



Proyecto en proceso de aprobación  
Favor no citar

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
PLANTA DE FERTILIZANTES FERTIL PAMPA  
PUERTO DE BAHÍA BLANCA**

**CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL EMPRENDIMIENTO**

**Febrero 2026**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**PLANTA DE FERTILIZANTES FERTIL PAMPA**  
**PUERTO DE BAHÍA BLANCA**

**CAPÍTULO 2 – DESCRIPCIÓN DEL EMPRENDIMIENTO**

**ÍNDICE**

<b>1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>7</b>
<b>1.1 UBICACIÓN</b>	<b>7</b>
1.1.1 Fundamentación	7
1.1.2 Sitio de Localización	8
<b>1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL</b>	<b>10</b>
<b>1.3 COMPONENTES</b>	<b>10</b>
<b>2. PLANTA DE FERTILIZANTES</b>	<b>11</b>
<b>2.1 PRODUCCIÓN DE AMONÍACO</b>	<b>17</b>
2.1.1 Hidrogenado y Desulfurización	20
2.1.2 Reformado Primario	20
2.1.3 Compresor de Aire de Proceso	22
2.1.4 Reformado Secundario	22
2.1.5 Conversión de Monóxido de Carbono	23
2.1.6 Unidad de Remoción de Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	23
2.1.7 Metanación	24
2.1.8 Secado del Gas de Síntesis	25
2.1.9 Purificación Criogénica	25
2.1.10 Compresión de Gas de Síntesis	26
2.1.11 Síntesis de Amoníaco	26
2.1.12 Recuperación de Amoníaco de Purga del Loop de Síntesis	27
2.1.13 Refrigeración por Amoníaco	28
2.1.14 Separador de Condensado de Proceso	28
2.1.15 Red de Vapor	28

2.1.16	Sistema de Antorchas	29
<b>2.2</b>	<b>PRODUCCIÓN DE UREA</b>	<b>29</b>
2.2.1	Compresión de Amoníaco y Dióxido de Carbono	31
2.2.2	Síntesis de Urea	31
2.2.3	Expansión Adiabática	32
2.2.4	Sección de Media Presión	32
2.2.5	Sección de Recirculación de Baja Presión	32
2.2.6	Almacenamiento y Evaporación de Urea	33
2.2.7	Proceso Tratamiento del Condensado	33
2.2.8	Sistema de Antorchas	34
<b>2.3</b>	<b>GRANULACIÓN</b>	<b>35</b>
2.3.1	Cámara de Granulación	36
2.3.2	Extracción del Producto de Granulación	36
2.3.3	Clasificación de Granulados	36
2.3.4	Enfriamiento de Producto Grueso	37
2.3.5	Manejo de Producto Grueso y Fino	37
2.3.6	Enfriamiento del Producto	37
2.3.7	Depuración de Gases de Descarga del Granulador	37
2.3.8	Sistema de Desempolvado	38
2.3.9	Disolución de Urea	38
2.3.10	Tanque de Semillado de Puesta en Marcha	38
<b>2.4</b>	<b>UNIDAD DE SUMINISTRO DE NITRÓGENO</b>	<b>38</b>
2.4.1	Condiciones de Diseño	39
<b>2.5</b>	<b>USOS DE AGUA</b>	<b>39</b>
2.5.1	Abastecimiento de Agua	39
2.5.2	Tratamientos del Agua	42
2.5.3	Sistema Contra Incendios	49
2.5.4	Descarga del Agua: Efluentes	50
<b>3.</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>	<b>55</b>
<b>3.1</b>	<b>DUCTO DE GAS</b>	<b>55</b>

3.1.1	Características Generales del Ducto	55
3.1.2	Análisis de Alternativas	56
3.1.3	Descripción de Instalación	59
3.1.4	Condiciones Operativas del Gasoducto	60
3.1.5	Tareas de Mantenimiento	61
<b>3.2</b>	<b>CONEXIÓN ELÉCTRICA</b>	<b>61</b>
3.2.1	Infraestructura Eléctrica de Interconexión a SADI	61
3.2.2	Subestación de Transformación 500/33 KV ET_PEUREA	63
<b>3.3</b>	<b>VIADUCTO DE CONEXIÓN AL MUELLE</b>	<b>66</b>
3.3.1	Viaducto	67
3.3.2	Geometría	68
3.3.3	Características del Viaducto	70
<b>4.</b>	<b>ETAPA PRECONSTRUCTIVA</b>	<b>72</b>
<b>4.1</b>	<b>RETIRO DE CHATARRA Y METALES</b>	<b>72</b>
<b>4.2</b>	<b>TAREAS PRINCIPALES</b>	<b>72</b>
<b>5.</b>	<b>ETAPA CONSTRUCTIVA</b>	<b>73</b>
<b>5.1</b>	<b>CRONOGRAMA DE OBRA</b>	<b>73</b>
<b>5.2</b>	<b>MANO DE OBRA Y CONDICIONES DE TRABAJO</b>	<b>73</b>
<b>5.3</b>	<b>CANTIDAD ESTIMADA DE MATERIALES DE OBRA</b>	<b>73</b>
<b>5.4</b>	<b>OBRADORES E INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS</b>	<b>74</b>
5.4.1	Instalaciones Complementarias Temporales	74
5.4.2	Planta de Hormigón	74
<b>5.5</b>	<b>RESIDUOS Y EFLUENTES LÍQUIDOS</b>	<b>75</b>
<b>5.6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS</b>	<b>76</b>
5.6.1	Preparación del Terreno	76
5.6.2	Instalación de Cerco Perimetral	76
5.6.3	Movimiento de Suelos	76
5.6.4	Fundaciones	78
5.6.5	Estructuras de Hormigón	82
5.6.6	Edificaciones	84

5.6.7	Estructuras Metálicas y Cañerías	86
5.6.8	Montaje de Equipos	87
<b>5.7</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DEL VIADUCTO DE CONEXIÓN AL MUELLE</b>	<b>88</b>
5.7.1	Metodología de Pilotaje	88
<b>5.8</b>	<b>OBRAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA</b>	<b>89</b>
5.8.1	Distribución Eléctrica de Media Tensión y Baja Tensión	89
5.8.2	Red de Emergencia	90
5.8.3	Montaje Eléctrico	90
5.8.4	Canalizaciones, Tendido y Conexionado en Baja Tensión	90
5.8.5	Puesta a Tierra y Protección Atmosférica	91
5.8.6	Iluminación	91
<b>5.9</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DEL DUCTO DE GAS</b>	<b>92</b>
5.9.1	Apertura de Pista	92
5.9.2	Prueba Hidráulica	93
5.9.3	Prueba de Resistencia y Hermeticidad	93
5.9.4	Ensayos No Destructivos	93
5.9.5	Soldadura	94
5.9.6	Protección Anticorrosiva	94
5.9.7	Protección Catódica	94
5.9.8	Prueba de Aislación Eléctrica	94
5.9.9	Instalaciones de Carteles y Elementos de Advertencia	94
<b>6.</b>	<b>ETAPA OPERATIVA</b>	<b>95</b>
<b>6.1</b>	<b>MATERIAS PRIMAS E INSUMOS</b>	<b>95</b>
<b>6.2</b>	<b>PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS</b>	<b>96</b>
<b>6.3</b>	<b>LOGÍSTICA</b>	<b>96</b>
6.3.1	Sector Planta de Acopio	96
6.3.2	Despacho Marítimo	97
6.3.3	Despacho Terrestre	100
6.3.4	Sector Oficina e Ingreso	102
6.3.5	Servicios y Caminería	103

<b>6.4</b>	<b>EFLUENTES LÍQUIDOS</b>	<b>103</b>
<b>6.5</b>	<b>RESIDUOS</b>	<b>103</b>
6.5.1	Residuos Asimilables a Domiciliarios	104
6.5.2	Residuos Industriales No Especiales	104
6.5.3	Residuos Especiales	105
<b>6.6</b>	<b>EMISIONES GASEOSAS</b>	<b>107</b>
<b>6.7</b>	<b>PERSONAL Y CONDICIONES DE TRABAJO</b>	<b>110</b>

Proyecto en proceso de aprobación.  
Favor no citar.

## 1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto en evaluación consiste en una Planta de Fertilizantes para la producción de Amoníaco y Urea Granulada. La planta constará de un tren de producción de 3.450 MTPD<sup>1</sup> de amoníaco y 4.400 MTPD de dióxido de carbono, que abastecerán a dos trenes de producción de urea de 3.000 MTPD cada una.

La planta contará con un tanque de almacenamiento de amoníaco de 20.000 toneladas, un silo de urea granulada de 250.000 toneladas y facilidades logísticas para la carga de 500 t/h de urea granulada a camiones, la carga de 2.000 t/h de urea a buques y la carga de 500 t/h de amoníaco a buques.

El proyecto de la empresa FERTIL PAMPA busca, a través de la producción de urea, abastecer un mercado local estratégico para la agroindustria y generar divisas a través de la exportación y la sustitución de importaciones. Tendrá además un impacto positivo local al generar más de 3.500 puestos de trabajo durante su construcción y alrededor de 250 puestos de trabajo durante su operación, con una vida útil estimada en 30 años.

### 1.1 UBICACIÓN

La planta se encontrará ubicada en la localidad de Ingeniero White, partido de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina (38°47'32"S - 62°14'57"O), en un terreno de aproximadamente 80 hectáreas localizado en el complejo portuario de Bahía Blanca, contiguo a las centrales térmicas de generación eléctrica Piedra Buena (CTPB) e Ingeniero White (CTIW), ambas propiedad de la empresa PAMPA ENERGÍA.

El acceso vial al predio se realiza a través de la Ruta Nacional 252, desde donde se proyecta un camino de acceso exclusivo de 550 metros hasta el ingreso a la planta. Para el acceso náutico, la planta estará conectada con el muelle Cte. Luis Piedrabuena del Puerto de Ing. White.

#### 1.1.1 Fundamentación

La elección del emplazamiento de la planta de fertilizantes en el Puerto de Ing. White en Bahía Blanca responde a la confluencia de factores estratégicos, logísticos y energéticos que hacen de este sitio una localización óptima desde el punto de vista técnico, operativo y ambiental.

En primer lugar, Bahía Blanca constituye un nodo logístico y de transporte de escala nacional, donde confluyen rutas nacionales (RN3, RN33, RN35, RN22) y ramales ferroviarios de carga (Ferro sur Roca y Ferroexpreso Pampeano), que conectan directamente con las principales regiones productivas del país. Esta infraestructura terrestre garantiza el transporte eficiente de insumos y la distribución de productos hacia los mercados del centro y norte del país.

Asimismo, el Complejo Portuario de Bahía Blanca ofrece condiciones excepcionales para el transporte marítimo, al contar con un canal de acceso natural de 45 pies de calado, apto para buques de gran porte. El Complejo dispone de infraestructura portuaria consolidada para operaciones a granel y líquidos, y conexiones logísticas con las principales regiones productivas del interior del país.

Desde el punto de vista energético, Bahía Blanca es un nodo clave del sistema nacional, atravesado por los principales gasoductos troncales (Neuba I y II, y San Martín) y oleoductos, y sede de centrales eléctricas de generación termoeléctrica y eólica, lo que asegura una oferta estable y diversificada de energía.

<sup>1</sup> MTPD: Toneladas métricas por día.

Particularmente, el sitio de localización de la planta cuenta con acceso directo a un gasoducto de 4,8 Mm<sup>3</sup>/día, actualmente utilizado por la Central Termoeléctrica Piedra Buena, que garantiza el suministro del gas natural, una de las principales materias primas para la producción de amoníaco y urea. Además, dispone de conexión al SADI (Sistema Argentino de Interconexión) a través de las líneas de alta tensión de 132 y 500 kV, asegurando disponibilidad eléctrica para los procesos industriales.

Por último, el predio posee acceso directo al muelle Cte. Luis Piedrabuena, dentro del Puerto de Ing. White, lo que permite operaciones de carga de productos o descarga de insumos con una logística integrada tierra-mar.

En síntesis, la localización en Bahía Blanca combina proximidad a fuentes de energía primaria, infraestructura logística multimodal y capacidad portuaria de escala internacional, constituyendo un entorno industrial consolidado que minimiza los requerimientos de nuevas infraestructuras y optimiza la competitividad del proyecto.

### **1.1.2 Sitio de Localización**

La Planta de Fertilizantes se construirá en terrenos actualmente vacantes que son mayoritariamente propiedad del Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca (en adelante CGPBB) y en menor medida, de la Central Termoeléctrica Piedra Buena.

En este sentido, FERTIL PAMPA y CGPBB celebran un Contrato de Concesión de Uso, donde el puerto otorga el derecho de utilización de estas tierras para el desarrollo de la actividad productiva. Por su parte, la Central Termoeléctrica Piedra Buena entrega en comodato a FERTIL PAMPA las parcelas donde se pretende construir la planta.

Tal como se detalla en la Figura 1, los terrenos donde se construirá la Planta de Fertilizantes puede subdividirse en tres sectores principales:

- Sector 1. Todas las parcelas de este sector pertenecen en la actualidad al CGPBB y serán otorgadas en concesión a FERTIL PAMPA. Es importante señalar que este sector particularmente fue antiguamente utilizado para el desarrollo de otra obra industrial que nunca terminó de concretarse. No obstante, actualmente presenta vestigios de aquella obra inconclusa. Además, este sector fue utilizado recientemente por el CGPBB para la disposición de chatarra proviene de la ría de Bahía Blanca. En función a este panorama, se llevó a cabo en este sector un Estudio de Fase I (ASTM E1527-13), cuyos resultados se presentan en el ANEXO 6: ESTUDIO DE SITIO de este EIA.
- Sector 2. Todas las parcelas de este sector pertenecen en la actualidad al CGPBB y serán otorgadas en concesión a FERTIL PAMPA. Si bien este sector no fue afectado significativamente por el desarrollo industrial inconcluso, la presencia de un terraplén que conduce a un macizo costero que formaba parte del proyecto de muelle de dicho emprendimiento, alentó a incluir también este sector en el Estudio de Fase I (ASTM E1527-13). Este sector además incluye el muelle existente.
- Sector 3. Pertenece a la Central Termoeléctrica Piedra Buena y será otorgado en comodato a FERTIL PAMPA. En la actualidad, este sector es parte del predio de la Central Termoeléctrica, pero se encuentra fuera de uso

En el ANEXO 5: INMUEBLE de este EIA se presenta el listado de parcelas que conforman el inmueble y el propietario actual de cada una ellas.



Figura 1. Locación del proyecto.

*Mariano Miculicich*  
Ing. Mariano Miculicich  
REPRESENTANTE LEGAL

## 1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL

El proyecto consiste en una única planta de amoníaco, que producirá el dióxido de carbono y el amoníaco requeridos como materia prima para la producción de urea; y dos plantas gemelas de urea, cada una con su correspondiente unidad de granulación. Esto se complementa con unidades auxiliares de tratamiento de agua de mar (planta de agua), gas comprimido, vapor de agua y nitrógeno; y las facilidades requeridas para el almacenamiento y el despacho de urea por camiones, y de amoníaco y urea por barco.

Para la operación del complejo se prevé el abastecimiento de gas natural a través del gasoducto que actualmente provee a la Central Térmica Piedra Buena, el abastecimiento de energía eléctrica a través de conexión al SADI<sup>2</sup>, la utilización de agua de mar para el consumo de la planta, y la utilización del muelle Cte. Luis Piedrabuena para el despacho de productos. Para concretar estas necesidades se diseñaron las siguientes obras complementarias:

- ❖ Construcción de un ducto de conducción de gas natural desde la actual estación reguladora de la Central Termoeléctrica Piedra Buena hasta la futura Planta de Fertilizantes.
- ❖ Construcción de la subestación transformadora ET PEUREA y conexión al SADI.
- ❖ Construcción de un viaducto de conexión entre el predio de la planta y el muelle Cte. Luis Piedrabuena de 230 metros de longitud sobre el estuario de Bahía Blanca.
- ❖ Construcción de un ducto de abastecimiento de agua desde la sala de bombas de la Central Termoeléctrica Piedra Buena hasta el predio de la planta. La Central Termoeléctrica se abastece del agua del estuario mediante una obra de toma ubicada junto al canal de acceso al puerto.

El complejo se construirá con la más avanzada tecnología existente, que considera un uso eficiente de la energía, minimizando las emisiones de dióxido de carbono, y con un moderno sistema de antorchas y de seguridad, para garantizar la protección de la comunidad, los empleados y el ambiente.

El tiempo estimado de ejecución de la obra es de 3 años, y el emprendimiento está diseñado para una vida útil de 30 años con un ciclo de parada programada cada 4 años.

## 1.3 COMPONENTES

Para la evaluación ambiental del proyecto se identificó un componente principal, la Planta de Fertilizantes, y componentes secundarios fundamentales para la logística de abastecimiento de servicios y despacho de productos:

- **Planta de Fertilizantes** (componente principal)
- **Subestación Transformadora ET PEUREA y conexión eléctrica al SADI** (componente secundario para el abastecimiento energético)
- **Ducto de gas** (componente secundario para el abastecimiento de gas natural)
- **Viaducto** (componente secundario para la conexión del predio con el muelle Cte. Luis Piedrabuena permitiendo el despacho de productos vía marítima)

<sup>2</sup> SADI: Sistema Argentino de Interconexión.

El ducto de gas tendrá la función de transportar el gas natural necesario desde la actual Estación Reguladora perteneciente a la Central Termoeléctrica Piedra Buena (CTPB) hasta la Planta de Fertilizantes. Esta cañería contará con diámetro nominal de 16 pulgadas con una longitud total de 1.700 metros (1,7 km) desde su inicio en la estación de CTPB hasta su tramo final en la Planta de Fertilizantes. La CTPB obtiene el gas natural a través de un gasoducto dedicado de 22 km que proviene del sistema de gasoducto troncal desde la Planta General Cerri de Transportadora Gas del Sur S.A. (TGS).

Por su parte, el servicio de suministro eléctrico será cumplimentado con una nueva Subestación Transformadora denominada ET\_PEUREA, la cual se vinculará con el SADI a través de la línea existente de 500 kV denominada 5BBLP1. Esta línea actualmente permite el despacho de la energía generada en la Central Termoeléctrica Piedra Buena (U29) hacia el SADI.

Para el despacho de los productos elaborados (urea granulada y amoníaco) vía marítima se utilizará el muelle existente denominado muelle Cte. Luis Piedrabuena (CLP) del Puerto de Ing. White. En este sentido se construirá un viaducto de 230 metros con el objetivo de conectar el actual macizo con el muelle. El viaducto sostendrá un camino vial, un camino peatonal, una cañería de amoníaco y la galería marítima con la cinta transportadora que conducirá la urea granulada desde los silos de almacenamiento al muelle.

## **2. PLANTA DE FERTILIZANTES**

El complejo industrial que conforma la planta de fertilizantes en su conjunto puede diferenciarse en dos áreas principales de desarrollo: ISBL (*Inside Battery Limits*) y OSBL (*Outside Battery Limits*), según esquema presentado en Figura 2.

El área ISBL comprende las instalaciones directamente relacionadas con el proceso productivo de amoníaco y urea granulada:

- 1 Planta de amoníaco y dióxido de carbono
- 2 Plantas de urea
- 2 Unidades de granulación

Además, el área ISBL incluye los siguientes sistemas:

- Sistema de distribución de agua para enfriamiento.
- Sistema de aire de servicio e instrumentos.
- Sistema de venteo y antorchas.
- Tratamiento y compresión de gas natural (si es necesario).
- Sala de control.
- Red de lucha contra incendios.
- Tratamiento de aguas residuales para las instalaciones ISBL (incluyendo el primer lavado).
- Condensados de procesos y turbinas de vapor.
- Tanque de almacenamiento refrigerado de amoníaco de doble integridad y sus instalaciones relacionadas, incluyendo carga de buques y tuberías asociadas.
- Energía eléctrica de emergencia
- Unidad de suministro de Nitrógeno



Por otro lado, el área OSBL comprende las facilidades e instalaciones auxiliares necesarias para la operación y el mantenimiento de las unidades y sistemas de área ISBL. Entre ellos se destacan:

- Provisión de gas natural.
- Provisión de energía eléctrica.
- Captación y bombeo de agua (del estuario).
- Desalinización de agua.
- Producción y abastecimiento de agua desmineralizada.
- Generación de vapor de alta presión.
- Producción de agua para enfriamiento.
- Producción de agua para servicios.
- Sistema de agua contra incendios.
- Provisión de agua potable.
- Planta de tratamiento de efluentes.
- Silos de urea granulada, cintras de transporte y cargadero de camiones y barcos.

En la Figura 3 se presenta el layout de la planta, identificándose el área ISBL y el área OSBL.

Proyecto en proceso de aprobación.  
Favor no citar.



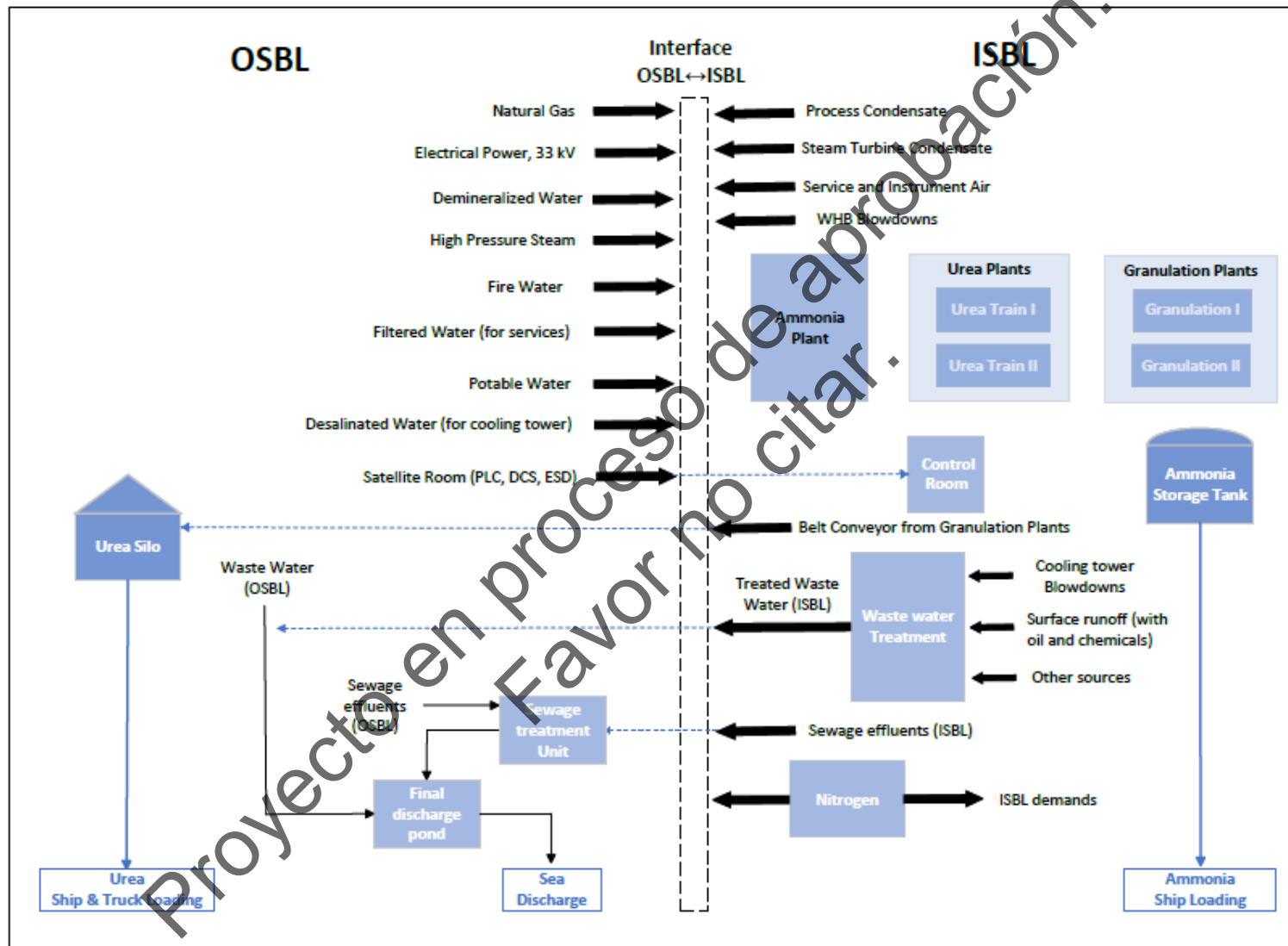


Figura 2. Interface OSBL-ISBL.



Figura 3. Layout General de Planta de Fertilizantes.

Ing. Mariano Miculich  
REPRESENTANTE LEGAL

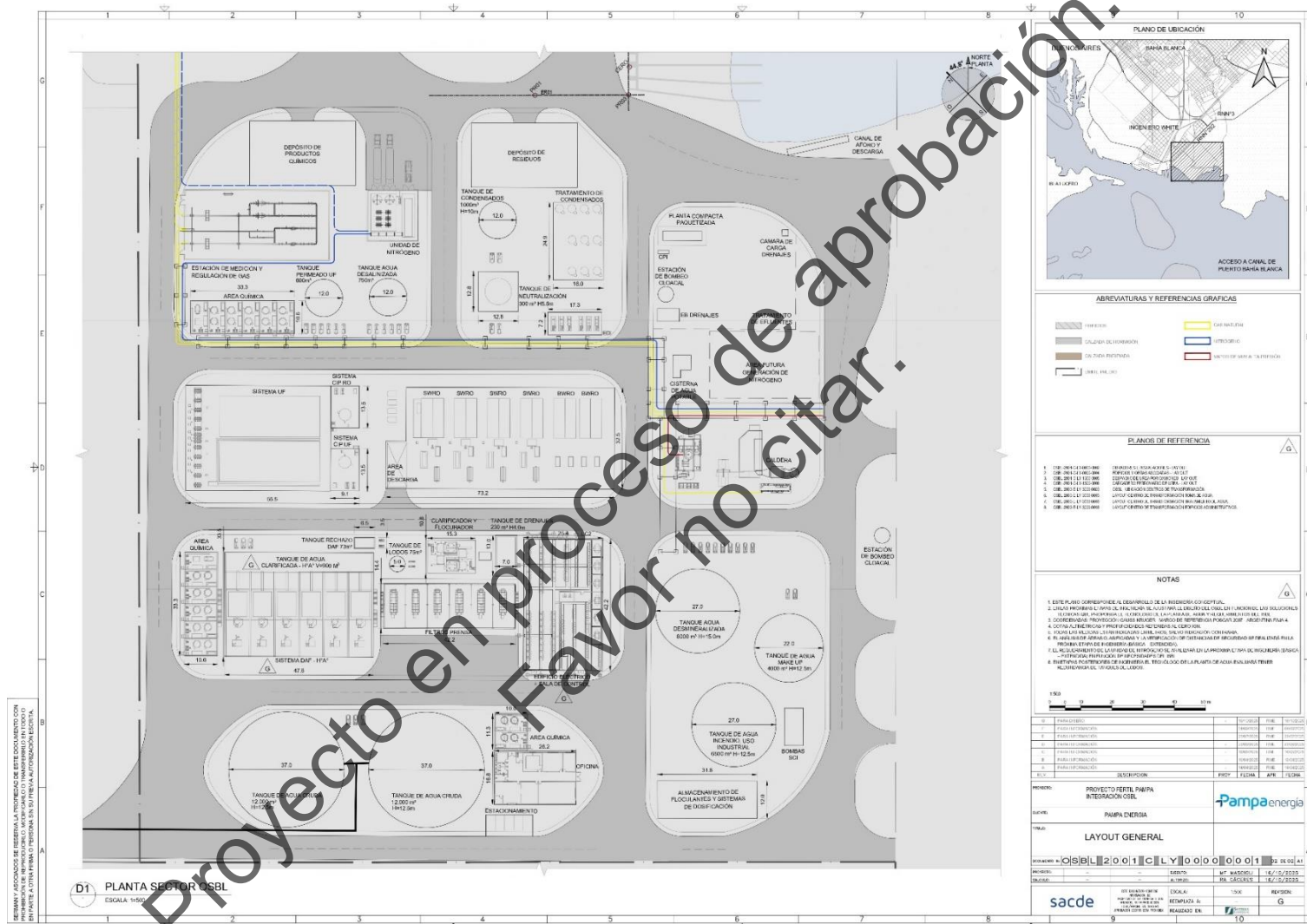


Figura 4. Layout OSBL de Planta de Fertilizantes.

Ing. Mariano Miculich  
REPRESENTANTE LEGAL

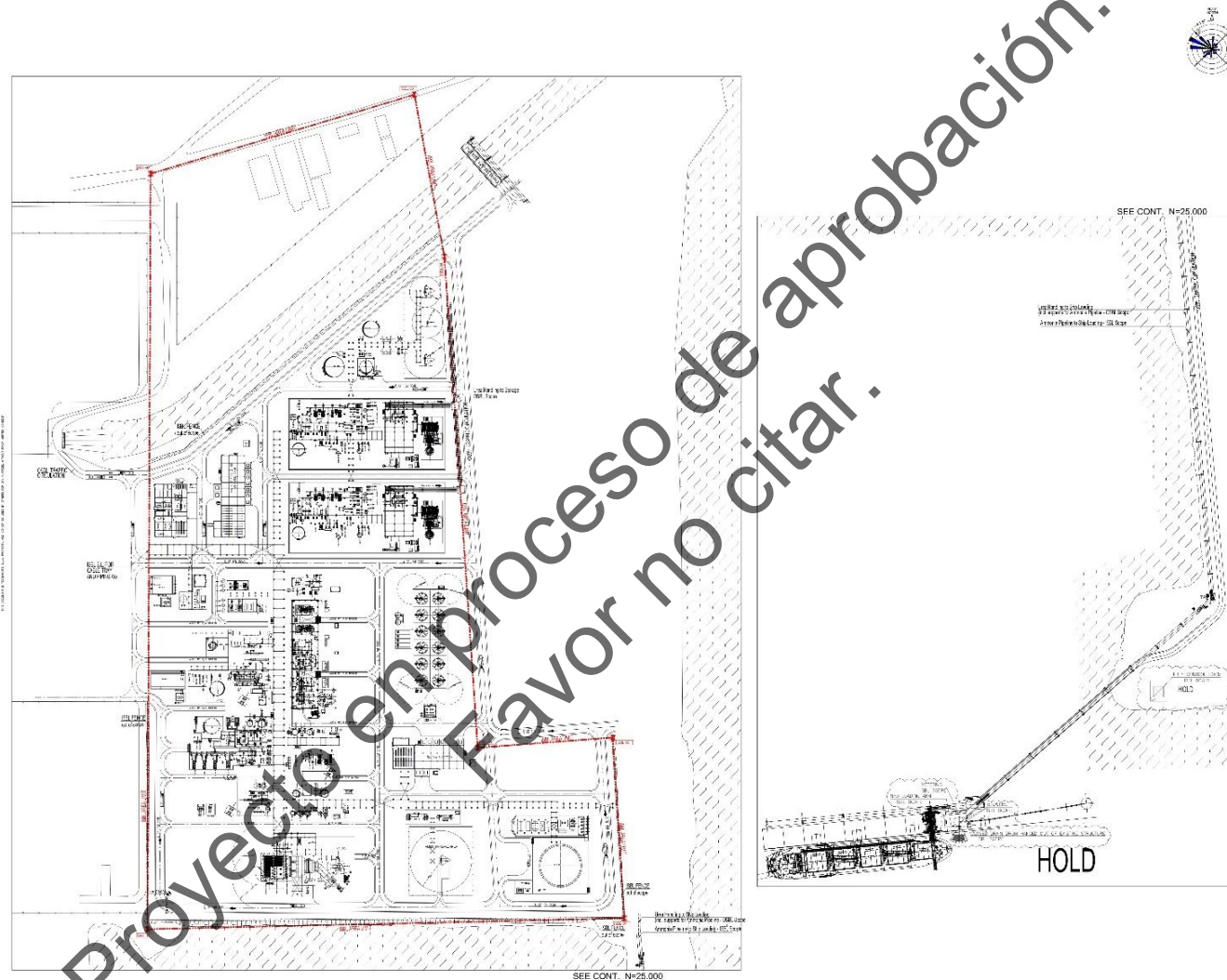


Figura 5. Layout ISBL de Planta de Fertilizantes. Imagen izquierda: vista de la planta productiva. Imagen derecha: vista del viaducto de conexión al muelle.

Para el diseño del complejo se consideraron las siguientes premisas:

- Consumo de agua. En virtud de la escasez del recurso en la zona, se previó el uso de agua del estuario para la producción de agua desalinizada para enfriamiento y agua desmineralizada para producción de vapor.
- Ruido. En el diseño de los distintos sistemas y unidades de la planta se consideraron los límites establecidos en la Resolución 295/2003.
- Emisiones gaseosas. En el diseño de los distintos sistemas y unidades de la planta se consideraron los parámetros y valores de calidad del aire establecidos en el Decreto 1.074/2018.
- Efluentes líquidos. La Planta de Tratamiento de Efluentes consideró los parámetros y valores de vuelco establecidos por la Autoridad del Agua en el Decreto 336/2003.
- Venteos y antorchas. Se dispone de los más avanzados sistemas para garantizar la seguridad de la comunidad, los empleados y el ambiente, teniendo en cuenta la cercanía a la comunidad de Ingeniero White.

## 2.1 PRODUCCIÓN DE AMONIACO

La planta de amoníaco consta de un tren de producción con una capacidad de diseño de 3.450 MTPD de amoníaco y 4.400 MTPD de dióxido de carbono que son enviadas a dos plantas de urea de 3.000 MTPD cada una, sumando una capacidad conjunta total de 6.000 MTPD. En operación normal se envía el 100% del amoníaco directamente a las plantas de urea.

Se dispone además de un tanque de almacenamiento de amoníaco de 20.000 toneladas, para uso eventual en paro de planta o maniobras operativas que da flexibilidad a la operación.

La planta de amoníaco está constituida por un único tren de producción. Todos los componentes de la planta de amoníaco se basan en características tecnológicas probadas.

Como características principales del proceso productivo se destaca que, los compresores principales (Aire, Gas de Síntesis y Refrigeración de Amoníaco) son compresores centrífugos y son accionados por turbinas de vapor que produce el propio proceso, favoreciendo así la integración energética del proceso productivo. La bomba de agua de alimentación de caldera de alta presión también tiene un controlador de turbina de vapor con una bomba de reserva impulsada por motor eléctrico para mayor confiabilidad de operación. Una bomba de solución de amina de la sección de remoción de CO<sub>2</sub> es accionada por turbina hidráulica, mientras que las otras dos, incluida la bomba de repuesto, son accionadas por motor eléctrico. El resto de los equipos rotantes, como el ventilador de tiro inducido y forzado del reformador primario, y todas las bombas son accionadas por motor eléctrico.

La tecnología seleccionada, basada en el proceso Haber-Bosch, básicamente es un proceso convencional con ciertas modificaciones probadas en diferentes partes del proceso, que favorece principalmente el consumo energético del complejo.

Este proceso se basa en el reformado de gas natural con vapor para producir hidrógeno y dióxido de carbono. El hidrógeno, junto con el nitrógeno que proviene del aire alimentado al proceso, serán los que formarán el amoníaco. Tanto el dióxido de carbono como el amoníaco serán enviados a la planta de urea como materias primas.



El gas natural que utiliza el proceso es entregado en las siguientes condiciones:

- Presión: 17-20 kg/cm<sup>2</sup> (g)
- Temperatura: 25°C

**Tabla 1. Composición de Gas Natural: materia prima de la producción de amoníaco y dióxido de carbono.**

Componente	Composición Molar Típica % vol.	Mínima	Máxima
CH <sub>4</sub>	92	86	96
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6	3	10
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,6	0	2,1
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,1	0	0,5
n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,1	0	0,55
i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0	0	0,1
n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0	0	0,1
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0	0	0,07
CO <sub>2</sub>	0,7	0,3	1,2
N <sub>2</sub>	0,5	0,3	1,5

Trazas en Gas Natural	Unidades [mg/Sm <sup>3</sup> ]
Azufre total	15

El amoníaco producido tiene 99,5% en peso de amoníaco (min), 0,5% de agua (max) y 5 ppm de aceite (max).

El dióxido de carbono producido presenta las siguientes condiciones: 99% en peso de dióxido de carbono (min, base seca), antes de la adición de aire de pasivación. El remanente es hidrógeno y metano con 0,5% en peso (max).

En la Figura 6 se presenta el Diagrama de Flujo del proceso de producción de amoníaco y dióxido de carbono; y a continuación se describe cada una de las fases.



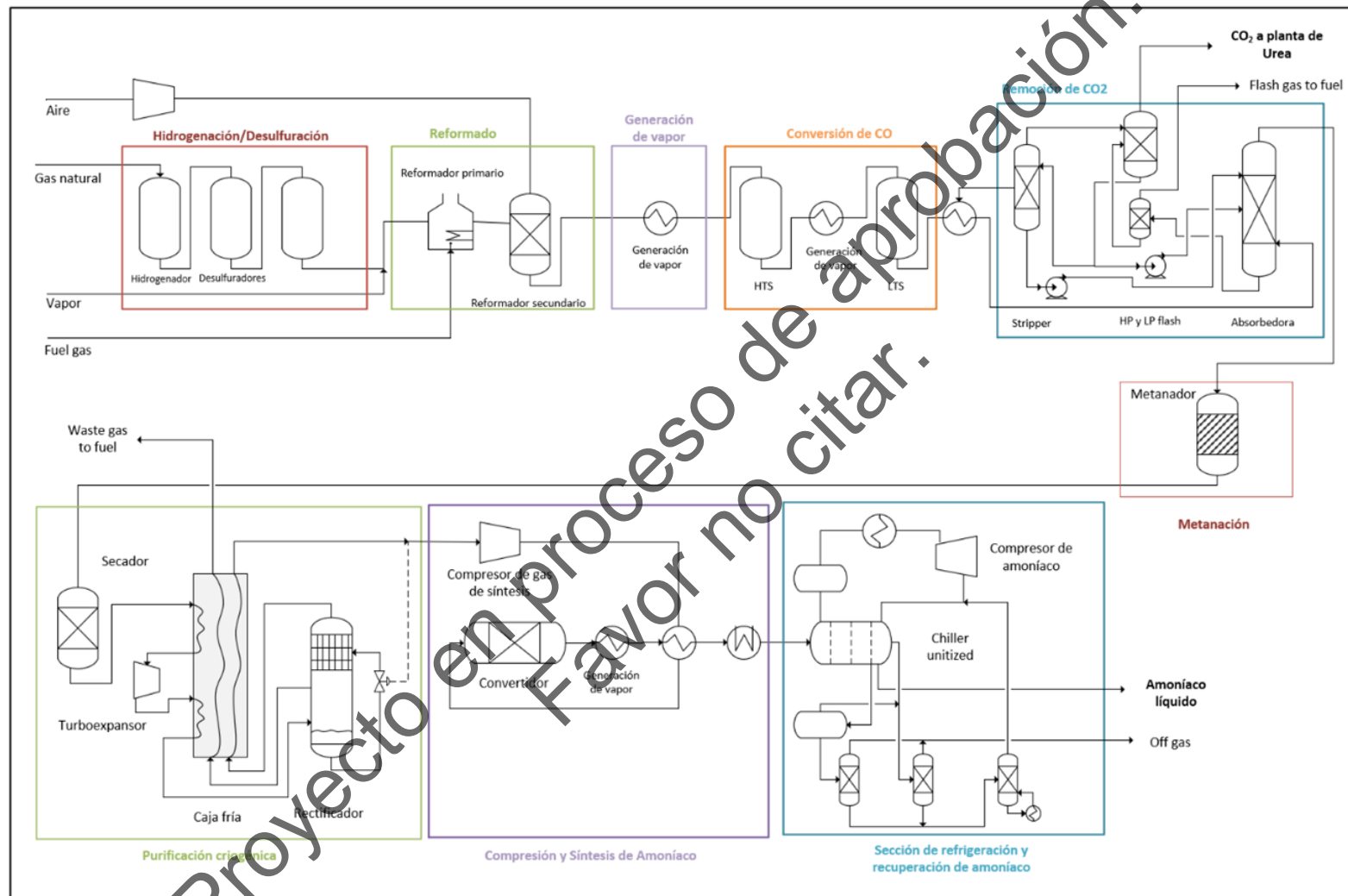


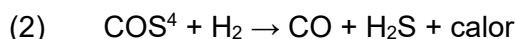
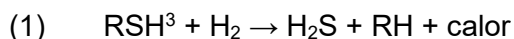
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de producción de amoníaco.

*[Firma manuscrita]*

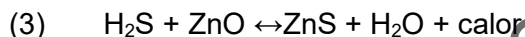
### 2.1.1 Hidrogenado y Desulfurización

El proceso inicia en la sección de hidrogenado y desulfurización. El gas natural se suministra en las condiciones indicadas en la Tabla 1, razón por la cual es necesario comprimirlo antes de alimentar el proceso. El gas natural pasa a través de filtros y un separador para eliminar el polvo y las gotas arrastradas. Asimismo, el gas natural contiene azufre que debe eliminarse: 30 ppmv como ácido sulfhídrico (max) y 15 ppmv como azufre orgánico.

La alimentación de gas natural se mezcla primero con una corriente de reciclaje de gas de síntesis rico en hidrógeno procedente del sistema de recuperación de amoníaco del gas de purga, la parte superior del depurador de amoníaco de alta presión, produciendo una mezcla que contiene aproximadamente un 2,0 % en moles de hidrógeno. Luego, el gas de alimentación se calienta en los serpentines de precalentamiento de alimentación ubicados en la sección de convección del reformador primario, antes de la desulfuración. La desulfuración del gas de alimentación se logra en dos etapas separadas. En el primer paso, el gas calentado pasa a través de un único recipiente de hidrotreamiento, que contiene catalizador de hidrogenación, óxido de cobalto/molibdeno (CoMox) donde los compuestos orgánicos de azufre, como los mercaptanos, presentes en el gas de alimentación, se convierten en sulfuro de hidrógeno a través del catalizador CoMox en presencia de hidrógeno siguiendo las reacciones típicas, mostradas a continuación:



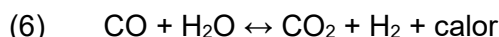
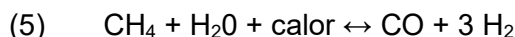
En el segundo paso, el gas del proceso pasa a través de los dos recipientes desulfuradores, cada uno de los cuales contiene un lecho de catalizador de óxido de zinc. El sulfuro de hidrógeno en el gas reacciona y es retenido por el catalizador de óxido de zinc (ZnO) de acuerdo con la reacción (3) y produce una corriente de salida que contiene menos de 1,1 ppmv de azufre aproximadamente.



Estos recipientes están dispuestos en una configuración en serie de "avance-retraso" de modo que cualquiera de los recipientes pueda desconectarse para cambiar el catalizador mientras el otro permanece en servicio.

### 2.1.2 Reformado Primario

La alimentación desulfurada se mezcla con vapor de media presión antes del reformado, la mezcla se precalienta a aproximadamente 540°C en la sección de convección de un reformador primario. La alimentación (gas natural y vapor) se distribuye en los tubos del reformador primario que contienen catalizador para favorecer la reacción de reformado. Los tubos están suspendidos en la sección radiante del horno que es calentada por quemadores de gas natural (combustible). El gas de alimentación pasa a través del catalizador de reformado y reacciona para formar hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono. Las reacciones primarias de reformado, así como la reacción de desplazamiento de agua y gas, se producirán en el catalizador y son las siguientes:



<sup>3</sup> RSH: mercaptanos

<sup>4</sup> COS: sulfuro de carbonilo

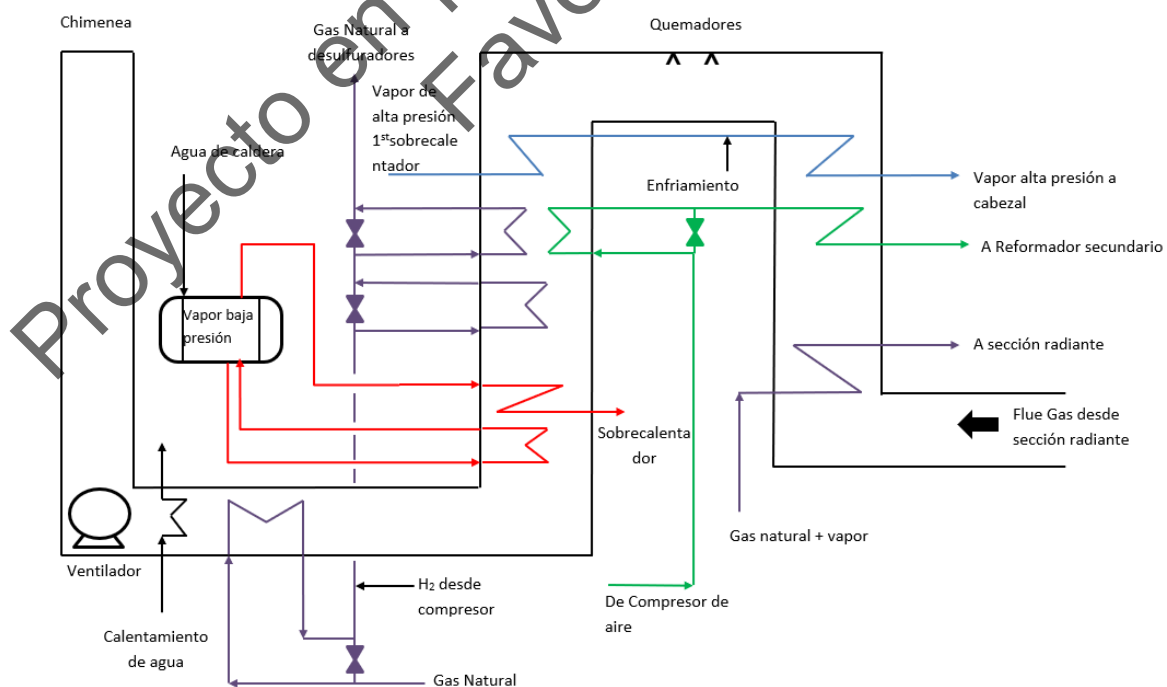
La reacción (4) es a conversión total, pero las reacciones (5) y (6) progresan al equilibrio. En general, la combinación de reacciones es endotérmica, siendo el calor radiante suministrado por los quemadores de gas combustible ubicados entre las filas de tubos. Los quemadores del horno son de fuego superior (desde el techo) y desarrollan una temperatura del gas reformado cercana a los 716°C en la salida de los tubos. La presión a la salida de los tubos del reformador primario es de 40 kg/cm<sup>2</sup>(a). El gas a la salida contiene aproximadamente un 28,5% en moles de metano seco sin reaccionar.

El horno de reformado está diseñado para lograr la máxima eficiencia térmica recuperando calor de los gases de combustión en la sección de convección. Los quemadores del horno están diseñados para utilizar tanto gas natural como combustible y los gases residuales del proceso.

El calor por convección se utiliza para los siguientes servicios:

- Precalentamiento de alimentación mezcla de vapor/gas.
- Precalentamiento del aire de proceso.
- Sobrecalentamiento por vapor a alta presión.
- Precalentamiento de alimentación de gas natural para desulfuración.
- Sobrecalentamiento de vapor.
- Generación de vapor.
- Calefacción de agua caliente.

Se proporciona un atemperador de vapor en serpentín de sobrecalentamiento de vapor para evitar altas temperaturas de sobrecalentamiento para lograr flexibilidad y reducción. El ventilador de tiro inducido (ID) se proporciona para mantener un tiro negativo (vacío parcial) en la caja radiante del reformador y llevar el gas de combustión a la chimenea. Se proporciona una compuerta (damper) de entrada del ventilador ID para controlar el tiro del horno.



**Figura 7. Esquema típico de la zona convectiva del reformador primario.**

### **2.1.3 Compresor de Aire de Proceso**

El compresor de aire proporciona aire de proceso para el reformador secundario, aire de servicios para instrumentos y aire de planta para amoníaco, urea y unidades de servicios, así como aire de pasivación para plantas de urea. El compresor de aire es accionado típicamente por una turbina de vapor. El aire de proceso previamente se calienta en la sección de convección del reformador primario y luego se envía al reformador secundario. El aire aporta el nitrógeno ( $N_2$ ) necesario para la síntesis de amoníaco ( $NH_3$ ).

### **2.1.4 Reformado Secundario**

El gas de proceso de salida del Reformador Primario contiene aproximadamente un 55% de hidrógeno y un 28% de metano (en base a volumen seco), el resto corresponde a monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ) principalmente. Este gas, junto con el gas de la corriente de aire, alimentan al Reformador Secundario.

En un reformador secundario convencional, la cantidad de aire se controla para producir una proporción molar de hidrógeno a nitrógeno de tres a uno en el gas de síntesis. En el proceso Purifier (que es el seleccionado para este proceso) normalmente se utiliza aproximadamente un 50% más de aire que en el proceso convencional, dando como resultado una relación molar de hidrógeno/nitrógeno menor que para un proceso convencional, esta cantidad de aire extra proporciona calor de reacción adicional en el reformador secundario y ayuda a mantener más baja la temperatura del gas que sale del reformador primario. Además, el metano no convertido (escape) es mucho mayor que el 0,25-0,30% típico de otros diseños. Esto relaja aún más la severidad del reformado y reduce la temperatura de salida requerida del reformador secundario. Además, el escape más alto permitido de metano ( $CH_4$ ) permite utilizar una relación vapor/carbono más baja en la alimentación del reformador, lo que hace que este proceso sea singularmente eficiente.

Estas dos características dan como resultado condiciones de reformado mucho más suaves que son ventajosas en términos de operaciones estables y confiables y una vida útil más larga del equipo. No hay problema de corrosión (*metal dusting*) con una proporción baja de vapor a carbono debido al aire adicional utilizado en el reformador secundario.

Todo el metano, junto con el exceso de nitrógeno ( $N_2$ ) y la mayor parte del argón (Ar), se elimina como gas residual en la caja fría, que es un intercambiador de calor que trabaja en condiciones criogénicas, que permite remover de la corriente de gas de proceso, impurezas de metano ( $CH_4$ ) y argón (Ar) y además ajustar la relación hidrógeno/nitrógeno ( $H_2/N_2$ ) al valor óptimo para la síntesis de amoníaco ( $NH_3$ ). Los gases removidos en esta sección serán utilizados como combustibles para el reformador primario.

En el reformador secundario, el oxígeno ( $O_2$ ) contenido en el aire quema parte del gas de proceso del reformador primario, lo que genera una temperatura alta en una cámara especial de mezcla/combustión situada encima del lecho del catalizador. El gas caliente de esta combustión pasa a través de un lecho de catalizador a base de níquel donde reacciona para producir más hidrógeno ( $H_2$ ) de manera similar al reformador primario, pero sin transferencia de calor exterior.

Debido a la naturaleza endotérmica general de la reacción de reformado, la temperatura del gas que sale del reformador secundario se reduce a aproximadamente  $901^\circ C$ .

El efluente del reformador secundario pasa directamente a la caldera de calor residual del reformador secundario, donde se genera vapor de muy alta presión en una caldera de circulación natural vertical. Luego, el gas parcialmente enfriado pasa a través del sobrecalentador de vapor de muy alta presión, enfriándolo a la temperatura de entrada de *shift* de alta temperatura (HTS) de 371°C. El sobrecalentador de vapor de muy alta presión proporciona sólo una parte de los requisitos de sobrecalentamiento del vapor, y la parte restante la cubren los serpentines de la sección de convección del reformador primario. Entre estos dos intercambiadores se proporciona derivación de gas de proceso para controlar la tasa de evaporación y sobrecalentamiento de acuerdo con las demandas operativas del sistema de vapor, al mismo tiempo que se controla la temperatura de alimentación del reactor de *shift* de temperatura alta (HTS).

### **2.1.5 Conversión de Monóxido de Carbono**

En esta sección, el monóxido de carbono (CO) reacciona con el vapor para formar cantidades equivalentes de hidrógeno (H<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por medio de la reacción denominada *water shift*. Como se indica para el reformado primario (reacción 6), la reacción de cambio es reversible y exotérmica. La velocidad de reacción de *shift* de monóxido de carbono (CO) se ve favorecida por la temperatura alta, pero la conversión en equilibrio de monóxido de carbono (CO) en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se ve favorecida por la temperatura baja.

Hay dos etapas de reacción de *shift* en esta sección, el *shift* de alta temperatura (HTS) y el *shift* de baja temperatura (LTS). En las dos etapas de conversión de turnos proporcionadas, el HTS opera con una entrada de 371°C y el LTS con una entrada de 205°C. Cada etapa del *shift* (HTS y LTS) utiliza un catalizador diferente con sus propias ventajas distintivas.

En el HTS, un catalizador de óxido de hierro más duradero y de costo relativamente bajo, produce la mayor parte de la conversión de monóxido de carbono (CO) a 3-16% en moles (base seca). Debido a la relación vapor/gas relativamente baja utilizada en esta planta, el HTS también contiene un promotor de cobre para evitar reacciones secundarias no deseadas que pudieran dañar el catalizador.

Con el arreglo de dos rectores para la sección de conversión de monóxido de carbono (CO) se alcanza un escape a la salida del LTS de 0,28% en moles (base seca).

Como medio para moderar la temperatura del gas de proceso entre la salida del HTS y la entrada al LTS, se genera vapor a alta presión y se precalienta agua de caldera BFW (*Boiler Feed Water*). El intercambiador está provisto de un bypass en el lado BFW para controlar la temperatura del gas de alimentación LTS. El calor se recupera del gas efluente del LTS en tres intercambiadores. Primero se utiliza para precalentar BFW de alta presión y luego para proporcionar calor al re-bullidor del *stripper* de la unidad de remoción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y finalmente, para precalentar el agua de alimentación del desaireador.

El agua condensada del gas de proceso se elimina en el separador de gas de proceso y se bombea al separador de condensado del proceso mediante la bomba de condensado del proceso. El gas de proceso continúa hacia la unidad de remoción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

### **2.1.6 Unidad de Remoción de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) contenido en el gas de proceso debe ser separado para continuar el proceso productivo hacia las plantas de urea, mientras que el hidrógeno (H<sub>2</sub>) y nitrógeno (N<sub>2</sub>) deben continuar hacia las unidades siguientes para producir amoníaco.

Este proceso se realiza por absorción del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del gas de proceso, con una solución de amina, en este caso, metil dietanol amina activada (aMDEA).

El gas de proceso ingresa primero a la sección inferior de la columna absorbidora, donde la mayor parte del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se remueve mediante absorción de una solución de amina semipobre (amina parcialmente descarbonatada). Luego, el gas pasa a la sección superior de la columna donde se remueve el resto del contenido de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) con una solución de amina pobre (completamente descarbonatada). El gas de proceso purificado (principalmente hidrógeno, nitrógeno e inertes) sale por el tope de la columna absorbidora y va hacia la sección de Metanación. Por el fondo de la columna sale la corriente de amina rica (rica en CO<sub>2</sub>) la cual primero pasa a través de una turbina hidráulica donde se despresuriza y entrega energía a una bomba de amina semipobre.

La presión de la solución a la salida de la turbina hidráulica se ajusta para permitir que se elimine la mayor parte del hidrógeno disuelto en la solución. El gas flasheado contiene una cantidad sustancial de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y se lava en una columna flash de alta presión con una solución pobre para maximizar la recuperación de CO<sub>2</sub> antes de enviar los gases de salida del flash de alta presión al sistema de combustible. La solución del fondo de la columna HP Flash se envía al Flash de baja presión (LP Flash) donde se despresuriza a una presión de 0,5 kg/cm<sup>2</sup>g aproximadamente. La mayor parte de la solución semi pobre del LP flash se bombea de regreso a la parte media de la columna absorbidora mediante las bombas de solución semi pobre. El resto de la solución semi-pobre es bombeada por las bombas de circulación de solución semi-pobre, a través del intercambiador pobre/semi-pobre, donde se calienta antes de pasar al stripper de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Una corriente de deslizamiento de la solución semi-pobre se dirige de regreso a la columna LP Flash a través de un filtro mecánico (filtros de solución amina).

El calor para la acción de extracción lo proporciona el hervidor de extracción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La solución pobre de amina se enfría primero mediante intercambio de calor con la solución semipobre en un intercambiador pobre/semipobre. Se enfría aún más mediante intercambio de calor con agua en dos etapas. Luego, las bombas de solución pobre bombean la solución pobre de regreso a la columna LP flash.

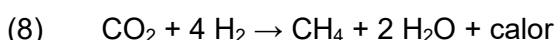
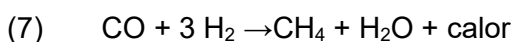
La corriente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de la parte superior de la columna LP Flash se enfría a 45°C. El producto dióxido de carbono (4400 MTPD como 100% CO<sub>2</sub>) se envía a las planta de urea.

### 2.1.7 Metanación

Todas las trazas del gas de proceso que contengan compuestos oxigenados como monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se deben eliminar por medio de las reacciones (7) y (8) en un reactor de lecho catalítico, Metanador.

El gas de tope de la absorbidora de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se precalienta de 50°C a 320°C aproximadamente en un intercambiador de alimentación y fondo del metanador, aprovechando el calor de las reacciones exotérmicas. Luego, el gas fluye a través del lecho del reactor donde los óxidos de carbono restantes se combinan con hidrógeno sobre un catalizador de níquel para formar metano y agua según las reacciones (7) y (8) respectivamente.

El lecho del reactor contiene un catalizador de níquel que promueve la reacción del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el monóxido de carbono (CO) con hidrógeno (H<sub>2</sub>) para formar metano y agua.



Si bien se aplican algunas restricciones de equilibrio, estas reacciones extremadamente exotérmicas casi se completarán. Por tanto, a pesar de las bajas cantidades de reactivos en el gas se producirá un aumento de temperatura bastante grande. La cantidad total de óxidos de carbono que salen del metanador será normalmente inferior a 5 pmv (máximo 10 ppmv), y el contenido de metano en las condiciones de diseño es aproximadamente 2,2 % en moles (base seca).

### **2.1.8 Secado del Gas de Síntesis**

En esta sección el gas de proceso se seca eliminando toda traza de agua, que podría generar problemas de obstrucción por congelamiento en la unidad de purificación criogénica.

Como preparación para el secado, el gas de salida del metanador se enfría mediante intercambio de calor con la alimentación del mismo, agua de enfriamiento y luego se enfría aún más con refrigerante de amoníaco a aproximadamente 4°C. El condensado se separa y se bombea al tratamiento de condensados de proceso. El gas de procesos frío se dirige a los secadores, que contienen desecantes sólidos. Al salir de estos secadores el contenido total de agua se reduce a menos de 1,0 ppmv en perlas de zeolita. Los filtros se proporcionan en la salida de la secadora.

Los secadores operan con una filosofía de uno en operación y el otro en regeneración, estas facilidades están diseñadas para un ciclo de aproximadamente 20 horas para proporcionar un margen de seguridad cómodo, ya que el ciclo de secado funciona cada 24 horas. La regeneración y el enfriamiento de los secadores se realizan con gas de ventilación seco del purificador, calentado a 250°C en el calentador de regeneración del secador de gas de síntesis mediante vapor de media presión. Durante el arranque o cuando no se encuentra disponible gas de purga, se utiliza una corriente lateral de 2 a 5% del gas de reposición fresco para la regeneración del adsorbente de tamiz molecular.

### **2.1.9 Purificación Criogénica**

El gas de proceso crudo seco denominado de aquí en adelante gas de síntesis, se enfría en el purificador criogénico (caja fría) mediante intercambio de calor con el gas de síntesis de reposición y con el gas de ventilación del purificador. El principio de enfriamiento de la caja fría se basa en la expansión adiabática del gas de síntesis a través de un turbo-expansor donde se extrae energía para desarrollar la refrigeración neta requerida para el purificador. La energía del turbo-expansor se recupera generando electricidad. El efluente del turbo-expansor se enfría aún más y se condensa parcialmente en la sección inferior de la caja fría y luego ingresa a la columna rectificadora purificadora. El líquido de la parte inferior del rectificador se evapora parcialmente a presión reducida en el lado de la carcasa del condensador superior del rectificador. Esto enfría la parte superior del rectificador y genera reflujo para el rectificador.

El líquido del fondo del rectificador contiene el exceso de nitrógeno, todo el metano y aproximadamente el 60% del argón de la alimentación. El líquido parcialmente evaporado que sale del lado de la carcasa del condensador superior del rectificador se recalienta y se vaporiza por intercambio con la alimentación del purificador y luego sale del purificador como gas residual. El gas residual se utiliza para regenerar el secador de gas de síntesis y luego se quema como combustible en el reformador primario. El gas de síntesis de reposición procedente de la parte superior del condensador superior del rectificador se calienta mediante intercambio con la alimentación del purificador a aproximadamente 1,8 °C y se envía al compresor de gas de síntesis. El funcionamiento del purificador está controlado por un analizador de hidrógeno en el gas de síntesis, para mantener la relación exacta de 3 a 1 (hidrógeno a nitrógeno). El único contaminante restante en el gas de síntesis resultante es aproximadamente un 0,2% de argón.

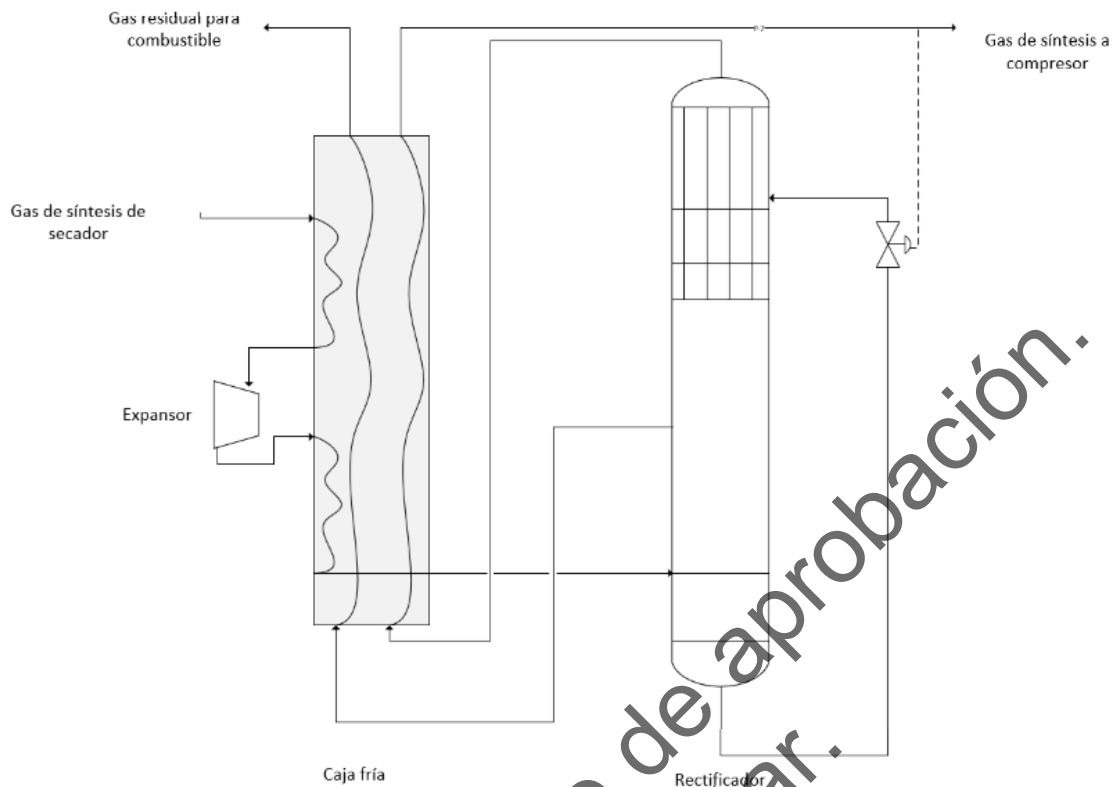


Figura 8. Esquema típico de la sección de purificación criogénica.

### 2.1.10 Compresión de Gas de Síntesis

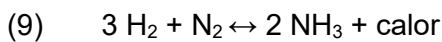
La reacción de producción de amoníaco (9) se ve favorecida a altas presiones, por esta razón antes de entrar al loop de síntesis de amoníaco el gas de síntesis purificado se comprime en un compresor centrífugo, a aproximadamente 150-160 kg/cm<sup>2</sup>(a). El gas de síntesis comprimido se precalienta y luego se alimenta directamente al convertidor de síntesis. El compresor es accionado por una turbina de vapor. La velocidad del compresor se controla para mantener la presión de succión. Durante la operación de reducción, el gas de reciclaje frío se puede derramar nuevamente hacia las succiones de cada etapa para evitar que el compresor entre en sobretensión.

### 2.1.11 Síntesis de Amoníaco

El amoníaco se produce en un convertidor horizontal de lecho fijo. El convertidor tiene un diseño de tres etapas termodinámicas y con enfriadores entre etapas. La tercera etapa se divide en dos lechos en serie, por lo que el convertidor contiene un total de cuatro lechos. Cada lecho está lleno de catalizador convencional de hierro promovido. Los gases de reposición y reciclaje procedentes de la descarga del compresor de gas de síntesis se precalientan mediante intercambio con el efluente del convertidor en el intercambiador de alimentación/efluente antes de ingresar al convertidor. La concentración de amoníaco en la alimentación del convertidor es de aproximadamente 1,8% molar. La alimentación al convertidor desde intercambiador gas/gas se divide en tres caminos antes de recombinarse e ingresar al primer lecho catalizador. La mayor parte de la alimentación del convertidor se precalienta en el enfriador del primer lecho mediante intercambio de calor con el efluente del primer lecho después de pasar a través del espacio anular entre la carcasa del convertidor y la canasta del catalizador para enfriar la carcasa. Otra parte se precalienta en el enfriador del segundo lecho mediante intercambio de calor con el efluente del segundo lecho, y el resto va directamente al primer lecho sin precalentamiento necesario para el ajuste de la temperatura de entrada al lecho.

El efluente del primer lecho se enfría mediante intercambio de calor con una parte de la alimentación al primer lecho como se mencionó anteriormente. El calor se recupera del efluente del segundo lecho precalentando la porción restante de la alimentación al primer lecho. La concentración final de amoníaco que sale del convertidor es de aproximadamente 20% molar.

La reacción de síntesis de amoníaco (9) es exotérmica y está gobernada por el equilibrio y se desarrolla con un aumento significativo de la temperatura en todo el catalizador. Los pasos de la reacción son los siguientes:



El calor de la reacción de la síntesis de amoníaco se recupera mediante el sistema de vapor en el efluente del convertidor de amoníaco/generador de vapor, y el precalentador efluente del convertidor de amoníaco/BFW (agua de alimentación a caldera).

Después de la recuperación de calor, el efluente del convertidor se enfría mediante intercambio de calor con la alimentación del convertidor y en el enfriador de efluentes del convertidor de amoníaco. Debido a la alta conversión obtenida en el convertidor de amoníaco, el punto de rocío del gas efluente del convertidor es varios grados Celsius superior a la temperatura del gas que sale del enfriador. El gas efluente del convertidor se enfría y condensa aún más en el enfriador unificado de amoníaco.

Este intercambiador especialmente diseñado proporciona enfriamiento del efluente del convertidor a través del intercambio de calor con el gas de síntesis que regresa del separador de amoníaco, y el amoníaco líquido hirviendo a cuatro niveles de temperatura diferentes.

Mecánicamente, el enfriador unificado de amoníaco consta de múltiples mazos de tubos que enfriarán y condensarán el amoníaco de gas de síntesis, mientras que los componentes incondensables regresarán al convertidor de amoníaco en forma de loop. Una pequeña porción de gas se purgará para y se enviará al tratamiento de recuperación para recuperar el amoníaco remanente mientras que los inertes serán enviados como fuel gas.

El amoníaco líquido se despresuriza y se evapora a aproximadamente 20 kg/cm<sup>2</sup>(a) en el recipiente de laminación de amoníaco, el vapor del recipiente, principalmente gas de síntesis disuelto, se mezcla con el gas de purga del sistema de refrigeración y se envía al tratamiento de recuperación de amoníaco de baja presión. El producto de amoníaco líquido restante luego se divide en corrientes que conducen al sistema de refrigeración de amoníaco en el enfriador unificado. La salida de la corriente de gas lavado del depurador de amoníaco de baja presión se envía al sistema de combustible.

### **2.1.12 Recuperación de Amoníaco de Purga del Loop de Síntesis**

Todas las purgas del loop de síntesis de amoníaco y sistema de refrigeración, son enviadas a tratamiento para recuperar el amoníaco remanente y separar los inertes e incondensables del proceso y utilizarlos como combustible. Para ello, la corriente de gas de purga de alta presión se alimenta al tratamiento de recuperación de amoníaco de alta presión y la corriente de gas flash de baja presión se alimenta a una sección de baja presión del tratamiento. El amoníaco de las corrientes de gas del fondo de ambas columnas se recupera como una solución acuosa de amoníaco. La solución acuosa combinada de ambas columnas se alimenta a la columna de destilación de amoníaco. El vapor de amoníaco recuperado se combina con la corriente principal de amoníaco que va al condensador de amoníaco.

### **2.1.13 Refrigeración por Amoníaco**

Esta sección es la encargada de refrigerar y condensar el amoníaco producto para ser enviado en condiciones criogénicas al tanque de almacenamiento y en condiciones operativas a la planta de urea. Se dispone de un circuito de refrigeración que utiliza amoníaco como fluido refrigerante.

El circuito cuenta con un acumulador, que contiene el amoníaco refrigerante que abastecerá al condensador *unitized* que es un intercambiador de calor integrado donde el amoníaco se despresuriza en cuatro niveles de operación, entregando así diferentes capacidades de refrigeración según las necesidades de las corrientes de proceso. Del *unitized* sales dos corrientes de amoníaco, una en condiciones criogénicas para enviarlo al tanque de amoníaco y otra en condiciones requeridas para ser enviada directamente a la planta de urea. Otra corriente de salida es amoníaco para reposición de nivel del acumulador y gases de purga al tratamiento de recuperación de amoníaco. Los vapores de amoníaco de los cuatro niveles de refrigeración se dirigen al compresor de refrigeración de amoníaco. El vapor de amoníaco finalmente se comprime y condensa en el condensador de amoníaco. El compresor es accionado por una turbina de vapor.

### **2.1.14 Separador de Condensado de Proceso**

El condensado del proceso debe ser tratado antes de ser enviado al tratamiento de servicios auxiliares. Para ello, el condensado se precalienta en el intercambiador de efluentes de alimentación, antes de ingresar al stripper de condensado del proceso, donde se eliminan el dióxido de carbono, el metanol y el amoníaco disueltos. El condensado eliminado que sale del fondo se enfría antes de enviarlo a la planta de servicios auxiliares. El stripper utiliza vapor como medio de arrastre y esta corriente que sale por tope de la columna es enviado al reformador primario. El medio de extracción para el separador de condensado del proceso es vapor de proceso en camino al reformador primario. Las impurezas capturadas del condensado y arrastradas por el vapor se descomponen en el Reformador Primario y no se descargarán al medio ambiente.

### **2.1.15 Red de Vapor**

La planta de amoníaco produce vapor sobrecalentado a muy alta presión, que es utilizado en las turbinas de los compresores de la planta. La red de vapor del complejo está compuesta por cabezales de vapor de muy alta presión, de alta, media y baja presión y cabezal de condensados.

El vapor a alta presión se genera mediante recuperación de calor del proceso en tres generadores de vapor, uno a la salida del reformador secundario, y los otros dos a la salida del reactor shift de alta temperatura (HTS), y el reactor convertidor de síntesis de amoníaco. El vapor a alta presión se sobrecalienta primero en un intercambiador de calor y luego en la sección de convección del horno de reformado. El vapor sobrecalentado a alta presión se envía a las turbinas que accionan el compresor de gas de síntesis y el compresor de refrigeración.

Una caldera auxiliar aporta vapor de alta presión para cerrar el balance de vapor del complejo.

Todos los condensados de proceso y de turbinas son colectados y enviados a tratamiento a la planta de servicios auxiliares. Luego el agua desmineralizada se bombea y se envía al desaireador donde es tratada con vapor, el agua desaireada se bombea a las calderas de la planta.

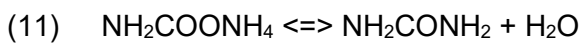
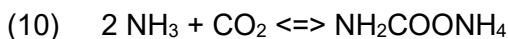
Hay un make-up de reposición de agua desmineralizada para balancear las pérdidas y consumo de agua de reacción.

### **2.1.16 Sistema de Antorchas**

La planta principal de amoníaco cuenta con dos cabezales de antorcha separados. El cabezal de antorcha del *Front End* que recoge las emisiones de las áreas de reformado, eliminación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metanación y la antorcha del *Back End* que recoge las emisiones de las áreas de purificación, síntesis de amoníaco, recuperación y regeneración de amoníaco. Ambos sistemas tienen recipientes de *Knock Out* dedicados para separar cualquier líquido presente en los fluidos de alivio. También se cuenta con gas de asistencia y vapor para asegurar atomización y quemado completo de los gases.

### **2.2 PRODUCCIÓN DE UREA**

La urea se produce conduciendo amoníaco líquido (NH<sub>3</sub>) y dióxido de carbono gaseoso (CO<sub>2</sub>) a unos 170 - 165°C y 138-144 kg/cm<sup>2</sup> según las siguientes reacciones:



En la reacción de la urea, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el amoníaco (NH<sub>3</sub>) se convierten en carbamato de amonio (NH<sub>2</sub>COONH<sub>4</sub>). Esta reacción es rápida y exotérmica. En la segunda reacción, que es lenta y endotérmica, el carbamato de amonio (NH<sub>2</sub>COONH<sub>4</sub>) se deshidrata, para producir urea (NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O).

En la Figura 9 se presenta el Diagrama de Flujo del proceso de producción de urea; y a continuación se describe cada una de las fases.

Proyecto en proceso de aprobación.  
Favor no citar.

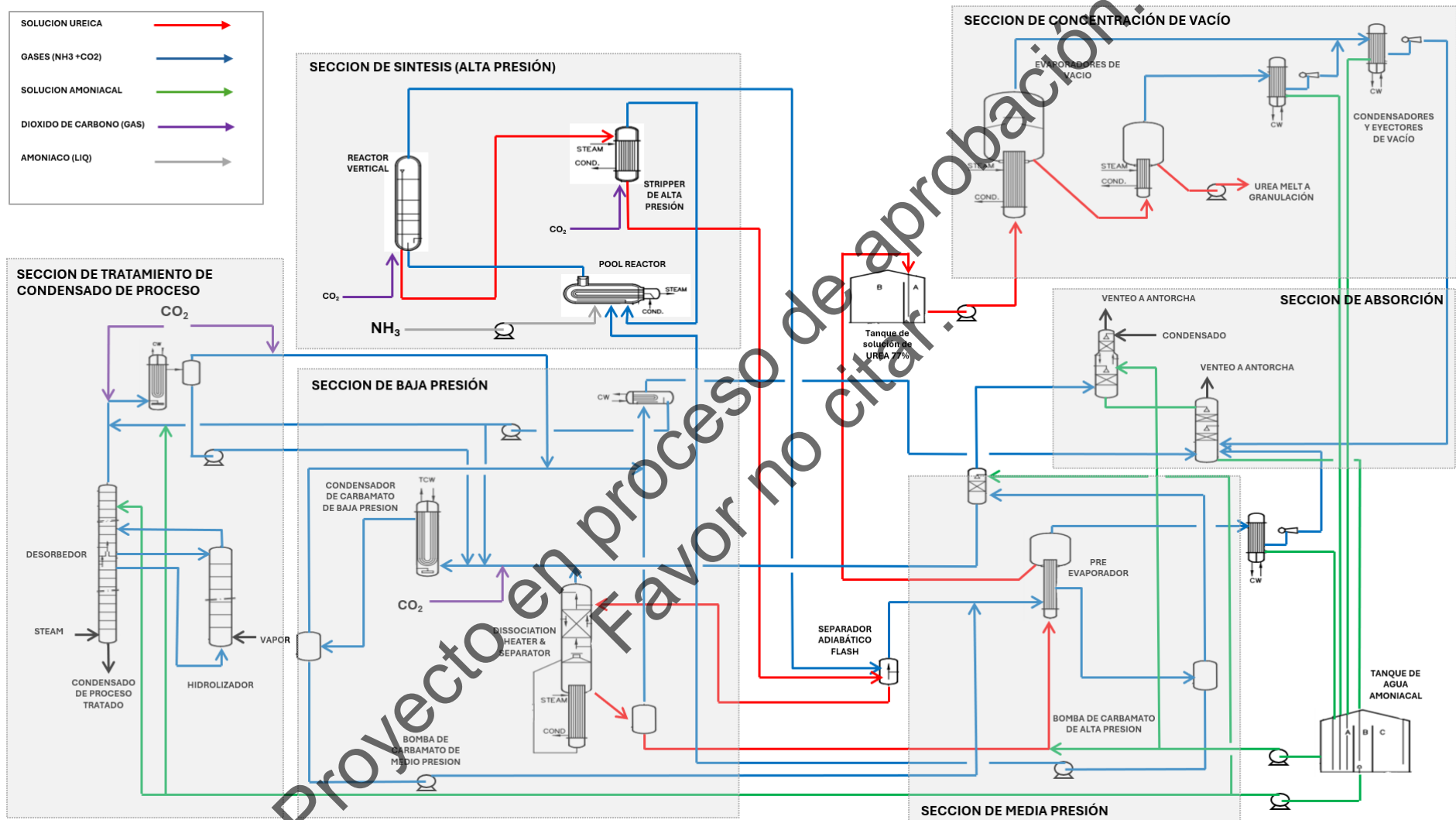


Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de producción de urea.

*[Firma manuscrita]*

### **2.2.1 Compresión de Amoníaco y Dióxido de Carbono**

El amoníaco líquido se suministra desde los límites de la batería a la bomba de amoníaco de alta presión. Se comprime a unos 144 kg/cm<sup>2</sup> y se envía al pool reactor de alta presión. El amoníaco, junto con el carbamato de la bomba de carbamato de alta presión, se distribuye en varios compartimentos del pool reactor. El dióxido de carbono procedente de los límites de la batería se suministra, junto con una pequeña cantidad de aire, al compresor de dióxido de carbono antes de ser comprimido a unos 144 kg/cm<sup>2</sup>. En el compresor de dióxido de carbono está integrado un convertidor de hidrógeno. En este convertidor, el hidrógeno presente en el dióxido de carbono se elimina mediante combustión catalítica. Una parte del aire suministrado se utiliza para esta combustión catalítica, mientras que el resto se utiliza para pasivar el equipo de la sección de síntesis y evitar así la corrosión. El dióxido de carbono deshidrogenado se introduce en la parte inferior del stripper de alta presión. Debido a la disposición en alzado de la sección de síntesis, en la que el reactor se encuentra a nivel del suelo, no es posible el flujo del gas de escape desde el reactor de la piscina hasta el reactor. El reactor vertical necesita entonces otra fuente de calor para la reacción endotérmica, razón por la cual se alimenta una cantidad menor de CO<sub>2</sub> al reactor vertical. Las dos materias primas amoníaco y dióxido de carbono se introducen en la sección de síntesis en una proporción molar de 2:1.

### **2.2.2 Síntesis de Urea**

La deshidratación del carbamato de amonio en urea y agua se realiza en el pool reactor y posteriormente en el reactor vertical. El efluente del reactor se distribuye sobre los tubos del separador de alta presión, que es un intercambiador de calor de carcasa y tubos del tipo de película descendente. Aquí, el efluente del reactor se pone en contacto a contracorriente con dióxido de carbono, lo que provoca que la presión parcial de amoníaco disminuya y el carbamato se descomponga. El calor necesario para este fin se suministra haciendo pasar vapor saturado a alta presión alrededor de los tubos del stripper (despojador) de alta presión. Esta presión de vapor se controla mediante una válvula de control de presión de modo que el líquido que sale del extractor de alta presión contiene aproximadamente un 12 % en peso de amoníaco.

La solución de urea del stripper de alta presión fluye hacia una expansión adiabática mientras que el off gas stripper de alta presión se envía al reactor de piscina de alta presión a través de un tubo burbujeador de gas a lo largo de toda la longitud del reactor de piscina. Los gases se dispersan en una pileta de líquido, donde el calor de la condensación se disipa mediante tubos intercambiadores de calor sumergidos. Este calor de condensación se utiliza para generar vapor a baja presión de aproximadamente 4,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Este vapor se utiliza para el calentamiento y la desorción, así como para el eyector de vacío. La presión del vapor en el lado del tubo del pool reactor se controla mediante una válvula de control de presión en la línea de descarga de vapor de los recipientes de vapor. La presión del recipiente de vapor se ajusta a un valor tal que la presión de síntesis es de aproximadamente 144 kg/cm<sup>2</sup>.

La acumulación de líquido en el pool reactor permite que aquí se forme una cantidad considerable de urea. La urea formada, el carbamato no transformado, el exceso de amoníaco y algo de amoníaco no condensado y dióxido de carbono se introducen posteriormente en la parte adiabática del pool reactor, donde tiene lugar una conversión adicional del carbamato en urea. El calor necesario para la conversión y el calentamiento de la solución en el reactor se suministra mediante condensación adiabática de amoníaco y dióxido de carbono. El efluente del pool reactor fluye a través de un compartimento de rebalse hasta el reactor vertical. En el reactor vertical se completa la conversión del carbamato restante en urea acercándose al equilibrio. El vapor (que consiste en inerte, introducido con dióxido de carbono y parte del amoníaco y dióxido de carbono sin reaccionar) desde la parte superior del pool reactor y el reactor vertical se envía al lado de la carcasa de un pre- evaporador en el procesamiento posterior.

### **2.2.3 Expansión Adiabática**

La solución de urea, al salir del separador de alta presión en la sección de síntesis, se expande a una presión de aproximadamente 25 kg/cm<sup>2</sup>. Mediante esa expansión adiabática, una parte sustancial del carbamato en la solución se descompone en amoníaco y vapor de dióxido de carbono. Ese vapor, junto con el vapor de escape del pool reactor de urea y el reactor vertical en la sección de síntesis, se introducen en el lado de la carcasa del pre-evaporador donde se condensa el vapor. El carbamato de la sección de recirculación de baja presión también se introduce en ese lado de la carcasa del pre-evaporador como absorbente. La solución de urea que sale de la expansión adiabática se envía a la sección de recirculación de baja presión.

### **2.2.4 Sección de Media Presión**

El calor de condensación liberado desde el lado de la carcasa se utiliza para concentrar la solución de urea en el pre-evaporador hasta una concentración de urea de aproximadamente el 77 % en peso antes de recogerla en el tanque de solución de urea.

La mezcla de dos fases procedente de la carcasa del pre-evaporador se separa en un recipiente con nivel. El líquido, que es el carbamato formado y que contiene aproximadamente un 24,5 % en peso de agua, se presuriza mediante una bomba de carbamato de alta presión y se introduce en el primer compartimento del pool reactor en la sección de síntesis. El vapor no condensado se envía a un absorbedor de media presión que funciona a una presión de aproximadamente 7 kg/cm<sup>2</sup>. La corriente de gas se lava aquí mediante el condensado del proceso que proviene del tanque de agua amoniacal, de modo que se recupera una parte del amoníaco y el dióxido de carbono aún presentes en estos gases. Los gases restantes se envían al absorbedor de baja presión que funciona a una presión de aproximadamente 4 kg/cm<sup>2</sup>, donde los gases se lavan con condensado de proceso y condensado de vapor antes de ser enviados a antorcha.

### **2.2.5 Sección de Recirculación de Baja Presión**

En esta sección, esencialmente todas las pequeñas cantidades de amoníaco y dióxido de carbono no convertidos se recuperan de la solución de urea/carbamato, dejando el fondo del separador flash adiabático. Esta solución se expande hasta aproximadamente 5 kg/cm<sup>2</sup>. Como resultado, una parte del carbamato que queda en la solución se descompone y se evapora. El líquido restante se divide en un lecho de anillos Pall-ring en la columna rectificadora. La solución de urea/carbamato se envía desde el fondo de la columna rectificadora a un calentador donde su temperatura se eleva a aproximadamente 135°C para descomponer el carbamato restante. El calor necesario se suministra mediante vapor a baja presión. En el separador (es decir, la parte inferior de la columna rectificadora) se separa la fase gaseosa de la fase líquida. Los gases se envían a la columna rectificadora donde se enfrían mediante la solución más fría de urea/carbamato. Esto provoca que una parte del vapor de agua contenido en los gases se condense.

Los gases que salen de la columna rectificadora se introducen en la parte inferior del condensador de carbamato de baja presión donde se condensan casi por completo. El calor de condensación se disipa en agua de refrigeración templada. Junto con el carbamato del absorbedor de media presión, el carbamato del condensador de reflujo y el condensado del proceso se suministran al condensador de carbamato de baja presión para controlar la concentración de agua en la solución de carbamato. La relación amoníaco/dióxido de carbono permite que la concentración de agua sea tan baja como el 33% en peso. La presión en el condensador de carbamato de baja presión se controla en aproximadamente 4 kg/cm<sup>2</sup>. Desde el tanque de nivel del condensador de carbamato de baja presión, la solución de carbamato fluye al pre-evaporador por medio de una bomba de carbamato de media presión para promover la absorción de amoníaco y dióxido de carbono. Los gases del tanque de nivel del condensador de carbamato de baja presión y el vapor no condensado del condensador de reflujo se condensan conjuntamente en el condensador flash atmosférico.

Se agrega algo de condensado del proceso para adaptarse a la absorción de amoníaco y dióxido de carbono.

La solución de urea fluye a través del separador instantáneo atmosférico hacia un pre-evaporador, que funciona a una presión de aproximadamente  $0,55 \text{ kg/cm}^2$ . El calor para la evaporación lo proporcionan los gases calientes procedentes de la sección de síntesis y del flash adiabático. La solución de urea del pre-evaporador que contiene aproximadamente un 77% en peso de urea se envía al recipiente de almacenamiento de urea. El gas de tope del pre-evaporador se condensa en condensadores de vacío de dos etapas dedicados, desde donde el condensado del proceso formado se descarga al tanque de agua amoniacal y el vapor no condensado se descarga al absorbedor atmosférico por medio de un eyector de vacío.

Los vapores del condensador flash atmosférico finalmente se envían al absorbedor atmosférico. En el absorbedor atmosférico, el amoníaco de estos vapores se absorbe casi por completo en el condensado del proceso en circulación y en el condensado del proceso originado en el absorbedor de baja presión. El condensado del condensador flash atmosférico se recicla en parte al condensador de reflujo y en parte al condensador de carbamato de baja presión.

Un pequeño flujo de dióxido de carbono desde una sección entre etapas del compresor de dióxido de carbono se agrega al condensador instantáneo atmosférico para influir en la relación N/C. Dicho dióxido de carbono también puede enviarse al condensador de carbamato de baja presión y al condensador de reflujo para influir en la relación N/C, pero durante el funcionamiento normal estas dos corrientes son nulas.

El condensado del proceso del tanque de agua amoniacal se utiliza para controlar el punto de cristalización de la solución de carbamato en el condensador de carbamato de baja presión. La corriente se utiliza primero para absorber gases condensables en el absorbente de media presión y luego se envía al condensador de carbamato de baja presión. También existe una ruta directa al condensador de carbamato de baja presión para el condensado del proceso, pero sólo se utiliza durante el drenaje del loop de síntesis.

### **2.2.6 Almacenamiento y Evaporación de Urea**

La solución de urea se bombea desde el tanque de solución de urea al evaporador de la primera etapa, donde se concentra hasta aproximadamente el 95% en peso. En el separador del evaporador, la salida del calentador del evaporador se separa en una fase gaseosa y una fase líquida. Posteriormente, esta solución de urea se envía a un evaporador de segunda etapa en el que la solución se concentra aún más hasta convertirse en urea fundida (urea melt). La concentración de urea en esta masa fundida asciende aproximadamente al 98% en peso. Los vapores de cabeza de ambos evaporadores se condensan en un conjunto de condensadores y los condensados del proceso que salen de los condensadores se recogen en el tanque de agua con amoníaco a través de una pata barométrica.

Los vapores no condensados que salen de la sección de condensación se envían al absorbente atmosférico. En este absorbente atmosférico el amoníaco contenido en estos vapores se absorbe casi por completo.

### **2.2.7 Proceso Tratamiento del Condensado**

El condensado del proceso del condensador del evaporador, que contiene dióxido de carbono amoniacal y urea, se recoge en el tanque de agua amoniacal (compartimento A) y se utiliza como absorbente en el absorbedor de baja presión y posteriormente en el absorbedor atmosférico. Desde el absorbedor atmosférico, este condensado regresa al tanque de agua con amoníaco (compartimento B). Parte de este proceso el condensado se envía al pre-evaporador.

A continuación, el condensado del proceso se bombea desde el tanque de agua con amoníaco (compartimento B) a la primera parte del desorbedor a través de un intercambiador de calor del desorbedor. En la primera parte del desorbedor, la mayor parte del amoníaco y del dióxido de carbono se elimina por medio de los vapores de cabeza de la segunda parte del desorbedor y del hidrolizador. El efluente del fondo de esta primera parte del desorbedor se bombea a través de un intercambiador de calor del hidrolizador, donde este condensado se calienta desde aproximadamente 140°C a 190°C, hasta la parte superior de la columna del hidrolizador. En el hidrolizador, la urea se descompone en amoníaco y dióxido de carbono mientras se calienta mediante vapor vivo a alta presión, hasta aproximadamente 200°C.

Para obtener concentraciones de urea muy pequeñas en el efluente del hidrolizador (< 1 ppm), el condensado del proceso está en contacto a contracorriente con el vapor vivo. Al salir del hidrolizador el condensado del proceso, que contiene trazas de urea, pasa a través del intercambiador de calor del hidrolizador a la segunda parte del desorbedor. Los vapores de cabeza del hidrolizador se envían a la primera parte del desorbedor. Después de enfriar el efluente del hidrolizador en el intercambiador de calor del hidrolizador a aproximadamente 149°C, este condensado se alimenta a la parte superior de la segunda parte del desorbedor. Aquí, el amoníaco y el dióxido de carbono restantes se eliminan mediante vapor vivo a baja presión. El condensado del proceso que sale de la segunda parte del desorbedor, se enfría en el intercambiador de calor del desorbedor y posteriormente en el enfriador de condensado tratado. Contiene cantidades muy pequeñas de urea y amoníaco (<1 ppm de amoníaco y 0,5 ppm de urea) y se puede utilizar para varios fines, es decir, para agua de alimentación de calderas o agua de refrigeración. Los gases de cabeza de la primera parte del desorbedor se condensan en el condensador de reflujo y se transfieren como una solución de carbamato al condensador de carbamato de baja presión. Los vapores no condensados se envían al absorbente atmosférico.

## **2.2.8 Sistema de Antorchas**

La planta está equipada con antorchas para eliminar todas las fuentes de emisión continuas y discontinuas de amoníaco.

### **2.2.8.1 Sistema de Antorchas Principal para Válvulas de Seguridad**

El propósito de la quema principal es hacer frente a las grandes emisiones de amoníaco en caso de actuación de una válvula de alivio de presión. Las líneas de purga de la mayoría de las válvulas de seguridad de alta presión están conectadas a un cabezal colector. La mezcla de líquido/gas que se evapora en caso de que se accione una válvula de seguridad de presión, se transporta al separador de purga.

Normalmente, cuando no se acciona ninguna válvula de seguridad de presión, cualquier vapor o vapor que provenga de las válvulas de seguridad de presión se dirige al sistema de antorcha atmosférica continua a través de una válvula de control de presión (XPV).

El flujo de vapor directamente al separador de purga del sistema de antorcha principal en condiciones normales de funcionamiento se evita mediante un sello de agua. En caso de que se accione una válvula de alivio por sobrepresión, el sello de agua se barre y la una válvula de control de presión (XPV) se cierra rápidamente. El flujo de la mezcla de líquido/gas que se evapora se envía luego al separador de purga.

El separador de purga está conectado a la antorcha principal. Se inserta gas de asistencia en la punta de la antorcha para alcanzar el LHV (poder calorífico) requerido para condiciones óptimas de combustión.



### 2.2.8.2 Sistema de Antorchas para Absorbedora de 4 Bar

El absorbedor a 4 bar es también un punto de emisión continua. El absorbedor a 4 bar está conectado a una antorcha separada, debido al contenido relativamente alto de oxígeno en el gas de escape del absorbedor de 4 bar (aproximadamente 16% en moles). Para reducir el contenido de oxígeno se introduce nitrógeno para diluir hasta un contenido de oxígeno máximo del 5% en moles. El nitrógeno se introduce en el cabezal colector. La mezcla de nitrógeno y gas residual se alimenta al separador de blow-off del absorbedor de 4 bar. Este separador de blow-off en particular está conectado a la antorcha de 4 bar. Se inserta gas de asistencia para alcanzar el LHV (poder calorífico) requerido para obtener condiciones óptimas de combustión. El exceso del nivel de líquido mantenido en el separador se transporta al tanque intermedio de agua y amoníaco a través de un sello de agua para evitar el escape del vapor.

### 2.2.8.3 Puntos de Purga de Amoníaco

El objetivo del sistema de eliminación de amoníaco es recuperar la mayor cantidad posible de amoníaco líquido puro sin necesidad de quemarlo. Esta categoría de emisión es discontinua y tiene su origen en:

- Accionamiento de las válvulas de seguridad de presión de las bombas de amoníaco de alta presión.
- Vaciado de las bombas de amoníaco de alta presión.

El amoníaco de las bombas de amoníaco de alta presión se transporta al recipiente de eliminación de amoníaco. El volumen de este tambor es tal que se pueden manejar entre 10 y 20 minutos de purga de las bombas de amoníaco de alta presión. El amoníaco líquido colectado en el tambor de eliminación puede transferirse mediante la bomba de transferencia de amoníaco o evaporarse admitiendo vapor en la parte inferior del tambor de eliminación. Cualquier vapor del recipiente de eliminación de amoníaco se envía a la antorcha de amoníaco.

## 2.3 GRANULACIÓN

En el proceso de granulación en lecho fluidizado, la urea granular se produce mediante la pulverización en película a baja presión de urea líquida fundida sobre material de semilla en estado fluidizado.

Las características básicas de este proceso son:

- La urea líquida es una solución concentrada (fundida).
- La urea líquida se pulveriza dentro de un lecho fluidizado mediante una gran cantidad de boquillas de pulverización.
- El aumento del tamaño de las partículas se logra mediante granulación a escala, es decir, el crecimiento de los gránulos de semilla o núcleo mediante la solidificación continua de capas muy delgadas de urea fundida sobre las partículas iniciales.
- El formaldehído (en forma de precondensado de urea formaldehído) se añade a la urea fundida antes de la pulverización, actuando como un coadyuvante del proceso y un agente antiaglomerante para pulverizar sobre una gran cantidad de partículas sólidas simultáneamente y para evitar la aglomeración, es necesario mantener las partículas separadas. La fluidización es un método adecuado para evitar el contacto entre partículas durante un largo período de tiempo hasta que se enfríen lo suficiente.

Durante todo el tiempo de residencia en la zona de granulación del granulador, cada gránulo se cubre repetidamente con una fina película de urea fundida. El crecimiento del tamaño de las partículas es uniforme y progresivo con el tiempo de residencia y da como resultado una forma uniforme y gránulos de buena calidad.

En la Figura 10 se presenta el Diagrama de Flujo del granulador; y a continuación se describe cada una de las fases.

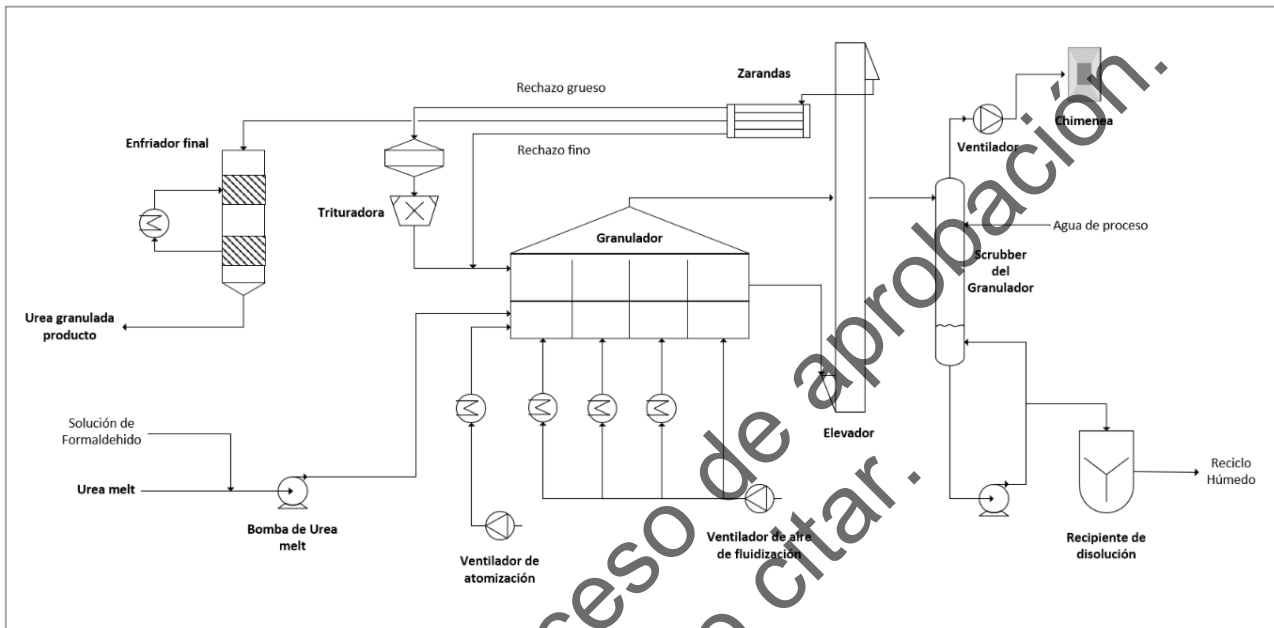


Figura 10. Diagrama de flujo del granulador.

### 2.3.1 Cámara de Granulación

La urea fundida con una concentración de agua de aproximadamente el 1,5% en peso y una temperatura de 140°C se transfiere desde la planta de urea al granulador por medio de la bomba de urea fundida. En la línea de succión de la bomba de urea fundida se añade solución de urea formaldehído por medio de la bomba dosificadora de formaldehído. El formaldehído de urea se utiliza como aditivo para la mejora de las propiedades mecánicas del gránulo y agente antiaglomerante. Mejora la resistencia al aplastamiento de los gránulos y reduce la formación de polvo durante la manipulación. La solución de urea formaldehído de urea se obtiene como insumo desde un proveedor externo.

### 2.3.2 Extracción del Producto de Granulación

El producto del granulador se transporta por medio del transportador sobre una zaranda vibratorio de aglomerados que separa los aglomerados más grandes (gruesos). La fracción de aglomerados gruesos se desvía al recipiente de disolución de urea. El producto que pasa por la zaranda de aglomerados se dirige al elevador para ser elevado a la zaranda principal para la clasificación del producto.

### 2.3.3 Clasificación de Granulados

El elevador eleva los gránulos de urea enfriados desde la zaranda de aglomerados a la criba principal donde se clasifican los gránulos en producto final (de tamaño adecuado), producto grueso (de gran tamaño) y producto fino (de tamaño inferior).

#### **2.3.4 Enfriamiento de Producto Grueso**

El producto grueso se dirige desde la criba principal al enfriador de producto grueso donde se reduce la temperatura del producto grueso para evitar la deformación plástica del mismo en el molino triturador. El enfriador de producto grueso es un enfriador de lecho fluidizado para el cual el aire de fluidización/enfriamiento es suministrado por el ventilador de aire del granulador. El aire de escape es extraído por medio del ventilador del scrubber de granulación ubicado en la línea de gases de escape del sistema de depuración.

#### **2.3.5 Manejo de Producto Grueso y Fino**

El producto grueso se dirige desde el enfriador de producto grueso al depósito de producto grueso y se suministra al molino. El producto triturado, ahora de tamaño pequeño, se combina con el producto fino de la criba principal y se dirige al granulador para servir como material de semilla.

#### **2.3.6 Enfriamiento del Producto**

El producto a medida se dirige desde la criba principal al sistema de enfriamiento del producto final. En el sistema de enfriamiento del producto, este se enfría a la temperatura de almacenamiento requerida por medio de agua de enfriamiento. El aire de fluidización se suministra al sistema de enfriamiento del producto para reducir la humedad dentro del enfriador del producto y así evitar la formación de gotas de agua en el producto que provocarían la obstrucción del sistema de enfriamiento. El producto enfriado se dirige al almacenamiento.

Desde la parte superior del sistema de enfriamiento del producto, el aire se expulsa mediante el ventilador depurador de granulación ubicado en la línea de gases de escape del sistema de depuración.

#### **2.3.7 Depuración de Gases de Descarga del Granulador**

El aire de fluidización que contiene polvo de urea arrastrado desde la parte superior del granulador junto con el aire del enfriador de producto grueso, el sistema de enfriador de producto y el ventilador de desempolvado se expulsan por medio del ventilador depurador de granulación ubicado en la línea de gases de descarga del sistema de depuración.

El pulverizador de enfriamiento pulverizará la solución de urea que proviene de la parte inferior del scrubber. Parte de la solución de urea circulante se descarga al recipiente de disolución para mantener un cierto valor de concentración (45% en peso) y nivel en una de las dos secciones de la parte inferior del scrubber. Este tiene un sumidero con dos secciones completamente segregadas entre sí. Una sección contiene una solución de urea de aproximadamente 45% en peso, mientras que en la otra hay una solución de urea diluida. El líquido de reposición para los pulverizadores de enfriamiento se toma de la sección inferior del depurador scrubber enfriado y parcialmente saturado después de ser rociado a través de los pulverizadores de enfriamiento ingresa a la sección inferior del scrubber donde el proceso de acondicionamiento continúa por medio del condensado del proceso de reposición que se rocía para crear una niebla de gotitas en la parte inferior del scrubber después de pasar por los pulverizadores ubicados en la sección inferior del mismo. El flujo de aire ingresa al MMV (venturi de microneblina). En la sección MMV, la solución de urea pobre se rocía como una niebla fina en el flujo de aire por medio. La niebla de solución de urea choca con las partículas de polvo submicrónicas en el camino dentro y fuera del MMV y las separa del flujo de aire. El condensado de proceso purificado se utiliza como agua de reposición.

Después de salir de la sección MMV, el ventilador depurador de granulación extrae el aire tratado del sistema depurador y descarga el aire a través de la chimenea de granulación a la atmósfera.

### **2.3.8 Sistema de Desempolvado**

En toda la planta de granulación, el desempolvado de equipos atmosféricos como el elevador, la criba principal o la cinta transportadora, por ejemplo, se logra mediante el ventilador desempolvador. El ventilador desempolvador descarga en el sistema de depuración.

### **2.3.9 Disolución de Urea**

En el recipiente de disolución de urea, los aglomerados de urea de las zarandas de aglomerados se disuelven en la solución de urea que se origina en el sistema de depuración. El condensado de proceso purificado se suministra a través del sistema de depuración al recipiente de disolución de urea o directamente al recipiente de disolución, para controlar la densidad de la solución de urea en el sistema de depuración y el recipiente de disolución de urea.

El recipiente de disolución de urea se puede calentar suministrando vapor de baja presión. Por medio de la bomba de reciclado de solución de urea, la solución de urea se recicla a la planta de fusión para su posterior procesamiento. En la descarga de la bomba de reciclado de solución de urea, se instala el filtro de reciclado de solución de urea para retener las impurezas de la solución reciclada.

### **2.3.10 Tanque de Semillado de Puesta en Marcha**

El depósito de arranque se proporciona para almacenar el producto que se requiere para servir como material de semillado para el arranque del granulador. El depósito de arranque se vacía al elevador y a través de la zaranda principal dirigida por el derivador de producto al granulador para alcanzar el nivel inicial en el granulador. Una vez en funcionamiento la planta de granulación se puede rellenar el depósito de arranque mediante el desviador de producto.

## **2.4 UNIDAD DE SUMINISTRO DE NITRÓGENO**

Esta unidad consiste en un servicio auxiliar que tendrá como objetivo abastecer a la planta industrial del nitrógeno necesario para inertizar los ambientes internos de los equipos que contengan catalizadores. De esta manera, la presencia de nitrógeno promueve una atmósfera inerte dentro del equipo y evita que se produzcan reacciones indeseadas del catalizador con el oxígeno del aire cuando el equipo no se encuentra funcionando.

El sistema de nitrógeno estará conformado por una instalación para recepción de nitrógeno líquido que llegará a la planta mediante camiones, su almacenaje en forma criogénica en recipientes a presión adiabáticos y posterior evaporación para inyección a la red de nitrógeno gaseoso que brindará servicio al proceso productivo de la planta de producción de fertilizantes (ISBL).

La capacidad de abastecimiento nitrógeno requerida para la planta será de 750 Sm<sup>3</sup>/h para operación normal del complejo, teniendo que atender picos de 1500 Sm<sup>3</sup>/h para consumos eventuales, como ser paradas de planta programadas o puestas en marcha.

La provisión del nitrógeno líquido será cubierta por un proveedor de gases, quien deberá realizar la provisión vía camiones criogénicos. Asimismo, facilitará la provisión de los recipientes a presión, junto con su aislamiento térmico y evaporadores con aire ambiente para el almacenamiento del producto líquido y su posterior inyección a la red de la planta de fertilizantes.

La unidad de nitrógeno en su totalidad será monitoreada, controlada y mantenida por el proveedor de gas, quien hará un seguimiento del nitrógeno disponible y logística de camiones para suministrar el faltante. Para la operación de carga y descarga, y recepción de nitrógeno líquido, será a través de una playa de descarga de camiones. Contará con cañerías con acoples para conexión a camión cisterna, que asegure la maniobra de descarga en forma segura.

### **2.4.1 Condiciones de Diseño**

La unidad de suministro de nitrógeno deberá contar como mínimo con los siguientes criterios de diseño:

- Caudal nominal de nitrógeno gaseoso: 750 Sm<sup>3</sup>/h.
- Caudal máximo eventual de nitrógeno gaseoso: 1500 Sm<sup>3</sup>/h (duración máxima 20 días por año).
- Presión de nitrógeno en el TIE IN de planta: 7,5 bar(g).
- Presión mínima de diseño de la instalación: 10 bar(g).
- Temperatura del nitrógeno en el TIE IN de planta: ambiente.
- Autonomía de los tanques de almacenamiento en caso de falta de suministro: 72 horas en condiciones de operación nominales.
- Pureza del nitrógeno líquido: 99,9%.
- Pureza mínima del nitrógeno gaseoso: 99,6%.

## **2.5 USOS DE AGUA**

### **2.5.1 Abastecimiento de Agua**

La operación del complejo de fertilizantes requiere del uso de agua, ya sea como materia prima en la producción de amoníaco, o como agua de alimentación para las calderas de generación de vapor, agua de servicio y refrigeración. Para el 100% del uso de este recurso se prevé el uso de agua de la ría de Bahía Blanca.

El agua será provista a través de la toma de agua de la Central Termoeléctrica Piedra Buena, la cual se ubica contigua al Muelle Cie. Luis Piedrabuena. Para transportar el agua se prevé la construcción de un ducto y un sistema de bombas de captación. El caudal bombeado desde la toma de agua será aproximadamente 6.350 m<sup>3</sup>/h para cumplir con los requerimientos de la Planta de Fertilizantes.

Se utilizarán las instalaciones existentes del sistema de bombeo de agua de mar de la Central Térmica Piedra Buena (CTPB). Actualmente, este sistema se emplea para bombear agua de mar hacia los condensadores de las unidades de generación de la central.

El sistema de captación está compuesto por tres conductos de aducción que se extienden desde la toma ubicada en la ría hasta el edificio de la Sala de Bombas de Agua de Mar (W-10). Cada uno de estos conductos está construido en hormigón armado y posee un diámetro de 2,8 metros.

Dentro del edificio, el agua de mar es impulsada por las bombas de circulación a través de una reja de limpieza mecánica (rastrillo) y un tamiz rotativo, con el fin de remover las impurezas presentes en el fluido. La casa de bombas cuenta con cuatro vanos, cada uno equipado con su correspondiente reja, tamiz rotativo y bomba de circulación.

El sistema de alimentación de agua para el proyecto, contempla la incorporación de cuatro nuevas bombas en Sala de Bombas de Agua de mar (W-10) de CTPB. Para ello, se ejecutarán las adecuaciones civiles necesarias sobre las losas existentes, a fin de garantizar un montaje seguro y eficiente. Cada bomba contará con una línea de impulsión construida en acero inoxidable de alta robustez, accesibilidad y seguridad, con un diámetro de 28 pulgadas. Estas líneas se conectarán a un colector principal de 40 pulgadas de diámetro, ubicado en el exterior del edificio.

Con el objetivo de preservar la continuidad operativa de la Central Termoeléctrica y minimizar interferencias con los procesos existentes, el manifold de operaciones será instalado fuera del área de la estación de bombeo. Este colector contará con una válvula de retención y una válvula cuchilla por cada bomba. En su tramo aéreo, el colector será también de acero inoxidable, mientras que en su tramo enterrado se utilizará material plástico reforzado con fibra de vidrio. Esta conducción transportará el agua hasta la planta, donde se realizará una nueva transición de materiales para completar el llenado de los tanques de agua cruda en el sector OSBL.

Las condiciones de entrada de agua de la ría son las siguientes:

- Caudal normal por bomba: 3.250 m<sup>3</sup>/hora
- Presión de descarga por bomba: 32 mca
- Caudal por entregar a OSBL: 6.500 m<sup>3</sup>/hora
- Diámetro de la cañería: 40"



Figura 11. Layout cañería de abastecimiento de agua de la ría de Bahía Blanca.

*[Firma manuscrita]*

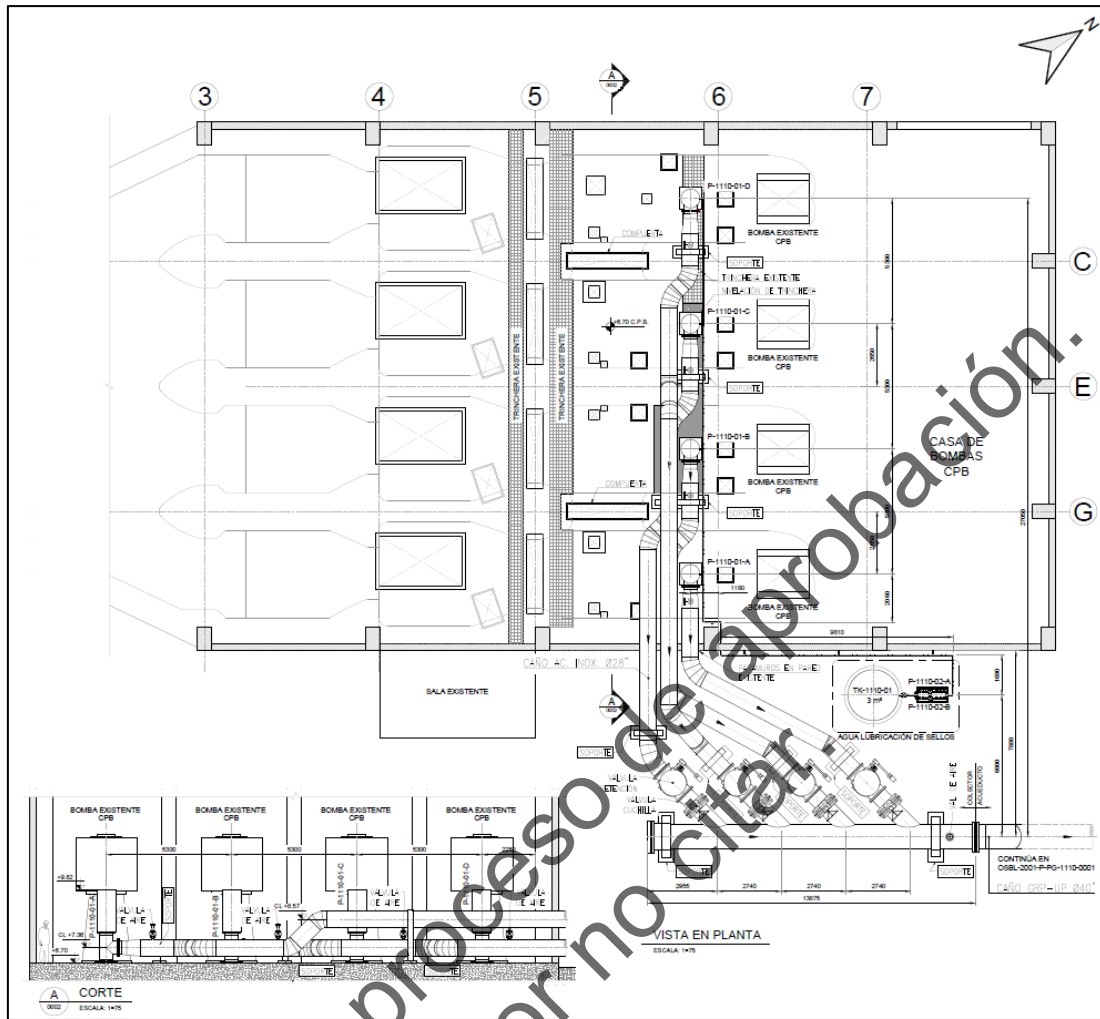


Figura 12. Vista en planta y corte de la estación de bombeo.

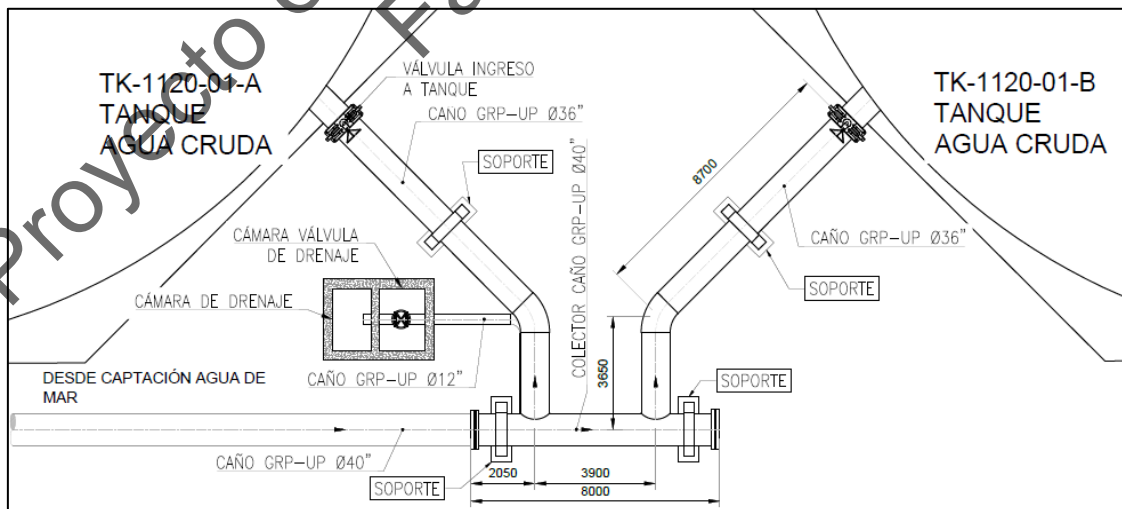


Figura 13. Vista en planta del colector de ingreso a la Planta de Tratamiento de Agua.

## **2.5.2 Tratamientos del Agua**

### **2.5.2.1 Planta de Desalinización**

#### Unidad de Proceso de Pretratamiento

Como se describió en el apartado anterior, el agua cruda de la ría es enviada al sector OSBL. De allí se envían al tratamiento primario que consta de etapas de clarifloculación, filtros de lamela y flotación por aire disuelto antes de entrar a unidad de ultrafiltración.

En esta etapa se agregan determinadas sustancias químicas para remover sólidos no sedimentables, precipitados, posibles incrustantes, contaminantes orgánicos disueltos y sales solubles entre otros. Luego de la etapa de flotación o sedimentación, se envía a los módulos de ultrafiltración (UF) donde se remueven partículas coloidales, virus y bacterias. Luego el agua ultrafiltrada se envía a un tanque de agua filtrada que se utiliza tanto para alimentar al primer paso de ósmosis como también para retrolavado de las membranas de UF.

El proceso de pretratamiento incluye:

- Tanque de alimentación y bombas
- Coagulación y floculación
- Flotación por aire disuelto (DAF) o sedimentación
- Sistema de ultrafiltración

El proceso de tratamiento del agua se esquematiza en el diagrama de la Figura 14.

Proyecto en proceso de aprobación.  
Favor no citar.



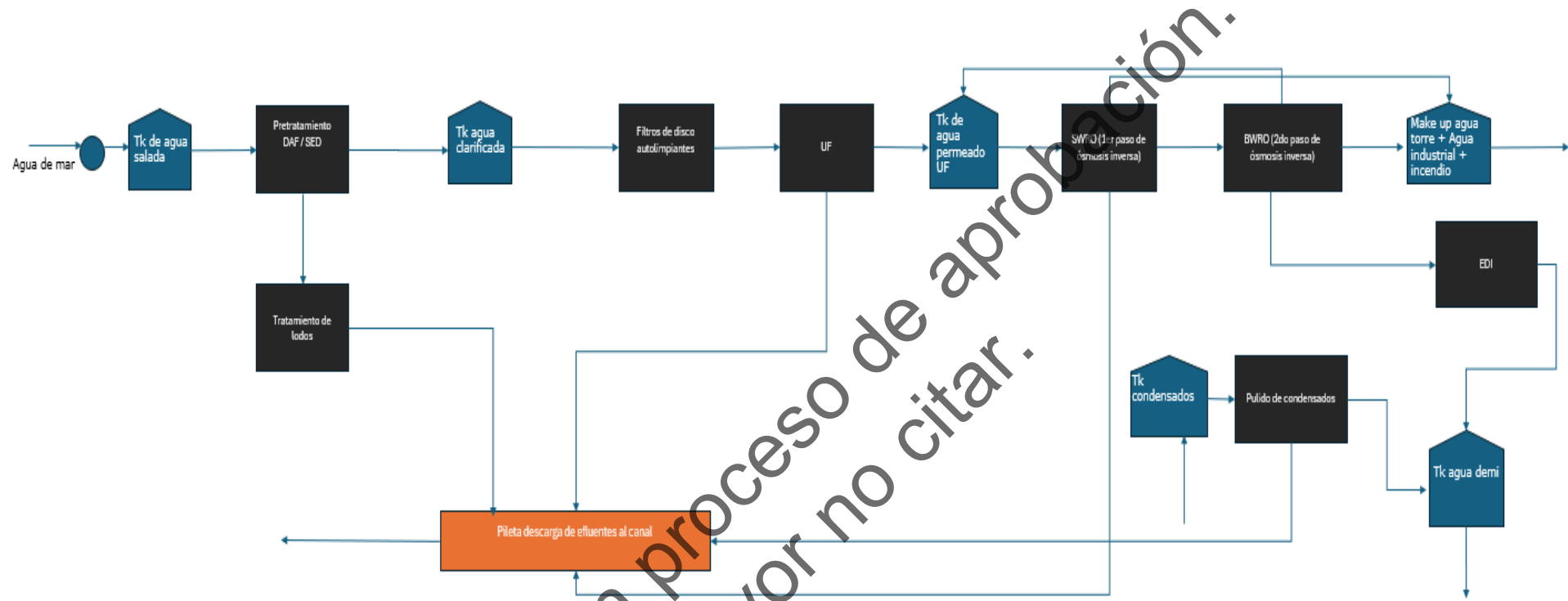


Figura 14. Diagrama de bloques conceptual del manejo del agua de procesos.

*M. Miculicich*

- Tanque de Alimentación y Bombas

El agua proveniente de las bombas de captación se envía a un tanque de alimentación y desde allí se bombea al sistema DAF mediante bombas.

- Flotación por Aire Disuelto (DAF)

Para enfrentar posibles eventos futuros de contaminación con aceite y otras partículas livianas, el pretratamiento ha sido diseñado con un sistema DAF.

- Cámaras de Coagulación y Floculación

En la primera cámara se agrega un coagulante y mediante una mezcla rápida, se favorece la desestabilización de las partículas.

En la segunda etapa se agrega un floculante, y mediante una mezcla lenta se forman los flóculos, estos se eliminan en una etapa posterior mediante flotación o sedimentación dependiendo del peso predominante.

El agua floculada se distribuye uniformemente en el sistema DAF. El proceso de flotación comienza con la inyección de aire saturado en el agua reciclada filtrada, generando burbujas de aire (~50 µm) que elevan los flóculos hacia la superficie para su separación.

Los flóculos que forman una capa en la parte superior se eliminan periódicamente mediante canales de recolección hacia el tanque de lodos.

#### Generación de Agua con Aire Disuelto

El agua filtrada es bombeada por la bomba de recirculación DAF y el aire por un compresor hacia el tanque saturador. El agua entra por la parte superior y el aire presurizado por la inferior, logrando una mezcla óptima y formación de agua con aire disuelto.

Las burbujas elevan los flóculos hacia la parte superior, mientras que el agua y partículas pesadas continúan a las siguientes etapas de pretratamiento.

#### Sistema de Compresores de Aire

El sistema auxiliar de compresores proporciona:

- Aire seco para válvulas neumáticas, sistema SDI y bombas de sólidos
- Aire presurizado para los saturadores DAF
- Aire de servicio para la planta

El sistema cuenta con un PLC local que controla todas las operaciones internas.



### Ultrafiltración

El sistema de ultrafiltración (UF) propuesto está diseñado con una recuperación total de ~90%. Se instala en un edificio específico y consta de:

- Bombas de alimentación UF: 2+1 bombas con VFD para ajustar el caudal según temperatura y calidad del agua. Diseñadas con presión adicional para casos de ensuciamiento de membranas.
- Filtros autolimpiantes UF: 8 módulos de filtros tipo strainer para proteger las membranas de partículas >130 µm. Fabricados con materiales resistentes al agua de mar.
- Módulos de ultrafiltración: Proceso de purificación por presión que permite el paso de agua y sustancias de bajo peso molecular, rechazando sólidos, bacterias, virus, coloides y limo. Tamaño de poro: 0.01–0.1 µm.
- Skids: Cada skid contiene 120 módulos UF.
- Tanque de filtrado UF: Recoge el agua filtrada, que se usa como tanque de BW y alimentación para bombas RO.

La unidad contará con sistemas de medición en línea de SDI, turbidez y TOC, con alarmas ante valores elevados. Se incluyen pruebas de integridad de membranas según norma ASTM D 6908-06.

### **2.5.2.2 Planta de Desmineralización**

#### Proceso Osmosis Inversa y Tratamientos de Agua

La planta de osmosis inversa remueve todo el contenido de sales obteniendo un agua permeada prácticamente desmineralizada. Esto se lleva a cabo en dos etapas de osmosis. Durante este tratamiento se recupera aproximadamente un 40% del caudal de alimentación, este porcentaje será función de la calidad del agua de mar y la tecnología seleccionada (cantidad de recipientes y membranas).

Luego de esta etapa, se obtiene el agua desalinizada que se almacena en el tanque de agua desalinizada y alimenta a torre de enfriamiento; además el tanque alberga un caudal permanente de agua para incendio y de servicios.

El tanque también recibe parte de retornos de condensados de turbinas, los cuales son previamente tratados tal como se detalla en Apartado 2.5.2.3 Tratamiento de condensados.

#### Bombas de Alimentación

El sistema UF suministra agua filtrada a las unidades de recuperación de energía y en paralelo a la succión de las bombas de alta presión. Se instalan 2+1 bombas de alimentación RO para bombear agua filtrada al sistema de recuperación de energía (ERS), proporcionando la presión de entrada requerida en la succión del ERS y de las bombas de alta presión (HPP).



### Unidad de Proceso de Ósmosis Inversa de Agua de Mar (SWRO)

La unidad de Proceso de Ósmosis Inversa de Agua de Mar (SWRO, por sus siglas en inglés) está diseñada para suministrar agua permeada conforme a los requisitos y especificaciones del proyecto. Consiste en un sistema de ósmosis inversa de una sola etapa con los siguientes componentes:

- trenes SWRO
- bombas de alta presión SWRO
- sistemas ERS y bombas de circulación de refuerzo
- bombas de lavado SWRO, válvulas e instrumentación
- Conexiones eléctricas y de control

### Sistema SWRO

El sistema SWRO consta de un sistema de trenes operando en paralelo, proporcionando alta redundancia y disponibilidad. Incluye:

- Skids con recipientes de presión ensamblados
- Colectores de alimentación, producto y salmuera
- Tuberías internas instaladas en los skids
- Bombas de alta presión y tuberías
- Sistema de recuperación de energía montado en skid y bomba de recirculación

La disposición permite operación independiente de cada tren, incluyendo lavado, limpieza CIP, rechazo de agua fuera de especificación y fuera de servicio individual.

Materiales de construcción:

- Tuberías de baja presión: FRP (GRP)
- Tuberías de alta presión: Super Duplex (SD)
- Tuberías CIP/lavado: FRP (GRP)

### Sistemas de Bombeo de la Unidad SWRO

Incluye:

- Bombas de alimentación de alta presión SWRO
- Bombas de circulación ERS
- Bombas de lavado

Equipadas con motores y VFD para compensar variaciones de presión por temperatura y salinidad, asegurando producción continua de agua permeada.

### Sistema de Recuperación de Energía

Se utiliza un sistema isobárico tipo PX fabricado por Energy Recovery, Inc. para maximizar la eficiencia energética del proceso SWRO. Recupera presión residual de la salmuera y la transfiere al agua de alimentación.



La salmuera se dirige al ERS, donde su presión se transfiere mecánicamente a parte del agua de alimentación. Debido a pérdidas por fricción, se requiere una bomba de circulación ERS adicional para igualar la presión restante.

Cada tren RO tiene un sistema ERS dedicado, entregado en skid prefabricado con tuberías de alta y baja presión listas para instalación.

### Segunda Etapa de Osmosis Inversa – Ósmosis Inversa de Agua Salobre (BWRO)

El objetivo de esta unidad es eliminar los sólidos totales disueltos (TDS, por sus siglas en inglés), sodio y cloruros, de la salmuera restantes para cumplir con la calidad del agua producto.

La segunda etapa de osmosis se instalará en el edificio Osmosis Inversa, y será alimentado desde el tanque de producto SWRO mediante bombas de alimentación BWRO y bombas de alta presión. Dividido en tres trenes (2+1), cada uno con dos etapas.

Bombas de alta presión BWRO con VFD para compensar variaciones de presión por temperatura y salinidad.

Cada recipiente de presión tiene 8 membranas, con área activa de 440 ft<sup>2</sup>.

### EDI

El permeado BWRO restante se envía al sistema EDI (Electrodeionización), un proceso de desmineralización de alta eficiencia que combina resinas de intercambio iónico, membranas selectivas y corriente eléctrica para eliminar contaminantes iónicos.

El agua desionizada se dirige al tanque de agua desmineralizada (DM), mientras que los residuos concentrados se reciclan al tanque de filtrado UF.

### Potabilización del Agua de Servicio Industrial

Antes de bombear el permeado SWRO al servicio industrial y contra incendios mediante bombas 1+1, se dosifican productos químicos para potabilización.

Se añaden minerales esenciales (como calcio) y se ajustan propiedades como alcalinidad, dureza, pH y LSI para cumplir con especificaciones y normativas.

Componentes:

- Sistema de dosificación y tanque de almacenamiento de NaOH
- Sistema de dosificación y tanque de almacenamiento de CaCl<sub>2</sub>
- Sistema de dosificación y tanque de almacenamiento de NaHCO<sub>3</sub>

### Agua de Reposición

El agua final de reposición se recoge en el tanque de agua de reposición y se transfiere fuera de la planta mediante bombas.

### Agua Desmineralizada

El agua desmineralizada final se recoge en el tanque DM desde las etapas EDI e IX, y se transfiere a la planta mediante dos juegos de bombas.



### 2.5.2.3 Tratamiento de condensados

Para mejorar la eficiencia del consumo de agua de la planta, los condensados generados en el proceso productivo son recolectados y tratados, con el objetivo de reutilizarlos como parte del agua de servicio de abastecimiento.

Estos condensados provienen del proceso de amoníaco, por exceso de vapor alimentado, del proceso de urea y de los condensados de turbinas.

Estos líquidos se mezclarán en un tanque y se tratarán mediante resinas de lecho mixto, previo a ser enviados al tanque de agua demi para eliminar cualquier contaminante que afecte la calidad final de agua demi.

El Tratamiento de Condensado, consiste en un proceso de intercambio iónico (IX) reduce el contenido de iones en el agua condensada mediante resinas sintéticas.

El agua del tanque de condensado pasa por un filtro de carbón activado para eliminar cloro y contaminantes orgánicos, protegiendo las resinas IX. Luego fluye por columnas de resina catiónica y aniónica, intercambiando iones no deseados por  $H^+$  y  $OH^-$ , obteniendo agua desmineralizada.

Las resinas se regeneran periódicamente con soluciones ácidas y cáusticas. El residuo se envía al tanque de neutralización.

Se estima un caudal de condensados de procesos de 166 m<sup>3</sup>/h y de condensados de turbinas de 410 m<sup>3</sup>/h. Durante el pretratamiento se estima una recuperación total de 88%.

### 2.5.2.4 Agua de Enfriamiento

El agua de enfriamiento es utilizada para la remoción de calor del proceso productivo que no pudo ser aprovechada para otro uso. Para ello se cuenta con una torre de enfriamiento de agua.

La torre de enfriamiento de agua está constituida por un gran reservorio de agua desalinizada que por medio de bombas se circula agua por varios intercambiadores de calor situados en diferentes zonas del proceso productivo donde se requiere retirar calor. El retorno caliente de agua a la torre, producto del calor retirado en el proceso, debe enfriarse. Para ello el retorno de agua es dispersada en la torre en forma de lluvia, para incrementar el área de transferencia de calor y por medio de ventiladores de tiro inducido se produce una pequeña evaporación de agua que remueve calor latente y produce el descenso de temperatura de agua (típicamente el agua pierde unos 10°C).

Además la torre cuenta con una purga continua para evitar la concentración de sales, la misma estará diseñada para operar con 4-5 ciclos de concentración.

Un caudal de alimentación fresca a la torre (make up) mantendrá el nivel de la pileta compensando las pérdidas naturales del proceso por evaporación y purga continua.

El mantenimiento de la calidad del agua de la Torre de Enfriamiento también requiere la adición de algunos productos químicos, entre los que se mencionan:

- Paquete de dosificación de antiincrustante.
- Paquete inhibidor de corrosión.
- Biocidas, por ejemplo, generador y paquete de dosificación de dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>).



Estos aditivos se sugieren de manera preliminar. El tipo de químicos a inyectar en el sistema deberá ser confirmado por la empresa de mantenimiento de la torre de enfriamiento durante la fase de ejecución del Proyecto. Estos aditivos se aplicarán mediante sistemas de dosificación en la pileta de la Torre de Enfriamiento. Dicho sistema consistirá principalmente en tanques de solución química, instrumentación, válvulas y bombas dosificadoras.

Las principales características del sistema para el circuito de la Torre de Enfriamiento pueden resumirse de la siguiente manera:

- Caudal de circulación de diseño: 65.000 m<sup>3</sup>/h.
- Temperatura de suministro de agua a las unidades de proceso: 29°C.
- Temperatura de retorno de agua desde los intercambiadores de calor de proceso (valor promedio): 38°C.

### **2.5.2.5 Sólidos concentrados**

En el sistema de Pre-tratamiento de la Planta de Desalinización (Apartado 2.5.2.1) se extraen los sedimentos que se encuentran en suspensión en el agua de mar, obteniendo así una corriente de agua clarificada (que abastecerá al sistema) y una corriente de agua con sólidos concentrados.

Esta corriente de agua con sólidos es deshidratada y luego se acopiará transitoriamente en un sector adecuado hasta el momento de retiro y disposición final en sitios habilitados para tales fines, conforme a la normativa ambiental vigente.

El volumen diario que se prevé generar es de aproximadamente 8,2 m<sup>3</sup>/h, es decir, 196,8 m<sup>3</sup>/día.

### **2.5.3 Sistema Contra Incendios**

El sistema de agua y bombas de incendio es una instalación que comprende el tanque para almacenamiento de agua y el sistema de bombeo para alimentar la red contra incendio.

La capacidad del sistema será 940 m<sup>3</sup>/h (2200 GPM) con un reservorio de agua para incendio de 6500 m<sup>3</sup>, con el objeto de abastecer 7 horas continua de demanda, cumpliendo con la legislación vigente. La presión disponible en bocas de descarga será 8,5 kg/cm<sup>2</sup>(g), con un mínimo admisible solicitado por la normativa vigente de 7,14 kg/cm<sup>2</sup>(g).

El tanque se definió como de uso mixto, abasteciendo la demanda de agua de incendio y agua industrial, habiéndose definido un volumen total de 6.500 m<sup>3</sup>/h.

Las instalaciones se complementan con una sala de bombas con 2 equipos de bombeo, uno principal con motor eléctrico más una motobomba diésel de reserva, con una capacidad de 795 m<sup>3</sup>/h cada una y una altura nominal de descarga de 82,5 m. Se suman dos bomba jockey de 20 m<sup>3</sup>/h cada una con el objeto de mantener la presión en el sistema. Las cañerías principales se consideran aéreas de acero al carbono hasta llegar a los TIE-IN ISBL y TIE-IN OSBL. El sistema se complementa con el conjunto (típico) de caudalímetro y válvulas teatro para prueba de bombas.



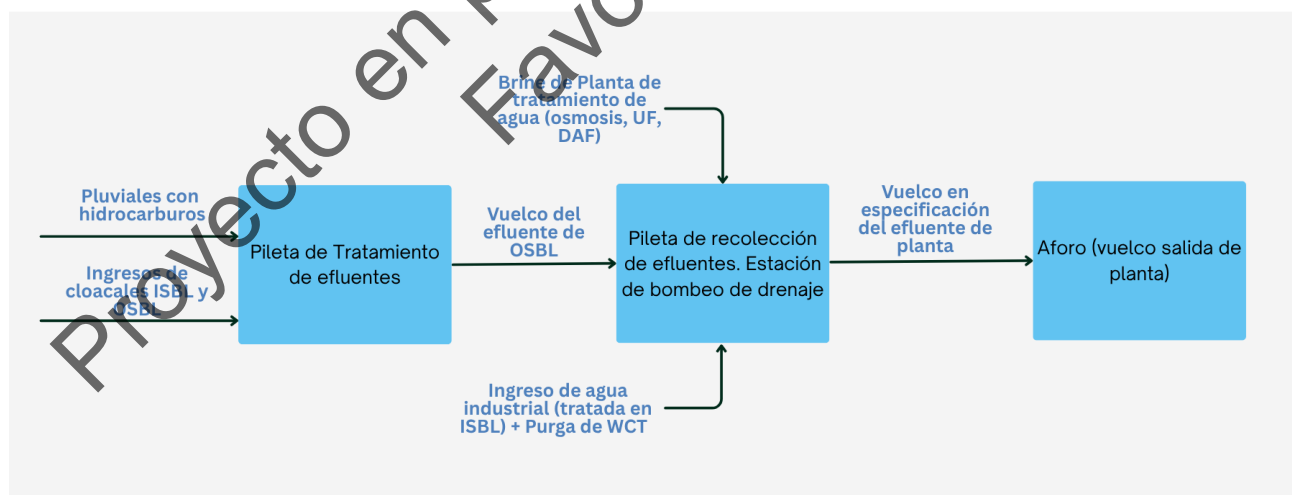
### 2.5.4 Descarga del Agua: Efluentes

Las corrientes de efluentes de la planta industrial se componen principalmente por los rechazos de todas las etapas de tratamiento de agua, purgas de caldera, rechazos de procesos y efluentes cloacales. Los efluentes generados serán colectados y enviados a la planta de tratamiento de efluentes (PTE) para adecuarlos a la calidad de vuelco requerida para cumplir con la legislación ambiental. En la Figura 15 presenta un esquema general las diferentes corrientes de efluentes que se originarán durante la operación de la planta.

En la Tabla 2 se detalla el régimen y caudales de descarga asociados a la Planta de Fertilizantes generados en planta de agua desalinizada, planta de desmineralización, sistema de agua de enfriamiento y planta de tratamiento de efluentes.

**Tabla 2. Corrientes de efluentes generados en la planta.**

Corrientes	Caudal (m3/h)	Condiciones de verano		Condiciones de invierno	
		Salinidad (TDS)	Temperatura(°C)	Salinidad (TDS)	Temperatura (°C)
Planta de tratamiento de efluentes	2,3	287,5	Temp. ambiente	287,5	Temp. ambiente
Agua tratada ISBL	315	725	28	725	28
Agua de rechazo de Deshidratacion Lodos	97	42000	28	30000	28
Rechazo UF	639	42000	28	30000	28
Rechazo SWRO	2974	75614	28	54405	28
<b>Efluente final de planta (vuelco)</b>	<b>4027,3</b>	<b>63570</b>	<b>Temp. ambiente</b>	<b>45715</b>	<b>Temp. ambiente</b>



**Figura 15. Diagrama de bloques conceptual del manejo del agua de procesos.**

A continuación, se describen los principales procesos que componen el tratamiento de los efluentes cloacales e industriales ilustrados previamente.

#### 2.5.4.1 Efluentes Cloacales

Estos efluentes serán generados en las áreas de oficinas, vestuarios, unidades sanitarias e instalaciones no productivas con características de efluente domiciliario. Todos estos efluentes serán colectados y enviados a una planta de tratamiento de efluentes cloacales modular. Luego del tratamiento, el efluente se deriva a la Pileta de Tratamiento de Efluentes (ver Figura 15), donde se unirá a los efluentes industriales generados en la planta para ser debidamente tratados, previo al vuelco final.

Tal como se indicó en la Figura 15, se generarán aproximadamente 54,6 m<sup>3</sup>/día de efluentes cloacales considerando los sectores ISBL y OSBL.

La planta de tratamiento de efluentes cloacales contará con las siguientes instalaciones:

a) Pozo de bombeo, incluyendo:

- Reja de ingreso construida en acero inoxidable AISI 304L tipo canasto.
- Sistema de difusores de aire de burbuja gruesa de AISI 304L para mezcla del pozo aptos para asegurar la mezcla de efluente con las dimensiones estimadas el pozo con una profundidad de líquido de 1,5 m. La línea de aire para el pozo contará con una válvula reguladora de presión para asegurar una contrapresión constante en la línea al pozo y una válvula reguladora de caudal que asegure el caudal total de mezcla requerido.
- Tendrá también una bomba sumergible con capacidad 2,3 m<sup>3</sup>/h.

b) El módulo de tratamiento de efluentes cloacales constará de:

- Caja con vertedero de ingreso para medición de caudal de efluente y reciclo.
- Reactor aeróbico diseñado para operar con una carga másica (F/M) determinada, con el objetivo de una edad de lodo no menor de 20 días.
- Sistema de aireación diseñado para abastecer oxígeno, con soplante lobular con filtro de aire con sensor de colmatación, manómetro, válvula de alivio, amortiguadores de vibración. El aire se distribuirá mediante cañería de AC, con un colector general que asegure la distribución para los puntos: pozo de bombeo, reactor, bomba air lift. Se utilizarán difusores de burbuja fina aptos para la calidad del efluente indicado distribuidos en un sistema de grillas independientes aisladas mediante válvulas esféricas con capacidad de izaje para mantenimiento.
- Sedimentador de fondo piramidal con vertederos de salida y barrera de sobrenadantes con colector de sobrenadantes.
- Bomba air lift con capacidad para por lo menos 5 m<sup>3</sup>/h de retorno de lodos. Regulación de aire con válvula aguja.
- Cámara de contacto para cloración con un tiempo de residencia no menor de 30 minutos.

c) Sistema de deshidratación, el cual contará con los siguientes elementos:

- Módulo de deshidratación diseñado para tratar la purga de lodos.
- Piping de alimentación y descarga de filtrado.
- Dosificación de antiespumante- Tanque de PEAD 100 lts y bomba dosificadora para una dosis de hasta 100 ppm.
- Dosificación de hipoclorito – Tanque de PEAD para 1 semana y bomba dosificadora con capacidad para una dosis de 100 mg/l NaClO (10% w/w).

- Dosificación de polímero para lodos con tanque de preparación al 0.2%, agitador y capacidad a definir por el proveedor con bomba dosificadora de solución al 0,2%.
- Dosificación de coagulante con tanque o isocontenedor para dosis de 20-50 ppm con bomba dosificadora.
- Piping de interconexión de dosificaciones hasta los puntos de aplicación. Con válvulas de aislación/retención/contrapresión donde fuera necesario.

Los efluentes cloacales tratados, se conducirán a una pileta de bombeo donde se mezclan con los efluentes industriales provenientes del área de ISBL.

#### 2.5.4.2 Efluentes Industriales

Los procesos de pretratamiento y tratamiento de agua de mar para obtener agua desmineralizada, se generarán corrientes de efluentes industriales con agua con concentraciones de sales, otros rechazos de las etapas de tratamiento de agua, purgas de caldera y rechazos de procesos. Todas las corrientes de efluentes industriales del complejo y los cloacales generados en las unidades sanitarias del establecimiento serán tratados antes de ser vertidos en el canal de descarga de la Central Piedra Buena (CTPB) el cual vierte sus aguas en el tramo final del canal de mareas del arroyo Napostá, previo a la desembocadura en la ría de Bahía Blanca. La planta de tratamiento de efluentes industriales cumplirá con las calidades exigidas en la Resolución 336/2003 del ADA (Autoridad del Agua) de la Prov. de Buenos Aires.

En cuanto al vapor generado para servicio de calentamiento de la planta, una vez utilizado en el sistema se recupera como condensado y se envía a las unidades de tratamiento de agua desmineralizada, para inyectarlo nuevamente al proceso productivo y completar el ciclo.

En resumen, en la planta se generarán las siguientes corrientes de efluentes:

- Efluentes cloacales totales tratados (OSBL + ISBL)
- Efluentes industriales (incluyendo pluviales) del área ISBL.
- Efluentes pluviales del área OSBL.
- Efluentes provenientes de pulido de condensados, purgas de calderas, y purgas de WCT.
- Efluentes generados en la Planta de Tratamiento de Agua. Se identifican las siguientes corrientes:
  - Rechazo de SWRO (ósmosis inversa de agua de mar).
  - Lavado de UF (ultrafiltración).
  - Filtrado de lodos del sistema DAF (flotación por aire disuelto).
  - Rechazo de EDI

Estas corrientes se mezclarán en una pileta de descarga y serán recolectados en una cámara de bombeo. Desde allí, serán impulsados hacia el canal de aforo, donde se podrán tomar muestras para organismos de fiscalización y realizar mediciones de caudal. Posteriormente, se descargarán al canal de descarga de la CTPB.

Los efluentes llegarán al canal mediante dos conductos de impulsión de 600 mm de diámetro, construidos en PEAD (polietileno de alta densidad): uno proveniente de la cámara de bombeo de efluentes y otro desde la línea de rechazo del sistema SWRO.

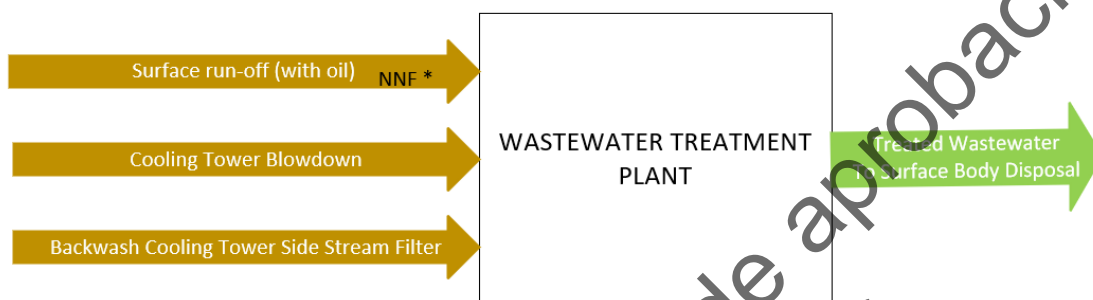
La conducción desde el canal de aforo hasta el canal de descarga se realizará mediante conductos de PEAD de 1.200 mm de diámetro.

El canal de aforo estará equipado con un vertedero rectangular de pared delgada con contracción lateral tipo Rehbock.

Se generará un caudal aproximado de 100.000 m<sup>3</sup>/día de efluentes totales en la Planta de Fertilizantes.

### Sistema de Tratamiento de Efluentes Industriales ISBL

Los efluentes indicados en la corriente denominada "Ingreso de agua industrial tratada en ISBL" de la Figura 15, son tratados en el sistema de tratamiento de efluentes ISBL, previo a ser derivados a la Estación de Bombeo.



\* First-flush of stormwater and firewater collection system in Process Areas

**Figura 16. Diagrama conceptual del sistema de tratamiento de efluentes industriales ISBL.**

En la planta de tratamiento de efluentes de ISBL se tratarán las siguientes corrientes:

- A.** First Flush: puede contener trazas de aceites, grasas, hidrocarburos y sólidos finos que se puedan haber derramado en la planta. Para el tratamiento de esta corriente se colocará una unidad de remoción de aceite compuesta de:
  - CPI (Corrugated Plate Interceptor): separador por gravedad para hidrocarburos.
  - DAF (Dissolved Air Flotation): flotación por aire disuelto para remover aceites emulsionados y sólidos finos.
- B.** Efluente generado por el retro lavado de los filtros de la torre de enfriamiento: los lodos provenientes del retro lavado se tratarán junto con los lodos contenidos en el fondo del CPI y DAF. Los equipos incluidos en esta etapa serán:
  - Espesador por gravedad: a fin de realizar una concentración inicial de lodos.
  - Unidad de deshidratación: centrífuga o filtro prensa para reducir contenido de agua.
- C.** Purga de la torre de enfriamiento: La purga continua de la torre no requerirá tratamiento previo a su vuelco y se conducirá a la Estación de Bombeo tal como se describe en la Figura 15.

### Estación de Bombeo y Vuelco Final

La estación de bombeo proyectada tiene como función impulsar todas las corrientes de drenaje industrial hacia el punto de vuelco unificado en la obra de descarga.

La Estación de Bombeo será de tipo rectangular enterrada y la instalación de las bombas podrá ser tipo sumergibles en cámara húmeda o en cámara seca con campana de succión a definir en etapa de desarrollo posterior. Se diseñará con el volumen adecuado para recibir todo el efluente de cloacales tratados, el efluente del brine de planta de tratamiento de agua, el agua industrial tratada en ISBL y purga continua de la torre de enfriamiento.

Una vez tratado en los sistemas descriptos, el efluente final del complejo será impulsado hacia la Cámara de Aforo y Toma de Muestras antes de ser vertidos al canal de descarga de la Central Térmica Piedra Buena (CTPB), el cual vierte sus aguas en el tramo final del canal de mareas del arroyo Napostá, previo a la desembocadura en la ría de Bahía Blanca.

El efluente final cumplirá con las calidades y parámetros de vuelco exigidas en la Resolución 336/2003 del ADA (Autoridad del Agua) de la Prov. de Buenos Aires.

El canal de aforo y descarga se ubica en las proximidades de la cabecera del canal de descarga actual de CTPB, quedando en la ubicación indicada en la siguiente figura.



**Figura 17. Ubicación de punto de vuelco final de efluentes generados en Planta de Fertilizantes.**

### **3. OBRAS COMPLEMENTARIAS**

#### **3.1 DUCTO DE GAS**

##### **3.1.1 Características Generales del Ducto**

Para producir el amoníaco requerido para la producción de urea, es necesario emplear gas natural y aire como principales materias primas. Este proceso se basa en el reformado de gas natural con vapor para producir hidrógeno y dióxido de carbono. La reacción de hidrógeno con el nitrógeno que proviene del aire alimentado al proceso serán los que se transformarán en amoníaco.

El gas natural será abastecido por medio de una cañería que unirá la Planta de Fertilizantes con la actual Estación Reguladora perteneciente a la Central Termoeléctrica Piedra Buena (CTPB). CTPB a su vez obtiene el gas natural a través de un gasoducto exclusivo de 22 km, el cual también es operado y mantenido por ellos mismos, y se conecta con el sistema de gasoducto troncal desde la Planta General Cerri de Transportadora Gas del Sur S.A. (TGS).

La cañería por donde se transportará el gas natural contará con diámetro nominal de 16 pulgadas con una longitud total de 1.700 metros (1,7 km) desde su inicio en la Estación Reguladora de CTPB hasta su tramo final en la Planta de Fertilizantes.

Además, se contempla el montaje de instalaciones de accesorios tales como, válvulas de bloqueo, codos, bridas, etc.

El sistema de alimentación de gas natural incluye la toma desde el gasoducto que alimenta a CTPB hasta los consumidores ISBL (Tie In) y OSBL (caldera auxiliar, generadores de emergencia y otros edificios), que incluye:

- Unidad de separación de sólidos y líquidos.
- Puente de medición de ingreso.
- Válvulas de regulación, seguridad y bypass.
- Filtración final.

Para realizar la conexión al gasoducto existente, se ejecutará una intervención tipo Hot Tap, permitiendo la instalación de la derivación sin afectar el suministro continuo a CTPB.

Con el objetivo de evitar interferencias con la operación y las instalaciones de la Central Piedra Buena, la traza del gasoducto se realizará bordeando dicha central hacia el noreste.

Durante parte del recorrido del gasoducto, se prevé la coexistencia con líneas de alta tensión destinadas a la alimentación eléctrica de la planta. En este tramo, se garantizará el cumplimiento de la distancia mínima de 1 metro establecida por la normativa NAG, lo cual no representa una limitación técnica para el proyecto.

El tendido del gasoducto será mayormente subterráneo. En las etapas posteriores de ingeniería básica y de detalle se definirán aspectos específicos como el soterramiento, cruces de calles, protecciones catódicas y señalización correspondiente. La profundidad mínima de enterramiento será de 1 metro, y en los cruces de calles se instalarán losetas de protección para reforzar la seguridad del ducto.

A continuación, puede verse el trazado general que tendrá el gasoducto hasta la planta de regulación, teniendo una longitud total de aproximadamente 1,7 km.





Figura 18. Traza del ducto para abastecimiento de gas natural.

### 3.1.2 Análisis de Alternativas

La definición de la traza de un ducto de gas es un proceso complejo que debe contemplar múltiples y diversos aspectos y que puede prolongarse en el tiempo y sufrir modificaciones menores hasta poco antes del inicio del tendido del ducto. El objetivo, es siempre definir la traza de menor costo constructivo y operativo y que genere la menor cantidad de interferencias tangibles y no tangibles, afectando lo menos posible el ambiente por donde se proyecta.

En este apartado se presenta un resumen del “Informe de Evaluación de Alternativas Sistema de Gas” desarrollado por la contratista de construcción del proyecto y Fertil Pampa. En dicho informe se llevó a cabo una evaluación y comparación de las alternativas consideradas de trazas realizado en el marco del desarrollo de Ingeniería Conceptual del proyecto. La evaluación tuvo como finalidad determinar la mejor traza para el ducto de gas natural, según la ponderación de criterios de diferente índole, como ser, ambientales, técnicos, económicos, etc.

Las trazas alternativas analizadas para el transporte de gas natural desde la actual Estación Reguladora de CTPB a la planta, se presentan a continuación:

- Traza Norte: es traza externa a la Central Piedra Buena, acometiendo desde el norte a la planta de fertilizantes.
- Traza Oeste: es traza interna a la Central Piedra Buena, ingresando desde el oeste al complejo de fertilizantes.

En la Figura 19 se muestran las trazas analizadas. A continuación, se brindará una descripción general de cada una de ellas a fin de seleccionar aquella más apta para abastecer a la Planta de Fertilizantes.



**Figura 19. Presentación de trazas analizadas para abastecimiento de gas natural.**

#### Traza Norte – Traza Externa

La característica principal de esta alternativa radica en independizar la ruta de la cañería del predio de la Central Térmica Piedra Buena (CTPB), evitando así circular por instalaciones existentes. Esto permite contar con un ruteo más limpio, ya que la cañería se desarrolla por los márgenes del predio de la central y facilitar el montaje, puesto que el mismo se realiza mayoritariamente enterrado sobre terrenos libres de obstáculos u otro tipo de instalaciones.

En contrapartida, esta traza recorre una gran distancia, dado que debe rodear el predio de CTPB. Además, transita por la cercanía de las instalaciones de evacuación de energía en alta tensión, con lo cual, la norma de gas es restrictiva en cuanto a distancias de separación se refiere o bien al uso de descargadores para minimizar corrientes parásitas sobre la cañería. Por último, el ingreso al OSBL tampoco es sencillo, ya que para sortear las instalaciones eléctricas del mismo debe desplazarse hasta su extremo este y desde ahí retornar prácticamente hasta el margen opuesto, esquivando en dicho desplazamiento el acueducto de descarga de agua de enfriamiento de la central Piedra Buena cuyo diámetro es de 92".

#### Traza Oeste - Traza Interna

Esta alternativa parte del mismo lugar que la anterior y se desarrolla por el interior de CTPB, aprovechando los parrales de cañerías existentes. Esta ruta, si bien cuenta con más cambios de dirección que la anterior, tiene como ventaja que el recorrido es mucho más corto, ya que al avanzar por la parte media de la central, acomete casi directamente a la ubicación de la ERM de la planta de fertilizantes.

La mayor parte de esta ruta es aérea y solo se entierra en el tramo final de acometida a FERTIL PAMPA, donde ya no hay parrales disponibles, para evitar así la obra civil necesaria para apoyar sus soportes.

Por otro lado, esta alternativa presenta como principal desventaja el hecho de circular por una instalación que se encuentra en el final de su vida útil, quedando atada a la continuidad de operación de la misma y dificultando la modificación o reemplazo de dichas instalaciones. Adicionalmente, volvería el montaje más complicado, ya que la cañería deberá ser enhebrada en un parral existente con alta densidad de cañerías, al que posiblemente haya que reforzar en algún tramo para permitir el paso de esta nueva cañería, dado su estado de carga actual.

A continuación, se resumen los principales parámetros geométricos de cada traza, considerando un porcentaje adicional debido a potenciales incertidumbres en el trazado.

ALTERNATIVA	LONGITUD	% ADICIONAL	LONGITUD TOTAL	CODOS PLANO	CODOS ALTURA	CODOS ESC.	CODOS TOTALES
TRAZA NORTE	1700 m	10%	1870 m	8	3	0	11
TRAZA OESTE	700 m	25%	875 m	13	11	12	36

En el “Informe de Evaluación de Alternativas Sistema de Gas” elaborado por la contratista, se evaluaron cuatro aspectos principales para comparar las alternativas propuestas, definidos en función de su relevancia en la implementación del proyecto:

- Impacto ambiental
- Impacto en el cronograma
- Impacto económico financiero
- Impacto técnico

Cada uno de estos aspectos se descompone en distintos criterios específicos que permitieron una evaluación más detallada y objetiva de cada alternativa. A partir de esa estructura, en el informe se elaboró una matriz de evaluación multicriterio que permite integrar los distintos factores en una única calificación ponderada para cada opción analizada.

#### *Impactos ambientales*

La alternativa oeste, que se desarrolla por el interior de la central, es la que menos impacto generará en el medio ambiente, ya que utiliza instalaciones industriales existentes que actualmente ya se encuentran afectando el medio ambiente. En cambio, la ruta norte, implica excavar sobre terrenos vírgenes, quitándole la posibilidad de destinarlo a otros usos.

#### *Impacto económico financiero*

En este aspecto se evaluó la implicancia de cada opción propuesta en términos de montos de inversión (CAPEX), costos operativos y de mantenimiento (OPEX) y costos inherentes a habilitaciones y/o permisos, este último visto exclusivamente como un costo adicional.

Desde el punto de vista del CAPEX la alternativa que presente mayor cantidad de pulgadas de soldadura, soportación, cruces de calles, modificaciones en estructuras civiles y estructuras metálicas existentes será la que tenga mayor impacto en este aspecto. Por tales motivos, de acuerdo al estudio de costos realizado en el informe en ambas alternativas resulta como la más conveniente la traza norte.

Desde el punto de vista del OPEX, la alternativa con mayores cambios de dirección, puntos de soldadura, etc. tendrá más probabilidades de falla. Por tales motivos, la traza norte resulta ser superadora y presentar la mejor opción.



### *Impacto técnico*

La traza norte es óptima, dado que simplifica la complejidad de la instalación; la traza está soterrada prácticamente en toda su extensión y atraviesa terrenos libres de construcciones. Por el contrario, la traza oeste, interna de la central, deberá sortear una serie de obstáculos en su avance hacia la Planta de Fertilizantes que dificultarán su tendido.

La ingeniería de la planta de fertilizantes se está desarrollando con una expectativa de vida útil de 30 años aproximadamente, mientras que la Central Piedra Buena se encuentra al límite de su vida útil. Con lo cual, el hecho de llevar un servicio indispensable por el medio de una central al fin de su vida útil, no sería consistente con el criterio de diseño de FERTIL PAMPA, ya que dicha cañería quedaría supeditada a los vaivenes que pudiera sufrir la instalación por la cual acomete y viceversa, podría impedir también la expansión o modificación de esta última. Por estos motivos, consideramos que la alternativa norte es muchos más apta que la oeste según este criterio.

En cuanto a longitud, la alternativa norte si bien es más directa duplica a la oeste.

Si bien desde un punto de vista de costos, resulta más oneroso mantener la cañería de mayor longitud (traza norte), desde un punto de vista técnico será más complicado mantener la oeste, ya que para acceder a la cañería habrá que ingresar en el predio de la central térmica y atenerse a las normas de seguridad de la misma. Además dicho mantenimiento supondrá trabajos en altura, con el asociado armado de andamios y también espacios más acotados para ejecutar las correspondientes tareas. Por todo esto, se considera que en complejidad de mantenimiento de la alternativa norte es superadora, al independizarse de todos los inconvenientes planteados.

### *Impacto de cronograma*

En lo que respecta a fabricación, la traza norte si bien contará con más puntos de soldadura que la oeste, permitirá realizar la mayoría de los mismos en taller minimizando la soldadura en campo, por poseer la ruta más limpia de las dos. Por contrapartida, la acometida oeste al tener tantos cambios de dirección y su instalación ser en altura, dificultará la capacidad de prefabricación dado que la mayoría de los tramos requerirán ajuste en obra. Por todo esto se considera que la traza norte será menos compleja que su par oeste.

### Selección de Alternativa

Por las razones antes mencionadas, la Traza Norte resulta ser la alternativa más adecuada para el trazado del gasoducto del proyecto. A pesar de su mayor longitud, ofrece ventajas significativas en términos de seguridad operativa, facilidad de mantenimiento, prefabricación, coherencia con la vida útil proyectada de la planta y menor dependencia de instalaciones envejecidas.

La Traza Oeste, aunque más corta y con menor impacto ambiental, presenta una alta complejidad técnica, mayores riesgos operativos y costos indirectos elevados debido a interferencias con estructuras existentes y tiempos de ejecución más prolongados.

### **3.1.3 Descripción de Instalación**

Luego de la conexión al gasoducto existente se instalará una válvula de cierre remoto la cual se operará desde la sala de control central. A continuación, antes del ingreso a la estación de regulación y medición de gas natural, se colocará una válvula de cierre de emergencia (SDV) con venteo hacia zona segura.



A la entrada de la estación de gas natural se instalarán dos separadores polvo/líquido en paralelo (uno operativo y uno de reserva) cada uno equipado con su válvula de seguridad. Estos serán seguidos por sus enderezadores de vena correspondientes y los instrumentos de medición. Como equipo principal de medición se instalará un medidor ultrasónico, y como equipo de reserva una placa orificio.

Y por último se realizará el control de presión, mediante dos reducciones de presión. Las mismas estarán equipadas con válvulas de seguridad aguas debajo de cada reguladora, y aguas abajo se realizará la división de corrientes que van al Tie In del ISBL y hacia los consumos del OSBL.

Todas las señales de caudal, presión y temperatura de gas natural, así como el comando de las válvulas se enviarán a la sala satélite de interconexión de señales a enviar desde OSBL al sistema de control distribuido (ISBL), la cual se constituirá como límite de batería entre OSBL e ISBL.

Todas las instalaciones de gas natural del complejo estarán aprobadas por la autoridad de aplicación de acuerdo con la normativa NAG 200 y NAG 201 según corresponda.

### 3.1.4 Condiciones Operativas del Gasoducto

El gas natural será entregado en el límite de batería de la planta en las siguientes condiciones:

- Presión: 17 a 26 kg/cm<sup>2</sup>g
- Caudal de entrada: 3,7 MNm<sup>3</sup>/d
- Diámetro de la cañería: 16"
- Pérdida de carga hasta OSBL: 1,33 bar
- Caudal por entregar a ISBL: 135.000 Nm<sup>3</sup>/d
- Composición del gas se detalla en la Tabla 3

**Tabla 3. Composición del Gas Natural.**

Componente	Composición Molar Típica % vol.	Mínima	Máxima
CH <sub>4</sub>	92	86	96
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6	3	10
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,6	0	2,1
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,1	0	0,5
n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,1	0	0,55
i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0	0	0,1
n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0	0	0,1
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0	0	0,07
CO <sub>2</sub>	0,7	0,3	1,2
N <sub>2</sub>	0,5	0,3	1,5

Trazas en Gas Natural	Unidades [mg/Sm <sup>3</sup> ]
Azufre total	15



### 3.1.5 Tareas de Mantenimiento

Cuando el gasoducto se encuentre operativo y apto para su funcionamiento, su función principal será transportar el gas natural desde la Estación de Regulación de CTPB hasta el límite de la Planta de Fertilizantes.

Durante toda la recorrida del ducto se dispondrá de caminos internos y accesos necesarios para poder acceder adecuadamente a la cañería. El propósito de estos accesos es contar con aproximaciones libres a sitios de venteo, válvulas, verificación de juntas, registros de corrosión, monitoreo de temperatura de bombeo, etc. Además se supervisará toda la cartelería de la cañería con el fin que las mismas estén en perfecto estado de legibilidad.

Las etapas de Operación y Monitoreo se realizarán en conformidad con la normativa vigente.

## 3.2 CONEXIÓN ELÉCTRICA

### 3.2.1 Infraestructura Eléctrica de Interconexión a SADI

El sistema de abastecimiento de la energía eléctrica estará conformado por una nueva subestación de transformación denominada ET\_PEUREA, la cual se vinculará con el SADI. La misma será localizada en el sector de servicios OSBL, contigua a la actual estación transformadora de la Central Piedra Buena.

El suministro eléctrico requerido por la nueva Planta de Fertilizantes será de una potencia estimada en 130 MW en un nivel de tensión de 500KV. Dicho suministro se podrá atender según el esquema mostrado en la Figura 20 es decir, mediante una interconexión de la línea existente de 500KV denominada 5BBLP1, la cual actualmente corresponde con el despacho de la Unidad 29 de la Central Piedra Buena CTPB (U29).

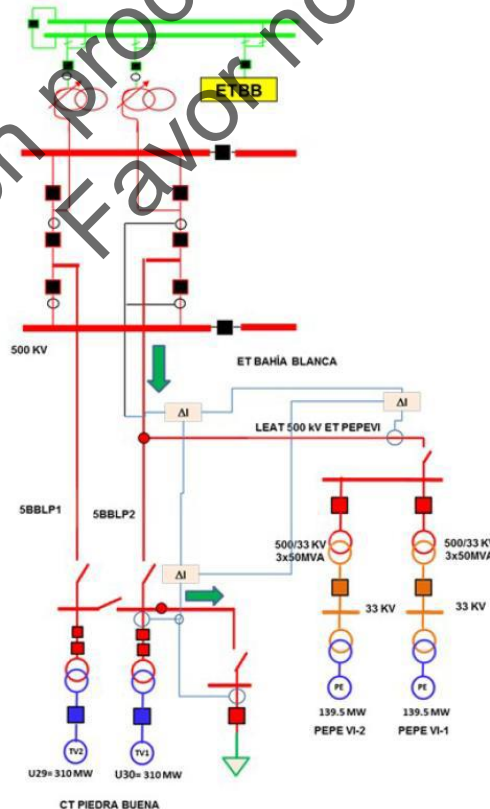


Figura 20. Suministro eléctrico de la ET PEUREA a partir de la conexión a la Línea de 500KV 5BBLP1.

*[Firma manuscrita]*

Dada la disponibilidad de un pórtico existente en la ET CTPB y la localización geográfica de PEUREA, la alternativa natural de vinculación en 500 KV es mediante una conexión eléctrica asociada a la línea 5BBLP1, la que actualmente vincula al SADI a la Unidad 29 de la CTPB.

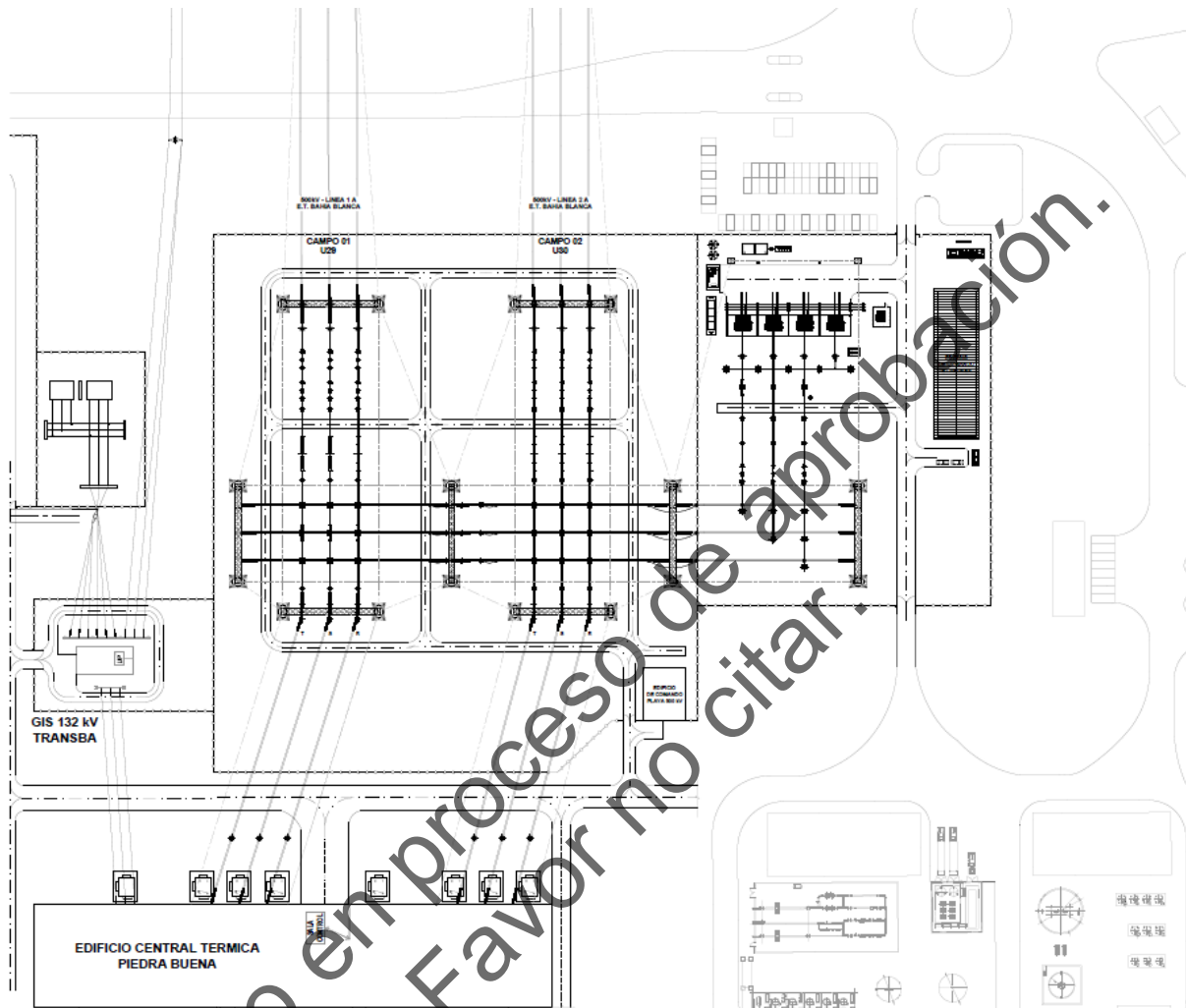


Figura 21. Implantación general de la ET PEUREA.

A continuación, puede apreciarse esquemáticamente, la ubicación geográfica de las nuevas instalaciones del OSBL y su vinculación con las instalaciones existentes de CTPB.

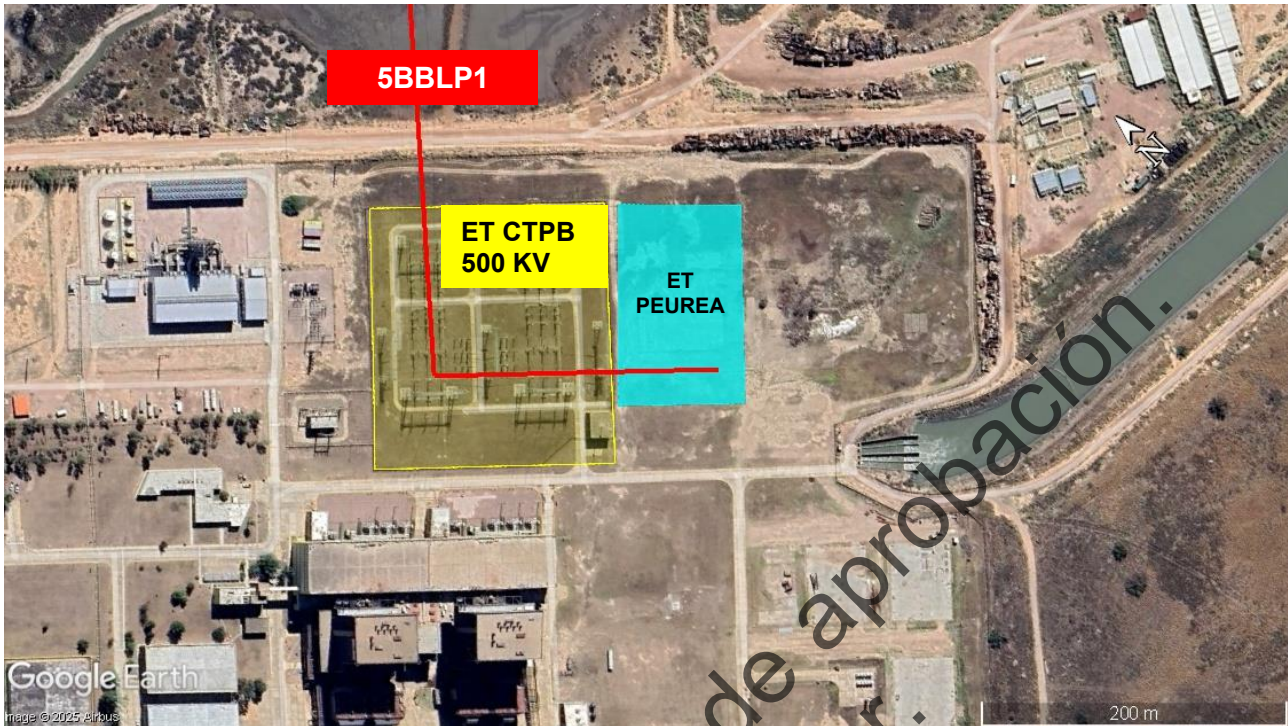
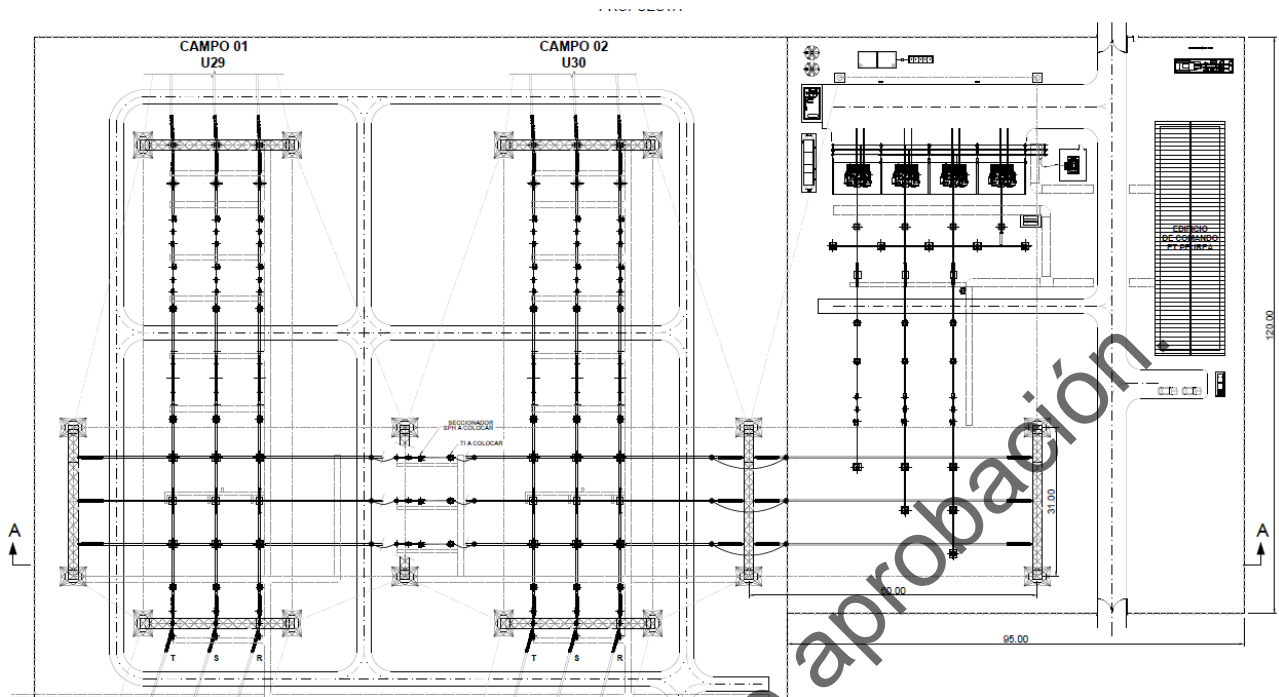


Figura 22. Ubicación geográfica de las instalaciones. OSBL: Outside Battery Limit. ISBL: Inside Battery Limit

### 3.2.2 Subestación de Transformación 500/33 KV ET PEUREA

La subestación de transformación denominada ET\_PEUREA estará dentro del predio mostrado en la Figura 22 contigua a la ET CTPB y dentro del sector identificado como OSBL. La misma será del tipo tradicional en aire (AIS) con un banco de 3 transformadores monofásicos más una fase de reserva 3x50 + 1x50 MVA, 150MVA en 500/33KV. Estará dotada de una playa a la intemperie y un edificio de celdas y comando donde se alojarán los servicios auxiliares, sala de baterías, baño y una oficina (según Figura 23).

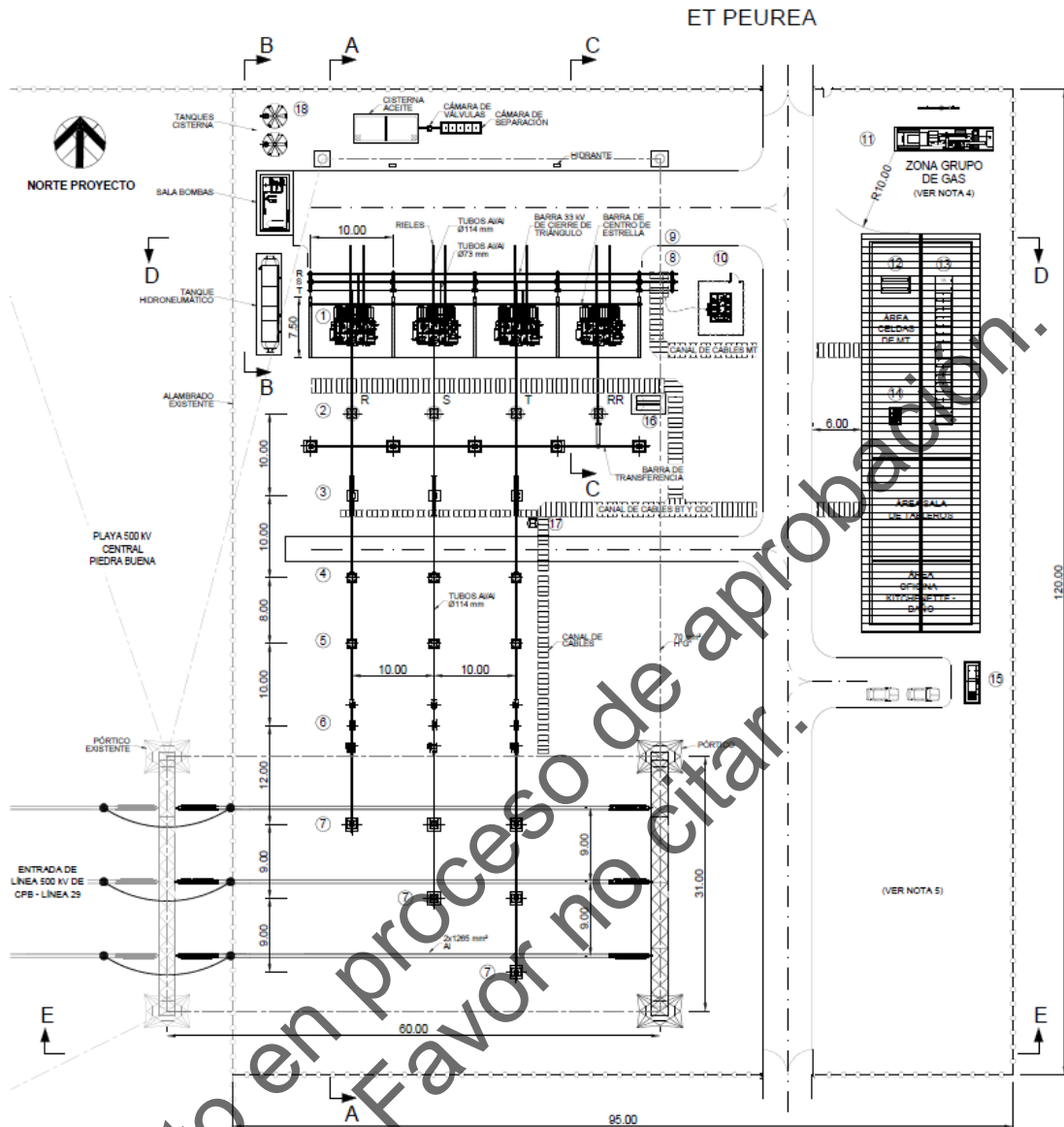
En la Figura 23 se pueden apreciar las instalaciones actuales de la ET CTPB y de la nueva ET PEUREA prevista.



**Figura 23. Playa de 500KV actual de la ET CTPB y nueva ET PEUREA**

A continuación, en la Figura 24, se muestra la distribución en planta prevista para la ET PEUREA.

Proyecto en proceso de aprobación  
Favor no citar.

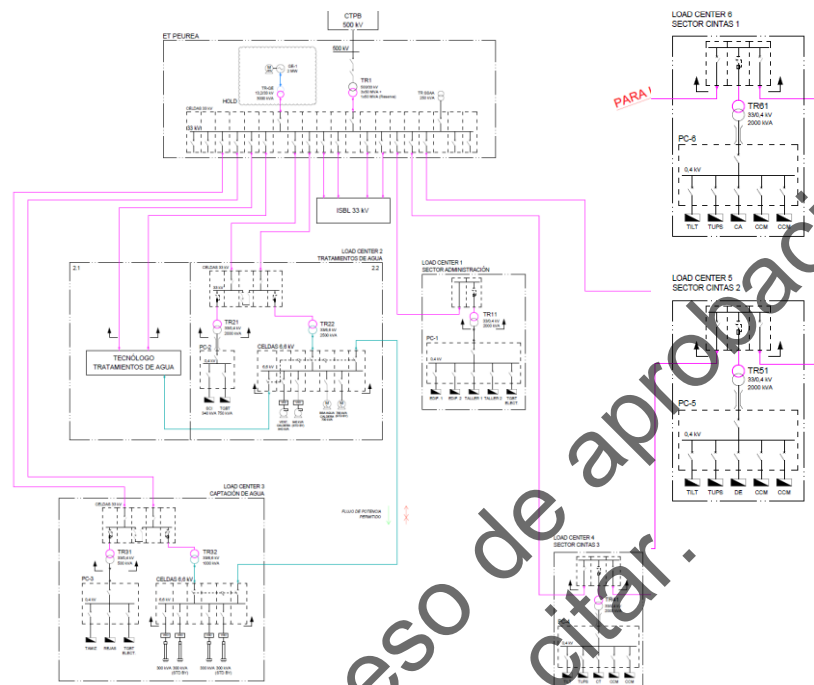


**REFERENCIAS**

- ① TRANSFORMADOR DE POTENCIA 3x50 MVA, 500/33 kV
- ② DESCARGADOR DE SOBRETENSION Un: 500 kV
- ③ INTERRUPTOR UNITRIPOLAR 500 kV
- ④ TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 500 kV
- ⑤ TRANSFORMADOR DE TENSION 500kV
- ⑥ SECCIONADOR SPH 500 kV SIN CUCHILLAS PAT
- ⑦ AISLADOR SOPORTE 500 kV
- ⑧ DESCARGADOR DE SOBRETENSION 33 kV
- ⑨ AISLADOR SOPORTE 33 kV
- ⑩ REACTOR DE NEUTRO
- ⑪ GENERADOR ELÉCTRICO A GAS 13,2 kV
- ⑫ TRANSFORMADOR ELEVADOR SMVA, 13,2/33 kV
- ⑬ CELDAS DE MEDIA TENSION
- ⑭ TRANSFORMADOR DE SSAA 33/0,4 kV
- ⑮ GRUPO ELECTRÓGENO 400 V

Figura 24. Vista en planta de la nueva ET PEUREA

A nivel de MT el seccionamiento visible se logrará con el carro extraíble de las celdas de media tensión, esta filosofía de diseño se adopta debido a que la potencia estimada del proyecto es de 130 MVA y el nivel de media tensión seleccionado es de 33KV. Las protecciones y control de la estación serán conforme a la normativa vigente. La arquitectura del sistema de control estará basada en los lineamientos de la norma IEC 61850.



**Figura 25. Red de distribución en MT**

La red de media tensión estará compuesta como se muestra en la Figura 25 por un conjunto de alimentadores previstos para los distintos sectores del OSBL (6 centros de cargas) y otro conjunto de ellos para el ISBL (alimentadores de 33KV para abastecer una demanda de 90MW).

La sala de operaciones y control principal de la planta (DCS) tendrá una sala de operaciones complementaria de menor relevancia dentro del OSBL que permitirá el comisionado de algunas instalaciones en la etapa previa al inicio del funcionamiento del ISBL.

La estación ET PEUREA poseerá grupos generadores a gas para atender las contingencias eléctricas solo del OSBL (estimadas en 2MW).

### 3.3 VIADUCTO DE CONEXIÓN AL MUELLE

El despacho de mercancías (urea granulada y amoníaco) al comercio exterior se realizará por vía marítima mediante embarcaciones. Por tanto, se utilizará el muelle existente denominado Cte. Luis Piedrabuena (CLP) del Puerto de Ing. White.

En este sentido se construirá un viaducto que conectará el macizo de la planta con el muelle.

A continuación, se detalla el diseño conceptual de las fundaciones y superestructura de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup> del viaducto, el cual sostendrá el camino de acceso vial al muelle, un camino peatonal, una cañería de amoníaco y una galería marítima con la cinta transportadora al muelle.

### 3.3.1 Viaducto

La urea granulada será transportada a la zona de carga de buques mediante una cinta transportadora contenida en una galería. La misma estará apoyada en su tramo marítimo sobre un viaducto que unirá el macizo extremo del terraplén con el muelle existente.



Figura 26. Traza del Viaducto (en color verde).

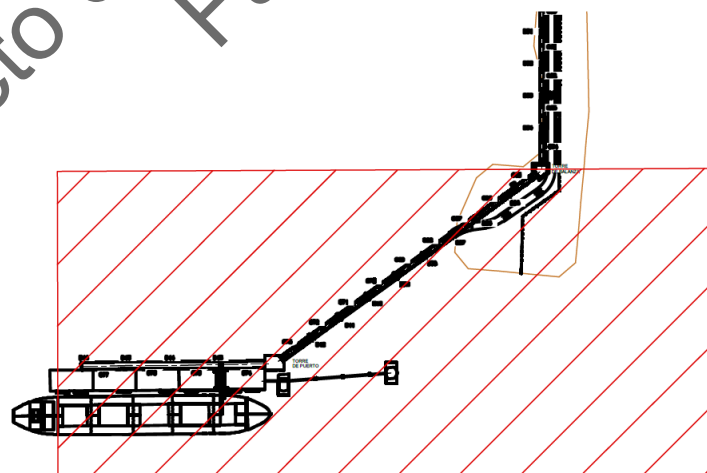


Figura 27. Ubicación del Viaducto y su galería.



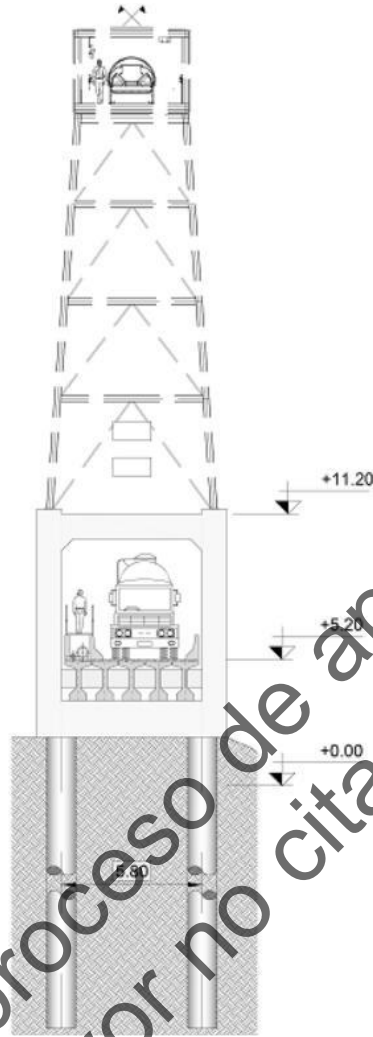


Figura 29. Corte de biela típico.

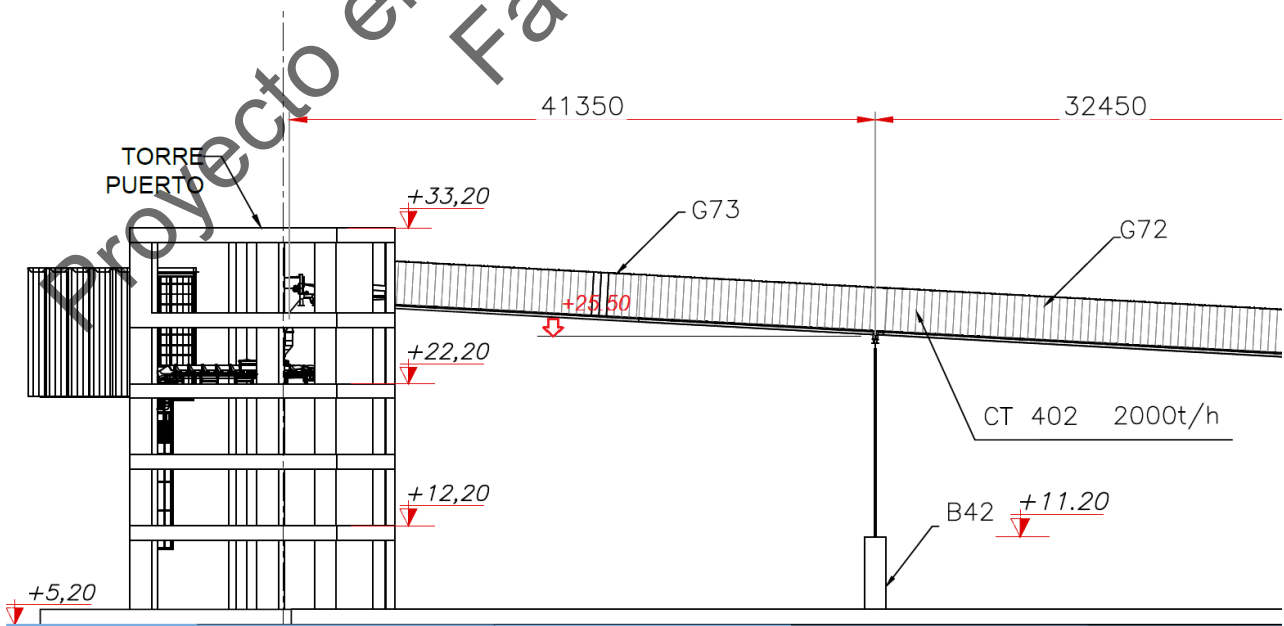


Figura 30. Apoyo sobre la Torre Puerto.

*[Firma manuscrita]*

Se denomina biela a los soportes de la galería, que están formados por una parte metálica apoyada sobre un pórtico de H°A°, que a su vez se empotra en el cabezal de la fundación.

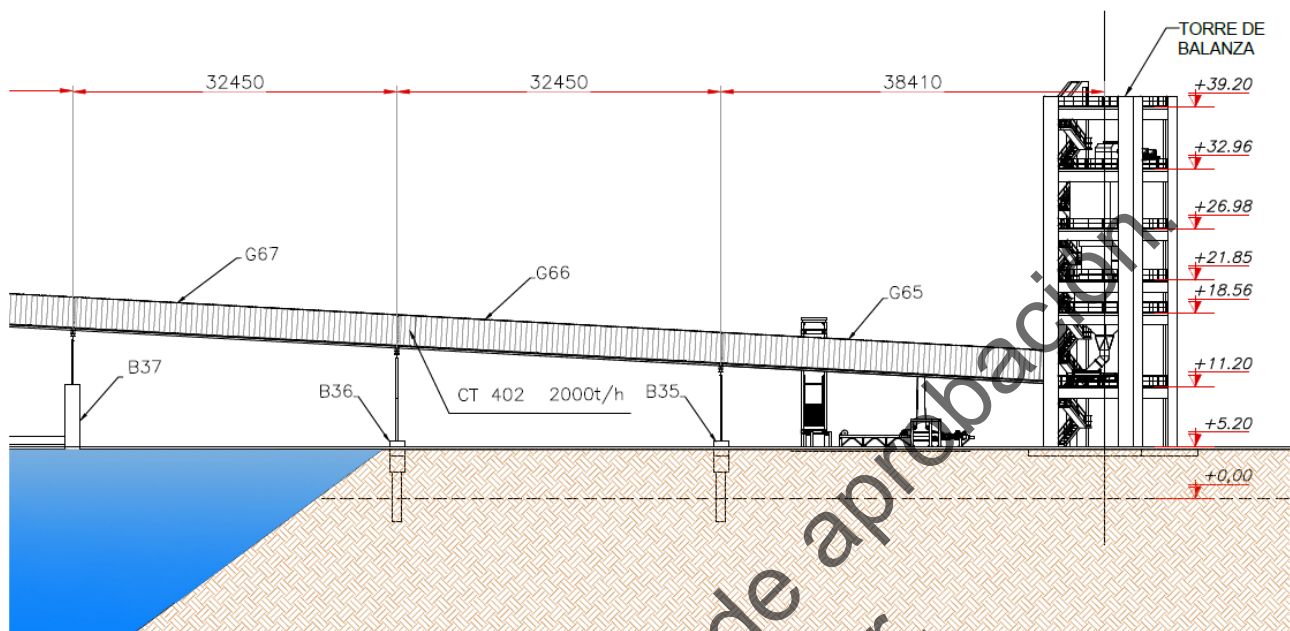


Figura 31. Apoyo sobre la Torre de Balanza.

### 3.3.3 Características del Viaducto

La estructura del viaducto y los soportes de la galería está constituida por un conjunto de apoyos que constan de cabezal con pilotes, pórtico de H°A° (esto junto con la parte metálica configura lo que se llaman bielas) y un tablero para acceso al muelle formado por vigas premoldeadas vinculadas con vigas transversales.

Cada biela se considerará empotrada en la parte inferior de los pilotes y articulada con la galería. Esta estará constituida por 9 tramos de aproximadamente 33,40 m de luz y cuyos extremos apoyan en torres de H°. A los fines de la estabilidad global, se consideran tres partes: los tres primeros tramos con apoyo fijo en la Torre de Balanza, los tres tramos centrales articulados en las bielas y los tres últimos con apoyo fijo en la Torre Puerto.

En la figura a continuación se observan los tres últimos tramos.

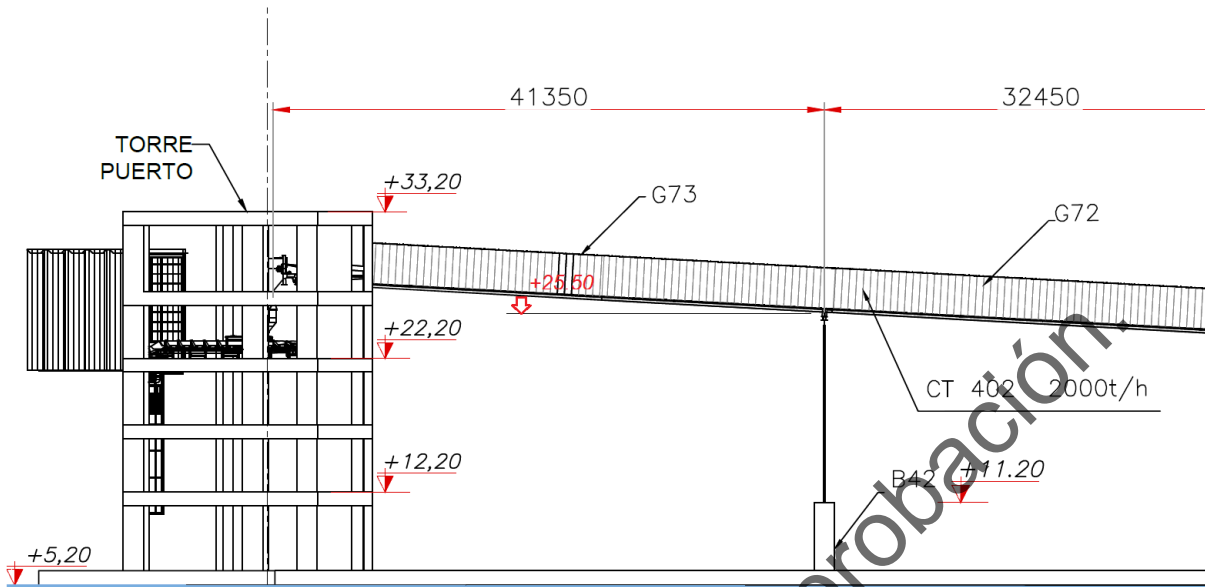


Figura 32. Vinculación entre galería y Torre Puerto.

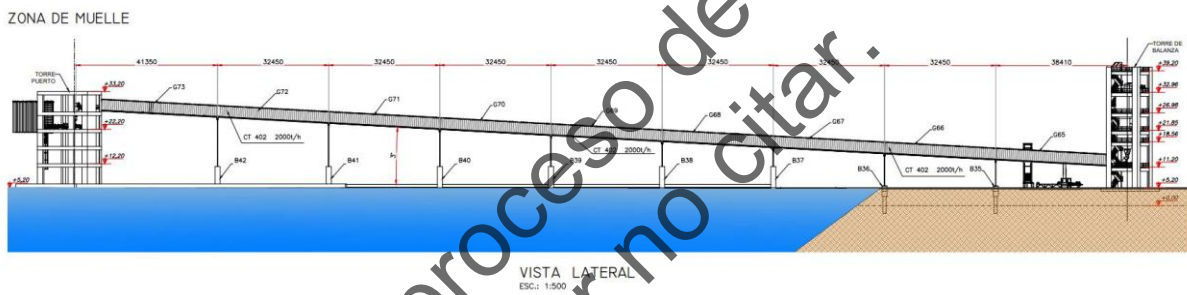


Figura 33. Galería, bielas, Torre Balanza y Torre Puerto.

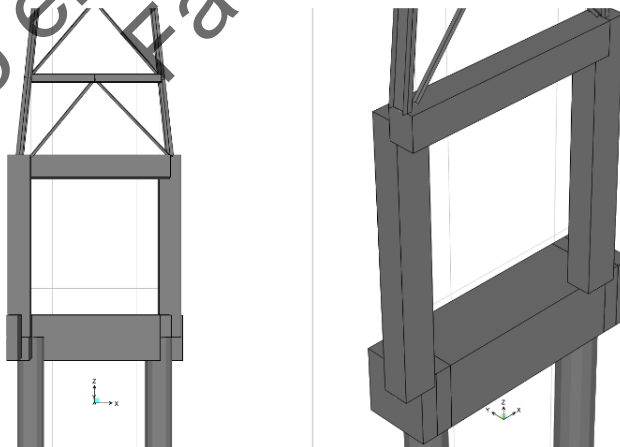


Figura 34. Detalle del cabezal y pórtico.

*[Handwritten signature]*

#### **4. ETAPA PRECONSTRUCTIVA**

Previo al inicio de la Etapa Constructiva de la Planta de Fertilizantes, los terrenos afectados a la obra deberán liberarse de los vestigios de actividad pasada (ver Sitio de Localización).

Como se ha mencionado al inicio de este mismo capítulo, el denominado Sector 1 fue antiguamente utilizado para el desarrollo de obra industrial que nunca terminó de concretarse, y actualmente presenta vestigios de aquella obra inconclusa. Además, este sector fue utilizado recientemente por el CGPBB para la disposición de chatarra proviene de la ría. En tanto, el denominado Sector 2, si bien no fue afectado significativamente al desarrollo industrial inconcluso, cuenta con la presencia de un terraplén que conduce a un macizo costero que formaba parte del proyecto de muelle de dicho emprendimiento.

##### **4.1 RETIRO DE CHATARRA Y METALES**

La chatarra de antiguos buques y metales que quedaron remanentes de la obra inconclusa de la anterior concesionaria del predio, serán removidos por el CGPBB a los fines de liberar el espacio para las obras de la Planta de Fertilizantes.

El CGPBB contratará empresas transportistas habilitadas para realizar el retiro de todos estos metales y chatarra presente en el predio, y serán enviados a firmas terceras para su aprovechamiento y reutilización, conforme a las normativas ambientales vigentes.

##### **4.2 TAREAS PRINCIPALES**

Tal como se describió, antes del inicio de las tareas constructiva de la planta, los terrenos destinados al emplazamiento de las obras deberán estar libres de estructuras metálicas, equipos y chatarra que se encuentran actualmente en el sitio.

###### *Movimiento de escombros*

Actualmente, en el sitio destinado a ISBL (Identificado como Sector 2 en Figura 1) se encuentran escombros provenientes de obras que quedaron inconclusas, que fueron realizadas por la compañía que ocupó anteriormente el predio. Estos materiales serán removidos por la empresa, durante las etapas previas de construcción. Se estima que el volumen de escombros a remover ronda alrededor de los 300 m<sup>3</sup> y será necesario realizar aproximadamente 30 viajes de camión para su envío a sitios habilitados para tales fines.

###### *Demoliciones*

En el sitio destinado a OSBL (identificado como Sector 2 en Figura 1), será necesario efectuar demoliciones de parte de las construcciones edilicias y otras estructuras civiles existentes en el predio otorgado por el Puerto de Bahía Blanca, como plateas, columnas, caminos, pilotes, etc., que no podrán ser aprovechadas por el Proyecto. Tal como se mencionó, estas construcciones fueron realizadas por la compañía VALE cuando planeaba la construcción de una planta industrial en estos terrenos, aunque la obra quedó inconclusa.

En este sentido, luego de ejecutadas las demoliciones, se estima que se generará un volumen aproximado de 2.000 m<sup>3</sup> de materiales.



## 5. **ETAPA CONSTRUCTIVA**

En la presente sección se resumen los métodos, la organización, los materiales y las tareas constructivas que se desarrollarán para la implantación del establecimiento industrial.

### 5.1 **CRONOGRAMA DE OBRA**

La construcción de la Planta de Fertilizantes está prevista en el término de 3 años aproximadamente. Las fechas previstas para el inicio de las obras es agosto de 2026 y para su finalización es junio de 2029.

### 5.2 **MANO DE OBRA Y CONDICIONES DE TRABAJO**

Se estima que el número de personas destinadas a las tareas de construcción y montaje en sus respectivas especialidades civil, mecánica, eléctrica e instrumentación evolucione de acuerdo con el desarrollo de las diferentes etapas.

La demanda total de mano de obra durante el desarrollo de la construcción de la planta, se estima en 3.000 personas en el pico máximo de las obras. Se espera una distribución de empleados en el tiempo, iniciando con una dotación reducida al principio para los movimientos de suelo con el uso de maquinaria vial, luego se alcanzará un pico máximo cuando se registre un solapamiento de tareas, para finalmente disminuir hacia el final de la etapa de montaje y realización de las pruebas de precomisionado, comisionado y puesta en marcha de las instalaciones.

### 5.3 **CANTIDAD ESTIMADA DE MATERIALES DE OBRA**

La siguiente tabla presenta la cantidad estimada de materiales de obra. Estas cantidades han sido determinadas a partir de la documentación técnica generada (planos, especificaciones y modelos) y reflejan una estimación preliminar del volumen de trabajo necesario para la ejecución de la obra.

**Tabla 4. Totales de materiales de obra para OSBL-ISBL.**

Descripción	Cantidad		Total
	OSBL	ISBL	
Volumen de suelo excavado	177.000 m <sup>3</sup>	238.540 m <sup>3</sup>	415.540
Volumen de rellenos	950.000 m <sup>3</sup>	290.942 m <sup>3</sup>	1.240.942
Cantidad de pilotes	2450 un	4.451 un	6901
Volumen de hormigón	35.000 m <sup>3</sup>	74.383 m <sup>3</sup>	109.383
Cantidad de acero para armaduras	6.800 t	8.182 t	14.982
Pavimento asfáltico	35.000 t	-	35000
Estructuras Metálicas	10.000 t	21.936 t	41.936
Piping	600 t	-	600
Metros de cable (Alta y Baja)	100.000 ml	-	100.000
Superficie total de edificaciones	55.000 m <sup>2</sup>	-	55.000



## 5.4 OBRADORES E INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

Se instalará un obrador para el desarrollo de las obras del sector OSBL y un segundo obrador destinado para el ISBL de la futura Planta de Fertilizantes. Estos espacios serán destinados para el estacionamiento de vehículos y maquinarias (equipos elevadores, grúas, retroexcavadoras, camiones, palas mecánicas) necesarias para llevar a cabo el movimiento y nivelación de suelos. Este también será utilizado durante el desarrollo de las tareas de construcción de todos los sectores la planta (ISBL y OSBL). Se desarrollarán tareas de armado de armaduras, mantenimiento de equipos, soldaduras, preparación de mezclas, reparaciones. Se destinarán sectores para el acopio de materiales de construcción (áridos, aditivos, hierros, ladrillos, cemento), de combustibles y aceites, de herramientas (pañol). También se instalarán oficinas de dirección e inspección, cocina, comedor y servicios higiénicos para el personal en obra.

El obrador del ISBL se ubicará en el área del antiguo obrador de la minera VALE (anterior concesionario del predio), y se prevé utilizar los almacenes que se encuentran construidos en el predio, que pertenecían a dicha empresa. El obrador destinado al OSBL, se ubicará en un área cercada al norte del obrador del ISBL.

Para el consumo de agua por parte del personal se proveerá de agua potable envasada, para la de procesos asociados a la construcción y sanitarios se cubrirá con camiones cisterna.

### 5.4.1 Instalaciones Complementarias Temporales

Se contempla el suministro, montaje y mantenimiento de todas las instalaciones temporales necesarias para el correcto funcionamiento y soporte de las actividades de obra. Esto incluye la implementación del sector de obrador y la provisión de los servicios públicos funcionales requeridos durante el período de ejecución. A continuación, se detallan los espacios e instalaciones consideradas:

- Oficinas administrativas y técnicas.
- Vestuarios, comedores, cocinas y sanitarios para el personal.
- Áreas de almacenamiento y logística.
- Talleres de armaduras, encofrado, herrería y de piping (acopio, corte y biselado, granallado, pintado y despacho).
- Plantas de hormigón y sectores de acopio.
- Taller mecánico.
- Infraestructura de soporte: instalaciones eléctricas, agua potable, tratamiento de efluentes cloacales del obrador, conducción de pluviales, cisterna para riego de calles y tareas de compactación y sistema de tratamiento de residuos.

### 5.4.2 Planta de Hormigón

Se contempla la provisión, montaje y operación de plantas de hormigón destinadas a abastecer las distintas etapas constructivas. Estas plantas estarán ubicadas dentro del predio de obra para optimizar los tiempos de producción y transporte del hormigón. Asimismo, se incluirán sectores auxiliares para acopio de materiales, carga de camiones hormigoneros, control de calidad.

El cemento requerido para la planta de hormigón será transportado a granel, mediante camiones especiales para tales fines. La descarga del material será realizada mediante transporte neumático, conectando una manguera en la tolva del camión con el silo de almacenamiento. Durante la obra, se movilizarán aproximadamente 6 camiones de cemento por semana, de 35 tn c/u durante 18 meses.

Los áridos arribarán al predio en camiones bateas, los cuales se posicionarán en el sector de acopio y realizarán la descarga mediante vuelco trasero. Luego, una pala cargadora moverá los áridos hacia la pila de acopio. Se movilizarán aproximadamente 16 camiones batea de arena por semana durante 18 meses. Los mismos se mantendrán monitoreados mediante muestras de laboratorio, controlando su humedad.

Los aditivos se comprarán y transportarán a obra depositándolos en un recinto adecuado para tal fin según el tipo de aditivo y con los sistemas de contención necesarios, en caso de corresponder. Además, se indicará el tipo y fecha de vencimiento para cada uno.

Los camiones mixer requieren un lavado del tambor que genera un efluente semisólido inerte sin características de peligrosidad. Esta limpieza se realizará en un sector del obrador tal de modo que permita el reaprovechamiento y reutilización del material de lavado. Al estar constituido por restos de hormigón y áridos no peligrosos, el subproducto se utilizará como relleno en la ejecución de los terraplenes de obra o zonas de relleno. Bajo ningún concepto el material de lavado quedará expuesto sobre la superficie, garantizando sobre el mismo una capa de 30cm de suelo en todos los casos.

Se considera la toma de agua para hormigones, en sector de obrador.

Se dispondrá de un laboratorio para efectuar todos los ensayos de verificación y control del hormigón. También se realizarán las verificaciones de los distintos materiales de aporte para el relleno proveniente del sitio o de canteras locales. Además, se harán los respectivos controles de compactación por capa, sean plataformas, caminos o relleno.

## 5.5 RESIDUOS Y EFLUENTES LÍQUIDOS

Durante la etapa de construcción se prevé la generación de residuos domiciliarios, tales como restos de comida, restos de cartón y papeles, plásticos, etc.

Asimismo, se generarán residuos inertes de obra tales como embalajes, cintas, maderas, alambres, metales, escombros, etc.

Del mismo modo, se prevé la generación de pequeñas cantidades de residuos peligrosos/especiales, tales como trapos y guantes contaminados con aceite o pintura, envases de pinturas, pinceles y rodillos usados, etc.

Los residuos serán clasificados en el lugar de origen en función de sus características y componentes principales. Su acopio transitorio se hará en recipientes dispuestos en lugares estratégicos, distinguidos por colores de acuerdo con el tipo residuo que contenga, cerrados para asegurar la no dispersión de estos y señalizados con la leyenda correspondiente.

En el caso de los residuos especiales, los mismos serán gestionados de acuerdo a la normativa ambiental vigente. Los mismos serán enviados a Tratadores autorizados por la autoridad de aplicación, mediante la contratación de firmas Transportistas habilitadas para tales fines.

A continuación, se detallan las cantidades de residuos y efluentes estimados que se generarán durante la obra, en sus diferentes periodos.



**Tabla 5. Cantidad de residuos y efluentes estimados durante la obra.**

Cantidades	2026	2027	2028	2029	2030
Meses	9	12	12	12	7
Residuos Sólidos Urbanos y Asimilables (ton.)	113	605	1.814	1.512	106
Residuos Reciclables (ton.)	95	504	1.512	1.260	88
Residuos Peligrosos (ton.)	3	17	50	42	3
Residuos Industriales (ton.)	113	600	1.800	1.500	105
Efluentes Sanitarios (m3)	1.814	10.050	28.799	23.985	1.738

## 5.6 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

### 5.6.1 Preparación del Terreno

Se realizará la limpieza de terreno en todo el predio utilizando motoniveladora, topadora, compactadores y camiones regadores. Este trabajo comprende el desbroce, destronque, desenraizado, desarbustificación, desmalezamiento y retiro de la capa superior (aproximadamente 30 cm de profundidad), de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie sea apta para iniciar los demás trabajos.

Posteriormente se ejecutarán trabajos de compactación, asegurando que la superficie quede uniforme, bien nivelada y completamente compactada, eliminando cualquier signo de esponjamiento o irregularidad. De esta manera, el terreno quedará en condiciones óptimas para el inicio de los trabajos subsiguientes, garantizando una base firme y estable.

Todo el material de suelo vegetal generado se utilizará para favorecer los procesos de revegetación natural en zonas intervenidas al finalizar la ejecución de la obra en cada sector; así será destinado por ejemplo en revestimiento de terraplenes, recubrimiento de zona de relleno, entre otros.

### 5.6.2 Instalación de Cerco Perimetral

Se ejecutará el cerco perimetral del área de emplazamiento. Tiene como finalidad delimitar físicamente el predio. El cerco será de malla olímpica, apoyados sobre bases adecuadas, e incluirá portones de acceso para personal, vehículos livianos y pesados.

### 5.6.3 Movimiento de Suelos

#### 5.6.3.1 Excavaciones y Rellenos

Se realizará movimiento de suelos, buscando equilibrar al máximo las excavaciones y los rellenos, garantizando la pendiente determinada para un correcto drenaje, para esto se realizará un control topográfico planialtimétrico con una tolerancia de  $\pm 1$  % con respecto a la ingeniería.

El suelo extraído se depositará en áreas adyacentes a las excavaciones, de manera que no interfiera con las actividades en curso, y permita un correcto drenaje y conducción de pluviales durante todo el proceso. Luego, el material de excavación excedente será retirado del predio y serán enviados para su disposición en sitios habilitados por Municipio y/o CGPBB.

En las áreas donde se requiera mayor capacidad portante según los estudios geotécnicos, se realizará un recambio del suelo, para eso se realizará una delimitación y posterior excavación del área de influencia y se rellenará con material granular de calidad superior.

Los trabajos de movimiento de suelos se ejecutarán cumpliendo las normativas IRAM y reglamentos locales. Se buscará garantizar estabilidad, capacidad portante y correcta evacuación de aguas pluviales.

### 5.6.3.2 Caminos Internos y Acceso desde la Ruta Nacional 252

El camino de acceso a la obra será a través del camino existente, el cual conecta la Ruta Nacional 252 con el predio.

Se transportará el material con camiones, utilizando retroexcavadoras para cargar el material de los acopios. Luego una vez dispuesto en la ubicación de la traza del camino se utilizará la topadora para desparramarlo en el ancho del camino.

Posteriormente, se llevará a cabo la compactación de las capas hasta lograr el espesor determinado.

Los terraplenes se construirán elevados en comparación con el terreno circundante para prevenir inundaciones en áreas bajas. Se mantendrá una pendiente transversal de un 3% para facilitar el drenaje.

Para evitar que el agua se acumule y debilite el terraplén, se instalaren sistemas de drenaje adecuados, como cunetas, badenes o alcantarillas de hormigón armado.

Se prevé la utilización de agua para la ejecución de los trabajos de movimientos de suelos obtenida del sector de obra. El uso de agua con camiones regadores tiene una doble finalidad; controlar la emisión de material particulado en suspensión, por un lado, y garantizar una correcta compactación de los terraplenes por otro lado.

### 5.6.3.3 Yacimientos de Suelo para la Obra

Para la ejecución de los rellenos, fundaciones y otras necesidades del Proyecto, se contempla la identificación, evaluación y explotación de yacimientos de suelos aptos ubicados en las cercanías del área del proyecto. Estos yacimientos proveerán el material necesario para las tareas de terraplenado, nivelación y acondicionamiento del terreno, cumpliendo con los criterios de calidad geotécnica exigidos por la ingeniería del proyecto. Las actividades asociadas incluyen la caracterización del material, los ensayos de laboratorio, la planificación logística de extracción y transporte, así como las medidas de control ambiental correspondientes.

A fin de garantizar el abastecimiento adecuado de suelo para las distintas actividades de obra, se han considerado varios posibles yacimientos en función de su ubicación, accesibilidad, volumen disponible y calidad del material. A continuación, se enumeran las principales fuentes preliminarmente identificadas para la provisión de suelo, sujetas a estudios geotécnicos, evaluación ambiental y aprobación por parte de las autoridades competentes:

Canteras habilitadas por minería:

Capellacci – RN35 ([https://maps.app.goo.gl/MNpW854Brm1iyygp6?g\\_st=iw](https://maps.app.goo.gl/MNpW854Brm1iyygp6?g_st=iw)):

- Ubicación: a 35 km del proyecto.
- Superficie: 100 Ha.
- Contacto: David Capellasi (2914041510).

INYSE – Grunbein (<https://maps.app.goo.gl/sT2rDRzEnuVpBqDE6>):

- Ubicación: a 10 km del proyecto.
- Superficie: 70 Ha.
- Contacto: Alejandro Fernandez (2914255730).

Mezquita – RN3 (<https://maps.app.goo.gl/ubiSRKn7X3cRL5ET6>)

- Ubicación: a 18 km del proyecto.
- Superficie: A definir



- Contacto: Angel Mezquita (2914385973).

#### **5.6.4 Fundaciones**

Se emplearán fundaciones directas e indirectas conforme al reglamento CIRSOC 201.

Directas:

- Zapatas
- Losas de fundación

Indirectas:

- Pilotes hincados.
- Pilotes perforados.

##### **5.6.4.1 Fundaciones Directas**

Se excavará hasta la altura de fundación indicada por la ingeniería de acuerdo con el estudio geotécnico y se realizará la compactación del terreno. Posteriormente se colocará la armadura, previamente cortada y doblada según los planos de estructura.

Se emplearán separadores para asegurar el recubrimiento mínimo de hormigón necesario y se fijará con alambres en los encuentros. Previo al hormigonado se deberá realizar una inspección y completar los registros de calidad necesarios.

Se colocarán los encofrados, asegurando su rigidez y estabilidad.

Se realizará el hormigonado transportando el material con mixers desde las plantas elaboradoras de hormigón dispuestas en el obrador hasta el pie de obra, el colado se realizará con bomba en caso de fundaciones profundas o de difícil acceso.

Se dejará que el hormigón endurezca durante el tiempo necesario antes de proceder al retiro del encofrado. Posteriormente, se llevará a cabo el relleno, compactación y nivelación.

Se realizará el curado mediante el método de cámara húmeda, descrito anteriormente.

Finalizada la construcción, se verificará la nivelación final y completaran los registros correspondientes de liberación.

##### **5.6.4.2 Fundaciones Indirectas**

Se distinguen dos grupos principales según el diámetro y método constructivo:

- Pilotes prefabricados hincados

Se realizará la prefabricación de los pilotes en canchas o planchadas apoyadas sobre un terreno nivelado en el que se colocaran los encofrados y armaduras de varios pilotes y luego se procederá al colado del hormigón.



Los pilotes hincados no tienen límites en cuanto a su longitud, la limitación en su longitud la establece la altura del mástil de la máquina que va a proceder al hincado. Por lo tanto, en los casos en que la longitud del pilote supere la altura del mástil de la máquina, los pilotes se construyen en tramos que luego a medida que se los hinca en el terreno se van acoplando. Para ello se colocan solidariamente a la armadura de los pilotes placas metálicas que tiene un diseño especial (macho - hembra) que permiten la unión de los dos tramos soldando las dos placas y recubriéndolas con epoxi.



Figura 35. Imagen de referencia. Vista de pilotes a construir.



Figura 36. Imagen de referencia. Vista de pilotes a construir.

Estos pilotes una vez alcanzada la resistencia requerida se trasladan a su posición definitiva donde se realiza su hincado. Los pilotes se hincan dejando caer desde una cierta altura sobre la cabeza del pilote protegido con un cabezal metálico para que no se destruya el hormigón.

Posteriormente a eso con un martillo para desmochar se realiza el descabezado del pilote.

- Pilotes hormigonados *in situ*
  - Pilote de desplazamiento sin excavación:

A partir de un martillo hidráulico se realiza el hincado de una tubería cerrada en la parte inferior la cual va desplazando el terreno hacia los lados. Tras completar el hincado, se instala la armadura de acero y se vierte hormigón en la tubería. Luego se extrae la tubería mediante una mordaza vibratoria.

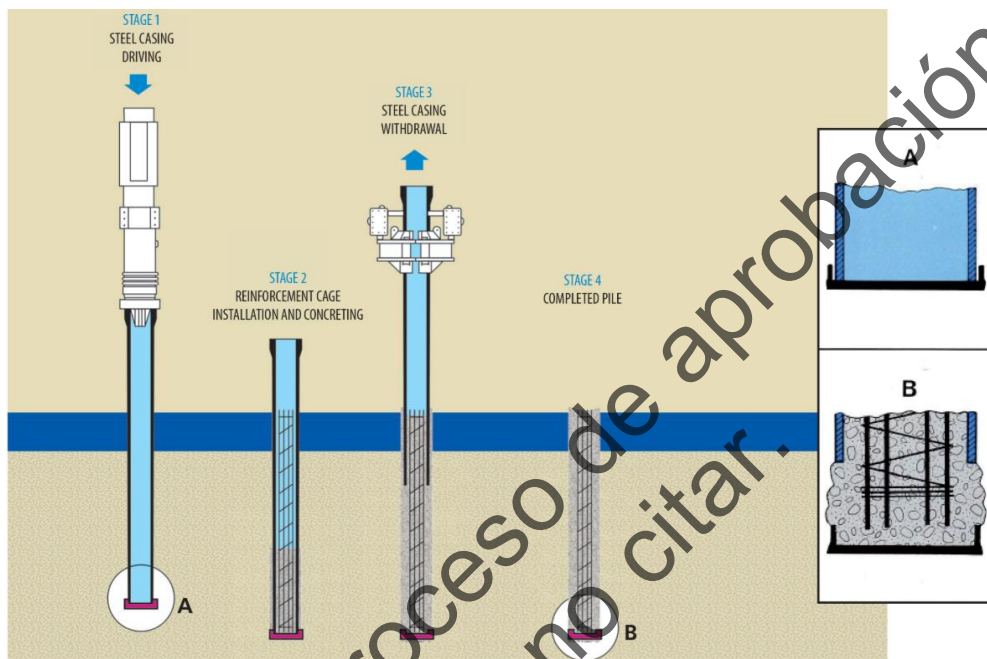


Figura 37. Esquema de pilote de desplazamiento sin excavación.

- Pilote de desplazamiento con mínima excavación

La misma consiste en introducir en el terreno una mecha helicoidal del mismo largo que el pilote que se proyecta construir, la cual genera el desplazamiento hacia los lados del terreno y una mínima excavación, una vez que se alcance la cota de la punta de proyecto, y sin parar de girar la mecha, se procede a bombear el hormigón por el caño que conforma el centro de la mecha helicoidal, a medida que la misma se levanta.

Una vez que la mecha se retira totalmente y que la perforación está llena de hormigón, se introduce la armadura del pilote.

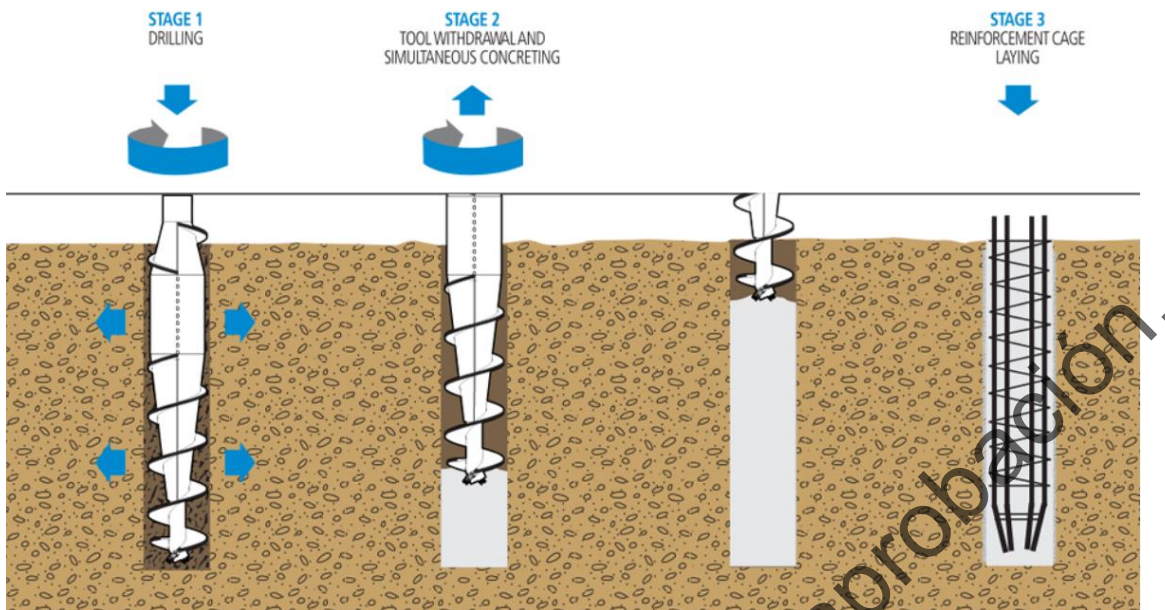


Figura 38. Esquema de pilote de desplazamiento sin excavación.

- Pilote de barreno helicoidal continuo:

La barrena se introduce girando de forma continua hasta alcanzar la cota de punta del pilote (profundidad de diseño). A medida que avanza, el terreno excavado se acumula en las hélices de la barrena (flights), las cuales también contribuyen a estabilizar las paredes de la excavación, evitando derrumbes sin necesidad de entubados ni lodos bentoníticos.

Una vez alcanzada la profundidad requerida, se inicia el hormigonado mediante el bombeo de hormigón fluido a través del vástago hueco de la barrena. De manera simultánea, la barrena se va extrayendo lentamente, manteniendo siempre su extremo embebido unos diámetros dentro del hormigón fresco, lo que asegura la continuidad del fuste y evita el colapso de las paredes.

Con la barrena completamente retirada y el hormigón aún fresco, se procede a insertar el canasto de armadura, con la ayuda de un vibrador para garantizar su correcta colocación.

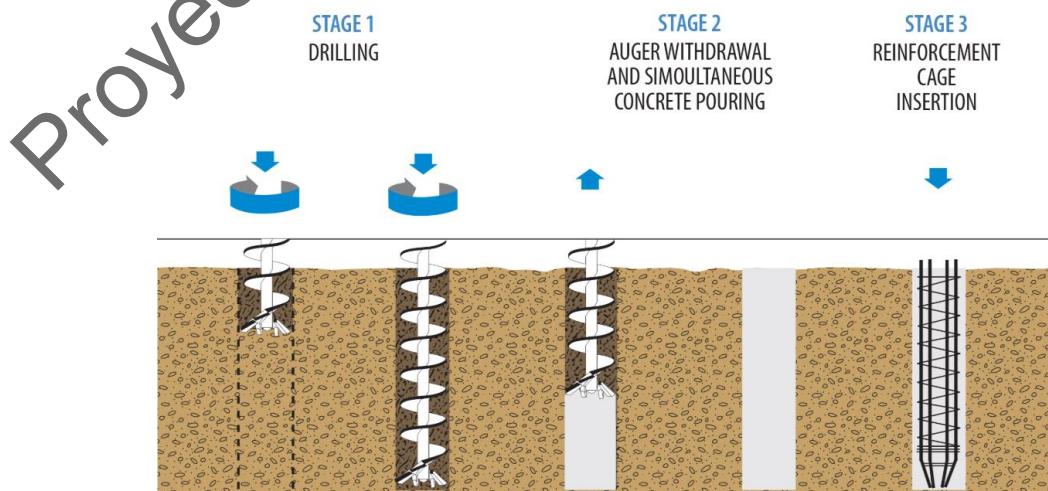


Figura 39. Esquema de pilote de barreno helicoidal continuo.

*[Firma manuscrita]*

- Pilotes de gran diámetro (mayores o iguales a 80 cm):

La metodología consiste en la excavación vertical del terreno mediante equipos rotativos hasta la profundidad proyectada, estabilizando las paredes con lodo bentonítico o gel polímero para evitar colapsos. Luego se introduce la armadura de acero (canasto) en el pozo y se procede al hormigonado por el método tremie, vertiendo el hormigón desde el fondo hacia la superficie de forma continua, desplazando el lodo.

#### **5.6.4.3 Lodos de Pilotaje**

La tarea de perforación asociada al proceso de pilotaje genera un efluente semisólido comúnmente denominados lodos de pilotaje.

Este efluente está conformado por agua, material edáfico del proceso de perforación y aditivos que se utilizan durante la perforación para estabilización del pozo, refrigeración y lubricación de la broca de perforación entre otros. Dentro de los aditivos comúnmente utilizados, se suele utilizar bentonita (arcilla) como principal opción por su capacidad para estabilizar suelos, o bien geles polímeros por sus propiedades de biodegradabilidad.

Estos lodos constituyen un residuo semisólido inerte que no presenta características de peligrosidad, pudiendo ser mezclados con el suelo natural del sector.

Sólo podrían representar un carácter de peligrosidad si se produjera un evento puntual de alguna contingencia de desperfecto del equipo perforador. En tal caso, la generación sería menor y se dispondrá en sitios habilitados para tales fines.

#### **5.6.5 Estructuras de Hormigón**

##### **5.6.5.1 Replanteo Topográfico**

En primer lugar, el personal de topografía realizará un replanteo planimétrico de la fundación, esto implica la identificación y marcación de las dimensiones y ubicaciones exactas de la fundación en el terreno.

##### **5.6.5.2 Excavación y Relleno**

Una vez completado el replanteo, se procederá con la excavación utilizando medios mecánicos, principalmente retroexcavadoras.

Durante la excavación, se realizará un monitoreo constante para garantizar que se mantenga la profundidad y el perfil adecuado de excavación.

##### **5.6.5.3 Hormigón de Limpieza**

Una vez llegada a la profundidad necesaria se compactará el fondo, se tomarán muestras de laboratorio y se colocará una capa de hormigón de limpieza. Por último, el topógrafo deberá corroborar las cotas y dimensiones finales del hormigón de limpieza y completar los procedimientos.

##### **5.6.5.4 Armaduras**

Se comprarán las lingadas de barras rectas y se realizará el corte y doblado en el taller de armaduras, para esto se utilizará la dobladora manual o eléctrica dependiendo el diámetro de la barra.

Las armaduras preparadas se dispondrán en acopios en el obrador o se llevarán al pie de obra, estas se dispondrán sobre sobre tacos de madera en paquetes ordenados por área y sector de colocación, adecuadamente amarrados e identificados correctamente.

Todas las armaduras contarán con su certificado de calidad correspondiente.

Las barras de acero se instalarán de manera que permanezcan fijas durante el colado del hormigón, considerando lo siguiente:

**Cantidad y Diámetros:** Se controlará que la cantidad de barras y sus diámetros sean los correctos.  
**Posicionamiento Correcto:** La posición y separación de las armaduras se guiarán estrictamente por los planos de ingeniería, y cualquier discrepancia que exista se comunicará de inmediato a la inspección técnica de obra para darle solución.

**Cuidado del recubrimiento:** Las armaduras se apoyarán sobre cubos de hormigón, garantizando así el cumplimiento del recubrimiento mínimo de 5 cm.

**Atado:** En cada cruce de barras se realizarán ataduras de alambre recocido para asegurar inmovilidad y/o desplazamiento de las armaduras durante el hormigonado.

Una vez colocada la armadura, se llevará a cabo una inspección para verificar la correcta colocación, en esta etapa se completarán los procedimientos de calidad y se firmará la documentación necesaria para proceder con el encofrado.

#### **5.6.5.5 Encofrados**

Los mismos se fabricarán en el taller de encofrados. Para los encofrados se emplearán materiales de acuerdo con especificaciones que aseguren estanqueidad y solidez para recibir los diferentes tipos de concreto.

Previo al hormigonado se humedecerán para evitar la absorción de humedad del hormigón.

Se utilizará desmoldante protector para encofrados cuando sea necesario.

#### **5.6.5.6 Hormigonado**

Dependiendo la magnitud y el volumen de trabajo a realizar los mismos podrán ser prefabricados o realizados in situ.

Se revisará que el volumen a llenar se encuentre libre de escombros, polvo o restos orgánicos que puedan afectar la adherencia del hormigón.

De manera general en los casos de colado del hormigón, antes del mismo se verificará que los encofrados y armaduras se encuentren bien afianzadas y libres de oxidación excesiva o manchas de aceites que impidan la adherencia del acero y del hormigón.

El hormigón elaborado en la planta hormigonera será se transportará en mixers hasta el pie de la fundación.

Para fundaciones profundas o de difícil acceso, se emplearán bombas de hormigón que transportan el material desde el camión hasta la zona de colado.

Debajo se muestran algunas estructuras que poseerán estructuras de hormigón y premoldeadas.

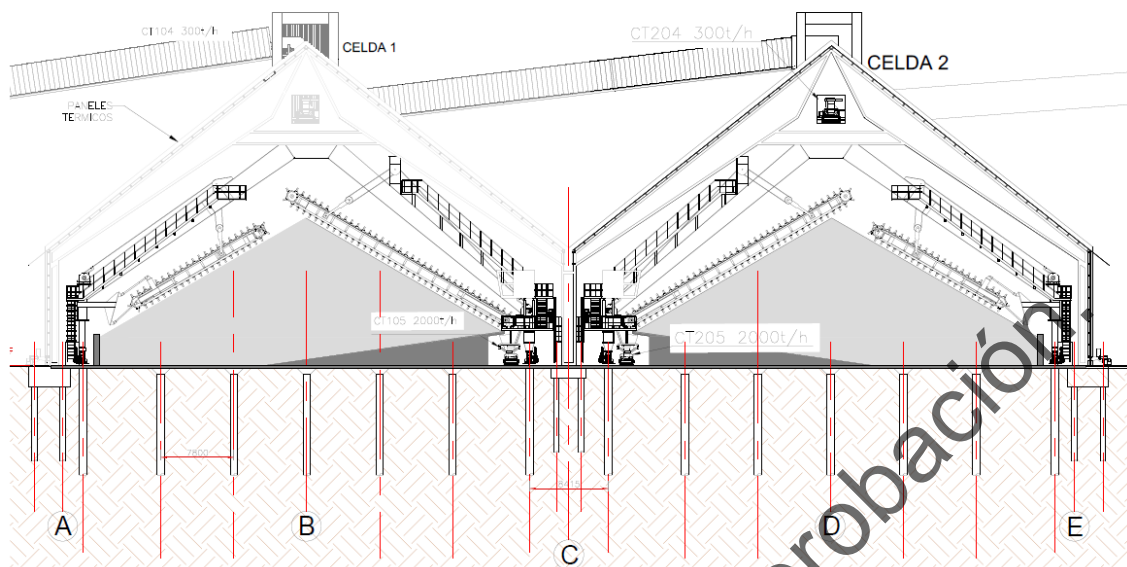


Figura 40. Esquema de pilotes de celdas de acopio de urea.

### 5.6.6 Edificaciones

Se contempla para el proyecto la construcción de los siguientes edificios:

- Portería.
- Administración y personal.
- Playas de estacionamiento para personal y visitas.
- Taller de mantenimiento.
- Almacenes para insumos y repuestos.
- Depósito de Productos químicos.
- Depósito de residuos.
- Casa de Bomberos.
- Salud ocupacional / emergencias médicas.
- Laboratorio.
- Comedor personal.

#### 5.6.6.1 Preparación del Terreno y Replanteo

Se inicia con la limpieza del terreno, nivelación y retiro de material vegetal o sobrante. A continuación, se realiza el replanteo topográfico de las fundaciones y estructuras según planos de ingeniería.

#### 5.6.6.2 Ejecución de Fundaciones

Dependiendo del tipo de edificación y las características del suelo, se emplearán fundaciones directas o indirectas. En el caso de fundaciones indirectas, se seguirán los procedimientos ya descritos para pilotes hincados o ejecutados in situ. Las fundaciones directas se ejecutarán mediante plateas, zapatas o losas, con armaduras según cálculo estructural.

### 5.6.6.3 Estructura Resistente

Hormigón armado in situ: columnas, vigas y losas serán ejecutadas con encofrado y armadura tradicionales o mediante sistemas industrializados.

Estructura metálica: para edificaciones que lo requieran, se montarán estructuras de acero, compuestas por columnas y vigas prefabricadas, ensambladas mediante pernos y soldaduras in situ.

### 5.6.6.4 Cerramientos y Mampostería

Se colocarán muros de cerramiento perimetral y divisiones internas según el uso del edificio, pudiendo ser de mampostería tradicional o paneles en función de los requerimientos específicos.

### 5.6.6.5 Cubierta y Techado

Las cubiertas se resolverán con chapas metálicas autoportantes o losas de hormigón, incluyendo aislamiento térmico e impermeabilización según especificaciones técnicas.

### 5.6.6.6 Instalaciones Internas

Se ejecutarán las instalaciones eléctricas, sanitarias, de iluminación, HVAC, detección y extinción de incendios, y otras según la funcionalidad de cada edificio. Las canalizaciones y cableados se colocarán empotrados o en bandejas visibles, según el diseño.

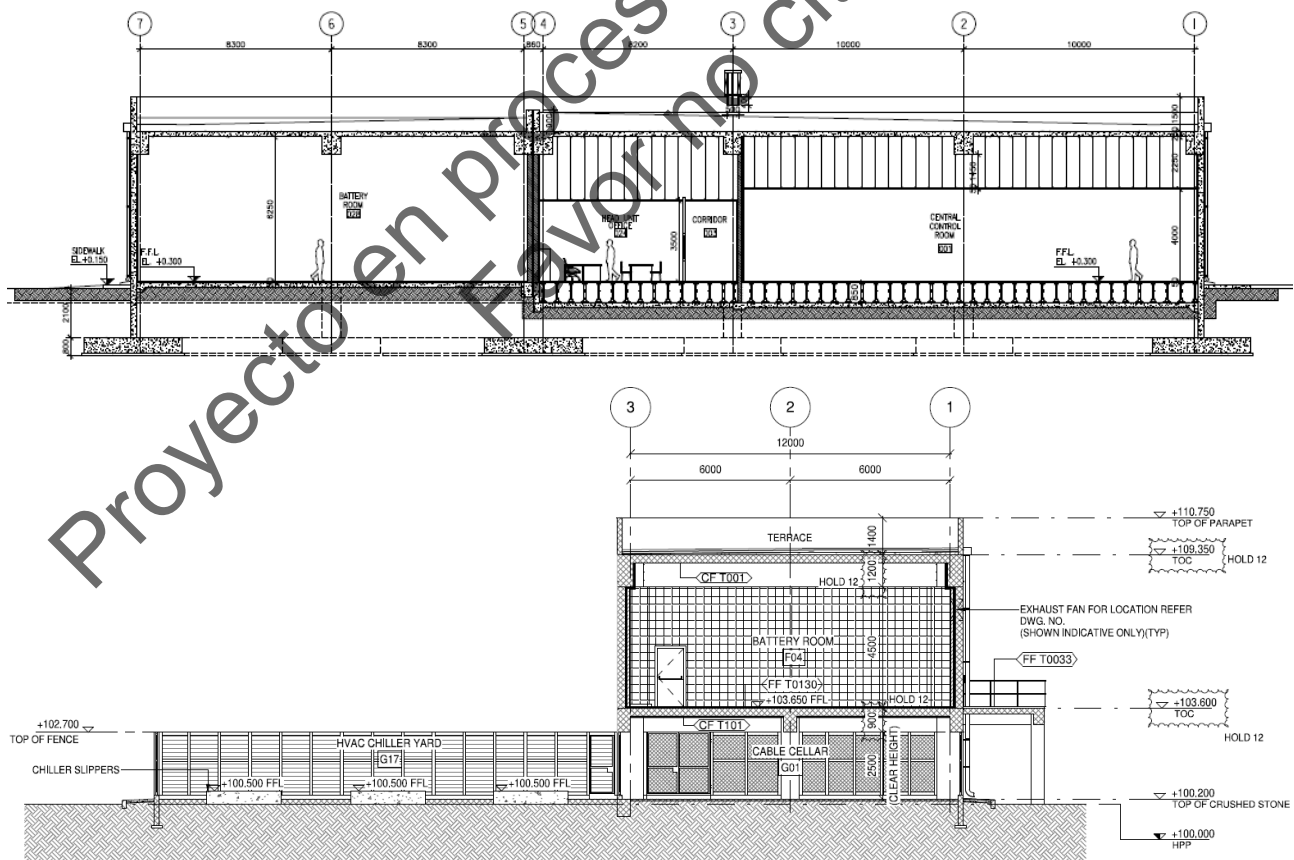


Figura 41. Vista de edificación como ejemplo.

*[Handwritten signature]*

### **5.6.7 Estructuras Metálicas y Cañerías**

El montaje de las estructuras metálicas se hará siguiendo las condiciones de seguridad e higiene correspondiente mediante la utilización de equipamiento adecuado de movimientos e izaje y elementos de seguridad personal al efecto.

Una de las grandes estructuras metálicas a construir dentro de la planta serán los tanques de almacenamiento. Debido a las grandes diámetros y alturas, estos tanques se construirán en obra, previamente las placas de acero se rolarán en taller para luego ser montadas y soldadas en obra. El montaje será asistido mediante la utilización de grúas móviles y el montaje de andamios para el acceso del personal a los distintos niveles.

La obra de cañerías contará en su plantel con un inspector de soldaduras. Éste será responsable de la comprobación de esas capacidades mediante la ejecución de probetas y exámenes pertinentes conforme al código ASME IX por institución reconocida y la verificación de conservación de la habilidad de cada soldador en función de sus últimas participaciones en obras similares y de su calificación vigente, antes de iniciar esas tareas.

Se prefabricarán las partes que sean convenientes, considerando el transporte al sitio, la documentación que deba realizar para la carga, traslado, descarga y acondicionamiento en las áreas correspondientes que le sean asignadas, como también su custodia y conservación conforme al plan de comisionado, o sea hasta la entrega definitiva.

Las tareas de radiografiado se ejecutarán mediante la intervención de personal o empresas cuyo personal se halle calificado para el nivel que exija el proyecto. Durante su realización se tomarán todas las precauciones de seguridad establecidas en los protocolos aplicables, las que deberán constar en su manual de CSMS, que deberá presentar antes de la realización de los trabajos o maniobras en los sitios.

Los trabajos se ejecutarán en un todo de acuerdo con las especificaciones, normas y estándares del proyecto y la industria.

Las pruebas y ensayos se realizarán mediante un plan de inspección que contemplará como mínimo:

- Ensayos no destructivos en las uniones soldadas de acuerdo con los procedimientos establecidos.
- Prueba hidráulica de las cañerías a ejecutar en un todo de acuerdo con los procedimientos establecidos. Con posterioridad a las pruebas de los tramos terminados, previo a realizar la conexión definitiva procederá al lavado de todas las cañerías nuevas y las afectadas por los trabajos, a tal efecto el contratista dispondrá la ejecución y posterior desmantelamiento de las facilidades transitorias necesarias para su ejecución.
- Control de adherencia y espesores en la pintura de acuerdo con los procedimientos establecidos.
- Verificación de calidad de materiales de aislación provisión del contratista.
- Inspección visual del resto de los trabajos.
- Control de normas y elementos de seguridad.



### 5.6.8 Montaje de Equipos

#### Movimiento de equipos al area del proyecto

El transporte de estos equipos hacia el predio de la planta de fertilizantes se prevé realizarlo por tierra, aunque el movimiento de los equipos más voluminosos cuyas dimensiones puedan comprometer la circulación y/o la movilidad del tránsito, será excepcional y se realizará un operativo específico en cada movimiento que se lleve a cabo.

Por otro lado, el proyecto plantea la posibilidad de instalar un muelle (MOF) particular donde se reciban y descargue la mayoría los equipos pesados que serán montados en la planta de fertilizantes, con el objetivo de minimizar potenciales afectaciones sobre la movilidad vehicular del área.

#### Actividad Preliminar

Las fundaciones y toda preparación preliminar, estará terminada antes de proceder al traslado del equipo al sitio de montaje, a fin de evitar su almacenamiento temporal en áreas adyacentes a dichas fundaciones.

#### Preparación Previa

- Verificar que el equipo o sus partes a montar se encuentren completos y todas sus partes en condiciones aceptables de limpieza y libres de daños
- Proteger y Acordonar el área donde se montará el equipo, a fin de evitar accidentes por manejo de piezas adyacentes
- Revisar que todas las partes maquinadas estén debidamente protegidas con grasa u otro material adecuado, verificando que no tengan daños físicos.
- Verificar topográficamente la instalación de los pernos de anclaje, de acuerdo con lo especificado en planos.
- Proceso de Montaje
- Se tomarán precauciones especiales para evitar contaminación y/o presencia de objetos extraños en cavidades, huecos que no pueden ser drenados y áreas inaccesibles.
- Para el izaje, movimiento y colocación de equipos se tendrá en cuenta lo siguiente:
  - Peso propio del equipo a montar.
  - Dimensiones del equipo.
  - Peso de los aparejos de izaje, cuando sea necesario.
  - Altura de instalación.
  - Distancia del lugar de colocación.
  - Capacidad de carga del equipo previamente seleccionado para la maniobra, es decir, ángulo de inclinación, radio de giro, capacidad de estrobos, condiciones del terreno, etc.
- Los equipos montados sobre una base común, deberán ser nivelados con nivel de precisión y verificada su verticalidad, respetando las tolerancias indicadas en planos, especificaciones y Manual del Proveedor.
- Se verificará y registrará el apriete de los pernos del acoplamiento y del anclaje de los equipos donde lo indique el fabricante.

El posicionamiento de las nuevas unidades se realizará con una verificación topográfica inicial de coordenadas y nivelación, con respecto a la ingeniería desarrollada. Seguidamente, se realizará la preparación del área de apoyo de las unidades, sean estas por medio de la instalación de placas de nivelación, preparación de las superficies o instalación de anclajes en segunda etapa.



## 5.7 CONSTRUCCIÓN DEL VIADUCTO DE CONEXIÓN AL MUELLE

El viaducto que se vinculará al muelle contará con un ancho suficiente para permitir la circulación de vehículos, vereda peatonal, la instalación de la cinta transportadora de fertilizantes y barandas a ambos lados.

Estará compuesto por vigas premoldeadas de hormigón armado apoyadas sobre cabezales. La estructura tendrá también vigas de arriostamiento transversal.

Los cabezales se vincularán con pilotes previamente construidos en la rivera de acuerdo con lo explicado anteriormente.

Sobre las vigas longitudinales se conformará una losa de hormigón armado compuesto con una prelosa y hormigonado in situ.

### 5.7.1 Metodología de Pilotaje

- Pilotes de gran diámetro (mayores o iguales a 80 cm)

La metodología consiste en la excavación vertical del terreno mediante equipos rotativos hasta la profundidad proyectada, estabilizando las paredes con lodo bentonítico o gel polímero para evitar colapsos. Luego se introduce la armadura de acero (canasto) en el pozo y se procede al hormigonado por el método tremie, vertiendo el hormigón desde el fondo hacia la superficie de forma continua, desplazando el lodo.

- Lodos de pilotaje

La tarea de perforación asociada al proceso de pilotaje genera un efluente semisólido comúnmente denominados lodos de pilotaje.

Este efluente está conformado por agua, material edáfico del proceso de perforación y aditivos que se utilizan durante la perforación para estabilización del pozo, refrigeración y lubricación de la broca de perforación entre otros. Dentro de los aditivos comúnmente utilizados, se suele utilizar bentonita (arcilla) como principal opción por su capacidad para estabilizar suelos, o bien geles polímeros por sus propiedades de biodegradabilidad.

Estos lodos constituyen un residuo semisólido inerte que no presenta características de peligrosidad, pudiendo ser mezclados con el suelo natural del sector.

Teniendo presente la ubicación de las tareas de pilotaje, y la composición no peligrosa de los lodos generados, los mismos se dejarán escurrir libremente en el terreno desde punto de perforación, y en caso de ser requerido, se dispondrán en sector adecuado para su posterior retiro de las instalaciones. La fracción líquida de los lodos infiltran en la zona de escurrimiento y la fracción sólida se mezcla con el suelo del sector.

En caso de identificarse un derrame ambiental durante las tareas de perforación, se activará el procedimiento de actuación ante contingencias ambientales y el material contaminado será dispuesto como residuo especial según normativa provincial; quedando terminantemente prohibido la disposición del mismo como material de relleno.



## 5.8 OBRAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA

El suministro eléctrico de la planta será abastecido a través de una conexión al SADI desde la línea 5BBLP1 de la Unidad 29 de la Central Térmica Piedra Buena. A tales fines se construirá una nueva subestación de transformación denominada ET\_PEUREA la cual será tipo AIS de 500/33KV y 150MVA, conformada por transformadores trifásicos o bien por un banco de transformadores monofásicos más una fase de reserva para contingencias, según se defina en estudios eléctricos en curso.

El suministro eléctrico requerido por la nueva Planta de Fertilizantes será de una potencia estimada en 130 MW en un nivel de tensión de 500KV.

La estación transformadora estará compuesta por interruptores, seccionadores, transformadores de medición, aisladores soporte y descargadores.

El nivel de media tensión se prevé en 33KV con el fin de reducir los niveles de corrientes y la sección de los conductores. A partir de esta, se reducirá a niveles inferiores (13,2KV, 6,6KV y 0,4 kV en los centros de transformación locales (Load Centers) propios de cada subsistema de la planta

Se construirá un edificio que alojará las salas de: control y comunicaciones, de celdas de MT, de baterías y servicios auxiliares. Estos servicios serán alimentados mediante un transformador MT/0,4 kV, un grupo generador y un banco de baterías, cuyas potencias serán definidas en etapas posteriores.

En el lado de media tensión, se dispondrá una barra exterior desde la cual partirán alimentadores subterráneos hacia el tablero de celdas primarias de media tensión. También se instalará la potencia reactiva necesaria a través de equipos de playa dispuestos para tal fin.

Las comunicaciones entre las nuevas instalaciones se realizarán mediante un tendido de fibra óptica.

### 5.8.1 Distribución Eléctrica de Media Tensión y Baja Tensión

Se realizará la red de distribución en media tensión a partir del tablero de celdas primarias con una tipología radial y lazos de unión entre algunos centros de transformación local a definir.

La salida del lado de baja tensión de los transformadores de potencia será por barras y canalizaciones subterráneas hasta alcanzar las celdas primarias de MT. Se prevé una barra de servicios de emergencias, para asegurar una parada segura de las instalaciones, la que contará con el aporte de un grupo generador con conmutación automática.

La red de distribución en MT se prevé con cables con aislamiento XLPE, instalados directamente enterrados o en bandejas.

Cada centro de transformación local de media tensión estará compuesto por un tablero de celdas secundarias, desde las cuales se alimentarán transformadores de media tensión a 0,4 KV. Los motores de potencias superiores a 160 KW serán alimentados en MT con el sistema de arranque más adecuado. Además, cada centro de transformación local incluirá un rack para distribución de fibra óptica destinado a las comunicaciones un tablero de distribución de servicios auxiliares (SSAA), y un tablero de iluminación y tomacorrientes de uso general.

Los centros de transformación local contarán con un tablero de distribución principal de baja tensión (TGBT), y alimentarán a los centros de control de motores (CCM).



### **5.8.2 Red de Emergencia**

En el predio de la estación transformadora PEUREA (500KV) se instalarán uno o dos grupos generadores a gas, de potencia a definir, con el objetivo de contar con una barra de emergencias para alimentar los sistemas críticos necesarios de la red eléctrica y garantizar un apagado controlado y seguro de la planta ante una situación de emergencia o ante la pérdida del suministro de alta tensión.

El sistema contará con accionamiento automático e incorporará los enclavamientos correspondientes asegurando una transición segura y coordinada.

### **5.8.3 Montaje Eléctrico**

Los trabajos de montaje eléctrico se ejecutarán conforme a los planos y estándares de diseño del proyecto actualizados, así como a la ingeniería de detalle, considerando en todo momento las especificaciones técnicas y planos certificados provistos por los fabricantes de los equipos y/o materiales. Además, se ajustarán a los alcances definidos en las bases técnicas y al cumplimiento de las normas y reglamentos vigentes aplicables.

El personal involucrado en estas tareas estará bajo la supervisión de responsables de campo especializados en electricidad y capataces electricistas. Este equipo contará con el respaldo de una Oficina Técnica y de Calidad, la cual tendrá a su cargo la planificación de la obra y la coordinación de los trabajos en terreno, en conjunto con el área de suministros. El objetivo será asegurar la disponibilidad oportuna de los materiales requeridos en obra, garantizando que los mismos cumplan con los estándares mínimos de calidad exigidos por el proyecto.

### **5.8.4 Canalizaciones, Tendido y Conexión en Baja Tensión**

Las canalizaciones principales que se realizarán en parrales principales serán a través de bandejas portacables tipo escalera de material galvanizado por inmersión en caliente. Para las bajadas y alimentaciones puntuales se contempla caño de tipo conduit rígidos construidos especialmente para la conducción de cables eléctricos según NORMA ASTM A-53, según los trazados indicados en los planos del proyecto y de acuerdo a la ingeniería y a las especificaciones técnicas aplicables.

La soportería en este caso se realizará con perfiles o ángulos soldados o apernados a estructuras. Las cañerías rígidas a utilizar serán galvanizadas del tipo conduit con rosca NPT.

Las curvas de conduit que se requieran serán ejecutadas con curvadora hidráulica respetándose los radios mínimos indicados en las especificaciones del proyecto.

El remate de los ductos en cajas, gabinetes u otros similares, se ejecutará con boquilla y contratuerca.

El tendido de cables se ejecutará conforme a las especificaciones técnicas, utilizando los métodos más adecuados en cada caso: directamente enterrados, en cañerías, o en bandejas o conductos ubicados en el interior de canales.

En los cruces por debajo de caminos o en zonas inaccesibles para excavación convencional, se utilizarán caños de PVC embebidos en hormigón de calidad H-15.

Todas las canalizaciones se realizarán respetando la clasificación de áreas y las normas de aplicación vigentes.

Los cables serán identificados mediante marcas de identificación normalizadas, seleccionadas por su durabilidad, sistema de fijación y formato de montaje, conforme a los estándares del proyecto.

Se contempla la ejecución de todas las pruebas y verificaciones de aislamiento y conexión. Para ello, se dispondrá oportunamente en obra de los equipos de ensayo necesarios.

Las cámaras de inspección serán construidas in situ con hormigón armado o provistas como unidades prefabricadas, según su ubicación y lo dispuesto en las Especificaciones Técnicas del proyecto.

#### **5.8.5 Puesta a Tierra y Protección Atmosférica**

Se instalará una malla general de puesta a tierra (PAT) en las estaciones y ubicaciones correspondientes, conforme a las especificaciones técnicas y a lo definido en la ingeniería de detalle.

A dicha malla se conectarán los actuadores de válvulas, las armaduras, los equipos eléctricos y todas aquellas masas metálicas que pudieran quedar accidentalmente en contacto con partes energizadas como consecuencia de fallas o averías. Asimismo, se considerará la puesta a tierra de los instrumentos, en cumplimiento con las normas y especificaciones aplicables.

Acompañando todos los tendidos subterráneos de cables, se dispondrá un conductor de cobre desnudo que interconectará las distintas mallas de PAT de las subestaciones (SET), en caso de que así lo requiera la ingeniería de detalle.

En el caso de canalizaciones mediante bandejas portacables metálicas, se tenderá un conductor de vinculación a tierra (cable V/A), interconectando los distintos tramos, curvas y accesorios. Dicho conductor será conectado a la malla de puesta a tierra general.

Los tableros de instrumentación o de baja tensión instalados en campo serán puestos a tierra mediante un dispersor profundo (jabalina) o mediante conexión directa a la malla de puesta a tierra general de la planta, según se indique en la documentación técnica correspondiente.

La protección contra descargas atmosféricas será instalada de acuerdo con las memorias de cálculo y planos definidos en la ingeniería de detalle, respetando los esquemas típicos de montaje y las normativas técnicas vigentes.

#### **5.8.6 Iluminación**

El sistema de iluminación exterior constará de iluminación vial para los sectores de circulación vehicular, iluminación general mediante torres de gran altura y proyectores para playas de maniobras, áreas de acopios o estacionamientos, y mediante iluminación localizada en los sectores puntuales que se requiera la operación continua de equipos o supervisión de procesos.

La iluminación vial se realizará con luminarias tipo viales montadas sobre postes prefabricados de acero galvanizados en caliente u según el estándar requerido.

La iluminación localizada será mediante luminarias lineales que montarán sobre estructura a iluminar con soportes a fabricar in situ con cañería de galvanizado en caliente.

El tendido de los circuitos de iluminación vial se realizará mediante cable directamente enterrado, cada luminaria se alimentará en guirnalda, con su respectiva caja de paso y conexión.

Se utilizarán prensacables y luminarias de acuerdo con la clasificación de área donde se requiera su instalación.

Todas las luminarias a utilizar serán de tecnología LED, de primeras marcas utilizadas normalmente en plantas industriales locales con la finalidad de obtener repuestos y facilitar el mantenimiento. El montaje y ubicación del sistema de iluminación se realizará de acuerdo con lo indicado en la ingeniería de detalle y típicos de montaje.

Las fundaciones de las torres de iluminación y los postes de iluminación vial serán hormigonadas in situ.

## 5.9 CONSTRUCCIÓN DEL DUCTO DE GAS

La instalación de la cañería se realizará respetando las normativas NAG-100, NAG-193 y las normas de aplicación.

En cruce de calles o caminos de accesos a propiedades privadas, la tapada mínima de la cañería a instalar será de 1,00 m, considerando el menor nivel de camino y cunetas existentes.

En cruces de la cañería a instalar con otras cañerías o cables existentes, la instalación de la misma será 0,50 m por debajo de la cota inferior del caño o cable existente, colocando una losa de hormigón armado de separación entre ambos.

Se dispondrá en todo momento de un equipo tipo radiodetección para la ubicación previa de las cañerías y cables existentes. Los frentes de obra, zanjeo e instalación de obradores contará con el balizamiento adecuado y se colocará el correcto vallado y protección en el perímetro de los pozos.

### 5.9.1 Apertura de Pista

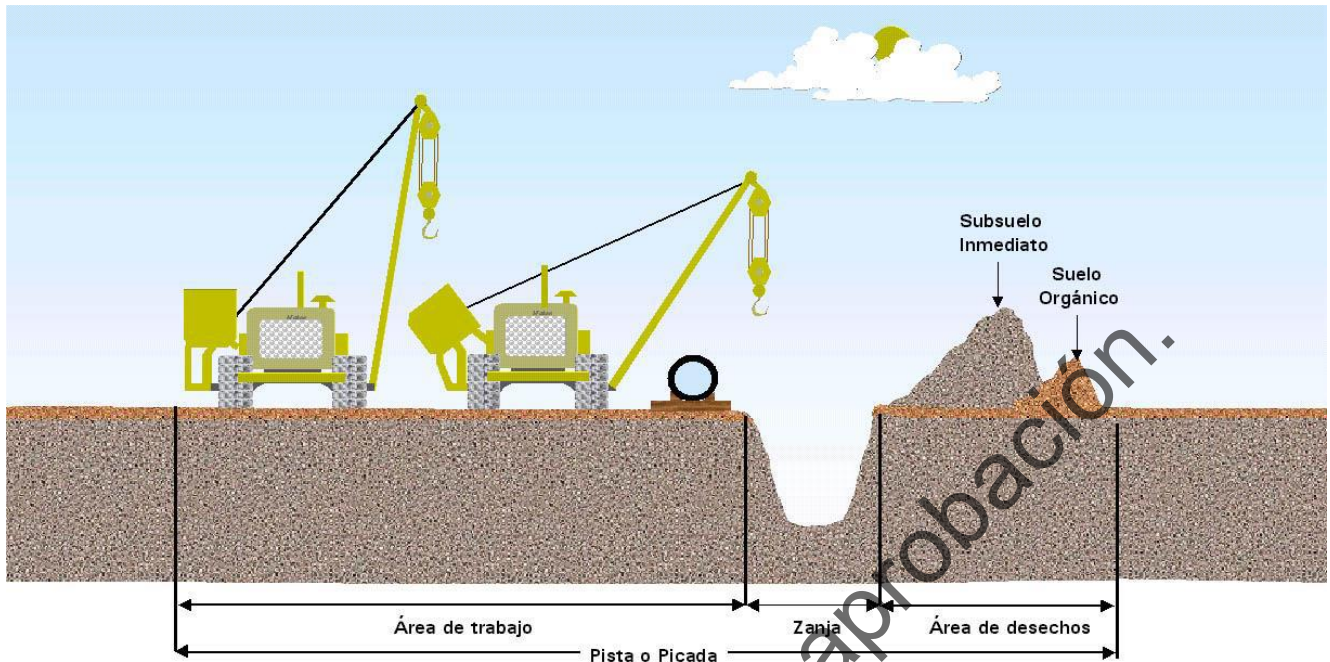
El tendido del ducto de gas implica la apertura de una zanja de proporciones tales que permita el asentamiento de la cañería que se pretende instalar. De uno y otro lado de la zanja se disponen el área de trabajo y el área de desechos. En el área de trabajo es donde se mueven las maquinarias necesarias para la apertura y el cierre de la zanja y el tendido de la cañería. En el área de desechos se vuelcan los materiales extraídos de la zanja. La NAG-153 establece los anchos máximos para estas zonas y para la zanja en función del diámetro de la cañería. En el caso bajo estudio, considerando una cañería de 16" de diámetro, la pista (área de desechos, área de trabajo y zanja) tendrá un ancho máximo de 13 metros.

De acuerdo a la norma NAG-153, la zanja debe permanecer abierta el menor tiempo posible, el que no deberá superar los 10 días. Los anchos máximos permitidos para la apertura de pista de acuerdo a la NAG-153 se define según la Tabla 6 (Figura 42)

**Tabla 6. Anchos máximos permitidos de zonas de trabajo. Fuente: Norma Argentina para la protección ambiental en el transporte y la distribución de gas natural y otros gases por cañerías. NAG-153.**

Diámetro de la Cañería (en pulgadas)	Ancho (en metros)			
	Área de Desechos	Zanja	Área de Trabajo	Máximo Ancho Permitido
$\varnothing < 6''$	2	0,50	7	9,50
$6'' < \varnothing < 14''$	2,10	0,70	8,20	11
$14'' < \varnothing < 22''$	2,80	0,90	9,30	13
$22 < \varnothing < 30''$	3,40	1,10	10,50	15
$> 30''$	3,60	1,40	11	16





**Figura 42. Anchos máximos permitidos de zonas de trabajo. Fuente: Norma Argentina para la protección ambiental en el transporte y la distribución de gas natural y otros gases por cañerías. NAG-153.**

Para la excavación de zanjas se utilizarán excavadoras o retropalas en virtud de las exigencias de la zona. Luego, para el tapado de la zanja se utilizará la tierra extraída.

### **5.9.2 Prueba Hidráulica**

La presión máxima de operación del gasoducto a construir es de 26 kg/cm<sup>2</sup>g (25,49 barg)

### **5.9.3 Prueba de Resistencia y Hermeticidad**

Una vez instalada la tubería en forma definitiva, se realizará una prueba de resistencia y hermeticidad de acuerdo al procedimiento y lo especificado en las Normas ASME B31.8.

La prueba será hidráulica, con una duración de 8 hs para la prueba de resistencia; y de 24 hs. para la de hermeticidad, la cual se realizará al 90% de la presión de prueba de resistencia en el punto más alto como mínimo.

Finalmente, el agua utilizada en la prueba hidráulica será debidamente gestionada para su disposición final de acuerdo a los lineamientos establecidos por la normativa ambiental y técnica vigente.

### **5.9.4 Ensayos No Destructivos**

Se realizarán ensayos no destructivos al 100 % de las uniones soldadas.

Se radiografiarán al 100% las soldaduras a tope, observando los criterios de aceptación previstos en la norma API 1104, última edición. Para los ajustes en obra se cumplirá el mismo requerimiento.

Donde resulte imposible radiografiar, se ensayarán las soldaduras mediante líquidos penetrantes, en segunda y última pasada.

### **5.9.5 Soldadura**

Todas las soldaduras serán efectuadas empleando procedimientos de soldadura calificados según la Norma API 1104. Los soldadores que actuarán en dichos trabajos estarán calificados bajo los requerimientos de la norma API 1104.

Los Procedimientos de Soldadura y Calificación de Soldadores a emplear en la ejecución de los trabajos estarán avalados por un Registro emitido por un ente autorizado según la norma IRAM-IAS U 500-138.

Las soldaduras a realizar sobre cañerías en operación se harán empleando Procedimientos de Soldadura calificados según Apéndice B de la Norma API 1104 última revisión. Los soldadores que actuarán en dichos trabajos estarán calificados de acuerdo al mismo Apéndice B de la Norma API 1104 última revisión.

### **5.9.6 Protección Anticorrosiva**

Para el revestimiento de los accesorios multiformes enterrados en los puntos de conexión se utilizará pintura epoxi de alto contenido de sólidos hasta lograr un espesor mínimo de 500 micrones.

Las interfaces entre el revestimiento integral de la cañería tipo Tricapa y los revestimientos con pintura serán cubiertos en campo, con mantas termocontraíbles.

Los aplicadores de mantas termocontraíbles contarán con un certificado de aptitud para cada marca y modelo empleado, emitido por el fabricante o por el representante técnico del producto.

### **5.9.7 Protección Catódica**

La protección catódica de la cañería a instalar se realizará mediante corriente impresa inyectada los equipos rectificadores ubicados a lo largo de la traza según el proyecto de protección catódica para el gasoducto.

### **5.9.8 Prueba de Aislación Eléctrica**

Se deberá realizar una Prueba de Aislación Eléctrica a la cañería enterrada. La densidad de corriente máxima admisible será de 10 A/m<sup>2</sup>.

Una vez terminada la instalación de la cañería de acero, se realizará la prueba de aislación eléctrica para determinar la ausencia de contactos entre la cañería y otras estructuras conductoras y el estado del revestimiento de la cañería una vez tapada. Se dejará constancia de esta prueba mediante un acta con los datos de la cañería y los cálculos y resultados de la prueba.

No se efectuará la realización del empalme de la cañería nueva a la existente hasta tanto no haya sido cumplida la prueba en forma satisfactoria.

Una vez terminada la instalación del gasoducto y aprobada la prueba de aislación eléctrica, se realizará la toma de potenciales naturales en las CMP.

### **5.9.9 Instalaciones de Carteles y Elementos de Advertencia**

Se proveerán e instalarán carteles nuevos de advertencia, en los lugares singulares del trazado.

## 6. ETAPA OPERATIVA

### 6.1 MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

El proceso de elaboración de urea y amoníaco utiliza gas natural, agua y aire como principales materias primas. La planta de amoníaco convierte el gas natural en dióxido de carbono, monóxido de carbono e hidrógeno en un proceso conocido como reformado, tal como se describió previamente.

Asimismo se requerirán diferentes insumos para el proceso productivo, los cuales serán abastecidos a granel mediante camiones. En la Tabla 7 se describe su origen, la cantidad y la frecuencia estimada de camiones que ingresarán al predio durante la operación de la planta.

**Tabla 7. Listado de principales materias primas e insumos**

Materia Prima	Origen	Destino	Frecuencia	Cantidad de Camiones	Cantidades de Toneladas
Ureaformaldehído (UFC85)	Zarate	Ing White	Mensual	28	838
Metil Dietanol Amina (MDEA)	Buenos Aires	Ing White	Anual	2	58
Antiespumante	Buenos Aires	Ing White	Anual	1	0,4
Cloruro férrico	Buenos Aires	Ing White	Mensual	9	250
Ácido sulfúrico	Buenos Aires	Ing White	Mensual	2	38
Soda cáustica	Bahia Blanca	Ing White	Quincenal	1	30
Hipoclorito de sodio	Prov. Buenos Aires	Ing White	Mensual	1	15
Bisulfito de sodio		Ing White	Anual	8	244
Nitrógeno	Buenos Aires/Neuquén	Ing White	Quincenal	2	60
Químicos para tratamiento de agua	Buenos Aires	Ing White	Mensual	1	30

En cuanto al requerimiento de la materia prima principal, gas natural, durante la operación de la planta se alimentará un caudal de gas natural de 135.000 Nm<sup>3</sup>/h (medido en condiciones normales de Presión y Temperatura).



## 6.2 PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS

Tal como se detalla en el próximo apartado, la planta contará con sistemas para el almacenamiento (silos) y despacho de urea por camiones, y de amoníaco y urea por barco.

A continuación, se detallan los productos que serán elaborados por la planta durante su operación.

**Tabla 8. Listado de productos elaborados en la Planta de Fertilizantes.**

Producto	Estado	Origen	Destino	Frecuencia	Cantidad de Camiones	Cantidad de Tn / año
Urea - interno vía terrestre	Sólido	Ing White	Interno	Diario	100	800.000,00
Urea - interno vía marítima	Sólido	Ing White	Rosario	Anual	0	500.000,00
Urea exportación vía marítima	Sólido	Ing White	Brasil/otros	Anual	0	1.200.000,00
Amoniaco	Líquido	Ing White	Brasil/otros	Anual	0	4.380.00

## 6.3 LOGÍSTICA

La planta contará con una infraestructura eficiente para el almacenamiento y distribución de urea granulada, asegurando su operatividad y cumplimiento con las normativas vigentes.

Esta ubicación estratégica permite la integración de sistemas de despacho terrestre y marítimo, optimizando la logística de distribución. La planta contará con accesos adecuados para camiones.

A continuación, se detalla las principales instalaciones de logística que contempla el proyecto.

### 6.3.1 Sector Planta de Acopio

Área destinada al almacenamiento para urea granulada en dos naves apareadas con capacidad total de 125.000 toneladas cada una, sumando un almacenamiento total de 250.000 toneladas de producto listo para despacho.

#### *Celda de almacenamiento*

Dos naves apareadas e interconectadas con una capacidad total de 125.000 toneladas cada una. Se prevé la implementación de un sistema de termo-ventilación para su acondicionamiento. Para la extracción del material se utilizarán equipos móviles los cuales toman el producto de la pila, lo depositan sobre una cinta la cuál extrae el producto de la celda.



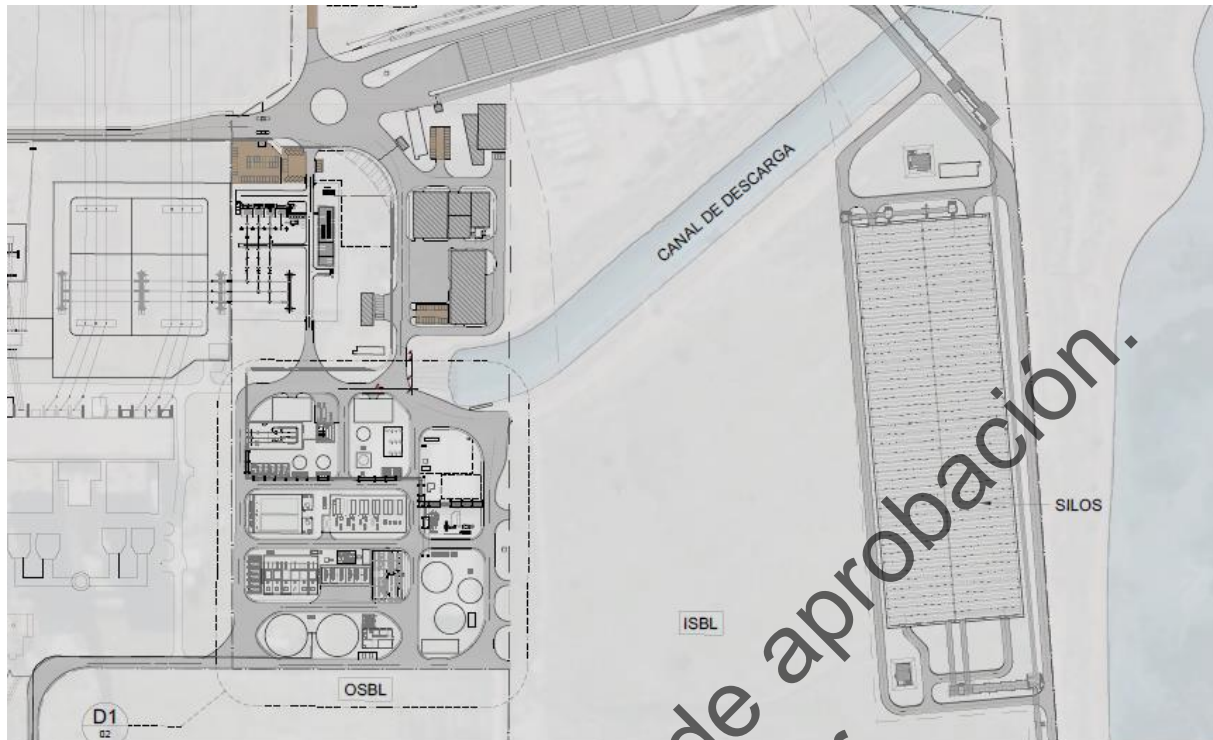


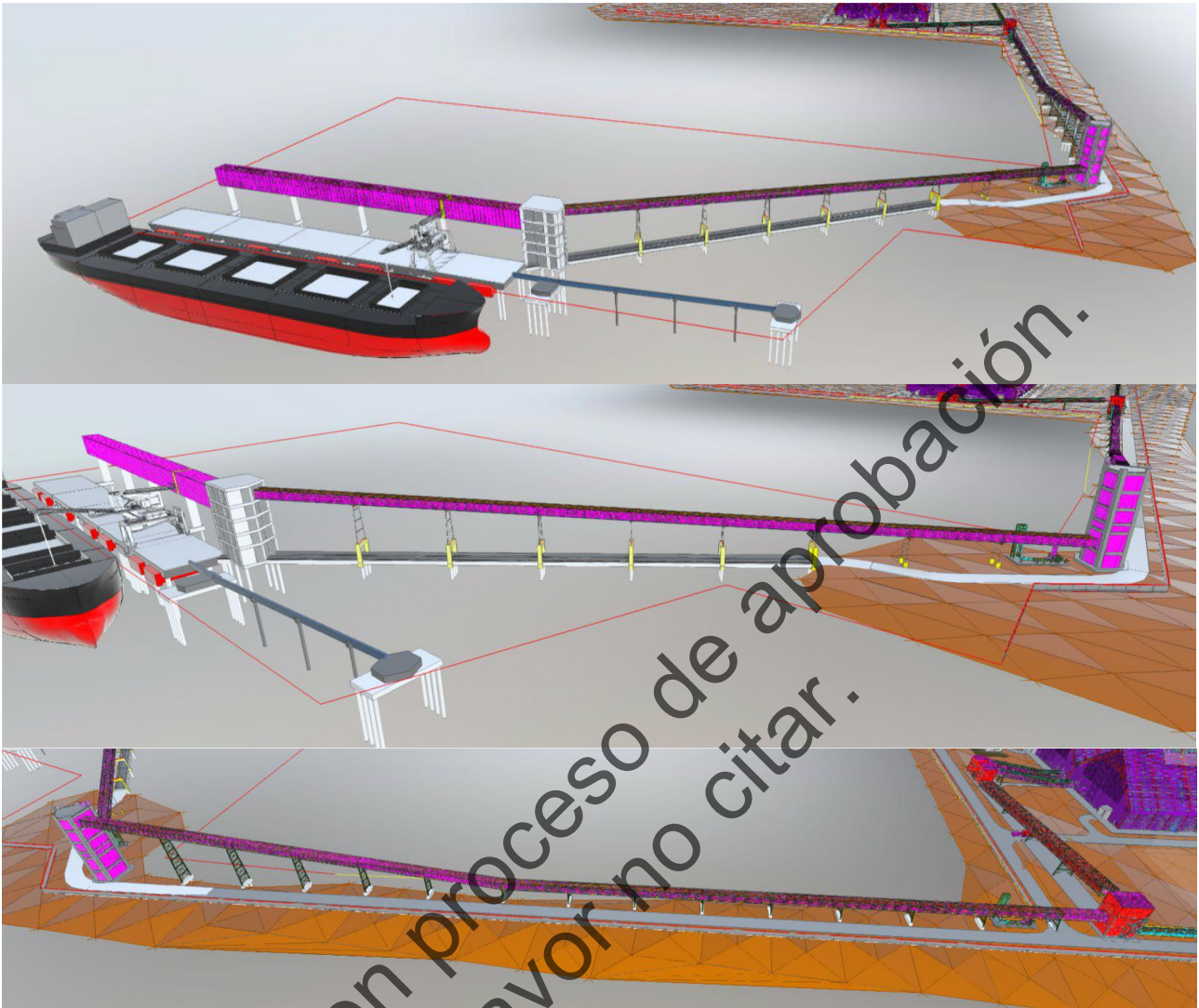
Figura 43. Ubicación de silos de almacenamiento de urea granulada.

### 6.3.2 Despacho Marítimo

Incluye el sistema de carga a buques con cinta transportadora en una capacidad de despacho de 2.000 toneladas por hora cumpliendo la fiscalización de cargas mediante una balanza de flujo.



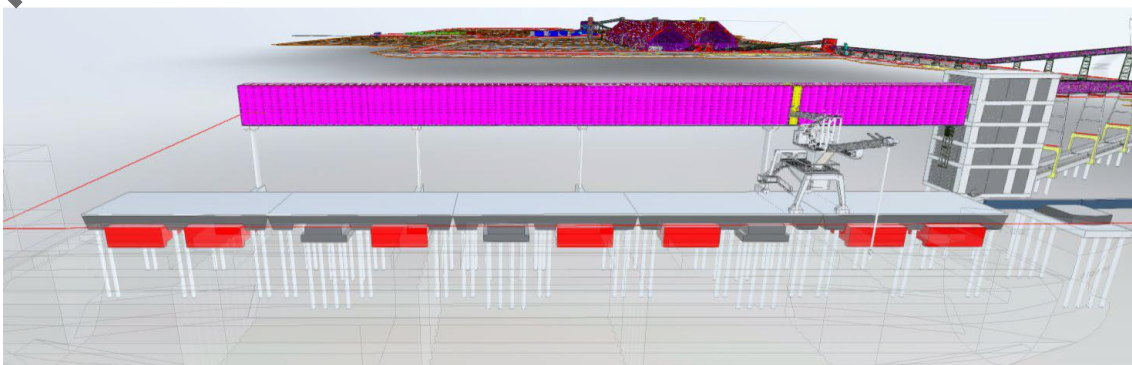
Figura 44. Sistema de carga de buques mediante cintas transportadoras.



**Figura 45. Sistema de carga de buques mediante cintas transportadoras.**

#### *Carga a buques*

Un sistema de carga con una cinta transportadora de 2.000 toneladas por hora en conjunto a un cargador móvil en el muelle corrido existente. Se considera la capacidad de embarque de buques de 30.000 y 50.000 toneladas. Adicionalmente, en el muelle se instalará un shiploader para la carga eficiente, optimizando el proceso de embarque y asegurando la operatividad continua del sistema.



**Figura 46. Muelle de carga de buques.**

### Torre de pesaje

Instalación de balanzas tipo batch para control fiscal del despacho marítimo en la línea de carga a buques manteniendo la capacidad de los transportes.

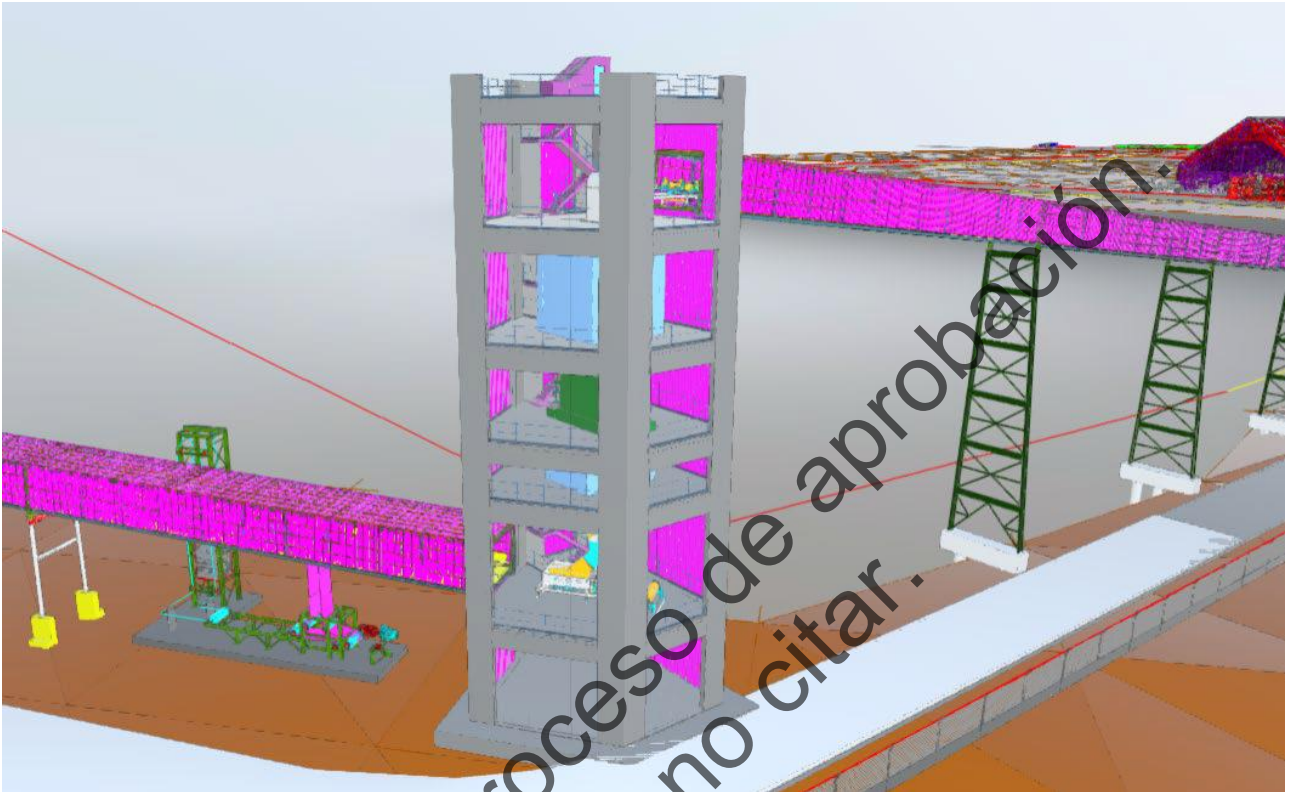


Figura 47. Torre de pesaje.

### Viaducto

Se ejecutará un viaducto para conectar el macizo con el muelle, asegurando la eficiencia del transporte interno de materiales y/o equipamientos para el mantenimiento.

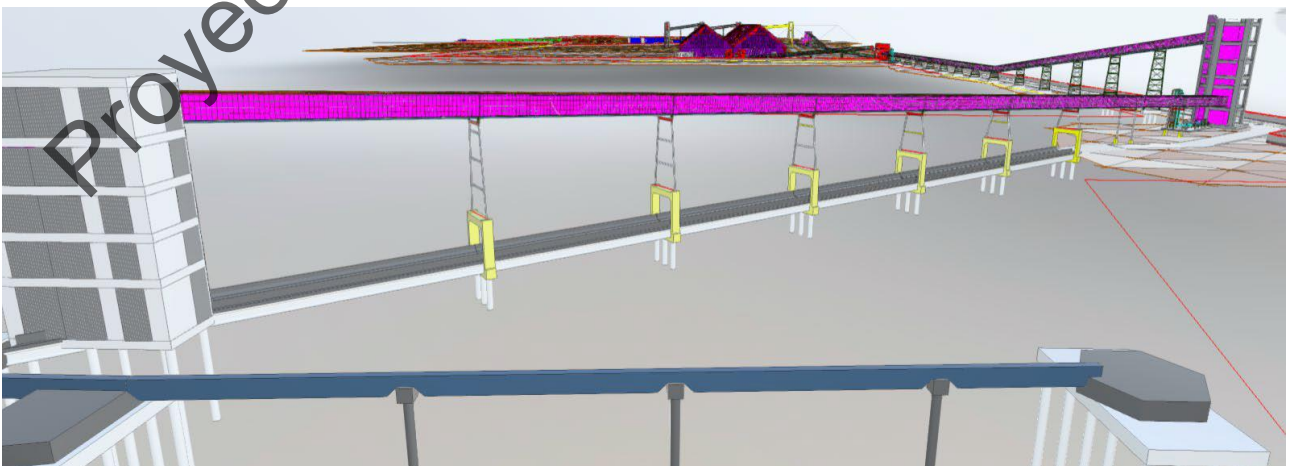


Figura 48. Viaducto de conexión de macizo a muelle existente.

### 6.3.3 Despacho Terrestre

El transporte de urea granulada por vía terrestre estará compuesto por 4 líneas de cargas para camiones, con capacidad de 500 toneladas por hora y las balanzas de control de peso terrestres.

A continuación, se ilustra el sistema de carga de camiones.

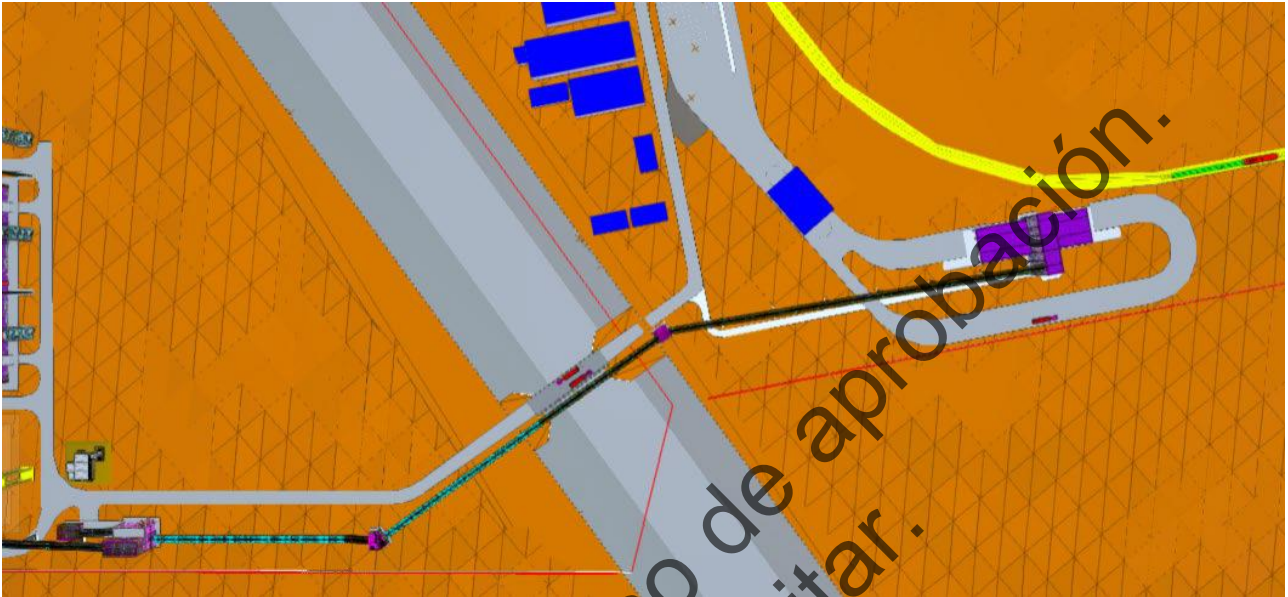


Figura 49. Sistema de carga de transporte de urea por transportadoras y posterior carga de camiones.

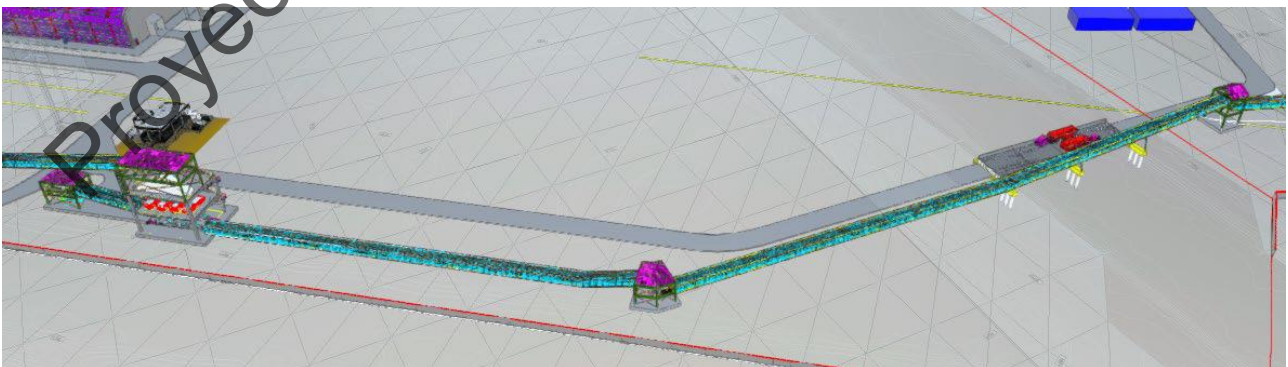
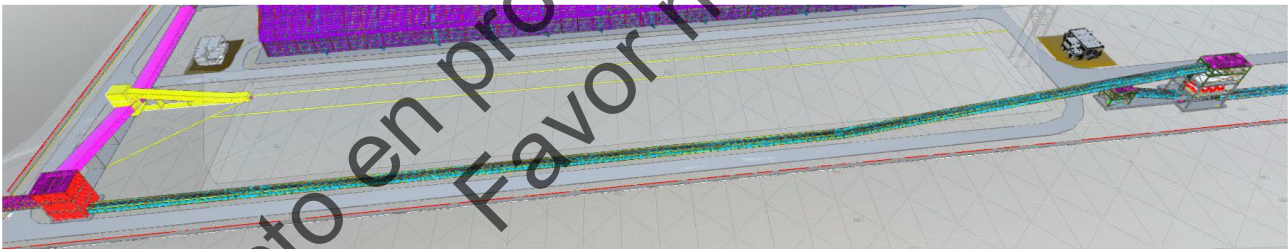
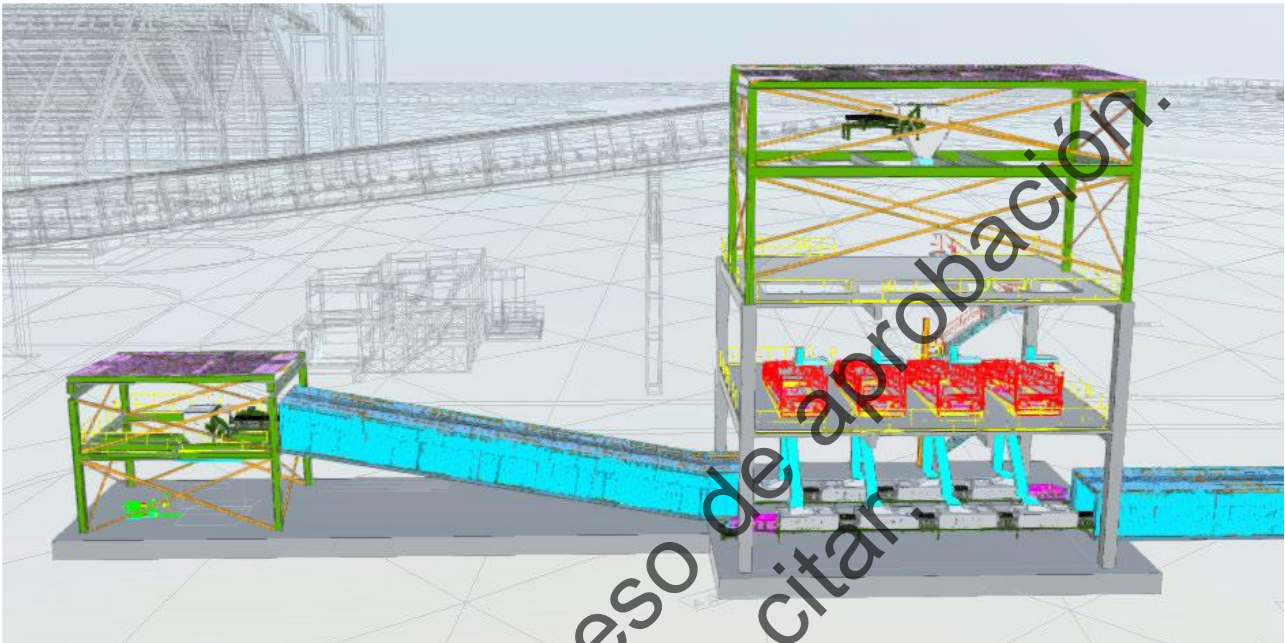


Figura 50. Sistema de carga de transporte de urea por transportadoras y posterior carga de camiones.

### *Sistema de zarandeo y desterronamiento*

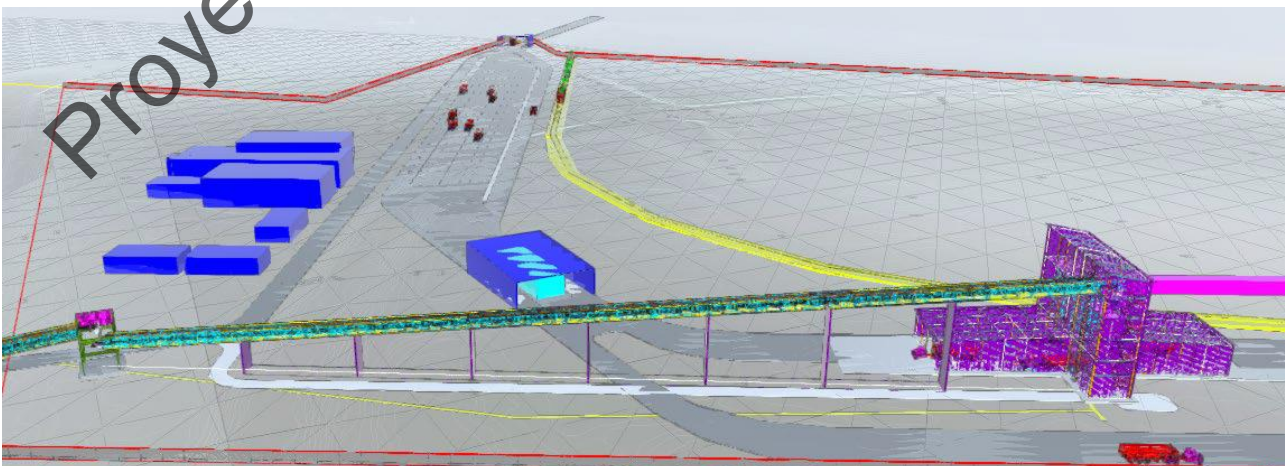
Incluye zarandas para el rechazo de material grueso y un sistema de reprocesamiento mediante disolving. Este sistema se controlará mediante sensores de concentración integrados en un PLC local. Estará compuesta por cuatro zarandas, lo que permitirá un mejor procesamiento del material y optimización de su calidad final.



**Figura 51. Sistema de zarandeo y desterronamiento.**

### *Despacho de camiones*

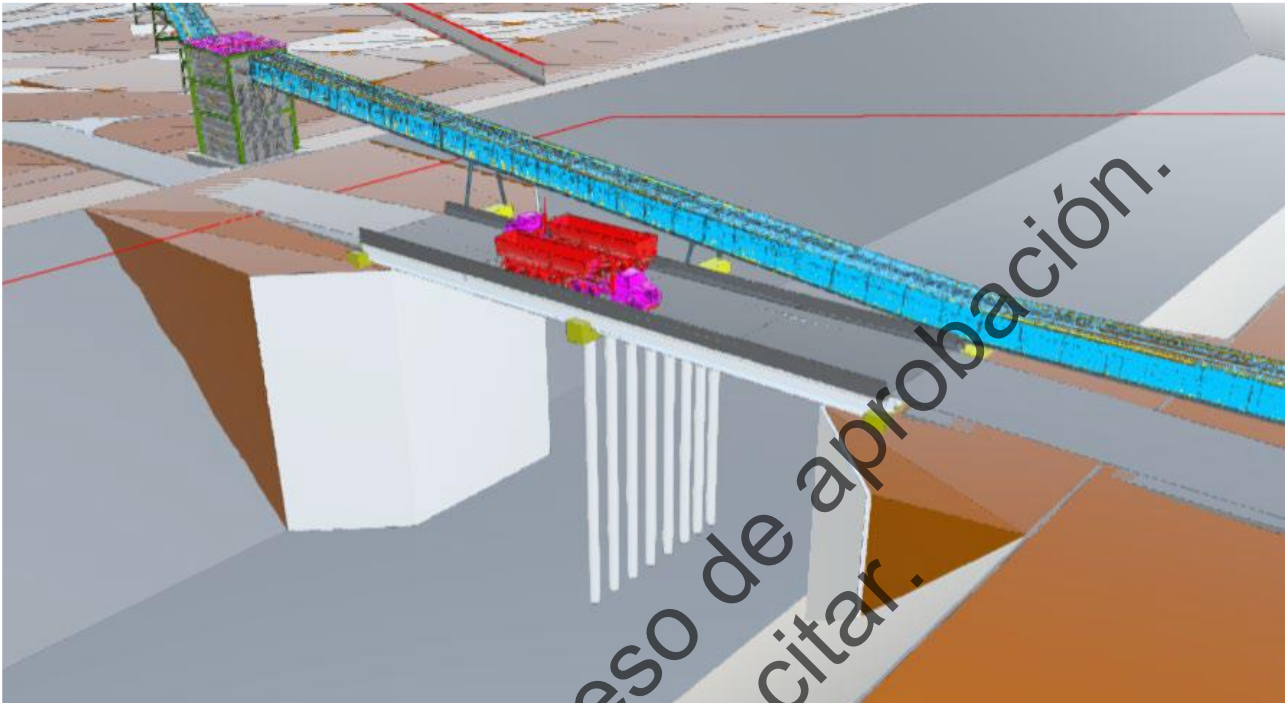
Estará compuesta por cuatro líneas de despacho cubiertas para optimizar la carga y descarga del material, con la inclusión de balanzas fiscales para control del peso. Adicionalmente, se contará con un silo de 240 m<sup>3</sup> con cuatro descargas para camiones. Cada línea de despacho terrestre tendrá una capacidad de 500 toneladas por hora, garantizando un flujo eficiente de carga.



**Figura 52. Sistema de despacho de urea mediante camiones.**

### *Puente carretero*

Además, se construirá un puente carretero que pasará sobre el canal de enfriamiento central Piedra Buena existente en el predio, facilitando el acceso al sector de despacho terrestre.



**Figura 53. Sistema de despacho de urea mediante camiones.**

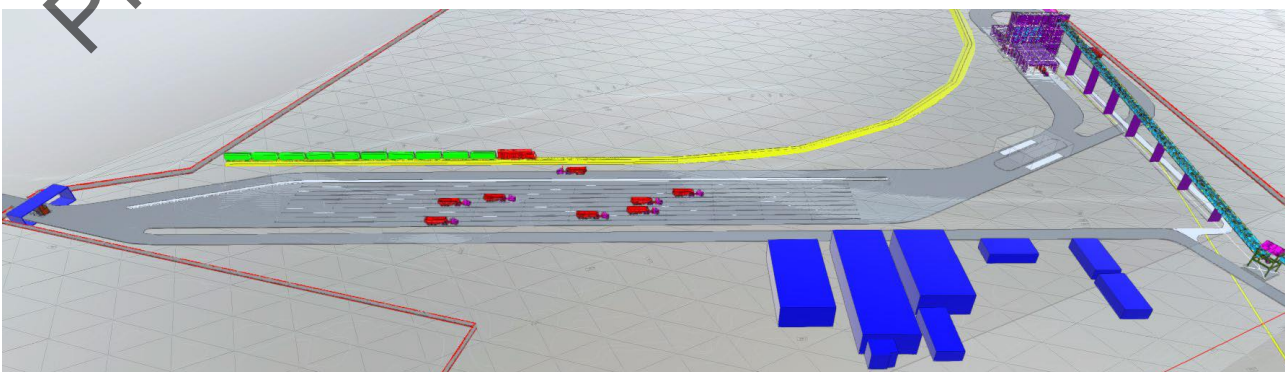
### **6.3.4 Sector Oficina e Ingreso**

#### *Balanzas de ingreso y egreso*

Se instalarán balanzas fiscales específicas en los accesos a la planta para el control del flujo de camiones, garantizando la precisión en la gestión del material transportado.

#### *Sector de oficinas*

Se proyectará un sector de oficinas con los espacios necesarios para las operaciones administrativas y logísticas requeridas en la planta.



**Figura 54. Esquema de sector de ingreso a la planta.**

### **6.3.5 Servicios y Caminería**

Se ejecutará la caminería necesaria para la correcta circulación dentro del predio, asegurando accesos eficientes y seguros para el personal y los vehículos operativos. La caminería estará compuesta por un paquete estructural de suelo compactado y material granular estabilizado, diseñado para soportar el tránsito de camiones de alto tonelaje. Se garantizará un adecuado drenaje pluvial y mantenimiento periódico para asegurar su durabilidad.

Las fundaciones serán de pilotes, diseñadas para soportar grandes cargas y garantizar estabilidad estructural, teniendo en cuenta la topografía y las condiciones del suelo del sitio. Además, los equipos principales del proyecto comprenden transportadores de alta capacidad, zarandas vibratorias, sistemas de bombeo de líquidos y un diseño modular que permite futuras ampliaciones y adaptaciones según necesidades operativas.

Las instalaciones del proyecto abarcan los sistemas mecánicos, eléctricos y de seguridad. En el ámbito mecánico, se consideran los sistemas de transporte, zarandeo y carga, integrando mecanismos de aspiración de polvo y protección ambiental.

En lo referente a la parte eléctrica, se planifica la alimentación para equipos, iluminación y tableros de control distribuidos estratégicamente, incluyendo un listado detallado de cargas eléctricas y distribución de alimentación para cada sector.

Finalmente, el sistema de seguridad incorpora una red de incendios con hidrantes ubicados estratégicamente y un monitoreo en tiempo real para detectar fugas y anomalías operativas.

Se implantarán tres subestaciones eléctricas (SET) ubicadas en lugares estratégicos para garantizar la distribución eficiente de la energía en la planta, asegurando la alimentación confiable de los sistemas críticos de operación.

### **6.4 EFLUENTES LÍQUIDOS**

La descripción de los efluentes que se generarán en la planta fueron abordados en el punto 2.5.4 Descarga del Agua: Efluentes.

### **6.5 RESIDUOS**

En el marco de la operación de la Planta de Fertilizantes se implementará una adecuada gestión de residuos en conformidad con lo definido por la normativa y los lineamientos previstos en el Plan de Gestión Ambiental (PGA) (ver Capítulo 6).

Los residuos que serán generados en la planta pueden ser distinguidos de acuerdo a sus características en las siguientes categorías:

- Residuos asimilables a domiciliarios
- Residuos especiales
- Residuos industriales no especiales



### **6.5.1 Residuos Asimilables a Domiciliarios**

Esta clase de residuos se generarán durante el normal funcionamiento de la planta. Originados principalmente de las oficinas administrativas, sectores de producción, depósitos, etc. Los mismos están compuestos por:

- Residuos orgánicos provenientes del comedor y oficinas de administración.
- Residuos de baños y vestuarios.
- Restos de podas y residuos de parquizaciones.
- Residuos provenientes de barrido y limpieza del establecimiento.

Tal como se detallará en el PGA estos residuos serán almacenados transitoriamente en contenedores adecuados, los cuales se encontrarán distribuidos en la planta, y luego serán depositados en contenedores de mayor porte en un sector externo destinado a tal fin. Luego, serán periódicamente retirados por medio de empresas transportistas habilitadas por la Autoridad para ser enviados a centros de disposición final de RSU.

La generación de estos residuos durante la operación de la planta será variable, y dependerá de las intensidades de diversas actividades realizadas en planta, aunque se estima una generación de 300 kg/mes.

### **6.5.2 Residuos Industriales No Especiales**

Estos residuos, se generarán como descarte en sectores producción, almacenamiento y servicios auxiliares, y no poseen características de peligrosidad que pudieran afectar a la salud, los ecosistemas o a los recursos naturales.

Dentro de esta categoría de residuos podemos mencionar:

- Restos de papeles y cartones.
- Residuos no especiales provenientes de los procesos de depuración de pasta de papel.
- Restos de plásticos, packaging, bolsas, etc.
- restos de maderas.
- Restos maderas, metales y cartones generados en diversos sectores.

### 6.5.3 Residuos Especiales

El establecimiento durante su normal funcionamiento generará los siguientes residuos como consecuencia de actividades de producción y mantenimientos, los cuales están alcanzados por la Ley 11.720 y su Decreto Reglamentario 806/97 y normativa complementaria

Entre los residuos de mantenimiento general se podrán originar:

- Aceites usados y lubricantes (Y8).
- Residuos sólidos con restos de hidrocarburos (Y8).
- Mezclas de hidrocarburos y agua (Y9).
- Sólidos con restos de soluciones ácidas (Y34).

Además como resultado de los cambios programados de catalizadores de los diferentes equipos del proceso, se originarán:

No.	Equipment TAG	Description	Waste Generation Quantity	Frequency	Equivalent quantity on an annual basis
1.	1300-PK-302	NWU - Absorbent (Alumina) and Molecular Sieve	252 m <sup>3</sup>	2 Years	84 m <sup>3</sup> /y
2.	1100-R-201	Hydrogenator Catalyst (TK-261)	32.8 m <sup>3</sup>	5 Years	6.56 m <sup>3</sup> /y
3.	1100-R-202 1/2	Sulfur absorber Catalyst (HTZ-51)	2,760.7 m <sup>3</sup>	2 Years	60.7 m <sup>3</sup> /y
4.	1100-R-203	Prereformer Catalyst (AR-401)	20.1 m <sup>3</sup>	3 Years	6.7 m <sup>3</sup> /y
5.	1100-R-204	Autothermal Reformer Catalyst (RKA-10)	3.6 m <sup>3</sup>	3 Years	1.2 m <sup>3</sup> /y
6.	1100-R-204	Autothermal Reformer Catalyst (RKS-2)	7.9 m <sup>3</sup>	3 Years	2.63 m <sup>3</sup> /y
7.	1100-R-204	Autothermal Reformer Catalyst (RKS-2-7H)	15.9 m <sup>3</sup>	6 Years	5.3 m <sup>3</sup> /y
8.	1200-R-205	HT Shift converter Catalyst (SK-501 Flex)	80.7 m <sup>3</sup>	3 Years	26.9 m <sup>3</sup> /y



9.	1200-R-206	MT Shift converter Catalyst (LSK-2)	7.4 m3	3 Years	2.5 m3/y
10.	1200-R-206	MT Shift converter Catalyst (LK-819)	81.4 m3	3 Years	27.1 m3/y
11.	2500-R-501	Ammonia converter Catalyst (KM1R)	17.2 m3	10 Years	1.7 m3/y
12.	2500-R-501	Ammonia converter Catalyst (KM 111)	29.5 m3	10 Years	2.9 m3/y
13.	2500-R-501	Ammonia converter Catalyst (KM 111)	84.6 m3	10 Years	8.5 m3/y
14.	2610-R-130	Catalyst bed (pellets type) from CO2 Purifier	2 m3	Catalyst minimum lifetime: 3 years after first exposure to process gas	0.6 m3/y
15.	2610-R-130	Alumina balls from CO2 Purifier	2 m3	Linked to every replacement of CO2 purifier bed catalyst	0.6 m3/y
16.	2710-R-130	Catalyst bed (pellets type) from CO2 Purifier	2 m3	Catalyst minimum lifetime: 3 years after first exposure to process gas	0.6 m3/y
17.	2710-R-130	Alumina balls from CO2 Purifier	2 m3	Linked to every replacement of CO2 purifier bed catalyst	0.6 m3/y

Proyecto en proceso de aprobación.  
Favor no citar.



Todos los residuos especiales serán separados en el origen, recolectados y enviados al depósito de residuos especiales que tendrá la planta para el almacenamiento transitorio. Se acopiarán de forma diferenciada según su composición, siempre con vistas a reducir su generación.

El depósito de residuos especiales será un sitio adecuado para tal fin en cumplimiento con los requisitos establecidos en el Decreto 806/97 y la Resolución 592/00. Luego, estos residuos serán retirados por empresas transportistas habilitadas por la Autoridad, y enviados a Operadores habilitados para su correspondiente tratamiento y disposición final.

## 6.6 EMISIONES GASEOSAS

Durante la operación de la planta se generarán emisiones gaseosas puntuales, en diferentes equipos que serán necesarios para el proceso de producción de amoníaco y urea.

Los puntos de generación de emisiones gaseosas se localizarán en las siguientes fuentes:

- Horno de reformado. El horno ubicado en el proceso de reformado primario (ver Apartado 2.1.2) de la planta de amoníaco, donde se generarán gases de combustión. El horno de reformado está diseñado para lograr la máxima eficiencia térmica recuperando calor de los gases de combustión. Los quemadores del horno están diseñados para utilizar tanto gas natural como combustible y los gases residuales del proceso.
- Caldera. Otro punto de emisión corresponderá a las calderas requeridas para la generación de vapor muy alta presión, de alta, media y baja presión se generarán gases de combustión.
- Sistema de Antorchas. La planta contará con cabezales de antorcha separados, donde se generarán gases de combustión. El cabezal de antorcha del "Front End" que recoge las emisiones de las áreas de reformado, eliminación de CO<sub>2</sub> y metanación y la antorcha del "Back End" que recoge las emisiones de las áreas de purificación, síntesis de amoníaco, recuperación y regeneración de amoníaco. Ambos sistemas tienen recipientes de Knock Out dedicados para separar cualquier líquido presente en los fluidos de alivio. También se cuenta con gas de asistencia y vapor para asegurar atomización y quemado completo de los gases. De esta manera las emisiones correspondientes a antorchas serán principalmente gases de combustión

Las antorchas (flare) que conforman el sistema se identifican:

- A- Absorber flare (continuo)
- B- Atmospheric flare (discontinuo)
- C- Emergency Flare de emergencia (discontinuo)
- D- Front end y back end flare (continuo)
- E- Ammonia storage flare (discontinuo)

Todos los equipos antes nombrados, operarán de forma continua, es decir durante 24 hs /día.

**Tabla 9. Listado equipos generadores de emisiones gaseosas y datos principales.**

Conducto	Equipo	Diámetro (m)	Altura (m)	Temperatura (°C)	
1	Reformador primario	3,50	40,00	170	
2	Granulador A	3,00	50,00	40	
3	Granulador B	3,00	50,00	40	
4	Caldera auxiliar	2,50	50,00	150	
5	Antorchas	LP absorber flare	1,20	70,00	1.000
6		Atmospheric flare	0,80	70,00	1.000
7		Emergency flare	0,80	70,00	1.000
8		Front end y back end flare	0,80	70,00	1.000
9		Ammonia storage flare	0,80	70,00	1.000

**Tabla 10. Fuentes de emisión y contaminantes.**

Conducto	Equipo	Tipo de emisión	Contaminantes
1	Reformador primario	Puntual	CO, NO2, SO2, PM10, NH3
2	Granulador A	Puntual	CO, NO2, SO2, PM10, NH3
3	Granulador B	Puntual	CO, NO2, SO2, PM10, NH3
4	Caldera auxiliar	Puntual	CO, NO2, SO2, PM10
5	Antorchas	LP absorber flare	CO, NO2, SO2, PM10
6		Atmospheric flare	
7		Emergency flare	
8		Front end y back end flare	
9		Ammonia storage flare	

Se referencian en el layout las ubicaciones aproximadas de los principales puntos de emisión dentro del complejo:



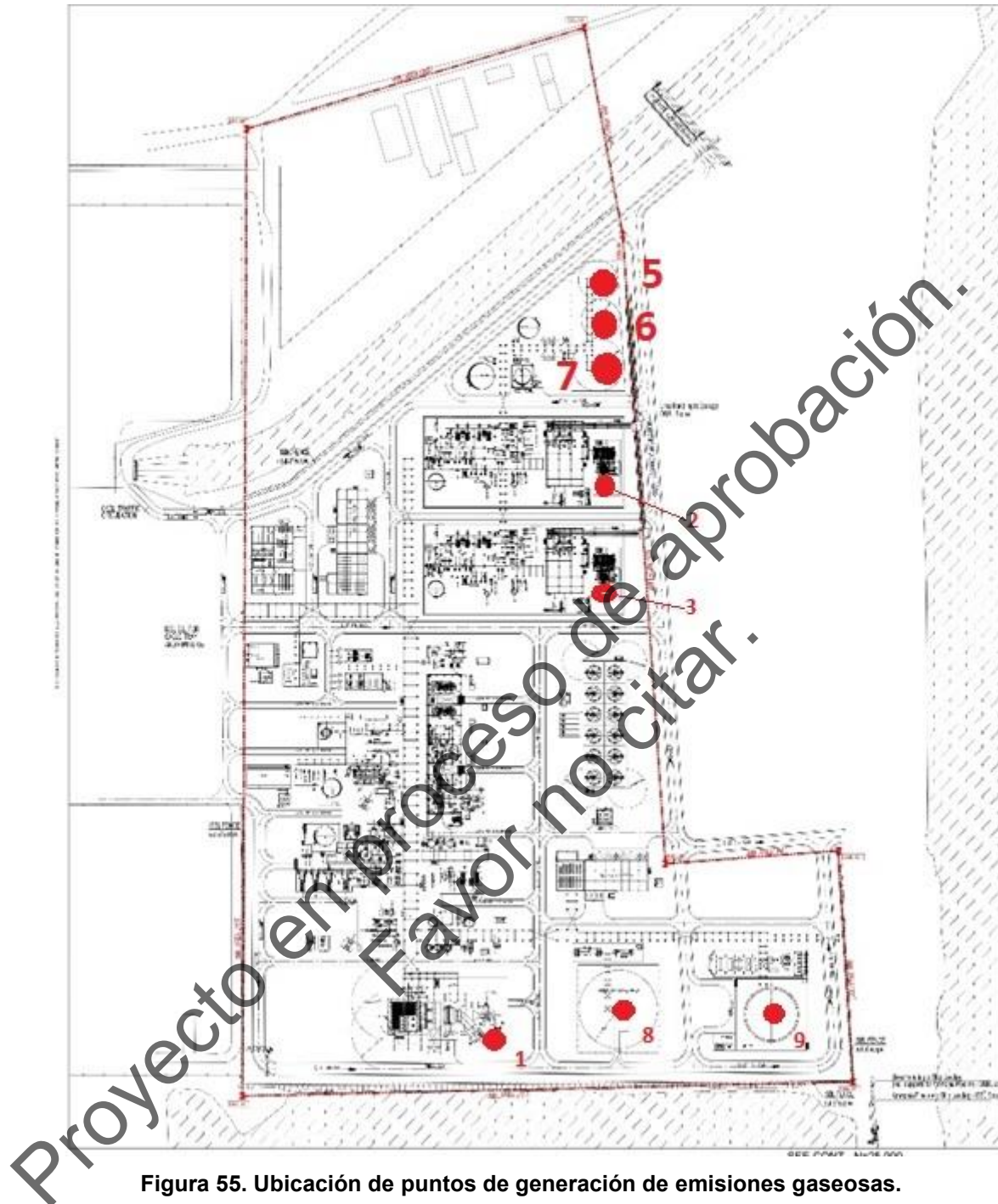


Figura 55. Ubicación de puntos de generación de emisiones gaseosas.



Figura 56. Ubicación de puntos de generación de emisiones gaseosas.

## 6.7 PERSONAL Y CONDICIONES DE TRABAJO

Durante la operación de la planta se contará con alrededor de 250 personas contratados en forma directa.

Para la determinación de los riesgos específicos, se relevarán todas las actividades y sectores de planta a fines de identificar los peligros a los cuales pueden estar expuestos los trabajadores y el entorno. De este modo, se delinearán y aplicarán acciones y medidas para reducir los riesgos de las distintas operaciones

La planta, en su etapa de operación, contará con un Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo, dirigido por profesionales capacitados en la actividad industrial, para la implementación y ejecución de todos los programas sobre esta materia, realizado de acuerdo a la Ley Nacional 19.587 Decreto reglamentario 351/79, normas, políticas y recomendaciones propias de la empresa.

Se elaborará un programa anual de carácter preventivo, en cuanto a la planificación de la seguridad, prevención de accidentes y siniestros. Esta planificación abarcará la mejora de las áreas de trabajo, métodos operativos, elaboración de normas, protección contra incendios, instalaciones eficientes y seguras, equipos sometidos a presión, capacitación del personal, entre otros según Ley 19.587 y Decreto 351/79 y planes de evacuación.

Se incorporará señalización de seguridad y delimitará tanto los sectores de trabajo como los sitios de tareas particulares como la carga y descarga, sectores de tránsito, áreas de acceso restringido, señalización de elementos de seguridad, senda peatonal, etc.

Además, la empresa contará con un Programa de Capacitación en el que se encontrarán detallados el tema sobre el cual se capacitará, junto con la fecha tentativa de realización.

Se suministrarán equipos de protección personal como ser guantes, protectores oculares, protectores auditivos, protectores respiratorios, botas y zapatos de seguridad, entre otros, de acuerdo a la tarea que realice cada individuo y en función de la evaluación de los riesgos presentes en cada puesto.

Los diferentes elementos requeridos se encontrarán debidamente detallados en los ingresos a los sectores, siendo obligatorio su uso para la permanencia dentro de las diferentes áreas.

Dentro de la planta, se podrán observar de manera general los siguientes riesgos a los que potencialmente podrán encontrarse expuesto el personal:

#### *Riesgo mecánico*

Este riesgo estará generalmente asociado a las tareas de operaciones y mantenimiento derivado de la falta de protecciones mecánicas en poleas o máquinas, durante el uso de herramientas manuales o de banco, entre otras.

Con el objetivo de evitar la ocurrencia de accidentes por la presencia de este riesgo la planta contará con:

- Autoelevadores con mantenimiento e inspecciones según legislación vigente.
- Delimitaciones de circulación peatonal.
- Permisos de trabajo para tareas en espacios confinados, en altura, en caliente, etc.
- Protecciones de barandas reglamentarias en lugares con tránsito.
- Elementos de protección de partes móviles, tales como guardapoleas, guardamotores, otros.
- Controles periódicos de los dispositivos.
- Programa de capacitación sobre los riesgos mecánicos existentes en los diferentes sectores de la planta.
- Cartelería en cada máquina que presente dicho riesgo.
- Otras.

En lo que respecta a los riesgos vinculados con aparatos sometidos a presión, el establecimiento empleará aparatos sometidos a presión con fuego (calderas, hornos, etc.) y sin fuego (sistemas de compresores, pulmones de aire comprimido, etc.) para el desarrollo de sus actividades. La falta de control podría afectar la seguridad interna de los trabajadores que desarrollen las actividades como así también la seguridad de terceros y daños a las instalaciones edilicias.



En este aspecto, la planta realizará periódicamente las pruebas e inspecciones correspondientes por profesionales con incumbencias que avalen su uso, a fines de garantizar la aptitud técnica, operacional y de seguridad. Se dará cumplimiento a lo dispuesto en cuanto a controles, inspecciones y ensayos de los ASP en el Decreto N° 351/79 (Reglamentario de la Ley de higiene y seguridad N° 19.587) y, a nivel provincial, a las Resoluciones SPA N° 231/96 (y modificatorias) y N° 529/98.

### *Riesgo de incendio*

En lo referente al riesgo de incendio, el mismo se encontrará presente en los diferentes sectores de la planta, por la potencial presencia de materiales combustibles.

Se ejecutarán instalaciones adecuadas para prevenir incendios, dotando a las áreas más riesgosas de instrumental de tecnología y otras prevenciones acordes a un sistema de protección para evitar un posible principio de incendio.

Al igual que los accidentes del trabajo, eventuales principios de incendio serán analizados e investigados con un mecanismo interno que permita registrar informes técnicos para evitar su repetición.

En líneas generales, se encontrarán distribuidos en planta extintores de diferentes capacidades y características (agentes de extinción), hidrantes, cartelera correspondiente, pulsadores de alarma, entre otros.

Se define como protección activa contra incendios al conjunto de medios, equipos y sistemas que se instalarán para la detección y extinción de un incendio. A diferencia de las protecciones pasivas, las activas requerirán de la intervención de personal.

Dentro de esta categoría de protección, podemos mencionar que la planta dispondrá de sistemas de extinción acorde al riesgo, de los cuales se pueden destacar los sistemas móviles y fijos de lucha contra incendio, brigada de emergencia y sistema de alarma.

- Instalaciones móviles a base de extintores portátiles: La planta contará con una dotación de extintores portátiles, cuya cantidad será acorde al riesgo presente en cada uno de los sectores, los cuales se encontrarán distribuidos de forma tal que puedan ser alcanzados por diferentes operarios durante un principio de incendio.
- Instalación fija contra incendios: uno de los elementos activos importantes, será la red fija de agua presurizada, la cual contará en líneas generales con los siguientes elementos: reserva de agua, en una cantidad acorde, hidrantes, bombas centrifugas y una bomba de presurización eléctrico, tipo Jockey.
- Sistemas de aviso: Dentro de las protecciones activas, también podemos mencionar el sistema de detección de incendio, el cual será por medio de detectores de humo y pulsadores de emergencia, los cuales lanzarán alarmas al puesto de guardia. Este deberá verificar la emergencia y lanzar el llamado a la brigada, por medio de sirenas.



Es importante mencionar que se llevará adelante un relevamiento periódico de los diferentes elementos.

- Brigada: La planta dispondrá de un plan de acción ante caso de emergencias derivadas de incendios y la conformación de la brigada de emergencias, la cual se encontrará conformada por personal de diferentes sectores de la planta.

El establecimiento también contará con un plan de evacuación y responsables con sus respectivos reemplazos por cada sector de la misma.

#### *Riesgo eléctrico*

Este tipo de riesgo está presente en toda actividad industrial para el cual existen ciertas medidas preventivas con el objetivo de disminuir al máximo la probabilidad de ocurrencia. Entre los elementos que serán utilizados en la planta con tal fin, se pueden nombrar:

- Bandejas eléctricas por las cuales pasarán los cables.
- Aislaciones.
- Contacto directo, tales como térmicas termomagnéticas y disyuntores diferenciales.
- Presencia de jabalinas y el desarrollo de mediciones de puesta a tierra periódicas.
- Los motores estarán protegidos con llaves termomagnéticas y puesta a tierra.
- Se realizarán tareas de limpieza y control de plagas en las instalaciones.
- Desarrollo de capacitaciones específicas al personal.
- Presencia de cartelería de seguridad e identificación en tableros y equipos.
- A los tableros eléctricos presentes, únicamente tendrá acceso el personal eléctrico, nadie externo o que no se encuentre capacitado podrá acceder a los mismos.

#### *Riesgos laborales*

La planta llevará a cabo un cronograma de monitoreos del microclima laboral a fin de constatar que los niveles de contaminantes que pudiera haber presentes en cada puesto, se encuentren dentro de los límites fijados por la normativa nacional.

Los mismos serán realizados mediante la contratación de empresas externas para la realización de las mediciones correspondientes para cada sector en particular. Entre los monitoreos que se efectuarán, podemos mencionar:

- Medición de contaminantes químicos en el aire de un ambiente de trabajo.
- Iluminación.
- Puesta a tierra y continuidad.
- Medición de ruido en ambiente laboral.
- Estudio de vibraciones.
- Estudios ergonómicos.



Respecto al riesgo químico, se implementarán una serie de medidas preventivas para evitar la generación, difusión y exposición a contaminantes químicos. Se efectuarán capacitaciones específicas del personal en el manejo adecuado de las sustancias químicas y se contará con un procedimiento para la gestión de productos químicos e inflamables y la definición de condiciones para el uso seguro de los mismos. A su vez, se encontrarán disponibles las hojas de seguridad de los productos empleados junto con las recomendaciones de uso y las acciones ante contingencias. Se utilizarán los EPP pertinentes para la manipulación de productos químicos.

Por otra parte, se efectuarán mediciones de contaminantes químicos en el aire de un ambiente de trabajo.

Para el manejo y control de plagas y vectores de los distintos sectores de planta se contratará personal especializado y habilitado por la autoridad.

En lo que respecta al ruido, este contaminante físico es característico e inevitable en las zonas de producción y servicios auxiliares, entre otras. Para minimizar la exposición del trabajador al ruido, la firma llevará a cabo tareas de mantenimiento preventivo de los equipos, a su vez, establecerá la obligatoriedad del uso de protección auditiva y contará con una correcta señalización de los sectores.

Por último, el riesgo ergonómico es aquel asociado a las condiciones del puesto de trabajo las cuales pueden impactar en forma negativa sobre la salud del personal. Este riesgo no posee una manifestación rápida, caracterizándose mayormente por presentar signos de enfermedades crónicas, es decir, que surgen luego de varios años de exposición. Las causas más frecuentes son:

- Posturas inadecuadas de trabajo.
- Esfuerzos.
- Posturas prolongadas.
- Movimientos repetitivos.

Por tal motivo, la planta desarrollará estudios ergonómicos de los distintos puestos de trabajo, con el objetivo de evaluar las condiciones operativas de los mismos y adoptar las medidas de ingeniería necesarias para la modificación de los puestos de trabajo.

La planta contará con el soporte de un técnico de Seguridad y Ergonomía, miembro de la empresa quien asistirá a la evaluación de los puestos de trabajo.

Riesgo de infiltración/ derrame de grasas, aceites, lubricantes y otras sustancias químicas

Para mitigar el riesgo, la empresa almacenará adecuadamente las sustancias químicas en un depósito acondicionado para tal fin (en cuanto a características constructivas y de impermeabilidad), manteniendo los productos al resguardo de las condiciones climáticas y animales, con acceso restringido y elementos de seguridad como: sistemas de contención de derrames, cartelería, duchas lava ojos, zonas restringidas, entre otras.

A su vez, se encontrarán disponibles las hojas de seguridad de los productos empleados junto con las recomendaciones de uso y las acciones ante contingencias.

