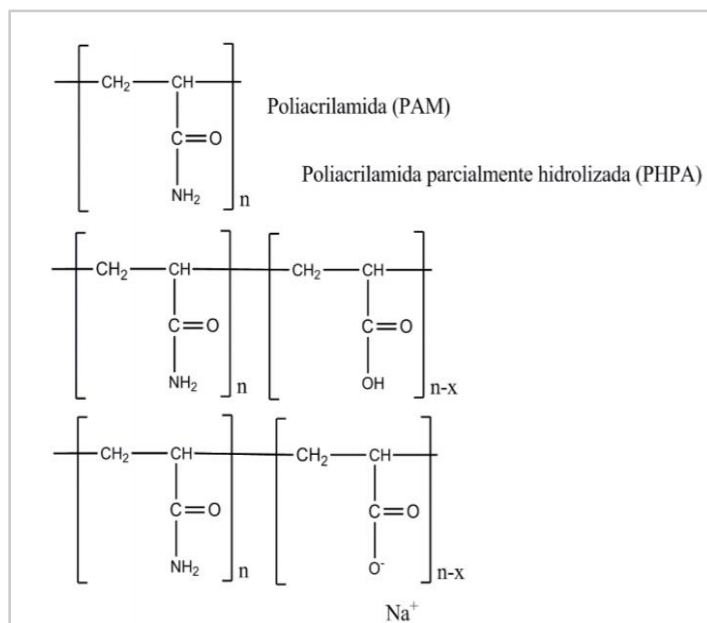


Figura 4.2: Estructura química de la poliacrilamida, y la poliacrilamida parcialmente hidrolizada.

Fuente: [Aditivos en Fluidos de Perforación - Universidad Nacional del Litoral.](#)

¹² Polimerización: reacción química en la cual los reactivos son monómeros y los productos son polímeros. Los productos no son todos iguales, por tener longitudes de cadena distintas. Por ese motivo, un polímero es una sustancia y no una molécula.

4.2. Diagrama de bloques

El proceso de producción de la poliacrilamida se puede representar en el diagrama de bloques que se observa en la Figura 4.3. En el mismo, existen seis etapas u operaciones, simbolizadas por su bloque correspondiente, que delimitan todo nuestro proceso de elaboración. El primer bloque que da comienzo al proceso manifiesta una dilución de la materia prima, acrilamida, con agua con el fin de obtener una concentración que será la concentración de la solución de acrilamida de entrada al reactor. En este, se procederá a realizar la polimerización de la mezcla obtenida en la etapa previa, utilizando N,N,N',N'-tetrametiletilendiamina (TEMED) y persulfato de amonio (PSA), como agentes intervinientes en la operación. Se intentará proponer el tipo de reactor a emplear, modelo de tanque continuo, discontinuo u otro, según la conveniencia del proceso.

El bloque siguiente, el cual puede efectuarse en una etapa simultánea o en una posterior, se procederá a la hidrólisis del polímero obtenido en el reactor, empleando hidróxido de sodio (NaOH) y ácido bórico (H_3BO_3) en dicha operación. Terminada la hidrólisis y producida la PHPA en solución, se requiere una evaporación y un posterior secado de la misma, para obtener el producto en estado sólido. Finalmente, el proceso terminaría con una etapa de molienda, etapa en la cual se busca desintegrar el producto final hasta un tamaño de partícula deseado.

Habiéndose resumido brevemente el proceso con su diagrama de bloques correspondiente, en los siguientes apartados se irán desarrollando cada una de las operaciones mencionadas. Recordar que el desarrollo del capítulo tiene la finalidad de dar un marco general al proceso, proponiendo hipótesis, equipos y situaciones, que se irán definiendo a lo largo de los capítulos posteriores.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL AVELLANEDA

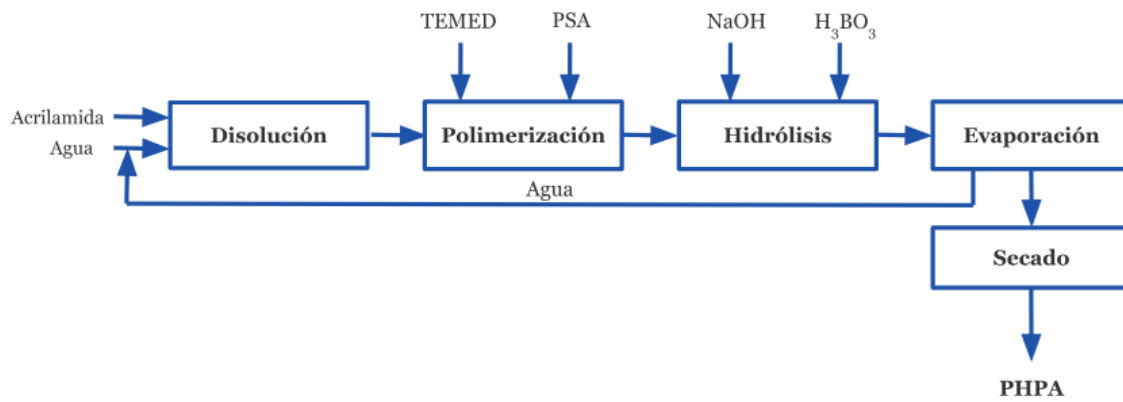


Figura 4.3: Diagrama de bloques del proceso de obtención de la PHPA.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Descripción de las etapas del proceso

4.3.1. Dilución de la acrilamida

La primera operación del proceso de síntesis de la PHPA es una operación de mezcla de la materia prima con el fin de diluir la materia prima hasta una concentración a definir. Para ello, se utilizará un tanque de mezclado, el cual será llenado parcialmente de agua y, posteriormente, se agregará acrilamida para su disolución. La manipulación de ésta debe llevarse a cabo en un ambiente libre de humedad y con los cuidados pertinentes, por las características mencionadas de la materia prima en el Capítulo 1.

A su vez, por interés de la operación, se debe volver a mencionar la solubilidad en agua a 25°C de nuestra materia prima, siendo la misma de 204 g/100 ml (equivalente a 203,4 g de acrilamida en 100 g de agua). Se puede interpretar fácilmente que dicho valor es muy elevado y, gracias a ello, una agitación moderada resultará óptima.

Por otro lado, debido a la elevada solubilidad se puede esperar una reacción violenta a elevadas temperaturas. A partir de una tesis de grado de la Universidad Nacional Autónoma de México, logramos obtener estudios de la solubilidad

- A. Determinar si el mezclado de acrilamida y agua es exotérmico o endotérmico. Y en caso de ser exot. asegurarse que no supere los 86° C que provocaría la polimerización espontánea. (equipo de refrigeración).
- B. Definir la solución/mezcla deseada de acrilamida en agua, y solventes o sustancias extras.

4.3.2. Polimerización

4.3.2.1. Polimerización por crecimiento en cadenas por Radicales Libres como centro activo

Las reacciones de polimerización se deben entender como reacciones de crecimiento por etapas, y no como una reacción continua y/o única. Se suele describir dicho mecanismo mediante el Modelo del Clip (ver Anexo 4.1: Modelo del Clip), el cual es una analogía al proceso en que fracciones de bajo peso molecular (monómeros, dímeros, trímeros, etc.) reaccionan entre sí, en primeras etapas, para formar cadenas de peso molecular similar. A su vez, estas reaccionan entre sí para formar cadenas de peso

moleculares mayores, provocando el consumo de las de menor peso primero. El sistema continúa reaccionando, desarrollándose etapas en las que se forman cadenas de mayor peso molecular mientras se consumen las de menor peso para dar lugar a la producción de oligómeros y, finalmente, polímeros.

De toda polimerización se destacan los siguientes resultados. Por un lado, la reacción de los monómeros se debe a un grupo funcional, al unirse entre ellos se sintetiza otra sustancia, con grupos funcionales activos capaces de reaccionar en cualquier momento en cada uno de los extremos. Si se simboliza cada uno de los extremos con la capacidad de reaccionar de las posibles cadenas como: A (-CH₂-) y B (-CH(CONH₂)-), en todo momento habrá cadenas con extremos A-A, A-B y B-B, en distintas proporciones.

Por otro lado, se puede conocer la evolución de una polimerización con el paso del tiempo, gracias a métodos de caracterización que permiten calcular la conversión o el peso molecular (PM) en un reactor. Permitiendo definir el tiempo requerido de la polimerización en determinadas condiciones o el tiempo que debe permanecer la solución en un reactor para obtener el producto deseado.

La polimerización de la acrilamida se debe a los monómeros con dobles enlaces, se desarrolla mediante un iniciador, llamado centro activo. Cada centro activo tiene la capacidad de reaccionar con un monómero, generando una repetición sucesiva de la reacción del centro activo con otras unidades monoméricas, preservando la reactividad, dicha secuencia de reacciones se conoce o denomina comúnmente como propagación. La preservación de la reactividad se debe a la relocalización del centro activo. Las desventajas de este proceso son la alta pureza requerida de la materia prima, debido a las reacciones secundarias indeseadas del centro activo que pueden ocasionar la terminación de la polimerización de la cadena en cuestión. O reacciones secundarias inoportunas que generan la relocalización del centro activo, y, por ende, una transferencia de cadena.

La polimerización por crecimiento en cadena por Radicales Libres, mecanismo por el cual se ocurre el proceso, tiene las ventajas de ser simple y predecible. Su principal desventaja es la imposibilidad de controlar la reacción.

4.3.2.2. Polimerización de la acrilamida

Definidas las características generales de todo mecanismo de polimerización, a continuación, se describirá la reacción usando la acrilamida como monómero, presente en la solución formada en el mezclador, etapa anterior al reactor. En este caso, el mecanismo de polimerización es el de crecimiento en cadena mediante radicales libres

mencionado en el inciso anterior, el cual consta de tres etapas conocidas: Iniciación, Propagación y Terminación.

A su vez, la etapa de iniciación se compone de otras tres sub-etapas, siendo la primera de éstas la descomposición del iniciador, la cual implica un proceso lento. Existen varios tipos de iniciadores (térmicos, redox o fotoquímicos), siendo el de nuestro interés un iniciador térmico, el persulfato de amonio. Este iniciador se trabaja para el proceso deseado en solución acuosa y a pH neutro. La descomposición unimolecular del sulfato mencionado se muestra a continuación:



Figura 4.4: Formación del radical libre a partir del sulfato.

Fuente: [Reacciones de Polimerización - CONICET](#).

El mecanismo de formación del radical libre del persulfato excede a los intereses del proceso, por lo que no se desarrolla. También, cabe mencionar que existen otros métodos de generación de radicales libres, los cuales tampoco serán desarrollados, salvo que el método elegido no dé los resultados esperados o implique algún perjuicio en el proceso. La utilización del persulfato de amonio (PSA) requiere que se utilice una amina que favorezca la producción de radicales libres. En este caso se emplea N,N,N',N'-tetrametiletilendiamina (TEMED).

El iniciador mencionado presenta una cinética de primer orden, más precisamente un tiempo de vida media, y requiere de calor para comenzar la descomposición. A su vez, su velocidad de descomposición es función del solvente, de la temperatura y del monómero.

La siguiente sub-etapa de la iniciación, involucra la reacción del radical libre del sulfato con un monómero, acrilamida, junto a la relocalización del radical libre. Esta sub-reacción se da mediante la ruptura del doble enlace carbono-carbono de la acrilamida, formando un radical libre en uno de los carbonos de la unión vinílica. Dicha etapa ocasiona un nuevo centro activo siendo la primera unidad monomérica. La relocalización del radical libre se rige por la estabilidad energética de las posibles ubicaciones del mismo y por el impedimento estérico que pueda llegar a existir. Si observamos la figura 4.2, podemos ver que la unidad repetitiva de la poliacrilamida presenta un carbono primario (grupo amida) y dos secundarios. El grupo amida, junto a la unión de un carbono, brinda

mayor estabilidad al carbono alfa unido al grupo funcional, razón por la cual el radical libre se encontraría en una elevada probabilidad en dicha posición respecto a las otras, brindando una conformación de un polímero lineal con una amida cada dos carbonos como se muestra en la figura 4.2.

Finalmente, la iniciación termina con la reacción del radical libre con un nuevo monómero, preservando la reactividad mediante una nueva relocalización del centro activo en la nueva unidad repetitiva incorporada. Se debe tener presente que la etapa de iniciación está presente en todo momento de la producción, es decir, siempre hay iniciador durante todo el proceso de la polimerización, ya que poseen tiempo de vida medio y, por lo tanto, constantemente están formando nuevas cadenas.

La segunda etapa, la propagación, es la repetición sucesiva de la reacción de un centro activo con otras unidades monoméricas, y la respectiva relocalización del centro activo. En esta etapa es en la que pueden originarse defectos de síntesis por las posibles localizaciones del radical, pero las mismas son controlables.

La última etapa de la polimerización se denomina terminación, y engloba todas las reacciones secundarias deseadas o no deseadas del centro activo que eliminan su reactividad. En condiciones estándares, la terminación es inevitable, existiendo varias reacciones de terminación posibles. La etapa de terminación es muy importante, dado que es un fenómeno estadístico que depende del consumo de monómeros (menor cantidad con el paso del tiempo), del aumento del número de cadenas y la posibilidad de encuentro entre ellas, variables que pueden ser controladas en el proceso.

Las reacciones de terminación ocurren en dos contextos principales, cuando existen muchas cadenas, aumentando la probabilidad de encuentro entre dos de ellas y ocasionando la pérdida de dos centros activos, a esto se lo denomina combinación. O por desproporción, que se produce por el reordenamiento de un electrón debido al impedimento estérico de dos Radicales Libres.

4.3.2.3. Condiciones de la polimerización

La polimerización de la acrilamida es fuertemente inhibida por grandes cantidades de oxígeno, debido a que la reactividad de este con los radicales libres, impidiendo que reaccionen los monómeros de acrilamida. Dicha interacción entre el oxígeno y los centros activos es una reacción secundaria no deseada que ocasiona la etapa de terminación mencionada. Debido a ello, el reactor debe trabajar en una atmósfera anaeróbica, para

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL AVELLANEDA

evitar el contacto con oxígeno. Así mismo, es necesario desgasificar todas las soluciones con las que se vaya a trabajar.

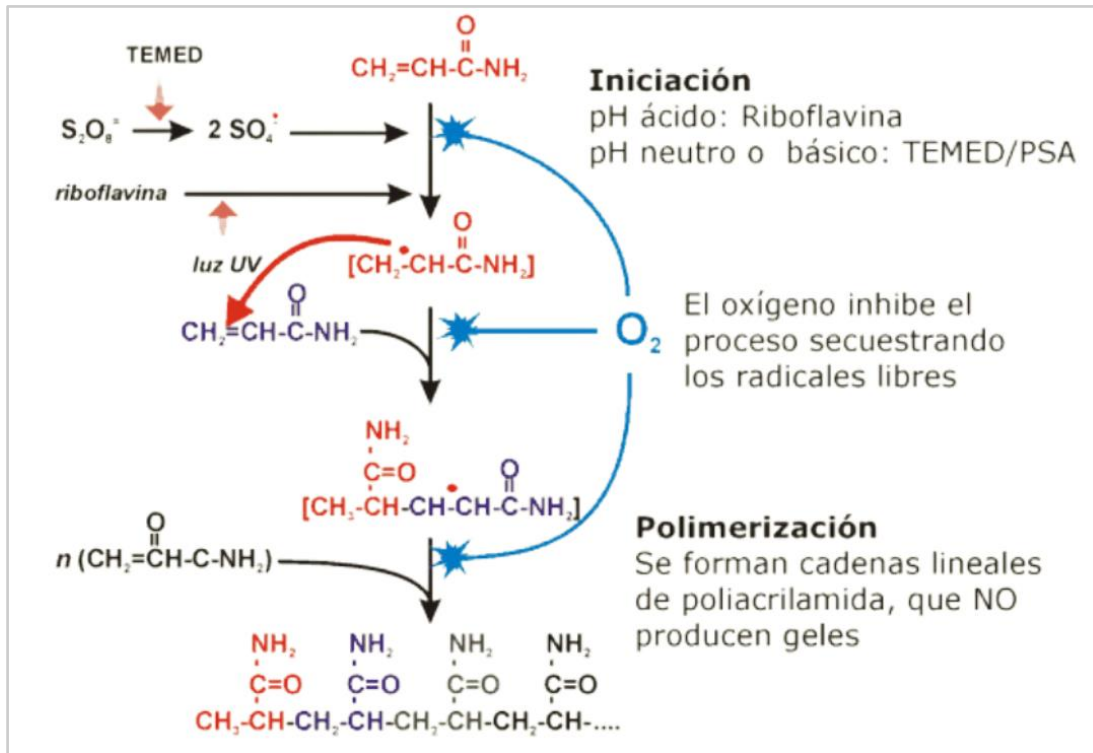


Figura 4.5: Mecanismo de polimerización de la acrilamida

Fuente: Obtención y Caracterización de Geles para Su Utilización Como Andamios en Ingeniería de Tejidos - Florent PELE.

4.3.3. Hidrólisis de la poliacrilamida

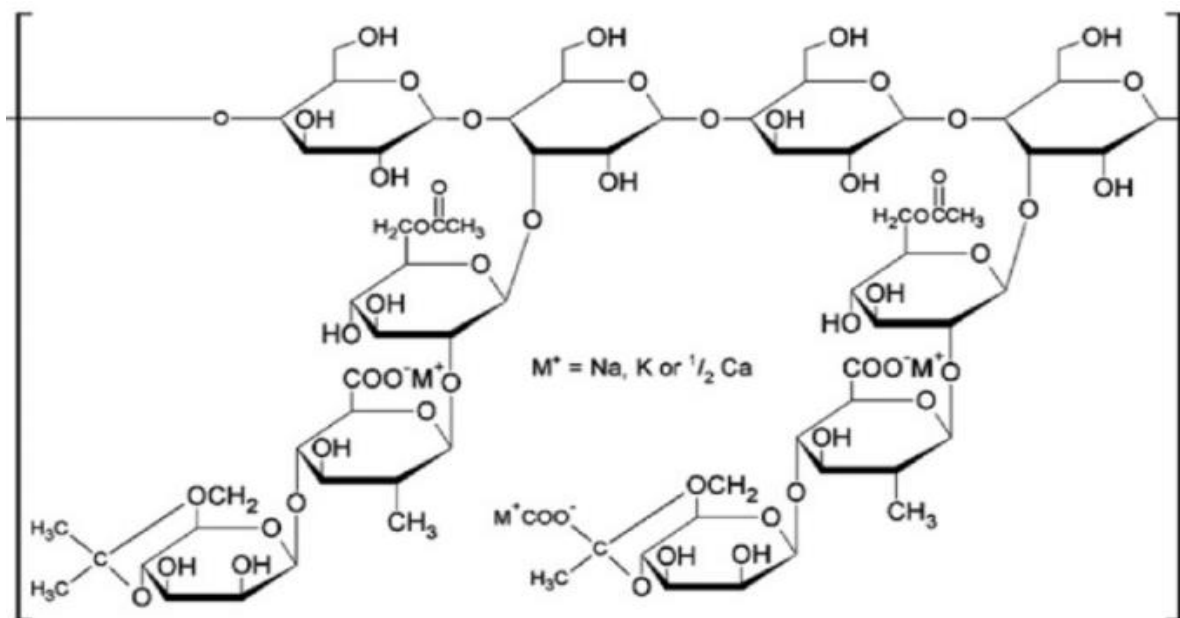


Figura 4.6: Estructura de la acrilamida.

Fuente: [Structure of polymer HPAM. | Download Scientific Diagram.](#)

Los procesos para elaborar PHPA, generalmente, se realizan mediante dos métodos. En el primero, se co-polimeriza acrilamida con ácido acrílico o una sal del mismo, en el segundo, se prepara un polímero constituido por unidades repetitivas provenientes del monómero de la acrilamida y luego se hidroliza el mismo, generando dos unidades repetitivas distintas a lo largo de la cadena. La polimerización con ácido tiene la desventaja de que es difícil obtener un copolímero de alto peso molecular. Por otro lado, el segundo método presenta la desventaja de formación de geles cuando el proceso se trabaja con una concentración superior a 10% (siendo 15% un punto crítico) dificultando la hidrólisis en solución.

Esto trae como consecuencia una hidrólisis no homogénea. Para evitar la contrariedad de la formación de geles y obtener una poliacrilamida parcialmente hidrolizada con alta concentración, se requiere emplear un proceso denominado polimerización-hidrólisis simultánea en el que la reacción de hidrólisis de poliacrilamida se lleva a cabo de forma casi simultánea con la polimerización de la acrilamida y una posterior etapa de maduración.

Normalmente, se usa hidróxido de sodio o amoníaco como agente hidrolizante. Sin embargo, cuando se emplea un agente hidrolizante de este tipo, no se obtiene un polímero

de alto peso molecular. Se han realizado varias investigaciones para superar tal dificultad. Por ejemplo, existe un método en el que se suplanta el hidróxido de sodio por un carbonato de un metal alcalino, un sulfato de metal alcalino o un cloruro de metal alcalino como agente hidrolizante. En otro método, el fosfato de sodio y el borato de sodio se usan juntos como agentes hidrolizantes. Sin embargo, se encuentran algunas dificultades en el uso de tales agentes hidrolizantes, como se mencionó anteriormente, cuando la concentración de monómero es superior a aproximadamente el 15% en peso. Se pueden obtener resultados satisfactorios cuando la concentración de monómero es comparativamente baja, por ejemplo, a aproximadamente el 10% en peso.

Cuando se utiliza un carbonato de un metal alcalino, se forma un polímero insoluble en agua en gran medida. Cuando se usan juntos un fosfato y un borato, se tiene como desventaja que el fosfato no se disuelve bien en la solución acuosa del monómero, en un estado de alta concentración. Estos factores hacen que sea difícil proporcionar un producto altamente hidrolizado.

La polimerización de acrilamida y la hidrólisis de la poliacrilamida formada se llevan a cabo de manera casi simultánea usando un hidróxido de metal alcalino, por ejemplo, hidróxido de sodio o hidróxido de potasio, siendo generalmente hidróxido de sodio el utilizado, y ácido bórico. El porcentaje de poliacrilamida que se hidroliza está controlado por el contenido de hidróxido de sodio. Este se usa en una cantidad teórica necesaria para obtener un porcentaje de hidrólisis deseado. Por ejemplo, para un porcentaje de hidrólisis de aproximadamente el 10%, una relación molar adecuada de hidróxido de sodio a acrilamida es de aproximadamente 0,09 y para un porcentaje de hidrólisis de aproximadamente 30%, una relación molar de hidróxido de metal alcalino adecuada es de aproximadamente 0,25. El ácido bórico influye en el peso molecular del polímero obtenido, es decir, el peso molecular del polímero aumenta a medida que aumenta la cantidad de ácido bórico. Se cree que el amoníaco formado por la reacción de hidrólisis y también las aminas terciarias, como la amida del ácido propiónico, que es un producto de reacción del amoníaco y la acrilamida, actúan para reducir el peso molecular del polímero formado. El ácido bórico tiene la acción de suprimir la formación de estos materiales. Es decir, el hidróxido de metal alcalino es utilizado en una cantidad requerida para obtener una poliacrilamida que tiene el porcentaje de hidrólisis deseado y, además, se obtienen resultados más preferibles cuando se utiliza ácido bórico en una cantidad casi equimolar al hidróxido de metal alcalino.

Este método de polimerización y luego hidrólisis tiene la desventaja de generar una disminución relativa de la pureza de la PHPA formada. Esto se soluciona con una etapa de maduración. La etapa de maduración comienza en el momento que la temperatura dentro del reactor se estanca (esto indica que la reacción de polimerización está por terminar) necesitando una temperatura es normalmente superior a 75 °C y preferiblemente varía entre 80 °C y 100 °C. Si la temperatura de maduración es inferior a la descrita anteriormente, no se obtiene un porcentaje de hidrólisis suficiente. Por otro lado, si la temperatura de maduración es superior a aproximadamente 100 °C, la solución acuosa del polímero hierve y la reacción no se puede practicar en un recipiente ordinario o debe realizarse en un recipiente a presión. Además, se producen reacciones secundarias indeseables. La reacción de hidrólisis por maduración bajo calentamiento procede en una relación casi lineal con el tiempo a una temperatura específica.

La temperatura mínima para la etapa de maduración se logra gracias a la energía liberada por la polimerización; sin embargo, es crucial que la misma esté controlada, por lo mencionado anteriormente. Esto se logra con una camisa y un agitador suave, lo que mantiene una temperatura adecuada dentro del reactor.

Un ejemplo: se polimeriza una solución acuosa de acrilamida que comprendía 25% en peso de acrilamida y 75% en peso de agua a 30 ° C en presencia de 1,27% en peso (del peso de la solución) de hidróxido de sodio, 1,5% en peso de ácido bórico (la molar relación de NaOH / HBO es de aproximadamente 1,31), después de que la temperatura interna del sistema de polimerización alcanzó una temperatura máxima de 97 °C, el sistema de producto se maduró en una camisa a una temperatura de 95 °C. Se observó el cambio en el porcentaje de hidrólisis del polímero obtenido con el paso del tiempo.

Periodo de maduración [min]	40	230	320	860	1780	2600	3970	5460
% de hidrólisis	15	22	25	32	41	47	55	62

Tabla 4.1: Porcentaje de hidrólisis del polímero obtenido por el periodo de maduración.

Fuente: United States Patent.

Basándonos en estos valores vamos a fijar nuestros parámetros.

4.3.4. Evaporación

4.3.4.1. Objetivos de la evaporación

La evaporación es quizás una de las operaciones unitarias más antiguas empleadas por el hombre, pues casi con la operación de las primeras culturas comenzó la obtención de sal a partir de la evaporación de agua marina, proceso que aún se sigue utilizando. La obtención del azúcar impulsó el desarrollo de equipos llamados evaporadores o tachos. En la industria alimentaria es frecuente que se necesite eliminar parte del solvente que se encuentra en ciertos alimentos líquidos

Los equipos empleados para tal efecto se llaman evaporadores, estos pueden adoptar formas muy diversas. Una clasificación primaria los dividiría en evaporadores de contacto directo y de contacto indirecto. En la actualidad se emplea la evaporación para concentrar ciertas sales o sustancias y para mejorar el sabor de las comidas.

El objetivo que se busca obtener en la etapa de evaporación es aplicar un pretratamiento a nuestro producto previo al secado para reducir el contenido de agua de la corriente que ingresa al equipo posterior, lo que implica ahorros de proceso y energía, a su vez que se logra dificultar la descomposición de las moléculas orgánicas del producto.

4.3.4.2. Leyes de la evaporación

Los factores básicos que afectan a la evaporación son:

- a. La rapidez con que se transfiere el calor.
- b. La cantidad de calor requerido para evaporar.
- c. La temperatura máxima permisible del líquido.
- d. La presión a la que se lleva a cabo la evaporación.
- e. Los posibles cambios en el producto concentrado, tanto químicos como físicos, afectan la calidad nutritiva y sensorial.
- f. La elevación en el punto de ebullición de la solución se da sobre todo en las soluciones muy concentradas.

Para lograr la evaporación se requiere transferir calor, ya sea mediante la radiación solar o mediante otro medio calentante (gases de combustión, vapor). En los evaporadores de contacto indirecto, la transferencia de calor se hace a través de las paredes de tubos metálicos que separan el medio de calentamiento de la disolución,

previniendo el mezclado. Estos últimos evaporadores son los más usados pues evitan la contaminación de la disolución

Para lograr una operación más eficiente se suele hacer vacío en el equipo de evaporación, logrando que la ebullición se efectúe a temperaturas más bajas y previniendo la descomposición de los materiales orgánicos.

El medio de calentamiento más usual es el vapor de agua que cede su calor latente de condensación. El cálculo del coeficiente de transferencia de calor para esta operación se complica por el hecho de que las soluciones en ebullición presentan diversos patrones de flujo. En general en la evaporación se puede tener la ebullición llamada nucleada, formada por numerosas burbujas que se desprenden de la superficie agitando la solución, o la ebullición pelicular en la que se forma una película gaseosa pegada a los tubos calentantes.

El punto de ebullición de la solución que se evapora es muy importante y está regido por la presión de trabajo y por la concentración de la solución que aumenta la temperatura de ebullición.

Con frecuencia la ebullición se emplea junto con la cristalización, fenómeno que se da cuando la solución se sobresatura.

4.3.5. Secado

4.3.5.1. Secado Spray

El producto líquido se encuentra en el tanque de alimentación. A través de un filtro de producto, se impulsa por la bomba y, pasando por el conjunto de tuberías y accesorios, llega hasta el atomizador. El quemador del horno y su cámara proveen la temperatura necesaria para calentar la corriente de aire de secado. Esta corriente es forzada por el ventilador, el cual hace que el aire caliente circule a través del dispersor, distribuyéndose uniformemente alrededor del disco del atomizador, del cual fluye el líquido pulverizado. Cuando este último choca con el aire caliente, el secado se produce en forma casi instantánea debido al tamaño de la gota. Como parte de esta es sólido (producto en determinada concentración) cae en forma de polvo en el interior de la cámara de secado, siendo aspirado por el ventilador, y llevado por la tubería de interconexión hasta al ciclón, en donde se separan el polvo del aire y se obtiene el producto terminado. Este último sale mediante una válvula rotativa para su envasado. El aire separado escapa al exterior por

medio de una chimenea, llevando consigo un muy pequeño porcentaje de polvo. En ciertos casos (productos con alto costo comercial o con graves efectos contaminantes para el medio ambiente), la utilización de un sistema lavador de gases permite recuperar el producto y volverlo a utilizar.

4.3.5.2. Diagrama del proceso de Secado Spray

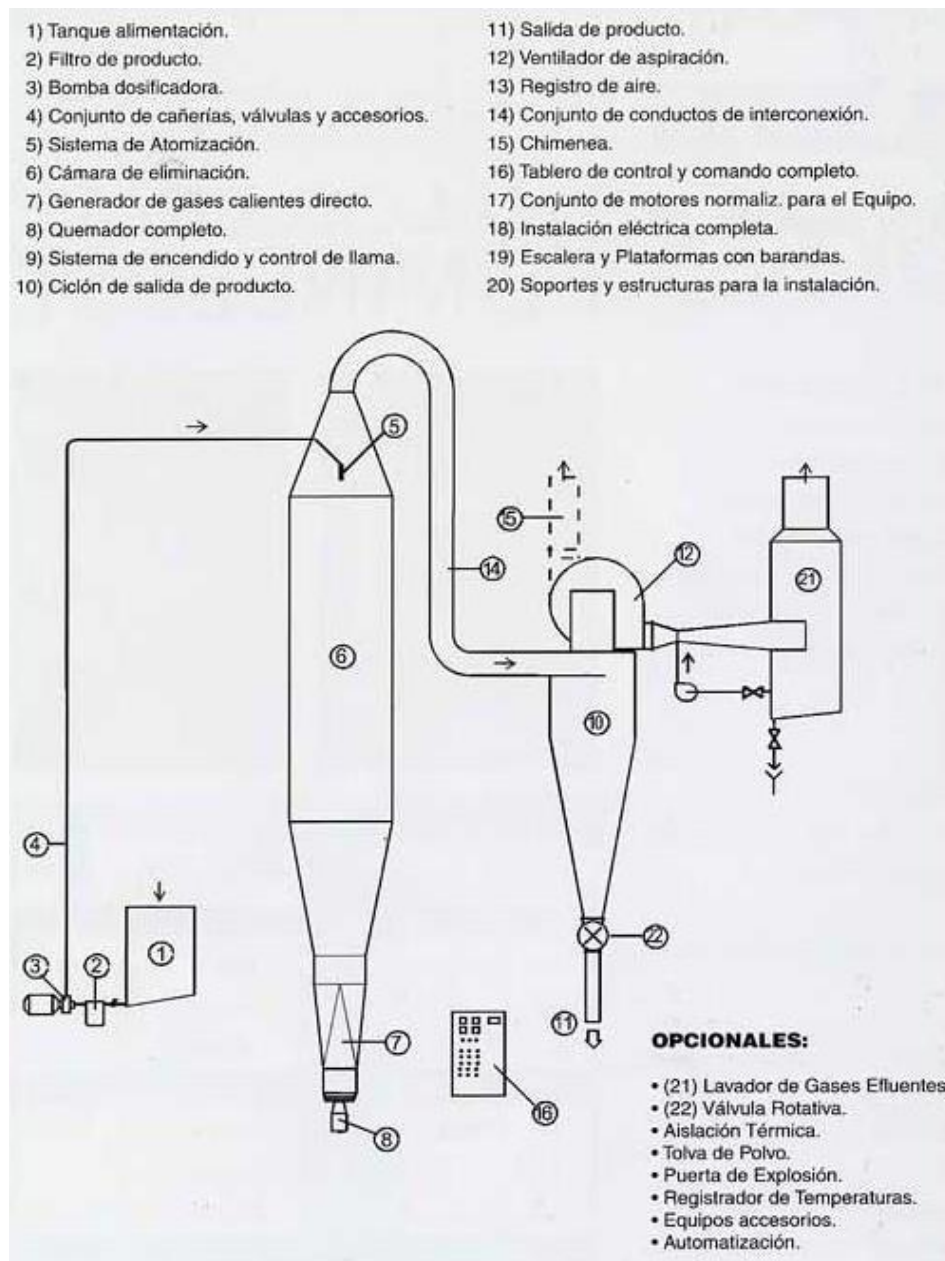


Figura 4.6: Diagrama de la operación empleando un secador en spray.

Fuente: [Proceso de Secado Spray - AKRIBIS](#).

4.3.5.2.1. Hornos Quemadores

Un punto importante que destacar es que, para poder obtener un producto específico, es el tipo de horno a ser utilizado, el cual puede ser “Directo” o “Indirecto”:

- El secador con horno directo utiliza los mismos gases de combustión de combustibles líquidos o gaseosos para calentar el aire de secado. Las proporciones de la mezcla deben ser las adecuadas para alcanzar los caudales y temperatura requeridas por el proceso. En la mayoría de las aplicaciones químicas y alimenticias se pueden utilizar generadores de este tipo, pero debido a que la mezcla entra en contacto con el producto, para ciertos productos alimenticios suele utilizarse la alternativa del calentamiento indirecto.
- El secador con horno indirecto usa cualquier fuente térmica para calentar el aire de secado que a través de un intercambiador de calor calienta el mismo. En el secador con horno indirecto solamente entra aire caliente atmosférico y/o previamente filtrado.

4.3.5.2.2. Bomba dosificadora

Para un correcto funcionamiento del secado spray, la dosificación del producto debe ser uniforme (no pulsante) y constantemente controlada por microprocesador. La correcta variación gradual de la dosificación permite que el equipo tenga un período de trabajo continuo, sin eventuales interrupciones. Generalmente, en la industria alimenticia, la bomba empleada es desplazamiento positivo tipo pistón, por razones sanitarias.

4.3.5.2.3. Medios de aspersión

Las cámaras de secado spray cuentan con diferentes medios de aspersión para garantizar el tamaño y homogeneidad de las gotas generadas. Se consideran dos sistemas alternativos para lograr esto, ya sea mediante rotor atomizador o con toberas:

- Los secadores spray con rotor atomizador tienen mayor flexibilidad en el caudal de operación, pero presentan gotas de tamaño variable.
- Los secadores spray con toberas son menos flexibles en cuanto al caudal de alimentación, pero presentan gotas más pequeñas y homogéneas.

Ambos sistemas pueden ser utilizados en la mayoría de las aplicaciones y deberá definirse caso por caso cuál es el más adecuado.

4.3.5.2.4. Flujo de Aire de Secado

Un parámetro importante en el diseño de las cámaras spray es la definición de cómo será el flujo de aire de secado. De acuerdo con el tipo de cámara, el producto a secar y demás parámetros, el aire de secado puede circular en cocorriente entrando por la parte superior de la cámara y saliendo por la parte inferior, en contracorriente desde la parte inferior a la superior y mediante flujo mixto, que cuenta con entradas tanto por la parte superior como por la inferior de la cámara spray, saliendo por la parte superior.

En la torre de secado el producto sale con la granulometría definida.

4.4. Anexos

4.4.1. Modelo del Clip

Este modelo demuestra el principio de la polimerización por etapas. En este, se posee una bolsa llena de clips, cada uno de ellos representa un monómero bi-funcional. Para nuestro caso del proceso, el monómero/clip es único, no hay distinción química entre ellos, por ende, son la misma especie química, la acrilamida. Para continuar con el modelo, se deben seguir las siguientes reglas:

1. Tomar dos clips, sacando uno a la vez.
2. Unir estos y volverlos a colocar en la bolsa. Dicha especie, deja de ser un monómero y pasa a ser un dímero.
3. Repetir la secuencia.

Los resultados del modelo demuestran que al comienzo se “consumen” los clips o cadenas de menor tamaño, por ser los que presentan mayor movilidad y se encuentran en una mayor proporción. La secuencia del proceso implica la formación de dímeros, en primer lugar, luego trímeros asociados al consumo de todos o la mayor parte de los monómeros. Posteriormente, la formación de tetrámeros con el respectivo consumo de los dímeros. Secuencialmente, las cadenas más largas van reaccionando entre sí, ocasionando la formación de oligómeros y, finalmente, polímeros.

4.5. Diagrama de tiempos de proceso

SEMANA (2n+1) - PUESTA A PUNTO (n=0)						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Dilución 1 (semana 2n+1)	Dilución 2 (semana 2n+1)	Limpieza y mantenimiento	Fin de hidrólisis 1 (semana 2n+1) (se libera tanque A)	Dilución 3 (semana 2n+1)	Molienda y empaquetado 2 (semana 2n+1)	
Polimerización 1 (semana 2n+1)	Polimerización 2 (semana 2n+1)	Tareas varias	Evaporación y secado 1 (semana 2n+1)	Polimerización 3 (semana 2n+1)		
Inicio de hidrólisis 1 (semana 2n+1) en tanque A	Inicio de hidrólisis 2 (semana 2n+1) tanque B			Inicio de hidrólisis 3 (semana 2n+1) en tanque A		
Fin de hidrólisis 6 (Semana 2n) (se libera tanque B)	Molienda y empaquetado 6 (Semana 2n)			Molienda y empaquetamiento 1 (semana 2n+1)		
Evaporación y secado 6 (Semana 2n)				Fin de hidrólisis 2 (semana 2n+1) (se libera tanque B)		
				Evaporación y secado 2 (semana 2n+1)		

Tabla 4.2: Diagrama de tiempos semanales de proceso - Semana 2n+1.

Fuente: Elaboración propia.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL AVELLANEDA

SEMANA (2n) - RÉGIMEN ESTACIONARIO						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Dilución 4 (semana 2n)	Dilución 5 (semana 2n)	Limpieza y mantenimiento	Fin de hidrólisis 4 (semana 2n) (se libera tanque 2)	Dilución 6 (Semana 2n)	Molienda y empaquetado 5 (semana 2n)	
Polimerización 4 (semana 2n)	Polimerización 5 (semana 2n)	Tareas varias	Evaporación y secado 4 (semana 2n)	Polimerización 6 (Semana 2n)		
Inicio de hidrólisis 4 (semana 2n) en tanque B	Inicio de hidrólisis 5 (semana 2n) en tanque A			Inicio de hidrólisis 6 (Semana 2n)		
Fin de hidrólisis 3 (semana 2n-1) (se libera tanque A)	Molienda y empaquetado 3 (semana 2n-1)			Molienda y empaquetado 4 (semana 2n)		
Evaporación y secado 3 (semana 2n-1)				Fin de hidrólisis 5 (semana 2n) (se libera tanque A)		

Tabla 4.3: Diagrama de tiempos semanales de proceso - Semana 2n.

Fuente: Elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

- [Aditivos en Fluidos de Perforación - Universidad Nacional del Litoral.](#)
- United States Patent - Process for producing partially hydrolyzed polyacrylamide in the presence of alkali metal hydroxide and boric acid.
- Cátedra de “*Introducción a la Ciencia e Ingeniería de Polímeros*”, Dr. Pablo Froimawicz, UTN FRBA, 2020.
- Cátedra de “*Operaciones Unitarias 1*”, Ing. Alberto Colombi, UTN FRA, 2019.
- “Obtenciones de inhibidores de arcilla a base de agua”, Universidad UTE, Ingeniería de Petróleos, 2018.
- API “American Petroleum Institute”, 2014.
- “Obtención y caracterización de geles”, Florent PELE.
- Reacciones de Polimerización - CONICET.
- “An Introduction to The Mechanical Properties of Solid Polymers”, I.M. Ward, D.W. Hadley, John Wiley & Sons Ltda., 1993, England.
- “Mechanical Properties of Polymers and Composites”, L. Nielsen, R. Landel, Marcel Dekker Inc., 1994, New York.

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

BALANCES DE MASA

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Consideraciones

Generalidades

Etapas del proceso

Purificación

Secado

Evaporación

Obtención de Poliacrilamida Parcialmente Hidrolizada

Hidrólisis

Polimerización

Pretratamiento

Disolución

6.1. Introducción

Para llevar a cabo el diseño de la planta productiva de poliacrilamida parcialmente hidrolizada (PHPA), es necesario realizar un balance de masa y un balance de energía, los cuales permitirán determinar las magnitudes de las corrientes involucradas, la cantidad de materia prima requerida y las dimensiones de los equipos que serán necesarios para producir la cantidad de PHPA requerida para abastecer al volumen de mercado que se aspira proveer. Así mismo, se debe tener en cuenta un potencial aumento de la producción y de mercado a abastecer, por lo que los valores obtenidos deben considerar una cierta flexibilidad a futuro.

6.1.1. Consideraciones

Para el desarrollo del presente capítulo, se establecieron las siguientes condiciones, a saber:

- Producción anual de PHPA requerida: 3.600 Toneladas
- Pureza: 97%
- Rendimiento de reacción: 95%
- Rendimiento global del proceso: 95%
- Días laborables por año: 350
- Días trabajados por semana: 7 días
- Modalidad y duración de la jornada laboral: Tres turnos de 8 horas

A continuación, se procede a desarrollar los balances de masa correspondiente a cada etapa de forma detallada. Cada operación contará con un diagrama resumen de las corrientes de ingreso y egreso, como así su procedencia según sea necesario. A su vez, las mismas contendrán una tabla resumen de todas las corrientes, sus composiciones y un breve detalle de cada una.

El desarrollo se realizará tomando como referencia los datos obtenidos de la bibliografía mencionada en el [Capítulo 4. Descripción del proceso.](#)

6.1.2. Generalidades

En principio y para lograr claridad en el desarrollo del capítulo, se enumeran las distintas etapas y sub-etapas que componen al proceso, de modo de abordar los balances de forma ordenada. Luego, se muestra el diagrama de bloques completo de nuestro proceso.

ETAPA	DESCRIPCIÓN	SUB-ETAPA	DESCRIPCIÓN
1	Pretratamiento	1.1	Disolución
2	Obtención de PHPA	2.1	Polimerización
		2.2	Hidrólisis
3	Purificación	3.1	Evaporación
		3.2	Secado

Tabla 5.1: Etapas y subetapas del proceso de producción de PHPA.

Fuente: Elaboración propia.

El proceso consta de un total de tres etapas (pretratamiento, obtención de la PHPA y purificación), de las cuales la que más se demora es la correspondiente a la hidrólisis. Es por esta razón que no es posible realizar la producción de manera continua, sino que deberá ser por lotes o batch.

Tal como se mencionó anteriormente, la producción propuesta es de 300 toneladas mensuales. Sin embargo, para el desarrollo del balance de masa se tomará producción semanal, la cual corresponde a un total de 75 toneladas. No obstante, la etapa de polimerización tomará lugar solo 3 días a la semana (lunes, martes y viernes). La principal razón para llevar a cabo el proceso de esta forma radica en que, si se polimeriza un lunes, la etapa de hidrólisis se dará por terminada un jueves, si se hace un martes se dará por terminada un viernes y por último si se polimeriza un viernes, el proceso de hidrólisis se dará por terminado el lunes de la semana siguiente. Además, si se polimeriza un viernes, el tanque de hidrólisis que se usó para el proceso del lunes ya estaría vacío, teniendo como ventaja que no será necesario un tanque de hidrólisis extra.

A continuación, se detalla cada operación del diagrama de bloques.

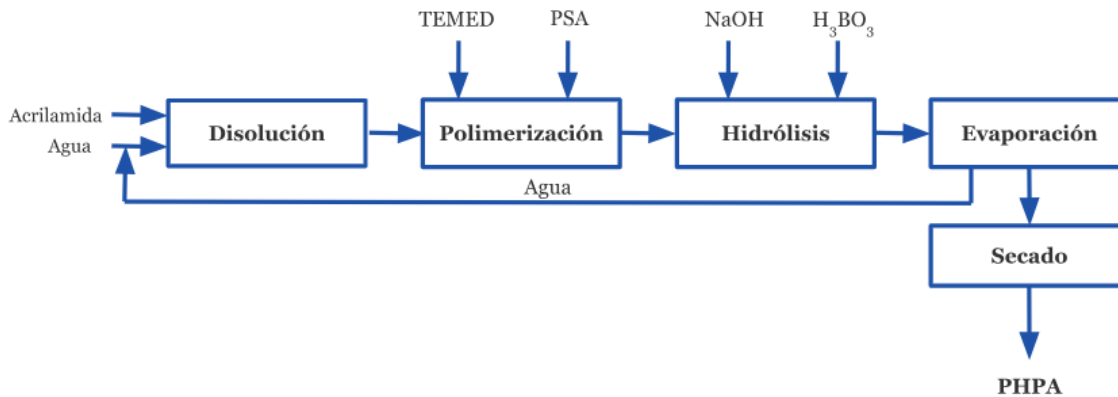


Figura 5.1: Diagrama de bloques del proceso de obtención de la PHPA.

Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, teniendo en cuenta dicho esquema del proceso, se realizan todos los cálculos de los balances de masa partiendo de la producción propuesta de 75 ton/semana. Es por esta razón que se comenzará evaluando el proceso desde el final hacia el principio.

6.2. Etapas del proceso

6.2.1. Purificación

6.2.1.1. Secado

La última etapa de nuestro proceso consiste en un secado con el fin de evaporar el agua restante proveniente del evaporador, para así obtener las 75 toneladas semanales.

Dado que se trata de una sola corriente de entrada y una de salida, en este balance solo se consideran las posibles pérdidas de materia prima que puede quedar en el equipo por medio de un coeficiente de pérdida del 1%.

Partiendo de esta suposición, se realizarán los cálculos para que con una pérdida del 1% se pueda obtener 75 toneladas semanas:

$$X \cdot 0,99 = 75 \text{ toneladas}$$

$$X = \frac{75 \text{ Tn}}{0,99} = 75,75 \approx 75,76 \text{ Tn}_{\text{PHPA}}$$

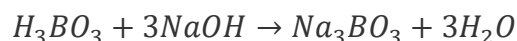
Es por esta razón que necesitaremos al menos 75,76 toneladas de PHPA en la entrada del secador en spray.

Se debe decir que estás 75,76 toneladas no son puras, debido a que hay un arrastre de los catalizadores en reacciones anteriores.

De los catalizadores, el 50% del PSA utilizado queda en la PHPA, por lo que se sabe que 0,37 Tn están allí y luego un 50% de H_3BO_3 que reacciona con el NaOH quedan como impureza en la misma. Como los valores de adición de H_3BO_3 , NaOH y PSA son fijos se pueden calcular ahora:

$$1,548 \text{ Tn sc } H_3BO_3 \cdot 0,33 \frac{\text{Tn } H_3BO_3}{\text{Tn sc}} \cdot 0,5 = 0,255 \text{ Tn } H_3BO_3$$

El NaOH se calcula mediante la reacción:



Por lo que según la reacción se obtendrían 0,493 Tn de NaOH que reaccionan con el H_3BO_3 y por lo tanto podemos decir que quedarán 0,526 Tn de Na_3BO_3 de impureza en la PHPA.

Es decir, que en total restando las impurezas quedaría aproximadamente 74,86 Tn de PHPA puras.

También hay que recordar que no toda la acrilamida reacciona, ya que solo reacciona un 95% de la misma, por lo que para saber la cantidad de acrilamida que acompaña a la PHPA, haremos el siguiente cálculo para calcular la cantidad de poliacrilamida inicial previo a la hidrólisis:

$$74,86 \text{ Tn PHPA} \cdot 0,55 = 41,175 \text{ Tn de poliacrilamida}$$

Y en base a este cálculo, sabemos que este es el 95% de la acrilamida inicial, por lo que con un simple cálculo podemos saber cuánto es la acrilamida que no reaccionó.

$$41,175 \text{ Tn de poliacrilamida} \cdot \frac{0,05}{0,95} = 2,16 \text{ Tn de Acrilamida que no reacciona}$$

Es necesario realizar una aclaración, y es que el agua que se está eliminando contiene componentes en solución que se fueron agregando para las distintas etapas, como son: TEMED, PSA, NaOH, H₃BO₃.

Con el fin de realizar el balance en cuestión, se estima que el secado es total, el agua residual de esta etapa se recicla al igual que el agua residual de la etapa de evaporación.

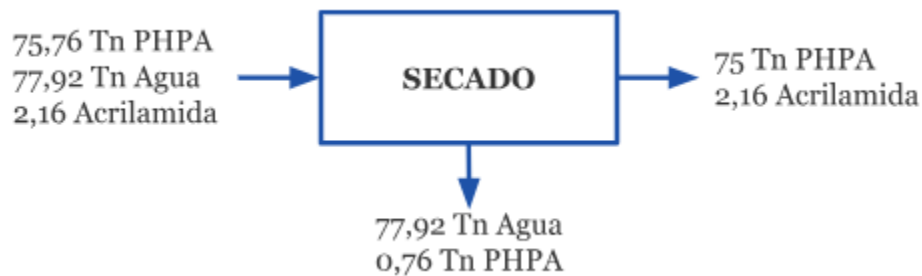


Figura 5.2: Diagrama de entradas y salidas para la etapa de secado.

Fuente: Elaboración propia.

En este punto si se considera que hay 74,86 toneladas de PHPA sobre la cantidad total de masa (77,92 toneladas) se puede decir que la pureza de la PHPA ronda el 97%.

6.2.1.2. Evaporación

De forma anterior al secado, tenemos el proceso de evaporación de una mezcla de la siguiente composición:

COMPONENTE	% MÁSICO	MASA [Tn]
PHPA y Acrilamida	16%	77,92
H ₂ O con componentes en solución	84%	408,33

Tabla 5.2: Porcentajes máxicos de PHPA y agua.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.3: Diagrama de entradas y salidas para la etapa de evaporación.

Fuente: Elaboración propia.

La relación Agua/PHPA a la salida del evaporador es de 1:1. Quedando 75,76 toneladas de PHPA, 2,16 de acrilamida y 77,92 toneladas de agua.

El agua evaporada en esta etapa se recircula.

6.2.2. Obtención de Poliacrilamida Parcialmente Hidrolizada

6.2.2.1. Hidrólisis

Las condiciones y características principales de la reacción de hidrólisis son las siguientes:

Concentración de NaOH	50%
Concentración de H ₃ BO ₃	33%
Concentración de poliacrilamida	9% p/p
Temperatura	90 °C
Presión	1 atm
Tiempo de reacción	66,18 hs
Rendimiento	55%

Tabla 5.3: Consideraciones principales sobre la reacción de hidrólisis.

Fuente: Elaboración propia.

Periodo de maduración [min]	40	230	320	860	1780	2600	3970	5460
% de hidrólisis	15	22	25	32	41	47	55	62

Tabla 5.4: Período de maduración y porcentaje de hidrólisis.

Fuente: Elaboración propia.

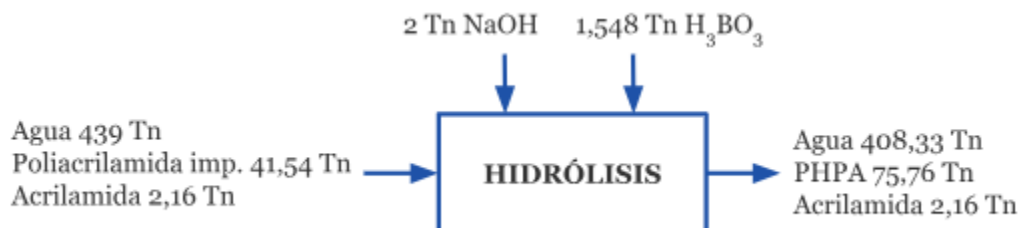


Figura 5.4: Diagrama de entradas y salidas para la etapa de hidrólisis.

Fuente: Elaboración propia.

Se recuerda que la PHPA en esta etapa contiene impurezas que debido a la sal de Na_3BO_3 y la PSA del proceso anterior (como se verá en la siguiente sección de este capítulo) y la cantidad real de PHPA es de 74,86 Tn.

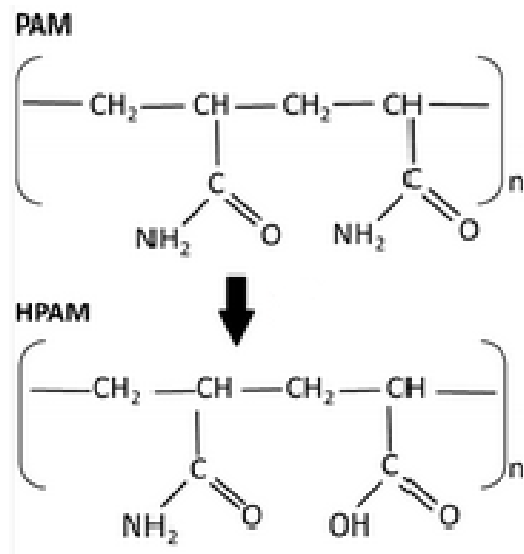


Figura 5.5: Diagrama de las estructuras químicas de PAM y PHPA, que representan los polímeros utilizados en este estudio.

Fuente: [Chemical structures of PAM and HPAM, representing the polymers used in this study.](#)

6.2.2.2. Polimerización

La reacción de polimerización tiene una conversión del 95%. Esto se realizará en 8 batches debido a que los caudales semanales son muy grandes para realizarlos en un único batch.



Figura 5.6: Diagrama de entradas y salidas para la etapa de polimerización.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3. Pretratamiento

6.2.3.1. Disolución

La dilución se hace, en parte, con agua reciclada proveniente de los procesos de evaporación y secado. La masa de agua que resta proviene de la red de agua. La concentración final de acrilamida debe ser 9%, por lo que la cantidad de agua a ingresar semanalmente será de 434.24 Tn aproximadamente. Esto se realizará en 4 dilutores en paralelo, en dos tandas (o sea, se realizarán 2 diluciones por equipo, teniendo 8 diluciones totales para un solo batch de hidrólisis):



Figura 5.7: Diagrama de entradas y salidas para la etapa de disolución.

Fuente: Elaboración propia.

Como se buscará reciclar el agua, y esta contiene cierta concentración de reactivos, habrá que ver cuantas veces se puede reciclar antes de ser desechada y además verificar que compuestos arrastra para que no genere hidrólisis o polimerización, por lo que habrá que ver en qué etapa se recicla.

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

BALANCES DE ENERGÍA

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Datos utilizados

Balances de energía

Dilución

Polimerización

Hidrólisis

Evaporador

Secado

Bibliografía

7.1. Introducción

En el presente capítulo se realizarán los balances de energía teniendo en cuenta los balances de masa del capítulo anterior, calculando los caudales másicos requeridos para enfriar o calentar en cada parte del proceso, para evitar así que den inicio reacciones antes de tiempo o evitar la descomposición de la materia prima.

De forma adicional, este análisis nos permitirá determinar el uso de servicios auxiliares, combustibles, fluidos refrigerantes, elección de equipos y análisis económicos.

7.1.1. Datos utilizados

Para calcular el estado térmico de cada corriente, se recopilaron los datos de calores específicos y otras propiedades necesarias de las sustancias involucradas a partir de diversas fuentes. Además, se utilizó el balance general de energía para equipos discontinuos como base para el análisis.

Con todos estos preconceptos, se desarrollará el balance en cada equipo, explicando los datos y consideraciones relevantes para comprender las condiciones térmicas del sistema.

7.2. Balances de energía

En esta sección, se procederá a realizar los balances de energía de cada equipo por separado, siguiendo el mismo enfoque utilizado en el balance de masa anteriormente presentado.

7.2.1. Dilución

Recordando que los equipos son discontinuos, empezaremos presentando el balance de energía general para todo el sistema:

$$\Delta E + \Delta H_{dis} = Q$$

Siendo:

- ΔE : la variación de energía interna del sistema.
- ΔH_{dis} : el calor de disolución.
- Q : el calor aportado al sistema.

Desarrollando, el balance tenemos que:

$$\Delta E = m_{H_2O} \cdot (h_f - h_i) + m_{acrilamida} \cdot cp_{acrilamida\ liq} \cdot T_f - m_{acrilamida} \cdot cp_{acrilamida\ sol} \cdot T_i$$

Para este caso, los valores de cada uno de estos componentes son los siguientes:

Cp acrilamida sólida	1,502 kJ/kg·K
Cp acrilamida líquida	2,24 kJ/kg·K
Entalpía del agua a 25°C	104,75 kJ/kg
Entalpía del agua a 20°C	83,85 kJ/kg
T_i	20 °C
T_f	25 °C

Tabla 6.1: Propiedades termodinámicas para la resolución del balance de energía.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

Luego, el siguiente término que tenemos es:

$$\Delta H = \frac{m_{acrilamida}}{PM_{acrilamida}} \cdot \Delta H_{dis}$$

ΔH_{dis}	- 15.000 J/mol
$PM_{acrilamida}$	71,08 g/mol

Tabla 6.2: Propiedades termodinámicas para la resolución del balance de energía.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

Mientras que el calor que se entrega al sistema es el que otorgará al sistema mediante el encamisado con agua a 5°C:

$$Q = \hat{m}_{agua} \cdot (h_f - h_i) \cdot t$$

Entalpía del agua a 5°C	21.015 kJ/kg
Entalpía del agua a 20°C	83,85 kJ/kg
T_i agua enfriamiento	5 °C
T_f agua enfriamiento	20 °C

Tabla 6.3: Propiedades termodinámicas para la resolución del balance de energía.

Fuente: Tabla de propiedades termodinámicas del agua.

Siendo:

- cp : calor específico.
- \hat{m} : caudal másico.
- t : tiempo de calentamiento.

Los caudales másicos no son los mismos que en el balance de masa, debido a que esos son los balances en un lote, pero en un lote se utilizan 4 dilutores y se hacen 2 diluciones por dilutor, por lo que los caudales másicos terminaran siendo:

DILUTOR			
ENTRADA		SALIDA	
Acrilamida	1,805 Tn	Acrilamida en sc 9% p/p	20,06 Tn
Agua	18,25 Tn		

Tabla 6.4: Entradas y salidas en el dilutor.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

Prosiguiendo con los balances, reemplazando los valores nos da lo siguiente:

$$\Delta E = 18.259 \text{ kg} \cdot \left(104.75 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 83.85 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right) + 1.805 \text{ kg} \cdot 2,24 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 25^\circ\text{C} - 1.805 \text{ kg} \cdot 1,502 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C}$$

$$\Delta E = 428.510 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = \frac{1.805 \text{ kg}}{71,08 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 1.000 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \cdot 15 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H = 381.100 \text{ kJ}$$

Entonces, teniendo en cuenta que:

$$\Delta E + \Delta H_{dis} = Q$$

El calor intercambiado durante el proceso de dilución será:

$$Q = 809.611 \text{ kJ}$$

Ya con estos valores se puede calcular la cantidad de agua a utilizar:

$$\Delta E - \Delta H_{dis} = Q = \hat{m}_{agua} \cdot cp \cdot (T_f - T_i) \cdot t$$

$$428.510 \text{ kJ} - (-381.100 \text{ kJ}) = Q = \hat{m}_{agua} \cdot \left(83,85 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 21,015 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right) \cdot 2 \text{ h}$$

$$\hat{m}_{agua} = 6442 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \sim 1,79 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

7.2.2. Polimerización

La siguiente etapa del proceso es la polimerización, en la cual se agrega TEMED y PSA en concentraciones tan bajas que no afectan termodinámicamente la solución final. Durante dicho proceso la solución se calienta hasta 45°C por la propia reacción y al igual que en el equipo anterior, partiremos del siguiente balance:

$$\Delta E + \Delta Hr = Q$$

En este caso el balance para la energía interna del sistema será el siguiente:

$$\Delta E = m_{poliacrilamida} \cdot cp_{poliacrilamida} \cdot T_f + m_{acrilamida} \cdot cp_{acrilamida} \cdot T_f + m_{agua} \cdot (h_f - h_i) \\ + m_{PSA} \cdot cp_{PSA} \cdot (T_f - T_i) + m_{TEMED} \cdot cp_{TEMED} \cdot (T_f - T_i) - m_{acrilamida} \cdot cp_{acrilamida} \cdot T_i$$

C_p acrilamida líquida	2,24 kJ/kg·K
C_p TEMED	1,992 kJ/kg·K
C_p PSA	980 J/kg·K
Entalpía del agua a 25°C	104,75 kJ/kg
Entalpía del agua a 45°C	188,335 kJ/kg
C_p poliacrilamida	0,785 kJ/kg·K

Tabla 6.5: Propiedades termodinámicas para la resolución del balance de energía.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

Luego la entalpía de reacción será:

$$\Delta H_r = \frac{m_{\text{acrilamida}} - m_{\text{acrilamida sin reacción}}}{\text{peso molar acrilamida}} \cdot \Delta H_r$$

Por último, el calor “Q” será:

$$Q = \hat{m}_{\text{agua}} \cdot (h_f - h_i) \cdot t$$

Al igual que con los dilutores, habrá 4 reactores que realizarán dos batch cada uno, con lo que el balance de masa se verá reducido de la siguiente manera:

REACTOR DE POLIMERIZACIÓN			
ENTRADA		SALIDA	
Acrilamida	1.805,91 kg	Poliacrilamida	1.731,10 kg
Agua	18.259,76 kg		
TEMED	16,25 kg	Acrilamida sin reaccionar	90,30 kg
PSA	30,96 kg	Agua con componentes en sc	18.291 kg

Tabla 6.6: Entradas y Salidas en el Reactor de Polimerización.

Fuente: Elaboración propia.

Ahora reemplazando los valores tenemos lo siguiente:

$$\begin{aligned} \Delta E &= 1.731,1 \text{ kg} \cdot 0,785 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 45^\circ\text{C} + 90,3 \text{ kg} \cdot 2,24 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 45^\circ\text{C} + \\ &\quad 18.259,76 \text{ kg} \cdot (188,335 - 104,75) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ &+ 30,96 \text{ kg} \cdot 0,980 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (45 - 25)^\circ\text{C} + 16,25 \text{ kg} \cdot 1,992 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (45 - 25)^\circ\text{C} - \\ &\quad 1.805 \text{ kg} \cdot 2,240 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 25^\circ\text{C} \\ \Delta E &= 1.496.618 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H &= \frac{1.805 \text{ kg} - 90,3 \text{ kg}}{\text{peso molar acrilamida}} \cdot 75 \text{ kJ/mol} \\ \Delta H &= 1.810.224 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Quedando el calor intercambiado en el proceso de polimerización:

$$Q = 3.306.842 \text{ kJ}$$

Con este valor podremos sacar el caudal de agua de enfriamiento necesario, en este caso entrará agua a 5°C y saldrá agua a 30°C:

$$Q = \hat{m}_{\text{agua}} \cdot (h_f - h_i) \cdot t$$

Entalpía del agua a 5°C	21,015 kJ/kg
Entalpía del agua a 30°C	125,65 kJ/kg

Tabla 6.7: Propiedades termodinámicas del agua a 5°C y 35°C.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

Siendo t = 4 horas:

$$\hat{m}_{\text{agua}} = 7900 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \sim 2,19 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

7.2.3. Hidrólisis

Para la hidrólisis, sucede lo mismo que para la polimerización es necesario agregar un catalizador, como lo es el H_3BO_3 y luego NaOH, pero las concentraciones de estos son tan pequeñas en comparación a toda la masa total que sus aportes serán insignificantes a la hora de hacer los cálculos.

En este caso, habrá 3 de estos tanques de hidrólisis que serán más grandes que los reactores, en el que cada uno tendrá la siguiente cantidad de masa:

REACTOR DE HIDRÓLISIS			
ENTRADA		SALIDA	
Acrilamida	0,72 Tn	PHPA	25,25 Tn
Poliacrilamida impura	13,85 Tn	Agua con componentes en sc	135,86 Tn
Agua de solución	146,33 Tn	H_3BO_3 que no reaccionó	0,09 Tn
Solución H_3BO_3 33%	0,52 Tn	NaOH que no reaccionó	0,17 Tn
Solución NaOH 50%	0,67 Tn	Acrilamida sin reaccionar	0,72 Tn

Tabla 6.8: Entradas y Salidas en el Reactor de Hidrólisis.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

Además, como se explicó en capítulos anteriores, es necesario calentar hasta 90°C para iniciar la reacción. Por lo tanto, el balance será:

$$\Delta E + \Delta H_r = Q$$

$$\Delta E = m_{\text{poliacrilamida}} \cdot c_{p_{\text{poliacrilamida}}} \cdot (T_f - T_i) + m_{\text{agua}} \cdot (h_f - h_i) + m_{\text{acrilamida}} \cdot c_{p_{\text{acrilamida}}} (T_f - T_i)$$

$$Q = \hat{m}_{\text{vapor}} \cdot (h_{\text{vapor saturado}} - h_{\text{líquido saturado}}) \cdot t$$

Como en esta primera parte solo estamos calentando, no hay calor de reacción:

$$\Delta H_r = 0$$

Los datos para este balance son:

C_p acrilamida líquida	2,383 kJ/kg·K
Entalpía agua a 45°C	188,335 kJ/kg
Entalpía del agua a 90°C	376,86 kJ/kg
C_p poliacrilamida	0,755 kJ/kg·K
Entalpía líquido saturado 3 bar	561,11 kJ/kg
Entalpía vapor saturado 3 bar	2724,66 kJ/kg

Tabla 6.9: Propiedades termodinámicas del agua y la poliacrilamida.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

Con estos valores, obtenidos del programa utilizado para los cálculos y el diseño, podemos completar el cálculo del ΔE , quedando:

$$\Delta E = 13.850 \text{ kg} \cdot 0,755 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (90^\circ\text{C} - 45^\circ\text{C}) + 146.330 \text{ kg} \cdot \left(376,86 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 188,335 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) + 720 \text{ kg} \cdot 2,383 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (90^\circ\text{C} - 45^\circ\text{C})$$

$$\Delta E = 28.134.917 \text{ kJ} = Q$$

$$28.134.917 \text{ kJ} = \hat{m}_{\text{vapor saturado}} \cdot \left(2724,66 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 561,11 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) \cdot 2 \text{ hs}$$

$$\hat{m}_{\text{vapor saturado}} = 6502 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \sim 1,8 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Después de determinar el caudal necesario para calentar la solución y dar inicio a la reacción, es importante realizar el balance correspondiente para asegurar que se mantenga a una temperatura constante de 90°C. Dado que se trata de una reacción exotérmica, es crucial mantener las condiciones térmicas adecuadas a lo largo de todo el proceso.

En este caso, el calor de reacción es de 250.000 J/mol de monómero. Como la temperatura se debe mantener a 90°C, no habrá variación de la energía interna.

Es decir, todo el aporte se dará por el calor de reacción:

$$\Delta Hr = Q$$

Reemplazando los valores:

$$\frac{250.000 \frac{J}{mol}}{71,08 \frac{kg}{mol}} \cdot 13.850 kg \cdot 0,55 = 26.791.990 J = Q$$

Suponemos que queremos mantener la reacción en 90°C con agua a 30°C que sale a 35°C en un lapso de 3 días:

Entalpía agua a 30°C	125,65 kJ/kg
Entalpía del agua a 35°C	145,65 kJ/kg

Tabla 6.10: Propiedades termodinámicas del agua a 35°C.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

$$26.791 kJ = Q = \hat{m}_{agua} \cdot \left(145,65 \frac{kJ}{kg} - 125,65 \frac{kJ}{kg}\right) \cdot 72 h$$

$$\hat{m}_{agua} = 18,61 \frac{kg}{h}$$

Es importante recordar que la hidrólisis ocurre al 55%, por lo tanto, es necesario multiplicar la reacción por dicho valor para obtener la cantidad real de la sustancia reaccionante. Además, debemos tener en cuenta que la reacción tiene una duración de 3 días.

Debido a la poca cantidad de agua que se necesitará no es necesario aplicar enfriamiento en este caso.

7.2.4. Evaporador

En el evaporador se evapora parte del agua hasta que quede una solución 50% en peso.

Del balance de masa, obtenemos:

EVAPORADOR			
ENTRADA		SALIDA	
PHPA	75,76 Tn	Acrilamida	2,16 Tn
Agua con comp en solución	408,3 Tn	PHPA con impureza	75,76 Tn
Acrilamida	2,16 Tn	Agua en solución	77,92 Tn
		Agua evaporada	329,49 Tn

Tabla 6.11: Entradas y Salidas en el Evaporador.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

Como la evaporación será continua, estaremos hablando de caudales másicos:

EVAPORADOR			
ENTRADA		SALIDA	
PHPA	0,45 Tn/h	Acrilamida	0,01 Tn/h
Agua con comp en solución	2,43 Tn/h	PHPA con impureza	0,45 Tn/h
Acrilamida	0,01 Tn/h	Agua en solución	0,46 Tn/h
		Agua evaporada	1,96 Tn/h

Tabla 6.12: Entradas y Salidas en el Evaporador.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

En este caso, necesitaremos llevar la solución a 100°C para empezar a evaporar el agua:

C_p PHPA	0,723 kJ/kg·K
C_p acrilamida	2,423 kJ/kg·K
Entalpía agua de solución 90°C	376,96 kJ/kg
Entalpía agua de solución 100°C	417,51 kJ/kg
Entalpía del vapor a 100°C	2,675 kJ/kg
Entalpía líquido saturado 3 bar	561,11 kJ/kg
Entalpía vapor saturado 3 bar	2.724,66 kJ/kg
Temperatura de vapor 3 bar	133 °C

Tabla 6.13: Propiedades termodinámicas de las especies intervinientes en el evaporador.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

En este caso, el procedimiento consiste en elevar la temperatura a 100 °C y evaporar la mayor parte del agua.

$$\Delta E = Q$$

Siendo:

$$\Delta E = m_{poliacrilamida} \cdot c_{p_{poliacrilamida}} \cdot (T_f - T_i) + m_{vapor} \cdot h_{vapor} + m_{agua\ sc\ 100^\circ C} \cdot h_{agua\ sc\ 90^\circ C} - m_{agua\ 90^\circ C} \cdot h_{agua\ 90^\circ C} + m_{acrilamida} \cdot c_{p_{acrilamida}} (T_f - T_i)$$

Entonces

$$\begin{aligned} \Delta E &= 450,89 \frac{kg}{h} \cdot 0,723 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \cdot (100^\circ C - 90^\circ C) + 12,85 \frac{kg}{h} \cdot 2,383 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \cdot (100^\circ C \\ &\quad - 90^\circ C) \\ &\quad + 1961,3 \frac{kg}{h} \cdot 2,675,43 \frac{kJ}{kg} + 463,8 \frac{kg}{h} \cdot 417,51 \frac{kJ}{kg} - 2.430 \frac{kg}{h} \cdot 396,96 \frac{kJ}{kg} \\ \Delta E &= 4.529.322,87 \frac{kJ}{h} \end{aligned}$$

$$Q = \hat{m}_{vapor} \cdot (h_{vapor\ saturado} - h_{líquido\ saturado})$$

Sabiendo la entalpía del vapor a la entrada y a la salida, se puede calcular el caudal de vapor que se necesita:

$$4.529.322,87 \frac{kJ}{h} = Q = \hat{m}_{vapor} \cdot (2.724,66 \frac{kJ}{kg} - 561,11 \frac{kJ}{kg})$$

$$\hat{m}_{vapor} = 2.093,47 \frac{kg}{h}$$

7.2.5. Secado

Para el secado se utilizará una masa de aire para evaporar el agua sobrante:

SECADO			
ENTRADA		SALIDA	
PHPA	75,76 Tn	PHPA	75 Tn
Agua de sc	77,92 Tn	Agua evaporada	77,92 Tn
Acrilamida	2,16 Tn	Acrilamida	2,16 Tn
		Pérdidas	0,75 Tn

Tabla 6.14: Entradas y salidas correspondientes a la operación del secado.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

Al igual que en el evaporador, el secador en spray será continuo, por lo que deberemos plantear el balance de masa en caudales:

SECADO			
ENTRADA		SALIDA	
PHPA	0,45 Tn/h	PHPA	0,45 Tn/h
Agua de sc	0,46 Tn/h	Agua evaporada	0,46 Tn/h
Acrilamida	0,01 Tn/h	Acrilamida	0,01 Tn/h

Tabla 6.15: Entradas y salidas correspondientes a la operación del secado.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

En este caso, como ya el flujo viene a 100 °C, todo el calor aportado será para la evaporación del agua y del enfriamiento de la PHPA que se enfría hasta 60°C debido a que el agua absorbe calor de la misma para la evaporación:

$$\Delta E = \hat{m}_{vapor} \cdot (h_{vapor} - h_{líquido saturado}) + \hat{m}_{PHPA} \cdot cp \cdot (T_{final} - T_{inicial}) + \hat{m}_{acrilamida} \cdot cp \cdot (T_{final} - T_{inicial})$$

Reemplazando:

$$\Delta E = 463.8 \frac{kg}{h} \cdot (2.676,01 \frac{kJ}{kg} - 418,95 \frac{kJ}{kg}) + 450.89 \frac{kg}{h} \cdot 0,723 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \cdot (60^\circ C - 100^\circ C) + 12,8 \frac{kg}{h} \cdot 2,383 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \cdot (60^\circ C - 100^\circ C)$$

$$\Delta E = Q = 1.032.558 \frac{kJ}{h}$$

El proceso de secado se realiza continuamente:

$$1.032.558 \frac{kJ}{h} = Q = \hat{m}_{aire} \cdot (220^\circ C - 100^\circ C) \cdot 1.014 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

$$\hat{m}_{aire} = 8.479 \frac{kg}{h}$$

A esto, se le sumará un 20% de exceso:

$$\hat{m}_{aire} \cdot 1,2 = 10.174 \frac{kg}{h}$$

$$\hat{m}_{aire} \sim 11.970 \frac{m^3}{h}$$

BIBLIOGRAFÍA

- Biblioteca de datos del programa Aspen HYSYS. Versión 7.3 (25.0.4.7337). Copyright (c) 1997-2011 Aspen Technology, Inc.
- Tabla De Propiedades Termodinámicas Del Agua.
- TLV, Compañía Especialista en Vapor, sobre las propiedades del vapor de agua en distintas condiciones. Página web: [Calculadora: Tabla de Vapor Sobrecalentado | TLV - Compañía Especialista en Vapor \(América Latina\)](#).

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

SELECCIÓN Y DISEÑO DE EQUIPOS

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Diseño de equipos

Tanques de almacenaje

 Tanque de almacenamiento de Ácido bórico

 Cuerpo del tanque

 Piso del tanque

 Techo del tanque

 Ficha técnica del tanque

 Tanque de almacenamiento de Soda Cáustica 50%

 Tanque de almacenamiento de Nitrógeno

Tanques de dilución

Reactores de polimerización

 Cuerpo del tanque

 Cabezal y fondo

 Agitador

 Diseño térmico

 Inyección de nitrógeno

 Soporte del tanque

 Ficha técnica del reactor de polimerización

Tanque de hidrólisis

Evaporador

 Diseño térmico de los tubos

 Diseño térmico de la coraza

 Cálculo del área

 Aislamiento

 Soporte

 Ficha técnica del evaporador

Secador en spray

Llenadora de Big Bag

7.1. Introducción

Una de las partes claves de este proyecto consiste en el diseño de los equipos necesarios para el proceso productivo de la PHPA.

La mayor parte de los equipos serán simplemente seleccionados entre las diversas opciones disponibles comercialmente y cotizadas a partir de las necesidades existentes. Por otro lado, algunos equipos demandarán un análisis más exhaustivo, lo que implica diseñarlos con el propósito de examinar minuciosamente todos los aspectos relevantes.

Por ello, presentaremos el layout del diagrama de flujo para ver todos los equipos que forman parte del proceso:

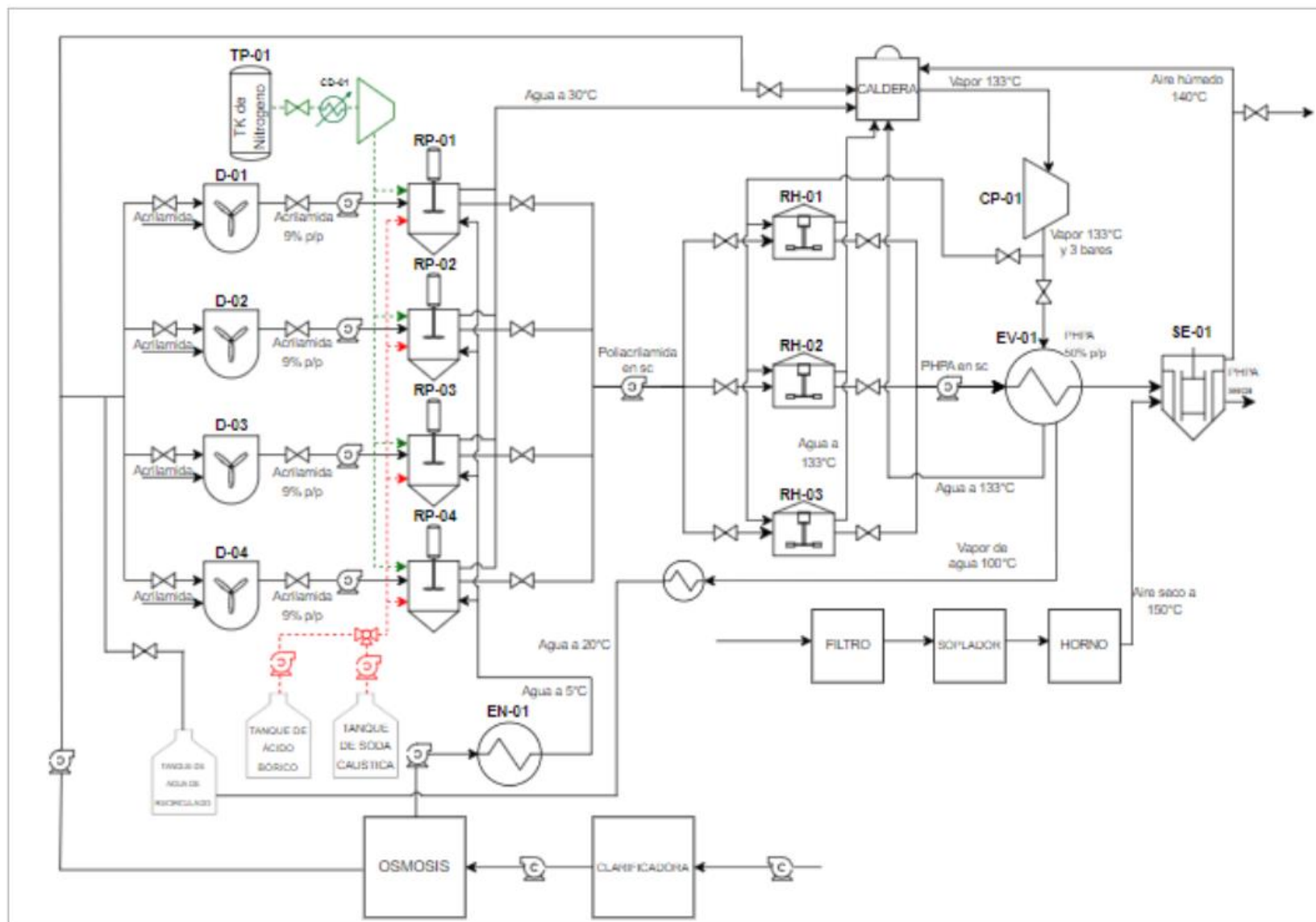


Diagrama 7.1: Diagrama completo del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

7.2. Diseño de equipos

7.2.1. Tanques de almacenaje

A continuación, se detallarán los tanques de almacenaje que habrá en la planta:

EQUIPO	PRODUCTO	CODIFICACIÓN
Tanque de almacenamiento	Soda Cáustica	TK-01
Tanque de almacenamiento	Ácido bórico	TK-02
Tanque sometido a presión	Nitrógeno	TK-03

Tabla 7.1: Detalle de los tanques de almacenaje.

Fuente: Elaboración propia.

Para todos los tanques de almacenamiento se dimensionan según API 650.

7.2.1.1. Tanque de almacenamiento de Ácido bórico

El tanque será diseñado mediante los lineamientos dados por la Norma API 650, que nos da la información necesaria para calcular el cuerpo, el techo y el piso del tanque, según su material de construcción y su producto a contener.

Antes de la construcción del tanque es necesario realizar la loza de hormigón que lo soportará, y luego el plato del tanque sobre el que estará montado el tanque y luego se montan las virolas para la construcción del mismo.

7.2.1.1.1. Cuerpo del tanque

El tanque de ácido bórico deberá almacenar por lo menos 20 Tn y se rellenará aproximadamente cada 2 meses. El material a utilizar será acero inoxidable AISI 316 ya que es un material resistente a la corrosión que presentará la soda.

Las características del fluido serán las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO	
Capacidad	16 tn
Densidad mezcla	1135 kg/m ³
Temperatura de operación	293 K
Presión de operación	1 atm
Densidad relativa	1,2304

Tabla 7.2: Características del fluido a almacenar.

Fuente: PERRY. 1994. "Manual del Ingeniero Químico". Quinta Edición. Mc. Graw-. Hill. México.

Con estos datos podemos empezar a calcular las dimensiones del tanque, primeramente, calculando el volumen de H₃BO₃ a necesitar:

$$V_{a \text{ soportar}} = \frac{16000 \text{ kg}}{1135 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V_{a \text{ soportar}} = 14,09 \text{ m}^3$$

Tomaremos un porcentaje de seguridad del 20% para el sobredimensionamiento del tanque, por lo que el volumen del tanque será:

$$V_{real} = 14,09 \text{ m}^3 \cdot 1,2$$

$$V_{real} = 16,91 \text{ m}^3$$

Con la finalidad de simplificar los cálculos asignaremos al tanque un volumen de 20 m³.

VOLUMEN DEL TANQUE	
Volumen a soportar	14,09 m ³
Porcentaje de seguridad	1,2
Volumen del tanque	16,91 m ³
Volumen asignado	20 m ³

Tabla 7.3: Volumen del tanque de almacenaje de soda cáustica.

Fuente: Elaboración propia.

Se definió el diámetro en 3 metros.

Teniendo el diámetro y el volumen se puede calcular la altura que debería tener el tanque:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h}{4}$$

Operando:

$$h = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2} = \frac{4,20 \text{ m}^3}{\pi \cdot (3\text{m})^2}$$

$$h = 2,82 \text{ m}$$

La altura nos dio un valor de 2.82 m, pero como la altura de las virolas es de 1,5 m, la altura final quedará en 3 m, dándonos así un nuevo volumen para el tanque:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h}{4} = \frac{\pi \cdot (3\text{m})^2 \cdot 3\text{m}}{4}$$

$$V = 21,20 \text{ m}^3$$

Proseguiremos calculando el espesor de la envuelta, el cual según el código API 650 se calcula mediante la siguiente fórmula utilizando unidades inglesas.

$$t = \frac{2,6 \cdot D \cdot (H - 1) \cdot \gamma}{S \cdot E} + C$$

Siendo:

- “D”: el diámetro
- “H”: la altura
- “ γ ”: el peso específico relativo de la soda cáustica al 50%

- “S”: la tensión máxima admisible del material
- “E”: la eficiencia de la soldadura
- “C”: el espesor por corrosión

Para nuestro caso, los datos serán los siguientes, considerando unidades inglesas:

DATOS DEL TANQUE EN UNIDADES INGLESAS	
Diámetro	9,84 ft
Altura	9,84 ft
Peso específico relativo	1,23 ft
Tensión admisible	24.166,0 psi
Sobreespesor por corrosión	0,10 in
Eficiencia de soldadura	0,85

Tabla 7.4: Datos del tanque de almacenaje de soda cáustica.

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, el espesor de la envuelta queda definido por:

$$t = \frac{2,6 \cdot 9,84 \text{ ft} \cdot (9,84 \text{ ft} - 1) \cdot 1,23}{24166 \text{ psi} \cdot 0,85} + 0,1 \text{ in}$$

$$t = 0,11 \text{ in}$$

Pero como el espesor mínimo por la norma es de 0,25 pulgadas este será el valor que se le asignará.

Ahora calcularemos la cantidad de virolas necesarias, por ellos sabemos que las virolas son de 1,5 m de alto x 3 m de largo, por lo que sabiendo que el perímetro del tanque es de 9 m, se necesitarán 3 virolas por nivel, cada una de 3 m y además si tienen 1,5 m de altura, para un tanque de 3 m serán necesarios 2 niveles de virolas.

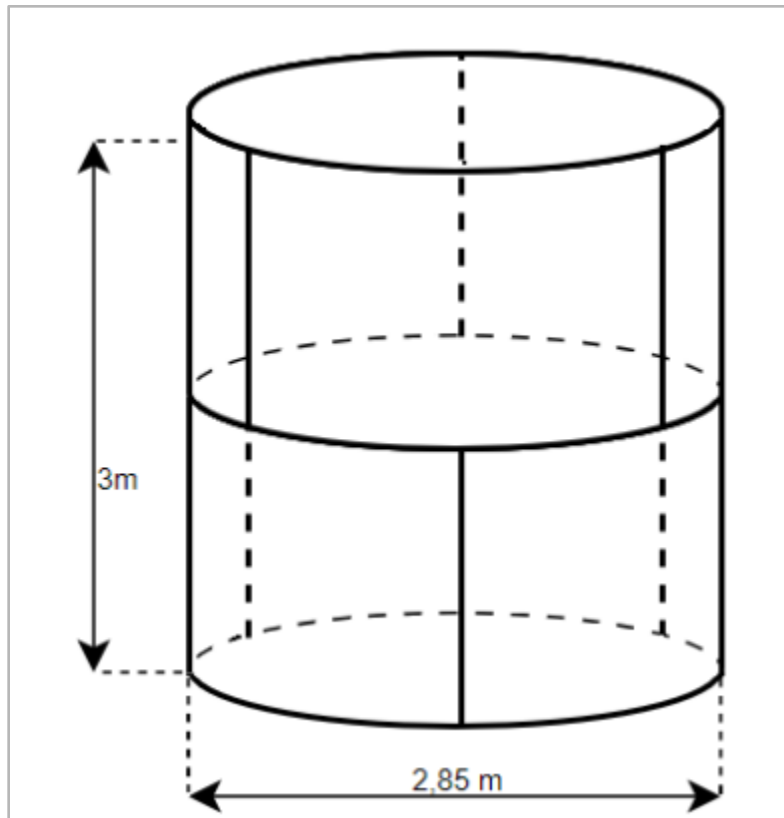


Figura 7.1: Cuerpo del tanque de almacenaje de soda cáustica.

Fuente: Elaboración propia.

Resumiendo, se utilizarán 3 virolas por nivel y habrá 2 niveles, por lo que concluimos que se utilizaran 6 virolas para el cuerpo del tanque.

7.2.1.1.2. Piso del tanque

El fondo del tanque será un piso plano, estará dado por el mismo tipo de virolas de 6 m x 1,5 m. Por lo que, con una virola sola cortada a la mitad, alcanzará para cubrir todo el fondo. Además, cada virola tendrá 6,34 mm de espesor.

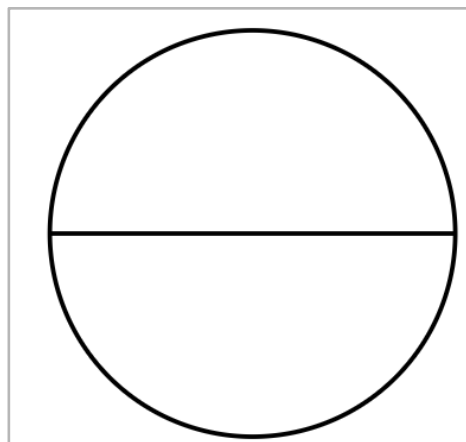


Figura 7.2: Piso del tanque de almacenaje de soda cáustica.

Fuente: Elaboración propia.

La unión del cuerpo del tanque con el fondo por norma deberá tener un espesor de soldadura de 6 mm.

7.2.1.1.3. Techo del tanque

Se utilizará un techo cónico, y para calcularlo, es necesario estimar un ángulo del mismo. Este deberá estar entre 9° y 37° y para calcular el espesor del techo se utiliza la siguiente fórmula:

$$t = \frac{D}{4.8 \operatorname{sen} \theta}$$

Siendo “D” el diámetro del tanque y θ el ángulo del techo cónico. Para este caso, se utiliza un ángulo de 10° :

$$t = \frac{D}{4.8 \operatorname{sen} \theta}$$
$$t = 3,55 \text{ mm}$$

Cómo es menor a las 6,35 mm este es el espesor que se utilizará.

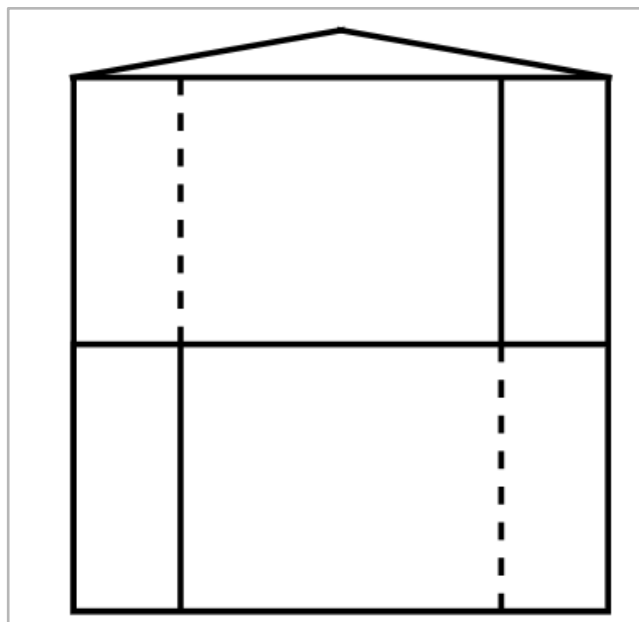


Figura 7.3: Esquema del tanque completo.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1.1.4. Ficha técnica del tanque

FICHA TÉCNICA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ÁCIDO BÓRICO	
Capacidad	20 tn
Altura	3 m
Diámetro	2,85 m
Espesor	6,34 mm
Temperatura de operación	20°C
Tipo de techo	Cónico
Espesor del techo	6,34 mm
Tipo de piso	Plano
Espesor del piso	6,34 mm
Material	Acero inoxidable AISI 316

Tabla 7.5: Ficha técnica de tanque de almacenamiento de ácido bórico

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1.2. Tanque de almacenamiento de Soda Cáustica 50%

Este tanque deberá almacenar 20 tn de Soda Cáustica que será abastecido cada dos meses. Para calcular el volumen de tanque necesitaremos se divide el peso por la densidad de la Soda cáustica:

CARACTERÍSTICAS DE LA SODA CÁUSTICA	
Capacidad	20 tn
Densidad mezcla	1,520 kg/m ³
Temperatura de operación	293 K
Presión de operación	1 bar

Tabla 7.6: Datos del tanque de almacenaje de soda cáustica.

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos se calcula el volumen requerido del tanque y se estima un factor de seguridad del 20% y con ello quedan definidos los requerimientos del tanque de la siguiente forma:

REQUERIMIENTOS DEL TANQUE DE SODA CAÚSTICA	
Volumen a soportar	13,15 m ³
Porcentaje de seguridad	20%
Volumen del tanque	15,78 m ³

Tabla 7.7: Datos del tanque de almacenaje de soda cáustica.

Fuente: Elaboración propia.

Para la selección de este tanque de almacenamiento se decidió seleccionar un tanque de la empresa STRAPLAS, cuyo material será Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio. Será un tanque vertical de piso plano. La resina plástica le provee la resistencia química necesaria mientras que la fibra de vidrio le provee la resistencia mecánica, estabilidad y resistencia al calor.

En la siguiente figura, se mostrará el diseño general de tanque:

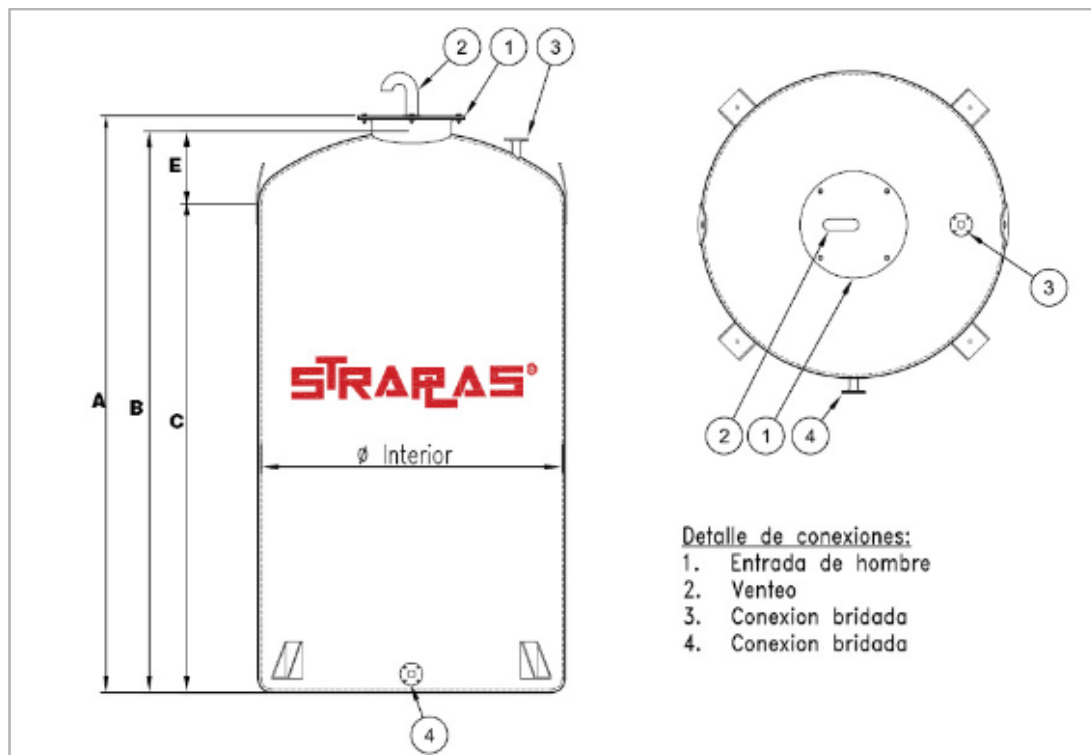


Figura 7.4: Tanque vertical Plano de Straplas.

Fuente: STRAPLAS.

Ahora, según la figura seleccionaremos del catálogo ofrecido por la empresa una de las medidas que se adecue a nuestro volumen necesario:

SERIE	CAPACIDAD	DIAMETRO	A	B	C	D
1200	1000	1200	1080	980	680	300
	1500	1200	1520	1420	1120	300
	2000	1200	2140	1980	1560	300
1400	3000	1400	2140	2040	1750	290
	4000	1400	2790	2690	2400	290
	5000	1400	3440	3340	3050	290
1500	5000	1500	3030	2930	2580	350
	6000	1500	3595	3495	3145	350
	7000	1500	4160	4060	3710	350
1800	7000	1800	3010	2910	2440	470
	8000	1800	3400	3300	2830	470
	10000	1800	4190	4090	3620	470
2000	10000	2000	3470	3370	2900	470
	15000	2000	5055	4955	4485	470
	20000	2000	6650	6550	6080	470
2400	15000	2400	3635	3535	3035	500
	20000	2400	4740	4640	4140	500
	25000	2400	5850	5750	5250	500
2600	20000	2600	4000	3900	3310	590
	25000	2600	4940	4840	4250	590
	30000	2600	5880	5780	5190	590
3000	25000	3000	3845	3745	3145	600
	30000	3000	4550	4450	3850	600
	40000	3000	5970	5870	5270	600
3500	50000	3500	5550	5450	4800	650
	60000	3500	6600	6500	5850	650
	70000	3500	7640	7540	6890	650
4000	50000	4000	4470	4370	3670	700
	100000	4000	8460	8360	7660	700
	150000	4000	12450	12350	11650	700

Tabla 7.8: Catálogo de medidas de STRAPLAS para tanque vertical de piso plano.

Fuente: STRAPLAS.

Se eligió uno de la SERIE 2600 que son tanques de 2600 mm de diámetro, con una altura efectiva de 3900 mm, lo que nos da una capacidad de almacenaje de 20 m^3 que nos cumple con lo requerido por los balances realizados anteriormente.

Finalmente, el tanque contará con una boca de hombre y medidor de nivel.

ESPECIFICACIONES FINALES DEL TANQUE DE SODA CÁUSTICA T-02	
Capacidad	20 m ³
Diámetro	2,6 m
Altura	4 m
Material	Plástico reforzado con fibra de vidrio

Tabla 7.9: Especificaciones finales del tanque de soda cáustica.

Fuente: STRAPLAS.

7.2.1.3. Tanque de almacenamiento de Nitrógeno

El nitrógeno es necesario para desplazar al aire durante la etapa de polimerización. El nitrógeno necesario semanalmente según se calcula más adelante (ver página 30) que son 240 kg semanales.

El tanque de almacenamiento de nitrógeno será aportado por Air Liquide, los cuales son grandes proveedores de gases en Argentina. Los mismos ofrecen tanques entre 450 y 3000 litros, sometida a presiones de hasta 34 bar de nitrógeno líquido. Según nuestro cálculo necesitaremos una tonelada mensual y según la densidad del nitrógeno líquido necesitamos 1500 litros.

Decidimos usar un tanque de nitrógeno líquido en lugar de cilindros para evitar los riesgos que estos generan como por ejemplo la pérdida o el daño de los mismos, además de minimizar la manipulación de gases al mínimo.

La misma empresa se encarga del reabastecimiento y de la vaporización y bombeo al reactor.

ESPECIFICACIONES FINALES DEL TANQUE DE NITRÓGENO	
Capacidad	1,5 m ³
Capacidad en kg	1000 kg
Proveedor	Air Liquide

Tabla 7.10: Especificaciones requeridas para el tanque de almacenamiento de nitrógeno.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2. Tanques de dilución

Para el caso del dilutor se encargará al proveedor de la construcción del tanque agitado según las especificaciones técnicas que daremos nosotros.

Para la construcción, se eligió al proveedor Zanni Fabril:

CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO	
Capacidad	20,111 tn
Densidad mezcla	982 kg/m ³
Temperatura de operación	298 K
Presión de operación	1 atm

*Tabla 7.11: Características del fluido de los dilutores
Fuente: Elaboración propia.*

Con ello, podemos definir el volumen a abarcar por el fluido y así definir:

CARACTERÍSTICAS DEL REACTOR	
Volumen de reactor	20,49 m ³
Sobredimensionamiento	10%
Volumen total de reactor	22,53 m ³

*Tabla 7.12: Características del fluido.
Fuente: Elaboración propia.*

Por ello, cada dilutor contará con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS DEL REACTOR	
Altura	3,5 m
Diámetro	3 m
Volumen	24.7 m ³
Material	Acero inoxidable AISI 316

*Tabla 7.13: Características del tanque.
Fuente: Elaboración propia.*

Para la agitación del tanque se elegirá un agitador de Cramix con las siguientes especificaciones:



Figura 7.5: Características del agitador.

Fuente: Cramix.

Para nuestros dilutores, se eligió una longitud de eje de 2 m para llegar al seno del fluido, y una velocidad de 100 rpm, y el consumo de potencia rondará entre 20-25 kW.

Recordemos que cada dilutor tendrá una cabina de carga de acrilamida donde habrá un extractor con un filtro de manga para la eliminación de partículas sólidas.

Por último, el enfriamiento del equipo será realizado por la empresa “Sigmalthermal” que para que el equipo se mantenga a 25°C, con lo que se espera que el encamisado tenga 2,1 metros de diámetro.

ESPECIFICACIONES FINALES DE LOS DILUTORES Do1-Do4	
Capacidad	24.7 m ³
Diámetro	3 m
Altura	3,5 m
Material	Acero inoxidable AISI 316

Tabla 7.14: Características del agitador.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.3. Reactores de polimerización

En el siguiente apartado se hablará del diseño de los tanques de polimerización en los cuales se realizarán 8 batch por lote en 4 reactores, es decir que se harán 2 batch por reactor.

7.2.3.1. Cuerpo del tanque

Los reactores de polimerización con códigos del R-01 al R-04 deben ser capaces de almacenar una cantidad de 20.158 kg de material, el cual tiene una densidad de 983,84 kg/m³ a una temperatura de 318 K y una presión de operación de aproximadamente 2 bares.

Para cumplir con estos requisitos, se ha seleccionado el acero inoxidable AISI 316 como el material apropiado.

CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO	
Capacidad	20,158 Tn
Densidad mezcla	983,84 kg/m ³
Temperatura de operación	318 K
Presión de operación	2 atm
Viscosidad	0,00174 kg/m·s
Densidad relativa	0,983

Tabla 7.15: Características del fluido.

Fuente: Aspen HYSYS | Process Simulation Software.

Con estas características vamos a calcular los datos de diseño:

CARACTERÍSTICAS DEL REACTOR	
Volumen de reactor	20,49 m ³
Sobredimensionamiento	20 %
Volumen total de reactor	24,59 m ³
Relación h/D	4

Tabla 7.16: Características del fluido.

Fuente: Elaboración propia.

Para empezar con los cálculos del diseño, se calculará el diámetro necesario del reactor:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h}{4}$$

Sabiendo que $h = 4 \cdot D$, se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V}{4 \cdot \pi}} = 1,99 \text{ m}$$

$$h = 7,94 \text{ m}$$

Con el fin de obtener medidas redondas, se optará por un diámetro de 2 m y una altura de 8 metros. Estas dimensiones resultan en un volumen total del reactor de:

$$V = \frac{\pi \cdot 2 \text{ m}^2 \cdot 8 \text{ m}}{4}$$

$$V = 25,13 \text{ m}^3$$

A continuación, abordaremos el cálculo de la presión de diseño del reactor. En primer lugar, se tiene una presión en el reactor de 2 bares. El siguiente paso implica calcular la presión hidrostática generada por la columna de líquido dentro del reactor.

Para esto, comenzaremos por determinar la altura de la columna de líquido en el reactor:

$$h_{líq} = \frac{4 \cdot V_{líquido}}{D^2 \cdot \pi}$$

$$h_{líq} = \frac{4 \cdot 20,49 \text{ m}^3}{2^2 \cdot \pi} = 6,52 \text{ m}$$

Luego la presión hidrostática se calculará:

$$P_{hidrostática} = h_{líq} \cdot \rho \cdot g$$

$$P_{hidrostática} = 6,52 \text{ m} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 983,84 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 62.881 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$P_{hidrostática} \approx 0,63 \text{ bar}$$

Por lo que la presión total del reactor será la suma de las presiones:

$$P_{total} = P_{operación} + P_{hidrostática}$$

$$P_{total} = 2,63 \text{ bar}$$

A esta presión, se le sumará un factor de seguridad del 20%:

$$P_{diseño} = P_{total} + 20\%$$

$$P_{diseño} = 3,15 \text{ bar}$$

Lo siguiente que tenemos que calcular es el espesor de las virolas de acero inoxidable. Recordamos que el material elegido es el acero inoxidable AISI 316. El material nos dará la tensión admisible permitida, la cual es 75.000 PSI (Se usan estas unidades debido a que las fórmulas a continuación otorgadas por las normas API 650, usan unidades inglesas).

Primeramente, el espesor por corrosión será de 0,125". Y luego, el espesor será dado por la siguiente fórmula:

$$\tau_{diseño} = \frac{P_{diseño} \cdot R}{S \cdot E - 0,6 \cdot P_{diseño}}$$

$$\tau_{diseño} = \frac{45,68 \text{ PSI} \cdot 39,37 \text{ in}}{37.500 \text{ PSI} \cdot 0,85 + 0,6 \cdot 45,68 \text{ PSI}} = 0,23''$$

Siendo:

- S = Tensión admisible.
- R = Radio del reactor.
- P = Presión.
- E = Eficiencia de soldadura.

Finalmente:

$$\tau_{total} = \tau_{corrosión} + \tau_{diseño}$$

$$\tau_{total} = 0,35 \text{ in}$$

Chapa de Acero Inoxidable	3,00 mm	23,580 Kg/m ²
Chapa de Acero Inoxidable	4,00 mm	31,440 Kg/m ²
Chapa de Acero Inoxidable	5,00 mm	39,300 Kg/m ²
Chapa de Acero Inoxidable	6,00 mm	47,160 Kg/m ²
Chapa de Acero Inoxidable	10,00 mm	78,600 Kg/m ²

Figura 7.7: Espesores de planchas de acero inoxidable.

Fuente: FMS S.A.

El espesor requerido es de 0,35 pulgadas equivalente a 8,89 mm, por lo que se utilizaran chapas de 10 mm.

7.2.3.2. Cabezal y fondo

El siguiente cálculo se centrará en el diseño del cabezal y el fondo del reactor. En este caso, se optará por utilizar un diseño del tipo toriesférico. La elección radica principalmente en que corresponden al diseño de mayor aceptación en la industria, debido a su bajo costo y que soportan grandes presiones.

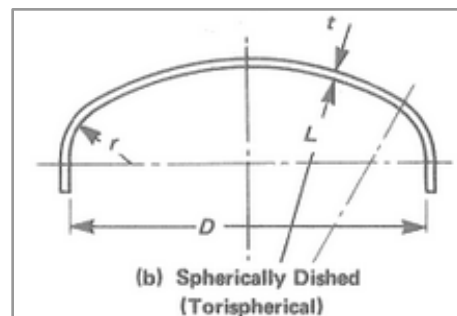


Figura 7.8: Fondo toriesférico.

Fuente: Norma API (American Petroleum Institute).

Siendo el radio de corona, el mismo que el diámetro del tanque, según normas ASME y radio de knuckle(r) es el 6% del radio de corona por lo que nos da 0,12 m.

7.2.3.3. Agitador

Para el cálculo del agitador, se decidió seleccionar un agitador de 6 aspas del tipo hélice. Para la construcción primero hay que conocer los parámetros de diseño de interés.

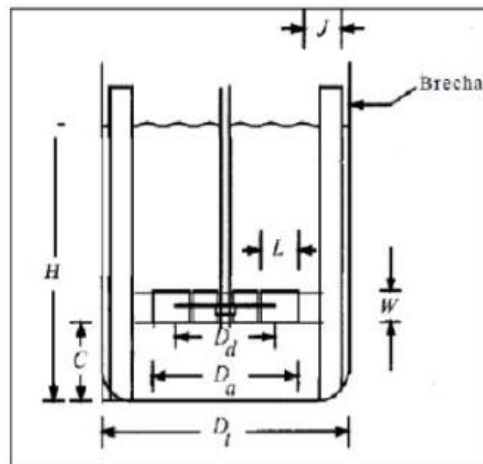


Figura 7.9: Proporciones básicas de un tanque de agitación

Fuente: Doran, P. M. (1995). *Bioprocess Engineering Principles*. Oxford: Academic Press.

Siendo:

- D_a = Diámetro del agitador.
- W = Altura de paleta.
- L = Ancho de paleta.
- H = Altura de líquido.
- D_{tanque} = Diámetro de tanque.
- J = Ancho de placa deflectora.

Con estas variables, hay valores recomendados sobre la relación de dimensiones recomendados para el diseño del agitador, tal como se muestra a continuación:

PROPORCIONES DE AGITADORES		
PROPORCIONES	TÍPICA	NUESTRA
Da/Dt	1/3	1/3
H/Dt	1,00	3,26
J/Dt	0,08	0,08
E/Da	1,00	1
W/Da	1/5	1/5
L/Da	1/4	1/4

Tabla 7.17: Proporciones básicas.

Fuente: Principio de Operaciones Unitarias.

Con estos valores, obtenemos que:

- J = 0,17 m
- L = 0,17 m
- W = 0,13 m
- Da = 0,67 m
- E = 0,67 m

Con todos los elementos previamente definidos, el siguiente paso es calcular la potencia requerida para el agitador, para lo cual utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia de agitador (P)} = \frac{N_{\text{potencia}}^o \cdot \rho \cdot N^3 \cdot Da^5}{\varepsilon}$$

Siendo:

- Da = Diámetro agitador.
- ρ = Densidad.
- N = revoluciones por segundo.
- N^opotencia = Número de potencia.
- ε = eficiencia

Para determinar el número de potencia, es necesario calcular el número de Reynolds primero, y para ello, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{N \cdot Da^2 \cdot \rho}{\nu}$$

$$Re = \frac{4,17 \text{ 1/s} \cdot (0,67 \text{ m})^2 \cdot 983,84 \text{ kg/m}^3}{0,00174 \text{ kg/m} \cdot \text{s}} = 1047921,53$$

$$Re = 1.047.921,53$$

Una vez obtenido el Reynolds, se puede conseguir el número de potencia por medio del siguiente gráfico:

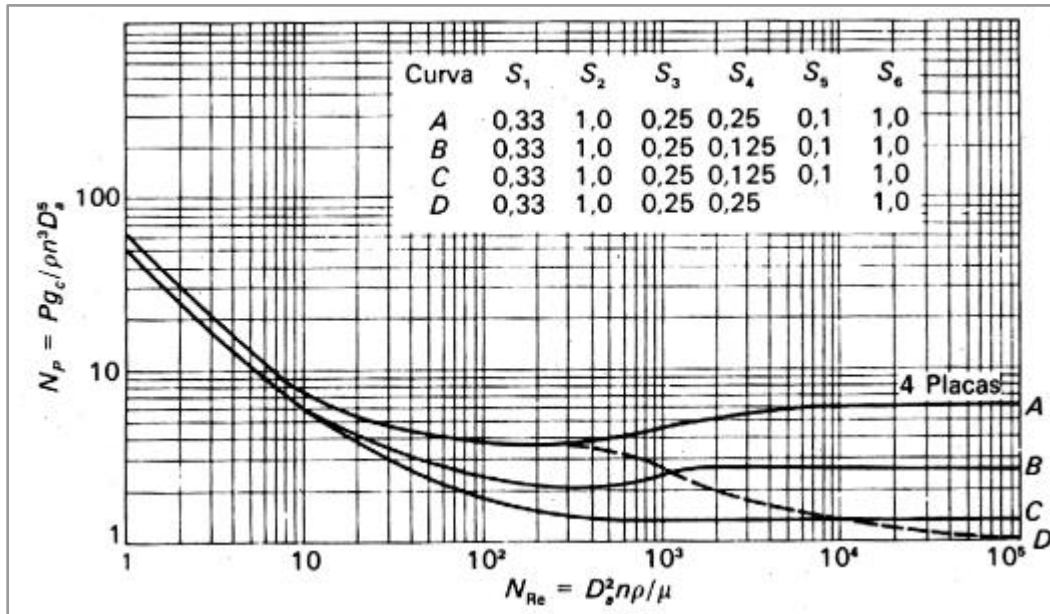


Figura 7.11: Número de potencia N_p versus Re para turbinas de seis palas.

Fuente: Mc. Cabe, J. C. Smith, J. C. y Harriot, P. Operaciones Unitarias en Ingeniería, Química. McGraw - Hill.

Siendo el valor del número de potencia 6, al sustituir este valor en la fórmula anterior, y teniendo en cuenta una eficiencia del 90%, se obtiene una potencia total para el agitador de 62.630 vatios (W), lo que equivale a 83 HP.

Para esta potencia se elegirá un motor de 100 HP para cumplir con lo requerido.

7.2.3.4. Diseño térmico

Recordando lo visto en capítulos anteriores, los reactores de polimerización tienen que mantener una temperatura de 45 °C. Es por esta razón que recurriremos a un encamisado en donde se circulará agua a 5 °C para poder mantener la temperatura.

Por ello, se decide que el diámetro del encamisado será un 10% mayor al del reactor.

$$D_{\text{encamisado}} = D_{\text{reactor}} \cdot 1,05$$

$$D_{\text{encamisado}} = 2,1 \text{ m}$$

Una vez determinado el diámetro del revestimiento, es necesario decidir la altura hasta la cual se extenderá dicho revestimiento. Bajo nuestro enfoque, optamos que el revestimiento abarque la totalidad de la altura del líquido en el reactor, y posteriormente evaluaremos la idoneidad de esta decisión.

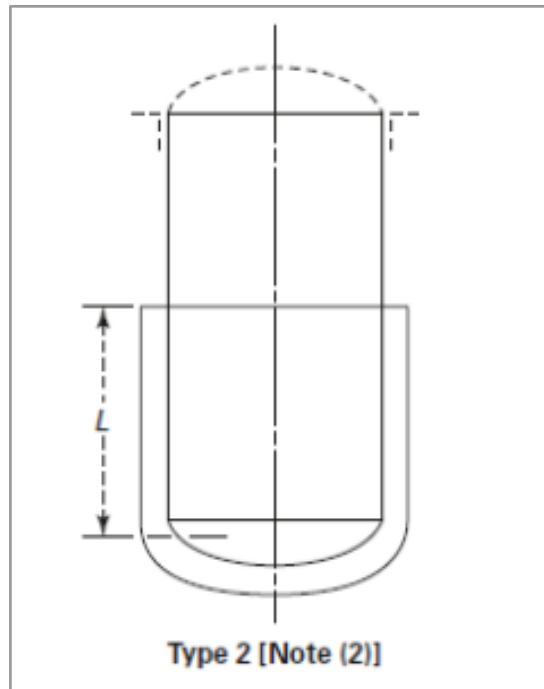


Figura 7.12: Tipo de revestimiento.

Fuente: Norma API 650.

Empezaremos calculando de la misma manera el espesor del cuerpo de la camisa, por lo que recurriremos a la misma fórmula mostrada anteriormente:

$$\tau_{diseño} = \frac{P_{diseño} \cdot R}{S \cdot E - 0,6 \cdot P_{diseño}}$$

La presión de operación para el encamisado es de 1 bar, y cuando se suma la presión hidrostática, que en este caso es de 0,64 bar, obteniendo de esta manera una presión de operación total de 1,64 bar. Dado que el material del encamisado es acero inoxidable AISI 316, que coincide con el material utilizado en el reactor, el espesor resultante será el mismo.

Con estos valores, se obtiene un espesor de:

$$\tau_{diseño} = 0,08 \text{ in}$$

Este es un valor que está debajo del espesor del recomendado por la norma ASME por lo que el espesor será de 0,25 in.

Una vez diseñada la parte mecánica de la camisa, se empezarán los cálculos de la parte térmica. A partir del balance de energía, sabemos que el calor a transferir es de 3.314.332,02 kJ.

Asimismo, por el balance sabemos que necesitamos 7,9 tn/h de agua a 5 °C.

A partir de lo expresado anteriormente, tendremos que calcular el diámetro equivalente de la camisa:

$$D_{eq} = (D_{camisa} - D_{exterior}) \cdot 0,816$$

$$D_{eq} = 0,16 \text{ m}$$

Luego, se calcula el área por la cual circulará el fluido:

$$A = \pi \cdot \frac{(D_{camisa})^2}{4} - \pi \cdot \frac{(D_{exterior})^2}{4}$$

$$A = 0,32 \text{ m}^2$$

Con esto, se puede sacar la velocidad que tendrá el fluido cuando entra a la camisa y a la entrada. Luego se hará un cálculo para promediar estas velocidades.

Velocidad de entrada:

$$v_{entrada} = \frac{4 \cdot 7,9 \text{ m}^3/h}{\pi \cdot (0,0635 \text{ m})^2 \cdot 3600 \text{ s/h}}$$

$$v_{entrada} = 1,08 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Velocidad de camisa:

$$v_{camisa} = \frac{7,9 \text{ m}^3/h}{0,66 \text{ m}^2 \cdot 3600 \text{ s/h}}$$

$$v_{camisa} = 0,01 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Con esto, se puede calcular el número de Reynolds dentro de la camisa:

$$Re = \frac{\sqrt{(v_{camisa} \cdot v_{entrada})} \cdot \rho \cdot D_{eq}}{\mu}$$

$$Re = 6.598$$

También calculamos el Prandtl:

$$Pr = \frac{\mu \cdot cp}{k}$$

$$Pr = 6,98$$

Una vez calculados el numero de Reynolds y el Prandtl, se procede a determinar el Nusselt para calcular el coeficiente pelicular:

$$Nu = 0,36 \cdot Re^{0,66} \cdot Pr^{0,33}$$

$$Nu = 226$$

Con este valor, es posible calcular el coeficiente convectivo (h_0):

$$Nu = \frac{h \cdot De}{k}$$

$$Nu = 226$$

$$h_0 = 1.780 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Además, es necesario calcular el coeficiente de película dentro del reactor para determinar el coeficiente global de transferencia de calor "U". Para ello, primero calcularemos el número de Reynolds dentro del reactor utilizando la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{D_a^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu}$$

$$Re = 1.047.921,53$$

De la misma manera, se calcula el número de Prandtl:

$$Pr = \frac{\mu \cdot cp}{k}$$

$$Pr = 12,17$$

Con estos valores, con una fórmula similar a la anterior se calculará el Nusselt:

$$Nu = 0,54 \cdot Re^{0,66} \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14}$$

$$Nu = 14.385$$

Y como el número de Nusselt viene dado por la siguiente ecuación, despejamos el coeficiente convectivo:

$$Nu = \frac{h \cdot Di}{k}$$

$$hi = 3.956 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$hio = 3.943 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Ahora solo falta hacer el cálculo de área requerida vs área calculada y ver si la altura elegida de camisa es correcta.

Se puede calcular el coeficiente global de transferencia de energía como:

$$U_c = \frac{hio \cdot ho}{hio + ho} = 1.226 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Este coeficiente hay que corregirlo debido a factores de ensuciamiento que se obtienen de la siguiente tabla:

Fluid	$R_f, m^2 \cdot ^\circ C/W$
Distilled water, sea water, river water, boiler feedwater:	
Below 50°C	0.0001
Above 50°C	0.0002
Fuel oil	0.0009
Steam (oil-free)	0.0001
Refrigerants (liquid)	0.0002
Refrigerants (vapor)	0.0004
Alcohol vapors	0.0001
Air	0.0004

Tabla 7.18: Factores de ensuciamiento.

Fuente: Principio de Operaciones Unitarias.

Se consideran ambos factores 0,0001 m²·°C/W ya que en ambos casos se considera agua.

$$\frac{1}{U_D} = \frac{1}{U_c} + r1 + r2 = 0,001815 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Con esto ya se puede calcular el área requerida según el diseño:

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta TML} = \frac{460.323,89 \text{ J/s}}{529,03 \text{ W/}^\circ\text{C} \cdot \text{m}^2 \cdot 22,41 \text{ }^\circ\text{C}} = 37,2 \text{ m}^2$$

El área disponible es:

$$A = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h = 2 \cdot \pi \cdot 1 \text{ m} \cdot 6,52 \text{ m}$$

$$A = 40,98 \text{ m}^2$$

Por lo que se concluye que la altura de camisa elegida es la correcta.

7.2.3.5. Inyección de nitrógeno

Como se dijo antes, en el reactor de polimerización se precisa atmósfera inerte, por lo que habrá que inyectar nitrógeno para desplazar el aire que se encuentra en la reacción. Calcularemos la cantidad de nitrógeno necesaria para que el reactor tenga una atmósfera inerte:

Primeramente, calcularemos el volumen a ocupar por el nitrógeno:

$$V_{\text{Nitrógeno}} = V_{\text{reactor}} - V_{\text{h líquido}} = 4,6 \text{ m}^3$$

Con ello, ya se puede calcular la cantidad de moles de nitrógeno gaseoso que se necesitan para rellenar este volumen y desplazar al aire, por ello al tratarse de bajas presiones se utilizara la ecuación de gas ideal.

$$n = \frac{PV}{RT} = 356,16 \text{ moles de nitrógeno}$$

Esta cantidad equivale aproximadamente a 10 kilogramos de nitrógeno por batch, 80 kg por lote y 240 kg semanales de nitrógeno. Dato que nos ayudará a proyectar las dimensiones del tanque de nitrógeno.

7.2.3.6. Soporte del tanque

Primeramente, calculamos el peso total que las columnas deben soportar. Este peso total se compone de cuatro partes:

- Peso del producto que en este caso, como se especificó al principio, es de 20158 kg.

- Peso del equipo que es el peso de las partes del equipo teniendo en cuenta cabezal cuerpo y fondo. Para calcularlo, se calcula el volumen del equipo teniendo en cuenta las dimensiones del mismo y luego se multiplica por la densidad del material de construcción:

$$Peso = (V_{reactor} + V_{cabezal} + V_{fondo}) \cdot \rho_{Acero} = 4.424 \text{ kg}$$

- Peso del agitador que en este caso será el peso del eje del agitador sumado al peso de las aletas del agitador que nos dará un total de 464,54 kg.
- Peso de la camisa de enfriamiento: Se calcula de igual manera que el peso del equipo, en este caso son 1.588 kg.
- Peso del agua en la camisa, daremos la peor situación posible que se da cuando la camisa está totalmente llena, por lo que habrá que estimar el volumen de agua que entra en la camisa y multiplicarlo por su densidad. En este caso es de 4.302 kg de agua.

Por lo tanto, el peso total se calcula como la suma de Peso producto y Peso equipo, con un factor de seguridad del 20%, lo que da un total de 32.742 kg.

Para el diseño de los soportes se proponen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS DEL SOPORTE	
Material	Acero inoxidable AISI 316
Diámetro nominal	8.00 in
Diámetro exterior	219.10 mm
Largo	0.50 m
Espesor	12.97 mm
Cantidad	4 columnas
Disposición	90°
Piezas de construcción	1 tubo sin costura de 8' de DM y sch 80

Tabla 7.19: Características del soporte del reactor de polimerización.

Fuente: Elaboración propia.

Para asegurarse de que las columnas de soporte no experimenten pandeos, hay que asegurarse que el esfuerzo axial real que producen debido a la carga que soportan sea menor al esfuerzo axial crítico de las columnas.

Este esfuerzo real se calcula utilizando la fórmula:

$$\sigma_{real} = \frac{Peso\ total \cdot g}{A}$$

Siendo:

- g es la aceleración debida a la gravedad
- A es el área de la sección transversal de las columnas

El resultado es que σ_{Real} es igual a 9,94 MPa.

Luego, se calcula la carga crítica, que es la carga a partir de la cual las columnas son susceptibles de sufrir pandeos.

La fórmula para calcular la carga crítica es:

$$P_{critica} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(\alpha \cdot L)^2}$$

Siendo:

- E es el módulo de elasticidad del acero inoxidable AISI 316 (200 GPa)
- I es el momento de inercia del área
- α es el factor de pandeo
- L es la longitud de las columnas.

El momento de inercia del área (I) es calculado como:

$$I = r^2 \cdot A$$

Siendo “r” la distancia mínima al eje elegido que en este caso será al centro del reactor, por lo que para todas las columnas este valor será el mismo que es de: 0,0008 m⁴.

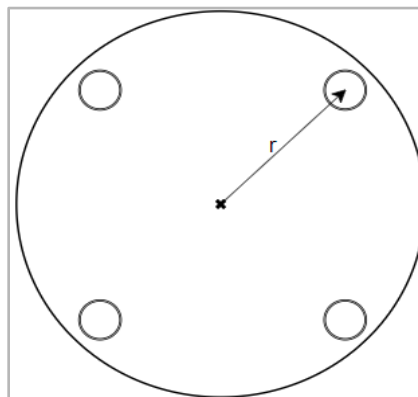


Figura 7.10: Vista desde abajo del Reactor.

Fuente: Elaboración propia.

El valor de r es de 0,9 m. Con estos valores el valor de I es de: $0,0068 \text{ m}^4$.

El factor de pandeo (α) depende de las condiciones de vinculación de las columnas en sus extremos. En este caso, las columnas están soldadas al fondo del reactor y apoyadas en el suelo, por lo que se considera una configuración empotrada-libre, lo que lleva a un factor de pandeo igual a 2.

Ahora se calcula la carga crítica con la fórmula antes mostrada la cual nos da $1.48 \times 10^9 \text{ Pa}$.

Finalmente, se calcula el esfuerzo axial crítico reemplazando la carga crítica en la fórmula anteriormente mostrada.

$$\sigma_{crit} = \frac{\text{Carga crítica}}{A}$$

Según los cálculos, es igual a $1,41 \times 10^{10} \text{ Pa}$, lo que es mucho mayor que el esfuerzo axial real calculado previamente por lo que se concluye que las columnas de soporte propuestas son capaces de soportar la carga sin riesgo de pandeo, y se decide construir el soporte del reactor con las características antes mencionadas.

7.2.3.7. Ficha técnica del reactor de polimerización

DATOS DEL EQUIPO	
DATOS DEL TANQUE	
Cantidad de reactores	4
Diámetro	2 m
Altura	8 m
Temperatura	45 °C
Material	Acero inoxidable AISI 316
Presión de operación	2 atm
Espesor	10 mm
Tipo de cabezal y fondo	Toriesférico
Coefficiente pelicular	4527 W/K.m ²

DATOS DE LA CHAQUETA	
Diámetro	2,2 m
Altura	6,74 m
Espesor	6,34
Coefficiente pelicular	1494,1 W/K.m ²
AGITADOR	
Material	Acero Inoxidable AISI 316
Número de aspas	6
Tipo de agitador	Hélice
Diámetro del agitador	0,67 m
Altura de paleta	0,13 m
Ancho de paleta	0,17 m
Velocidad del agitador	200 rpm
Eficiencia	90%
Potencia	100 HP
SOPORTE	
Material	Acero Inoxidable
Soporte	4 columnas
Diámetro del soporte	8 in

Tabla 7.19: Ficha técnica del evaporador.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.4. Tanque de hidrólisis

Para el tanque de hidrólisis se va a recurrir al mismo método que para el tanque de dilución, es decir, se darán las medidas necesarias para el equipo y un proveedor que será Zanni se encargará de la construcción del mismo, las capacidades del tanque:

CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO	
Capacidad	167 Tn
Densidad mezcla	983 kg/m ³
Temperatura de operación	363 K
Presión de operación	1 atm

Tabla 7.20: Características del fluido en el tanque de hidrólisis.

Fuente: Elaboración propia.

Y con ello:

CARACTERÍSTICAS DEL TANQUE	
Altura	6,5 m
Diámetro	6 m
Volumen	183 m ³
Material	Acero inoxidable AISI 316

Tabla 7.21: Características del tanque.

Fuente: Elaboración propia.

Con 183 m³ el tanque tiene un factor de seguridad de 10%.

La chaqueta del tanque será diseñada por “Signal Thermal”.

7.2.5. Evaporador

En el evaporador se buscará lograr la relación PHPA-agua al 50%, por ello se utilizará un evaporador tipo kettle. Para el diseño del equipo se utilizará el diseño propuesto por Eduardo Cao, en donde se plantean las dimensiones del equipo así como sus características principales para calcular el área requerida y verificar luego si el área del equipo propuesto es mayor al área requerida.

Por coraza, circulará el fluido a evaporar, mientras que por tubos irá el fluido calefactor. El equipo propuesto es de simple efecto.

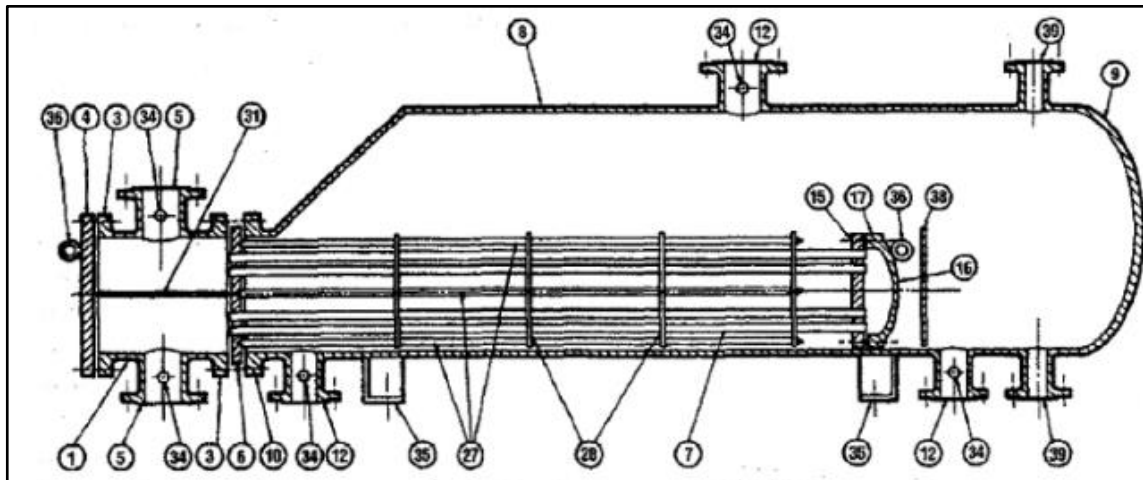


Figura 7.10: Evaporador tipo kettle

Fuente: "Intercambiadores de Calor" - Eduardo Cao.

Para el fluido calefactor se utilizará vapor de agua a 3 bar, cuyas propiedades son las siguientes:

PROPIEDADES DEL FLUIDO CALEFACTOR	
Caudal másico	0,56 kg/s
Temperatura entrada	133°C
Temperatura salida	133°C
Viscosidad	0,000013 kg/m.s
Densidad	1,71 kg/m ³
Conductividad térmica	0,0269 W/m.K
Cp	2.180 J/kg.K
Número de Prandtl	1,05
Calor de vaporización	2.174.000 J/kg

Tabla 7.22: Propiedades del fluido calefactor

Fuente: Elaboración propia.

Para diseñar el equipo, lo que propone el autor es suponer los datos del mismo y probar si estos datos son suficientes para el diseño elegido.

DATOS DEL EQUIPO	
Pasos por tubo	2
Diámetro exterior(Do)	0,0254 m
Diámetro interior(Di)	0,0229108 m
Diámetro de coraza	1,778 m
BWG	18
Tipo de paso	Triangular
Nº tubos (Nt)	592
Diámetro del contenedor de tubos (Db)	0,889 m
Pitch(Pt)	0,03175 m
Longitud (L)	2 m
Espacio entre los tubos "c"	0,00635

Tabla 7.23: Datos del evaporador tipo Kettle.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.1. Diseño térmico de los tubos

Con estos datos lo primero que calcularemos será calcular el coeficiente pelicular para el lado de los tubos: lo primero que vamos a calcular será la sección del flujo de tubos y el área total:

$$aft = \pi \cdot \frac{Do^2}{4} = 0,00041226 \text{ m}^2$$

Siendo aft el área por tubo, luego:

$$at = aft \cdot \frac{nt}{NPT} = 0,12202873 \text{ m}^2$$

Siendo "NPT" el número de pasos por tubo y "at" el área total.

Con esto, podemos calcular el flujo másico por área de tubo (Gt) y luego la velocidad dentro de los tubos.

$$Gt = \frac{\hat{m}}{at} = 4,64 \frac{\text{kg}}{\text{s} \cdot \text{m}^2}$$

$$v = \frac{Gt}{\rho} = 2,71 \frac{m}{s}$$

Ya con esto se puede calcular la pérdida de carga generada en los tubos.

La pérdida de carga se divide en 2, al generada por cambio de dirección y la generada por en el mismo tubo, empezaremos calculando esta última:

$$Re = \frac{Di \cdot Gt}{\mu} = 8.177$$

Con este valor podemos calcular el factor de fanning:

$$f = 0.0014 + 0.125 \cdot Re^{-0.32} = 0,008$$

Y con dicho factor ya se puede calcular la pérdida de carga en los tubos:

$$\Delta P = 4 \cdot n \cdot f \cdot \frac{L \cdot Gt^2}{2 \cdot \rho \cdot Di} = 3.215,25 \frac{N}{m^2}$$

Mientras que la pérdida de carga por cambios de dirección es:

$$\Delta P = 4 \cdot n \cdot \frac{Gt^2}{2 \cdot \rho} = 6.952,38 \frac{N}{m^2}$$

Dando una pérdida de carga total de:

$$\Delta P = 10.167,63 \frac{N}{m^2}$$

Para calcular el coeficiente pelicular se utilizará la correlación de Boyko-Krushulin que nos permite calcular el Nusselt para condensado en tubos. Para ello debemos calcular el número de Reynolds para el líquido.

$$Re = \frac{Gt \cdot Di}{\mu} = 342,91$$

y su Prandtl:

$$Pr = \frac{Cp \cdot \mu}{k} = 9,96$$

Luego hay que calcular el coeficiente pelicular con la siguiente fórmula que nos brinda Boyko-Krushulin:

$$Nu = \frac{h \cdot Di}{k_L} = 0,024 \cdot \left(\frac{Di \cdot G_T}{\mu_L} \right)^{0,8} \cdot Pr_L^{0,43} \cdot \left(\frac{(\rho_m/\rho_v)_i^{0,5} \cdot (\rho_m/\rho_v)_o^{0,5}}{2} \right)$$

Siendo:

$$(\rho_m/\rho_v)_i^{0,5} = 1 + \frac{\rho_L - \rho_v}{\rho_v} \cdot x_i = 1$$

Siendo x_i la masa presente de líquido sobre la cantidad de masa de vapor a la entrada:

$$(\rho_m/\rho_v)_o^{0,5} = 1 + \frac{\rho_L - \rho_v}{\rho_v} \cdot x_o = 561,98$$

Siendo x_o la masa presente de líquido sobre la cantidad de masa de vapor a salida, resultando:

$$Nu = \frac{h \cdot Di}{k_L} = 0,024 \cdot \left(\frac{Di \cdot G_T}{\mu_L} \right)^{0,8} \cdot Pr_L^{0,43} \cdot \left(\frac{(\rho_m/\rho_v)_i^{0,5} \cdot (\rho_m/\rho_v)_o^{0,5}}{2} \right) = 85$$

Con este valor podemos calcular el coeficiente pelicular, el cual dio:

$$h_i = 486 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Luego:

$$h_{io} = 438 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

7.2.5.2. Diseño térmico de la coraza

Una vez calculado este valor, hay que hacer lo mismo para el lado de la coraza: para estos equipos vamos a utilizar el método publicado por Palen y Smail. Estos autores nos dicen que el coeficiente pelicular está formado por dos fenómenos uno de convección y otro referido a la agitación que produce el desprendimiento de burbujas en la ebullición nucleada:

$$h_o = h_{NB} + h_{TP}$$

Siendo h_{NB} al coeficiente que depende de la agitación por el desprendimiento de burbujas y h_{TP} al referente al de convección. El valor de h_{TP} suele ser poco importante y se suele estimar entre $250 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ y $500 \frac{W}{m^2 \cdot K}$.

El cálculo de h_{NB} se hace por medio de correlaciones las cuales pasaremos a desarrollar:

$$h_{NB} = h_{NB1} \cdot Fb \cdot Fc$$

Siendo:

- h_{NB1} = coeficiente de ebullición nuclear para un tubo único sumergido en un fluido similar al existente
- Fc = Factor de corrección por el rango de ebullición.
- Fb = factor de corrección por la geometría del haz de tubos.

Ahora para calcular h_{NB1} se utilizará la siguiente expresión de Mostinsky:

$$h_{NB1} = 0,00417 \cdot pc^{0,69} \cdot q^{0,7} \cdot Fp$$

Siendo Fp un factor de corrección por presión:

$$Fp = \left(1,8 \cdot \left(\frac{p}{pc} \right)^{0,17} + 4 \cdot \left(\frac{p}{pc} \right)^{1,2} + 10 \cdot \left(\frac{p}{pc} \right)^{10} \right)$$

Siendo la presión crítica 217,67 atm, se tiene:

$$Fp = \left(1,8 \cdot \left(\frac{p}{pc} \right)^{0,17} + 4 \cdot \left(\frac{p}{pc} \right)^{1,2} + 10 \cdot \left(\frac{p}{pc} \right)^{10} \right) = 0,73$$

y luego:

$$h_{NB1} = 0,00417 \cdot pc^{0,69} \cdot q^{0,7} \cdot Fp = 2.205,64 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Ahora resta calcular los dos coeficientes restantes:

$$Fb = 1 + 0,1 \cdot \left(\frac{0,785 \cdot Db}{C1 \cdot \left(\frac{Pt}{Do} \right)^2 \cdot Do} - 1 \right)^{0,75}$$

Siendo C_1 una constante que vale 0.866 para la disposición triangular:

$$Fb = 1 + 0,1 \cdot \left(\frac{0,785 \cdot Db}{C_1 \cdot \left(\frac{Pt}{Do}\right)^2 \cdot Do} - 1 \right)^{0,75} = 2,58$$

y, por último:

$$Fc = \left(\frac{1}{1 + 0,023 \cdot q^{0,15} \cdot BR^{0,75}} \right)^{\square}$$

Siendo BR la diferencia entre las temperaturas de ebullición y rocío de la alimentación, en este caso 33°C .

$$Fc = \left(\frac{1}{1 + 0,023 \cdot q^{0,15} \cdot BR^{0,75}} \right)^{\square} = 0,43$$

Ahora sí se puede calcular el coeficiente pelicular:

$$h_{NB} = h_{NB1} \cdot Fb \cdot Fc = 2.463 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$h_o = 2.963 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Ahora procederemos a calcular la pérdida de carga en el lado de la coraza, para ello hay que calcular el área de flujo en la coraza:

$$as = \frac{Ds \cdot c \cdot B}{Pt} = 0.032$$

Entonces el caudal de flujo másico por área de flujo es:

$$Gs = \frac{W}{as} = 20,56 \frac{kg}{s \cdot m^2}$$

Luego hay que calcular el diámetro equivalente para poder calcular el Reynolds que para un arreglo triangular es la siguiente fórmula:

$$De = \frac{4 \cdot (0,5Pt \cdot 0,86Pt - 0,5 \cdot \pi \cdot \frac{Do^2}{4})}{0,5 \cdot \pi \cdot Do} = 0,018 \text{ m}$$

Por lo tanto, el Reynolds es:

$$Re = \frac{De \cdot Gs}{\mu} = 1.198$$

Luego con el Reynolds se calcula el factor de fricción, que para un Reynolds mayor a 500 es:

$$f = 1,72 \cdot Re_s^{-0.188} = 0,45$$

Finalmente, la pérdida de carga es:

$$\Delta P = f \cdot \frac{Ds \cdot Gs^2}{2\rho} = 7.915 \frac{N}{m^2}$$

7.2.5.3. Cálculo del área

Ya con estos valores podemos conseguir el valor del coeficiente global de transferencia:

$$U = \left(\frac{1}{ho} + \frac{1}{hio} + rf \right)^{-1}$$

Siendo el factor de ensuciamiento $0,0004 \frac{m^2 \cdot K}{W}$:

$$U = \left(\frac{1}{ho} + \frac{1}{hio} + rf \right)^{-1} = 335,07 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Con esto ya podemos calcular el área mediante:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

Con esto:

$$A_{diseño} = 85,44 m^2$$

Luego, el área de transferencia real que se tiene es:

$$A_{transferencia} = NTB \cdot \pi \cdot L \cdot Do = 94,47 m^2$$

Vemos que el área de transferencia es un 10% mayor a la calculada por lo que el diseño cumple.

La última parte por calcular es el radio de la coraza, que será, según recomienda bibliografía, el doble del diámetro que contiene el haz de tubos:

$$D_s = 2 \cdot D_b = 1,778 \text{ m (70 in)}$$

7.2.5.4. Aislamiento

El evaporador está operando a una temperatura de 100 °C para el lado de la coraza, por lo que es necesario cubrirlo con material aislante por protección tanto como de las personas como medioambiental, por lo que por ello vamos a empezar el cálculo del espesor necesario. Lo primero que haremos para el cálculo del aislamiento será elegir el material aislante, el cual será en este caso lana mineral. En este caso se desea una temperatura exterior de 50 °C.

Por ello para un cilindro ahora calcularemos el calor total con la siguiente fórmula:

$$q = \frac{(T - T_{\infty})}{\frac{1}{h_i \cdot 2\pi r L} + \frac{\ln(\frac{r_1}{r_2})}{k_c \cdot 2\pi L} + \frac{\ln(\frac{r_1}{r_3})}{k_a \cdot 2\pi L} + \frac{1}{h_o \cdot 2\pi r L}}$$

Siendo:

- q: Calor transmitido
- T: Temperatura dentro de la coraza
- T_{∞} : Temperatura ambiente, en este caso se estimó 20°C
- r1: radio interior de la coraza
- r2: radio exterior de la coraza
- r3: radio exterior del aislante
- k_a : es la conductividad del aislante
- k_c : es la conductividad del acero inoxidable
- h_i : es el coeficiente pelicular de la coraza que se calculó anteriormente
- h_o : es el coeficiente pelicular del aire que se obtiene de tabla

En este caso, lo que se hizo fue estimar espesores de aislación desde 1 mm en adelante hasta dar con la temperatura correcta:

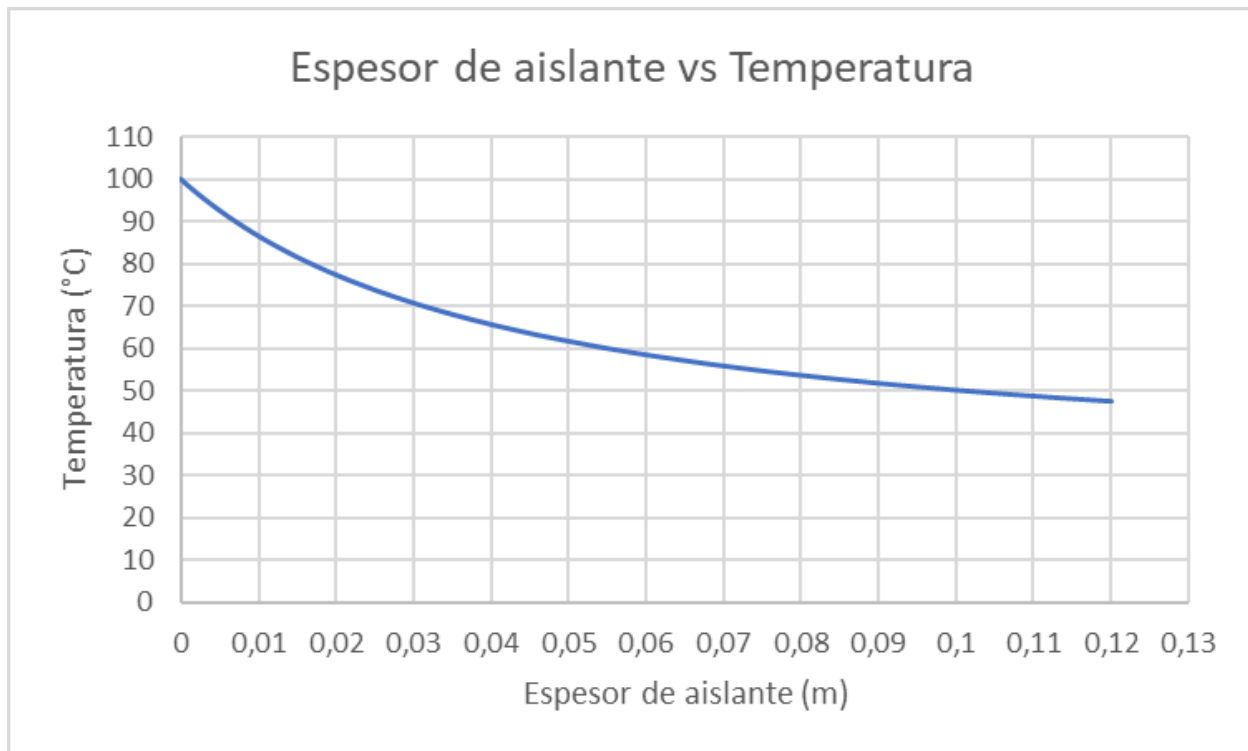


Gráfico 7.1: Espesor de aislante vs temperatura.

Fuente: Elaboración propia.

Aquí se ve que con un espesor de lana mineral de 0,1 m será suficiente para alcanzar la temperatura deseada.

7.2.5.5. Soporte

Primeramente, calculamos el peso total que las columnas deben soportar. Este peso total se compone de cuatro partes:

- Para el peso del producto en este caso es agua con PHPA, vamos a usar como consideración sobredimensionar el equipo y asumir que queda cubierto de agua. En este caso son 3.410 kg.
- Peso del equipo que es el peso de las partes del equipo teniendo en cuenta cabezal cuerpo y fondo. Para calcularlo, se calcula el volumen del equipo teniendo en cuenta las dimensiones del mismo y luego se multiplica por la densidad del material de construcción, además de contar el peso de los tubos.

$$Peso = (V_{reactor} + V_{cabezal} + V_{fondo} + V_{tubos}) \cdot \rho_{Acero} = 1.123 \text{ kg}$$

- Peso de la aislación que en este caso son 10 centímetros de lana mineral que suman 39,53 kg a la ecuación.
- El peso total de todos los agregados resulta ser de 4115 kg, que con un factor de seguridad de 1.1, será 4.526 kg.

Para el diseño de los soportes, se proponen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS DEL SOPORTE	
Material	Acero inoxidable AISI 316
Diámetro nominal	8,00 in
Diámetro exterior	219,10 mm
Largo	1,50 m
Espesor	12,97 mm
Cantidad	4 columnas
Disposición	90°
Piezas de construcción	1 tubo sin costura de 8' de DM y sch 80

Tabla 7.23: Características del soporte del reactor de polimerización.

Fuente: Elaboración propia.

Para asegurarse de que las columnas de soporte no experimenten pandeos, hay que asegurarse que el esfuerzo axial real que producen debido a la carga que soportan sea menor al esfuerzo axial crítico de las columnas.

Este esfuerzo real se calcula utilizando la fórmula:

$$\sigma_{real} = \frac{Peso\ total \cdot g}{A}$$

Donde:

- g es la aceleración debida a la gravedad
- A es el área de la sección transversal de las columnas.

El resultado es que σ_{Real} es igual a 1,34 MPa.

Luego, se calcula la carga crítica, que es la carga a partir de la cual las columnas son susceptibles de sufrir pandeos.

La fórmula para calcular la carga crítica es:

$$P_{crítica} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(\alpha \cdot L)^2}$$

Siendo:

- E es el módulo de elasticidad del acero inoxidable AISI 316 (200 GPa)
- I es el momento de inercia del área
- α es el factor de pandeo
- L es la longitud de las columnas.

El momento de inercia del área (I) es calculado como:

$$I = r^2 \cdot A$$

Siendo r la distancia mínima al eje elegido que en este caso será al centro del reactor, por lo que para todas las columnas este valor será el mismo que es de: 0.008 m^4

El factor de pandeo (α) depende de las condiciones de vinculación de las columnas en sus extremos. En este caso, las columnas están soldadas al fondo del reactor y apoyadas en el suelo, por lo que se considera una configuración empotrada-libre, lo que lleva a un factor de pandeo igual a 2.

Ahora se calcula la carga crítica con la fórmula antes mostrada la cual nos da $4.15 \times 10^{10} \text{ Pa}$.

Finalmente, se calcula el esfuerzo axial crítico utilizando la fórmula correspondiente.

Según los cálculos, es igual a 3959 MPa, lo que es mucho mayor que el esfuerzo axial real calculado previamente por lo que se concluye que las columnas de soporte propuestas son capaces de soportar la carga sin riesgo de pandeo, y se decide construir el soporte del reactor con las características antes mencionadas.

7.2.5.6. Ficha técnica del evaporador

DATOS DEL EQUIPO	
LADO TUBOS	
Pasos por tubo	2
Diámetro exterior (Do)	0,0254 m
Diámetro interior (Di)	0,0229108m
N° tubos (Nt)	592
Pitch (Pt)	0,03175 m
Pérdida de carga	10.167,63 N/m ²
Espacio entre los tubos "c"	0,00635 m
Longitud (L)	2 m
Material	Acero inoxidable AISI 316
Coefficiente pelicular	438 W/K.m ²
LADO CORAZA	
Diámetro del contenedor de tubos (Db)	0,7366 m
Pérdida de carga	7.915 N/m ²
Diámetro Coraza	1,47 m
Coefficiente pelicular	2.963 W/K.m ²
AISLAMIENTO	
Material	Lana mineral
Espesor	0,1 m
SOPORTE	
Material	Acero Inoxidable
Soporte	4 columnas
Diámetro del soporte	8 in

Tabla 7.24: Ficha técnica del evaporador.

Fuente: Elaboración propia.

7.2.6. Secador en spray

El secador en spray deberá ser capaz de evaporar 450 kg de agua por hora, por lo que hemos elegido un secador en spray de la empresa Galaxie que fue seleccionado del siguiente catálogo:

Especificaciones Técnicas					
Aire de Secado Temperatura en °C		Evaporación de Agua Litros/h	Consumo de Combustible KCal/h	Consumo Eléctrico Kwh/h	Espacio Requerido Mts
Entrada	Salida				
Modelo 1612					
180	80	19	24.000	4	3 x 3.50 Ail. 4.80
220	90	25	30.000		
250	100	29	34.000		
350	100	47	49.000		
450	100	64	64.000		
Modelo 2520					
180	80	63	80.000	9	4 x 4.50 Ail. 6.50
220	90	83	100.000		
250	100	97	115.000		
350	100	156	165.000		
450	100	213	215.000		
Modelo 3530					
180	80	190	240.000	30	6 x 6 Ail. 8.50
220	90	250	300.000		
250	100	290	345.000		
350	100	470	495.000		
450	100	640	645.000		
550	100	800	795.000		
Modelo 4440					
180	80	380	480.000	40	6.50 x 7.50 Ail. 11
220	90	500	600.000		
250	100	580	690.000		
350	100	940	990.000		
450	100	1280	1.290.000		
550	100	1600	1.590.000		
Modelo 5240					
180	80	570	720.000	47	7.50 x 9 Ail. 12
220	90	750	900.000		
250	100	870	1.035.000		
350	100	1410	1.485.000		
450	100	1920	1.935.000		
520	100	2400	2.385.000		

Tabla 7.25: Parámetros técnicos de Secador en Spray.

Fuente: www.galaxie.com.ar.

Según el catálogo proporcionado será necesario un equipo el Modelo 4.440 que nos permite evaporar 500 kg de agua por hora, lo cual nos da una ventaja de 50 kg/h, que nos ayudará por si es necesario acelerar el proceso. El producto debido a la evaporación del agua se enfría y sale a 60°C y ya es un producto homogéneo.

El diseño del equipo comprende los siguientes elementos:

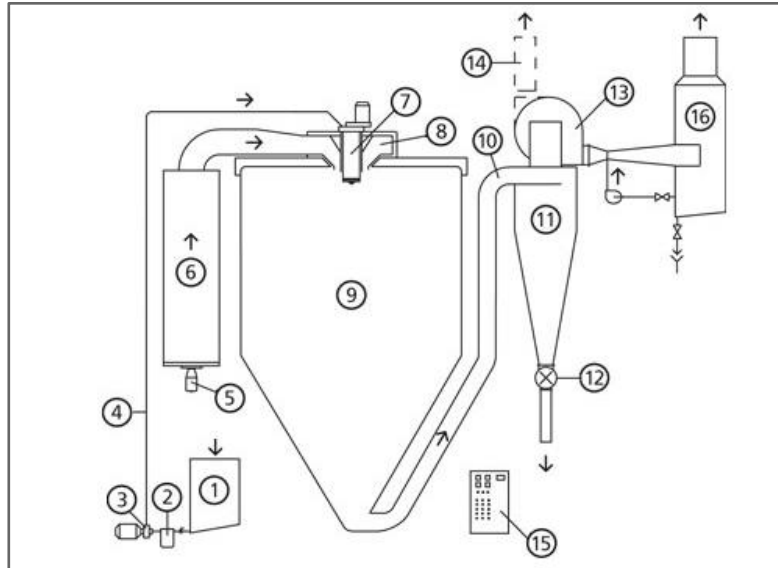


Figura 7.11: Esquema del secador en spray.

Fuente: www.galaxie.com.ar.

Siendo:

1. Tanque de alimentación
2. Filtro de producto
3. Bomba dosificadora
4. Conjuntos de cañerías, válvulas y accesorios.
5. Quemador completo
6. Generador de gases calientes directo
7. Atomizador completo
8. Dispersor de aire caliente
9. Cámara de secado con puerta y mirillas
10. Conductos de interconexión
11. Ciclón de salida de producto
12. Válvula rotativa
13. Ventilador de aspiración
14. Chimenea
15. Tablero de control y comando
16. Lavador de gases efluentes

La ficha técnica del equipo resulta la siguiente:

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Caudal	500 L/h
Altura	11 m
Largo	6,5 m
Ancho	7,5 m
Entrada de aire	220°C
Salida de aire	100°C
Temperatura de salida del sólido	60°C
Granulometría	0,5 mm
Consumo de combustible	600.000 Kcal/h
Consumo eléctrico	40 kW/h

Tabla 7.26: Parámetros técnicos de Secador en Spray.

Fuente: www.galaxie.com.ar.

7.2.7. Llenadora de Big Bag (Caralen Servicio S.A.)

El llenador de Big Bags se diseña con todas las prestaciones y funcionalidad necesarias para una operación de alta exigencia, de acuerdo con la experiencia aplicada de nuestro equipo de trabajo. De acuerdo con cada aplicación el equipo contará con algunas o todas de las siguientes prestaciones:

- Material de Construcción: Estructura de acero al carbono (Opción en Acero Inoxidable), puede ser Autoportante y trasladable.
- Seguridades: Por ejemplo Corte de emergencia o Alarma por falla de accionamiento de válvula de carga.
- Capacidad máxima de carga de hasta 1.800 kg.
- Pesaje a partir de celdas de carga ubicadas en la base con cortes de pesaje programables.

- Mesa de rodillos motorizada para entrada del pallet y salida del Big Bag.
- Sistema neumático rebatible de los ganchos posteriores con el fin de realizar la operación desde el frente.
- Sistema de ganchos de apertura neumática para la liberación del Big Bag con traba de seguridad y opciones de modelos según necesidad.
- Cabezal de llenado inflable para la sujeción del cuello del Big Bag.
- Sistema de elevación eléctrico de la percha.
- Sistema de Control.
- Sistema de elevación neumático de la plataforma vibratoria.
- Plataforma Vibratoria.
- Dispensador de pallets con transportador de salida.
- Terminación en pintura epoxídica poliuretánica en colores a elección.

A continuación, se presentan las características del equipo en cuestión.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Capacidad	500 Kg/h
Altura	2 m
Largo	2,4 m
Ancho	1,8 m
Proveedor	CARLAREN Servicios S.A.

Tabla 7.27: Parámetros técnicos de la Llenadora Big-Bags.

Fuente: <https://www.carlaren.com/>.



Figura 7.12: Equipo llenador de Big Bags.

Fuente: [Equipos para Big Bags - CARLAREN Servicios S.A.](#)

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

SERVICIOS AUXILIARES

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Grupo electrógeno

Compresor para aire industrial

Componentes principales

Sistemas de intercambio térmico

Caldera

Chiller

Tanque de alimentación general de agua

Válvulas

Bombas

Bomba centrífuga axial

Bomba de engranajes

Sistema de control automático de equipos

Lazo de control de nivel

Lazo de control de temperatura

Bibliografía

8.1. Introducción

Los servicios auxiliares consisten en una parte fundamental de nuestro proceso productivo. Si bien, no participan directamente, ya que no están en la línea de flujo de la materia prima, permiten el funcionamiento de los equipos que sí se encuentran en la línea principal de producción.

En nuestro proceso, podemos encontrar los siguientes:

- Grupo electrógeno
- Compresor para suministro de aire industrial
- Sistemas de intercambio térmico
- Tanque de alimentación general de agua
- Válvulas
- Bombas
- Sistema de control automático de equipos

8.2. Grupo electrógeno

El suministro eléctrico será provisto por la red del parque industrial. Sin embargo, para asegurar la continuidad en el abastecimiento de energía, se contempla la instalación de un grupo electrógeno en caso de interrupciones en la red de distribución. Este equipo deberá ser capaz de cubrir el consumo energético requerido para mantener la mayoría de los equipos en funcionamiento.

A continuación, se presenta una tabla resumen con la estimación de la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de la planta.

EQUIPOS	POTENCIA [kW]	HORAS DE USO DIARIAS	HORAS DE USO MENSUALES	CONSUMO [kWh/mes]
Agitadores chicos x8	80	4	48	3840
Compresor de red	12	24	720	8640
Agitadores grandes x2	70	-	288	20160
Otros	60	-	-	-
TOTAL	222	-	-	-

Tabla 8.1: Consumos eléctricos para selección de grupo electrógeno.

Fuente: Elaboración propia.

Realizando la suma, la potencia requerida total para el funcionamiento de la planta es de 222 kW. No obstante, resulta conveniente elegir un equipo que tenga una potencia mayor a la mencionada en caso de ser necesario suplir energía al área administrativa y a los laboratorios.

Además, su selección se da por las siguientes ventajas:

- Bajo consumo de combustible.
- Gran reserva de energía.
- Sin grandes exigencias de mantenimiento.

Se optó por la elección de un grupo electrógeno Diesel de la empresa “Sullair Argentina”. Este equipo cuenta con un motor de 4 tiempos, inyección directa y un alternador tetrapolar de campo rotante. La cabina está preparada para intemperie y el grupo electrógeno viene con un tráiler. El equipo tiene una potencia de 250 kW.



Figura 8.1: Grupo electrógeno seleccionado.

Fuente: [200 DFAB \[CT\]](#) | [Sullair Argentina](#).

HOJA DE ESPECIFICACIONES - GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA 200 DFAB [CT]	
Potencia [kW]	250
Modelo de motor	LTA 10 G3
Cilindrada [L]	10
Peso [kg]	5580
Largo [m]	5,51
Cabina	Cabina para intemperie sobre tráiler
Ciclo	Diesel
Post enfriado	Sí
Turbo aspirado	Sí
Alto [m]	2,84
Ancho [m]	2,23

Tabla 8.2: Ficha técnica completa del grupo electrógeno seleccionado.

Fuente: [200 DFAB \[CT\]](#).

8.3. Compresor para aire industrial

El aire comprimido en planta se utiliza en el accionamiento de las válvulas y para uso del sector de mantenimiento.

Se opta por instalar dos compresores de aire de tornillo, de manera de que si uno se avería se puede seguir operando (de manera limitada) con un solo compresor. La marca Sullair Argentina ofrece compresores de aire permiten la vinculación con otros equipos para trabajo coordinado en secuencia, optimizando la productividad de cada proyecto. La elección se fundamenta en que este tipo de compresores están diseñados para ser fáciles de mantener, cuidar la seguridad del personal y respetar el medio ambiente.



Figura 8.2: Compresor eléctrico seleccionado.

Fuente: [Línea 1100](#) | [Sullair Argentina](#).

HOJA DE ESPECIFICACIONES - COMPRESOR DE AIRE DE TORNILLO LÍNEA 1100	
Motor [hp]	15
Caudal [m ³ /min]	1,8
Presión [kg/cm ³]	7
Largo [m]	1,35
Alto [m]	1,35
Ancho [m]	0,80
Peso [kg]	579
Decibelios [dBA]	66

Tabla 8.3: Ficha técnica completa del compresor de aire seleccionado.

Fuente: [Línea 1100](#) | [Sullair Argentina](#).

8.3.1. Componentes principales

A continuación, se detallan los componentes del compresor del tipo rotativo de tornillo de alta eficiencia energética seleccionado.

- Tanques de almacenamiento: los cuales permiten una distribución uniforme del aire comprimido y actúan como amortiguadores para garantizar una presión constante en todo momento, incluso durante las fluctuaciones de demanda.
- Sistema de filtración avanzado: cuya función es eliminar impurezas, partículas y humedad del aire comprimido, garantizando la calidad del aire necesario para nuestro proceso y prolongando la vida útil de los equipos.
- Secadores de aire: los cuales reducen la humedad en el aire comprimido, previniendo la corrosión y asegurando un rendimiento óptimo.
- Reguladores de presión: ajusta la presión del aire comprimido.
- Sistema de control y monitoreo: supervisa y gestiona automáticamente la operación de los compresores, ajustando la producción de aire según la demanda en tiempo real. Además, proporciona datos precisos para el monitoreo de eficiencia y mantenimiento preventivo.

8.4. Sistemas de intercambio térmico

8.4.1. Caldera

La caldera nos abastece con vapor a 3 bar para la evaporación y calentamiento de reactores. Para abastecer la planta se necesitan 8500 kg de vapor a 3 bar en su peor momento, y para ello se necesitan entregar 21.305.306 kJ. Considerando lo anterior, se elegirá del catálogo de Calderas Markowicz la caldera LNR 640 que nos puede aportar 10 tn de vapor.

Este tipo de calderas homotubulares cuentan con circulación forzada de gases, elevados coeficientes de transmisión del calor y alto rendimiento térmico.

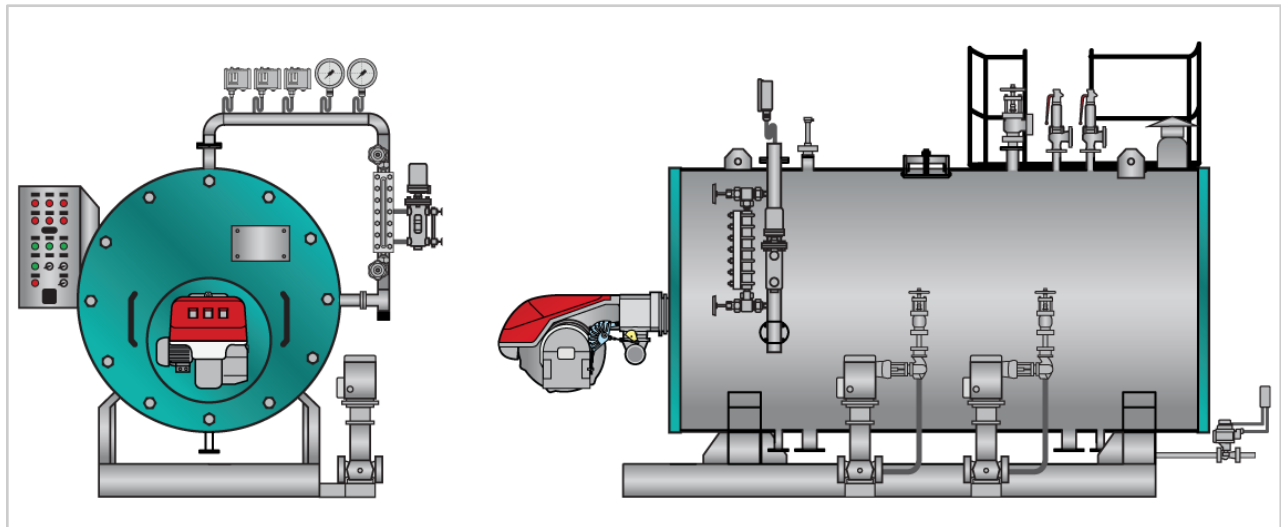


Figura 8.3: Caldera generadora de vapor seleccionada.

Fuente: [Modelos y Especificaciones - CALDERAS ARGENTINAS - MARKOWICZ.](#)

MODELO	Capacidad Kg vapor/h	Capacidad Kcal/hora	Capacidad Kw	Superficie de Calefacción M2	DIMENSIONES GENERALES			Peso aprox Kg. (sin agua)	Capacidad Calorífica del Quemador Kcal/hora
					Ancho Total	Largo Total	Alto Total		
LNR 8*	100	66,000	77	3	1,150	1,600	1,400	750	100,000
LNR 15*	235	155,100	180	5.5	1,500	2,300	1,600	1,200	178,365
LNR 25*	400	264,000	307	10	1,700	2,800	1,800	1,900	303,600
LNR 40*	630	415,800	484	15	1,850	3,100	1,900	2,200	478,170
LNR 50*	800	528,000	614	20	2,100	3,500	2,100	2,700	607,200
LNR 60	1000	660,000	768	25	2,100	3,750	2,100	3,100	759,000
LNR 80	1200	792,000	921	30	2,250	3,950	2,200	3,400	910,800
LNR 100	1600	1,056,000	1,228	40	2,500	4,750	2,600	5,500	1,214,400
LNR 125	2000	1,320,000	1,535	50	2,500	5,800	2,600	6,600	1,518,000
LNR 200	3140	2,072,400	2,410	80	3,100	4,850	3,500	10,800	2,383,260
LNR 250	4000	2,640,000	3,070	100	3,100	5,900	3,500	12,700	3,036,000
LNR 320	5000	3,300,000	3,838	125	3,100	7,200	3,500	14,600	3,795,000
LNR 640	10,000	6,600,000	7,676	250	3,950	8,900	4,350	24,500	7,590,000

Tabla 8.4: Especificaciones del generador de vapor seleccionado.

Fuente: *Modelos y Especificaciones - CALDERAS ARGENTINAS - MARKOWICZ.*

8.4.2. Chiller

El chiller se utilizará para enfriar el agua, evitando de esta manera que el reactor experimente aumentos térmicos no deseados (más de 45°C). Este equipo es suministrado por la empresa "Frio 21", con sede en Lanús, Buenos Aires. Sus características incluyen un tanque de almacenamiento interno que asegura una inercia térmica adecuada, evitando el encendido y apagado constante del compresor.



Figura 8.4: FV Chiller seleccionado.

Fuente: *FV Chiller – Enfriadores de agua con tanque incorporado - Frío 21.*

HOJA DE ESPECIFICACIONES FV CHILLER	
Rango de capacidad [Frig/hr]	30.000 a 500.000
Condensación	Aire / agua
Compresores	Scroll
Evaporador	Placa
Gas refrigerante	407 / 404
Rangos de capacidad disponibles	Ultra baja temperatura -25°C hasta los -5°C
	Media temperatura -5°C hasta los 10°C
	Alta temperatura 7°C hasta los 17°C

Tabla 8.5: Especificaciones del FAT Chiller seleccionado.

Fuente: [FAT Chiller – Enfriadores de agua con tanque incorporado - Frío 21.](#)

La selección de este equipo se basa en su facilidad de instalación y mantenimiento, así como en sus características que incluyen un tanque de agua incorporado y aislado térmicamente, junto con una bomba de agua integrada. Además, presenta la ventaja de estar diseñado para proporcionar refrigeración de manera eficiente en cualquier condición climática.

Está preparado para enfriar el agua a hasta los 5°C necesarios para usar en los diferentes reactores.

8.5. Tanque de alimentación general de agua

Se utilizará agua de red para satisfacer las necesidades básicas de los empleados, como el uso en sanitarios, vestuarios, oficinas, cocinas, entre otros. Se ha estimado un consumo de 50 litros por jornada laboral por empleado. Con un total de 64 empleados, esto se traduce en un consumo diario de aproximadamente 3.500 litros por jornada laboral.

Además del consumo para las necesidades básicas de los empleados, se debe considerar la cantidad de agua requerida para la dilución. Es importante destacar que parte de esta dilución se realiza con agua reciclada proveniente de los procesos de evaporación y secado, mientras que el resto proviene de la red de agua.

Por esta razón, se ha decidido instalar un tanque vertical con una capacidad de 36,000 litros. Este tanque, fabricado en polietileno 100% virgen de alta resistencia e inalterable, es provisto por la empresa Formingplast S.R.L, ubicada en Berazategui, Buenos Aires, Argentina.



Figura 8.5: Tanque vertical de 36.000 L seleccionado.

Fuente: [Formingplast S.R.L.](#)

HOJA DE ESPECIFICACIONES TANQUE VERTICAL	
Volumen [L]	36.000
Diámetro [mm]	3600
Alto [mm]	4005
Material	Polietileno 100% virgen
Características	Construido en una sola pieza, sin uniones ni costuras.

Tabla 8.6: Especificaciones del tanque vertical seleccionado.

Fuente: [Formingplast S.R.L.](#)

8.6. Válvulas

En lo que respecta a las válvulas, todas las que se utilizarán en la planta son válvulas esclusas, elegidas por sus múltiples ventajas. Estas válvulas garantizan un cierre hermético cuando están cerradas, reducen al mínimo la resistencia al flujo cuando están abiertas, son robustas y pueden soportar condiciones de flujo severas. Además, su diseño sencillo facilita su mantenimiento y reparación, lo que las convierte en una opción eficaz para controlar con precisión el flujo en nuestro proceso.

En este caso se eligió al proveedor Arana S.A., un importador que brinda una gran variedad de diámetros (desde 2" a 12").



Figura 8.6: Válvula de compuerta con cierre de EPDM seleccionada.

Fuente: [Válvula de compuerta con cierre de EPDM • Arana SA.](#)

Ref	Medida	PN	Dimensiones (mm)										Peso (kg)
			DN	H	L	D	DO	DI	D2	b	f	z-d	
2102 09	2"	16	50	240	150	165	180	125	99	19	3	4-19	9,5
2102 10	2 1/2"	16	65	270	170	185	200	145	118	19	3	4-19	13
2102 11	3"	16	80	300	180	200	200	160	132	19	3	8-19	15
2102 12	4"	16	100	330	190	220	220	180	156	19	3	8-19	19
2102 13	5"	16	125	375	200	250	250	210	184	19	3	8-19	26
2102 14	6"	16	150	425	210	285	250	240	211	19	3	8-23	35
2102 16	8"	16	200	515	230	340	280	295	266	20	3	12-23	57
2102 18	10"	16	250	600	250	405	320	355	319	22	3	12-28	76
2102 20	12"	16	300	685	270	460	350	410	370	24,5	4	12-28	120

Tabla 8.7: Tabla de medidas para Válvula de compuerta extremos roscados.

Fuente: [Válvula de compuerta con cierre de EPDM • Arana SA.](#)

Nº	Denominación	Material	Acabado superficial
1	Cuerpo	Fundición nodular EN-GJS-500	Pintura epoxi
2	Compuerta	Fundición nodular EN-GJS-400 + EPDM	-
3	Tuerca del eje	Latón	-
4	Eje	AISI 410	-
5	Junta cuerpo	EPDM	-
6	Tapa	Fundición nodular EN-GJS-500	Pintura epoxi
7	Tornillo	Acero carbono	-
8	Tórica	EPDM	-
9	Separador	Acero inoxidable	-
10	Tórica	EPDM	-
11	Tuerca prensaestopas	Latón	-
12	Arandela	Nylon	-
13	Tapón antipolvo	Plástico ABS	-
14	Volante	Acero carbono	Pintura epoxi
15	Arandela	Acero carbono	Cincado
16	Tornillo	Acero carbono	Cincado

Tabla 8.8: Tabla de referencias para válvula de compuerta con cierre de EPDM.

Fuente: [Válvula de compuerta con cierre de EPDM • Arana SA.](#)

8.7. Bombas

El proceso puede dividirse en dos etapas, según la viscosidad del fluido involucrado. En todas las etapas anteriores a la hidrólisis, el producto tiene una viscosidad similar a la del agua, lo que permite su bombeo mediante una bomba centrífuga de flujo axial. En cambio, en la otra etapa del proceso, posterior a la hidrólisis, el fluido es más viscoso y requiere el uso de una bomba de desplazamiento positivo, como una bomba de engranajes, para su adecuado bombeo.

8.7.1. Bomba centrífuga axial

Para esta primera etapa del proceso, antes de la hidrólisis, donde el producto tiene una viscosidad similar a la del agua, hemos seleccionado a AllPumps Argentina como nuestro proveedor. Esta empresa, con sede en Bahía Blanca, se destaca por su amplia gama de bombas centrífugas y sus rigurosos estándares de calidad.

La bomba elegida está fabricada en acero inoxidable 316L, siendo el modelo AC especialmente resistente a la corrosión. Además, cuenta con una capacidad de bombeo de hasta 250 m³/h.



Figura 8.7: Bomba centrífuga seleccionada.

Fuente: [AllPumps Argentina - Ampco AC.](#)

HOJA DE ESPECIFICACIONES - BOMBA CENTRÍFUGA AMPCO AC	
Material	Acero inoxidable 316L
Viscosidad [cP]	Hasta 1200
Tamaños	1,5" - 6"
Velocidad [rpm]	Hasta 2900
Impulsor	Abierto
Sistema de sellado	Simple y dobles de montaje externo y/o interno

Tabla 8.9: Especificaciones de la bomba centrífuga seleccionada.

Fuente: [AllPumps Argentina - Ampco AC](#).

8.7.2. Bomba de engranajes

Para la segunda parte del proceso, donde el fluido es más viscoso, hemos decidido utilizar una bomba de desplazamiento positivo con engranajes helicoidales. La empresa elegida para suministrar este tipo de bomba es Patracas S.A., ubicada en Quilmes, Buenos Aires.

Estas bombas se confeccionan a medida según los parámetros específicos de cada aplicación. Además, se fabrican con materiales de alta calidad, se equipan con engranajes cementados (según las necesidades del producto a bombear), y cuenta con espesores sobredimensionados, asegurando de esta forma su durabilidad y fiabilidad.

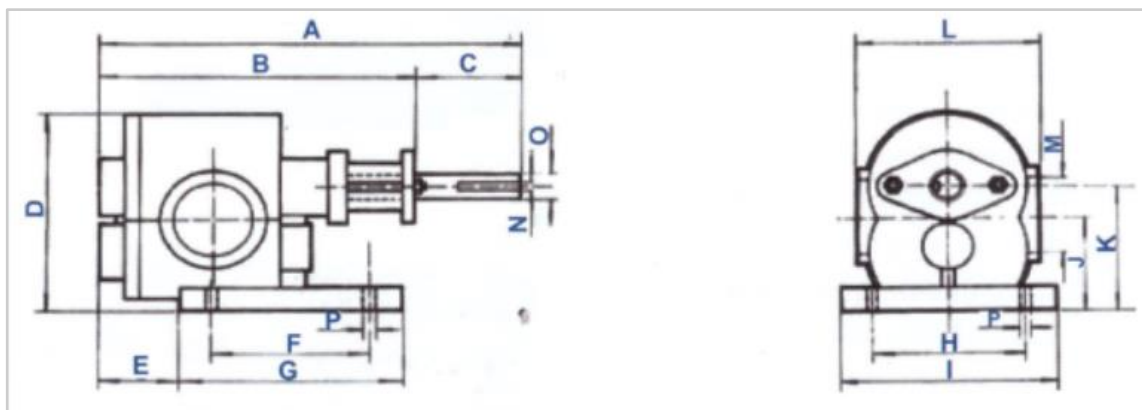


Figura 8.8: Bomba de engranajes seleccionada.

Fuente: [Modelo EI 1º Generación Sin Camisa – Bombas Patracas](#).

 PATRACAS S.A. FABRICA DE BOMBAS PARA INDUSTRIAS		BOMBAS EI 1° Generación															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	KG
¾"	255	185	70	140	45	55	90	95	130	75	100	100	24.1	6	18	13.5	8
1"	255	181	74	140	45	56	90	96	130	75	95	100	30.3	6	18	13.5	8
1¼"	290	220	70	160	50	80	130	130	175	83	110	130	30.9	6	20	13.5	12
1½"	285	215	70	160	43	80	130	130	176	85	110	125	44.8	6	20	13.5	12
2"	355	250	100	205	55	105	160	155	202	100	135	150	56.7	6	25	13.5	20
2½"	390	300	100	205	100	105	160	155	200	100	135	150	72.3	6	25	13.5	26
3"	490	380	110	230	140	110	165	170	220	130	165	175	84.9	8	30	13.5	38

 PATRACAS S.A. FABRICA DE BOMBAS PARA INDUSTRIAS		BOMBAS EI 1° Generación						
	FLUIDO ACEITE SAE 30	1 BAR	2 BAR	4 BAR	6 BAR	8 BAR	10 BAR	R.P.M
¾"	Motor HP Litros/h	1.5 3000	1.5 3000	2 3000	2.5 3000	3 3000	4 3000	1500
1"	Motor HP Litros/h	1.5 3600	2 3600	2 3600	3 3600	3 3600	4 3600	1500
1¼"	Motor HP Litros/h	3 5600	4 5600	4 5600	5.5 5600	5.5 5600	7.5 5600	1500
1½"	Motor HP Litros/h	3 6500	4 6500	5.5 6500	5.5 6500	7.5 6500	10 6500	1500
2"	Motor HP Litros/h	5.5 10000	5.5 10000	5.5 10000	7.5 10000	10 10000	12.5 10000	1500
2½"	Motor HP Litros/h	7.5 13000	7.5 13000	7.5 13000	10 13000	12.5 13000	15 13000	1500
3"	Motor HP Litros/h	10 26000	10 26000	12.5 26000	15 26000	15 26000	20 26000	1000
4"	Motor HP Litros/h	12.5 35000	12.5 35000	15 35000	20 35000	25 35000	30 35000	1500

Tabla 8.10: Parámetros para el diseño de la bomba de engranajes.

Fuente: [Modelo EI 1° Generación Sin Camisa – Bombas Patracas.](#)

8.8. Sistema de control automático de equipos

En el proceso de producción de PHPA, se llevan a cabo varios subprocesos críticos que requieren un estricto control. Estos incluyen la dilución, polimerización, hidrólisis, evaporación y secado. Entre ellos, la polimerización se destaca como el proceso más crucial, ya que determina el peso molecular del producto final.

Considerando lo anterior, decidimos enfocarnos especialmente en los controladores y el sistema de control de este equipo. A continuación, se presenta un diagrama que ilustra el control del proceso.

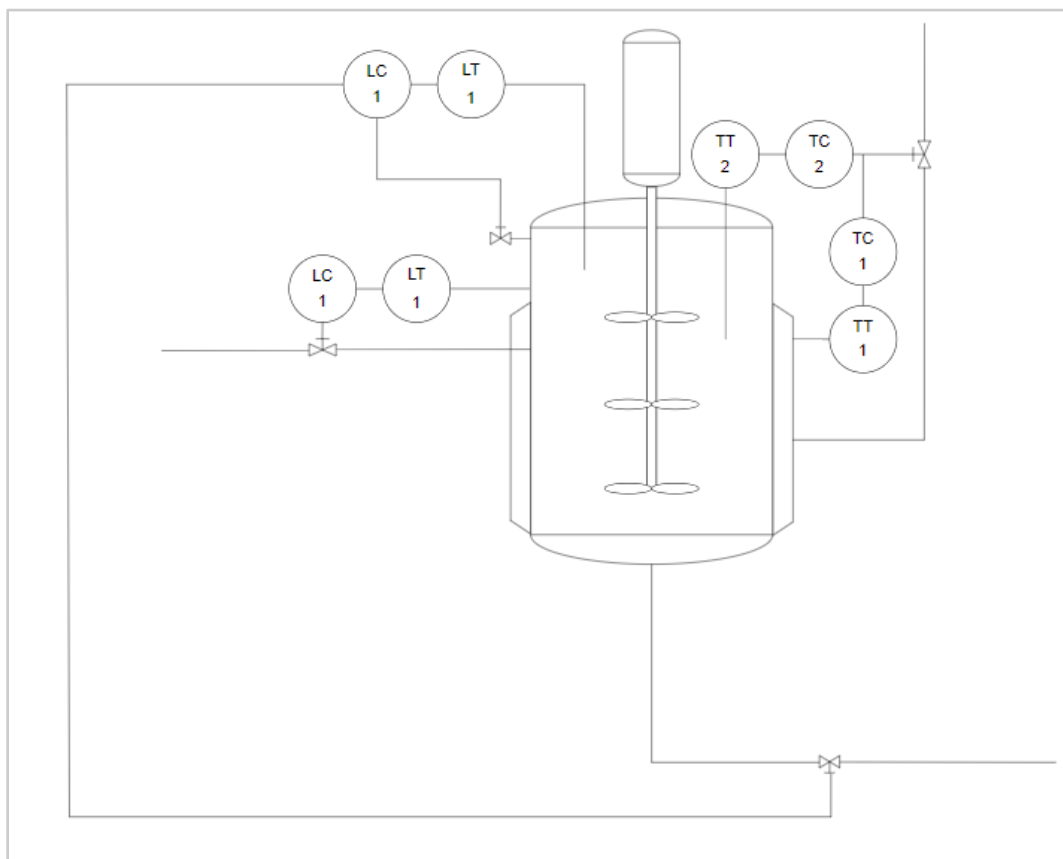


Figura 8.9: Diagrama de 3 lazos de control.

Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama anterior, se pueden identificar tres lazos de control: dos de nivel y uno de temperatura, el cual se encuentra en cascada, cuyo funcionamiento se detalla a continuación.

8.8.1. Lazo de control de nivel

El primer lazo de control de nivel está compuesto por un sensor ultrasónico, que es un dispositivo no intrusivo que utiliza ondas sonoras para medir el nivel de un líquido. Este sensor consta de un transmisor y un receptor. El transmisor emite una señal ultrasónica hacia el líquido, y el receptor mide el tiempo que tarda la señal en regresar. A partir de este tiempo de viaje, se calcula el nivel del líquido.

Los sensores ultrasónicos de rango total son particularmente adecuados para aplicaciones en las que el líquido es corrosivo, peligroso o no puede ser perturbado. Además, son idóneos para líquidos de alta viscosidad o que generan espuma.



Figura 8.10: Medidor de nivel por ultrasonidos.

Fuente: [Medidores de nivel por ultrasonidos Endress+Hauser Serie Prosonic - Medición y control.](#)

Funcionamiento:

1. El transmisor envía una señal ultrasónica al líquido.
2. La señal ultrasónica viaja a través del líquido y se refleja en la superficie superior del líquido.
3. El receptor recibe la señal ultrasónica reflejada.
4. El tiempo que tarda la señal en regresar se mide con un temporizador.
5. El nivel del líquido se calcula en función del tiempo de viaje de la señal.

Ventajas:

- No intrusivo: el sensor no requiere contacto con el líquido, lo que lo hace ideal para aplicaciones en las que el líquido es corrosivo, peligroso o no puede ser perturbado.
- Preciso: el sensor puede proporcionar una medición precisa del nivel del líquido, incluso en líquidos de alta viscosidad o con espuma.
- Confiable: el sensor es robusto y puede funcionar en una amplia gama de condiciones.

Desventajas:

- Puede ser costoso.
- No es adecuado cuando el líquido tiene una alta turbidez.

Por otro lado, para la selección de la válvula a utilizar se calcula el CV:

$$C_v = 0.072 \left(\frac{\mu[cp] * F[gpm]}{\Delta p_v[psi]} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$C_v = 6.908$$

Con el CV, se elige la siguiente válvula esclusa de 3”:

SERIE 150 - PN 20							
CLASS 150 - PN 20							
Medida Nominal Nominal Size		RF ASME B16.10	BW ASME B16.10	Abierta Open	Diámetro Diameter	Diámetro ASME B16.5	Peso Weight RF
Inch	DN (mm)	A	A₁	B	C	D	kg.
1 ½"	40	165,1	165,1	370,0	152,0	127,0	18,5
2"	50	177,8	215,9	452,0	178,0	152,4	18,5
2 ½"	65	190,5	241,3	502,0	178,0	177,8	28,0
3"	80	203,2	282,4	505,0	204,0	190,5	35,0

Tabla 8.11: Válvula esclusa.

Fuente: [Válvula esclusa serie - GIRON SAIC.](#)

A continuación, se presenta un cuadro resumen:

COMPONENTE	TIPO	DESCRIPCIÓN
Sensor	PI	Sensor de nivel ultrasónico
Controlador	PID	Válvula esclusa 3"
Indicador	P	Panel led

Tabla 8.12: Cuadro resumen de cada componente y su descripción.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el segundo lazo de control de nivel corresponde a un lazo de seguridad, debido a la peligrosidad de la reacción al ser abruptamente exotérmica. Para este propósito, se implementa un controlador de nivel equipado con un sensor del estilo flotante. Esta elección se justifica por su capacidad para detectar cambios significativos en el volumen del líquido, activando así el lazo de seguridad en caso de una situación de descontrol en la reacción.

Cuando se detecta un aumento repentino en el nivel del líquido, el sensor se mueve y activa el lazo de seguridad. Este lazo se encarga de abrir una válvula de escape para liberar el exceso de fluido y simultáneamente abre otra válvula para permitir la entrada de aire. Esta acción tiene como objetivo contrarrestar el avance de la reacción, contribuyendo así a mitigar cualquier riesgo potencial.



Figura 8.11: Sensor de nivel.

Fuente: [Tanque de interruptor de flotador](#), [Sensor de nivel de agua líquida](#), [tanque de interruptor de flotador de doble bola](#).

Para este caso, se decide colocar una válvula mariposa, ya que debe ser de apertura rápida.

$$C_v = 0.072 \left(\frac{\mu[cp] * F[gpm]}{\Delta p_v[psi]} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$C_v = 4.432$$

Con este cálculo, se elige la siguiente válvula de 3”:



Figura 8.12: Válvula mariposa.

Fuente: https://www.cmovalve.com.cn/wp-content/uploads/2024/05/ptfe_seated_butterfly_valve.pdf.

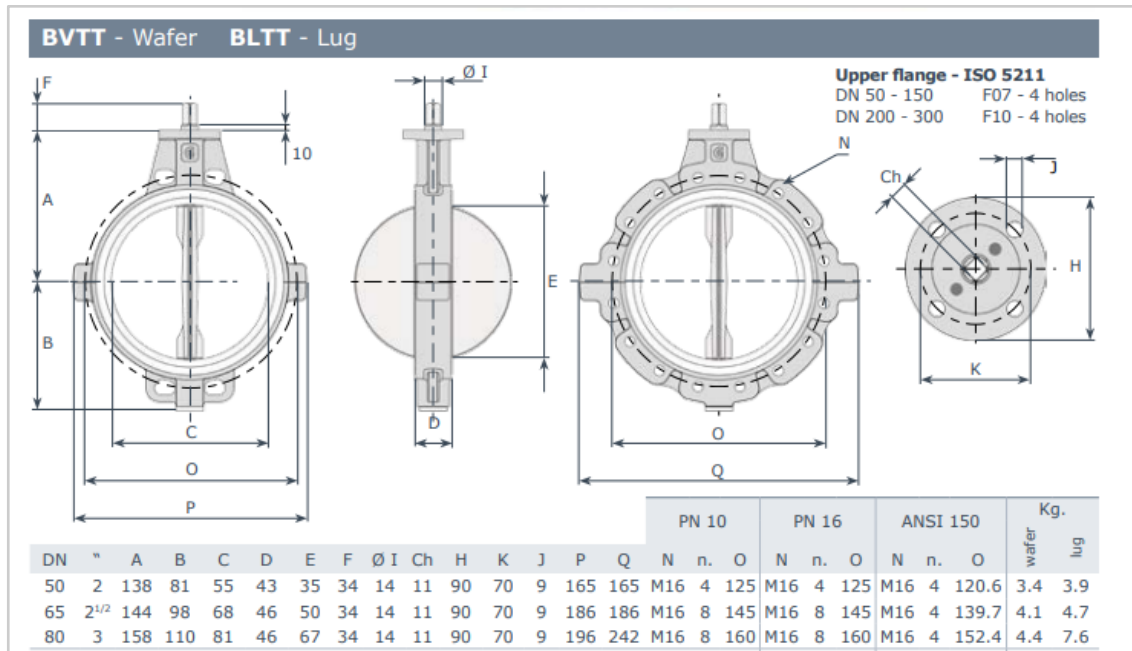


Figura 8.13: Dimensiones de la válvula mariposa seleccionada.

Fuente: https://www.cmovalve.com.cn/wp-content/uploads/2024/05/ptfe_seated_butterfly_valve.pdf.

Resumiendo:

COMPONENTE	TIPO	DESCRIPCIÓN
Sensor	PI	Sensor de nivel flotante
Controlador	PID	Válvula mariposa 3"
Indicador	P	Alarma

Tabla 8.13: Cuadro resumen de cada componente y su descripción.

Fuente: Elaboración propia.

8.8.2. Lazo de control de temperatura

Por último, encontramos el lazo de control de temperatura, que opera en cascada. Este control se centra en el caudal del fluido refrigerante, con un control proporcional de la temperatura del fluido refrigerante y otro control sobre el fluido principal. Ambos controladores utilizan termocuplas tipo T con cables de compensación, con un rango de temperatura de -60°C a 100°C . Además, la termocupla sumergida en el fluido principal está protegida por una termovaina para prevenir la corrosión del fluido.



Figura 8.12: Termocupla.

Fuente: [Electrotec | Termocuplas - Instrumentación Industrial.](#)

De esta manera, se controla de manera efectiva el proceso de polimerización, garantizando tanto el llenado adecuado como la prevención de reboses mediante controladores y medidores de nivel. Por otro lado, el control preciso de la temperatura es fundamental para que el proceso de polimerización se pueda llevar a cabo.

Para la selección de la válvula a usar, primero se debe calcular el CV de la misma:

$$C_v = 0.072 \left(\frac{\mu[\text{cp}] * F[\text{gpm}]}{\Delta p_v[\text{psi}]} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$C_v = 5.45$$

Tomando en cuenta que las válvulas a utilizar serán válvulas esclusas, y sabiendo los parámetros del flujo se selecciona la siguiente válvula de 3”:

SERIE 150 - PN 20							
CLASS 150 - PN 20							
Medida Nominal Nominal Size		RF ASME B16.10	BW ASME B16.10	Abierta Open	Diámetro Diameter	Diámetro ASME B16.5	Peso Weight RF
Inch	DN (mm)	A	A₁	B	C	D	kg.
1 ½"	40	165,1	165,1	370,0	152,0	127,0	18,5
2"	50	177,8	215,9	452,0	178,0	152,4	18,5
2 ½"	65	190,5	241,3	502,0	178,0	177,8	28,0
3"	80	203,2	282,4	505,0	204,0	190,5	35,0

Tabla 8.14: Válvula esclusa.

Fuente: [Válvula esclusa serie - GIRON SAIC.](#)

A modo resumen, se presenta el siguiente cuadro:

COMPONENTE	TIPO	DESCRIPCIÓN
Sensor principal	PI	Termocupla tipo J
Sensor Secundario	P	Termocupla tipo J
Controlador	PID	Válvula esclusa 3”
Indicador	P	Panel led

Tabla 8.15: Cuadro resumen de los componentes, su tipo y descripción.

Fuente: Elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes provistos por la cátedra “Control Automático de Procesos” de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda.
- Grupo electrógeno:
<https://www.sullairargentina.com/equipos/grupos-electrogenos/diesel/sullair-200-dfab-ct/>
- Compresor para aire industrial:
<https://www.sullairargentina.com/equipos/compresores-de-aire/electricos-estacionarios/linea-s-energy-equipos-de-velocidad-constante/linea-1100/>
- Caldera:
<https://calderasargentinas.com.ar/modelos-y-especificaciones/>
- Chiller:
<https://frio21.com.ar/portfolio/enfriadores-de-agua-industriales-chiller-con-tanque/>
- Tanque de alimentación general de agua:
<https://formingplast.com.ar/site/index.php>
- Válvulas:
<https://www.arana-sa.com/valvulas/valvulas-esclusas/valvula-de-compuerta-con-cierre-de-epdm/>
- Bomba centrífuga axial:
<https://allpumps.com.ar/bombas/ampco-ac-2/>
- Bomba de engranajes:
<https://bombaspatracas.com.ar/product/modelo-ei-1-generacion-sin-camisa/>
- Primer sistema de control de nivel:
<https://www.interempresas.net/Medicion/FeriaVirtual/Producto-Medidores-de-nivel-por-ultrasonidos-Endress-Hauser-Serie-Prosonic-112296.html>
- Segundo sistema de control de nivel:

<https://www.joom.com/es/products/62faf3359b983c015beaf37e>

- Sistema de control de temperatura:

<https://electrotec.pe/blog/Termocuplas>

- Calculadora de CV para válvulas

[Cálculo del CV | Swagelok](#)

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

LAYOUT DE PLANTA

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Localización

División de la planta

Zona "A"

Zona "B"

Zona "C"

Zona "D"

Zona "E"

Zona "F"

Red de incendios

Procedimiento de evacuación

Preparación y planificación

Sistema de alarma

Puntos de encuentro

Comunicación

Rutas de evacuación

Control de procesos

Evacuación

Reunión en puntos de encuentro

Recuento y comunicación

Regreso seguro

Evaluación posterior

Instalación eléctrica

Bibliografía

9.1. Introducción

En el presente capítulo se presentan los layout generales de la planta y particulares de cada sector. También se incluyen los layout de la red de incendios, plano de evacuación e instalación eléctrica.

9.1.1. Localización

Como previamente fue mencionado, la planta estará ubicada en la “Lindera A” del Parque Industrial Bahía Blanca. El terreno ocupa un espacio de 24.706,4 m², tal como se muestra en la imagen a continuación:



Figura 9.1: Lote seleccionado del parque industrial.

Fuente: [GC Propiedades - Bahía Blanca](#).

9.2. División de la planta

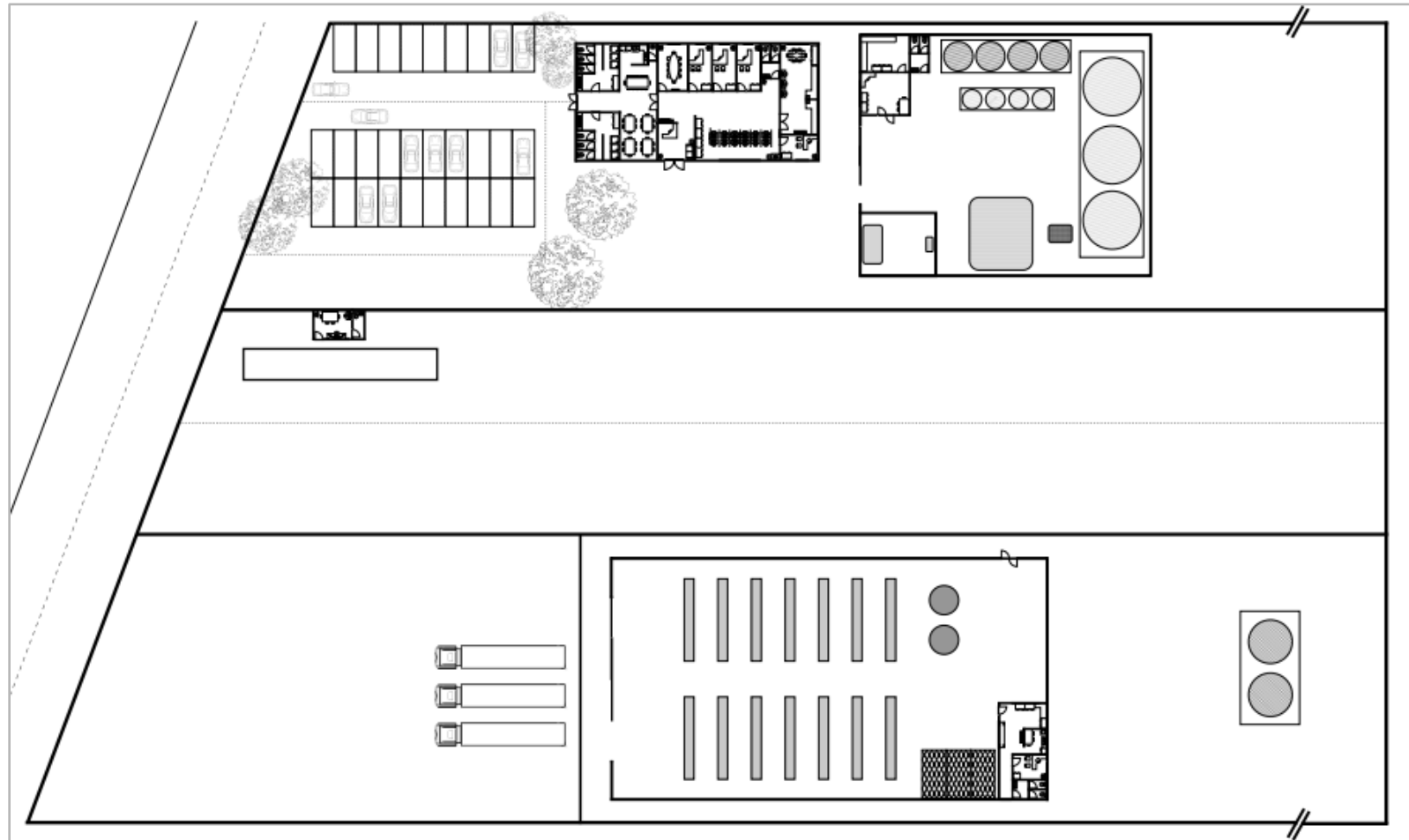


Figura 9.2: Lay-out completo de la planta.

Fuente: Elaboración propia.

Para detallar el plano hemos dividido la planta en distintas zonas, cada una identificada por una letra.

9.2.1. Zona "A"

Este sector abarca la recepción, las oficinas de los gerentes, la sala de reuniones y la oficina del personal administrativo, con sus respectivos sanitarios y comedor. Comprende 300 m² (25 x 12 m).

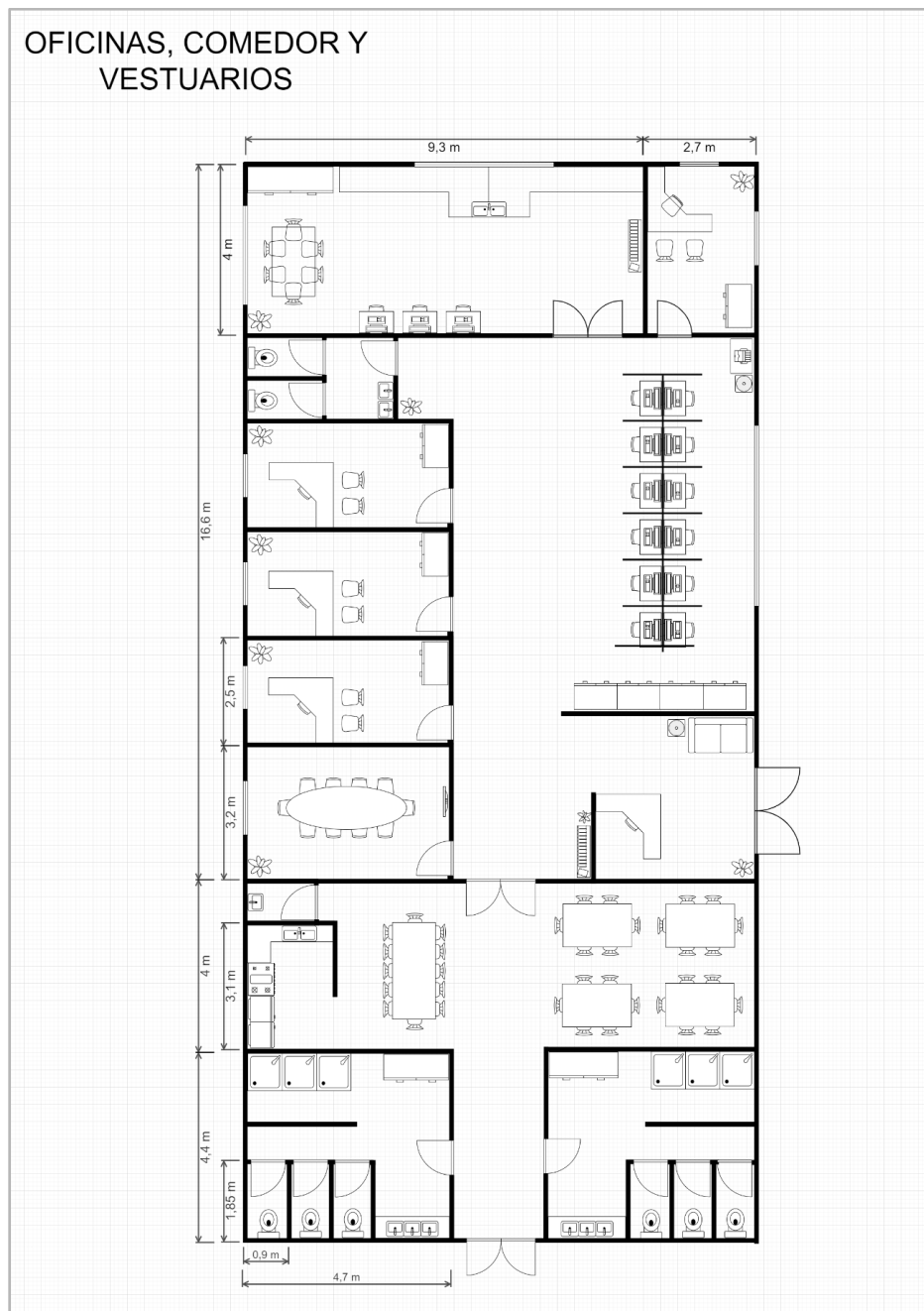


Figura 9.3: Zona "A".

Fuente: Elaboración propia.

9.2.2. Zona "B"

Corresponde a la zona de estacionamiento disponible para vehículos pequeños del personal de la empresa. No incluye el movimiento de camiones. Abarca un total de 729 m² (27 x 27 m).

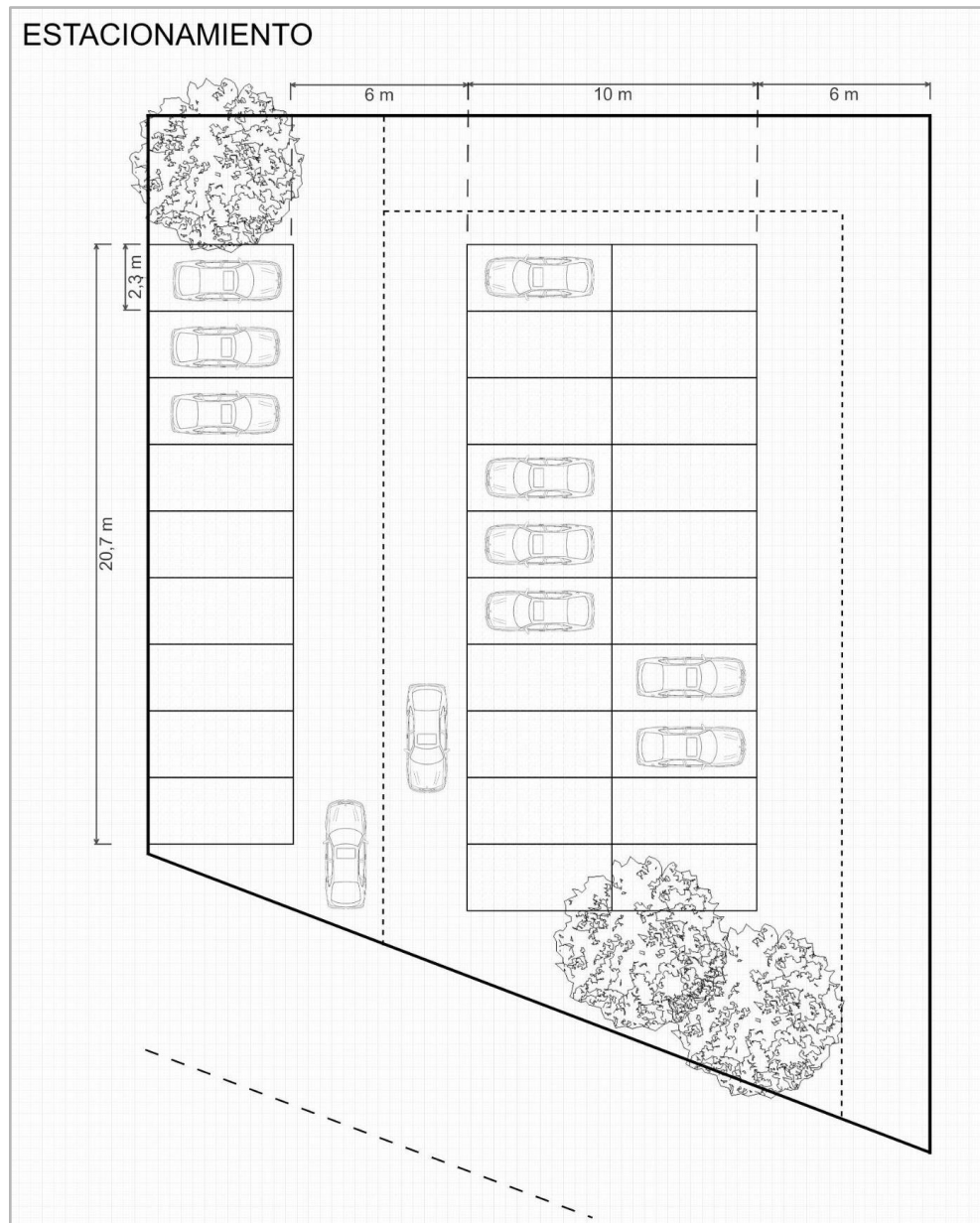


Figura 9.4: Zona "B".

Fuente: Elaboración propia.

9.2.3. Zona “C”

Corresponde al sector que incluye la oficina de personal de seguridad, la cual tiene una superficie aproximada de 15,5 m², junto con una balanza electrónica reforzada para camiones, cuyas dimensiones son 20 x 3,2 metros.

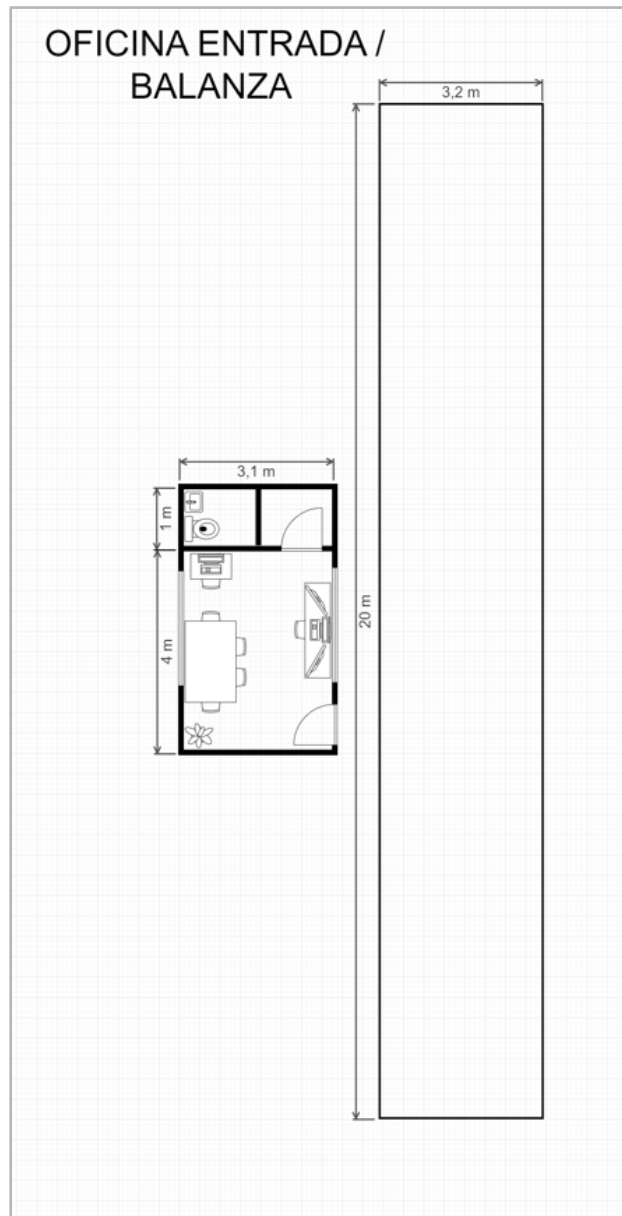


Figura 9.5: Zona “C”.

Fuente: Elaboración propia.

9.2.4. Zona “D”

Esta zona corresponde al depósito con oficina de logística, la cual cuenta con una superficie aproximada de 1125 m² (25 x 45 m) .

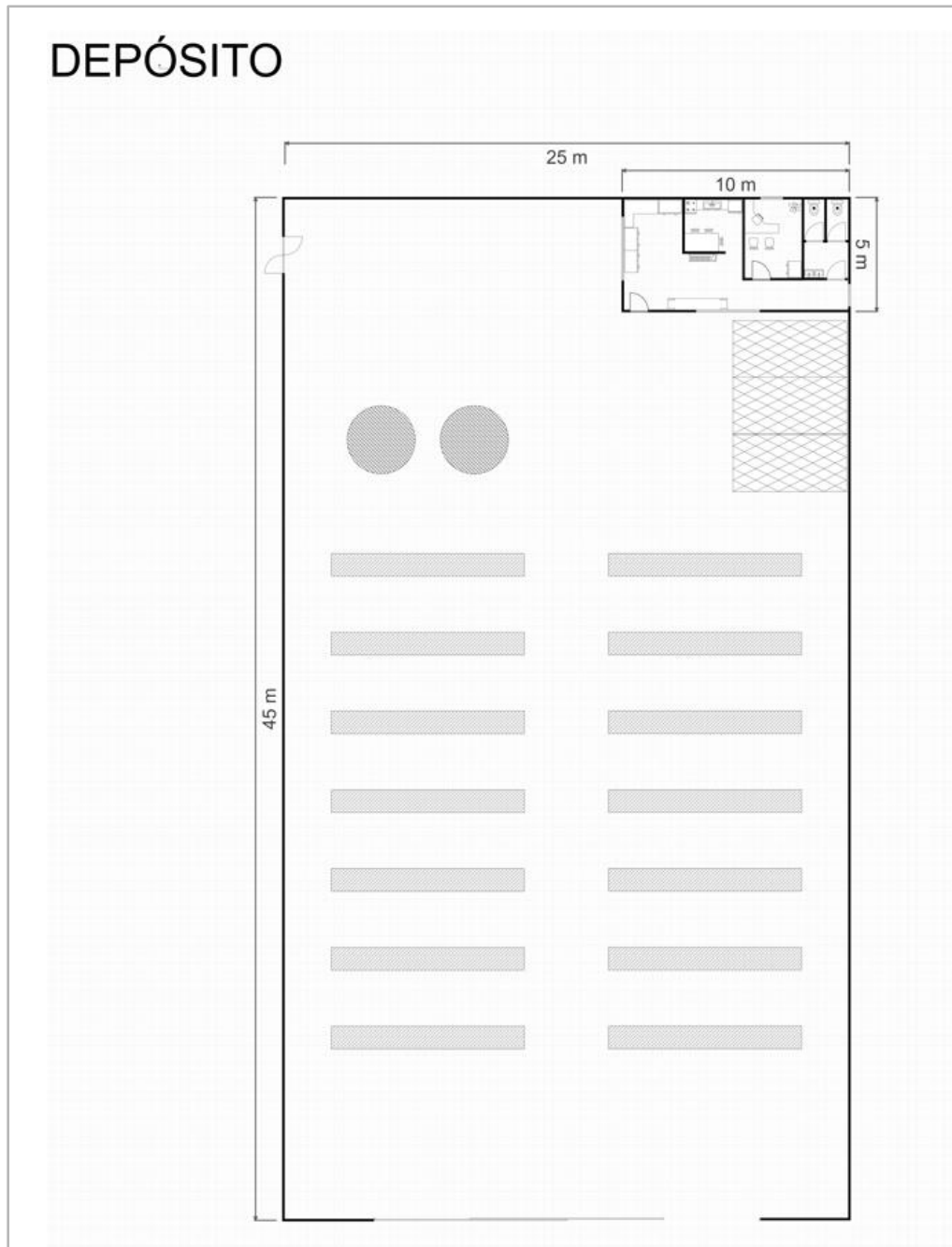


Figura 9.6: Zona “D”.

Fuente: Elaboración propia.

9.2.5. Zona “E”

Involucra todos los equipos de producción de PHPA, tanques de hidrólisis, dilutores, reactores, un evaporador, el secador en spray y la caldera. Se incluye además el sector de mantenimiento industrial. Abarca un total de 750 m².

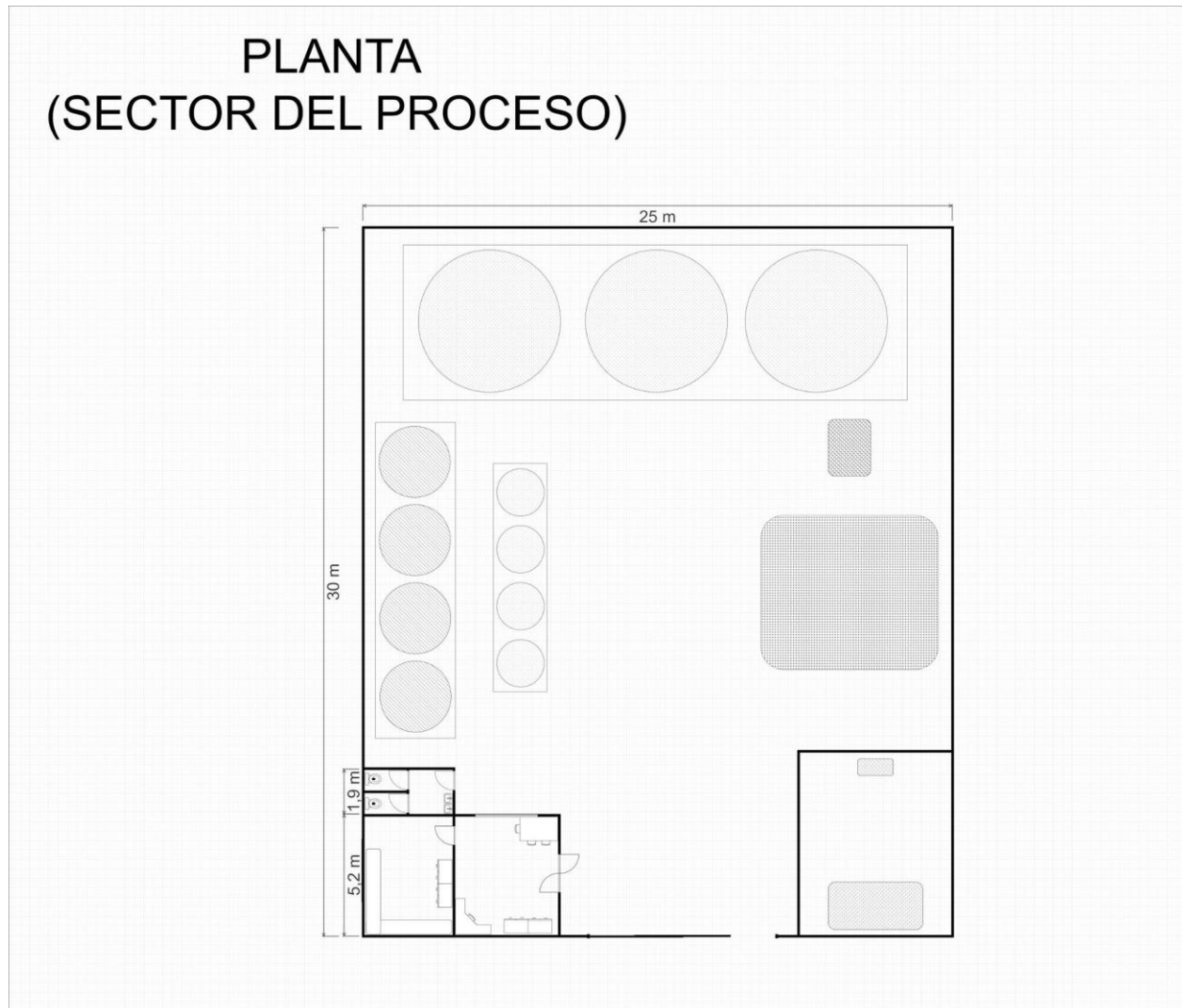


Figura 9.7: Zona “E”.

Fuente: Elaboración propia.

9.2.6. Zona "F"

Esta zona corresponde al estacionamiento destinado a los camiones de carga y descarga, cualquiera sea su tamaño. Se ubicó del lado derecho junto con el área de depósito. Cuenta con un área de 1300 m².

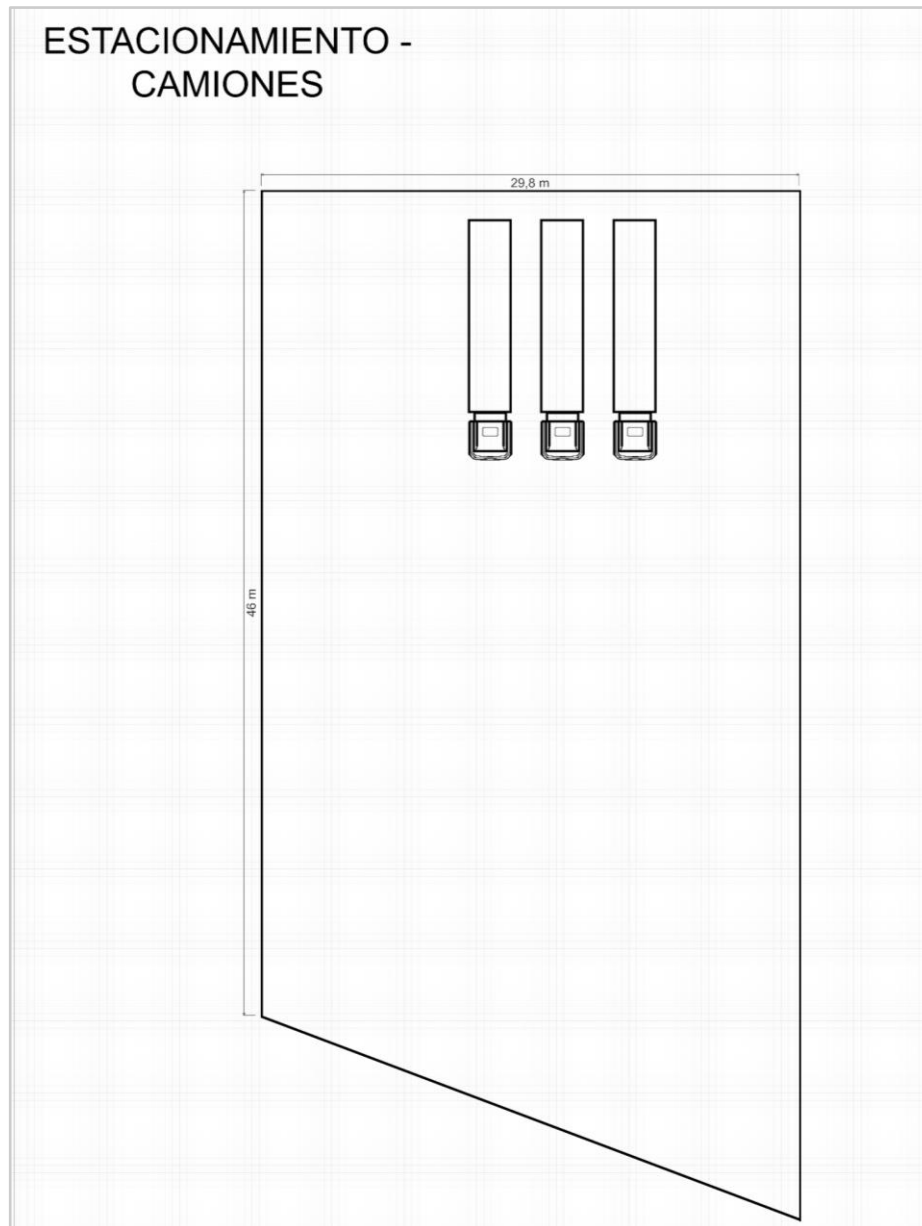


Figura 9.8: Zona "F".
Fuente: Elaboración propia.

9.3. Red de incendios

A continuación, se muestra la distribución de los hidrantes junto a la red de incendio, tomando en cuenta que cada hidrante tiene un área de alcance de un círculo de 25 metros de diámetro. Todos los cálculos referidos a la red de incendio se encuentran en el capítulo 12: Seguridad e Higiene en el Trabajo.

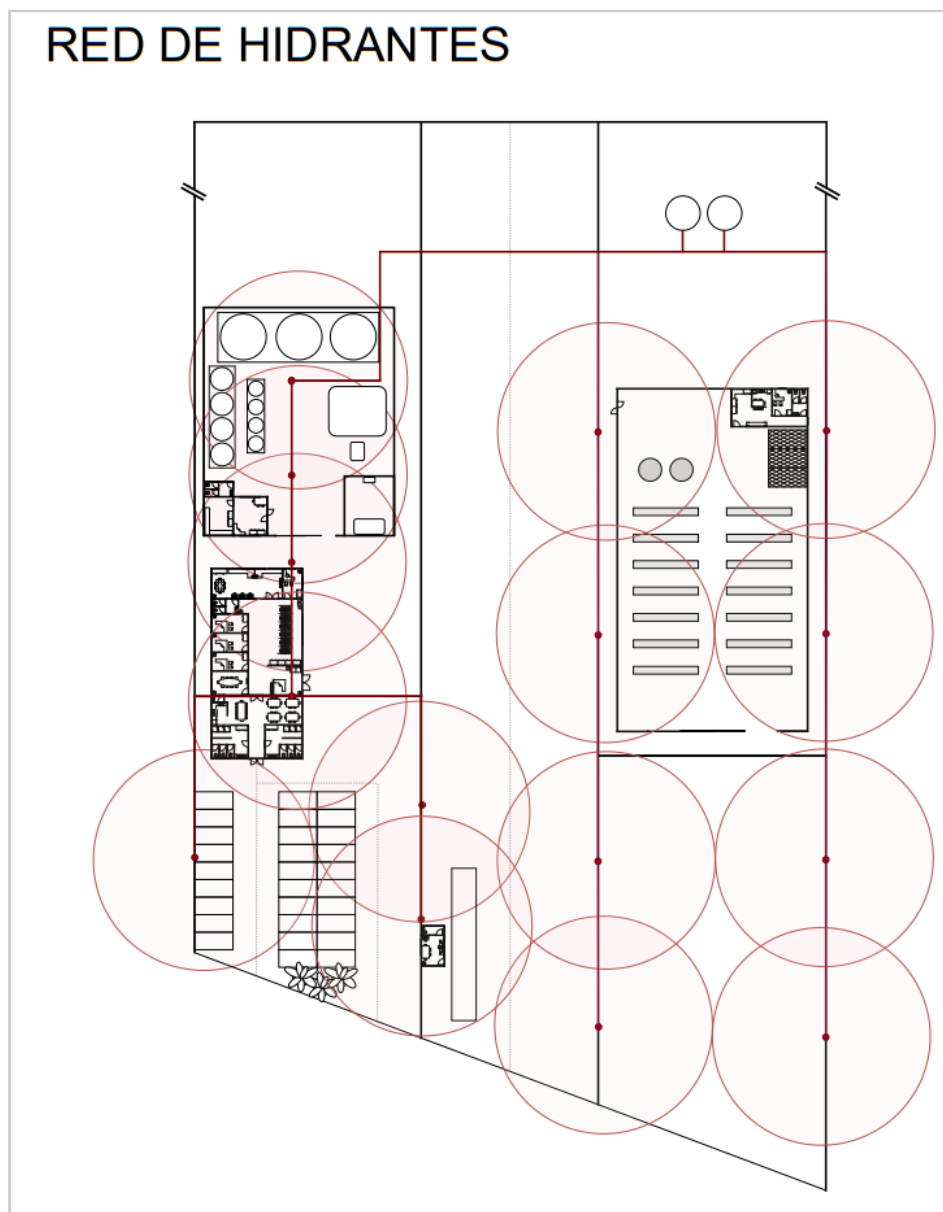


Figura 9.8: Área a cubrir por los hidrantes.

Fuente: Elaboración propia.

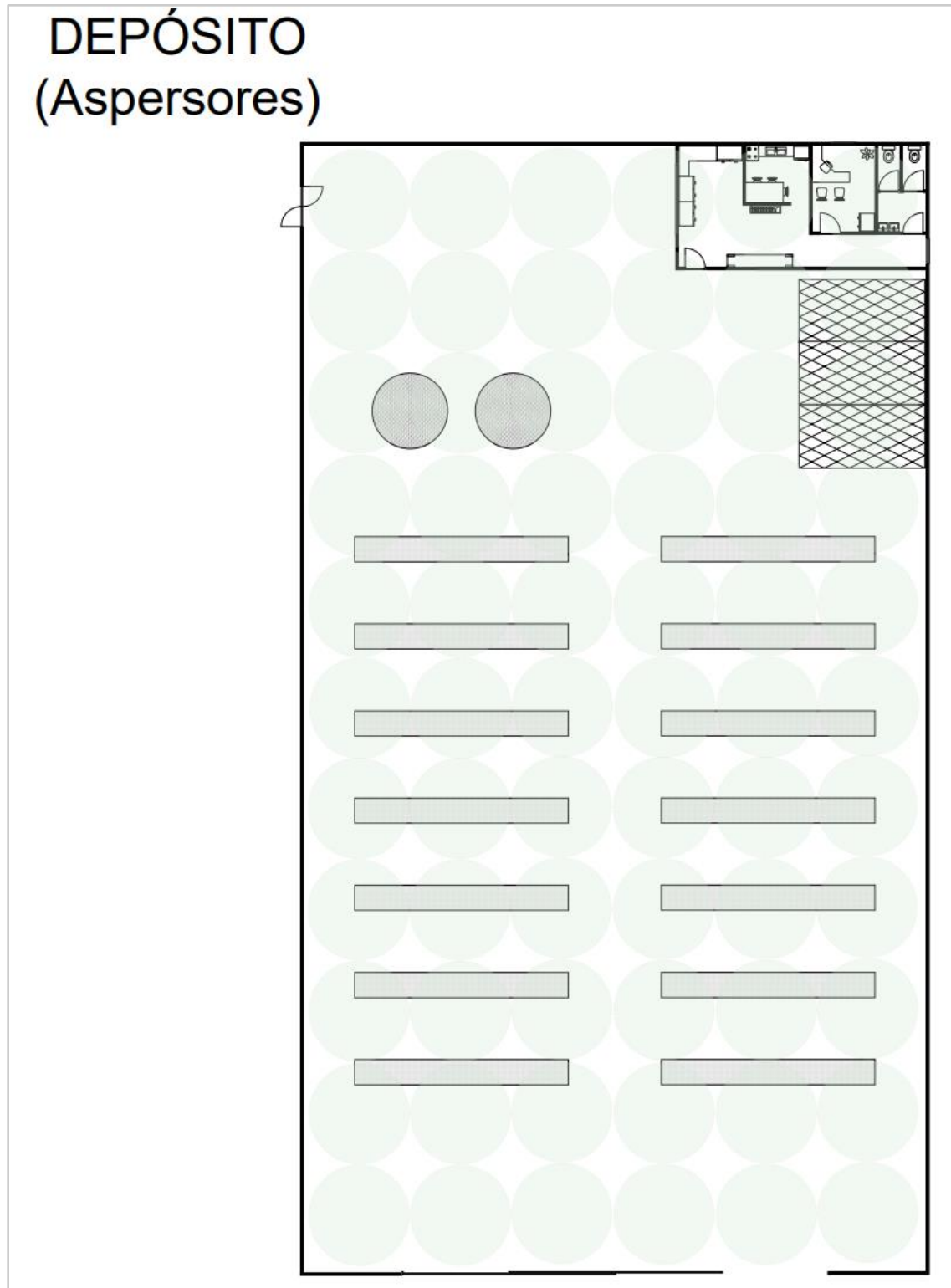


Figura 9.9: Área a cubrir por los rociadores.

Fuente: Elaboración propia.

9.4. Procedimiento de evacuación

9.4.1. Preparación y planificación

Antes de cualquier emergencia, la planta debe desarrollar un plan de evacuación completo y comunicarlo a todos los empleados. Se llevan a cabo simulacros periódicos.

9.4.2. Sistema de alarma

La planta cuenta con sistemas de alarma, sirenas, luces estroboscópicas y sistemas de megafonía, para alertar a los empleados en caso de emergencia.

9.4.3. Puntos de encuentro

Los puntos de encuentro están designados fuera de la planta para facilitar la evacuación y alejar a la gente del peligro inminente.

9.4.4. Comunicación

Se designa personal a cargo de las evacuaciones los cuales cuentan con elementos de comunicación por radiofrecuencia.

9.4.5. Rutas de evacuación

Las rutas de evacuación se encuentran marcadas con flechas verdes y luces.

9.4.6. Control de procesos

Antes de la evacuación, detener o controlar todos los procesos industriales potencialmente peligrosos en situaciones de emergencia.

9.4.7. Evacuación

Cuando suene la alarma o se dé la orden de evacuación, todos los empleados deben abandonar inmediatamente sus estaciones de trabajo y seguir las rutas de evacuación hacia los puntos de encuentro designados.

9.4.8. Reunión en puntos de encuentro

Los empleados se reúnen en el punto de encuentro designado y esperan instrucciones adicionales.

9.4.9. Recuento y comunicación

Se realiza un recuento de todos los empleados para garantizar que nadie esté desaparecido. Se comunica cualquier información importante a las autoridades de seguridad y servicios de emergencia.

9.4.10. Regreso seguro

No se permite el regreso de los empleados a la planta hasta que se determine que es seguro hacerlo.

9.4.11. Evaluación posterior

Después de la evacuación, se realiza una revisión para evaluar la efectividad del procedimiento y se implementan mejoras si es necesario.

Se cuenta con solo un punto de encuentro, el cual se puede apreciar en la siguiente imagen.

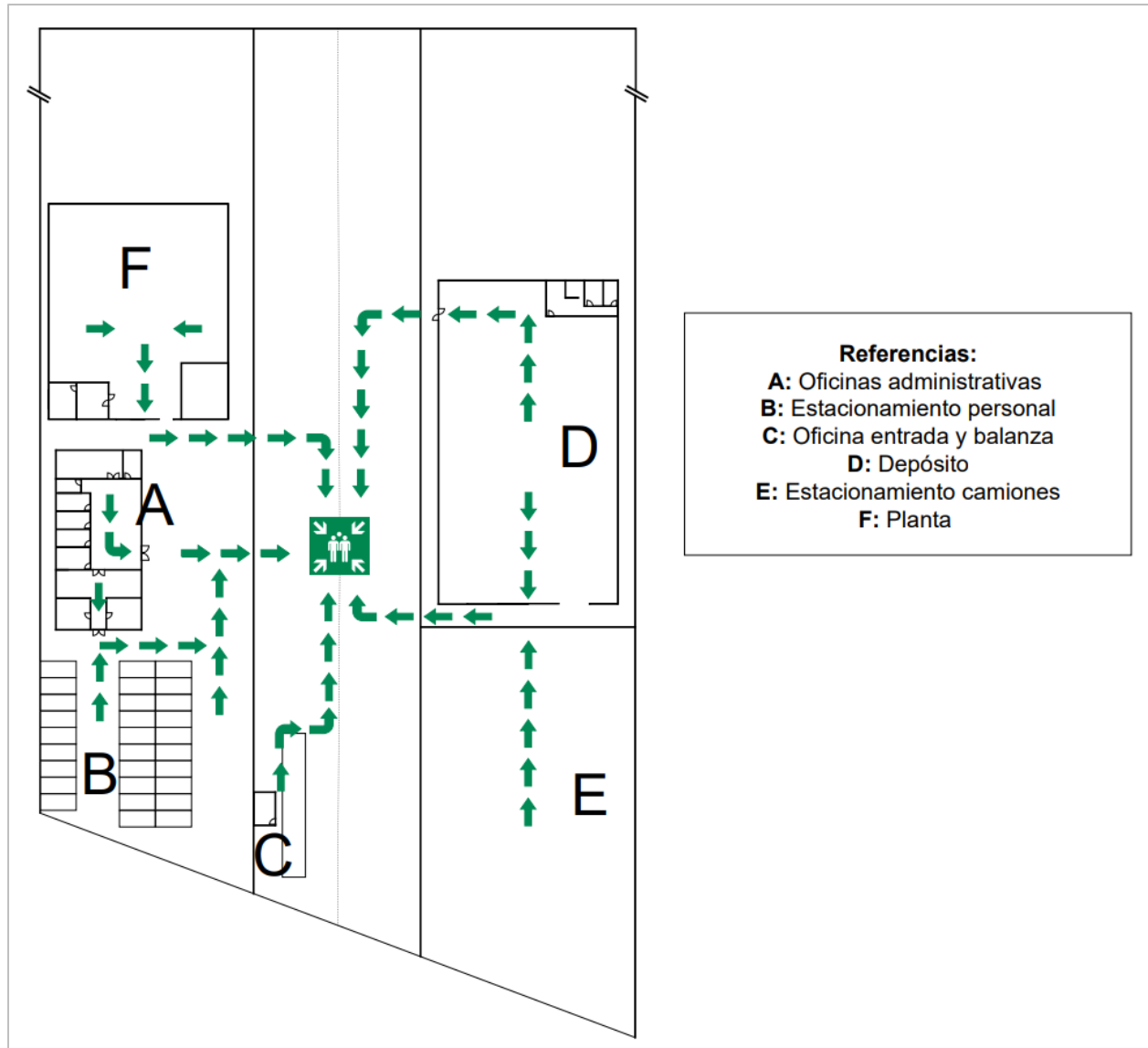


Figura 9.10: Procedimientos de evacuación.

Fuente: Elaboración propia.

9.5. Instalación eléctrica

- Alimentación principal: la planta estará conectada a una fuente de alimentación eléctrica principal, la red eléctrica pública.
- Subestación eléctrica: una subestación eléctrica recibe la energía de la fuente principal y la distribuye a través de transformadores para adaptarla a las necesidades de la planta.
- Tableros principales: los tableros eléctricos principales distribuyen la energía a través de múltiples circuitos para alimentar las áreas y equipos de la planta.
- Cableado y conductos: se utilizan cables eléctricos y conductos para transportar la electricidad desde los tableros principales a los puntos de uso.
- Protección contra sobre corriente: dispositivos como interruptores automáticos, fusibles y relés de sobrecarga se utilizan para proteger los circuitos contra corrientes excesivas que puedan causar daños.
- Distribución interna: se instalan tableros secundarios en áreas específicas de la planta para distribuir la electricidad a los equipos y sistemas locales.
- Tomas de corriente y enchufes: en áreas de trabajo, se instalan tomas de corriente y enchufes para conectar equipos y herramientas eléctricas.
- Iluminación: la planta cuenta con sistemas de iluminación adecuados que incluyen luminarias y sistemas de emergencia.
- Sistema de puesta a tierra: se establece un sistema de puesta a tierra para garantizar la seguridad y protección contra descargas eléctricas.
- Energía de respaldo: en caso de interrupciones eléctricas, se cuenta con generadores diésel, para mantener operaciones críticas.
- Monitoreo y gestión de energía: se cuenta con estos sistemas para monitoreo y gestión de energía para controlar el consumo eléctrico y optimizar la eficiencia energética.
- Seguridad: están implementadas medidas de seguridad, como señalización de peligro eléctrico, bloqueo y etiquetado (LOTO) y capacitación para el personal.
- Mantenimiento preventivo: se plantea un programa de mantenimiento preventivo es esencial para garantizar la confiabilidad y seguridad de la instalación eléctrica.
- Documentación: se cuenta con una documentación completa la cual incluye diagramas eléctricos, registros de mantenimiento y manuales de operación.

BIBLIOGRAFÍA

- Draw.io (Nº de versión 2003). (2022). <https://app.diagrams.net/>. JGraph Ltd.

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Entorno medioambiental

- Geomorfología
- Clima
- Hidrografía
- Suelos
- Flora y fauna
- Calidad del aire
- Características socioeconómicas
 - Condiciones laborales
 - Condiciones de salud
- Factores ambientales importantes

Aspectos e impactos ambientales

- Etapas de construcción
- Etapas de operación
- Etapas de cierre

Marco legal

Matriz de Leopold

Medidas de mitigación

- Atmósfera
- Suelo y agua
- Flora y fauna
- Paisaje

Residuos sólidos y efluentes

Plan de monitoreo

Plan de emergencias

Bibliografía

10.1. Introducción

Para el desarrollo del presente trabajo práctico se evaluarán todas aquellas modificaciones en el ambiente realizadas como consecuencia de la instalación de la planta productiva de Poliacrilamida Parcialmente Hidrolizada en la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires.

Para ello, se han estudiado los aspectos del proceso que interactuarían con el medio, y los impactos que producirían. Todos se encuentran posteriormente resumidos en una matriz de impacto ambiental.

Para finalizar, cabe destacar que también se marcarán a lo largo de todo el trabajo todas aquellas medidas a tomar para que el daño de cada factor negativo sea reducido al mínimo posible.

10.2. Entorno medioambiental

10.2.1. Geomorfología

La ciudad de Bahía Blanca se encuentra en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Desde el punto de vista geomorfológico, la región se caracteriza por ser parte de la llanura pampeana, una extensa área plana con suelos fértiles y amplias planicies.

Además, se encuentra ubicada en una amplia depresión formada por la subsidencia de la corteza terrestre y la erosión fluvial y marina. Esta área se caracteriza por su suelo plano y bajo relieve, ideal para la agricultura y la ganadería. Las cuales corresponden a las actividades económicas fundamentales en la región.

10.2.2. Clima

El clima es templado con valores medios anuales de temperatura entre 14°C y 20°C y estaciones térmicas bien diferenciadas. Teniendo en cuenta la clasificación que le concede el sistema de Köppen (Bs) el área corresponde a un “clima seco”, lo cual presenta una gran ventaja para lo que corresponde a nuestro proyecto.

10.2.3. Hidrografía

La ciudad dispone de fuentes hídricas para su desarrollo sustentable. El abastecimiento de agua se logra fundamentalmente a partir de la regulación del Río Sauce Grande por el Dique Paso de las Piedras, que se erige así en la principal y única fuente de abastecimiento. Al ser pluvial el régimen del río, resulta previsible entonces que el recurso fluctúe según los períodos de abundancia y de escasez de lluvias. Esta dependencia climatológica marca una de las debilidades más significativas a fin de garantizar la continuidad y mantenimiento de un servicio público esencial para la población y el funcionamiento correcto de nuestra planta.

10.2.4. Suelos

Se consideran terrenos resistentes o aptos para cimentar, los constituidos por tierra compacta, greda blanca arenosa, tosquilla, tosca, arcilla y arena confinada.

10.2.5. Flora y fauna

En Bahía Blanca, la flora se caracteriza por la presencia de pastizales naturales, especies del espinal y vegetación costera adaptada a las condiciones salinas.

En cuanto a la fauna, se pueden encontrar aves como rapaces y acuáticas, mamíferos como zorros y carpinchos, reptiles y anfibios variados, así como una diversidad de invertebrados.

10.2.6. Calidad del aire

Dentro de la ciudad, se encuentra la Estación de Monitoreo Continuo del aire de Bahía Blanca, que consiste en una cabina móvil equipada con analizadores de los contaminantes del aire (CO, NO_x, SO₂, O₃ y Material Particulado PM₁₀), que permite realizar un monitoreo continuo de la calidad de aire.



Figura 10.1: Estación de Monitoreo de Calidad del Aire de Bahía Blanca.

Fuente: Municipalidad de Bahía Blanca.

Al 24 de junio del 2022, el Índice de Calidad del Aire o Air Quality Index (AQI) para Bahía Blanca corresponde a 24. A continuación, se adjunta una tabla de referencia para comprender dicho valor.

Valores del índice de la calidad del aire (AQI)	Amenaza para la salud	Colores
0 a 50	Buena	Verde
51 a 100	Moderada	Amarillo
101 a 150	Insalubre para grupos sensibles	Naranja
151 a 200	Insalubre	Rojo
201 a 300	Muy insalubre	Morado
301 a 500	Peligrosa	Granate

Tabla 10.1: Escala AQI de 0 a 500.

Fuente: [El Índice de Calidad del Aire \(AQI\) – Nihon Kasetsu Europe | Monitoring & Water Clarification](#).

Como se puede observar en la tabla, el AQI oscila entre 0 y 50. Lo que indica que la calidad del aire se considera satisfactoria y la contaminación atmosférica presenta un riesgo escaso o nulo para la salud.

Por otro lado, los valores de los contaminantes atmosféricos se presentan a continuación.

Índice actual AQI en Bahía Blanca	
24	
PM _{2.5}	1.8 µg/m ³
PM ₁₀	18.6 µg/m ³
CO	0.21 ppm
NH ₃	0.24 ppb
NO	0.33 ppb
NO ₂	1.50 ppb
O ₃ *	26.23 ppb
SO ₂	0.65 ppb
* Contaminante predominante	

Tabla 10.2: Contaminantes atmosféricos en Bahía Blanca al 26 de junio del 2022.

Fuente: <https://www.meteobahia.com.ar/modelo-ca.php>.

10.2.7. Características socioeconómicas

De acuerdo con los datos estadísticos provistos por el censo poblacional realizado en 2010 por el INDEC, haremos un análisis de la situación laboral y salud del municipio de Bahía Blanca.

11.2.7.1. Condiciones laborales

Según el informe técnico (Vol. 7, n° 55) del Instituto Nacional de Estadística y Censos llevado a cabo el cuarto trimestre de 2022, el municipio de Bahía Blanca cuenta con:

- Tasa de actividad: 45,5 %.
- Tasa de empleo: 42,5 %.
- Tasa de desocupación: 6,5 %.
- Tasa de ocupados demandantes de empleo: 12,2 %.
- Tasa de subocupación: 6,3 %.
- Tasa de subocupación demandante: 3,7 %.
- Tasa de subocupación no demandante: 2,6 %.

Cuadro 3.1 Principales indicadores por áreas geográficas. Cuarto trimestre de 2022							
Área geográfica	Tasas generales						
	Actividad	Empleo	Desocupación	Ocupados demandantes de empleo	Subocupación	Subocupación demandante	Subocupación no demandante
Total 31 aglomerados urbanos	47,6	44,6	6,3	15,4	10,9	7,1	3,8
Aglomerados del interior	46,8	44,2	5,5	16,2	11,5	8,3	3,2
Regiones							
Gran Buenos Aires	48,3	45,0	7,0	14,8	10,4	6,1	4,3
Ciudad Autónoma de Buenos Aires (1)	54,7	52,5	3,9	10,5	7,2	3,3	3,9
Partidos del Gran Buenos Aires (1)	46,9	43,2	7,8	16,0	11,3	6,9	4,4
Cuyo	48,3	46,5	3,7	20,3	12,8	10,1	2,7
Gran Mendoza (1)	51,3	49,1	4,3	23,9	15,5	12,9	2,5
Gran San Juan (1)	43,9	42,6	2,9	16,6	9,2	5,4	3,8
Gran San Luis (2) (2)	45,3	44,3	2,4	10,5	7,8	6,4	1,3
Noreste	43,1	41,5	3,6	8,7	8,1	5,8	2,3
Corrientes (2)	44,4	42,5	4,3	7,8	5,0	3,1	2,0
Formosa (2)	36,9	36,0	2,6	12,1	10,1	8,7	1,4
Gran Resistencia (2)	42,4	40,7	4,1	5,2	6,5	3,8	2,7
Posadas (2)	46,5	45,1	3,1	11,2	11,7	9,1	2,6
Noroeste	45,6	43,1	5,5	20,4	13,4	9,6	3,8
Gran Catamarca (2)	44,1	42,2	4,4	16,0	7,7	6,4	1,3
Gran Tucumán-Tafí Viejo (1)	45,2	42,0	7,1	25,6	18,1	12,7	5,4
Jujuy-Palpalá (2)	47,2	44,3	6,1	22,7	13,5	9,6	3,8
La Rioja (2)	46,3	44,4	4,2	19,0	13,5	12,7	0,8
Salta (1)	46,7	43,9	6,1	17,9	13,2	7,4	5,8
Santiago del Estero-La Banda (2)	43,9	43,2	1,6	14,4	6,1	5,8	0,3
Pampeanas	45,8	44,8	0,9	18,8	12,8	8,5	3,5
Bahía Blanca-Cerri (2)	45,5	42,5	6,5	12,2	6,3	3,7	2,6
Concordia (2)	42,8	41,8	3,8	14,8	12,8	8,5	3,4
Gran Córdoba (1)	49,6	46,4	6,4	27,4	15,7	13,7	1,9
Gran La Plata (1)	49,1	45,9	6,5	12,8	11,3	6,4	4,9
Gran Rosario (1)	49,3	46,2	6,3	10,9	7,6	5,4	2,2
Gran Paraná (2)	42,6	40,8	4,2	13,1	15,2	9,3	5,9
Gran Santa Fe (1)	46,3	43,1	6,9	9,8	11,4	8,1	3,3
Mar del Plata (1) (2)	48,7	44,4	8,8	12,7	16,8	8,0	8,8
Río Cuarto (2)	48,1	45,9	4,6	15,2	8,6	6,9	1,7
Santa Rosa-Toay (2)	47,1	43,8	7,0	21,1	14,8	12,8	2,0
San Nicolás-Villa Constitución (2)	39,6	37,0	6,6	6,1	5,8	3,8	2,0
Patagonia	45,0	43,0	4,5	8,8	5,1	4,0	1,2
Comodoro Rivadavia-Rada Tilly (2)	40,6	39,7	2,1	6,4	3,2	2,6	0,6
Neuquén-Plottier (2)	45,3	42,7	5,9	7,4	3,5	2,2	1,3
Río Gallegos (2)	47,9	44,1	7,9	12,3	8,2	7,7	0,5
Ushuaia-Río Grande (2)	48,9	47,0	4,0	8,9	5,6	3,2	2,4
Rawson-Trelew (2)	46,1	44,4	3,6	13,0	9,2	8,1	1,1
Viedma-Carmen de Patagones (2)	42,5	41,6	2,2	7,2	3,2	2,6	0,6
Total aglomerados de 500.000 y más habitantes	48,3	45,1	6,7	16,1	11,4	7,3	4,1
Total aglomerados de menos de 500.000 habitantes	44,3	42,5	4,3	12,1	8,4	6,4	2,1

Tabla 10.3: Principales indicadores por áreas geográficas. Cuarto trimestre de 2022

Fuente: [Mercado de trabajo. Tasas e indicadores socioeconómicos \(EPH\). Cuarto trimestre de 2022.](#)

11.2.7.2. Condiciones de salud

La mayor parte de los hogares, en todas las localidades, residen en viviendas “Casa A”, las cuales constituyen las unidades que reportan las mejores condiciones. Luego, respecto a los hogares en viviendas de tipo Casa B y/o Ranchos/Casillas, categorías de mayor criticidad, solamente se identifica un elevado porcentaje en el pequeño asentamiento de Villa Bordeau.

Con respecto a la cobertura de salud, tal como se presenta en el siguiente gráfico, alrededor del 62 % de la población cuenta con cobertura por obra social o prepaga.

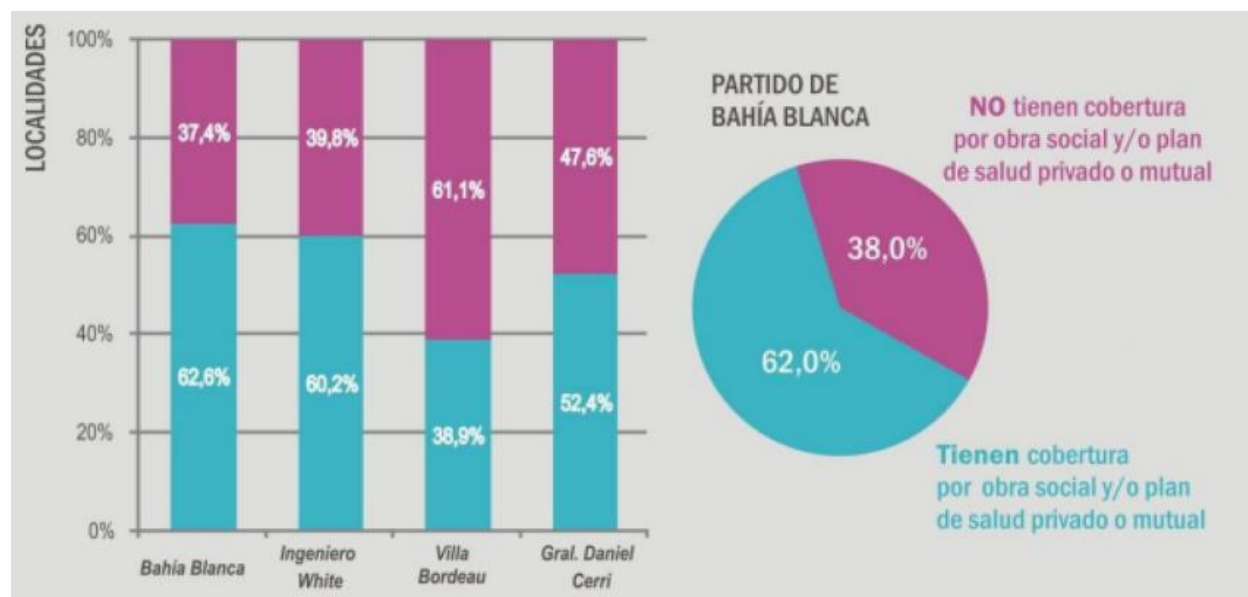


Gráfico 10.1: Población con o sin cobertura por obra social y/o plan de salud privado o mutual.

Fuente: [Estudio de impacto ambiental - Bahía Blanca](#).

10.2.8. Factores ambientales importantes

Entre los diversos factores ambientales importantes, se destaca el clima templado pampeano, caracterizado por veranos cálidos e inviernos frescos, y los vientos intensos y constantes. Además, los suelos son fértiles y propicios para la agricultura. Y la presencia de recursos hídricos, como el océano Atlántico y el río Napostá, es completamente relevante.

10.3. Aspectos e impactos ambientales

Los impactos ambientales se pueden generar en cualquier fase del ciclo de vida del proyecto, por lo tanto, la caracterización del mismo dentro de la evaluación de impacto ambiental debe cubrir cada una de las etapas. Es por esta razón que se procederá a evaluar las etapas de construcción, operación y cierre.

10.1.1. Etapa de construcción

Se trata de la primera etapa del proyecto. La misma hace referencia a la construcción edilicia de la planta, silos de almacenaje, caminos internos y vías de acceso al predio. Durante la etapa de construcción se generan residuos sólidos similares a los domiciliarios, efluentes líquidos debido a la normal actividad humana, y gaseosos compuestos por material particulado. También se producen residuos de materiales de construcción, ya sea de forma sólida o líquida que contengan restos de esos materiales.




Conocer los principales residuos ¹		
Inertes - Pétreos	No peligrosos	Peligrosos
		
<p>Escombros limpios</p> <p>ladrillos tejas azulejos hormigón endurecido mortero endurecido</p>	<p>Metal</p> <p>armaduras de acero y restos de estructuras metálicas</p> <p>perfiles para montar el cartón-yeso</p> <p>paneles de encofrado en mal estado</p> <p>Madera</p> <p>restos de corte restos de encofrado palets</p> <p>Papel y cartón</p> <p>sacos de cemento, de yeso, de arena y cal cajas de cartón</p> <p>Plástico</p> <p>lonas y cintas de protección no reutilizables conductos y canalizaciones marcos de ventanas desmantelamiento de persianas</p> <p>Otros</p> <p>cartón-yeso² vidrio³</p>	<p>Envases y restos de</p> <p>aceites, lubricantes, líquidos de freno, combustibles desencofrantes anticongelantes y líquidos para el curado de hormigón adhesivos aerosoles y agentes espumantes betunes con alquitrán de hulla decapantes, imprimaciones, disolventes y detergentes madera tratada con productos tóxicos pinturas y barnices silicona y otros productos de sellado tubos fluorescentes pilas y baterías que contienen plomo, níquel, cadmio o mercurio productos que contienen PCB materiales de aislamiento que pueden contener sustancias peligrosas trapos, brochas y otros útiles de obra contaminados con productos peligrosos restos del desmantelamiento de bajantes, cubiertas y tabiques pluviales que contienen fibras de amianto restos del desmantelamiento de materiales de aislamiento, pavimentos, falsos techos, etc., que contienen fibras de amianto</p>

Tabla 10.4: Principales residuos producidos durante la construcción de la planta.

Fuente: [Residuos Generados en las Obras de Construcción - Construmática](#).

Dentro de esta primera etapa, las acciones y/o tareas susceptibles de producir impacto que son consideradas corresponden a:

- Construcción de obra gruesa e intermedia
- Excavación y movimiento de suelos

A continuación, se presenta una tabla descriptiva de lo anteriormente explicado:

ETAPA	SECTOR	TAREAS	ASPECTOS	IMPACTOS
Construcción	Parcela adquirida	Construcción de obra gruesa e intermedia.	Emisión de polvos - Generaciones de ruidos y vibraciones - humos.	Daño en la infraestructura de construcciones lindantes - disminución de la calidad de vida de los vecinos.
		Excavación y movimiento de suelos.	Remoción de suelos, árboles, generación de polvos, ruidos y vibraciones.	Disminución de la preservación ecológica, daño en infraestructuras lindantes, disminución de la calidad de vida de los vecinos.

Tabla 10.5: Etapa de construcción.

Fuente: Cátedra de Introducción a la Ingeniería Ambiental - Ing. Jorge Bergamo.

10.1.2. Etapa de operación

La misma considera el momento en que la planta está en pleno funcionamiento. Las acciones susceptibles de producir impacto que consideraremos serán tomadas teniendo en cuenta el proceso principal y las actividades complementarias al mismo.

Dentro de lo que corresponde al proceso principal, tal como se detalló en el [Capítulo 6: Balances de masa](#), nuestro proceso se divide en 3 partes, con sus respectivas subetapas, como se muestra a continuación:

ETAPA	DESCRIPCIÓN	SUB-ETAPA	DESCRIPCIÓN
1	Pretratamiento	1.1	Disolución
2	Obtención de PHPA	2.1	Polimerización
		2.2	Hidrólisis
3	Purificación	3.1	Evaporación
		3.2	Secado

Tabla 10.6: Etapas y subetapas del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

Resumidamente, las actividades a realizar en esta etapa y sus aspectos e impactos ambientales asociados son:

ETAPA	SECTOR	TAREAS	ASPECTOS	IMPACTOS
Operación	Almacenaje y servicios	Manipulación, acopio y movimiento para la producción.	Incendios y/o explosión. Emisión de polvos.	Contaminación de aguas pluviales, superficiales y subterráneas. Contaminación atmosférica. Contaminación del suelo. Choques y/o accidentes. Aumento de tráfico.
	Personal de la empresa. (Administración y Finanzas, Producción, Ingeniería)	Realización de tareas inherentes a la empresa. Ya sean operativas, de almacenamiento y limpieza, de logística, o administrativas.	Generación de efluentes domiciliarios y RSU. Contratación de personal especializado. Consumo de energía eléctrica. Movimiento vehicular.	Contaminación de agua y suelo. Generación de empleo. Mejorar la calidad de vida de los empleados.
	Pretratamiento	Disolución	Consumo de energía eléctrica.	Contaminación de agua y suelo.
	Obtención de la PHPA	Polimerización Hidrólisis	Consumo de agua. Posibles derrames. Incendios /	Consumo excesivo de recursos naturales. Lesiones / muertes por inhalación / intoxicación. Daños a los equipos. Capacitación y

	Purificación	Evaporación	Explosiones. Contratación de personal especializado.	generación de empleo.
		Secado		
	Servicios auxiliares	Suministro de agua	Generación de ruidos. Gran consumo de energía eléctrica y agua. Incendios y/o explosión. Necesidad de personal capacitado.	Contaminación de agua y suelo. Consumo de recursos naturales. Lesiones / muertes por inhalación / intoxicación. Capacitación y generación de empleo.
		Grupo electrógeno		
		Compresor para suministro de aire industrial		
		Sistemas de intercambio térmico (caldera / chiller)		
		Bombas		
		Sistema de control automático		
		Sistema de hidrantes y bocas de incendio		
	Rociadores			
Mantenimiento	Espacios verdes y planta	Forestación. Colocación de plantas y árboles.	Mejora en la calidad del aire. Lugares aptos para el desarrollo de flora y fauna. Mejora el paisaje.	
	Instalaciones eléctricas	Consumo de energía eléctrica. Necesidad de personal capacitado. Uso de grasas, aceites, y otros productos. Generación de residuos por utilización de productos de limpieza.	Contaminación del suelo y agua. Lesiones y/o muertes por choque eléctrico. Daños a equipos.	
	Equipos			

	Comercialización del producto final terminado	Transporte del producto final terminado	Movimiento vehicular.	Choques y/o accidentes. Mejora en la economía nacional. Revalorización de la zona. Mayor desarrollo industrial. Mejora en la calidad de vida. Generación de empleo.
--	---	---	-----------------------	---

Tabla 10.7: Etapa de operación.

Fuente: Cátedra de Introducción a la Ingeniería Ambiental - Ing. Jorge Bérnago.

10.1.3. Etapa de cierre

Como su nombre lo indica, corresponde a la última etapa a llevarse a cabo, en caso de que no se logre la continuidad del proyecto en cuestión.

Durante la etapa de cierre de la planta se generarán residuos sólidos asimilables a domiciliarios, efluentes líquidos debido a la actividad humana normal y gaseosos, compuestos por material particulado. También se podrán producir residuos de materiales de construcción, ya sea en forma sólida como líquidos que contengan restos de estos materiales.

Dentro de esta primera etapa, las acciones y/o tareas susceptibles de producir impacto que son consideradas corresponden a:

- Vaciado y drenaje de tanques y cañerías
- Desmantelamiento de equipos, instrumentos y tanques.
- Transporte vehicular
- Mano de obra (Despido de personal)
- Uso de maquinaria para desmontajes

ETAPA	TAREAS	ASPECTOS	IMPACTOS
Cierre	Vaciado y drenaje de tanques y cañerías	Reducción de empleo. Movimiento vehicular. Generación de efluentes. Generación de residuos sólidos. Ruidos y vibraciones.	Recuperación del suelo. Reforestación. Desempleo. Contaminación sonora.
	Desmantelamiento de equipos, instrumentos y tanques		
	Transporte vehicular		

	Mano de obra (Despido de personal)		
	Uso de maquinaria para desmontajes		

Tabla 10.8: Etapa de cierre.

Fuente: Cátedra de Introducción a la Ingeniería Ambiental - Ing. Jorge Bérnago.

10.4. Marco legal

Para asegurarnos de que todas las actividades que se realizan dentro de nuestra planta productiva de poliacrilamida cumplan las reglamentaciones vigentes, hemos recopilado todas aquellas leyes, normas y decretos tanto nacionales como provinciales.

ALCANCE	NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
NACIONAL	Art. 41 de la CN	Derecho a un ambiente sano y noción de sustentabilidad.
	Ley 25.675/02	Ley General de Ambiente. Establece presupuestos mínimos para la gestión ambiental.
	Ley 20.284/73	Ley de Calidad Atmosférica. Establece los límites y normas de calidad de aire.
	Ley 20.324/73	Establece O.S.N como autoridad para la explotación y preservación de las aguas y saneamiento en la República Argentina.
	Decreto 674/89 y 776/92	Reglamentación de tratamiento y manejo de efluentes líquidos.
	Ley 25.688/02	Ley de Gestión Ambiental del Agua. Establece presupuestos mínimos para la preservación de las aguas.
	Ley 22.428/81	Ley de Fomento y Conservación de Suelos.
	Decreto 691/81	Reglamentación de Gestión de Suelos. Creación de la Comisión Nacional de Conservación de Suelos.
	Ley 25.916/04	Ley de Gestión de Residuos Domiciliarios. Establece los presupuestos mínimos para la gestión de RSU.
	Ley 24.051/92	Ley de Gestión de Residuos Peligrosos. Establece los presupuestos mínimos para la gestión de Residuos Peligrosos.

	Decreto 831/93	Reglamentación de la Ley 24.051 (Certificado Ambiental).
	Resolución 224/94	Establece parámetros y normas para definir los Residuos Peligrosos de alta y baja peligrosidad.
	Resolución 157/93	Regula transporte de residuos peligrosos.
	Ley 19.587/72	Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
	Decreto 351/79	Reglamentación de la Ley 19.857.
PROVINCIAL	Resolución 492/19	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y los Requisitos para la Obtención de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).
	Resolución 494/19	Clasificación Según el Nivel de Complejidad Ambiental (CNCA) de los Establecimientos Industriales.
	Ley 15117	Registro Ambiental de Establecimientos Industriales de la Provincia.
	Ley 15107	Normas sobre la Instalación de Industrias en la Provincia de Buenos Aires.
	Ley 14892	Prevención y Lucha Contra Incendios.
	Resolución 3722/16	Obligación de Información Relativa a Impacto Ambiental de Industrias.
	Resolución 186/12	Seguro Ambiental Obligatorio.
	Resolución 25/12	Programa de Control de Remediación, Pasivos y Riesgo Ambiental.
	Resolución 85/11	Estudio de Impacto Ambiental.
	Decreto 2283/01	Secretaría de Política Ambiental.
	Decreto 1712	Actividades Portuarias.
	Ley 11723	Ley de Medio Ambiente.
	Ley 11737	Desarrollo Sustentable.
MUNICIPAL	Ordenanza (HCD) 6209	Preservación del Medio y Control de la Contaminación Ambiental.

Tabla 10.9: Leyes vigentes.

Fuente: [Normativa | Municipio de Bahía Blanca \(Buenos Aires, Argentina\)](#)

10.5. Matriz de Leopold

EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE			ETAPAS																												
			CONSTRUCCIÓN							OPERACIÓN							CIERRE														
			Uso de maquinaria	Mov. de Tierra - Excavaciones	Desmonte y tala	Efluentes líquidos	Residuos sólidos	Mano de Obra	Construcciones	Movimiento de materia prima y producto terminado	Acepto de materia prima y producto terminado	Realización de tareas administrativas	Disolución	Polymerización	Hidrólisis	Evaporación	Secado	Envasado	Mantenimiento de instalaciones eléctricas	Limpieza y mantenimiento de equipos	Ensayos de control de calidad	Efluentes líquidos	Desmantel. de Equipos	Transporte vehicular	Residuos sólidos	Mano de obra	Uso de Maquinaria	Remediación			
ASPECTOS AMBIENTALES	INERTE	Atmósfera	Calidad del aire	R	R	R		R								R							R	R	R	R	R				
			Humos	R																						R			R		
			Ruido	R	R					R							R	R							R	R			R		
			Vibraciones	R	R												R	R							R	R			R		
	PERCEPTUAL	Suelo	Contaminación	R	R		R	R		R				R				R	R	R	R	R	R	R		R	R	R			
			Agua	Superficial				R	R		R	R	R								R	R				R					
		Subterránea o Red			R	R	I		R				R							R	R				I						
		Fauna	Flora	Degradación		R	R																				R				
			Fauna	Desplazamiento		R	R				R												R					R			
			Paisaje		R	R				R																	R	R			
ASPECTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y CULTURALES	SOCIAL	Laboral	Generación de empleo																												
			Capacitación y Especialización																												
			Calidad de vida			R																						R	R	R	
	Cultural	Educación																													
		Relaciones sociales																													
		INFRAESTRUCTURA	Transporte																												
	Obra pública																														
	ECONÓMICO	Ingresos lo calidad																										R			
		Inversiones																										R			
		Desarrollo industrial																										R			

Tabla 10.10: Matriz de Leopold.
Fuente: Elaboración propia.

Referencias (escala cromática de impactos):



Por otro lado, en el análisis de los impactos negativos, se considera la distinción entre la reversibilidad (R) e irreversibilidad (I). Se examina la posibilidad de recuperación o mitigación de dichos impactos, evaluando si los efectos adversos pueden ser revertidos o si, por el contrario, son permanentes.

10.6. Medidas de mitigación

Las medidas preventivas para neutralizar, mitigar o acotar un impacto negativo fueron evaluadas y son, en todos los casos, las que se han considerado más convenientes. Sin embargo, hay impactos derivados de los propios procesos productivos que no pueden evitarse. En ese caso, debe aplicarse una mitigación mediante acciones directas o indirectas, que disminuyan o neutralicen el impacto negativo provocado. Finalmente, en caso de no poder impedir la incidencia del impacto, la forma de mitigación usada es el acotamiento, es decir, no permitir su extensión en el espacio o en el tiempo.

10.1.1. Atmósfera

Para disminuir los ruidos y vibraciones, se ejecutarán controles constantes en las maquinarias y equipos utilizados, tanto durante la construcción, como en la operación de la planta.

10.1.2. Suelo y agua

Para evitar la contaminación del suelo y aguas subterráneas, se contará con pisos impermeables para evitar eventuales derrames que puedan afectar, sobre todo en los depósitos o áreas de la planta en la que se puedan encontrar contaminantes. Además, se colocarán barreras o sitios de contención y rejillas perimetrales.

10.1.3. Flora y fauna

El proyecto al llevarse a cabo en una zona de usos fabriles, los efectos no se consideran significativos. Sin embargo, se buscará minimizar los ruidos durante la etapa de construcción a fin de no provocar excesivas perturbaciones.

10.1.4. Paisaje

Para disminuir el impacto visual, se contempla su remediación con un plan de forestación y parquización, haciendo que la planta esté mimetizada con su entorno.

10.7. Residuos sólidos y efluentes

En todos aquellos casos en el que la reutilización y/o reciclaje de los desechos no resulte posible, se procederá a la realización de un tratamiento de acuerdo con la naturaleza del residuo para su correcta disposición final. En estos casos, los mismos se tratarán utilizando los métodos adecuados y aprobados, bajo un criterio ambiental.

Los residuos generados serán separados según su categoría, a fin de seleccionar la técnica de manejo adecuada para cada tipo. Por otro lado, los generadores de residuos revisarán periódicamente el proceso de clasificación para actualizar cualquier cambio en el proceso o en las características de los residuos.

Para separar los residuos según su categoría, tenemos lo siguiente:



Figura 10.2: Código de colores para el reciclaje y Clasificación de Residuos.

Fuente: [Colores en el reciclaje](#).

Por otro lado, en lo que respecta al transporte, los mismos se realizarán con vehículos especialmente diseñados o adaptados para tal uso. El transporte dentro de las instalaciones puede ser realizado por camiones de las empresas adaptados al tipo específico de desechos.

Por último, la disposición final se llevará a cabo en el o los sitios autorizados. Queda prohibido abandonar los residuos en áreas no habilitadas.

10.8. Plan de monitoreo

En la evaluación de impacto ambiental, no es suficiente simplemente proponer medidas de gestión para minimizar las consecuencias en el medio ambiente. También es necesario asegurarse de que dichas medidas se implementen adecuadamente y se cumplan los resultados esperados. Por lo tanto, es crucial establecer un sistema de vigilancia que permita verificar y demostrar la correcta implementación. Si bien, no desarrollaremos un plan de monitoreo, en la Tabla 10.11 se presentará el contenido necesario que dicho plan debe abarcar para los principales impactos ambientales.

IMPACTO AMBIENTAL	INDICADOR	INICIO	PERIODICIDAD	DURACIÓN
Contaminación acústica	Medición del nivel de presión sonora	Desde la construcción de la planta	4 veces al año	Vida útil del proyecto
	Nivel de exposición de sonido			
	Medición del nivel de presión sonora continua equivalente			
Contaminación del aire	Partículas en suspensión	Desde la construcción de la planta	4 veces al año	Vida útil del proyecto
	Monitoreo de la calidad del aire			
	Registro de enfermedades respiratorias en trabajadores			
Contaminación del suelo	Análisis en laboratorio del suelo de zonas consideradas como críticas	Desde la construcción de la planta	1 o 2 veces al año	Etapa de construcción
Contaminación del agua	Características fisicoquímicas	Desde la puesta en marcha del proyecto	4 veces al año	Vida útil del proyecto
	Características microbiológicas			

Tabla 10.11: Plan de monitoreo.

Fuente: Elaboración propia.

10.9. Plan de emergencias

Se elaborarán documentos escritos que brinden una comprensión adecuada de las situaciones de emergencia y los riesgos asociados, con el propósito de informar a todos los empleados, organismos externos de atención médica y la comunidad en general. Además, se implementarán otras medidas, como:

- Capacitación teórica y práctica: que incluya simulacros y prácticas regulares, dirigidas a todos los empleados y especialmente a aquellos con responsabilidades en la comunicación, rescate o acciones directas durante emergencias.
- Elaboración de planos y procedimientos escritos que identifiquen y detallen las acciones a tomar ante situaciones de emergencia previsibles: con instrucciones claras para todos los niveles de responsabilidad. Estos incluirán sistemas de alarma, comunicación interna y externa, uso de instalaciones y equipos de emergencia, así como medidas para minimizar los daños a la salud.
- El plan de emergencia abordará diversos escenarios: como terremotos, presencia de vientos zonda, incendios o explosiones, pérdida de servicios esenciales (electricidad, gas, entre otros), atentados o artefactos explosivos, operaciones de rescate y situaciones extraordinarias relacionadas con incidentes cercanos al establecimiento. También se incluirá información sobre equipos de seguridad y una lista de números de emergencia.

En resumen, se desarrollarán documentos y medidas específicas para garantizar una adecuada preparación y respuesta ante situaciones de emergencia, proporcionando información clara y directrices a todo el personal de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- Cátedra de Introducción a la Ingeniería Ambiental - Ing. Jorge Bérnago. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda.
- [Buenos Aires archivos - Argentina Ambiental](#)
- [Digesto Municipal – Ordenanzas, Decretos y Resoluciones | Municipio de Bahía Blanca \(Buenos Aires, Argentina\)](#)
- [GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS](#)
- [Monitoreo Calidad de Aire | Municipio de Bahía Blanca \(Buenos Aires, Argentina\)](#)
- [El Índice de Calidad del Aire \(AQI\) – Nihon Kasetu Europe | Monitoring & Water Clarification](#)

Proyecto Final - Integración V
**POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE
HIDROLIZADA**

**SISTEMA DE GESTIÓN
INTEGRAL**

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Sistema de gestión de calidad

Normas ISO 9001

Normas ISO 14001

Normas ISO 45001

Implementación conjunta

Política corporativa

Documentación

Implementación del sistema de gestión

Primera etapa

Segunda etapa

Tercera etapa

Cuarta etapa

Régimen de auditorías

Certificación

Análisis FODA

Organigrama de la empresa

Horarios de trabajo

Organigrama del tipo mixto

Responsabilidades y competencias

CEO

Gerente administrativo

Analista de compras

Analista de ventas

Analista de contabilidad

Analista de recursos humanos

Gerente de producción

Coordinador de producción

Supervisor de producción

Operarios de línea

Coordinador de logística

Supervisor de logística

Chofer de autoelevador

Jefe de mantenimiento

Operario de mantenimiento
Gerente de gestión integral
Responsable de calidad
Inspector de materia prima
Inspector de producto terminado
Encargado de seguridad, higiene y medio ambiente
Staff empresarial
Turnos fijos
Turnos para el personal de administración
Turnos para el personal operativo
Excepción Supervisor de Logística

Conclusión

Bibliografía

11.1. Introducción

A lo largo de este capítulo, describiremos todos aquellos requisitos necesarios para poder lograr el cumplimiento y posterior certificación de las normas ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001.

La responsabilidad de llevar adelante el sistema de gestión integral de una manera rigurosa, y con un gran compromiso depende de todos en la empresa. Sin embargo, las áreas más relevantes encargadas de llevar a cabo la certificación de las normas anteriormente mencionadas corresponden a calidad y a seguridad, higiene y medio ambiente.

Estas tres normas anteriormente mencionadas están enfocadas a procesos y emplean el ciclo PHVA, el cual implica los siguientes cuatro pasos:

1. Planificar
2. Hacer
3. Verificar
4. Actuar

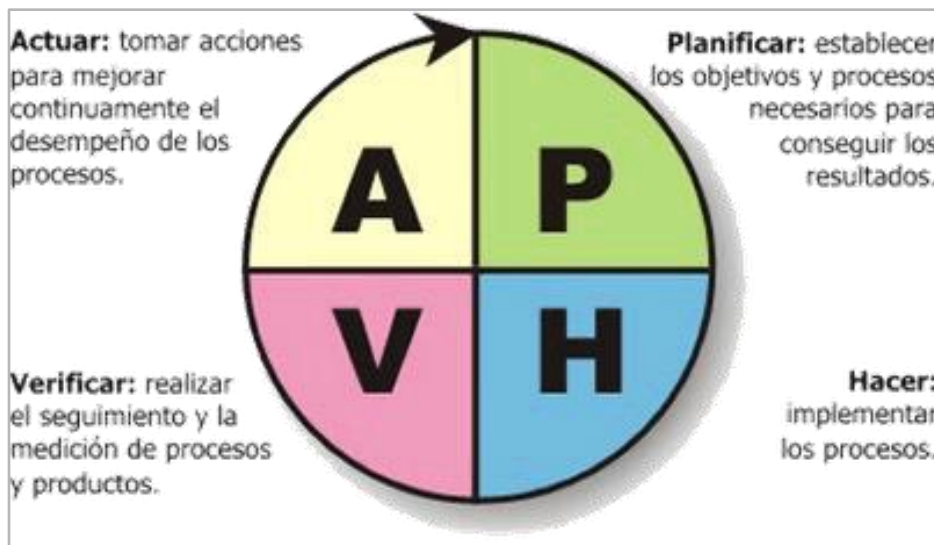


Figura 11.1: Cuatro pasos para implementar el ciclo PHVA.

Fuente: [Ciclo PHVA - Gestión de la Calidad](#)

Este ciclo, también conocido como ciclo Deming nos permitirá una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando de forma continua la calidad, reduciendo costos, optimizando productividad, reduciendo precios,

incrementando la participación del mercado e incrementando la rentabilidad de la organización.

Por otro lado, y a modo de generar una correcta organización empresarial, se establecerán de antemano todos aquellos roles y responsabilidades específicos de cada miembro que la componen.

Para ello, se elaborará un organigrama en el cual se mostrará y especificará la estructura de la empresa de manera gráfica y entendible para cada individuo, miembro o no de la misma. De igual manera, se representarán los niveles de jerarquía, relaciones entre los empleados y la estructura de la organización, desde los niveles más altos como el gerente, pasando luego por los jefes de cada área, hasta llegar a los empleados base.

11.1.1. Nombre de la empresa y logotipo

Se estableció que el nombre de la empresa será "PolymerTech" y su logotipo se ha diseñado conforme a la imagen que se muestra a continuación.



Figura 11.2: Nombre de la empresa y logotipo.

Fuente: Elaboración propia.

11.2. Sistema de gestión de calidad

11.2.1. Normas ISO 9001

Corresponde a una norma de sistemas de gestión de la calidad reconocida internacionalmente y aplicable a cualquier tipo de organización. La gestión se produce de la interrelación de los recursos de la organización, los procesos de trabajo, las políticas de trabajo definidas y los objetivos determinados.

Una de las principales fortalezas consiste en que está centrada en los procesos y en la satisfacción del cliente. Sin embargo, los beneficios son miles, y se mencionan a continuación:

- Mejora en la imagen de la empresa en el mercado.
- Aumento del acceso al mercado, sin límites de fronteras.
- Mejora en la comunicación interna, satisfacción de los empleados.
- Ahorro en recursos e inversión en desarrollo.
- Gestión de materiales para la reducción de residuos.

En líneas generales, toda esta búsqueda de la mejora en los procesos se realiza mediante la aplicación del ciclo PHVA detallado en la introducción de este capítulo. Donde mediante el seguimiento riguroso de cada uno de los puntos, nos permitirá lograr la excelencia en cada una de nuestras operaciones, brindando de esta forma un producto acorde a la calidad exigida por nuestro mercado designado (empresas petroleras).

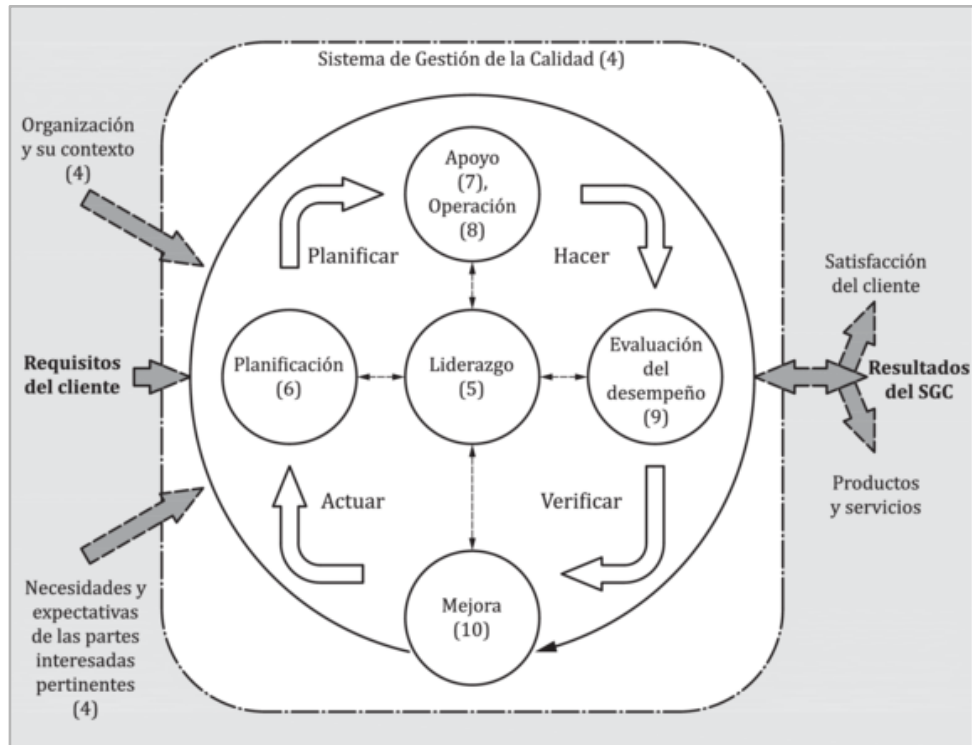


Figura 11.3: Representación de la estructura de la norma ISO 9001 con el ciclo PHVA.

Fuente: [ISO 9001:2015\(es\)](#), *Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos*.

11.2.2. Normas ISO 14001

La ISO 140001 permite a las organizaciones demostrar que son responsables y están comprometidas con la protección del medio ambiente. En simples palabras, busca el éxito comercial sin pasar por alto las responsabilidades medioambientales.

Los beneficios de la implementación de un sistema ISO 14001, se detallan a continuación:

- Reducción en el desperdicio y uso de energía.
- Reducción de costos de operar la organización.
- Cumplimiento que permite expandir las oportunidades de negocio.
- Satisfacer las obligaciones legales para ganar mayor confianza de las partes interesadas y el cliente.

Tal como la norma ISO 9001 detallada anteriormente, la norma ISO 14001 se basa en la metodología del ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), describiendo de esta forma el proceso que debe seguir la empresa para lograr una gestión eficaz, considerando la prevención y la protección del medio ambiente, la conformidad legal y las necesidades socioeconómicas.



Figura 11.4: Relación entre el modelo PHVA y el marco de la norma ISO 14001.

Fuente: [ISO 14001:2015\(es\), Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso.](#)

11.2.3. Normas ISO 45001

La norma ISO 45001 es la norma internacional para sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, la misma está destinada a proteger a los trabajadores de posibles accidentes y/o enfermedades laborales. En líneas generales, podríamos afirmar que se trata de un cierto enfoque proactivo destinado a prevenir el absentismo debido a las lesiones y mala salud de los trabajadores.

Los beneficios de la implementación de ISO 45001 son estratégicos para muchas empresas y organizaciones, y podemos mencionar los siguientes:

- Mejora continua en las condiciones de trabajo.
- Mejora en la relación con los empleados al proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables.
- Mejora la imagen de la empresa.
- Mejoras de cara al mercado y entes reguladores.

Así como en las anteriores normas mencionadas, el enfoque del sistema de gestión de la SST se basa en el concepto de Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA).



Figura 11.5: Relación entre el PHVA y la norma ISO 45001.

Fuente: [ISO 45001:2018\(es\), Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo — Requisitos con orientación para su uso.](#)

11.3. Implementación conjunta

11.3.1. Política corporativa

La política corporativa consiste en una declaración de principios donde se establece un procedimiento donde cualquier decisión que se tome, deberá cumplir con lo expresado en las políticas empresariales.

En dicho documento, se establecen todos aquellos lineamientos de conducta garantizando que los negocios y operaciones se realizarán evitando ocasionar daños innecesarios o significativos al ambiente y, en general, el respeto a la vida de todos sus trabajadores y demás personas que pudiesen ser afectadas por la operación.

Basándonos en lo referido anteriormente, la política de la empresa se detalla a continuación:

“La empresa, especializada en la producción de poliacrilamida parcialmente hidrolizada (PHPA), declara su compromiso con la calidad del servicio al cliente, la protección de la vida y la salud en el trabajo, el cuidado del medio ambiente y el fortalecimiento de las relaciones con la comunidad.

Los compromisos asumidos son concretados gracias a los siguientes principios:

- *Utilizar herramientas que permitan identificar, eliminar, reducir y controlar los peligros y riesgos de contaminación, daños personales y daños materiales.*
- *Optimizar los procesos productivos con el fin de reducir el uso de recursos naturales y el impacto ambiental.*
- *Fomentar la educación ambiental de los colaboradores ejecutando capacitaciones con personal especializado.*
- *Brindar un producto de excelencia al cliente, para satisfacer sus requisitos y expectativas, y construir vínculos de largo plazo con los mismos.*
- *Promover el desarrollo de los proveedores y generar vínculos.*
- *Promover el desarrollo social y económico local.*
- *Mantener una comunicación abierta y transparente con todas las partes interesadas.*

La dirección asegura la documentación y la difusión de la Política. Se revisará periódicamente el sistema para garantizar la adecuación a posibles cambios y la mejora continua del mismo.

Firma los socios de la empresa”

11.3.2. Documentación

Todos los sectores de la organización deberán implementar procedimientos para identificar y acceder a todos los requerimientos aplicables, y mantener los mismos actualizados.

El seguimiento de la norma 9001 estará a cargo del sector de calidad, regulaciones y desarrollo. Mientras que lo que corresponde al seguimiento de las normas ISO 14001 y 45001, serán responsabilidad del departamento de seguridad, higiene y medio ambiente de la planta.

La documentación relativa al control de gestión y control operativo contará con el siguiente formato:

- Objetivo
- Alcance
- Metodología y/o desarrollo
- Registros
- Según corresponda: calibraciones necesarias de los equipos, frecuencias, riesgos, elementos de protección personal, requerimientos ambientales
- Referencia de documentos relacionados

Toda esta documentación tendrá una instancia de revisión y otra de aprobación.

Además, los registros y descripción de todas las operaciones deberán ser estrictamente controlados siguiendo todos los puntos que establece la norma.

11.3.3. Implementación del sistema de gestión

Para lograr una efectiva implementación de un sistema de gestión integrado, es esencial contar con el compromiso de todas las personas y sectores que forman parte de la empresa, especialmente de la dirección general.

11.3.3.1. Primera etapa

Partiendo de los objetivos del sistema, se asignan responsabilidades y se conforma un equipo para lograr la implementación del sistema. Para ello se establecerá un cronograma de actividades, de acuerdo con los siguientes ítems:

- Oficialización del plan de implementación del SGI.
- Formalización de la estructura de funcionamiento para las personas que están directamente involucradas.
- Generación del material de divulgación para todos los empleados utilizando medios de comunicación internos y advertencias.
- Formación y capacitación mediante conferencias sobre SGI tanto para los miembros de la alta dirección de la organización, como así también para el Comité Ejecutivo de Implementación del SGI, discutiendo cada elemento de las normas ISO a integrar. También se debe capacitar empleados para ser auditores internos del SGI, o bien contratarlos externamente.

11.3.3.2. Segunda etapa

Luego, se realizarán análisis de peligros, riesgos e impactos ambientales. Para ello se seguirá lo siguiente:

- Identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales significativos dentro de la planta.
- Identificación y evaluación de los riesgos y peligros para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Análisis y comparación de los requisitos de las normas, con la legislación local y con otros requisitos formales de la organización.

11.3.3.3. Tercera etapa

En tercer lugar, con la finalidad de poder determinar los tipos de documentos que deben existir en la organización para garantizar que los procesos se lleven a cabo bajo condiciones controladas. Se deberán seguir los siguientes puntos:

- Establecimiento de la política y el manual del sistema integrado.
- Revisión detallada de la política unificada de Gestión de la Calidad, Ambiental y de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

- Adecuación de la estructura organizacional y la matriz de responsabilidades a los requerimientos del SGI.
- Establecimiento de los objetivos, metas e indicadores del SGI.
- Elaboración de la documentación, diferenciando los documentos necesarios y exigidos por cada uno de los sistemas integrados.
- Fijación de cronogramas para cada documento.
- Realización de análisis críticos de los documentos.
- Aplicación de los documentos estableciendo cronogramas de implementación para cada área de la organización. Determinación de los tipos de documentos que deben existir en la organización para garantizar que los procesos se lleven a cabo bajo condiciones controladas.

11.3.3.4. Cuarta etapa

Finalmente, dentro de la cuarta etapa de implementación se deberán seguir los siguientes puntos:

- Establecimiento de las fechas para la realización de las auditorías internas del sistema (generalmente se realizan previas a la auditoría de certificación).
- Adopción de las acciones correctivas necesarias, para que el sistema opere de manera integrada, de forma eficiente y eficaz.
- Implantación de la estructura necesaria para el mantenimiento del sistema.
- Solicitud a un organismo certificador independiente para la certificación conjunta del sistema.

11.4. Régimen de auditorías

Se contará con dos tipos de procedimientos de auditoría:

- Auditorías Internas
- Auditorías Externas

Esto se debe a que aquellas auditorías internas estarán destinadas a impulsar el sistema hacia la mejora continua. Siendo las mismas de carácter imprescindible para obtener las certificaciones por parte de un ente pertinente.

11.5. Certificación

Cada auditor de cada ente pertinente a las certificaciones que se buscan se reunirá con la alta dirección, donde se procederá a efectuar la auditoría de revisión de documentos, evaluando el manual de calidad, medio ambiente y seguridad y salud laboral.

Durante este proceso, el auditor podrá encontrar en nuestros documentos no conformidades y las comunicará para que se puedan tomar acciones remediativas. Por otro lado, también el auditor realizará una evaluación de las instalaciones.

Se llevará a cabo una exhaustiva evaluación de actividades, procedimientos, entrevistas con personal y otros medios, donde los auditores analizarán la conformidad o no conformidad con las normas. Luego, en relación con el resultado de la evaluación en conjunto, estará bajo decisión del auditor expedir o no un certificado a la organización.

El certificado se expide por tres años, durante los cuales, se realizará un número básico de auditorías externas para el seguimiento del sistema de gestión. En caso de que el período expire, la empresa deberá lograr la recertificación, mediante una auditoría semejante a la descrita en los pasos anteriores.

11.6. Análisis FODA

Se arma la Matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para conocer los puntos fuertes y débiles de la empresa con el fin de hacer frente al desafío estratégico.

Este análisis se realiza desde la parte interna de la empresa, donde se evalúan las fortalezas y debilidades y también, desde la parte externa a la misma, donde se hace foco en las oportunidades y amenazas.

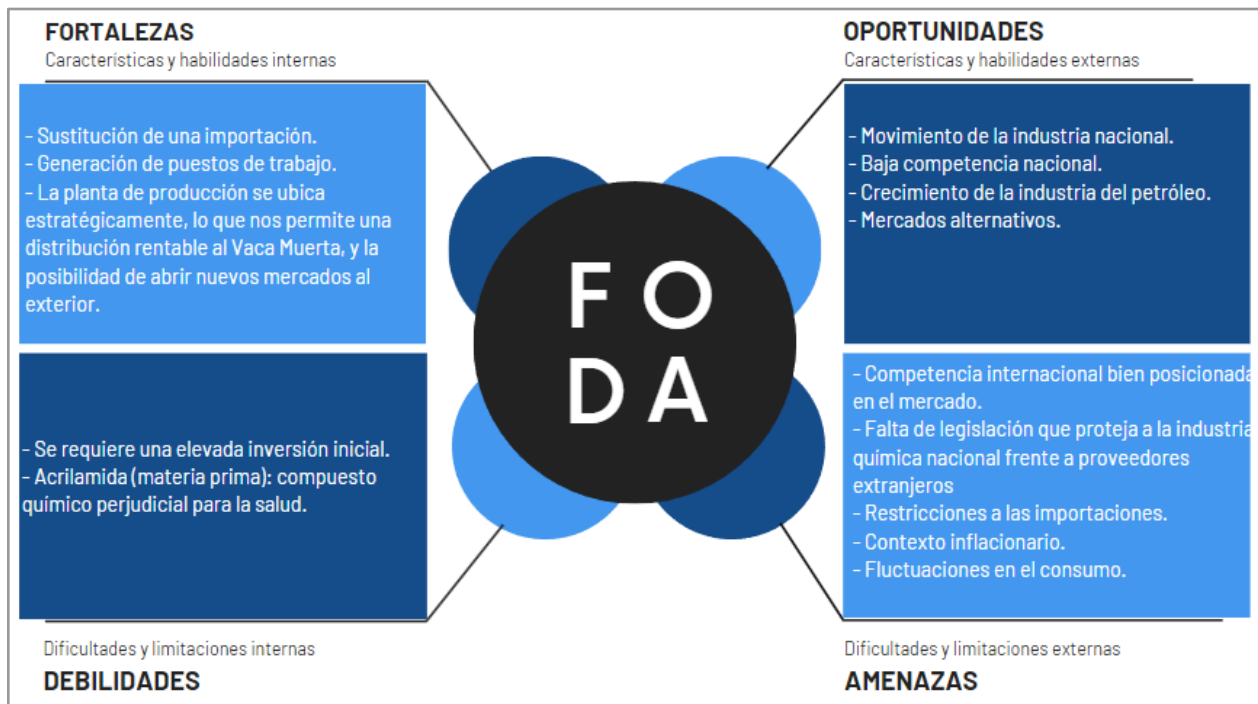


Figura 11.6: Matriz FODA.
Fuente: Elaboración propia.

11.7. Organigrama de la empresa

11.7.1. Horarios de trabajo

La planta se mantendrá en operación todos los días de la semana, dividiendo los turnos de los operarios de producción de acuerdo a la siguiente tabla:

TURNOS	HORARIO
Mañana	6 a 14 hs
Tarde	14 a 22 hs
Noche	22 a 6 hs

Tabla 11.1: Horarios asignados a cada turno.

Fuente: Confeccionado por los alumnos de la cátedra.

Como se puede observar, se dividirá el día de 24 horas en turnos de 8 horas, dando origen a los turnos de mañana, tarde y noche. Se le otorgará a los empleados dos días de descanso entre cambio de turno.

El calendario laboral está basado en el sistema de turnos 6x2. Es decir, que se trabajan 6 días y se descansan 2.

En cuanto a los turnos administrativos, contarán con un horario fijo de 8 hs a 17 hs, con el sistema 5x2 anteriormente mencionado.

11.7.2. Organigrama del tipo mixto

El tipo de organigrama seleccionado será del tipo mixto. Esto se debe a que consideramos que esta forma fomenta la comunicación y colaboración, brinda mayor flexibilidad y adaptabilidad, empodera y promueve la autonomía, responsabilidad, sentido de pertenencia y trabajo en equipo. Al eliminar las jerarquías rígidas, se mejora la productividad y se crea un ambiente laboral más positivo.

La plantilla permanente de la empresa es de 64 personas en total.

La empresa se divide en cuatro departamentos:

- Logística y procesos
- Calidad
- Seguridad, Higiene y Medio Ambiente
- Administración

Con la finalidad de resguardar el patrimonio de la empresa y prevenir la corrupción, se contratarán de manera externa un asesor de control interno y compliance.

Adicionalmente, cada uno de los departamentos, se encuentran liderados por un Jefe que tienen a cargo una determinada cantidad de empleados base. Todos reportan a la Dirección general (CEO).

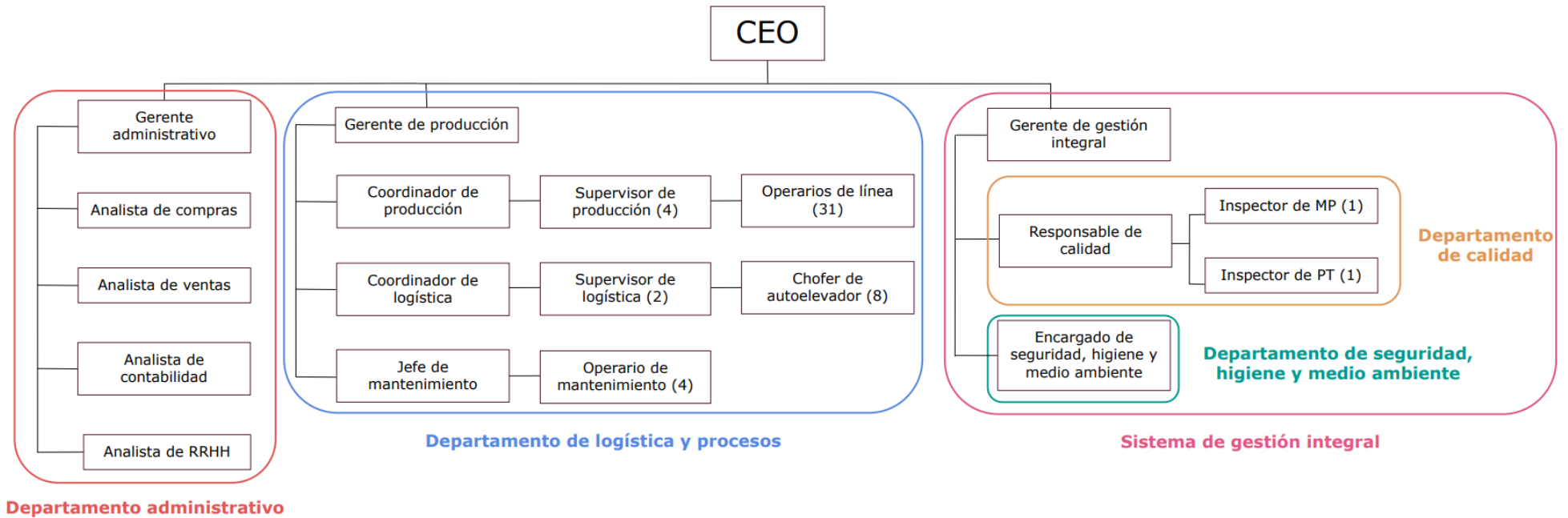


Figura 11.7: Organigrama general de la empresa.
Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1. Responsabilidades y competencias

11.7.2.1.1. CEO

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
<p>Monitorear el comportamiento de los gerentes que llevan adelante el negocio, tomar decisiones clave, liderar y gestionar a los empleados, representar a la empresa en el ámbito externo, impulsar el crecimiento empresarial y supervisar el desempeño general.</p>	<p>Máximos responsables en la gestión empresarial.</p>	<p>Gerentes</p>	<p>Nivel de estudios: universitario completo.</p>
			<p>Habilidades: liderazgo, toma de decisiones, buen manejo de sistemas informáticos, conocimientos de inglés avanzados, conocimientos de administración.</p>
			<p>Experiencia: N/A.</p>

Tabla 11.2: Responsabilidades del CEO.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.2. Gerente administrativo

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Supervisar y liderar las operaciones de compra y venta de la empresa, diseñar estrategias para lograr metas de ventas, generar relaciones comerciales con clientes estratégicos, identificar oportunidades de mercado, gestionar los aspectos de recursos humanos y contabilidad.	CEO	Analista de compras Analista de ventas Analista de contabilidad Analista de recursos humanos	Nivel de estudios: graduado de administración, contaduría o afín.
			Habilidades: capacidad de liderazgo y toma de decisiones, buen manejo de sistemas informáticos, conocimientos de inglés avanzados.
			Experiencia: 5 años.

Tabla 11.3: Responsabilidades del Gerente administrativo.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.2.1. Analista de compras

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Identificar las necesidades de adquisición, evaluar y seleccionar proveedores, negociar contratos, analizar costos, buscar mejoras en los procesos de compras, mitigar riesgos para asegurar un abastecimiento eficiente y rentable de productos y servicios.	Gerente administrativo	-	Nivel de estudios: graduado o estudiante avanzado de administración de empresas o afín.
			Habilidades: conocimientos de Supply Chain, buen manejo de sistemas informáticos y conocimientos de inglés intermedios.
			Experiencia: No requerida.

Tabla 11.4: Responsabilidades del Analista de compras.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.2.2. Analista de ventas

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Atender y tomar pedidos de clientes, coordinar las entregas, participar en la gestión de reclamos de clientes.	Gerente administrativo	-	Nivel de estudios: secundario completo, deseables estudiantes de carreras afines al rubro.
			Habilidades: excelente comunicación, buen manejo de sistemas informáticos y conocimientos de inglés intermedios.
			Experiencia: No requerida.

Tabla 11.5: Responsabilidades del Analista de ventas.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.2.3. Analista de contabilidad

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Llevar registros financieros precisos, preparar estados e informes contables, supervisar y administrar el flujo de efectivo, realizar análisis financieros y reportes de costos, gestionar el cumplimiento de obligaciones fiscales y normativas, coordinar auditorías internas y externas, y brindar asesoramiento financiero a la dirección de la empresa.	Gerente administrativo	-	Nivel de estudios: graduados o estudiantes avanzados de administración, contaduría o carreras afines.
			Habilidades: manejo de sistemas informáticos, conocimientos de inglés intermedios.
			Experiencia: 1 año.

Tabla 11.6: Responsabilidades del Analista de contabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.2.4. Analista de recursos humanos

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Asegurar el cumplimiento de los contratos establecidos con los empleados de la empresa. Ejecutar las búsquedas activas de empleados potenciales en caso de que existieran vacantes disponibles.	Gerente administrativo	-	Nivel de estudios: estudiante avanzado o graduado universitario orientado a las carreras de RRHH; Administración o afines.
			Habilidades: conocimiento de la legislación laboral y convenios de trabajo, capacidad de administración de personal.
			Experiencia: 1 año.

Tabla 11.7: Responsabilidades del Analista de Recursos Humanos.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.3. Gerente de producción

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Planificar el plan de producción, gestionar los recursos, garantizar la eficiencia y la calidad en los procesos de fabricación, optimizar los costos, y colaborar con otros departamentos para garantizar una cadena de suministro fluida y eficiente.	CEO	Coordinador de producción Coordinador de logística Jefe de mantenimiento	Nivel de estudios: graduado de ingeniería química, industrial o afín.
			Habilidades: capacidad de liderazgo, toma de decisiones, buen manejo de sistemas informáticos y conocimientos de inglés avanzados.
			Experiencia: 5 años.

Tabla 11.8: Responsabilidades del Gerente de producción.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.3.1. Coordinador de producción

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
<p>Ejecutar el plan de producción de la empresa de una manera tal que las actividades se ejecuten de forma eficiente, respetando los plazos establecidos.</p>	<p>Gerente de producción</p>	<p>Supervisor de producción</p>	<p>Nivel de estudios: graduado de ingeniería química, industrial o afín</p>
			<p>Habilidades: liderazgo, organización, buen manejo de sistemas informáticos y conocimientos de inglés avanzado.</p>
			<p>Experiencia: 2 años.</p>

Tabla 11.9: Responsabilidades del Coordinador de producción.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.3.1.1. Supervisor de producción

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Organizar las actividades de los operarios técnicos, según su experiencia o habilidad, siguiendo el plan de producción establecido.	Coordinador de producción	Operarios de línea	Nivel de estudios: estudiante o graduado de ingeniería industrial, química o afín.
			Habilidades: buen manejo de sistemas informáticos y conocimientos de inglés intermedios.
			Experiencia: 2 años.

Tabla 11.10: Responsabilidades del Supervisor de producción.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.3.1.1.1. Operarios de línea

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Operarios técnicos: encargados de las tareas relacionadas con la manipulación de los equipos en línea de producción y auxiliares de la planta de proceso que contemplen un conocimiento mínimo y básico acerca del proceso.	Supervisor de producción	-	Nivel de estudios: técnicos mecánicos, electrónicos, electromecánicos o afín.
			Habilidades: proactivo, fuerza física.
			Experiencia: menor a 1 año.

Tabla 11.11: Responsabilidades de los Operarios técnicos de línea.

Fuente: Elaboración propia.

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Operarios no técnicos: encargados de las tareas relacionadas con la manipulación de los equipos en línea de producción del proceso que no contemplen un conocimiento acerca del proceso.	Supervisor de producción	-	Nivel de estudios: secundario completo.
			Habilidades: proactivo, fuerza física.
			Experiencia: menor a 1 año.

Tabla 11.12: Responsabilidades de los Operarios no técnicos de línea.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.3.2. Coordinador de logística

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Planificar y coordinar la cadena de suministro, supervisar el transporte y almacén, y asegurar que se cumplan los plazos y reducir costos para una operación eficiente y satisfacción del cliente.	Gerente de producción	Supervisor de logística	Nivel de estudios: estudiante o graduado de alguna carrera de Logística o afín.
			Habilidades: capacidades organizativas y de coordinación, conocimiento de software de logística.
			Experiencia: 1 año.

Tabla 11.13: Responsabilidades del Coordinador de logística.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.3.2.1. Supervisor de logística

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Coordinar y optimizar la cadena de suministro, garantizar la entrega puntual y eficiente de productos, reducir costos y resolver problemas operativos.	Coordinador de logística	Chofer de auto elevador	Nivel de estudios: estudiante de alguna carrera de Logística o afín.
			Habilidades: organización y de coordinación.
			Experiencia: 1 año.

Tabla 11.14: Responsabilidades del Supervisor de logística.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.3.2.2. Chofer de auto elevador

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Operar de manera segura el auto elevador cargando, descargando y trasladando materiales dentro del área de trabajo.	Supervisor de logística	-	Nivel de estudios: secundario completo.
			Habilidades: proactivo, manejo de vehículos de carga y descarga.
			Experiencia: menor a 1 año.

Tabla 11.15: Responsabilidades del Chofer de auto elevador.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.3.3. Jefe de mantenimiento

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Supervisar al equipo encargado de mantener las instalaciones y equipos en buen estado. Su objetivo es garantizar el funcionamiento óptimo, reducir el tiempo de inactividad y asegurar la continuidad de las operaciones industriales de manera eficiente y confiable.	Gerente de producción	Operario de mantenimiento	Nivel de estudios: graduado en ingeniería o afín.
			Habilidades: buen manejo de sistemas informáticos y conocimientos de inglés avanzado.
			Experiencia: 2 años.

Tabla 11.16: Responsabilidades del Jefe de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.3.3.1. Operario de mantenimiento

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Realizar tareas de mantenimiento, reparación y diagnóstico de equipos, maquinarias e instalaciones. Encargado de garantizar el buen funcionamiento de los equipos.	Jefe de mantenimiento	-	Nivel de estudios: técnicos mecánicos, electrónicos o electromecánicos.
			Habilidades: conocimiento en mantenimiento general, de máquina o/y electricidad.
			Experiencia: 1 año.

Tabla 11.17: Responsabilidades del Operario de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.4. Gerente de gestión integral

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
<p>Mantener el sistema de gestión de la calidad: implementando programas de mejora, gestionar las acciones ante entes reguladores, capacitar al personal, verificar el correcto funcionamiento y calibración de los equipos. Su tarea más relevante consiste en liberar materia prima y producto terminado.</p>	<p>CEO</p>	<p>Responsable de calidad Encargado de seguridad, higiene y medio ambiente</p>	<p>Nivel de estudios: universitario completo (ingeniería o afín).</p>
			<p>Habilidades: liderazgo, responsabilidad, buen manejo de sistemas informáticos y conocimientos de inglés avanzado.</p>
			<p>Experiencia: 5 años.</p>

Tabla 11.18: Responsabilidades del Gerente de gestión integral.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.4.1. Responsable de calidad

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Establecer las especificaciones para materias primas y el producto terminado, siguiendo las exigencias del proceso y del mercado.	Gerente de gestión integral	Inspector de MP Inspector de PT	Nivel de estudios: estudiante o graduado de ingeniería industrial, química o afín.
			Habilidades: buen manejo de sistemas informáticos y conocimientos de inglés avanzado.
			Experiencia: menor a 1 año.

Tabla 11.19: Responsabilidades del Responsable de calidad.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.4.1.1. Inspector de materia prima

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Verificar y evaluar que las materias primas cumplan con los estándares de calidad establecidos. Realiza pruebas, identifica desviaciones y no conformidades. Su objetivo principal es garantizar la calidad de los insumos utilizados en la producción.	Responsable de calidad	-	Nivel de estudios: estudiante avanzado o graduado de ingeniería industrial, química o afín.
			Habilidades: criterio, buen manejo de sistemas informáticos y conocimientos de inglés avanzado.
			Experiencia: menor a 1 año.

Tabla 11.20: Responsabilidades del Inspector de materia prima.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.4.1.2. Inspector de producto terminado

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Verificar que los productos cumplan con los estándares de calidad establecidos. Realizar inspecciones, pruebas y reportar cualquier no conformidad. Su objetivo es asegurar que los productos terminados cumplan con los requisitos antes de ser enviados al mercado.	Responsable de calidad	-	Nivel de estudios: estudiante avanzado o graduado de ingeniería industrial, química o afín.
			Habilidades: criterio, buen manejo de sistemas informáticos y conocimientos de inglés avanzado.
			Experiencia: menor a 1 año.

Tabla 11.21: Responsabilidades del Inspector de producto terminado.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.2.1.4.2. Encargado de seguridad, higiene y medio ambiente

Responsabilidades	Reporta a	Supervisa a	Competencias
Coordinar las acciones del área a fin de garantizar el resguardo de la salud de todos aquellos empleados de la empresa, como así también, la protección del medio ambiente.	Gerente de gestión integral	-	Nivel de estudios: graduado de ingeniería, seguridad e higiene o afín.
			Habilidades: conocimiento de normativas vigentes, habilidades de comunicación, conciencia ambiental.
			Experiencia: 3 años.

Tabla 11.22: Responsabilidades del Encargado de seguridad, higiene y medio ambiente.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.3. Staff empresarial

En primer lugar, para poder realizar una estimación del número adecuado de personas requeridas para el funcionamiento de la empresa, hemos contemplado la necesidad de trabajar con turnos a la mañana, a la tarde y a la noche. Esto se debe a que una vez comenzado el proceso productivo de la PHPA, no puede detenerse, por lo que la presencia de analistas de laboratorio, tanto Senior como Junior, es necesaria en todo momento para el seguimiento y control de la reacción.

Por otro lado, para obtener los mayores niveles de productividad y deben minimizarse la existencia de tiempos muertos, por lo que es fundamental la disponibilidad de operarios en todo momento.

Adicionalmente, las tareas administrativas son labores que no requieren la presencia de los empleados correspondientes en todo momento, ya que su corte no supone una merma en la eficiencia productiva de la empresa. Además de que hoy en día, en caso de ser necesario, las redes informáticas permiten la continuación de la actividad de forma remota. Basándonos en estas consideraciones, y el tamaño mediano que supone nuestra industria, se decidió contar un número de personal como el detallado en las tablas que se presentan a continuación.

11.7.3.1. Turnos fijos

11.7.3.1.1. Turnos para el personal de administración

Los horarios serán de 9 a 18 hs, con el sistema 5x2.

CARGO	TURNOS FIJOS
Gerente administrativo	Régimen 5x2
Analista de compras	Régimen 5x2
Analista de ventas	Régimen 5x2
Analista de contabilidad	Régimen 5x2

Analista de recursos humanos	Régimen 5x2
Gerente de producción	Régimen 5x2
Coordinador de producción	Régimen 5x2
Coordinador de logística	Régimen 5x2
Jefe de mantenimiento	Régimen 5x2
Gerente de gestión integral	Régimen 5x2
Responsable de calidad	Régimen 5x2
Inspector de materia prima	Régimen 5x2
Inspector de producto terminado	Régimen 5x2
Encargado de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente	Régimen 5x2

Tabla 11.23: Diagrama de turnos para el personal de administración.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta un diagrama de Gantt que muestra los horarios del personal.

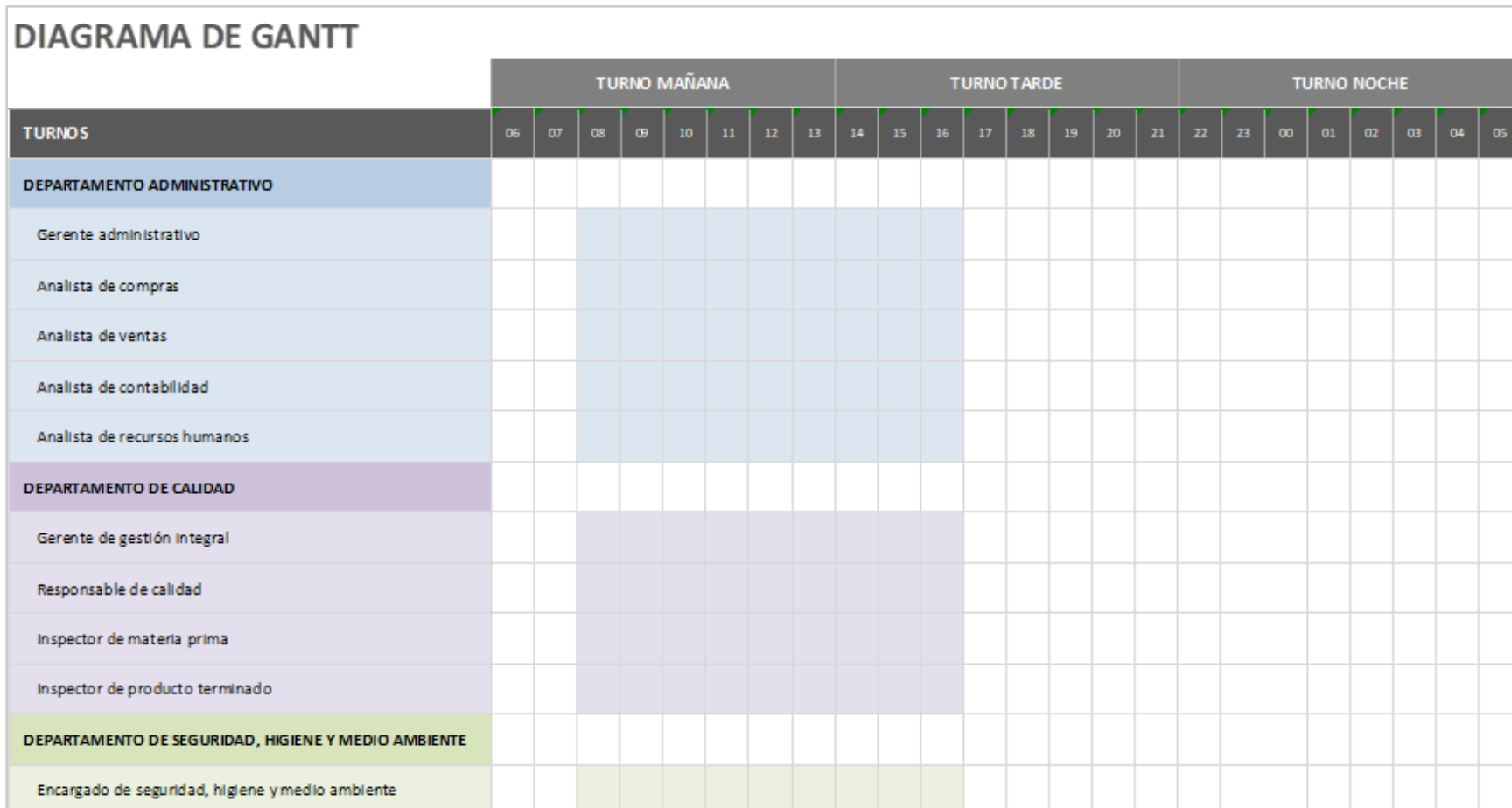


Tabla 11.24: Diagrama de Gantt - turnos fijos.
 Fuente: Elaboración propia.

11.7.3.1.2. Turnos para el personal operativo

Retomando lo establecido en el apéndice “Horarios de trabajo” los horarios del turno mañana serán de 6 a 14 hs, del turno tarde de 14 a 22 hs, y turno noche de 22 a 6 hs con el sistema 6x2.

CARGO	TURNOS ROTATIVOS
Supervisores de producción	Régimen 6x2
Operarios de línea	Régimen 6x2
Chofer de auto elevador	Régimen 6x2
Operarios de mantenimiento	Régimen 6x2

Tabla 11.25: Diagrama de turnos para el personal operativo.

Fuente: Elaboración propia.

11.7.3.1.2.1. Excepción Supervisor de Logística

El personal de logística contará con un régimen 5X2 con horarios que contemplen los turnos mañana y tarde respectivamente. Se establece que durante el horario nocturno, no se hacen cargas ni descargas de camiones.

A continuación, se presenta un diagrama de Gantt que muestra los horarios del personal.

TURNOS	TURNO MAÑANA							TURNO TARDE							TURNO NOCHE									
	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05
DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA Y PROCESOS																								
Gerente de producción																								
Coordinador de producción																								
Supervisor de producción																								
Supervisor de producción																								
Supervisor de producción																								
Operarios de línea																								
Operarios de línea																								
Operarios de línea																								
Coordinador de logística																								
Supervisor de logística																								
Supervisor de logística																								
Chofer de autoelevador																								
Chofer de autoelevador																								
Jefe de mantenimiento																								
Operarios de mantenimiento																								
Operarios de mantenimiento																								
Operarios de mantenimiento																								

Tabla 11.26: Diagrama de Gantt - turnos del departamento de logística y procesos.
 Fuente: Elaboración propia.

11.7.4. Diagrama de Gantt del proceso

Dicho diagrama de Gantt abarca todo el proceso, desde la dilución hasta el envasado. Nuestro procedimiento comienza como un proceso batch y, conforme avanza, se transforma en un proceso continuo. Este diagrama nos permite visualizar de manera clara y organizada cada etapa del flujo de trabajo, facilitando la planificación y gestión del tiempo en cada fase del proceso productivo.

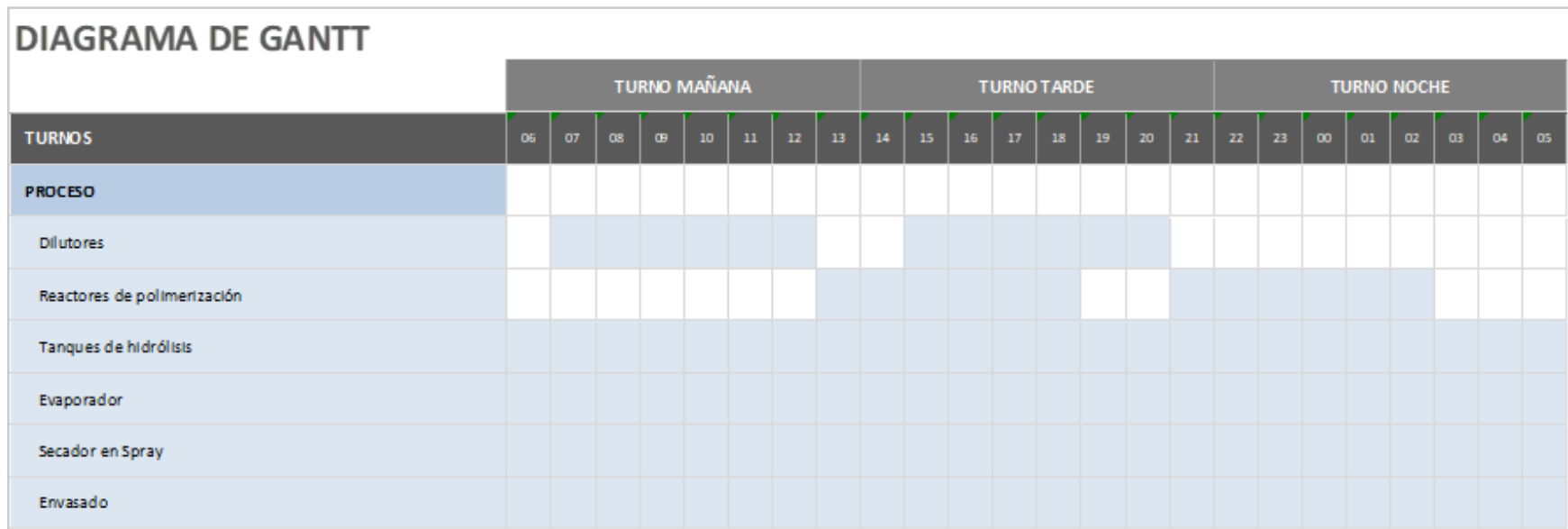


Tabla 11.27: Diagrama de Gantt.

Fuente: Elaboración propia.

11.8. Conclusión

El análisis del sistema de gestión integral ha permitido identificar los puntos fuertes y las áreas de mejora en la organización.

Lo analizado anteriormente proporciona una base sólida para implementar mejoras que impulsen la optimización de recursos, la calidad del producto, la satisfacción del cliente y la rentabilidad.

La importancia de un sistema de gestión integral se destaca como una herramienta esencial para alcanzar la excelencia operativa y mantener una ventaja competitiva en el mercado. Para cumplir con todo esto, se cuenta con un número de 64 empleados que conforman el equipo de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Standardization, I. O. (2015). ISO 9001:2015.
- Standardization, I. O. (2015). Sistemas de gestión de la calidad. ISO 9001:2015.
- Standardization, I. O. (2018). Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. ISO 45001:2018.
- [SBC Strategic Business Consulting, SC. Sistemas integrados de gestión.](#)
- Apuntes provistos por la cátedra “*Organización Industrial*” dictada en la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda.
- [Organigramas: diseño e interpretación. UTN FRBA.](#)

Proyecto Final - Integración V
**POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE
HIDROLIZADA**

**SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO**

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Ley N°19.587 - Ley de Higiene y Seguridad en el trabajo

Art. 9° - Obligaciones del empleador

Art. 10° - Obligaciones del trabajador

Reglamentación de las condiciones de higiene laboral

Iluminación y color

Ruidos y vibraciones

Estrés térmico (carga térmica)

 Estrés por frío

 Estrés por calor

Sistema de ventilación

Reglamentación de las condiciones de seguridad laboral

Elementos de protección

Señalización

 Señales de seguridad referidas a prohibición

 Señales de seguridad referidas a obligación

 Señales de seguridad referidas a advertencia

 Señales de seguridad referidas a salvamento y socorro

 Señales de seguridad referidas a evacuación

 Señales de seguridad referidas a protección contra incendios

 Rótulos de productos químicos

Procedimiento de evacuación

Manejo de sustancias

 Identificación de la sustancia y de la empresa/actividad

 Identificación de riesgos

 Composición/información sobre los ingredientes

 Medidas de primeros auxilios

 Medidas de lucha contra incendios

 Medidas en caso de derrame accidental

 Manipulación y almacenamiento

 Controles de exposición/protección personal

 Propiedades físicas y químicas

 Estabilidad y reactividad

 Información toxicológica

 Información ecológica

 Consideraciones sobre la eliminación

Información de transporte
Información reglamentaria
Otra información

Capacitaciones

Seguridad contra incendios

Red de hidrantes
Clasificación de actividad
Determinación de la superficie
Determinación del caudal de agua para el sistema
Potencia de la bomba
Rociadores
Determinación de la superficie
Determinación de la potencia de la bomba
Determinación del tanque de almacenamiento de agua
Potencia de la bomba total

Sistema de alarma y seguridad

Componentes clave del sistema

Bibliografía

12.1. Introducción

En el presente capítulo, se presentarán los lineamientos básicos de seguridad e higiene en el trabajo. Para ello, nos hemos basado en la Ley Nacional N.º 19.587 que define el marco legal para proteger la vida, preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores; prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo; y estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

12.1.1. Ley N°19.587 - Ley de Higiene y Seguridad en el trabajo

La higiene y seguridad en el trabajo comprenderá las normas técnicas y medidas sanitarias, precautorias, de tutela o de cualquier otra índole que tengan por objeto:

- a. proteger la vida, preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores;
- b. prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo;
- c. estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

12.1.2. Art. 9º - Obligaciones del empleador

Dicho artículo, determina las obligaciones del empleador, que se pueden enumerar como sigue:

- a. disponer el examen pre-ocupacional y revisión periódica del personal, registrando sus resultados en el respectivo legajo de salud;
- b. mantener en buen estado de conservación, utilización y funcionamiento, las maquinarias, instalaciones y útiles de trabajo;
- c. instalar los equipos necesarios para la renovación del aire y eliminación de gases, vapores y demás impurezas producidas en el curso del trabajo;
- d. mantener en buen estado de conservación, uso y funcionamiento las instalaciones eléctricas y servicios de aguas potables;
- e. evitar la acumulación de desechos y residuos que constituyan un riesgo para la salud, efectuando la limpieza y desinfecciones periódicas pertinentes;

- f. eliminar, aislar o reducir los ruidos y/o vibraciones perjudiciales para la salud de los trabajadores;
- g. instalar los equipos necesarios para afrontar los riesgos en caso de incendio o cualquier otro siniestro;
- h. depositar con el resguardo consiguiente y en condiciones de seguridad las sustancias peligrosas;
- i. disponer de medios adecuados para la inmediata prestación de primeros auxilios;
- j. colocar y mantener en lugares visibles avisos o carteles que indiquen medidas de higiene y seguridad o adviertan peligrosidad en las maquinarias e instalaciones;
- k. promover la capacitación del personal en materia de higiene y seguridad en el trabajo, particularmente en lo relativo a la prevención de los riesgos específicos de las tareas asignadas;
- l. denunciar accidentes y enfermedades del trabajo.

12.1.3. Art. 10° - Obligaciones del trabajador

Dicho artículo, determina que los trabajadores también presentan obligaciones en su actuar, siendo estas:

- a. cumplir con las normas de higiene y seguridad y con las recomendaciones que se le formulen referentes a las obligaciones de uso, conservación y cuidado del equipo de protección personal y de los propios de las maquinarias, operaciones y procesos de trabajo;
- b. someterse a los exámenes médicos preventivos o periódicos y cumplir con las prescripciones e indicaciones que a tal efecto se le formulen;
- c. cuidar los avisos y carteles que indiquen medidas de higiene y seguridad y observar sus prescripciones;
- d. colaborar en la organización de programas de formación y educación en materia de higiene y seguridad y asistir a los cursos que se dictaren durante las horas de labor.

12.2. Reglamentación de las condiciones de higiene laboral

12.2.1. Iluminación y color

La composición espectral de la luz deberá ser adecuada a la tarea a realizar, de modo que permita observar o reproducir los colores en la medida que sea necesario.

Los niveles de iluminación serán fijados de acuerdo a lo establecido en las Tablas 1, 2, 3 y 4 que figuran en el Decreto 351/79.

TABLA 1 Intensidad media de iluminación para diversas Clases de tarea visual (Basada en norma IRAM-AADL J 20-06)		
Clases de tarea visual	Iluminación sobre plano de trabajo (lux)	Ejemplos de tareas visuales
Vision ocasional solamente	100	Para permitir movimientos seguros por ej. En lugares de poco tránsito: Sala de calderas, deposito de materiales voluminosos y otros.
Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes.	100 a 300	Trabajos simples, intermitentes y mecánicos inspeccion general y contado de partes de stock, colocacion de maquinaria pesada.
Tarea moderadamente críticas y prolongadas, con detalles medianos.	300 a 750	Trabajos medianos, mecanicos y manuales, inspeccion y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo.
Tareas severas y prolongadas y de poco contraste.	750 a 1500	Trabajos finos, mecanicos y manuales, montajes e inspeccion; pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura.
Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste.	1500 a 3000	Montaje e inspeccion de mecanismos delicados, fabricacion de herramientas y matrices; inspeccion con calibrador, trabajo de molienda fina.
	3000	Trabajo fino de relojería y reparacion.
Tareas excepcionales, difíciles o importantes	5000 a 10.000	Casos especiales, como por ejemplo: iluminacion del campo operatorio en una sala de cirugía.

Tabla 12.1: Intensidad media de iluminación para diversas.

Fuente: [Anexo IV - Decreto 351/79](#).

Siguiendo lo establecido, en nuestro caso la mayoría de las actividades se llevan a cabo dentro del rango de 300 a 750 lux. En casos especiales, se incluye también la fila que corresponde a tareas ordinarias y fáciles, que va de 100 a 300 lux.

Para sectores en los que no se requiere personal, sino que son de tránsito ocasional, se dispone a realizar una instalación de 100 lux. Ninguna de las tareas de la planta requiere una iluminación por encima de los 750 lux.

Por otro lado, como la empresa cuenta con horarios nocturnos, se instalará un sistema de iluminación de emergencia.

A continuación, se muestra el cálculo de la cantidad de unidades luminarias por sector:

Sector	Largo	Ancho	Area (m ²)	Iluminancia exigida (lux)	Altura (m)	k	Frecuencia de limpieza	Tipo de iluminación	Condiciones del ambiente	Mantenimiento	Utilización	Flujo total (lm)	Flujo individual (lm)	Cantidad luces por luminarias	Cantidad luminarias
Edificio de oficinas															
Baños 1	4	2	8	200	2.5	0.53	1	B	C	0.9	0.27	6584.36	6600	1	1
Laboratorio	9.2	5	46	200	2.5	1.30	1	B	C	0.9	0.27	37860.08	6600	1	6
Vestuarios	4.8	2	9.6	200	2.5	0.56	1	B	C	0.9	0.27	7901.23	6600	1	2
Oficina supervisor	2.7	4.8	12.96	200	2.5	0.69	1	B	N	0.86	0.27	11162.79	6600	1	2
Comedor	12	5	75.12	200	2.5	1.41	1	B	N	0.86	0.4	43674.42	6600	1	7
Oficina jefes	4	2	8	500	2.5	0.53	1	B	C	0.9	0.22	20202.02	6600	1	4
Oficina comunes	5	6	30	500	2.5	1.09	1	B	C	0.9	0.22	75757.58	6600	1	12
Salas de reunión	4	3	12	300	2.5	0.69	1	B	C	0.9	0.27	14814.81	6600	1	3
Recepción	2	10	20	200	2.5	0.67	1	B	C	0.9	0.22	20202.02	6600	1	4
Depósito															
Depósito 1	25	50	1250	300	9.5	1.75	2	B	N	0.8	0.22	2130681.82	19500	3	37
Oficina	6.5	4.6	29.9	500	9.5	0.28	2	B	N	0.8	0.22	84943.18	6600	1	13
Lab-taller															
Taller	8.3	5	41.5	600	9.5	0.33	2	B	N	0.8	0.22	141477.27	19500	3	3

Tabla 12.2: Cantidad de unidades luminarias por sector.

Fuente: Elaboración propia.

12.2.2. Ruidos y vibraciones

El decreto reglamentario 351/79, establece las características que debe reunir todo establecimiento con el fin de contar con un adecuado funcionamiento en la distribución y características de sus locales de trabajo, previendo condiciones de higiene y seguridad.

Dentro de este decreto, tenemos el artículo 85 que ordena lo siguiente: “en todos los establecimientos, ningún trabajador podrá estar expuesto a una dosis de nivel sonoro continuo equivalente superior a la establecida en el Anexo V”.

Según la bibliografía consultada (ver tabla presentada a continuación) para una jornada laboral de 8 horas diarias y 48 horas semanales, el nivel máximo de presión acústica permisible es de 85 dB(A).

TABLA		
Valores límite PARA EL RUIDO ^o		
	Duración por día	Nivel de presión acústica dBA [*]
Horas	24	80
	16	82
	8	85
	4	88
	2	91
Minutos	1	94
	30	97
	15	100
	7,50 Δ	103
	3,75 Δ	106
	1,88 Δ	109
	0,94 Δ	112
Segundos Δ	28,12	115
	14,06	118
	7,03	121
	3,52	124

TABLA		
Valores límite PARA EL RUIDO ^o		
	Duración por día	Nivel de presión acústica dBA [*]
	1,76	127
	0,88	130
	0,44	133
	0,22	136
	0,11	139

^o No ha de haber exposiciones a ruido continuo, intermitente o de impacto por encima de un nivel pico C ponderado de 140 dB.

^{*} El nivel de presión acústica en decibelios (o decibelios) se mide con un sonómetro, usando el filtro de ponderación frecuencial A y respuesta lenta.

^Δ Limitado por la fuente de ruido, no por control administrativo. También se recomienda utilizar un dosímetro o medidor de integración de nivel sonoro para sonidos por encima de 120 decibelios.

Tabla 12.3: Valores límite para el ruido.

Fuente: [RUIDOS Y VIBRACIONES - SERVICIOS INFOLEG.](#)

Cuando el nivel sonoro continuo equivalente supere en el ámbito de trabajo la dosis establecida en el Anexo V, se tomarán las siguientes medidas:

- procedimientos de ingeniería, ya sea en la fuente, en las vías de transmisión o en el recinto receptor.
- protección auditiva al trabajador.
- de no ser suficiente las correcciones indicadas precedentemente, se procederá a la reducción de los tiempos de exposición.

12.2.3. Estrés térmico (carga térmica)

La carga térmica se refiere a la suma de carga térmica ambiental y el calor generado en los procesos metabólicos.

El objetivo de mantener controlada la carga térmica radica en conocer los niveles de exposición del trabajador a temperaturas (calor/frío), y basándonos en los valores evaluados, implementar las medidas correctivas correspondientes.

Si el trabajador está expuesto a calor/frío excesivo, se deberán tomar medidas tales como:

- Rotación del personal
- Entrega de ropa y equipos de protección personal especiales
- Colocación de barreras protectoras que impidan la exposición a radiaciones.

12.2.3.1. Estrés por frío

Los valores límite (TLVs) para el estrés por frío tienen la finalidad de proteger a cada uno de los trabajadores de los efectos y/ o lesiones causadas por el frío (ej.: hipotermia). En líneas generales, el objetivo es impedir que la temperatura interna del cuerpo descienda por debajo de los 36 °C.

Para exposiciones ocasionales, se permite un descenso de la temperatura interna hasta 35 °C.

A continuación, se detallan los síntomas clínicos y efectos de la disminución de la temperatura interna del cuerpo.

Temperatura interna		
°C	°F	Síntomas clínicos
37,6	99,6	Temperatura rectal normal.
37	98,6	Temperatura oral normal.
36	96,8	La relación metabólica aumenta en un intento de compensar la pérdida de calor.
35	95,0	Tiritones de intensidad máxima.
34	93,2	La víctima se encuentra consciente y responde; tiene la presión arterial normal.
33	91,4	Fuerte hipotermia por debajo de esta temperatura.
32	89,6	Consciencia disminuida; la tensión arterial se hace difícil determinar; las pupilas están dilatadas aunque reaccionan a la luz; se deja de tiritar.
31	87,8	
30	86,0	Pérdida progresiva de la consciencia; aumenta la rigidez muscular; resulta difícil determinar el pulso y la presión arterial; disminuye la frecuencia respiratoria.
29	84,2	
28	82,4	Possible fibrilación ventricular con irritabilidad miocárdica.
27	80,6	Cesa el movimiento voluntario; las pupilas no reaccionan a la luz; ausencia de reflejos tendinosos profundos y superficiales.
26	78,8	La víctima está consciente en pocos momentos.
25	77,0	Se puede producir fibrilación ventricular espontáneamente.
24	75,2	Edema pulmonar.
22	71,6	Riesgo máximo de fibrilación ventricular
21	69,8	
20	68,0	Parada cardíaca.
18	64,4	Hipotermia accidental más baja para recuperar a la víctima.
17	62,6	Electroencefalograma isoeléctrico.
9	48,2	Hipotermia más baja simulada por enfriamiento para recuperar al paciente.

Tabla 12.4: Efectos de la disminución de la temperatura interna del cuerpo.

Fuente: [ESTRÉS TÉRMICO \(Carga térmica\)](#).

A modo de resumen de lo anteriormente mencionado, tenemos que:

SENSACIÓN TÉRMICA/DOLOR ↑ Sensación de frío Disconfort Dolor	✦ Alrededor de 20°C podemos tener molestias ✦ El malestar aumenta a medida que se pierde gradualmente mucho calor que llega incluso a producir dolor.
CAPACIDAD DE TRABAJO ↓ Capacidad física Capacidad cognitiva Capacidad psicomotriz	✦ Pérdida de destreza manual. ✦ Pérdida de destreza mental. ✦ Dificultad al caminar. ✦ Sensación de agotamiento.
SALUD ↑ Efectos respiratorios Efectos cardiovasculares Lesiones por frío	✦ Inhalar aire muy frío causa irritación, reacción inflamatoria, bronco-espasmos. ✦ Molestias y dolor en personas con angina de pecho. ✦ Trastornos musculoesqueléticos. ✦ Hipotermia o congelación.
OTROS EFECTOS DEL FRÍO ↑ Caídas y resbalones Otros accidentes	

Tabla 12.5: Efectos del frío.

Fuente: [Estrés térmico por calor y frío](#).

En la siguiente tabla, se presentan los TLVs con sus respectivos períodos de trabajos permitidos por el decreto 351/79.

TABLA 3, TLVs para el plan de trabajo/calentamiento para un turno de cuatro horas*

Temperatura del aire cielo despejado		Sin viento apreciable		Viento de 4 km/h		Viento de 15 km/h		Viento de 24 km/h		Viento de 32 km/h	
*C. (aprox.)	*F. (aprox.)	Periodo de trabajo máximo	N° de interrupciones	Periodo de trabajo máximo	N° de interrupciones	Periodo de trabajo máximo	N° de interrupciones	Periodo de trabajo máximo	N° de interrupciones	Periodo de trabajo máximo	N° de interrupciones
De -25° a -26°	De -15° a -19°	(Interrupciones normales)	1	(Interrupciones normales)	1	75 minutos	2	55 minutos	3	40 minutos	4
De -29° a -31°	De -20° a -34°	(Interrupciones normales)	1	75 minutos	2	55 minutos	3	40 minutos	4	30 minutos	5
De -32° a -34°	De -25° a -29°	75 minutos	2	55 minutos	3	40 minutos	4	30 minutos	5	El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar	
De -35° a -37°	De -30° a -34°	55 minutos	3	40 minutos	4	30 minutos	5	El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar			
De -38° a -39°	De -35° a -39°	40 minutos	4	30 minutos	5	El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar		↓		↓	
De -40° a -42°	De -40° a -44°	30 minutos	5	El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar		↓					
*-43° e inferior	*-45° e inferior	El trabajo que no sea de emergencia, deberá cesar		↓		↓		↓		↓	

* Adaptado de la División de Seguridad e Higiene en el Trabajo, del Departamento de Trabajo de Saskatchewan.

Tabla 12.6: TLVs y períodos de trabajo permitidos (para jornadas de trabajo de 4 horas).

Fuente: [ESTRÉS TÉRMICO \(Carga térmica\)](#).

12.2.3.2. Estrés por calor

El calor actúa sobre el cuerpo de manera compleja, afectando la fisiología general del organismo, produciendo graves desequilibrios.

Si el organismo no puede eliminar calor, este se acumula y se eleva la temperatura corporal.

Las mediciones de estrés térmico son la base de la EVALUACIÓN DEL AMBIENTE TÉRMICO DE TRABAJO, pero no predicen de manera exacta si este supone un riesgo para el trabajador/a. Dentro de los riesgos que un estrés por calor puede producir, tenemos los siguientes:

RIESGOS	SÍNTOMAS	¿QUÉ HACER?
QUEMADURAS Y ERUPCIÓN CUTÁNEA	<ul style="list-style-type: none"> • Enrojecimiento. • Escorzar/picores. • Puede infectarse. 	<ul style="list-style-type: none"> • Retirarse del sol. • Aplicar crema de protección de la radiación solar.
CALAMBRES	<ul style="list-style-type: none"> • Espasmos (movimiento involuntario de los músculos. • Dolor muscular en brazos, piernas y abdomen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Parar la actividad. • Descansar en lugar fresco. • Evitar una larga actividad física durante horas. • Beber agua, zumo, bebidas isotónicas.
AGOTAMIENTO POR CALOR	<ul style="list-style-type: none"> • Debilidad y Fatiga. • Mareo y dolor de cabeza. • Náuseas. • Taquicardia. • Desmayo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descansar en lugar fresco. • Tumbarlo y abanicar. • Aflojar la ropa. • Beber agua, zumo, bebidas isotónicas.
GOLPE POR CALOR	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de temperatura interna a + 40°C. • Taquicardia. • Tensión arterial alta. • Piel caliente, sin sudoración. • Dolor de cabeza. • Confusión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Retirar del calor al afectado/a. • Tumbarlo y enfriar el cuerpo con paños fríos o ducha fría.

Tabla 12.7: Riesgos relacionados con el calor.

Fuente: [Estrés térmico por calor](#).

La medida TGBH (índice temperatura globo y bulbo húmedo) proporciona un índice útil del primer orden de la contribución ambiental del estrés térmico. Esta medida se ve afectada por la temperatura del aire, el calor radiante y la humedad. Los valores TGBH se calculan utilizando una de las ecuaciones siguientes:

- Con exposición directa al sol (para lugares exteriores con carga solar):

$$TGBH = 0,7 \cdot TBH + 0,2 \cdot TG + 0,1 \cdot TBS$$

- Sin exposición directa al sol (para lugares interiores o exteriores sin carga solar)

$$TGBH = 0,7 \cdot TBH + 0,3 \cdot TG$$

Siendo:

- TBH = temperatura húmeda (temperatura natural del termómetro del bulbo húmedo)
- TG = temperatura de globo (temperatura del termómetro de globo)
- TBS = temperatura del aire seco (temperatura del termómetro del bulbo seco)

Considerando que la temperatura promedio máxima ronda los 25°C y no existen fuentes significativas de radiación, se estima un TGBH del orden de los 25°C.

Por otro lado, para determinar el régimen de trabajo y descanso se debe realizar una estimación de la potencia metabólica según la actividad. El calor metabólico se estima como el metabolismo basal (MB, 70 Watt) más la adición derivada de la posición (MI) y la adición derivada del tipo de trabajo (MII). Estas dos últimas se estiman a partir de la siguiente tabla.

Adición derivada de la posición (MI):	
Posición del cuerpo	MI (W)
Acostado o sentado	21
De pie	42
Caminando	140
Subiendo pendiente	210
Adición derivada del tipo de trabajo (MII):	
Tipo de trabajo	MII (W)
Trabajo manual ligero	28
Trabajo manual pesado	63
Trabajo con un brazo ligero	70
Trabajo con un brazo pesado	126
Trabajo con dos brazos ligero	105
Trabajo con dos brazos pesado	175
Trabajo con el cuerpo ligero	210
Trabajo con el cuerpo moderado	350
Trabajo con el cuerpo pesado	490
Trabajo con el cuerpo muy pesado	630

Tabla 12.8: Potencia metabólica derivada de la posición (MI) y del tipo de trabajo (MII).

Fuente: [ESTRÉS TÉRMICO \(Carga térmica\)](#).

En nuestro caso en particular, se considera lo siguiente:

- Adición derivada de la posición: 42 W (de pie)
- Adición derivada del tipo de trabajo: 105W (trabajo con dos brazos ligero)

Lo que determina una potencia metabólica de 217 W (70 + 42 + 105 W). Esta potencia metabólica calculada, en conjunto con el valor estimado de índice temperatura globo y bulbo húmedo sin exposición directa al sol de 25°C, tenemos lo siguiente:

RÉGIMEN DE TRABAJO Y DESCANSO	TIPO DE TRABAJO		
	LIVIANO (MENOS DE 230 W)	MODERADO (230 - 400 W)	PESADO (MÁS DE 400 W)
Trabajo continuo	30.0 °C	26.7 °C	25.0 °C
75 % de trabajo 25 % de descanso x hs	30.6 °C	28.0 °C	25.9 °C
50 % de trabajo 50 % de descanso x hs	31.4 °C	29.4 °C	27.9 °C
25 % de trabajo 75 % de descanso x hs	32.2 °C	31.1 °C	30.0 °C

Tabla 12.9: Carga de trabajo según potencia metabólica y valores permisibles de exposición al calor en °C.

Fuente: [ESTRÉS TÉRMICO \(Carga térmica\)](#).

Queda determinada entonces una jornada de trabajo continua.

12.2.4. Sistema de ventilación

En el capítulo 11 de la Reglamentación de la Ley N.º 19.587, aprobada por Decreto N.º 351/79, queda expresado que la ventilación contribuirá a mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud del trabajador. Además, la misma deberá ser preferentemente natural y su mínimo determinado en función de la cantidad de personas en el ambiente de trabajo.

En este sentido, la normativa contempla la mínima ventilación requerida en función del número de ocupantes:

VENTILACION MINIMA REQUERIDA EN FUNCION DEL NUMERO DE OCUPANTES		
Para actividad sedentaria		
Cantidad de personas	Cubaje del local en metros cubicos por persona	Caudal de aire necesario en metros cubicos por hora y por persona
1	3	43
1	6	29
1	9	21
1	12	15
1	15	12
Para actividad moderada		
Cantidad de personas	Cubaje del local en metros cubicos por persona	Caudal de aire necesario en metros cubicos por hora y por persona
1	3	65
1	6	43
1	9	31
1	12	23
1	15	18

Tabla 12.10: Ventilación mínima de los locales, determinado en función del número de personas.

Fuente: [Infoleg - Reglamentación de la Ley N° 19.587, aprobada por Decreto N.º 351/79.](#)

Se sigue con las correspondientes indicaciones para la elección de ambientes de trabajo dentro de la planta. A su vez, se agrega un sistema de ventilación forzada preferentemente en la zona de depósito con el fin de mantener las condiciones ambientales dentro los valores admisibles y evitar zonas de estancamiento.

La normativa vigente indica que siempre que existan sistemas de extracción, los locales poseerán entradas de aire de capacidad y ubicación adecuadas, para reemplazar el aire extraído.

12.3. Reglamentación de las condiciones de seguridad laboral

12.3.1. Elementos de protección

Basándonos en el capítulo 19 de la ley de seguridad e higiene en el trabajo, N.º 19.587, Decreto 351/79, Anexo I, se establecen los elementos de protección personal a ser entregados a cada uno de los trabajadores de la empresa.

La determinación de la necesidad de uso de equipos y elementos de protección personal, su aprobación interna, condiciones de utilización y vida útil, estará a cargo del responsable del Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo, con la participación del Servicio de Medicina del Trabajo en lo que se refiere al área de su competencia.

La necesidad de protección personal implica que los riesgos no han sido eliminados, ni controlados.

La ropa de trabajo cumplirá lo siguiente:

- Será de tela flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección y adecuada a las condiciones del puesto de trabajo.
- Se ajustará bien al cuerpo del trabajador, garantizando comodidad y facilidad de movimientos.
- Siempre que las circunstancias lo permitan, las mangas serán cortas y cuando sean largas, ajustarán adecuadamente.
- Se eliminarán o reducirán en lo posible, elementos adicionales como bolsillos, bocamangas, botones, partes vueltas hacia arriba, cordones y otros, por razones higiénicas y para evitar enganches.
- Se prohibirá el uso de elementos que puedan originar un riesgo adicional de accidente como ser: corbatas, bufandas, tirantes, pulseras, cadenas, collares, anillos y otros.
- En casos especiales, la ropa de trabajo será de tela impermeable, incombustible, de abrigo resistente a sustancias agresivas, y siempre que sea necesario, se dotará al trabajador de delantales, mandiles, petos, chalecos, fajas, cinturones anchos y otros elementos que puedan ser necesarios.

En líneas generales, podemos afirmar que cada uno de los operarios de la empresa contarán con los elementos de seguridad personal necesarios para desarrollar todas las

tareas asignadas de manera adecuada y segura. Además, los mismos serán provistos en su totalidad por la empresa.

12.3.2. Señalización

La señalización se entiende como aquel conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo que los recibe, frente a diversas circunstancias, determinados riesgos, protecciones necesarias a utilizar y trayectoria a seguir.

Es importante que nuestro lugar de trabajo cuente con una señalización de los diferentes riesgos existentes, precauciones, obligaciones a través de colores y señales.

Para la señalización, se utilizan 4 colores llamativos, que representan distintas situaciones en planta y se presentan a continuación:

COLOR	SIGNIFICADO	INDICACIÓN
ROJO	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos. Material y equipos de lucha contra incendios. Identificación y localización.
AMARILLO	Señal de advertencia	Atención, precaución.
AZUL	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de usar un equipo de protección individual.
VERDE	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.

Tabla 12.11: Significado e indicaciones de uso de los colores de seguridad.

Fuente: [Ministerio de trabajo y economía social - Gob. España.](#)

12.3.2.1. Señales de seguridad referidas a prohibición



Figura 12.1: Señales de prohibición.

Fuente: Ministerio de Producción y Trabajo - Superintendencia de riesgos de trabajo.

12.3.2.2. Señales de seguridad referidas a obligación



Figura 12.2: Señales de seguridad.

Fuente: Ministerio de Producción y Trabajo - Superintendencia de riesgos de trabajo.

12.3.2.3. Señales de seguridad referidas a advertencia





Figura 12.3: Señales de advertencia.

Fuente: Ministerio de Producción y Trabajo - Superintendencia de riesgos de trabajo.

12.3.2.4. Señales de seguridad referidas a salvamento y socorro



Figura 12.4: Señales de salvamento y socorro.

Fuente: Ministerio de Producción y Trabajo - Superintendencia de riesgos de trabajo.

12.3.2.5. Señales de seguridad referidas a evacuación



Figura 12.5: Señales de evacuación.

Fuente: Ministerio de Producción y Trabajo - Superintendencia de riesgos de trabajo.

12.3.2.6. Señales de seguridad referidas a protección contra incendios



Figura 12.6: Señales de protección contra incendios.

Fuente: Ministerio de Producción y Trabajo - Superintendencia de riesgos de trabajo.

12.3.2.7. Rótulos de productos químicos

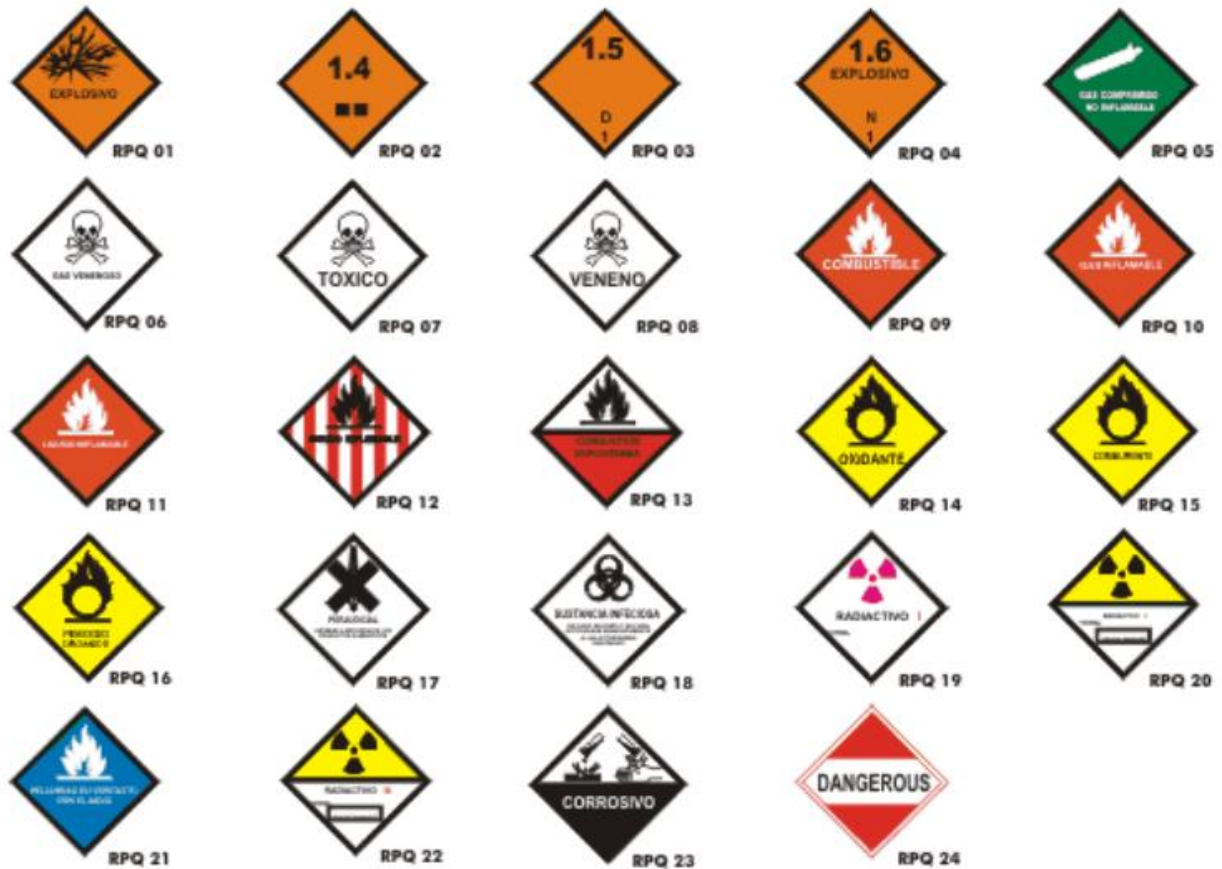


Figura 12.7: Rótulos de productos químicos.

Fuente: Ministerio de Producción y Trabajo - Superintendencia de riesgos de trabajo.

12.3.3. Procedimiento de evacuación

En caso de ocurrir un incidente que requiera la activación del plan de evacuación, se han establecido los un punto de encuentro, tal como se muestra en la figura a continuación. Las puertas de salida de las áreas de mayor afluencia son de doble hoja y siempre se abren hacia el exterior.

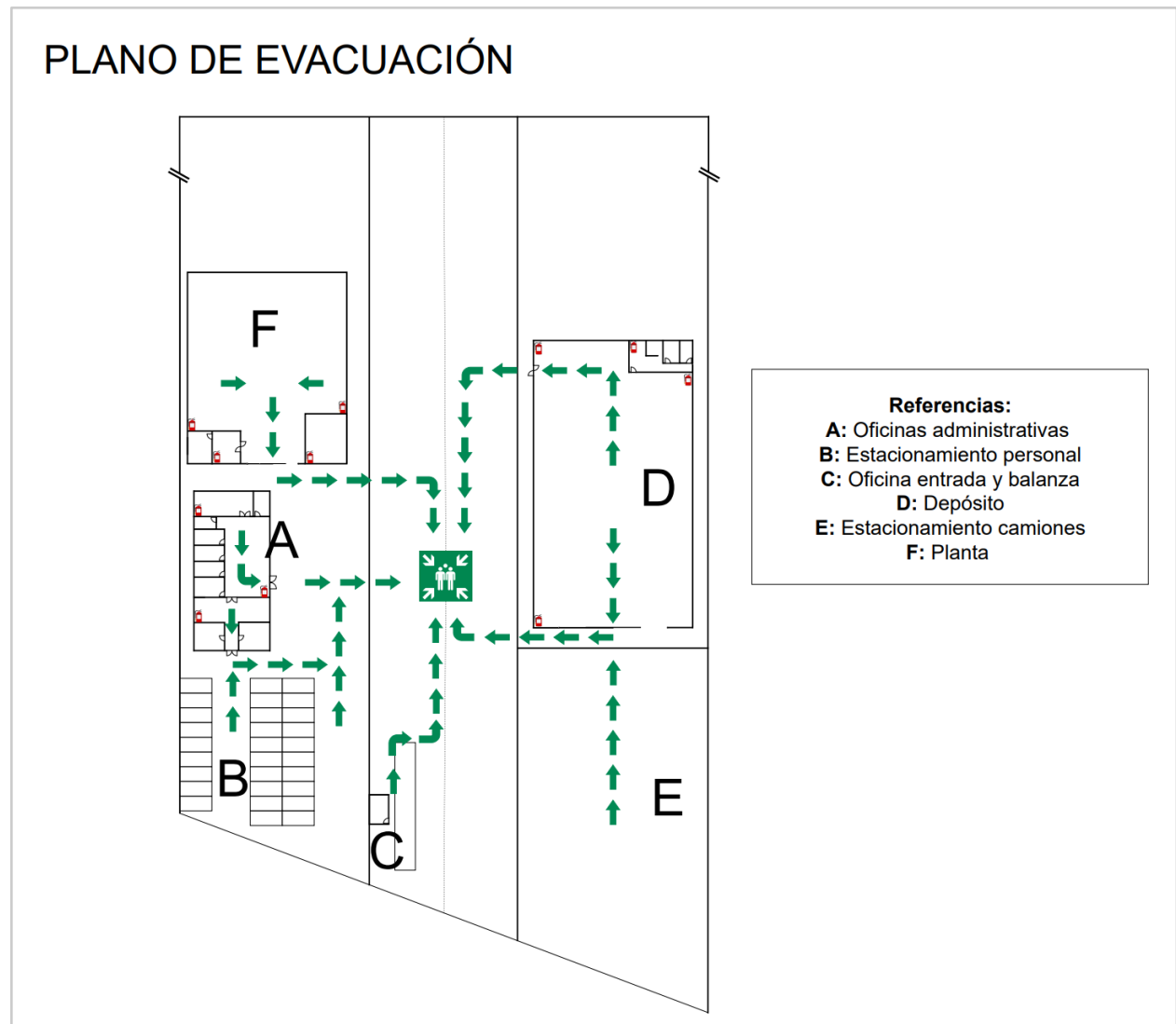


Figura 12.8: Plano indicando el punto de encuentro.

Fuente: Elaboración propia.

El plano de evacuación se encuentra en el Capítulo N°9: Lay-out de planta, y se proporcionará una copia de este en cada sector de la planta a la vista de todos los colaboradores.

12.3.4. Manejo de sustancias

En esta sección se detalla la hoja de seguridad del producto, donde se pueden observar las recomendaciones ante cuestiones de seguridad del usuario.

12.3.4.1. Identificación de la sustancia y de la empresa/actividad

1.1. Identificadores del producto:

- Nombre del producto: Poliacrilamida
- CAS-No.: 9003-05-8

1.2. Usos identificados relevantes de la sustancia o mezcla y usos desaconsejados:

- Usos identificados: Productos químicos de laboratorio, uso industrial y profesional exclusivamente.

1.3. Detalles del proveedor de la hoja de datos de seguridad:

- Empresa: Central Drug House (P) Ltd
- Dirección: 7/28 Vardaan House, Nueva Delhi -110002, INDIA
- Teléfono: +91 11 49404040
- Correo electrónico: care@cdhfinechemical.com.

1.4. Número de teléfono de emergencia:

- Número de teléfono de emergencia: +91 11 49404040 (9:00 am - 6:00 pm) [Horario de oficina].

12.3.4.2. Identificación de riesgos

2.1. Clasificación de la sustancia o mezcla:

- No es una sustancia ni mezcla peligrosa según el Reglamento (SGA) No. 1272/2008.

2.2. Elementos de etiquetado:

- No es una sustancia ni mezcla peligrosa según el Reglamento (SGA) No. 1272/2008.

2.3. Otros peligros:

- Esta sustancia/mezcla no contiene componentes considerados persistentes, bioacumulativos y tóxicos (PBT) ni muy persistentes y muy bioacumulativos (vPvB) en niveles del 0.1% o más.

12.3.4.3. Composición/información sobre los ingredientes

3.1. Sustancias:

- Fórmula: $(C_3H_5NO)_n$
- Peso molecular: 71,07 g/mol
- CAS-No.: 9003-05-8
- No es necesario divulgar componentes según las regulaciones aplicables.

12.3.4.4. Medidas de primeros auxilios

4.1. Descripción de las medidas de primeros auxilios:

- Inhalación: Llevar a la persona a un lugar con aire fresco y administrar respiración artificial si no está respirando.
- Contacto con la piel: Lavar con abundante agua y jabón.
- Contacto con los ojos: Enjuagar los ojos con agua como precaución.
- Ingestión: No administrar nada por vía oral a una persona inconsciente. Enjuagar la boca con agua.

4.2. Síntomas más importantes y efectos, tanto agudos como retardados

- Los síntomas y efectos más importantes se describen en el etiquetado (ver sección 2.2) y/o en la Sección 11.

4.3. Indicación de atención médica inmediata y tratamiento especial necesario

- No hay datos disponibles.

12.3.4.5. Medidas de lucha contra incendios

5.1. Medios de extinción:

- Medios de extinción adecuados: Utilizar rociadores de agua, espuma resistente al alcohol, polvo químico seco o dióxido de carbono.

5.2. Peligros especiales que surgen de la sustancia o mezcla:

- Óxidos de carbono, óxidos de nitrógeno (NO_x).

5.3. Consejos para los bomberos:

- Usar equipo de respiración autónoma si es necesario.

5.4. Información adicional:

- No hay datos disponibles.

12.3.4.6. Medidas en caso de derrame accidental

6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia:

- Evitar la formación de polvo. Evitar respirar vapores, niebla o gas. Para protección personal, ver sección 8.

6.2. Precauciones ambientales:

- No dejar que el producto entre en desagües.

6.3. Métodos y materiales para la contención y limpieza:

- Barrer y recoger. Almacenar en contenedores cerrados adecuados para su eliminación.

6.4. Referencia a otras secciones:

- Para la eliminación, ver sección 13.

12.3.4.7. Manipulación y almacenamiento

7.1. Precauciones para el manejo seguro:

- Proporcionar ventilación adecuada en lugares donde se forma polvo. Para precauciones, ver sección 2.2.

7.2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas incompatibilidades:

- Almacenar en lugar fresco. Mantener el recipiente bien cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Sensible a la humedad. Manipular y almacenar bajo gas inerte.

7.3. Usos específicos:

- Aparte de los usos mencionados en la sección 1.2, no hay otros usos específicos especificados.

12.3.4.8. Controles de exposición/protección personal

8.1. Parámetros de control:

- No hay datos disponibles.

8.2. Controles de exposición:

- Controles de ingeniería apropiados: Prácticas generales de higiene industrial.
- Equipo de protección personal:
 - o Protección para los ojos/caras: Usar equipo de protección ocular probado y aprobado según las normas gubernamentales adecuadas, como NIOSH (EE. UU.) o EN 166 (UE).

- Protección de la piel: Manipular con guantes. Inspeccionar los guantes antes de usarlos. Utilizar la técnica adecuada de retirada de guantes para evitar el contacto con la piel. Desechar los guantes contaminados según las leyes aplicables y las buenas prácticas de laboratorio.
- Protección corporal: Elegir protección corporal en relación con su tipo, la concentración y la cantidad de sustancias peligrosas, y el lugar de trabajo específico.
- Protección respiratoria: No se requiere protección respiratoria. Donde haya concentraciones de polvo molesto, usar máscaras contra polvo (EN 143).
- Control de la exposición ambiental: No permitir que el producto entre en desagües.

12.3.4.9. Propiedades físicas y químicas

9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas básicas:

- a) Apariencia: Forma sólida.
- b) Olor: No hay datos disponibles.
- c) Umbral de olor: No hay datos disponibles.
- d) pH: No hay datos disponibles.
- e) Punto de fusión/congelación: Punto de fusión/rango: > 200 °C.
- f) Punto de ebullición inicial y rango de ebullición: No hay datos disponibles.
- g) Punto de inflamación: No hay datos disponibles.
- h) Tasa de evaporación: No hay datos disponibles.
- i) Inflamabilidad (sólido, gas): Puede formar concentraciones de polvo combustible en el aire.
- j) Límites de inflamabilidad o explosividad superiores/inferiores: No hay datos disponibles.
- k) Presión de vapor: No hay datos disponibles.
- l) Densidad de vapor: No hay datos disponibles.
- m) Densidad relativa: 0.750 g/cm³.
- n) Solubilidad en agua: No hay datos disponibles.
- o) Coeficiente de partición: n-octanol/agua: No hay datos disponibles.
- p) Temperatura de autoignición: No hay datos disponibles.
- q) Temperatura de descomposición: No hay datos disponibles.
- r) Viscosidad: No hay datos disponibles.

s) Propiedades explosivas: No hay datos disponibles.

t) Propiedades oxidantes: No hay datos disponibles.

12.3.4.10. Estabilidad y reactividad

10.1. Reactividad:

- No hay datos disponibles.

10.2. Estabilidad química:

- Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas:

- No hay datos disponibles.

10.4. Condiciones a evitar:

- No hay datos disponibles.

10.5. Materiales incompatibles:

- Agentes oxidantes fuertes.

10.6. Productos de descomposición peligrosos:

- Productos de descomposición peligrosos formados bajo condiciones de fuego: Óxidos de carbono, óxidos de nitrógeno (NO_x). Otros productos de descomposición: No hay datos disponibles.

12.3.4.11. Información toxicológica

11.1. Información sobre efectos toxicológicos:

- Toxicidad aguda: DL₅₀ Oral - Rata - > 1,000 mg/kg (2-Propenamida, homopolímero)
- Corrosión/irritación cutánea: No hay datos disponibles
- Daño ocular grave/irritación ocular: No hay datos disponibles
- Sensibilización respiratoria o cutánea: No hay datos disponibles
- Mutagenicidad en células germinales: No hay datos disponibles
- Carcinogenicidad: IARC: Ningún componente de este producto presente en niveles mayores o iguales al 0.1% está identificado como probable, posible o confirmado carcinógeno humano por la IARC
- Toxicidad reproductiva: No hay datos disponibles
- Toxicidad específica de órganos - exposición única: No hay datos disponibles
- Toxicidad específica de órganos - exposición repetida: No hay datos disponibles

- Peligro de aspiración: No hay datos disponibles.

11.2. Información adicional:

- RTECS: No disponible. Hasta dónde llega nuestro conocimiento, las propiedades químicas, físicas y toxicológicas no han sido investigadas a fondo (2-Propenamida, homopolímero).

12.3.4.12. Información ecológica

12.1. Toxicidad:

- No hay datos disponibles.

12.2. Persistencia y degradabilidad:

- No hay datos disponibles.

12.3. Potencial de bioacumulación:

- No hay datos disponibles.

12.4. Movilidad en el suelo:

- No hay datos disponibles (2-Propenamida, homopolímero).

12.5. Resultados de la evaluación PBT y vPvB:

- Esta sustancia/mezcla no contiene componentes considerados persistentes, bioacumulativos y tóxicos (PBT) ni muy persistentes y muy bioacumulativos (vPvB) a niveles del 0.1% o más.

12.3.4.13. Consideraciones sobre la eliminación

13.1. Métodos de tratamiento de residuos:

- Producto: Ofrecer soluciones excedentes y no reciclables a una empresa de eliminación autorizada.
- Envases contaminados: Desechar como producto no utilizado.

12.3.4.14. Información de transporte

14.1. Número ONU:

- ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

14.2. Nombre adecuado de transporte de la ONU:

- ADR/RID: No es mercancía peligrosa
- IMDG: No es mercancía peligrosa

- IATA: No es mercancía peligrosa.

14.3. Clase(s) de peligro de transporte:

- ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

14.4. Grupo de embalaje:

- ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

14.5. Peligros ambientales:

- ADR/RID: No

- IMDG: No

- IATA: No

14.6. Precauciones especiales para el usuario:

- No hay datos disponibles

12.3.4.15. Información reglamentaria

15.1. Regulaciones/legislaciones específicas de seguridad, salud y medio ambiente para la sustancia o mezcla:

- Esta hoja de datos de seguridad cumple con los requisitos del Reglamento (CE) No. 1907/2006.

15.2. Evaluación de seguridad química:

- No se llevó a cabo una evaluación de seguridad química para este producto.

12.3.4.16. Otra información

16.1. Información adicional:

- La información anterior se cree correcta, pero no pretende ser exhaustiva y se debe utilizar solo como guía. La información se basa en el estado actual de nuestro conocimiento y es aplicable al producto con respecto a las precauciones de seguridad apropiadas.

12.4. Capacitaciones

Al trabajar, ya sea manipulando productos químicos, limpiando, trasladando las materias primas y productos terminados, así como también en cualquier otra actividad cotidiana, los operarios del establecimiento se enfrentarán con peligros diversos que podrán evitarse contando con la información necesaria para tomar las precauciones más adecuadas para cada caso.

En materia de higiene y seguridad, todo establecimiento estará obligado a capacitar a su personal de manera preventiva en todas aquellas tareas que desempeñe. Para ello, se planificarán programas anuales de capacitación para los distintos niveles (dirección, gerencia, jefatura, supervisión, operario, administrativo, etc.). De forma adicional, se entregará escrito a todo el personal de la empresa, un formulario con todas aquellas medidas preventivas tendientes a evitar las enfermedades profesionales y accidentes del trabajo.

12.5. Seguridad contra incendios

El predio de la planta cuenta con diversos elementos de lucha contra incendios, ya sean los matafuegos y las bocas de incendio conectadas al sistema hidrante.

El sistema de seguridad será dimensionado de acuerdo a las normativas nacionales y puntos potenciales de incendio.

12.5.1. Carga de fuego y matafuegos

Sector Compuesto inflamable	Área del sector (m ²)	Cant	Unidad	Poder calorífico (Mcal/unidad)	Carga de fuego absoluta (Mcal)	Carga de fuego (Mcal/m ²)	Equivalencia en kg de madera/m ²
Depósito	1125				122396,78	108,80	24,18
Madera		25600	kg	4,4	112640		
PHPA		30000	kg	0,003226	96,78		
Pallets		60	u	161	9660		
Sector planta	750				1130,53	1,51	0,33
Acrilamida		12500	kg	0,012904	161,3		
PHPA		1000	kg	0,003226	3,23		
Pallets		6	u	161	966		

Tabla 12.13: Carga de fuego según sector.

Fuente: Elaboración propia.

	Carga de fuego (Mcal/m ²)	Equivalencia en kg de madera/m ²
Sector administrativo	276	61,33
Oficinas de entrada	14,6	3,24
Taller de reparación	45	10,00
Oficina depósito	50	11,11
Cocina	12,1	2,69

Tabla 12.14: Carga de fuego según sector.

Fuente: Elaboración propia.

	Tipo de fuego	Potencia necesaria de extintores según decreto	Tipo seleccionado
Depósito	A y B	6 A y 10 B	Polvo ABC 5 kg
Sector planta	A y B	A determinar en cada caso	Polvo ABC 20 kg
Sector administrativo	A y C	2 A	Polvo ABC 2,5 kg
Cocina	K	A determinar en cada caso	Acetato de potasio 6 L
Taller de reparación	A y C	2 A	HCFC 123 10 kg
Oficina depósito	A y B	2 A	Polvo ABC 5 kg

Tabla 12.15: Extintor según tipo de fuego para cada sector de la planta.

Fuente: Elaboración propia.

12.5.2. Red de hidrantes

Todos aquellos requisitos mínimos que se deben cumplir, se establecen según la última versión de la guía técnica CIR, actualizada en 2014 con vigencia hasta la actualidad ([Sistemas de hidrantes y bocas de incendio círculo de ingenieros de riesgos](#)).

Dicha guía, fue elaborada por el Círculo de Ingenieros de Riesgos formado por ingenieros de prevención de aseguradoras nacionales e internacionales de daños materiales por incendio y se basa en el "*Reglamento de la Cámara de Aseguradores de instalaciones contra incendio en base a hidrantes, extintores y cuerpo de bomberos de fábrica*", Normas CEPREVEN (españolas), normas NFPA y normas IRAM. En líneas generales, la aplicación de la misma busca analizar los aspectos más relevantes en la planta para mejorar la seguridad y prevención contra incendios con la legislación más actualizada y completa. Es importante aclarar, que se trata únicamente de una guía de referencia, lo que no implica el su cumplimiento. Luego, esta guía informativa se convirtió en la norma IRAM 3597 "*Instalaciones fijas contra incendios. Sistemas de hidrantes y bocas de incendio*".

Para el desarrollo de este inciso, en primer lugar debemos identificar a qué actividad de riesgo pertenece nuestra planta productiva. Luego, en función del [Lay-Out del capítulo 9](#), definiremos la superficie, para poder de esta forma determinar el caudal

de agua para el sistema y su respectivo tanque de almacenamiento. Para poder finalmente obtener la potencia requerida de la bomba.

12.5.2.1. Clasificación de actividad

Esta clasificación permite definir los parámetros básicos para la instalación de hidrantes y bocas de incendio:

- Actividad de Riesgo Leve: se incluye en esta categoría a las actividades caracterizadas por la inexistencia de almacenamiento y la ausencia de manufacturas o procesos industriales. Se trata de establecimientos con cargas de fuego bajas y riesgos intrínsecos muy bajos.
- Actividad de Riesgo Moderado - Grupo I: comprende a negocios y depósitos no peligrosos en general, así como también aquellas industrias que por las características de sus procesos y materias primas no revisten una gran peligrosidad, y en las que es relativamente fácil combatir un incendio. Las cargas de fuego son bajas y moderadas.
- Actividad de Riesgo Moderado - Grupo II: comprende a los depósitos e industrias que, en función de sus procesos, materias primas y productos elaborados o almacenados, adquieren características de fácil combustibilidad, siendo relativamente difícil combatir un incendio. En este caso se incluyen las actividades con cargas de fuego de moderadas a altas.
- Actividad de Riesgo Alto: aquella en la que se encuadran los depósitos de productos líquidos inflamables y combustibles o sólidos de alta peligrosidad, las industrias cuyos procesos encierran una gran peligrosidad, presentando riesgos de incendio y explosión muy importantes, factores que hacen muy difícil combatir un incendio. Se trata de actividades con cargas de fuego de altas a muy altas, que incluyen materiales combustibles e inflamables.

En la Tabla 12.12, se asignan los riesgos según la actividad que se desarrolle en cada sector.

12.5.2.2. Determinación de la superficie

Para determinar la superficie a cubrir por la red de hidrantes, se analiza la superficie que cubre cada uno de los sectores, tomando en cuenta que todos ellos deben estar completamente cubiertos por el radio de alcance de los hidrantes. La superficie total a cubrir cuenta con la siguiente distribución:

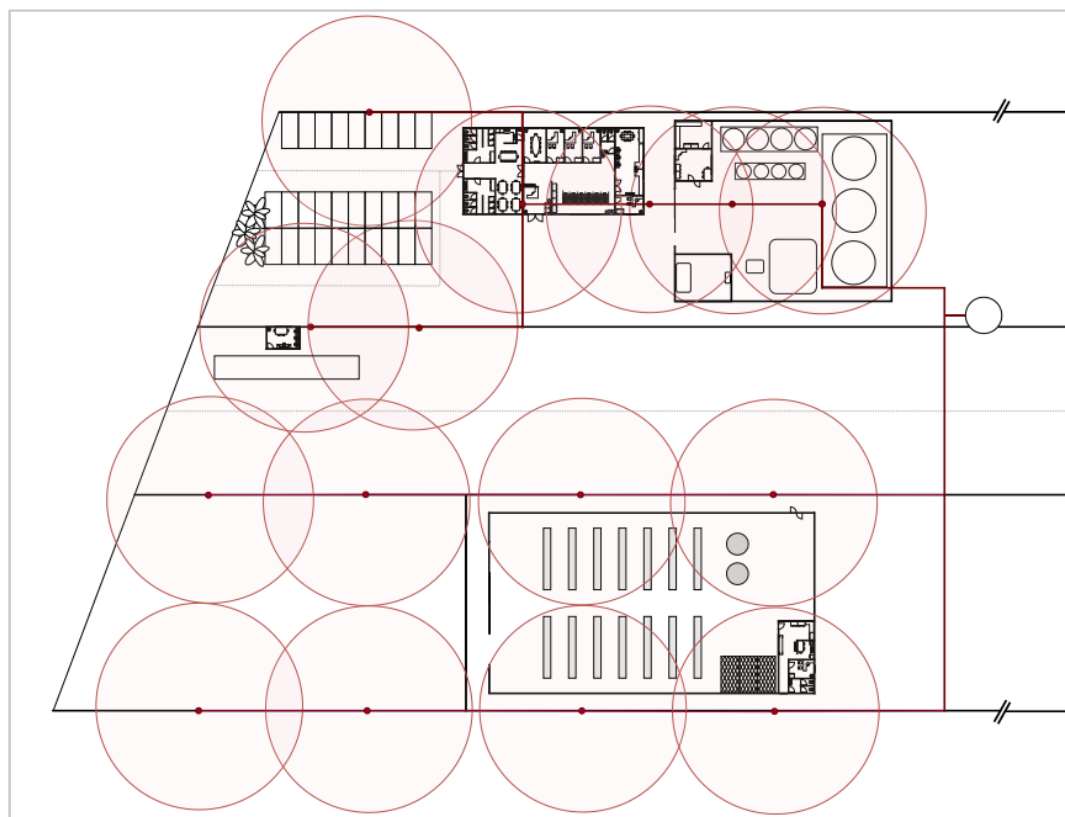


Figura 12.9: Red de hidrantes.

Fuente: Elaboración propia.

12.5.2.3. Determinación del caudal de agua para el sistema

Para el cálculo se tomó como referencia la norma IRAM 3597. La capacidad de agua necesaria, puede observarse en la siguiente tabla.

<u>CAPACIDAD PARA SUPERFICIES MENORES QUE 10 000 m²</u>			
Riesgo	Capacidad mínima (L)	Coefficiente de aumento (L/m ²)	Capacidad máxima hasta 10 000 m ² (L)
Leve	20 000	6	35 000
Moderado, grupo I	20 000	6	45 000
Moderado, grupo II	20 000	6	50 000
Alto	20 000	8	65 000

Tabla 12.16: Capacidad de agua para superficies menores que 10.000m².

Fuente: Norma IRAM 3597.

Tomando en cuenta que el depósito necesitará, además, un sistema de rociadores, el cálculo de caudal será el siguiente:

ZONA OPERATIVA	ÁREA (m ²)	RIESGO	CAPACIDAD (L)	CAUDAL (L/min)
Planta	750	Moderado G1	20.000	1.000
Estacionamiento camiones	1300	Leve	20.000	750
Depósito	1125	Moderado G1	20.000	1.000
Taller de mantenimiento	40	Leve	20.000	750
Oficinas administrativas y laboratorio	300	Moderado G1	20.000	750
Estacionamiento personal	729	Leve	20.000	750
Total			120.000	5.000

Tabla 12.17: Sistema de red de hidrantes.

Fuente: Elaboración propia.

12.5.2.4. Potencia de la bomba

Para determinar la potencia de la bomba se utiliza la expresión de Bernoulli:

$$\Delta z + \frac{vel_2^2 - vel_1^2}{2 \cdot g} + \frac{P_2 - P_1}{\delta \cdot g} + \Delta h = W$$

Por norma, las cañerías deben estar a 5 metros de distancia de los edificios o ser subterráneas. Como en el primer caso se dificulta mucho el tránsito de personas y vehículos, se ha decidido instalarlas en forma subterránea, con protección contra la corrosión. Así, considerando una profundidad de 0,5 m, y una altura del hidrante a 1,5 m (como una consideración para el uso de las mangueras), se tiene que la diferencia de altura (Δz) es igual a 2 metros.

Por otro lado, la velocidad se calcula a partir del caudal exigido y el área de la cañería. Se elige un diámetro de cañería de 6 y 4 pulgadas (0,1524 m y 0,1016 m respectivamente).

CAÑERÍA			
DIÁMETRO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/seg)	REYNOLDS
0,1524	0,0182	4,80	731397
0,1016	0,0081	10,80	1097096

Tabla 12.18: Cálculo del Reynolds para cada diámetro de cañería.

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el término de la presión, se tiene un tanque a presión atmosférica (101,325 kPa) y la norma requiere una diferencia de presión de al menos 500 kPa. Por lo tanto, el término resulta en 601,325 kPa.

Por otro lado, para determinar el término de la pérdida de carga se debe calcular primero el coeficiente de Reynolds.

$$Re = \frac{\delta \cdot vel \cdot D}{\mu}$$

$$\Delta h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{vel^2}{2 \cdot \delta}$$

Dónde L es la suma de la distancia de la boca más alejada a la bomba y la longitud equivalente de los accesorios (L_{eq}). Además, δ y μ son la densidad y viscosidad

respectivamente del agua y f se trata del factor de fricción. Dicho factor, se obtiene del diagrama de Moody conociendo el valor de Reynolds y de la rugosidad relativa del material de las cañerías, que en este caso es acero comercial que posee una rugosidad absoluta de 0,05.

La longitud equivalente por los accesorios se obtiene por nomogramas según accesorio y diámetro de cañería. Los valores se expresan en las siguientes tablas:

4"			
ACCESORIO	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE POR ACC (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)
Codo 90	3	4	12
Válvula	10	20	200
Empalme	36	2	72
3 vías	2	2,25	4,5
TOTAL			288,5

Tabla 12.19: Longitud equivalente de accesorios para cañería de 4".

Fuente: Elaboración propia.

6"			
ACCESORIO	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE POR ACC (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)
Codo 90	3	4	12
Válvula	0	20	0
Empalme	12	2	24
3 vías	1	2,25	2,25
TOTAL			38,25

Tabla 12.20: Longitud equivalente de accesorios para cañería de 6".

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenida la longitud equivalente y el factor de fricción, se obtiene la pérdida de carga expresada en metros:

DIÁMETRO	f	L (m)	PÉRDIDA DE CARGA (m)
6"	0,025	144,25	0,27
4"	0,025	542,5	7,78

Tabla 12.21: Cálculo de pérdida de carga.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, se obtiene el trabajo necesario a entregar al fluido por cada cañería:

Bernoulli 4"	
Altura (m)	2
Velocidad (m)	5,396
Presión (m)	61,360
Pérdida carga tuberías (m)	7,059
W (m)	75,815

Tabla 12.22: Cálculo de Bernoulli para cañería de 4".

Fuente: Elaboración propia.

Bernoulli 6"	
Altura (m)	2
Velocidad (m)	1,066
Presión (m)	61,360
Pérdida carga tuberías (m)	0,247
W (m)	64,673

Tabla 12.23: Cálculo de Bernoulli para cañería de 6".

Fuente: Elaboración propia.

Por último, Se calcula la potencia de la bomba con la expresión:

$$Pot = W \cdot Q \cdot \delta \cdot g$$

Quedando:

HIDRANTES	
Potencia (hp)	152

Tabla 12.24: Potencia de la bomba requerida para la red de hidrantes.

Fuente: Elaboración propia.

Según la Norma IRAM los hidrantes deben estar colocados estratégicamente para cubrir un radio de 25 m cada uno. El diagrama del área a cubrir por cada uno y la cañería se muestran en el apartado “Determinación de la Superficie” de este capítulo.

12.5.3. Rociadores

Solo se cuenta con 1 sector el cual necesita de rociadores, ya que es el único sector techado con más de 1000 m². Se trata del depósito y los cálculos de los rociadores son los siguientes:

SECTOR DEPÓSITO	ÁREA A CUBRIR (m ²)	RIESGO	DENSIDAD (L/min.m ²)	CANTIDAD	ÁREA POR ROCIADOR (m ²)
Depósito 1	100	Moderado G1	7,9	8	12,5
Total	100	-	-	8	

Tabla 12.25: Cálculos de los rociadores.

Fuente: Elaboración propia.

Según lo especificado en la norma, en caso de incendio dentro del depósito la cantidad de rociadores que se prenderán es de 8% del total de rociadores instalados.

Por otro lado, para conocer el caudal individual de cada rociador. Según la siguiente expresión:

$$Q = 10 \cdot k \cdot P^{0,5}$$

Dónde el factor k es la cantidad de agua que fluye por el rociador por cada bar de presión.

12.5.3.2. Determinación de la potencia de la bomba

Para el cálculo de la potencia de la bomba se usó el método de Bernoulli, al igual que para la red de hidrantes.

ACCESORIO	CANTIDAD	LONGITUD EQUIVALENTE POR ACC (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)
Codo 90	12	4	48
Válvula	72	20	1440
Empalme	72	2	144
Total			1632

Tabla 12.27: Diámetro equivalente.

Fuente: Elaboración propia.

Con la longitud equivalente calculada, y teniendo los cálculos del Reynolds de las tuberías.

CAÑERÍA			
DIÁMETRO (m)	ÁREA (m ²)	VELOCIDAD (m/s)	REYNOLDS
0,03175	0,0008	8,4204	267347

Tabla 12.28: Número de Reynolds en las tuberías.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo esto calculado se procede a hacer los cálculos para la potencia de la bomba.

DIÁMETRO (m)	f	L (m)	PÉRDIDA DE CARGA (m)
0,03175	0,025	1872	52,256

Tabla 12.29: Cálculo de pérdida de carga.

Fuente: Elaboración propia.

BERNOULLI 1 1/4"	
Altura (m)	4
Velocidad (m)	3,617
Presión (m)	24,410
Pérdida carga tuberías (m)	52,256
W (m)	84,284

Tabla 12.30: Cálculo de Bernoulli para cañería de 1 1/4".

Fuente: Elaboración propia.

ROCIADORES	
Potencia (hp)	18,274

Tabla 12.31: Potencia - Rociadores.

Fuente: Elaboración propia.

Sumando ambas potencias da como resultado que la potencia requerida para la bomba es de 104 KW. Se optó por una bomba de 110 hp tal como se muestra en la siguiente imagen.

12.5.4. Determinación del tanque de almacenamiento de agua

Para el tanque de almacenamiento se tomó en cuenta que el vaciado es en 30 minutos y que solo 4 hidrantes y el 8% de los rociadores estarán funcionando, siendo este el peor de los casos.

TANQUE					
TIEMPO (min)	CAPACIDAD (m ³)	DIÁMETRO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	CANTIDAD
30	179,70	5	9,15	95,43	2
		4,5	6		

Tabla 12.32: Determinación del volumen del tanque de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia.

12.5.5. Potencia de la bomba total

La potencia de la bomba se obtiene sumando la potencia de bombas necesarias para hidrantes y rociadores. Arrojando el siguiente valor:

BOMBAS	
Potencia total (hp)	172,1

Tabla 12.33: Determinación del volumen del tanque de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Por ende, se eligió una bomba de 200 hp, tal como se muestra a continuación.



Figura 12.11: Bomba de 200 hp.

Fuente: [W22 NEMA Premium Efficiency 200 HP 6P 504/5T 3F 460 V 60 Hz IC411 - TEFC - Con pies.](#)

Resumen de las características técnicas			
Norma	NEMA MG-1	Potencia	200 HP
Frecuencia	50 Hz	Fijación	Con pies
Tensión	380-400-415 V	Brida	Sin
Numero de polos	2	Forma constructiva	F-1
Grado de protección	IP55	Caja de conexión ¹	Posición izquierda
Rotación sincrona	3000 rpm	Refrigeración	IC411 - TEFC

Tabla 12.34: Características técnicas de la bomba seleccionada.

Fuente: [W22 NEMA Premium Efficiency 200 HP 6P 504/5T 3F 460 V 60 Hz IC411 - TEFC - Con pies.](#)

12.5.6. Elementos del sistema de bombas de incendios

Bomba eléctrica: se trata de la bomba principal que se utiliza en el caso de haber un incendio.

Bomba auxiliar: tiene las mismas características hidráulicas que la principal, pero es una bomba de diésel. Se utiliza en el caso de no poder utilizar energía eléctrica o en el caso de necesitar mayor potencia en un incendio de mayor gravedad.

Bomba Jockey: se utiliza para mantener la instalación presurizada. Compensa posibles fugas o aperturas pequeñas de hidrantes sin ser necesario la puesta en marcha de la bomba principal. Realiza una maniobra de arranque y frenado mediante una señal de un presostato regulado entre dos valores de presión.

12.6. Sistema de alarma y seguridad

Un sistema de alarma y seguridad para una planta industrial es una infraestructura integral y estratégicamente diseñada que integra tecnología, equipos y procedimientos para proteger la vida de los empleados y los activos, prevenir accidentes, mitigar riesgos y garantizar la continuidad de las operaciones en un entorno industrial.

Este sistema está diseñado para identificar y responder a situaciones de emergencia como incendios, fugas de sustancias peligrosas, y otras amenazas potenciales que puedan poner en peligro a las personas, el medio ambiente o la propiedad de la planta.

12.6.1. Componentes clave del sistema

Sistemas de detección: incluye detectores de humo y de gases, cámaras de seguridad y otros dispositivos que monitorean constantemente el entorno de la planta.

Sistemas de comunicación: facilita la transmisión rápida de alertas y notificaciones a través de alarmas visuales y acústicas, sistemas de megafonía, comunicación por radio, y conexiones con centros de monitoreo externos o servicios de emergencia.

Control de acceso: regula el acceso a áreas críticas de la planta mediante sistemas de tarjetas de acceso, códigos PIN, escaneo biométrico y otros métodos de autenticación.

Sistemas de extinción de incendios: sistemas de rociadores automáticos, extintores y sistemas de supresión de incendios para detectar y controlar incendios en sus etapas iniciales.

Sistemas de control de procesos: seguridad en los sistemas de control de procesos industriales para garantizar un funcionamiento seguro y confiable de las máquinas y equipos.

Monitoreo remoto: permite la supervisión y el control de los sistemas de seguridad desde un centro de operaciones central o a través de aplicaciones móviles, lo que permite una respuesta inmediata a las amenazas.

Entrenamiento y procedimientos de emergencia: capacitación a los empleados para que sepan cómo actuar en situaciones de emergencia y establece procedimientos detallados para la evacuación, el manejo de sustancias peligrosas y otras contingencias.

Respaldo de energía: garantiza que los sistemas de seguridad continúen funcionando en caso de cortes de energía mediante generadores de respaldo y sistemas de alimentación ininterrumpida.

Registro de eventos: registra y almacena datos de eventos y alarmas pasadas para su revisión y análisis posterior, lo que ayuda en la mejora continua del sistema de seguridad.

BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Producción y Trabajo - Superintendencia de riesgos de trabajo.
- [HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO - Reglamentación de la Ley N° 19.587, aprobada por Decreto N° 351/79](#)
- [Decreto 351-79.REGLAMENTARIO DE LA LEY 19.587 DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO](#)
- [Ruidos y vibraciones - Servicios Infoleg](#)
- [Ministerio de trabajo y economía social - Gob. España](#)
- [SISTEMAS DE HIDRANTES Y BOCAS DE INCENDIO CÍRCULO DE INGENIEROS DE RIESGOS](#)
- Ley N° 19.587 / Decreto N° 351/79 – Anexos I y IV CAPITULO 12 ILUMINACIÓN Y COLOR.
- Norma IRAM 10005-1: Colores y señales de seguridad. Colores y señales fundamentales.
- Norma IRAM 10005-2: Colores y señales de seguridad. Aplicación de los colores de seguridad en señalizaciones particulares. (Vigente desde 05/10/1984).
- Norma IRAM 2507: Sistema de seguridad para la identificación de cañerías.
- Norma IRAM-DEF D 1054: Carta de colores para pinturas de acabado brillante y mate.

Proyecto Final - Integración V

POLIACRILAMIDA PARCIALMENTE HIDROLIZADA

EVALUACIÓN ECONÓMICA

INTEGRANTES:

GUTIERREZ, DANIELA

IRAIZOZ HIERTZ, LAUTARO

SAMBIASE, IGNACIO

ÍNDICE

Introducción

Presupuesto de inversión

- Costos de equipos
- Gastos directos
- Gastos indirectos
- Inversiones de capital fijo
- Capital de trabajo
- Total

Presupuesto económico

- Materias primas
- Servicios públicos de suministro
- Capital Humano
- Otros costos
- Resumen de costos
- Producto final

Presupuesto financiero

- Financiación
- Flujo de caja proyectado
- Evaluación de la rentabilidad del proyecto
 - Valor Actual Neto (VAN)
 - Tasa Interna de Retorno (TIR)

Conclusiones

Bibliografía

13.1. Introducción

Este capítulo se adentra en un análisis exhaustivo de los costos y la inversión inicial requerida para evaluar la viabilidad económica del proyecto de producción de poliacrilamida parcialmente hidrolizada (PHPA) a partir de acrilamida. En un mercado cada vez más competitivo, es esencial comprender con precisión los aspectos financieros fundamentales que determinarán el éxito o fracaso de esta iniciativa. Para lograr este objetivo, se llevarán a cabo cálculos detallados de parámetros económicos clave, tales como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Es importante destacar que este análisis se basa en la identificación y medición previa de los costos asociados tanto a los bienes de capital como al capital humano, aspectos que juegan un papel crucial en la determinación de la rentabilidad del proyecto.

Antes de adentrarnos en los detalles financieros, es fundamental comprender la importancia de estos aspectos económicos en el contexto del proyecto de producción de PHPA. La poliacrilamida parcialmente hidrolizada (PHPA) ha demostrado ser una sustancia de gran utilidad en diversas aplicaciones industriales, siendo la industria petrolera la de nuestro interés. Sin embargo, la viabilidad económica no puede darse por sentada. Es por esta razón que la determinación de los costos de inversión y operativos es esencial para evaluar si el proyecto generará los rendimientos esperados y si justifica la asignación de recursos financieros significativos.

En resumen, este capítulo se propone analizar los aspectos económicos del proyecto, centrándonos en la determinación de costos e inversiones iniciales, así como en el análisis de los parámetros financieros más relevantes. Al hacerlo, se espera proporcionar una base sólida para la toma de decisiones que impulsen el éxito de esta iniciativa en un entorno empresarial dinámico y competitivo.

13.2. Presupuesto de inversión

Un presupuesto de inversión se lleva a cabo con el propósito de planificar y calcular los gastos requeridos para adquirir los activos físicos necesarios para alcanzar los objetivos establecidos por la organización dentro de un período específico.

13.2.1. Costos de equipos

Los equipos necesarios para el funcionamiento de la planta se han detallado a lo largo de los capítulos anteriores. La lista de los principales se expresa a continuación junto con el precio de cada uno, los cuales se obtuvieron de diferentes fuentes, algunos de presupuestos de proveedores y otros de precios de equipos similares encontrados en sitios web como Alibaba o Made in China.

EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (U\$D)	PRECIO (U\$D)
Dilutores	4	45.000	180.000
Reactores de polimerización	4	60.000	240.000
Reactor de hidrólisis	3	150.000	450.000
Tanque de NaOH	1	25.000	25.000
Tanque de H ₃ BO ₃	1	35.000	35.000
Planta de tratamiento de agua	1	37.500	37.500
Secador en spray (incluye Horno, filtro y soplador)	1	600.000	600.000
Embolsador de Big Bag	1	7.899	7.899
Caldera	1	6.000	6.000
TOTAL			1.581.399
Otros equipos (23%)			363.722
TOTAL EQUIPOS			1.945.121

Tabla 13.1: Recopilación de datos de todos los equipos.

Fuente: Capítulo 7 - Selección y diseño de equipos.

13.2.2. Gastos directos

Se estiman los gastos directos del proyecto, dentro de ellos se encuentra el costo de los equipos calculado en el punto anterior. Al precio del terreno no se le imputa un porcentaje.

GASTOS DIRECTOS		
CONCEPTO	% IMPUTADO	VALOR (U\$D)
Equipamiento	30%	1.945.121
Instalación de equipos	14%	907.723
Instrumentación y control	7%	453.862
Piping	20%	1.296.747
Instalación eléctrica	10%	648.374
Estructuras	15%	972.560
Servicios	18%	1.167.072
Terreno	-	900.000
TOTAL GASTOS DIRECTOS		8.291.459

Tabla 13.2: Recopilación del total de gastos directos.

Fuente: Capítulo 7 - Selección y diseño de equipos y Capítulo 9 - Lay-out de planta.

13.2.3. Gastos indirectos

Asimismo, se estiman como gastos indirectos la ingeniería y supervisión del proyecto y su construcción.

GASTOS INDIRECTOS		
CONCEPTO	% IMPUTADO	VALOR (U\$D)
Ingeniería y supervisión	17%	1.102.235
Construcción	10%	648.374
TOTAL GASTOS INDIRECTOS		1.750.609

Tabla 13.3: Recopilación del total de gastos indirectos.

Fuente: Capítulo 9 - Lay-out de planta.

13.2.4. Inversiones de capital fijo

El capital fijo está formado por los gastos directos, indirectos y se les suma honorarios varios y otros gastos que podrían surgir.

INVERSIONES DE CAPITAL FIJO		
CONCEPTO	% IMPUTADO	VALOR (U\$D)
Honorarios	6%	389.024
Otros gastos	12%	778.048
TOTAL INVERSIONES DE CAPITAL FIJO		11.209.140

Tabla 13.4: Inversiones de capital fijo.

Fuente: Elaboración propia.

13.2.5. Capital de trabajo

El capital de trabajo es la cantidad necesaria de recursos para que la planta pueda comenzar a operar, el capital inicial de la misma para la puesta en marcha.

CAPITAL DE TRABAJO		
CONCEPTO	% IMPUTADO	VALOR (U\$D)
Capital de trabajo	10%	648.374
TOTAL CAPITAL DE TRABAJO		648.374

Tabla 13.5: Capital de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

13.2.6. Total

Sumando todos los costos se obtiene el valor de la inversión inicial necesaria para la construcción de la planta.

TOTAL INVERSIÓN INICIAL (U\$D)	11.857.514
---------------------------------------	-------------------

Tabla 13.6: Presupuesto total de inversión.

Fuente: Elaboración propia.

13.3. Presupuesto económico

El presupuesto económico se lleva a cabo con el propósito de identificar los costos de producción. En este análisis, se especifican los elementos esenciales para calcular tanto los gastos directos (materias primas, servicios públicos, transporte) como los gastos indirectos (mano de obra, gastos generales).

13.3.1. Materias primas

La materia prima se describe como el material que, a través de un proceso de producción, se convierte en un producto con valor agregado.

MATERIA PRIMA			
MATERIAL	CONSUMO ANUAL (kg)	PRECIO UNITARIO (U\$D/kg)	PRECIO ANUAL (U\$D/año)
Acrilamida	2.253.000	1,6	3.604.800
TEMED	20.280	10,0	202.800
PSA	39.000	2,0	78.000
H ₂ BO ₃	81.120	0,65	52.728
NaOH	104.520	0,85	88.842
Otras			252.336
TOTAL ANUAL			4.531.842

Tabla 13.7: Costo total de las materias primas necesarias para el proceso.

Fuente: Elaboración propia.

13.3.2. Servicios públicos de suministro

Para la planta será imprescindible el consumo de los tres servicios más importantes: luz, gas y agua. Por esa razón, se realiza una tabla donde se coloca el consumo estimado de cada uno de ellos.

CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA			
EQUIPO	PORCENTAJE	HS ANUALES	CONSUMO POR AÑO (kWh)
Secador en spray	34	8760	350.400
Chiller 20°C	0,1	-	1.031
Chiller 5°C	0,12	-	1.237
Compresores	1,1	-	11.336
Bombas	0,08	-	824
Otros consumos	0,7	-	7.214
Consumo total anual (kWh/año)			372.042
COSTO ANUAL (U\$S/año)			23.202

Tabla 13.8: Consumo total de energía eléctrica.

Fuente: Elaboración propia.

CONSUMO GAS NATURAL				
EQUIPO	CONSUMO (m ³ /h)	CANTIDAD	CONSUMO POR DÍA (m ³)	CONSUMO ANUAL (m ³)
Caldera 10000 Kcal/h	1,1	2	52,8	19.272
Termotanque 150L	0,86	6	123,84	45.201,6
Cocinas	1,08	5	27	9.855
Consumo total anual (m³/año)				74.328,6
COSTO ANUAL (U\$D/año)				793,21

Tabla 13.9: Consumo total de gas natural.

Fuente: Elaboración propia.

13.3.3. Capital Humano

El capital humano se refiere al valor económico que un empleado aporta a la empresa en términos de su compromiso y dedicación, influenciado tanto por su experiencia laboral como por su formación.

Los aportes patronales (23%) y salario anual complementario (SAC) se obtienen según la ley 27.430 y 23.041.

PUESTO	CANTIDAD	PERSONAL		
		SALARIO MENSUAL (U\$D)	APORTE+SAC (U\$D)	TOTAL ANUAL (U\$D)
Gerente administrativo	1	1800	2214	23.814
Analista de compras	1	850	1045,5	11.246
Analista de ventas	1	850	1045,5	11.246
Analista de contabilidad	1	850	1045,5	11.246
Analista de RRHH	1	850	1045,5	11.246
Gerente de producción	1	1800	2214	23.814
Coordinador de producción	1	1200	1476	15.876
Supervisor	4	1000	1230	49.230
Operario de línea	31	700	861	261.261
Coordinador de logística	1	1100	1353	14.553
Supervisor de logística	2	900	1107	22.707
Chofer de auto elevador	8	1000	1230	97.230
Jefe de mantenimiento	1	1500	1845	19.845
Operario de mantenimiento	4	1000	1230	49.230
Gerente de gestión integral	1	2000	2460	26.460
Responsable de calidad	1	1700	2091	22.491
Inspector de MP	1	700	861	9.261
Inspector de PT	1	700	861	9.261
Encargado de SHMA	1	800	984	10.584
TOTAL COSTOS CAPITAL HUMANO				622.542

Tabla 13.10: Costos asociados al capital humano.

Fuente: Elaboración propia.

13.3.4. Otros costos

Por último, se calculan costos que no se tuvieron en cuenta en los análisis anteriores. Los mismos se detallan en la siguiente tabla, cada uno tiene imputado un porcentaje asociado a distintos centros de costos.

OTROS COSTOS		
Concepto	% Imputado	Costo anual (U\$D)
Mantenimiento y construcciones menores	10% Costo directo de fábrica	829.146
Seguros	8% inversión de capital fijo	896.731
Gastos médicos	5% Mano de obra	31.127
Limpieza	7% Mano de obra	43.578
Seguridad	6% Mano de obra	37.353
Cocina	5% Mano de obra	31.127
Recolección de desechos	30% Mano de obra	186.763
Otros servicios tercerizados	8% Mano de obra	49.803
Impositivos	2% Inversión total del capital	237.150
Gastos administrativos	8% Mano de obra	49.803
Gastos de distribución	8% Mano de obra	49.803
Depreciación de equipos	4% Inversión de capital fijo	448.366
Depreciación de edificio	3% Costo del terreno + Estructuras	56.177
TOTAL (U\$D/año)		2.946.927

Tabla 13.11: Otros costos a considerar.

Fuente: Elaboración propia.

13.3.5. Resumen de costos

En la siguiente tabla se detallan, a modo de resumen todos los costos de producción obtenidos anteriormente.

RESUMEN DE COSTOS	
CENTRO DE COSTO	U\$D/año
Materia prima	4.531.842
Mano de obra	622.542
Servicios	23.995
Otros costos	2.946.927
TOTAL ANUAL (U\$D/año)	8.125.307

Tabla 13.12: Resumen de los costos considerados.

Fuente: Elaboración propia.

13.3.6. Producto final

Se calcula también el precio anual del producto final, tal como se presenta a continuación.

PRODUCTO FINAL			
PRODUCTO FINAL	CANTIDAD ANUAL (kg)	PRECIO UNITARIO (U\$D/kg)	PRECIO ANUAL (U\$D/año)
PHPA	3.600.000	3	10.800.000
TOTAL ANUAL (U\$D/año)			10.800.000

Tabla 13.13: Costo total de la producción anual.

Fuente: Elaboración propia.

13.4. Presupuesto financiero

El presupuesto económico se lleva a cabo con el propósito de planificar y estimar los ingresos, gastos, inversiones y flujos de caja esperados en un período determinado, lo que permite una gestión más efectiva de los recursos financieros y fundamentalmente facilita la toma de decisiones estratégicas.

13.4.1. Financiación

El financiamiento requerido para la inversión se adquiere a través de préstamos, y para determinar el monto de los pagos periódicos se emplea el método de amortización francés.

Se decide tomar un crédito con una financiación del 60%, se toma para el cálculo una tasa del 11% ya que se trata de una bastante alta y se considera la condición más desfavorable. Por último, se toma un plazo de 5 años.

Para el cálculo de la financiación se utiliza el método francés, el mismo consiste en un pago de cuotas constantes, esto se debe a que el valor de interés es menor cada año y el de amortización mayor, contrarrestándose y dando una cuota fija cada año. El valor de la cuota se obtiene según la siguiente expresión:

$$C = V \cdot \frac{(1 + i)^n \cdot i}{(1 + i)^n - 1}$$

Siendo:

- C: el valor de la cuota
- V: el valor del préstamo
- i : la tasa de interés
- n : la cantidad de cuotas

PRÉSTAMO	
Financiación	60%
Tasa de interés	11%
Plazo (años)	5
Inversión inicial (U\$D)	11.857.514
V (U\$D)	7.114.508
C (U\$D)	1.924.975

*Tabla 13.14: Préstamos.
Fuente: Elaboración propia.*

A pagar de la siguiente forma:

SISTEMA DE FINANCIACIÓN				
CUOTA	AMORTIZACIÓN (U\$D)	INTERÉS ANUAL (U\$D)	CAPITAL AMORTIZADO (U\$D)	CAPITAL PENDIENTE (U\$D)
0	-	-	-	7.114.508
1	1.142.379	782.596	1.142.379	5.972.129
2	1.268.040	656.934	2.410.419	4.704.089
3	1.407.525	517.450	3.817.944	3.296.564
4	1.562.353	362.622	5.380.297	1.734.211
5	1.734.211	190.763	7.114.508	0

*Tabla 13.15: Sistema de financiación.
Fuente: Elaboración propia.*

13.4.2. Flujo de caja proyectado

La proyección del flujo de caja permite prever posibles circunstancias que puedan afectar o poner en riesgo la viabilidad operativa de la empresa.

Se realiza un informe de los primeros diez años. Como saldo inicial de caja, se toma el capital de trabajo calculado en la inversión inicial.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL AVELLANEDA

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Saldo inicial caja	648,37	-401,91	347,81	1,097,530	1,847,249	2,596,968	5,271,661	7,946,355	10,621,048	13,295,742
Ingresos										
Ventas PHPA	9,000,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000
Egresos										
Egresos operativos										
Materia prima	-4,531,842	-4,531,842	-4,531,842	-4,531,842	-4,531,842	-4,531,842	-4,531,842	-4,531,842	-4,531,842	-4,531,842
Mano de obra	-622,54	-622,54	-622,54	-622,54	-622,54	-622,54	-622,54	-622,54	-622,54	-622,54
Servicios	-24,00	-24,00	-24,00	-24,00	-24,00	-24,00	-24,00	-24,00	-24,00	-24,00
Otros costos	-2,946,927	-2,946,927	-2,946,927	-2,946,927	-2,946,927	-2,946,927	-2,946,927	-2,946,927	-2,946,927	-2,946,927
Egresos financieros										
Amortización	-1,142,379	-1,268,040	-1,407,525	-1,562,353	-1,734,211	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Intereses	-782,60	-656,93	-517,45	-362,62	-190,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flujo de fondo										
Flujo neto mensual	-1,050,281	749,72	749,72	749,72	749,72	2,674,693	2,674,693	2,674,693	2,674,693	2,674,693
Flujo neto acumulado	-401,91	347,81	1,097,530	1,847,249	2,596,968	5,271,661	7,946,355	10,621,048	13,295,742	15,970,435

Tabla 13.16: Proyección del flujo de caja para los primeros diez años de operación.

Fuente: Elaboración propia.

13.4.3. Evaluación de la rentabilidad del proyecto

La determinación de la rentabilidad del proyecto se lleva a cabo mediante el análisis de dos indicadores clave: el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Estos indicadores nos proporcionan una estimación del retorno que se puede esperar al invertir en el proyecto.

13.4.3.1. Valor Actual Neto (VAN)

El VAN es el Valor Actual Neto e indica la viabilidad del proyecto.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{\text{flujo anual } (V_t)}{(1 + \text{tasa})^t}$$

Siendo:

- I_0 : egreso inicial.
- V_t : flujo neto anual de dinero en cada periodo “n”.
- t : periodo de tiempo.
- k : tasa de corte.

k	18%
A (U\$D)	11.857.514

Año	VAN
1	-340.600
2	249.793
3	667.991
4	952.790
5	1.135.158
6	3.746.452
7	4.857.166
8	5.541.841
9	5.904.609
10	6.027.749
VAN 10 años	16.885.436

Tabla 13.18: Cálculo del VAN.

Fuente: Elaboración propia.

Observando la tabla anterior, se determina que en VAN a 5 años es mayor a 0.

13.4.3.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es un indicador que refleja la rentabilidad del proyecto. Se calcula haciendo que el VAN sea igual a 0.

TIR	32%
-----	-----

Tabla 13.19: Cálculo del TIR.

Fuente: Elaboración propia.

Se utiliza la herramienta de Excel, Solver, para obtener el valor del TIR y se observa que su valor es mayor a 18%.

13.5. Conclusiones

Se requiere un aporte de U\$S 11.857.514 de inversión inicial a partir de un préstamo bancario de U\$S 7.114.508 que se va a pagar en 5 años con un interés del 11% por el sistema francés.

Se obtuvieron indicadores positivos de valor actual neto (VAN) y de una tasa interna de retorno (TIR) mayor a la tasa de interés. Por lo tanto, se concluye que **el proyecto es factible económicamente.**

BIBLIOGRAFÍA

- Peters M., Timmerhaus K.D.; “Diseño de Plantas y su Evaluación Económica para Ingenieros Químicos”; Editorial Géminis S.R.L.; 1978.
- Seider W.D., Seader J.D. y Lewin D.R.; “Product & Process Design Principles”; 2da Edición; John Wiley and Sons, Inc.; 2004.
- Jiménez Gutiérrez A.; “Diseño de Procesos en Ingeniería Química”; Editorial Reverté; 2003.
- Matche. Precios de equipos. Recuperado de: www.matche.com.
- Alibaba Group. Precios de equipos. Recuperado de: www.alibaba.com.