



**TÉRMINOS DE REFERENCIA**

**RG-02-A-GCC**

**ANEXO**

**3753-TZ-RS-0000001**

**REPORTE  
ESTUDIO DE SERVICIOS AUXILIARES E  
INFRAESTRUCTURA ADICIONAL**



**CONTENIDO**

<b>SUMARIO EJECUTIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3 ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS .....</b>	<b>3</b>
<b>4 CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>3</b>
<b>5 OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>4</b>
5.1 GENERALES.....	4
5.2 ESPECÍFICOS.....	4
<b>6 ANÁLISIS DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS .....</b>	<b>4</b>
6.1 PREMISAS GENERALES .....	4
6.2 SERVICIOS INDUSTRIALES.....	5
6.2.1 Electricidad .....	5
6.2.2 Suministro de Agua.....	7
6.2.2.1 Agua Cruda .....	7
6.2.2.2 Agua Desmineralizada.....	11
6.2.2.3 Agua para Calderas.....	13
6.2.2.4 Agua Potable .....	15
6.2.2.5 Agua de Enfriamiento .....	17
6.2.3 Suministro de Combustible.....	21
6.2.3.1 Gas Combustible para calentamiento .....	21
6.2.3.2 Gas Combustible para Generación Eléctrica .....	23
6.2.4 Suministro de Vapor.....	24
6.2.5 Recuperación de Condensados .....	25
6.2.6 Suministro de Aire de Planta e Instrumentos.....	26
6.2.7 Suministro de Nitrógeno.....	28
6.2.8 Sistema Contra Incendios .....	30
6.2.9 Otros Servicios.....	32
6.3 RESIDUOS INDUSTRIALES .....	33
6.3.1 Residuos industriales .....	33
6.3.2 Tratamiento de emisiones gaseosas .....	33
6.3.3 Tratamiento de residuos líquidos .....	35
6.3.4 Tratamiento de residuos sólidos.....	39
6.4 INFRAESTRUCTURA OPERACIONAL.....	40
6.4.1 Salas o Centros de Control (CCL).....	40



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

6.4.2	Talleres de Mantenimiento .....	42
6.4.3	Laboratorios de Control de Calidad .....	43
6.4.4	Estación Central de Bomberos .....	45
6.4.5	Infraestructura Médica y de Emergencias .....	45
6.4.6	Infraestructura para personal de guardia.....	46
6.4.7	Almacén de químicos, solventes y catalizadores.....	47
6.4.8	Subestaciones eléctricas.....	47
6.4.9	Gasolinera.....	48
6.5	INFRAESTRUCTURA DE LOGÍSTICA OPERACIONAL.....	48
6.5.1	Recibo de materia prima .....	49
6.5.2	Almacenaje de polímeros .....	50
6.5.3	Sala de empaques .....	50
6.5.4	Almacenes de polímeros empacados.....	50
6.5.5	Sistema de carga y despacho de producto final .....	51
6.5.6	Infraestructura de logística de transporte de distribución de producto. ....	51
6.6	INFRAESTRUCTURA ADMINISTRATIVA.....	52
6.6.1	Oficinas Administrativas .....	52
6.6.2	Otras oficinas y/o áreas.....	53
6.6.2.1	Cafetería y Comedores.....	53
6.6.2.2	Instalaciones deportivas y recreacionales.....	54
6.6.2.3	Oficinas de Transporte .....	54
6.6.2.4	Estacionamientos .....	55
6.6.2.5	Garita de Seguridad.....	55
6.7	TELECOMUNICACIONES .....	55
6.7.1	Sistema Telefónico.....	55
6.7.2	Red de Área Local .....	57
6.7.3	Comunicaciones de Radio .....	57
6.7.4	Circuito Cerrado de TV (CCTV).....	58
6.7.5	Altavoces y alarmas .....	58
6.7.6	Fibra Óptica .....	59
6.7.7	Sistema de Detección de Intrusos.....	60
6.7.8	Control de Acceso.....	60
6.8	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	61
6.9	SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA (SPC).....	63
6.10	SISTEMA DE PROTECCIÓN DESCARGAS ATMOSFÉRICAS .....	64



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

### SUMARIO EJECUTIVO

El presente estudio resume la descripción de los servicios auxiliares y la infraestructura requerida para la operación del PCPPP- un complejo de producción de poliolefinas - en Bolivia, según los requerimientos de YPFB.

Esta Planta producirá un total de aproximadamente de 250 kTA de polipropileno de diversos grados, usando como materia prima la corriente de GLP proveniente de la Planta de Separación de Líquidos Carlos Villegas.

La metodología que se empleó en este estudio para determinar los servicios requeridos por el PCPP, sus consumos, y las áreas para la infraestructura mínima necesaria, fue la investigación en literatura abierta de los procesos licenciados más comunes para la producción de propileno y polipropileno, además de la parametrización de datos disponibles para plantas similares. Esta información permitió sentar las bases de los resultados aquí mostrados, que si bien son de carácter preliminar, cuentan con fundamento, los cuales deberán ser revisados, completados y validados por el CONTRATISTA.

En resumen, este estudio expone los requerimientos mínimos y permite esbozar una filosofía básica de los servicios e infraestructura del PCPPP.



## **1 INTRODUCCIÓN**

En el presente reporte se analiza y especifican las bases, criterios y estudios complementarios necesarios para establecer y definir el suministro, la operación y el consumo de los servicios auxiliares requeridos en el proyecto para la producción de Propileno y Polipropileno desarrollado por YPFB en el Estado Plurinacional de Bolivia. Además se incluyen los requerimientos adicionales de infraestructura que demanda el PCPPP y la descripción de cada uno de ellos.

El estudio aquí presentado es de carácter preliminar y los datos deberán ser revisados, validados y actualizados por el CONTRATISTA una vez que se conozcan los resultados definitivos producto del desarrollo de los Paquetes de Diseño de Procesos Licenciados y no Licenciados, durante la fase FEED del Proyecto.

## **2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

La creciente demanda energética a nivel mundial, ha impulsado el desarrollo del sector petroquímico en varios países; en este sentido, Bolivia ha iniciado una etapa de la industrialización del gas a través de la industria petroquímica, procesando el gas natural para la obtención de distintos productos, priorizando la implementación del PCPPP.

El alcance general de este proyecto comprende la implementación de las siguientes instalaciones, que deberán integrarse en un sólo Complejo Industrial:

- Planta de Propileno.
- Planta de Polipropileno (Homopolímero, Copolímero al Azar y Copolímero de Impacto).
- Servicios Auxiliares, Infraestructura & Offsites (Incluyen todos los Sistemas Complementarios).
- Almacenamiento & Paletización de PP.

La integración de las plantas anteriormente mencionadas, de ahora en adelante se llamarán indistintamente PCPPP, la Planta y/o el Proyecto, el mismo será implementado en el Estado Plurinacional de Bolivia.

Se estima que el PCPPP tomará la materia prima (GLP) de la Planta de Separación de Líquidos Carlos Villegas, ubicada en proximidades de la ciudad de Yacuiba.



### 3 ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

A continuación las diferentes abreviaturas que se mencionan en esta especificación:

<b>DBO<sub>5</sub>:</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
<b>CCTV:</b>	Circuito Cerrado de TV
<b>CMS:</b>	Tamiz Molecular de Carbón
<b>CPI:</b>	Separador de Placas Corrugadas
<b>DCS/ESD:</b>	Sistema de Control Distribuido/Parada de Emergencia
<b>FEED:</b>	Ingeniería y Diseño Final (Front End Engineering Design)
<b>HRSG:</b>	Generador de Vapor por Recuperación de Calor (Heat Recovery Steam Generator)
<b>IGF:</b>	Unidad de Flotación
<b>MMO:</b>	Óxido de Metal Mezclados
<b>NO<sub>x</sub>:</b>	Óxidos de Nitrógeno
<b>PABX:</b>	Ramal Privado Conmutación Automática
<b>PCPPP</b>	Proyecto de Construcción de las Plantas de Propileno y Polipropileno
<b>PDH:</b>	Deshidrogenación de Propano
<b>PDP:</b>	Paquete de Diseño de Procesos
<b>PP:</b>	Polipropileno
<b>PSA:</b>	Sistema de Purificación de Hidrógeno (Adsorción por oscilación de presión)
<b>PTZ:</b>	Horizontal – Vertical-Zoom (Pan – Tilt – Zoom)
<b>SO<sub>x</sub>:</b>	Óxidos de Azufre
<b>SPC:</b>	Sistema de Protección Catódica
<b>TDR:</b>	Términos de Referencia
<b>WWT:</b>	Planta de Tratamiento de Efluentes
<b>YPFB:</b>	Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos.

### 4 CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO

El presente estudio definirá y analizará de manera conceptual los requerimientos necesarios de Servicios Auxiliares e Infraestructura Adicional, para el PCPPP. También considerará aquellos servicios complementarios e infraestructura adicional que se requieren para su operación.

A los fines de este informe, los referidos servicios e infraestructura se desagregarán de la manera siguiente:

- Servicios Industriales



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

- Residuos Industriales
- Infraestructura Operacional
- Infraestructura de Logística Operacional
- Infraestructura Administrativa.

El estudio contemplará la determinación del tamaño y características de los Servicios Auxiliares e Infraestructura Adicional para las siguientes Plantas:

- Propileno
- Polipropileno (Homopolímero, Copolímero al Azar y Copolímero de Impacto)

## 5 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

### 5.1 Generales

Definición y análisis de manera conceptual de los requerimientos de los Servicios Auxiliares e Infraestructura Adicional para el PCPPP.

### 5.2 Específicos

- Proporcionar la información de análisis y criterios utilizados para la definición, de manera conceptual, de los Servicios Auxiliares e Infraestructura Adicional del PCPPP. Emitir las correspondientes Conclusiones y Recomendaciones acerca de los Servicios Auxiliares e Infraestructura Adicional requeridos por el PCPPP.

## 6 ANÁLISIS DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

### 6.1 Premisas Generales

A continuación se establecen las premisas y suposiciones adoptadas para la elaboración de este estudio:

1. Los consumos de servicios indicados en el presente estudio, han sido estimados a partir de datos referenciales de plantas similares, de información disponible en la literatura y con criterios referentes a la experiencia y experticia del consultor de la Ingeniería Conceptual. Las estimaciones se han realizado en base a las capacidades indicadas en este apartado Ítem 2. Estos estimados deberán ser corroborados con información del desarrollo de los PDP's, en el cual se definirán los consumos de servicios, en función de los datos que suministren los Licenciantes de cada planta y deberán ser validados durante la fase de ingeniería de los propios PDP y el FEED.
2. Las capacidades de las plantas se han fijado en los siguientes valores:
  - Propileno: 250 KTA



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

- Polipropileno: 250 KTA (Base Homopolimero)

### 6.2 Servicios Industriales

Las plantas que integrarán el PCPPP requerirán como mínimo los servicios que se listan a continuación:

- Electricidad.
- Agua (cruda, potable, desmineralizada, contra incendios, de enfriamiento, para calderas).
- Aire comprimido (servicios y de instrumentos).
- Gas combustible (para calentamiento y generación eléctrica).
- Vapor (alta, media y baja presión).
- Sistema contra incendios.
- Gases Inertes (incluye el Hidrogeno).
- Sistemas de Refrigeración

#### 6.2.1 Electricidad

##### **Premisas Particulares.**

A continuación se establecen las premisas y suposiciones para la especificación del servicio y los consumos estimados del PCPPP:

1. El PCPPP tomará la energía eléctrica de la planta de generación Termoeléctrica del Sur, ubicada aproximadamente a 20 km al norte de la ubicación de la Planta, mediante líneas de transmisión que llegarán hasta la Planta.
2. Como una primera aproximación, se asumirá que la energía eléctrica llegará a través de dos ternas redundantes (línea de transmisión) en 69 kV.
3. Se considera un sistema de generación de emergencia a gas (blackstart). El sistema de generación de emergencia y el consumo de gas combustible será definido en la etapa FEED de la ingeniería.

##### **Consumos.**

Los consumos eléctricos estimados de cada una las plantas que integran el PCPPP, se listan a continuación:



**Tabla 6.2.1.1 Consumos y Producción Eléctrica**

<b>Planta</b>	<b>Consumo (MW)</b>
Propileno	*29
Polipropileno	13
Área de Servicios y Offsite	15
Edificaciones	4
Iluminación Industrial y vial	5
<b>Total</b>	<b>66 MW</b>
<b>Total para Diseño</b>	<b>70 MW</b>

Fuente: Elaboración Propia

\* Consumo máximo esperado en base a la oferta del licenciante, basado en un consumo de agua de enfriamiento nulo. Este dato deberá ser corroborado durante el desarrollo del PDP del Licenciante.

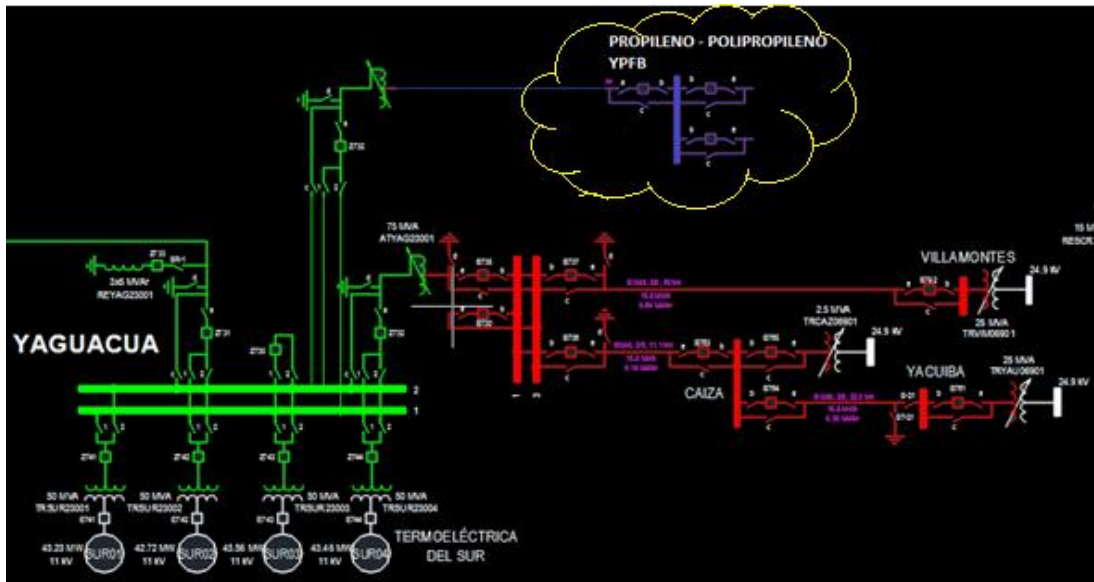
#### **Descripción General del Sistema:**

Se prevé que la alimentación de energía eléctrica llegue mediante una línea de transmisión formada por dos ternas redundantes provenientes de la Termoeléctrica del Sur, ternas que saldrán desde su subestación de 69 kV en la localidad de Yaguacua. Dichas ternas llegarán mediante torres de transmisión hasta la Planta, al punto de límite de batería que se fije entre el CONTRATISTA y YPFB durante la etapa FEED.

#### **Esquema General del Sistema.**

A continuación, se muestra de forma genérica la conexión de la Planta a la Termoeléctrica del Sur:

**Figura 6.2.1.1.** Conexión de la Planta a la Termoeléctrica del Sur.



**Fuente:** Elaboración Propia, modificación sobre el documento “sin\_20150805\_dwg” del CNDC

Para la operación de los equipos que conformen el sistema eléctrico de la Planta, se requerirá de la capacitación del Sub-Contratista OMC correspondiente en labores de operación y mantenimiento de los equipos que formen parte del diseño eléctrico.

## 6.2.2 Suministro de Agua

### 6.2.2.1 Agua Cruda

Se prevé que el agua cruda será suministrada al PCPPP a través de un acueducto desde el Rio Pilcomayo, en Villamontes de acuerdo a la alternativa más viable propuesta en el Estudio de Micro y Macro Localización, la cual está ubicada aproximadamente a 69 kilómetros del sitio de emplazamiento del PCPPP.

El alcance del CONTRATISTA sobre el acueducto mencionado, está detallado en el punto 5.1.2.4 Sistema de Abastecimiento de Agua Cruda del documento PARTE B \ PPP-YPFB-B MJS – Bases de Diseño

Una vez recepcionada el agua cruda en el ingreso al PCPPP, será obligación del CONTRATISTA desarrollar la Ingeniería y construcción de los siguientes componentes del sistema:

- Dispositivos de Almacenamiento que aseguren el abastecimiento continuo de agua y para los diferentes procesos y necesidades de las plantas.
- Sistemas de tratamiento del agua según requerimiento, así como la conducción de la misma hasta las diferentes facilidades de la Planta de Propileno y Polipropileno.
- Diagrama de flujo de la planta de tratamiento.



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

- d. Provisión y utilización de químicos; y vendor-list .
- e. Consideraciones de consumo de energía, y sistema de respaldo para sistema de bombeo y otras necesidades de las plantas de tratamiento.
- f. Diseño del sistema de alimentación de energía eléctrica, analizando las fuentes de energía confiables.

El tratamiento de agua deberá contar con las siguientes secciones de acuerdo a la figura, sin que ello sea limitante:

- Coagulación – Flocculación
- CPI
- Unidad de filtro de Arena
- Sistema de concentración de lodos
- Sistema de deshidratación de lodos
- Sistema de dosificación de químicos

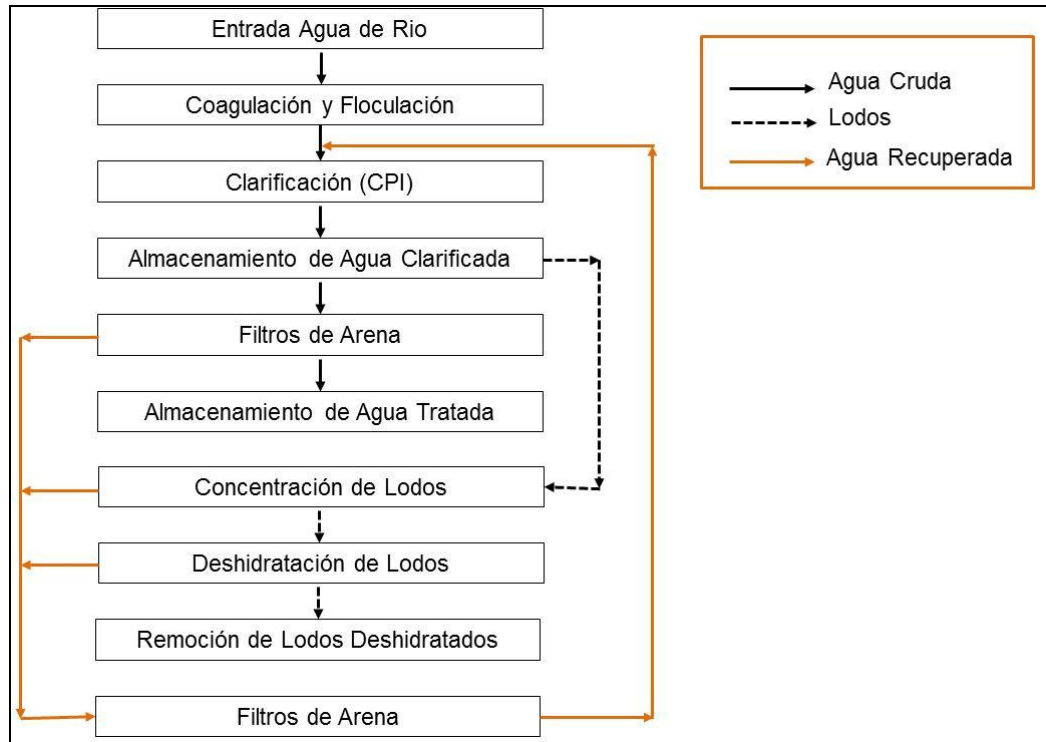
Este sistema deberá ser diseñado tomando en cuenta todos los requerimientos de Agua Cruda, pérdidas totales de Agua del sistema y en los tratamientos de clarificación y Filtración.

### Consumos

El agua cruda se utilizará para agua de servicio, producción continua de agua desmineralizada, reposición del agua de enfriamiento y sistema contra incendio, así como el suministro al paquete de agua potable.

Los requerimientos específicos para cada una de las plantas que integran el PCPPP, se listan a continuación:

**Figura 6.2.2.1.1.** Diagrama de Sistema de Agua Cruda.



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6.2.2.1.1.** Resumen de requerimientos de agua de cruda

Requerimiento	Capacidad (m <sup>3</sup> /h)	Capacidad (m <sup>3</sup> /h)
Agua Contra Incendio	400 (Nota 1)	300 (Nota 3)
Reposición Agua Enfriamiento	167	
Agua Potable	19 (Nota 2)	
Agua Desmineralizada	30	
Otros Consumos	34	
<b>Total Normal (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>250</b>	
<b>Total Diseño (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>650</b>	

Fuente: Elaboración Propia



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

**Nota 1.** Máximo consumo intermitente (por 6 horas), se considera solo para el flujo de diseño.

**Nota 2.** Requerida para las edificaciones basados en un consumo para 260 personas del Complejo.

**Nota 3.** Flujo de reposición de agua al tanque del Sistema contra incendio.

Basados en la experiencia del consultor de Ingeniería Conceptual, en plantas similares, la distribución del consumo típico de agua cruda por planta, se desglosa en la tabla 6.2.2.1.2.

**Tabla 6.2.2.1.2.** Distribución de Agua Cruda por Planta

Planta	%
PDH	65
PP	35
Total	100

Fuente: Elaboración Propia

**Nota 1.** Los valores deben ser confirmados con la información que suministren los Licenciantes de los procesos durante la fase PDP/FEED

### Descripción General del Sistema

El agua cruda será sometida a un pre-tratamiento para llevarla a las condiciones de alimentación a la Planta. Posteriormente será almacenada en un tanque de agua cruda que suplirá el flujo para la producción de agua desmineralizada, agua potable, reponer agua de enfriamiento y al tanque del sistema contra incendio y, así como también proveer requerimientos de otros consumidores menores.

El tanque de agua cruda tendrá una autonomía tal que permita brindar un volumen de agua de enfriamiento y agua desmineralizada suficiente para llevar los sistemas a una parada segura en caso de un problema con el suministro de este servicio.

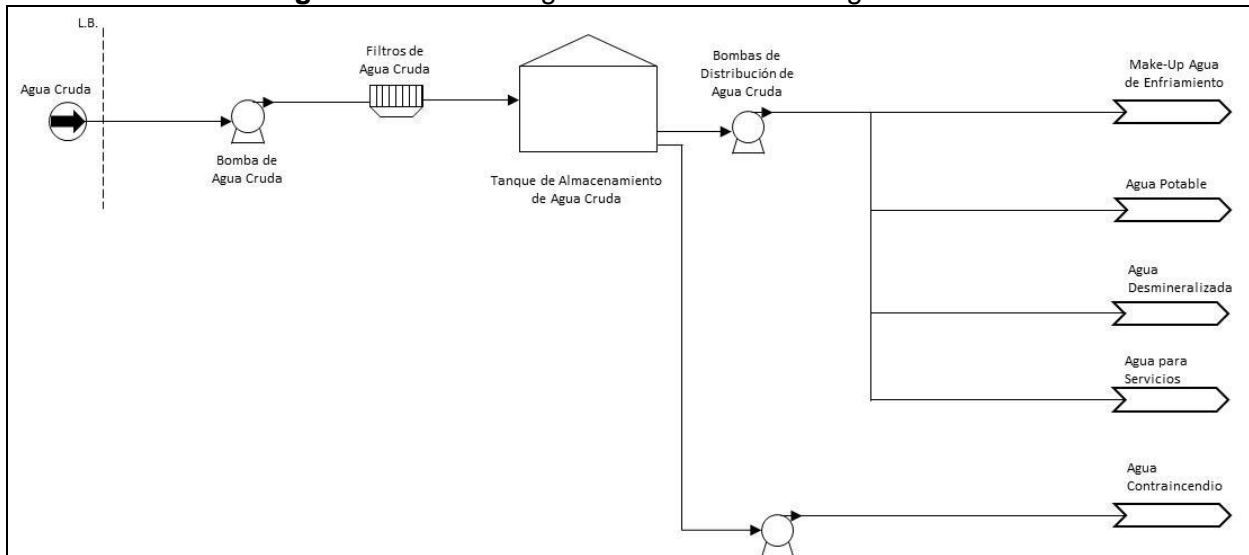
Todos los tanques y piscinas aguas abajo contarán con tiempos de residencia suficientes para brindarle la autonomía necesaria a los respectivos sistemas.

Por su parte, el agua de reposición que será alimentada al sistema contra incendio, se realizará desde el tanque de agua cruda con una bomba dedicada para alimentar dicho sistema, esto debido a que el tanque del sistema contra incendio contará con un tiempo de residencia acorde a lo recomendado por la NFPA.

### Esquema General del Sistema

A continuación se muestra de forma preliminar y sin considerarse limitativo un esquema general del sistema.

**Figura 6.2.2.1.2. Diagrama de Sistema de Agua Cruda.**



Fuente: Elaboración Propia

### 6.2.2.2 Agua Desmineralizada

#### Premisas Particulares

1. El agua desmineralizada se empleará como reposición para la generación de vapor. Se supone que esta reposición está en el orden del 20%.
2. Se prevé consumos pequeños e intermitentes de agua desmineralizada en el área de servicios y off-sites.

#### Consumos

Los consumos de agua desmineralizada estimados de cada una de las plantas que integran el PCPPP, se listan a continuación (estos valores deben ser confirmados con los requerimientos de los Licenciantes de cada proceso en el FEED):

**Tabla 6.2.2.1. Requerimientos de agua desmineralizada**

Planta	Requerimiento (m <sup>3</sup> /h)
Área de Procesos, Servicios y Offsites (Nota 1)	10
Agua de Alimentación a Calderas (reposición)	30
Sobrediseño	4.62
<b>Total</b>	<b>45</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Nota 1:** Flujo discontinuo.



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

### **Descripción General del Sistema**

El Agua proveniente del Tanque de Agua Cruda será sometida a un Tratamiento de Desmineralización considerando el Sistema de Tratamiento mediante Ósmosis Inversa seguido de un Sistema de Electrodionización. Las características del agua desmineralizada deben estar acorde a las especificaciones requeridas por los usuarios finales. En este sentido, se espera que el CONTRATISTA desarrolle en más detalle las características de diseño particulares del sistema que deben ser aprobados por YPFB.

En el caso de existir requerimientos de equipos y químicos para el tratamiento del agua que es alimentada a este sistema, los mismos serán parte del paquete de agua desmineralizada.

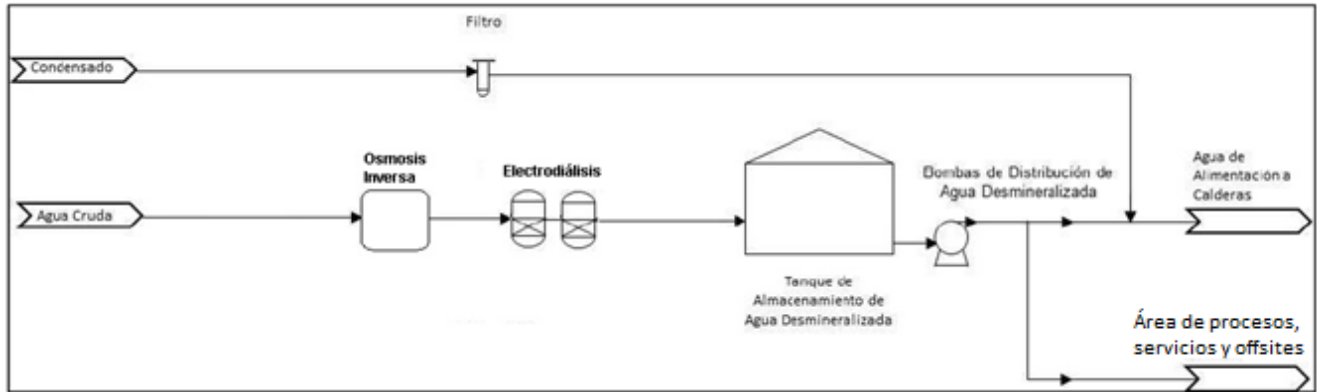
El agua desmineralizada se empleará como reposición para la generación de vapor.

El CONTRATISTA deberá considerar un sistema de almacenamiento de agua de alimentación y agua tratada (desmineralizada), así mismo debe determinar la capacidad de almacenamiento definitiva en función a los días necesarios para garantizar autosuficiencia operacional total de la planta.

### **Esquema General del Sistema**

A continuación se muestra de forma preliminar y sin considerarse limitativo un esquema general del sistema.

**Figura 6.2.2.2.1.** Diagrama de Sistema de Agua Desmineralizada.



Fuente: Elaboración Propia

### 6.2.2.3 Agua para Calderas

#### Premisas Particulares

1. Al agua requerida para la generación de vapor (tanto en los hornos, como calderas), se le sumará un consumo adicional del 12%, esto incluye el agua necesaria para reponer las purgas del sistema (situadas entre 1-3% según defina el vendedor de las calderas), y el flujo para los atemperadores.
2. La temperatura del condensado antes del tratamiento debe ser menor a 45 °C. Durante la etapa FEED debe ser evaluada la necesidad de un condensador adicional.

#### Consumos

Los consumos de agua para calderas estimados de cada una las plantas que integran el PCPPP, se listan a continuación (estos valores deben ser confirmados con los requerimientos de los Licenciantes de cada proceso en el FEED):

**Tabla 6.2.2.3.1.** Requerimientos de agua para calderas

Requerimiento	Consumo (ton/h)
PDH	150
PP	0
Consumo Adicional	18
<b>Total</b>	<b>168</b>

Fuente: Elaboración Propia





## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

### **Descripción General del Sistema**

El sistema de agua de calderas está constituido por desaireadores y bombas que suplirán agua en calidad adecuada a las calderas y hornos que generan el vapor requerido en la Planta.

El condensado recuperado se mezcla con agua desmineralizada de reposición y es precalentada en un par de intercambiadores en serie antes de entrar a los desaireadores.

Se dispondrá de dos desaireadores diseñados para el flujo máximo se recomienda que operen en paralelo y proveerán un tiempo de residencia de 10 minutos aproximadamente. El concepto en este caso, es poder sacar uno de los desaireadores a mantenimiento sin necesidad de parar el sistema (1 en operación y 1 en espera). Estos tambores contarán con venteos a localización segura.

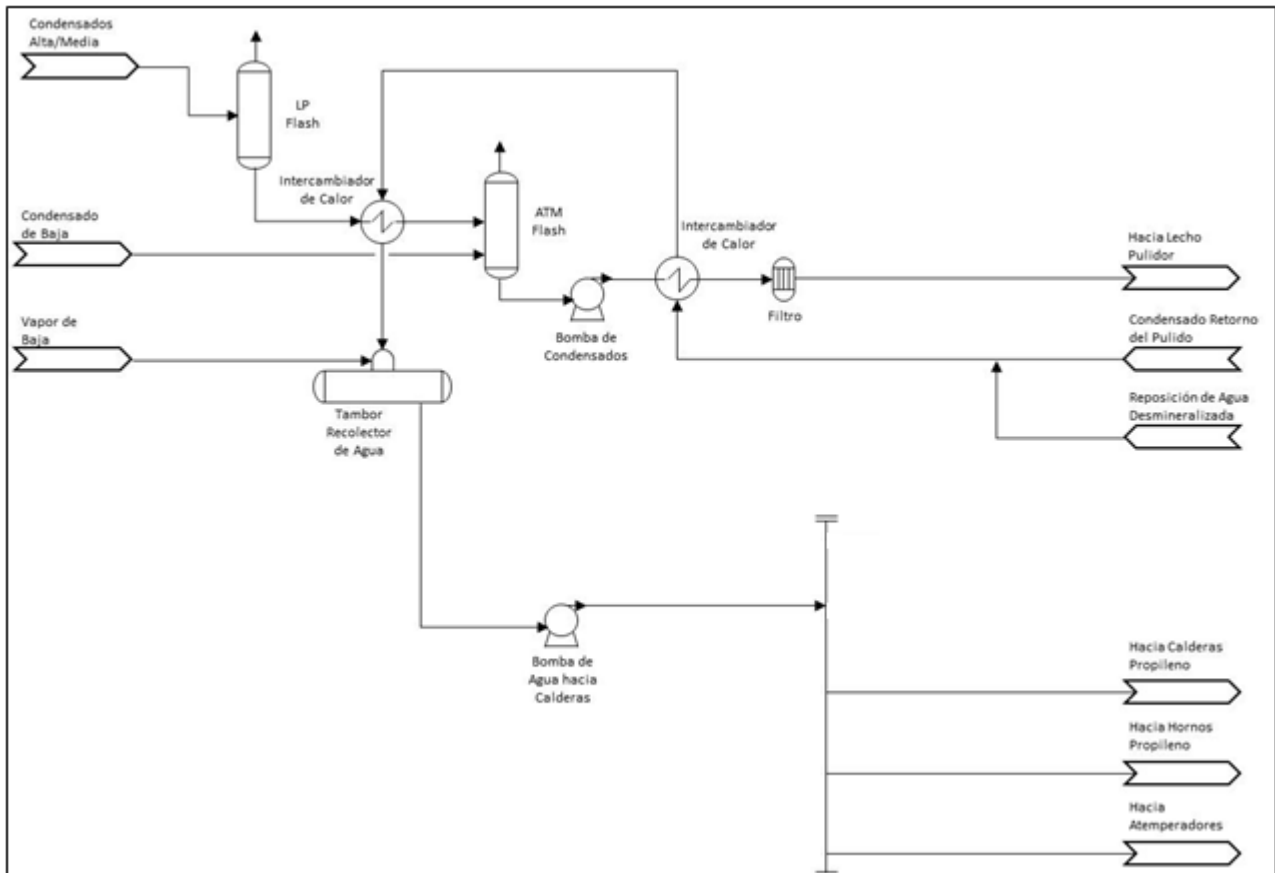
Se requerirá un sistema de bombeo para suplir el agua a las calderas de alta presión, y además para derivar la corriente requerida para los atemperadores de media presión. La red de distribución también suplirá el agua de calderas para los hornos de la planta de producción de propileno. El requerimiento de un sistema de bombas independiente deberá ser establecido en etapa de la ingeniería FEED cuando se disponga de más detalles sobre los niveles de presión usados en cada generador de vapor.

El agua de calderas requiere tratamiento químico, por lo que se dispondrá de un paquete de secuestrante de oxígeno para lograr la especificación típica de menos de 7 ppb, y un paquete de inyección de aminas para controlar pH y prevenir la corrosión. Ambos químicos serán inyectados a la salida del desaireador, en la succión de las respectivas bombas.

### **Esquema General del Sistema**

El esquema mostrado a continuación integra el sistema de agua para calderas con el sistema de recuperación de condensados (se describe en la sección 6.2.5). El mismo es preliminar y no debe considerarse limitativo.

**Figura 6.2.2.3.1.** Diagrama de Sistema de Agua para Calderas y Recuperación de Condensados.



Fuente: Elaboración Propia

#### 6.2.2.4 Agua Potable

El sistema de agua potable suplirá los requerimientos para el personal que labora en las PLANTAS DE PROPILENO Y POLIPROPILENO, tanto en el área de plantas, como en sus edificaciones.

A continuación se establecen las premisas y suposiciones para la especificación del servicio y los consumos estimados de las PLANTAS DE PROPILENO Y POLIPROPILENO:

1. El sistema de agua potable suplirá los requerimientos para el personal que labora en las PLANTAS DE PROPILENO Y POLIPROPILENO, tanto en el área de plantas, como sus edificaciones, áreas administrativas y áreas de laboratorio. Para el caso de consumo del personal, se ha estimado una dotación de 100 l/pers./día. Cantidad que deberá ser revisada por el CONTRATISTA y aprobada por YPFB.
2. El agua potable también es requerida para las duchas lavaojos y regaderas, a razón de 4.5

m<sup>3</sup>/h. Estos consumos son intermitentes; que de igual manera deberán ser revisados por el CONTRATISTA.

3. Se tendrá un tanque de almacenamiento de agua para suministrar este servicio a la capacidad de las bombas que se seleccionen para el suministro.
4. El sistema de tratamiento que se aplicará al agua potable debe ser revisado durante la etapa FEED, considerando la caracterización del agua que se tenga en esa etapa, basados en las consideraciones incluidas en la Norma Boliviana NB512.

### Descripción General del Sistema

El agua potable será tratada mediante un proceso de ultrafiltración y un proceso de desinfección con cloro (NaOCl), cuyo objetivo es eliminar sólidos suspendidos y los organismos patógenos que pueda llevar el agua.

La operación normal de inyección de cloro se realizará en línea, antes de ingresar al tanque de almacenamiento de agua potable, para asegurar una concentración de cloro libre residual recomendada.

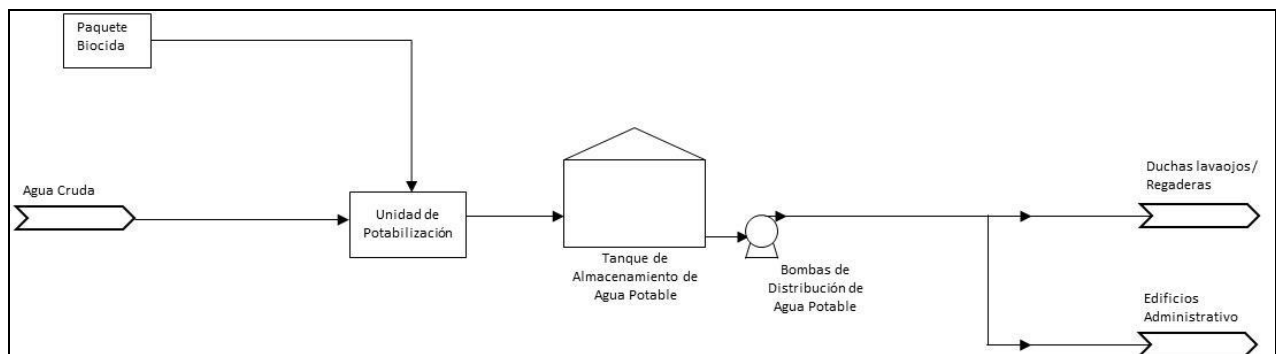
Para la inyección en línea del químico, se requerirá un paquete de hipoclorito de sodio, constituido por un tanque y una bomba de dosificación.

Para el sistema de agua potable se instalará un tanque de almacenamiento, de manera que en caso de una falla operacional aguas arriba del sistema.

### Esquema General del Sistema

A continuación se muestra de forma preliminar y sin considerarse limitativo un esquema general del sistema.

Figura 6.2.2.4.1: Diagrama de Sistema de Agua Potable.



Fuente: Elaboración Propia

### 6.2.2.5 Agua de Enfriamiento

#### Premisas Particulares

A continuación se establecen las premisas y suposiciones para la especificación del servicio y los consumos estimados del PCPPP:

1. La temperatura promedio del sitio estimada es 23.4 °C, de acuerdo a la ubicación propuesta en el estudio de macro y micro localización en la localidad Yacuiba.
2. La temperatura máxima es 43 °C
3. La humedad relativa del sitio es 71%, y la altitud es 600 m.s.n.m. (promedio), a partir de estos datos se estima que la temperatura de bulbo húmedo es 27 °C para el diseño de la torre.
4. Se supone que la diferencia de la temperatura de aproximación será de 5°C.
5. Basados en esta diferencia, y la temperatura de bulbo húmedo estimada, la torre será capaz de enfriar hasta 32°C.
6. La temperatura del agua de retorno se fija en 42°C.
7. El flujo de reposición de agua del enfriamiento se fija en un 4% del flujo de circulación (valores a ser confirmados por el vendedor de la torre, durante la ingeniería FEED).
8. Se supone un tiempo de residencia de 10 minutos para la pileta.
9. Los datos aquí mostrados son estimados, en función de la ubicación propuesta en el estudio de macro y micro localización en la localidad de Yacuiba.
10. La información indicada en la tabla de requerimientos de agua de enfriamiento, contempla una demanda estimada con base a la experiencia en proyectos similares y en información general compartida por algunos Licenciantes. Durante la fase FEED de ingeniería, en conjunto con los Licenciantes para cada planta, se deben detallar los porcentajes de consumo requeridos en cada una.

#### Consumo

Los consumos de agua de enfriamiento estimados de cada una las plantas que integran el PCPPP, se listan a continuación (estos valores deben ser confirmados con los requerimientos de los Licenciantes de cada proceso en el FEED):

**Tabla 6.2.2.5.1. Requerimientos de agua de enfriamiento**

Planta	Demanda (m <sup>3</sup> /h)
PDH	0
PP	3800
Área de Servicios y Offsites	714
Capacidad de Reserva (futuro)	1600
<b>Total</b>	<b>6114</b>

Fuente: Elaboración Propia



## Descripción General de los Sistemas

### Alternativa 1: Sistema Abierto de Agua de Enfriamiento.

El agua de enfriamiento será provista por un circuito, constituido por una torre de enfriamiento, su conjunto de bombas y los cabezales de suministro y retorno. Para calcular el flujo total de agua de enfriamiento, se recomienda incluir un margen de sobrediseño de 10%.

La reposición de la torre se hará con agua cruda proveniente de su respectivo tanque de almacenamiento. Esta reposición estará alrededor de 4% del flujo total de circulación, esto basado en un número de concentración mayor a 2.5 (el número de concentración debe ser confirmada durante la ingeniería FEED).

Se ha considerado una torre de enfriamiento en contra-corriente de tiro inducido, independientes (aisladas entre sí, para facilidades de mantenimiento), y contará con relleno evaporativo laminar tipo splash ("salpiqueo"). La estructura de la torre será de concreto armado, y el relleno de PVC (u otro material que se ajuste a la necesidad).

La pileta de la torre, para almacenar el agua fría, se ubicará debajo de la estructura (celdas) de la misma, y contará con un área lateral (sumidero) del cual succionan las bombas de agua de enfriamiento.

Las bombas y sus succiones estarán provistas de rejillas y campanas anti-vórtice. Una de las bombas que se instale será de respaldo. El tipo de bomba deberá ser confirmado durante el desarrollo de la ingeniería FEED.

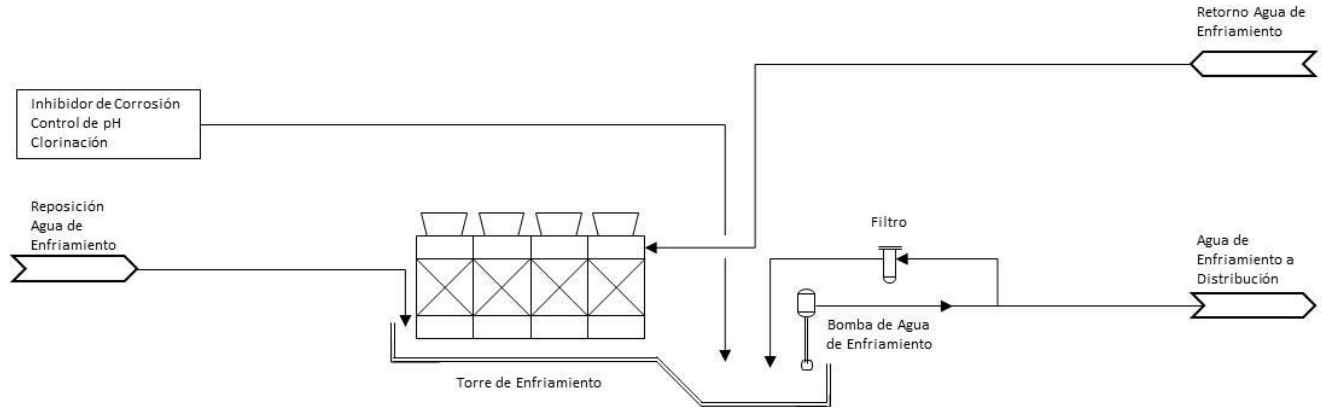
La torre de enfriamiento contará con un sistema de inyección de químicos, para controlar la corrosión y evitar incrustaciones. Igualmente, se contará con dosificación de biocida, para controlar el crecimiento de algas, hongos y otros micro-organismos. Cada sistema de tratamiento contará con sus respectivos tanques, bombas de dosificación y sistemas de medición y control.

Se instalará un filtro lateral para remover sólidos suspendidos y material microbiológico. Esto ayuda a que los programas de inyección de químicos sean más eficientes. El filtro lateral manejará un flujo equivalente al 5% del flujo circulación.

### Esquema General del Sistema

A continuación se muestra de forma preliminar y sin considerarse limitativo un esquema general del sistema.

**Figura 6.2.2.5.1.** Diagrama de Sistema Abierto de Agua de Enfriamiento.



Fuente: Elaboración Propia

### Alternativa 2: Sistema Cerrado de Agua de Enfriamiento

El agua de enfriamiento será provisto por un circuito cerrado, constituido por un reservorio, un sistema cerrado de enfriamiento con refrigerante, su conjunto de bombas y los cabezales de suministro y retorno. Para calcular el flujo total de agua de enfriamiento, se recomienda incluir un margen de sobrediseño de 10%.

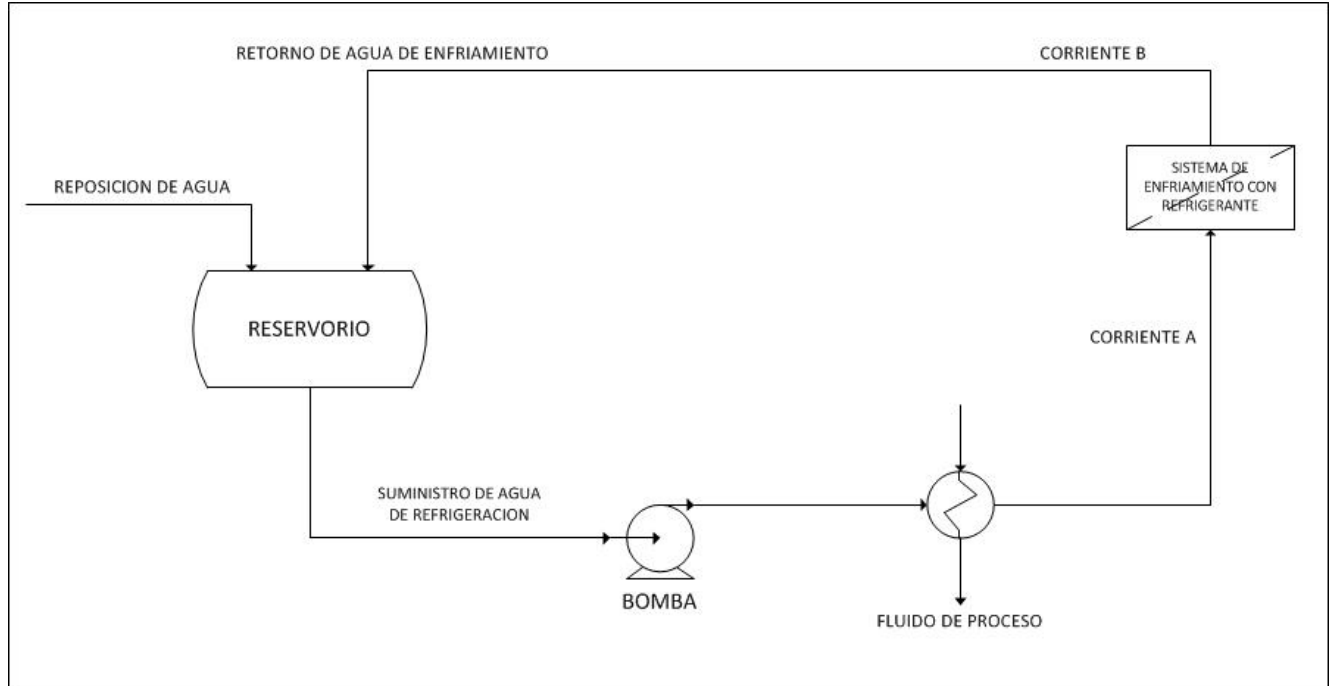
El sistema cerrado de enfriamiento con refrigerante, deberá contemplar un circuito de compresión en el cual se espera utilizar como refrigerante, productos tales como Propano, Butano, Propileno o una mezcla de fluidos, considerando para su implementación, aquellos productos de mayor disponibilidad en sitio.

El sistema de bombeo, así como el dimensionamiento y requerimientos específicos para la bomba deberán ser confirmados durante el desarrollo de la ingeniería FEED. Por otra parte se deberá evaluar la necesidad de contar con un sistema de inyección de químicos, para controlar la corrosión y evitar incrustaciones. De la misma manera se deberá evaluar la necesidad de contar con un sistema de dosificación de biocida, para controlar el crecimiento de algas, hongos y otros microorganismos. Cada sistema de tratamiento contará con sus respectivos tanques, bombas de dosificación y sistemas de medición y control.

### Esquema General del Sistema

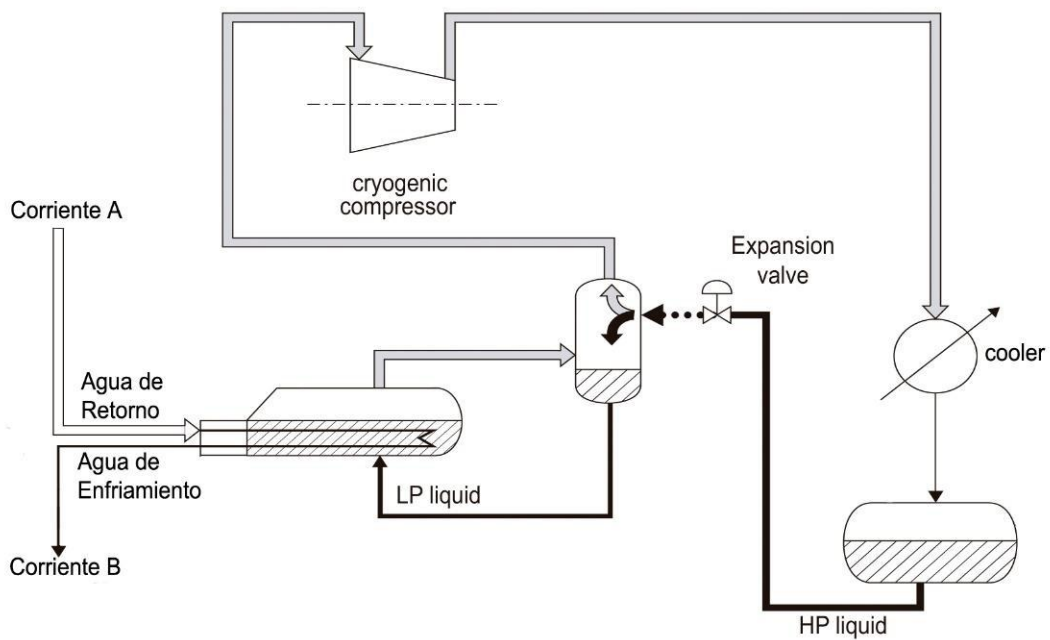
A continuación se muestra de forma preliminar y sin considerarse limitativo un esquema general del sistema.

**Figura 6.2.2.5.2. Diagrama del Sistema Cerrado de Agua de Enfriamiento**



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 6.2.2.5.2.1. Diagrama del Sistema de Enfriamiento con Refrigerante**



**Fuente:** Elaboración Propia



### 6.2.3 Suministro de Combustible

El Contratista, deberá diseñar un sistema de combustible que pueda proporcionar un suministro confiable y eficiente de Gas Combustible, Gas Natural y Combustible Líquido, de acuerdo a los requerimientos del Proyecto PCPPP.

Se deberá considerar una conexión independiente, para el suministro de Gas Natural al sistema de Gas Combustible para las Plantas así como también para su uso durante el arranque. Del mismo modo se debe garantizar la provisión de Gas Natural suficiente para poder satisfacer las necesidades de las plantas durante la primera puesta en marcha.

El PCPPP utilizará como combustible para calentamiento y generación eléctrica auxiliar, fuentes de suministro tanto internas como externas al mismo.

Las fuentes internas serán aquellas que se generan como co-productos de las reacciones en las diferentes plantas. Como fuente externa, se dispondrá de gas combustible proveniente de gasoductos. Esta última fuente, es particularmente requerida para arranques y para la generación eléctrica auxiliar que pudiese requerirse.

#### 6.2.3.1 Gas Combustible para calentamiento

##### Premisas Particulares

A continuación se establecen las premisas y suposiciones para la especificación del servicio y los consumos estimados de la Planta:

1. Se utilizarán los co-productos de las reacciones deshidrogenación catalítica que ocurren en la producción de propileno, como combustible primario para los equipos de combustión empleados en la Planta. Estos co-productos son: "tail gas" e hidrógeno para los hornos, y calderas.
2. Los flujos de los combustibles producidos (co-productos), deben ser confirmados con la información que suministren los Licenciantes de los procesos durante la fase FEED.
3. La mínima presión del gas en el límite de batería de las turbinas de gas debe ser verificada durante la ingeniería FEED, si un sistema de compresión de gas es instalado.
4. EL CONTRATISTA, deberá considerar para este sistema una corriente adicional proveniente del fondo de la debutanizadora que se extrae de la torre debutanizadora como remanente del GLP, el volumen y la especificación de esta corriente será determinado en el desarrollo del PDP. En este sentido, se deberán diseñar todas las facilidades (vaporizador, entre otros) necesarias para lograr el uso de esta corriente como gas combustible.

##### Consumo

Los consumos de gas combustible deben ser determinados por el CONTRATISTA durante la fase FEED del Proyecto en conjunto con los Licenciantes de tecnología.



## Descripción General del Sistema

El suministro de combustible para calentamiento en la Planta proviene de co-productos de las reacciones que se llevan a cabo y que generan hidrocarburos livianos e hidrógeno en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos de las plantas.

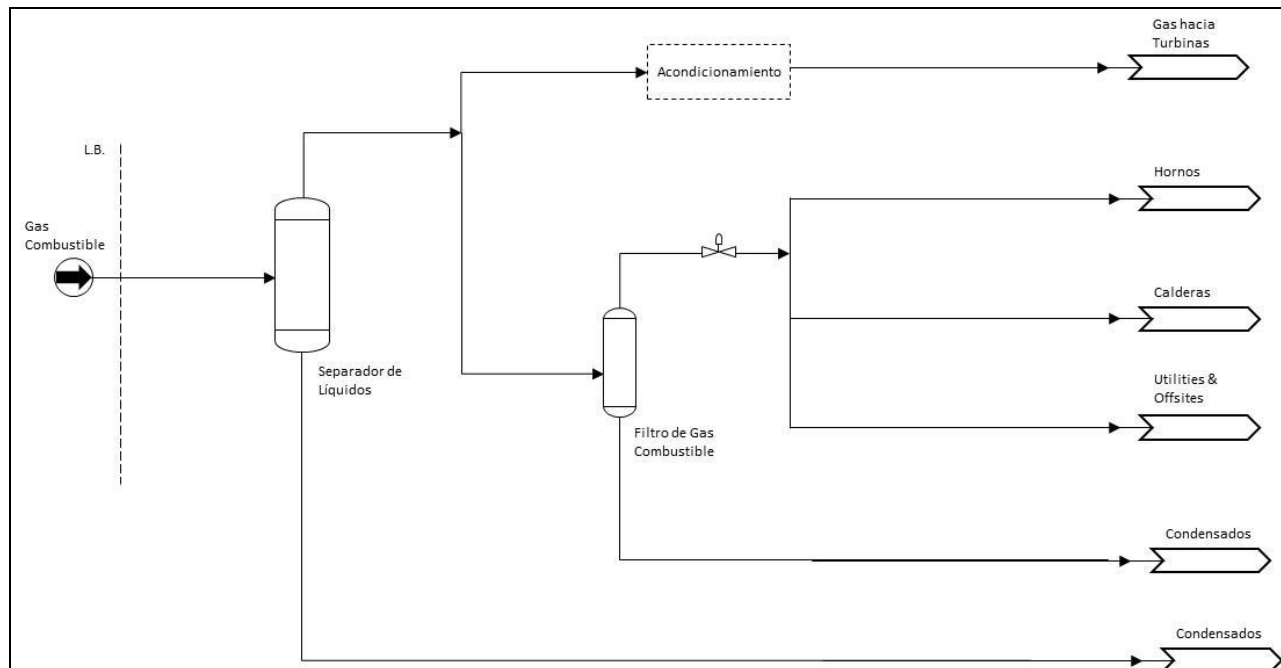
Las áreas de “offsites” específicamente el sistema de alivio, requerirá gas combustible para purga y como gas piloto para antorchas. Otras áreas como las edificaciones (ej. la cocina) requerirán gas combustible proveniente de la fuente externa.

El gas combustible (externo e interno) será distribuido mediante sus respectivos cabezales y se proveerán las estaciones de regulación correspondientes para lograr la entrega del mismo a las condiciones requeridas (que aún deben ser definidas en detalle en el FEED). También deberán instalarse recipientes depuradores que permitan atrapar cualquier traza de condensados que se presente luego de cambios de presión y temperatura del gas, y que deben ser removidos.

## Esquema General del Sistema

A continuación se muestra de forma preliminar y sin considerarse limitativo un esquema general del sistema.

**Figura 6.2.3.1.1.** Diagrama de Suministro Gas Combustible.



Fuente: Elaboración Propia

### 6.2.3.2 Gas Combustible para Generación Eléctrica

#### Premisas Particulares

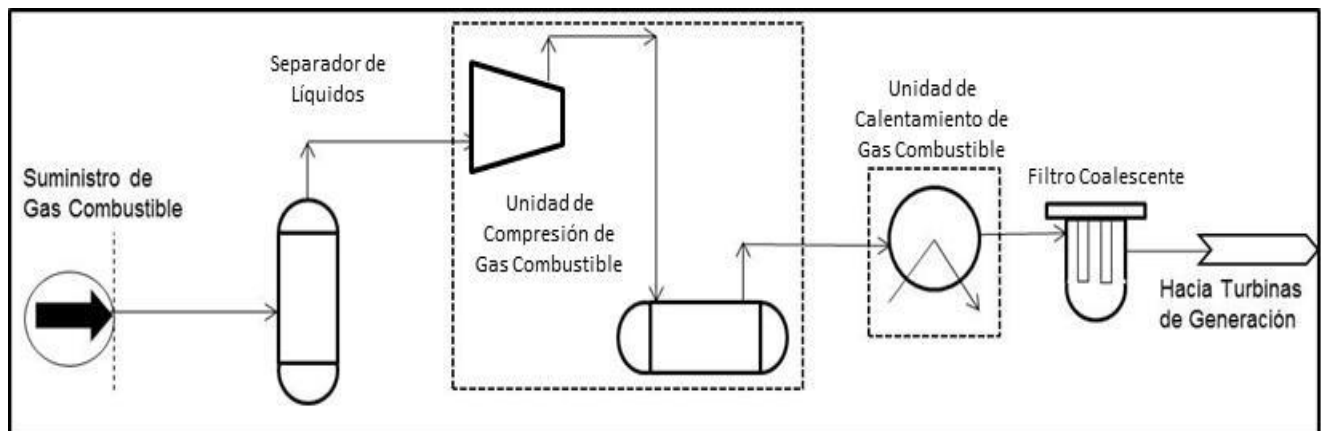
Se implementará un sistema para acondicionar el gas combustible para llevarlo a la calidad requerida por las unidades de generación auxiliar, en cuanto a contenido de líquidos y partículas. El sistema estará constituido como mínimo de un filtro de partículas, seguido de un filtro coalescedor y un calentador, éste último para asegurar que la diferencia entre la temperatura del gas y su punto de rocío se encuentre entre 4.44 y 10 °C.

Dependiendo de las condiciones del gas combustible, el sistema de acondicionamiento deberá garantizar el suministro de gas combustible en el rango de presión y temperatura especificada por el fabricante de las unidades de generación.

#### Esquema General del Sistema

A continuación, se muestra de forma preliminar y sin considerarse limitativo un esquema general del sistema, en el que se detalla la interconexión del sistema de gas combustible requerido tanto para generación eléctrica auxiliar como combustible para calentamiento.

**Figura 6.2.3.2.1** Diagrama de Sistema de Gas Combustible.



Fuente: Elaboración Propia

Nota: Asimismo, el área de almacenamiento deberá contar con esferas de Butano y la corriente proveniente de la torre debutanizadora de la Planta de Propileno. El Butano será exportado mediante ducto a la Planta Separadora de Líquidos Carlos Villegas (PSLCV). La corriente de fondo de la debutanizadora podrá ser exportada mediante un sistema de carguío en camiones cisterna, asimismo se prevé que dicha corriente podrá ser utilizada en el sistema de Gas combustible del Complejo Petroquímico.

## 6.2.4 Suministro de Vapor

### Premisas Particulares

1. El proceso de producción de propileno permiten recuperar energía a través de la producción de vapor en sus hornos. Los flujos de vapor producidos mostrados en este balance se han estimado en base a valores referenciales disponibles de proyectos similares. Estos datos se ajustarán durante la fase FEED.
2. Se proveerán calderas que generaran vapor de alta presión.
3. Los niveles de presión aquí expuestos son referenciales. Deben ser confirmados con los requerimientos de los Licenciantes de cada proceso en el FEED.
4. Para ambas plantas se supone el vapor de media y baja se obtendrá a través de sistemas de control y atemperación en los cabezales de distribución.
5. Las calderas y los hornos emplearán “*tail gas*” rico en hidrógeno, también co-producto de las reacciones químicas ocurridas en las plantas sumado al gas combustible.

### Consumos

**Tabla 6.2.4.1.** Consumos de vapor.

Planta	Requerimiento (ton/h)
PDH (Vapor Neutral)	0
PP	11
Total	11

**Fuente:** Elaboración Propia

**Nota:** los datos de la tabla deberán ser actualizados en la etapa del estudio FEED en conjunto con el Licenciante de tecnología.

### Descripción General del Sistema

Las calderas serán las encargadas de generar vapor de alta presión a 45.5 barg, y 371 °C, que son los niveles que se han supuesto típicos para las plantas de propileno/polipropileno estos valores deben ser confirmados con los requerimientos de los Licenciantes de cada proceso en el FEED.

Considerando los niveles de presión requeridos, las calderas serán acotubulares. Se propone instalar adicional a las calderas de operación normal de la Planta, una caldera adicional de respaldo.

Para el caso particular de la planta de propileno, el vapor de las calderas y el producido en los hornos, se conectan directamente al cabezal de alta presión.

Se proveerá una estación reguladora en cada cabezal de vapor de alta para así disminuir la presión del vapor a medio nivel. Atemperadores serán provistos en la estación de alta a media presión. Similarmente, se dispondrá de una estación reguladora para obtener el vapor de baja presión.

En la planta de propileno, uno de los proveedores adicionales de vapor de baja presión de importancia, es la extracción de la turbina asociada al compresor del proceso (en el caso de que el



compresor sea accionado por una turbina a vapor). Esta extracción es conectada a la red de baja presión para distribución.

El vapor de media presión se requiere para otros consumos de servicios como por ejemplo la antorcha (flares). Por su parte, el vapor de baja será requerido en el desaireador de la Planta.

Quemadores de baja producción de Low NOx deberán ser seleccionados para las calderas, de manera de lograr cumplir las regulaciones ambientales. Igualmente deberán ser especificadas para cumplir con los niveles de seguridad (ej. las válvulas de corte que corresponden).

Para su diseño, el contratista debe considerar la flexibilidad del sistema de vapor en función de los distintos escenarios de operación del complejo. Siendo que se prevé que el principal suministro de vapor de baja para la unidad de polipropileno proviene de la unidad de propileno, se deberá estudiar el posible escenario de parada (programada o no) de la unidad de propileno que permita el funcionamiento de las demás unidades con el respectivo aprovisionamiento de vapor de agua. Otros escenarios que permitan el funcionamiento independiente de cada unidad deben ser estudiados por el CONTRATISTA.

Para la operación de los sistemas de generación de vapor, se requerirá además de la capacitación de los operadores, el acompañamiento por parte de operadores con experiencia, durante la puesta en marcha y un periodo de pruebas de garantía de estos sistemas; los detalles de este acompañamiento serán definidos durante la etapa FEED del Proyecto.

### **6.2.5 Recuperación de Condensados**

#### **Premisas Particulares**

1. Se supone que logrará recuperarse aproximadamente el 80% del vapor suministrado al sistema, el resto se pierde en fugas, contaminación, procesos de vaporización, etc.

#### **Descripción General del Sistema**

El condensado recuperado en las plantas será colectado en dos cabezales según su naturaleza: cabezal de alta/media presión, y cabezal de baja presión. El sistema contará con un tanque vaporizador de baja presión y otro atmosférico, y además con dos intercambiadores que por un lado enfrían el efluente de los tanques y por el otro pre-calientan la alimentación hacia los desaireadores.

El condensado del cabezal de alta/media presión llega al tambor de baja presión. El vapor que se separa en este recipiente se conecta al cabezal de baja presión. El condensado por su parte es enviado al enfriador de condensado.

Este condensado sub-enfriado se mezcla con el condensado que proviene del tanque atmosférico, al que llegan los condensados recolectados en el cabezal de baja presión. Estos condensados serán sub-enfriados en el condensador atmosférico.

El condensado obtenido a la salida de este enfriador es enviado a un filtro de carbón activado para

remover cualquier traza de hidrocarburo, y posteriormente a un lecho mixto pulidor. Este condensado tratado es el que se mezcla con el agua desmineralizada de reposición, se precalienta y se somete al tratamiento químico respectivo que le permitirá ser empleado como agua de calderas para la producción de vapor.

En la sección 6.2.2.3 se muestra un esquema general del sistema en el que está integrado también el sistema de agua de calderas.

## 6.2.6 Suministro de Aire de Planta e Instrumentos

### Premisas Particulares

A continuación se establecen las premisas y suposiciones para la especificación del servicio y los consumos estimados de la Planta:

1. Las condiciones de suministro de aire de instrumentos serán cercanas a 40 °C y 9 ó 10 barg.
2. El aire de instrumentos será almacenado en un pulmón de aire o un tanque almacenador, lo mismo se hará para el aire de planta. Estos tanques almacenadores se diseñan típicamente para tener un tiempo de autonomía en los sistemas.

### Consumo

Los consumos de aire estimados de cada una las plantas que integran el PCPPP que se describen a continuación son referenciales y deberán ser confirmados con los requerimientos de los Licenciantes de cada proceso en el FEED.

**Tabla 6.2.6.1.** Requerimientos de aire de instrumentos

Planta	Demanda Aire de Instrumentos	Demanda Aire Planta
	Requerido (Nm <sup>3</sup> /h)	Requerido (Nm <sup>3</sup> /h)
Propileno	1500	400
Polipropileno	1000	150
Area de Servicios y Offsite	2000	12000
<b>Total (Nm<sup>3</sup>/h)</b>	<b>4500</b>	<b>12550 (1)</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Nota 1.** No incluye aire de planta para decoquificación.

### Descripción General del Sistema

La unidad de compresión de aire estará integrada por la unidad de aire de instrumentos y por la

unidad de aire de planta.

En la unidad de compresión de aire, los compresores succionarán el aire del medio ambiente y descargarán dicho aire a las condiciones fijadas hacia un cabezal común, a partir de dicho cabezal se alimentará el tanque acumulador de aire de planta, e igualmente la unidad de secado. En esta última se retendrá la humedad y se retirarán los contaminantes que se pudiesen encontrar en el aire, con el objetivo de acondicionar el aire de instrumento y enviarlo al tanque acumulador de aire de instrumento.

Desde el tanque acumulador del aire de planta se alimentará el cabezal de distribución para los diferentes usuarios, mientras que el aire de instrumento a la salida del tanque acumulador suministrará aire para la operación de instrumentos y equipos.

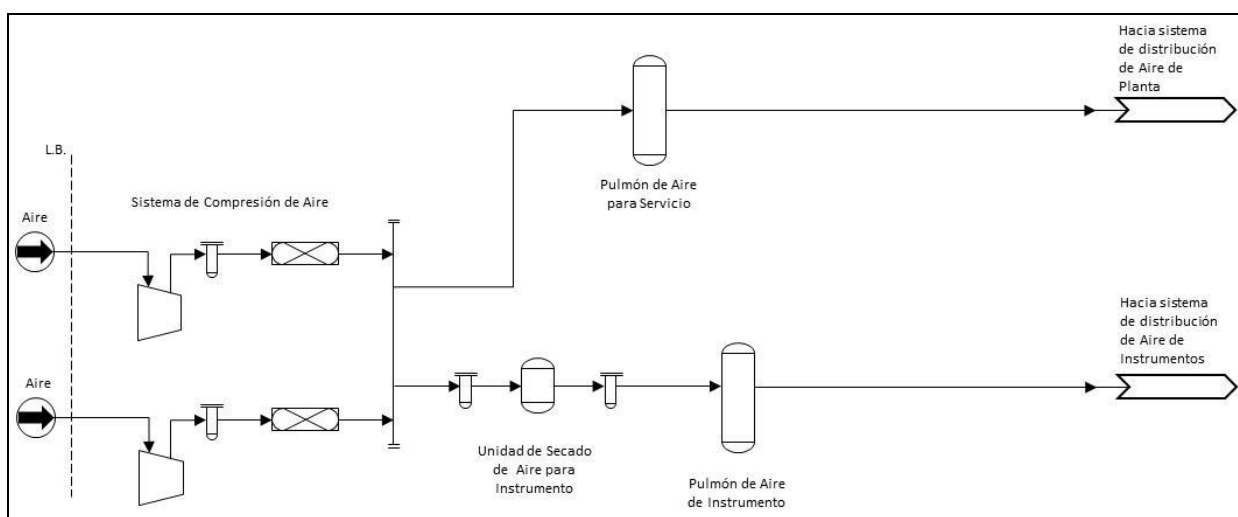
El CONTRATISTA conjuntamente con YPFB deberá evaluar la necesidad de la instalación de un compresor de respaldo.

### Esquema General del Sistema

El diseño del Sistema de Aire Comprimido, deberá tomar en cuenta el encendido, apagado y otras situaciones anormales que pudieran presentarse durante la operación; así como también se debe considerar un sistema de control de presión adecuado que pueda disminuir y posteriormente cortar el suministro del cabezal de suministro de aire de Planta a favor del Sistema de Aire de Instrumento.

A continuación se muestra de forma preliminar y sin considerarse limitativo un esquema general del sistema.

**Figura 6.2.6.1.** Diagrama de Sistema Suministro de Aire de Planta e Instrumentos..



Fuente: Elaboración Propia

### 6.2.7 Suministro de Nitrógeno

Se deberá considerar y evaluar la instalación de una unidad de separación de aire para producir nitrógeno de acuerdo a los requerimiento de PCPPP. La unidad de separación de aire debe ser diseñada para asegurar un suministro confiable y eficiente en las condiciones del Límite de Batería.

#### Premisas Particulares

1. Se considera que deberá proveerse un sistema de producción de nitrógeno dentro de la Planta, para así aumentar la confiabilidad del mismo, como manera de no depender del suministro externo de este servicio.
2. Se considera una pureza del nitrógeno aproximado a 99.99%.
3. Las condiciones de suministro deberán ser confirmadas en función a las necesidades de cada planta, en coordinación con los Licenciantes.

**Tabla: 6.2.7.1.** Composición y Propiedades del Nitrógeno

Parámetro	Límite (operación normal)	Unidad
Nitrógeno	99.99	Min. mole %
O2	5	Max. ppm v
CO2	0.5	Max. ppm v
CO	0.5	Max. ppm v
Agua	1	Max. ppm v
Aceite	Free	Max. ppm w
Temperatura	Ambiente	°C
Presión	13.8	bar (g)
Punto de Rocío	-60	°C

#### Consumo

Los consumos de nitrógeno estimados de cada una de las plantas que integran el PCPP que se describen a continuación son referenciales y deberán ser confirmados con los requerimientos de los Licenciantes de cada proceso en el FEED.

 <p><b>YPFB</b> Corporación <i>La fuerza que transforma Bolivia</i></p>	<b>TÉRMINOS DE REFERENCIA</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
---	-------------------------------	--------------------

**Tabla 6.2.7.2.** Requerimientos de gases inertes.

Planta	Requerimiento Nitrógeno(Nm <sup>3</sup> /h)
Propileno	1000
Polipropileno	2000
Capacidad de reserva (10%)	300
<b>Total</b>	<b>3300</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Descripción General del Sistema

El aire se toma del ambiente y se hace pasar a través de un filtro, con el objetivo de eliminar las impurezas presentes en la corriente, para luego ser alimentado al compresor.

El fluido posteriormente pasa a través de un intercambiador de calor, en donde la corriente de nitrógeno es enfriada, para ser finalmente alimentado a la columna, de la cual se obtendrá el nitrógeno a condiciones criogénicas.

El nitrógeno será almacenado en unos tanques especiales que requieren de aislamiento térmico, y que estará sometido a unas condiciones aproximadas de temperatura -180 °C y presión 5 barg. El nitrógeno alcanza una pureza aproximada a 99.99% en este proceso.

### Esquema General del Sistema

Este sistema consiste, mas no se limita a la siguientes partes:

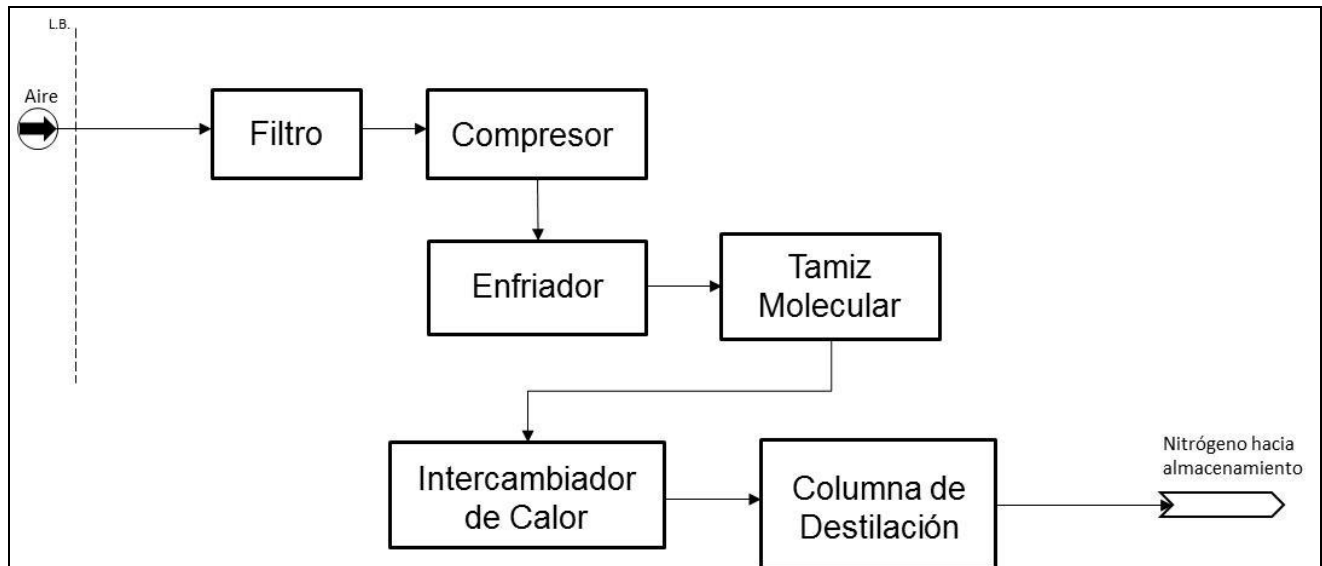
- Unidad de Fraccionamiento de aire
- Depósitos de almacenamiento de nitrógeno liquido
- Instalación para vaporización

Un recipiente pulmón (hold-up) deberá ser considerado para permitir una operación confiable otorgando un tiempo suficiente para respaldo del sistema.

A continuación se muestra de forma preliminar, referencial y sin considerarse limitativo un esquema general del sistema.

**Figura 6.2.7.1.** Diagrama de Sistema de Suministro de Nitrógeno.





Fuente: Elaboración Propia

## 6.2.8 Sistema Contra Incendios

### Premisas Particulares

A continuación se establecen las premisas y suposiciones para la especificación del servicio y los consumos estimados de la Planta:

1. El tanque contra incendio debe proveer al sistema para la máxima demanda.
2. El agua debe estar libre de aditivos químicos y contaminantes, para favorecer la adecuada formación y estabilidad de la espuma en los puntos en donde decida ubicarse en el sistema.

### Consumo

El estimado del requerimiento más grande de agua contra incendio pertenece al área de tanque (400 m<sup>3</sup>/hr). La demanda de agua contra incendio del área de tanque, será usada para diseñar el sistema de suministro del agua contra incendio. Sin embargo este valor deberá ser confirmado por el CONTRATISTA en función al análisis de riesgo de incendio que se realice sobre las Plantas de Propileno y Polipropileno en la etapa FEED del Proyecto.

### Descripción General del Sistema

El consumo de agua contra incendio va a ser suplido por el tanque de dicho sistema, con reposición desde el tanque de agua cruda a través de una bomba dedicada para el servicio. El Sistema de agua contra incendio aparte de tener una red que permitirá cubrir todas las áreas operacionales de las plantas, tendrá conexión para las edificaciones administrativas, edificaciones médicas, salas, talleres, almacenes y laboratorios.



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

De la misma manera el sistema contra incendio deberá contemplar la instalación permanente de Hidrantes y Monitores lo cuales deberán estar localizados en lugares estratégicos (La localización específica y la cantidad de hidrantes, monitores serán definidas mediante un análisis e identificación de Riesgos).

Antes de comenzar con cualquier operación de arranque de cualquier unidad se debe comprobar que el agua contra incendios esté disponible en todos los hidrantes, estaciones de carrete de manguera y un simulacro de incendio se debe realizar para comprobar la adecuación del sistema, por lo que el tanque contra incendio y las bombas deben estar 100% operativo al momento de iniciar las operaciones.

Con el tanque del sistema contra incendio a su máxima capacidad, en caso de un evento, el tanque de agua cruda estará en la capacidad de suplir el agua al sistema contra incendio sin comprometer los consumos de agua hacia las plantas de clarificación y filtrado que a su vez sule de agua desmineralizada ya que estos sistemas van a disponer de tanques de almacenamiento con un nivel de operatividad adecuado, que le da flexibilidad al sistema de agua cruda de parar el suministro desde el río más cercano hasta la planta y a su vez de suplir toda el agua requerida al sistema de agua contra incendio. De la misma manera el sistema contra incendio deberá evaluar y considerar un caso de emergencia donde pueda tomar el agua necesaria del sistema de tratamiento de aguas residuales.

El sistema contra incendio será diseñado para la contingencia simple que tenga el mayor requerimiento de agua. El sistema constará con tantas bombas como sean requeridas, las cuales deberán ser impulsadas por motores a diésel, adicionalmente se contará con una bomba de presurización también conocida como bomba jockey para la nivelación de presión en la red de agua contra incendio con su respectivo respaldo.

Al presentarse una pequeña disminución en la presión de la red general, la bomba que entrará en operación de manera inicial será la presurizadora para restablecer la presión de la red hasta el valor de diseño.

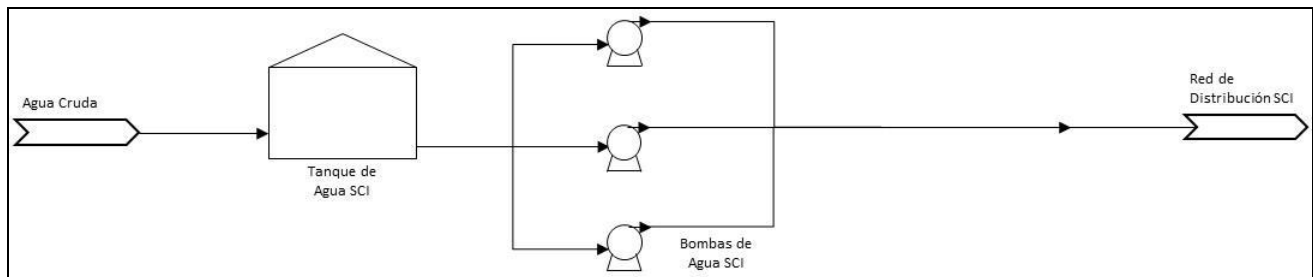
Si la disminución de la presión continúa y aumenta la demanda del flujo, las bombas principales arrancará inmediatamente de manera automática y secuencial y la bomba presurizadora se apagará de manera automática. Con la presión de diseño en la red de distribución de agua contra incendio, se garantiza que el caudal en operación en ese momento corresponda al caudal de diseño. En el caso donde la presión de la red general continúe disminuyendo.

En el momento que se logre controlar el incidente, y siguiendo la directriz de NFPA 20 numeral 10.5.4.2 "Apagado automático del equipo de bombeo", las bombas continuarán en operación hasta que la presión de la red sea restablecida a la presión de diseño, momento en el que los interruptores de presión notificarán al panel de control de proceso, desde donde se dará la señal de paro a la bomba.

### **Esquema General del Sistema**

A continuación se muestra de forma preliminar y sin considerarse limitativo un esquema general del sistema.

**Figura 6.2.8.1.** Diagrama de Sistema Contra Incendio.



Fuente: Elaboración Propia

### 6.2.9 Otros Servicios

Adicional a los servicios industriales anteriormente descritos, la Planta demandará los suministros de servicios adicionales, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- Se contempla el suministro de diesel a la Planta, dicho diesel debe ser suministrado limpio (filtrado y centrifugado) por camión y almacenado en un tanque, el cual debe tener una capacidad que permita cubrir el requerimiento de los usuarios adicional a un volumen de respaldo, con lo cual se requerirá de un descargadero de camiones cisterna para este fin. El diésel será utilizado como combustible líquido en el sistema de generación de emergencia, montacargas y sistema contra incendio.
- Se deberá contemplar un sistema de almacenamiento y transporte de los químicos, catalizadores y otros aditivos requeridos por la Planta en las reacciones químicas de los procesos de producción de los polímeros. El sistema deberá contar con la especificaciones de presión, temperatura y de calidad requeridas por los vendedores y licenciantes de los químicos y catalizadores para su correcto almacenamiento. Los tipos de químicos, catalizadores y/o aditivos a ser usados serán especificados durante el desarrollo de la ingeniería, en base a las tecnologías a ser utilizadas en el PCPPP y se conozca los requerimientos particulares de cada proceso.
- Los procesos de producción de polipropileno requieren de hidrógeno. Se supone que este hidrógeno provendrá de la unidad de propileno, en la cual se produce hidrógeno en exceso, y en la cual normalmente se integrara la unidad para la purificación de hidrógeno que entregará en las condiciones de pureza y operación requeridas por los procesos aguas abajo. Esto deberá ser confirmado con la información proporcionada por los Licenciantes.
- La cantidad de hidrogeno necesario para la puesta en marcha de la planta de Propileno (PDH) será estimada en el desarrollo del PDP por el Licenciante. El CONTRATISTA deberá considerar las facilidades necesarias para el almacenamiento, acondicionamiento, transporte y disposición final del mismo (incluye la primera carga de la unidad).

### **6.3 Residuos Industriales**

#### **6.3.1 Residuos industriales**

En la Planta se generarán distintos tipos de residuos, siendo los principales los listados a continuación:

- Emisiones gaseosas provenientes de:
  - Los sistemas de combustión (calderas, hornos)
  - Turbinas a gas para compresores.
  - Sistema de alivio (flare) durante casos de emergencias.
- Residuos líquidos de distintas proveniencias:
  - Aguas aceitosas
  - Desechos químicos
  - Aguas sanitarias
- Residuos sólidos producidos en las plantas de tratamientos de aguas.

Durante la ingeniería FEED se deberá realizar un estudio que permita determinar la conveniencia de instalar un incinerador de sólidos en la planta o un sistema de disposición de tales desechos. Igualmente se deberá realizar un análisis que determine los equipos y el área requerida para el manejo y eliminación de desechos tóxicos y/o materiales clasificados como peligrosos. Esto en función a los PDP desarrollados por los licenciantes de cada una de las plantas que conforman el PCPPP, ya que con esta información se puede saber con precisión los productos, químicos y catalizadores que serán empleados en los diferentes procesos. Es importante destacar que para realizar el estudio y el análisis que se menciona arriba se deben tomar en cuenta las Normas Bolivianas vigentes.

En las siguientes secciones se detallan los flujos producidos, y los sistemas de tratamientos requeridos para cada uno de estos efluentes, los cuales ayudarán a minimizar el impacto de los mismos sobre el medio ambiente, y cumpliendo de esa manera las regulaciones ambientales del sitio.

#### **6.3.2 Tratamiento de emisiones gaseosas**

##### **Premisas Particulares**

- De acuerdo a tabla de composición mostrada en las Bases de Diseño, las corrientes de alimentación a la Planta no contienen azufre en su composición, y dependiendo de la calidad del Diesel, no se estima la presencia de SO<sub>x</sub> (se consideraría una excepción, para la generación de potencia por Diesel).

##### **Descripción del Sistema**

En la Planta se producirán distintos tipos de emisiones gaseosas, y los tratamientos propuestos para

	<b>TÉRMINOS DE REFERENCIA</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
--	-------------------------------	--------------------

cada uno de ellos se describen a continuación:

- Emisiones de los sistemas de combustión:

Las emisiones de NO<sub>x</sub> para todos los sistemas de combustión (calderas, hornos y turbinas a gas) deberán ser especificadas con diseños de quemadores altamente eficientes que reduzcan la emisión de este contaminante. En caso de que el sistema de quemadores no pueda garantizar las bajas emisiones de NO<sub>x</sub>, se debe considerar la inyección de agua desmineralizada.

Las chimeneas de gas exhausto de las turbinas a gas, deberán ser provistas de analizadores CEMS que permitirán monitorear continuamente las emisiones gaseosas, y sus reportes permitirán establecer correctivos en el proceso para evitar violaciones a las normativas ambientales.

- Emisiones gaseosas en condiciones normales o de emergencia:

Los gases de desecho generados en la Planta serán enviados a un sistema de antorcha ("flare"). Este sistema de ser continuo, puede diseñarse para que no produzca humo, con la inyección de vapor o con "blowers" integrados. En caso de quemas de emergencia, la quema sin humo no es posible, pero estos eventos deben ocurrir con poca frecuencia y su duración es corta.

La antorcha se diseñará de acuerdo a la normativa aplicable de manera que cumpla con los niveles de radiación a nivel de suelo exigidos para salvaguardar al personal, equipos y medio circundante. De igual manera, deberán ser diseñados para prevenir la acumulación de gases que generen potenciales nubes explosivas.

La antorcha será provista con quemadores que funcionan con gas piloto y sistemas de encendido eléctrico.

Las cantidades de emisiones gaseosas que se generaran en la Planta, se determinarán durante la ingeniería FEED.

El Paquete Flare incluye de manera referencial sin ser limitativo lo siguiente:

- Un sello de agua que se utiliza como un arresta llama, permitiendo que el sistema aguas arriba opere a una presión ligeramente positiva en todo momento.
- Una antorcha.
- Un sello molecular montado en la chimenea del Flare con la finalidad de evitar el ingreso de aire.
- Una boquilla de la antorcha en la parte superior donde se produce la combustión; la misma está equipada con un piloto, quemadores principales y la inyección de vapor para la decoloración del humo negro
- Un sistema de encendido del piloto; alimentado con gas combustible
- Un sistema de quemadores pilotos que se encienden de forma remota.

	<b>TÉRMINOS DE REFERENCIA</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
--	-------------------------------	--------------------

### 6.3.3 Tratamiento de residuos líquidos

#### Premisas Particulares

- Se deberá evaluar el vertido de los residuos líquidos para la ubicación propuesta en el estudio de macro y micro localización durante la ingeniería FEED.
- Los límites de contaminación que se establecerán para los residuos líquidos serán establecidos en el FEED con información de la normativa local.

#### Descripción del Sistema

Los efluentes líquidos generados en la Planta serán clasificados según su proveniencia y tratados en función de su naturaleza.

Se esperan producir los siguientes tipos de efluentes líquidos:

- Aguas aceitosas: provenientes de aguas que accidentalmente se contaminan con aceite por derrames localizados. Las aguas aceitosas deberán ser tratadas en un sistema de separación primario, en el cual la capa de aceite es removida, y el agua separada se somete a un tratamiento biológico posterior. Dentro de esta categoría también entra el agua de lluvia accidentalmente contaminada, aunque no son tratadas en el mismo sistema. Estas son colectadas en una piscina para su tratamiento.
- Drenajes químicos: aguas provenientes de los sistemas de desmineralización, sistemas de pre-tratamiento de soda caustica gastada, torre de enfriamiento y áreas de almacenamiento de químicos entre otros. Estas aguas deben ser sometidas a procesos de neutralización antes de recibir un tratamiento biológico.
- Aguas de lluvias no contaminadas: el agua recolectada en las áreas de estacionamientos, recreación, administrativas que no están expuestas a contaminación con aceites son recolectadas en tanquillas abiertas y enviadas a la disposición final aún por definirse.
- Aguas sanitarias: provenientes de los servicios sanitarios, duchas y drenajes de las edificaciones administrativas, laboratorios, cocina/comedor, servicio médico, estación de bomberos, talleres, etc. Los drenajes sanitarios serán recolectados y pre-tratados en un paquete dedicado para tal fin, y luego enviados al tratamiento biológico común de la planta.
- Aguas Residuales Misceláneos: Otras aguas residuales generadas en las unidades de Proceso.

Los tratamientos detallados a los cuales serán sometidos cada uno de estos residuos se describen a continuación:



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

### - Sistema de tratamiento de Aguas Aceitosas:

Las aguas aceitosas serán recolectadas a través de un sistema de cabezales y tanquillas, y bombeada hasta un tanque de amortiguamiento para controlar el flujo de agua que es enviado al Separador de placas corrugadas (CPI). El aceite separado de este equipo es enviado por gravedad hasta un tanque de aceites ("Slop Oil"), mientras que los sólidos son enviados mediante unas bombas de lodos hasta una fosa destinada para tal fin.

La fase acuosa separada del CPI fluye por gravedad hasta un separador IGF, en el cual los residuos coloidales de aceite son separados y se reducen en el porcentaje total de la corriente. Las partículas aglomeradas flotan, son desnatadas y vertidas hacia un compartimiento interno del cual son bombeadas hacia el tanque de aceites ("Slop Oil").

El agua tratada es enviada al tratamiento biológico.

El sistema contará con unidades CPI, unidades IGF, tanque de amortiguamiento, y el tanque de aceites ("Slop Oil").

### - Sistema de tratamiento de aguas de lluvias accidentalmente contaminadas:

El agua de lluvia accidentalmente contaminada es recolectada en una piscina que funciona como separador API. La piscina está dividida en dos secciones. El aceite es retenido en la sección aguas arriba por un baffle, y rebosa hacia el sumidero donde se acumula el aceite. El agua libre de aceite se envía a la fosa de neutralización de ser requerido. El aceite recuperado es bombeado hasta el tanque de aceites ("Slop Oil").

### - Sistema de Drenajes (Cerrados y Abiertos):

Los sistemas de drenaje (Abiertos y Cerrados) para las plantas de Propileno y Polipropileno deberán asegurar que los materiales tóxicos o inflamables sean recogidos sin peligro de fuego o daños personales cuando algún equipo se saca de servicio. También se incluyen los sistemas para manejar drenajes de agua de procesos y de otros efluentes acuosos que puedan encontrarse contaminados con hidrocarburos y que podrían crear condiciones peligrosas si se descargan directamente al suelo o ventearan directamente a la atmósfera. Se incluye igualmente el manejo de agua de lluvia. A continuación se describen los diferentes sistemas de drenajes con los que deberán contar las Plantas de Propileno y Polipropileno.

### - Sistema de drenaje cerrado de Hidrocarburos

Para los efluentes líquidos generados en las Plantas de Propileno y Polipropileno se contará con un sistema cerrado de recolección de los drenajes de todos los recipientes, bombas y otros equipos que contengan hidrocarburos. Este sistema deberá estar enterrado, de forma que todos los equipos y líneas puedan drenar por gravedad. Este sistema deberá contar con un cabezal principal, el cual será





## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

llevado a un recipiente cerrado con capacidad suficiente para acumular el total del líquido drenado del recipiente, columna o intercambiador de calor que contenga la mayor cantidad de líquido. El acumulador tendrá que tener el suficiente espacio para separar gases o vapores resultantes de la operación de drenaje. Los gases/vapores serán enviados al sistema de alivio, mientras que los líquidos serán enviados con bombas (ej. Verticales) a la pileta API.

### - Sistema de Drenaje Cerrado de Agua de Procesos

Este sistema cerrado tiene como función la recolección de los drenajes de todas las botas de los recipientes que separen agua de los hidrocarburos. Por lo cual se deberá instalar un sistema cerrado de recolección de los drenajes de todas las botas de los recipientes que separen agua de los hidrocarburos. Este sistema deberá contar con un cabezal principal, cual será llevado a un recipiente cerrado con capacidad suficiente para acumular el total del agua drenada de los recipientes por un periodo de mínimo de tiempo.

El acumulador tendrá suficiente espacio para separar gases o vapores resultantes de la operación de drenaje. Los gases /vapores del separador serán enviados hacia el sistema de alivio, mientras que los líquidos serán enviados por gravedad hacia la fosa de drenaje abierto para su posterior bombeo hacia la cámara de recepción.

### - Sistema de Drenaje Abierto y Pluvial

El sistema de agua de lluvia será diseñado de forma conjunta con el sistema de drenaje abierto. Todas las aguas que tengan el potencial de estar contaminadas con hidrocarburos, por contacto intermitente o por derrames de hidrocarburos que se acumulen en una área determinada, serán enviadas al sistema de agua pluvial. Esta agua contaminada por hidrocarburos incluirá el condensado resultante de las operaciones de "steam-out".

Este sistema contará con una fosa/pileta para acumular el agua de lluvia y drenaje abierto. La capacidad de esta pileta deberá ser lo suficiente para acumular una cantidad de agua calculada en base al área potencial a exposición con hidrocarburos. La pileta deberá contar con un rebalse y una bomba que permite evacuar el agua de lluvia.

### - Sistema de Neutralización aguas de drenajes químicos:

Las corrientes de agua provenientes de áreas químicas (incluyendo "skids" de agua desmineralizada, agua para calderas, áreas de almacenamiento de químicos para producción polipropileno, torre de enfriamiento, efluentes de las unidades de separación de pretratamiento de soda caustica gastada, y otros químicos, etc.), serán colectadas en un cabezal y enviadas por gravedad hasta una fosa de neutralización. La fosa requiere constante agitación para garantizar una mezcla homogénea, por lo que estará provista de distribuidores de aire en el fondo. El pH en la fosa es medido y ajustado mediante la inyección de ácido sulfúrico o una solución de cáusticos de acuerdo sea el requerimiento, hasta alcanzar un pH entre 6 y 9. El agua ya neutralizada es enviada al tratamiento biológico.



	<b>TÉRMINOS DE REFERENCIA</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
--	-------------------------------	--------------------

- Sistema de Tratamiento Biológico:

El agua libre de aceite proveniente del IGF, el agua neutralizada proveniente de la respectiva fosa, y las aguas residuales provenientes de las etapas preliminares de tratamiento, son transferidas a una última etapa constituida por un reactor biológico de fangos o lodos activos el cual permite remover los organismos biodegradables.

La primera etapa de este proceso consiste en verter las aguas en una piscina de aireación (con sus respectivos difusores de aire), y en donde entra el agua en contacto con las bacterias encargadas del tratamiento biológico. De aquí, el agua es transferida a unos clarificadores secundarios, en los cuales se recuperan los lodos activados y se recirculan hacia la piscina. El agua ya completamente tratada de los clarificadores cuenta con una calidad apta para ser liberada al medio ambiente.

Los lodos desgastados deberán ser enviados mediante bombas a una fosa para su disposición final.

- Sistema de Tratamiento de agua sanitarias:

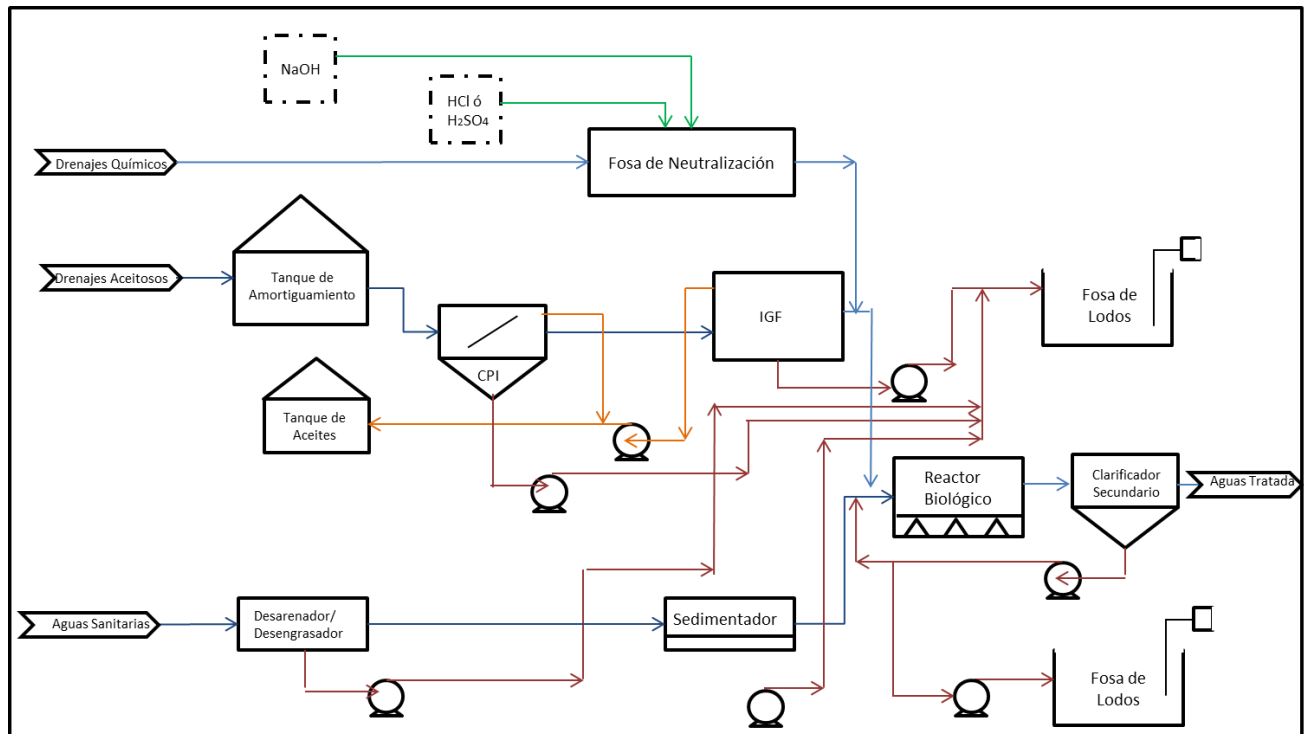
Las aguas residuales son colectadas en la red de drenajes y por gravedad serán enviadas a una etapa de pre-tratamiento que consiste de un desarenador-desengrasador, provisto de difusores de aire. De allí el agua es bombeada a una sección de sedimentación primaria, en la cual se reduce demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en un 30% y se reducen a un 50% los sólidos en suspensión. El sedimentador debe manejar el flujo total de aguas sanitarias. El efluente de este sedimentador es enviado al reactor biológico común para culminar el tratamiento del agua residual.

Las salidas de sólidos de este sistema (arenas y lodos del desarenador y sedimentador) serán bombeadas a una fosa.

### **Esquema General del Sistema**

La figura 6.3.3.1 muestra un esquema integrado del sistema de tratamiento de efluentes líquidos (diagrama de bloques), con los procesos de tratamiento previstos. Este esquema no es limitativo, ya que el CONTRATISTA deberá evaluar e incluir todos los tratamientos necesarios y adecuados para alcanzar las especificaciones del proyecto y las recomendaciones provistas por los licenciantes.

**Figura 6.3.3.1.** Diagrama del Sistema de Tratamiento de Residuos Líquidos y Sólidos



Fuente: Elaboración Propia

### 6.3.4 Tratamiento de residuos sólidos

En las plantas de tratamiento de agua se generarán tres tipos de lodos:

- 1) Lodos “aceitosos” provenientes de las unidades CPI e IGF.
- 2) Lodos provenientes de los procesos de tratamiento de aguas sanitarias (con grasas y materia biológica).
- 3) Lodos desgastados (lodos activados que con el tiempo pierden sus propiedades) de la piscina de aireación (o reactor biológico).

Los lodos provenientes de las fuentes 1 y 2 serán enviados a una fosa de secado. Esta fosa dispondrá de una conexión, para que camiones de vacío remuevan el contenido de la misma con una frecuencia a ser definida en etapas posteriores de la ingeniería FEED.

Por su parte los lodos removidos de la piscina de aireación (o reactor biológico) serán dispuestos en una fosa, y también serán retirados de la Planta mediante camiones de vacío, para su posterior tratamiento en facilidades industriales especializadas destinadas a tal fin.

Para referencia de lo indicado en los párrafos anteriores visualizarlo en el esquema mostrado en la

	<b>TÉRMINOS DE REFERENCIA</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
--	-------------------------------	--------------------

figura 6.3.3.1.

Por otra parte, la generación de cualquier residuo sólido durante la operación de la planta de polipropileno y de la sección de acabado de polímero debe ser prevista por el CONTRATISTA incluyendo el diseño de las facilidades necesarias para el tratamiento y/o recolección de dichos residuos.

## 6.4 Infraestructura Operacional

Dentro de este rubro, se considera toda aquella infraestructura requerida para dar soporte a las operaciones industriales del PCPPP, a saber:

- Salas de control.
- Talleres de Mantenimiento
- Laboratorio de control de calidad
- Estación Central de bomberos
- Infraestructura médica y de emergencia
- Infraestructura para personal de guardia

### 6.4.1 Salas o Centros de Control (CCL).

Cada una de las áreas (Procesos – Servicios Auxiliares/Offsites/bomberos) que integran el PCPPP deberá contar con su respectiva Sala o Cuarto de Control Local (CCL) en el cual se recibirán las señales de control y emergencia de dicha área.

Se propone segregar los CCLs por cada área, cada una con sus paneles de control, y su respectivo personal de guardia y supervisores dedicados al control de cada planta. La ventaja de independizar las salas de control es que permite centralizar las señales y cables de cada área, evitando grandes recorridos del cableado de un extremo a otro de la Planta.

La operación de las plantas será controlada y monitoreada por los siguientes sistemas ubicados dentro de cada sala de control:

- DCS (Sistema de Control Distribuido).
- ESD (Sistema de Paro de Emergencia)
- F&G (Sistema de Gas y Fuego)
- BMS (Sistema de Gestión de Quemadores)
- PMS (Sistema de Gestión eléctrico).
- PLC (Control Lógico Programable) para monitoreo de equipos.

En este sentido, se contará con tres (3) CCLs, una para el área de procesos, en donde estarán integradas la planta de propileno, y la planta de polipropileno. La otra sala de control se requerirá para las áreas de “utilities” y “offsites”. Esta sala se ubicará en una de las áreas de “offsites” que se considere más conveniente para el ruteo del cableado. Una extensión de los sistemas de detección de gas y fuego de las áreas de procesos, edificios, administrativos y almacenes que se concentraran en las sala de control de procesos; estará ubicada en la Estación Central de Bomberos.



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

Cada CCL estará equipada con aires acondicionados, iluminación, conexiones eléctricas y de comunicaciones (ej. telefónicas, fibra óptica, internet, radios), gabinetes para los cables, monitores, consolas, y el mobiliario típico para estas instalaciones (sillas, estantería para libros y consumibles, computadora, teléfonos e impresoras, entre otros). Los CCL deberán contar con cocineta y sanitarios para uso de los operadores de turno.

Los sistemas a ser instalados en los CCLs serán capaces de realizar varias funciones entre ellas adquisición de datos remotos, procesamiento de datos, manejo de alarmas por eventos extraordinarios, arranque y parada, registro histórico de eventos, interface comunicacional con el operador, herramientas de interconexión con otros paquetes.

Todo el equipo eléctrico de los sistemas mencionados deberán ser inmunes a interferencia electromagnética y radio-frecuencia, con fuerza de 15 Volts/metro o menos de un rango de frecuencia entre 50 Hz y 870 MHz.

Los edificios de CCL deberán contar con las siguientes facilidades :

- Sala de consola de los operadores, que contiene el DCS pupitres de mando, consolas de sistema de monitoreo de máquina, Sistemas F&G, CCTV, megafonía, etc.;
- Salas de tableros que contengan todos los gabinetes y tableros de los sistemas de control y seguridad, PLCs y otros que correspondan al área de proceso que se atiende desde el CCL,; tendrán piso técnico de acceso levantado, techo falso.
- Sala de ingeniería.
- Sala de informática y telecomunicaciones que contiene los aparatos de telecomunicación y los gabinetes de servidor con el equipo de servidor para el sistema de CCTV (circuito cerrado de televisión) y video vigilancia.
- Sala eléctrica con controles y panel de distribución de energía.
- Un sistema de detección y supresión de fuego fijo (gas inerte).
- Sala de capacitación con el simulador del sistema de entrenamiento de operadores (OTS).
- Oficinas.
- Sala de reuniones.
- Se deberá facilitar al personal de supervisión del CCL una oficina ubicada en la parte superior del edificio para que puedan visualizar una pantalla resumen y otros indicadores de la planta.
- Sistema de presurización con aire limpio desde una zona segura, que mantenga tanto la temperatura y la humedad.
- Sistema de Seguridad (además del sistema general) con alarma, cámara y tarjeta de acceso.
- Cocina, comedor y vestuario para el total de operadores de la sala.
- Baños y conexiones de servicios básicos como agua potable y alcantarillado.

Las salas centrales de control, deberán ser diseñadas y construidas a prueba de explosión, en caso de que las regulaciones y normas así lo indiquen.



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

Durante el desarrollo del FEED y en función de las experiencias del CONTRATISTA se deberá revisar la configuración de los CCLs de las plantas de proceso, evaluando si el hacer un solo CCL para ambas plantas (propileno y polipropileno) podría agregar valor al Proyecto.

### 6.4.2 Talleres de Mantenimiento

La Planta contará con un área de talleres ubicada entre las secciones administrativas, y almacenamiento y logística.

Los talleres estarán divididos en dos (2) galpones con techo alto en los cuales se desarrollarán distintas actividades de mantenimientos y reparaciones menores.

El taller de mantenimiento debe incluir distintas herramientas y maquinarias nuevas a ser provistas por el CONTRATISTA, tales como:

- Tornos.
- Máquinas para soldar.
- Máquinas para roscar de tubos.
- Tecles
- Puentes grúa.
- Herramientas para evaluación, mantenimiento y reparación de piezas pequeñas (ej. Pistolas de aire, taladros, martillos, llaves inglesas de distintos tamaños, remachadoras, alicates, entre otros).
- Bancos de prueba y calibración de instrumentos
- Reparación de elementos eléctricos (herramientas para medición de voltaje, amperímetros, revisión de resistencias eléctricas, etc.)
- Reparación de elementos mecánicos (como bombas, intercambiadores, motores, etc.)
- Poleas para desmontaje de equipos pesados.

El taller de mantenimiento debe contar con suministro de aire de planta, conexiones eléctricas e iluminación, comunicaciones (telefónicas y radiales), agua industrial y potable. Dentro del galpón se dispondrá de oficinas, equipadas con el mobiliario básico (mesas, sillas, estantes, teléfono, ordenadores, entre otros). También se dispondrá de un servicio sanitario (baños, duchas y vestidores) y lavaojos.

Además el taller debe contar con un deposito-almacén, en el cual se almacenen los repuestos para los equipos a los cuales se les puede realizar mantenimiento dentro de la Planta, este almacén contará con su propia oficina para el control del materiales (control de inventario).

Similarmente el taller de mantenimiento debe contar con acceso y parqueo para vehículos que transporten los equipos a reparar y suministros para el taller.



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

Adicionalmente la instalación contará con un taller de lavado y pintura para la limpieza y cuidado de equipos que puedan ser manejados dentro de la Planta, adicionalmente deberá contar con suministros similares a los de taller de mantenimiento (agua potable, agua industrial, aire de planta, conexión eléctrica, iluminación, red de área local con internet, entre otros).

Dichos diseños deberán ser sometidos a aprobación de YPFB.

El CONTRATISTA durante la fase FEED del Proyecto propondrá:

- a) Maquinarias
- b) Herramientas
- c) Bancos de pruebas
- d) Equipos de desmontaje pesado
- e) Otros

### 6.4.3 Laboratorios de Control de Calidad

En el laboratorio de control de calidad se llevará a cabo la medición de distintos parámetros que permitan verificar la calidad de la materia prima, productos y efluentes que se procesan en las distintas plantas que integran el PCPPP.

Se contará con un sólo laboratorio de control de calidad, que estará sectorizado de manera tal que en cada área específica del mismo, se lleven a cabo las pruebas que correspondan según el tipo material.

En el laboratorio se llevarán a cabo pruebas a los siguientes productos:

- Materia prima: pruebas de cromatografía deberán ser practicadas a los gases que entran a la planta (GLP, gas combustible), para verificar que las características con que sean entregados sean las especificadas para la producción de propileno, generación eléctrica, etc.
- Propileno: mediciones de la calidad de los productos intermedios como el propileno deben llevarse a cabo con regularidad, para verificar que se alcanza el grado de pureza especificado y requeridos en los procesos de producción de polipropileno. Cromatógrafos también serán requeridos para estas mediciones.
- Productos finales: pruebas de resistencia, ensayos destructivos, determinación de la densidad, dureza, fatiga, determinación del punto de fluidez, entre otras deben ser practicadas a los productos plásticos obtenidos en la Planta. Para tal fin, el laboratorio deberá estar equipado con máquinas universales de ensayo, durómetros, medidores de índice de fluidez, péndulos de impacto, elementos para la preparación de muestras, probadores de fragilidad de temperatura y congelación, medidores de densidad aparente, etc.



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

- Efluentes: En este sentido, se debe medir la calidad del agua producida en la planta de tratamiento de efluentes (WWT), por lo que las muestras que se tomen a la salida de esta planta serán procesadas y analizadas en la sección del laboratorio de control de calidad dedicada a tal fin. También deben realizarse pruebas a los lodos y efluentes sólidos manejados en la planta. Similarmente, deben tomarse muestras de los gases emitidos en los procesos de combustión (calderas, hornos), y turbinas a gas. Pruebas de cromatografía se realizarán para determinar que se estén cumpliendo con los niveles de NOx exigidos por las regulaciones ambientales. El sistema y los parámetros de monitoreo continuo de los efluentes generados en la planta con el fin de garantizar el cumplimiento de las normativas ambientales de la región serán establecidos en la etapa FEED.

El laboratorio central deberá contar con un área en donde adicional a las secciones descritas anteriormente, se debe contar con una oficina o sala de reuniones para los técnicos de calidad, un servicio sanitario, almacenes propios de laboratorio, biblioteca, mobiliario (incluye mesones, lavaplatos, estantes, etc.).

También debe contar con el equipamiento de seguridad correspondiente: duchas/lavaojos, y un estante o closet para almacenar los implementos de seguridad (lentes, ropa, tapa bocas, guantes, etc.) requeridos por el personal. Se incluirá un botiquín de primeros auxilios con algunos implementos básicos para brindar una asistencia primaria al personal del laboratorio en caso de accidentes, antes de ser traslado al área médica de la Planta.

Igualmente debe contar con estantes cerrados para guardar todo el material de vidrio necesario para los análisis ("beakers", tubos de ensayos, matraces, etc.). En los mesones de trabajo también podrán guardarse elementos menores como balanzas, termómetros, etc.

Las rutas de evacuación deben estar claramente señalizadas, y de igual manera deben identificarse apropiadamente los materiales y áreas en donde se manejen reactivos peligrosos.

Los drenajes de esta área deben estar conectados a la red de químicos y aguas aceitosas, y dirigirse a la fosa de neutralización.

El laboratorio también deberá estar dotado de todos los sistemas de detección y control de incendios.

El laboratorio debe contar con servicios de iluminación, conexión eléctrica, gas combustible, aire de instrumentos y planta, agua potable e industrial, aire acondicionado, sistemas de extracción de gases, vapor de baja presión, sistema de detección y extinción de incendios, y telecomunicaciones (conexión telefónica e internet).

El CONTRATISTA deberá compilar un listado de los equipos y herramientas requeridos en el laboratorio en base a lo recomendado por los Licenciantes, al igual de los reactivos y consumibles necesarios para el normal funcionamiento del laboratorio, esta lista deberá ser preparada y enviada a YPFB para su aprobación e inclusión como parte del OBE.

	<b>TÉRMINOS DE REFERENCIA</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
--	-------------------------------	--------------------

El laboratorio estará en una posición tan central como sea posible pero lejos de las áreas de proceso.

#### **6.4.4 Estación Central de Bomberos**

El PCPPP debe incluir una estación de bomberos, siendo una estructura de dos pisos con techo metálico en los cuales se alojara el personal calificado para combatir incendios y atender emergencias en cualquiera de las plantas. En la planta baja del edificio se dispondrá de todos los elementos requeridos para la atención de las mencionadas emergencias, incluyendo los camiones contra incendios, extintores, mangueras, y otros equipos de extinción, además del mobiliario básico de la estación tal como estantes donde se organizan y almacenan hachas, cascos, trajes ignífugos, botas, etc. Las emergencias se anunciarán a la estación mediante un sistema de monitoreo que recoja las señales de detectores de gas, fuego y pulsadores manuales distribuidos en toda la Planta. En la planta alta estará una oficina, los dormitorios para los bomberos, servicios sanitarios, duchas y vestidores.

El edificio de los bomberos debe contar con servicios de telecomunicaciones (teléfonos, radios, red de área local con internet), iluminación, aire acondicionado en la planta alta, y conexiones eléctricas.

La estación debe contar con una ubicación directa hacia la calle que permita la circulación expedita de los camiones de bomberos.

El CONTRATISTA deberá compilar un listado de los equipos y herramientas requeridos en la estación de bomberos, esta lista deberá ser preparada y enviada a YPFB para su aprobación e inclusión como parte del OBE.

La estación central de bomberos deberá contar además con:

- Oficinas.
- Salas de reuniones.
- Sala de panel de control de alarma de incendio.
- Centro de control de emergencia o sala de crisis.
- Climatización.
- Comedor y cocina.
- Sala de descanso y dormitorios para los bomberos.
- Duchas, baños y vestuarios.
- Almacén para los suministros y concentrados de espuma.
- Parqueo para vehículos de emergencia.

#### **6.4.5 Infraestructura Médica y de Emergencias**

El PCPPP contará con un edificio de una sola planta, en la cual se brindará asistencia médica





## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

primaria al personal que opera en la instalación, y primeros auxilios básicos en caso de emergencias.

El edificio debe de contar con acceso vial despejado por el cual pueda transitar una ambulancia para ingresar a los pacientes al centro médico, como también trasladarlos fuera de las instalaciones hacia centros de salud externos especializados.

En este centro médico también se atenderá consultas de salud ocupacional. Chequeos rutinarios a los que se someten los operadores, y exámenes de laboratorio de menor complejidad podrán realizarse de manera programada. En el centro de salud también se prevé realizar charlas educativas de salud a pequeños grupos del personal.

Dentro del centro se incluye una oficina para el médico residente y una enfermera, una sala de espera/reuniones, un área de laboratorio para exámenes de rutina, y el área de atención de los pacientes. El área de atención estará dividida en un consultorio con sala de espera para recibir a los pacientes de bajo riesgo (consultas rutinarias), y un área más extensa equipada con varias camas hospitalarias (de 2 a 3) en la cual se podrá alojar a los pacientes temporalmente hasta que puedan ser trasladados a un centro asistencial de salud especializado cuando la complejidad del caso lo requiera. El centro debe contar con un área de almacenamiento para material médico como bombonas de oxígeno, reactivos para el laboratorio, etc., identificado claramente.

Adicionalmente el centro debe estar equipado con computadora, teléfono, radios y estantes para guardar implementos médicos, así como una biblioteca, y un servicio sanitario.

El centro de salud requiere del suministro de electricidad, iluminación, agua potable, aire acondicionado, baños, sistema de detección de fuego, extintores así como servicios de telecomunicaciones.

El CONTRATISTA deberá compilar un listado de los equipos y herramientas requeridos en el centro médico, esta lista deberá ser preparada y enviada a YPFB para su aprobación e inclusión como parte del OBE.

La infraestructura deberá estar ubicado fuera del área de procesos.

### **6.4.6 Infraestructura para personal de guardia**

Cercano al área administrativa se ubicará un edificio con la infraestructura necesaria para alojar al personal de guardia entre cada cambio de turno. En este espacio se ubicarán, duchas, servicios sanitarios, vestidores y "lockers" en los cuales los operadores podrán guardar sus enseres personales mientras atienden su turno de trabajo.

A este edificio de una planta deberá suministrarse servicios de agua potable, iluminación, conexión eléctrica y gas combustible, además de algunos de los sistemas de telecomunicaciones.



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

Una caseta de seguridad deberá estar ubicada en la entrada principal y de salida de las unidades.

Esta edificación deberá Incluir espacio para presentación de video de seguridad, 2 oficinas, sala de CCTV, sanitarios y un comedor pequeño.

### **6.4.7 Almacén de químicos, solventes y catalizadores**

La instalación contará con un área dedicada al almacenaje y resguardo de los solventes, químicos y catalizadores requeridos en los procesos. Según se establece estos productos podrán estar contenidos en tanques, almacén cerrado y techado, con ventilación adecuada, y contar una zona de fácil acceso para los vehículos utilitarios que transporten estos productos.

La cantidad y frecuencia de estos solventes, químicos y catalizadores serán determinados en el desarrollo del PDP. El CONTRATISTA determinara los volúmenes de los sistemas de almacenamiento para cada producto, garantizado la confiabilidad operacional del proceso.

En el almacén habrá una oficina con su mobiliario y equipos de comunicaciones requerido (teléfonos, computadoras, algunos de los servicios de telecomunicaciones, radios, etc.), en el cual se llevará el inventario de los materiales almacenados y se definirá la logística para controlar el mencionado inventario.

El almacenaje de los catalizadores dependerá de la tecnología que finalmente se seleccione, y las indicaciones que hagan los licenciantes en cuanto al tiempo de vida útil de los mismos.

Los drenajes de esta área deben estar conectados a la red de químicos, y dirigirse a la fosa de neutralización. Dicho almacén también deberá contar con todos los sistemas detección y extinción de incendios.

La ubicación del almacén deberá emplazarse fuera del área de procesos y en la ubicación más conveniente que permita una adecuada logística de movimiento de productos.

### **6.4.8 Subestaciones eléctricas**

La localización exacta de las subestaciones eléctricas deberán ser determinadas durante la fase FEED y de acuerdo a la clasificación de áreas de la Planta se deberá determinar las características técnicas y de materiales de estos edificios, pudiendo considerarse la instalación de unidades prefabricadas.

En caso de contener sótano de cables, el piso de concreto deberán ser terminado con un endurecedor y un sellador de resina de base epoxi o revestimientos a prueba de ácido.

El edificio será totalmente climatizado, sala de baterías y una sala de planta HVAC. Se deberá tener acceso al nivel de piso elevado a través de escaleras de hormigón o metálicas y plataformas con



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

barandas desmontables para acceso de equipos. Todas las puertas deberán ser de acero galvanizado y disponer de una chapa antipánico donde corresponda.

Cada subestación contará con un ambiente específico para herramientas del electricista y bancos de pruebas, estante de planos y manuales, con un generador diesel de emergencia (en caso de que corresponda).

El número de subestaciones eléctricas deberá ser determinado por el Contratista.

Esta información se complementará con la indicada en el documento PARTE B \ Anexos Parte B \ 3753-NN-SG-0000001 Memoria Descriptiva Electricidad

### 6.4.9 Gasolinera

El Contratista deberá contemplar la implementación de una gasolinera, en una ubicación que se encuentre fuera del área de procesos de las planta.

Su función principal es la de recargar el combustible que requieran los vehículos propios del complejo petroquímico.

El piso, tanque, fundaciones y columnas de la estación gasolinera deberá ser de concreto rígido, en tanto que la estructura de cubierta podrá ser de estructura metálica.

La estación deberá contemplar la recarga tanto de gasolina como de diesel.

### 6.5 Infraestructura de Logística Operacional

Este rubro incluye toda la infraestructura necesaria para el manejo y soporte para el almacenaje, despacho y recibo de materia prima y producto terminado, el cual considera:

- Almacenaje de Polímeros
- Sala de Empaques
- Almacenaje de Polímeros empacados
- Sistema de carga y despacho de producto final
- Infraestructura de logística de distribución de producto

Para esta sección el CONTRATISTA debe considerar como mínimo lo siguiente sin ser limitativo (donde aplique) lo siguiente:

- P & ID (Diagrama de tubería e Instrumentación)
- Concepción y Arreglo de equipos
- Cálculos técnicos del proceso



- Determinación de cargas estáticas y dinámicas
- Especificación de los equipos con consumo de Utilities
- Equipos de respaldo

### 6.5.1 Recibo de materia prima

El GLP requerido para la producción de propileno llegará a la planta a través de gasoductos provenientes de la Planta de Separación de Líquidos Carlos Villegas, el cual será recibido y almacenado en esferas dentro del área de almacenamiento del PCPPP.

El GLP se distribuirá a los procesos de producción (previa regulación de presión a niveles requeridos).

El gas combustible y agua cruda serán servicios que también esperan recibirse desde el exterior de la Planta.

El GLP se distribuirá a los procesos de producción (previa regulación de presión a niveles requeridos).

En el área de almacenamiento se dispondrán también de esferas para el almacenamiento de propileno producto, con el fin que puedan ser usados como reserva para los procesos de producción de polipropileno.

El Área de Almacenamiento deberá contar con esferas de Butano y del producto de fondo proveniente de la torre debutanizadora de la Planta de Propileno con el fin de exportar el Butano y corriente de fondo de la torre debutanizadora a la Planta Separadora de Líquidos Carlos Villegas. El producto de fondo de la debutanizadora podrá ser usada como combustible en las Plantas de Propileno y Polipropileno.

Adicionalmente, deberán disponerse de esferas para el almacenamiento para el Hidrogeno con la finalidad de garantizar el H<sub>2</sub> necesario para las paradas mayores y/o Shutdown de emergencia, asimismo se contara con sistema de almacenamiento para los comonómeros requeridos para la producción de polipropileno. Existe la posibilidad que el etileno sirva de comonómero, pero esto debe ser confirmado por los licenciantes durante el PDP/FEED.

Los tiempos de reservas de estos tanques y esferas dependen de varios factores, incluyendo entre ellos el estudio de macro y micro-localización, y la información de los Licenciantes durante el PDP/FEED. Esto definirá los requerimientos del proceso, y la facilidad de acceso la Planta.

El sistema de gas combustible por su parte, contará con un “slug catcher” en la entrada a la planta con el fin de recibir cualquier condensado o “batch” de líquido que venga arrastrado en el gas. Luego de este separador primario el gas será distribuido a sus dos usuarios principales, y se colocarán aguas abajo los sistemas de acondicionamiento y remoción de partículas requeridos para lograr la

calidad del gas necesaria en cada caso.

El agua cruda será almacenada en el tanque correspondiente de acuerdo a la descripción mostrada en la sección 6.2.2.1.

### **6.5.2 Almacenamiento de polímeros**

- 1) Proporcionar silos para almacenamiento en polvo, aguas arriba de los procedimientos de extrusión, para un periodo preliminar estimado de 12 horas.
- 2) Los polímeros producidos en el tren polipropileno serán transportados neumáticamente desde las respectivas áreas de extrusión hasta los silos, en los cuales serán dispuestos de acuerdo al tipo (es decir, se dispondrá de un silo para cada tipo de producto), y tendrán una capacidad preliminar estimada de almacenamiento de 10 días.

Los tiempos de autonomía para el funcionamiento de la sección de terminado y almacenamiento de polipropileno deberán ser estudiados por el CONTRATISTA en función al análisis de la logística de distribución. Estos tiempos junto con la dimensión de la sección de extrusión definirán las dimensiones finales de los sistemas de almacenamiento y transporte del producto final.

Se debe considerar un área en donde se integran los silos, el área para empaçado y el almacenaje de las polímeros empaçados listos para despacho, descritos con más detalle a continuación.

### **6.5.3 Sala de empaques**

Dentro del patio donde se encuentran los silos, se dispondrá de toda el área de logística de despacho de los polímeros.

Los polímeros almacenados en los silos, serán empaçados en sacos de 25 kg y los llamados “big-bags”, dependiendo de los requerimientos del mercado.

Dicha sala de empaque deberá estar provista de un sistema de paletización totalmente automatizado.

### **6.5.4 Almacenes de polímeros empaçados**

Los contenedores en los cuales se empačan los distintos polímeros deberán organizarse en un almacén techado el cual tiene capacidad para guardar la producción por un máximo de 3 días.

La altura y soportes del almacén deberá ser diseñados para soportar hasta cuatro contenedores apilados.

Este almacén también dispondrá de un área para guardar los contenedores vacíos, y para someterlos a inspección y limpieza antes de ser movidos nuevamente a la sala de empaques



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

El área de almacenes será determinada por el CONTRATISTA en función a los requerimientos de YPFB y los Licenciantes, dentro del cual adicional al patio para los contenedores, deberá disponerse de una oficina donde se coordinará toda la logística de despacho, baños para los oficinistas y para el personal de carga, y fácil acceso para vehículos (camiones de despacho).

El almacén requiere conexión eléctrica, iluminación, agua potable, agua industrial, aire de planta, y conexiones para comunicaciones (teléfonos, conexión a internet, radio), sistema de detección y extinción de incendios.

### **6.5.5 Sistema de carga y despacho de producto final**

Contiguo a los almacenes de productos empacados se dispone del área para carga y despacho. En esta área se dispondrán los brazos de carga y montacargas que conducirán los contenedores hasta los camiones que se encargaran de transportar los productos fuera de la Planta hasta su destino final.

Previo a ser cargados los contenedores en los camiones, estos deben ser pesados en las balanzas industriales dispuestas para verificar que los mismos cumplen con los pesos acordados para la venta. El área requerida para esta logística deberá ser calculada en etapas posteriores de la ingeniería FEED.

Las características y cantidades de los brazos de carga y montacargas requeridos para la carga y despacho del producto final, deben ser definidos durante la fase PDP/FEED de ingeniería, considerando los posibles suplidores de los equipos disponibles en el mercado.

### **6.5.6 Infraestructura de logística de transporte de distribución de producto.**

Se requiere un área en la cual se organicen y estacionen los camiones que transportarán los productos finales. La manera en la que se realizará el transporte del producto final, la forma como se carga y despacha (camiones, ferrocarril, contenedores), debe ser coordinada a través de la oficina de logística ubicada en los almacenes y debe ser detallada durante la ingeniería FEED del proyecto. La coordinación de despacho dependerá del inventario disponible en almacén y de la demanda de producto programada semana a semana.

#### **a) Vías de acceso y despacho de productos y subproductos**

El CONTRATISTA deberá desarrollar en el FEED todos los aspectos referentes a las carreteras de acceso a las Plantas, vías internas y vías externas, y áreas de parqueo de vehículos y camiones, de acuerdo a normas de la ABC (Administradora Boliviana de carreteras). Todos los caminos exteriores serán de pavimento rígido. Los caminos exteriores de conexión de la Planta hacia la carretera pavimentada más cercana, serán diseñados bajo características de carreteras de primer nivel y con todas las infraestructuras necesarias como obras menores, muros de contención, puentes, medios puentes, obras de drenaje, alcantarillas, zanjas de coronamiento, entre otros.

El CONTRATISTA generará las especificaciones técnicas para los distintos materiales a ser utilizados y trabajos a realizar, donde incluirá parámetros mínimos de suelos de fundación, subrasante, sub base, base, áridos fino y grueso, hormigones, diseño hidráulico, diseño geométrico, estudio de tráfico, diseño de señalización medio ambiente, entre otros. Incluirá el estudio de ubicación de bancos de préstamo de materiales, agregados para hormigones y agua adecuada. De igual manera, deberá generar un procedimiento o manual de mantenimiento de obras de drenaje, estructuras y otros necesarios para que los accesos estén en condiciones óptimas y transitables durante toda la vida útil de las plantas.

El CONTRATISTA entregará la memoria de cálculo, planos generales, planos de detalle, planos tipo de ser necesario, de todas las estructuras necesarias con su justificación técnica. Incluirá un estudio de sectores o tramos de riesgo medio y alto en las vías de acceso a las Plantas. Además deberá incluir la implementación de iluminación de las vías externas e internas, incluyendo especificaciones técnicas iguales a las mencionadas en la Filosofía y Especificación de Iluminación.

La iluminación es de vías internas y externas.

## **b) Vías férreas**

El CONTRATISTA deberá desarrollar como parte del alcance del Proyecto toda la ingeniería de diseño, procura y construcción de la vía férrea nueva desde el área de carga/descarga de las PLANTAS DE PROPILENO Y POLIPROPILENO hasta el límite de propiedad de la PCPPP (Cabaña el Algarrobal) que permita el transporte y despacho del producto terminado en la etapa de operación. De igual manera, se debe especificar todos los trabajos de diseño de interconexión, áreas de carga y descarga, área de maniobras/giros de los trenes, radios mínimos, espacios de almacenaje de vagones, locomotoras, taller de mantenimiento, velocidades máximas, pendientes, drenajes, obras menores (muros, entre otros.) obras mayores (puentes, entre otros.), y evaluación de la cantidad de vagones necesarios para el transporte de productos finales de las plantas.

## **6.6 Infraestructura Administrativa**

Este rubro, se considera toda aquella infraestructura requerida por el personal que labora en la Planta, para dar soporte y manejo a las operaciones industriales. Ésta incluye:

- Oficinas Administrativas
- Otras Oficinas y/o Áreas

### **6.6.1 Oficinas Administrativas**

Dentro de la Planta se dispondrá de un área para el edificio que será la sede administrativa. Será un edificio con capacidad para alojar a todo el personal administrativo y técnico. El personal técnico (supervisores, ingenieros de operación y seguridad) y otros ocuparán el primer piso del Edificio, en





## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

cubículos. Allí también se ubicará el personal de IT, las salas de servidores, y un depósito para almacenar el material de oficina, limpieza, y otros enceres requeridos en las oficinas.

Adicionalmente se dispondrá dos salas de reuniones, equipada con una mesa, sillas, teléfonos y televisores, conexiones a internet para organizar teleconferencias y video conferencias.

Se debe reservar en esta planta salones de capacitación para el personal, en los cuales se dictarán cursos de mejoramiento continuo.

En la planta baja también se ubicará la recepción, dos sanitarios con vestuarios y duchas (uno para damas y otro para caballeros), una biblioteca y una sala para archivos de documentos.

La planta superior albergará al personal administrativo, incluyendo las oficinas del gerente general y su asistente, del personal de contabilidad y finanzas, compras, cobranzas, cuentas por pagar, logística (recepción de materia prima y despacho de productos). La oficina de la gerencia dispondrá de una sala de conferencia de uso exclusivo, así como sanitario exclusivo. Dos sanitarios adicionales se dispondrán en el segundo piso para el uso del resto de los empleados (segregados los de damas y caballeros).

El edificio contará con un elevador, y escaleras de emergencia, aire acondicionado, agua potable, alcantarillado sanitario, drenaje pluvial, iluminación apropiada, electricidad, conexiones telefónicas e internet y sistema contra incendios.

El Edificio de administración deberá estar ubicado fuera de las áreas de proceso y utilidades. El acceso a este edificio deberá ser independiente de la planta. Contará con parqueos con acceso a las vías internas y externas.

### **6.6.2 Otras oficinas y/o áreas**

#### **6.6.2.1 Cafetería y Comedores**

La Planta contará con una cafetería y comedor para suplir las comidas a los empleados administrativos y operadores de la Planta en tres turnos. El total de empleados por turno debe ser determinado por el CONTRATISTA del Proyecto de acuerdo a la estructura organizacional definida por este.

El comedor estará equipado con un área para la cocina, con estufas industriales, refrigeradoras, congeladores, hornos, extractores de grasa, y una salida trasera denominada área de carga por la que se recibirá y descargarán las provisiones. Esta área también estará dotada de los almacenes y estantes necesarios para organizar y guardar las provisiones, material de limpieza, y enceres de cocina, también se deberá prever un ambiente de lavandería y otra área para la disposición y clasificación de la basura.

Los empleados comerán en mesas y sillas fijadas al piso. Esta parte del comedor (separada por





## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

paredes del área de la cocina), tendrá ventanas y estará ventilada de manera natural, ayudada con ventiladores de techo. Cinco televisores se dispondrán a lo largo del pasillo central del comedor.

La cafetería contará con dos sanitarios (damas y caballeros), y dos lavamanos externos a los servicios sanitarios.

El área para la cafetería/comedor requerirá servicios como electricidad, iluminación, agua potable y gas combustible y sistema de detección y extinción de incendios.

La ubicación del comedor deberá emplazarse fuera del área de procesos y lo más cercana posible al edificio administrativo.

Contará con áreas de parqueo con acceso a vías internas y externas, así como áreas de recojo de basura y descarguío de alimentos.

### **6.6.2.2 Instalaciones deportivas y recreacionales**

Los empleados y operadores de la Planta dispondrán de un área para esparcimiento y descanso a la cual dirigirse una vez concluido su turno de trabajo.

Como parte de la promoción de una vida sana esta área contará con edificio de una planta cerrado rodeado de ventanas destinado a un gimnasio, equipado con cintas para caminar, bicicletas fijas, multifuerzas, colchonetas, entre otros. Este gimnasio contará con un servicio sanitario, vestidores, lockers y puntos de hidratación. En este sentido debe proveerse agua potable, electricidad e iluminación a este espacio.

Adicionalmente, lateral al gimnasio se dispondrá de un área descubierta con una cancha multiusos cercada (para la práctica de baloncesto, volleyball, futbol de sala y un campo de futbol 8 de césped sintético). Alrededor de la cancha se dispondrá de un área verde con bancos para el descanso. Esta área también requerirá iluminación, y agua para riego.

### **6.6.2.3 Oficinas de Transporte**

La oficina de transporte será la encargada de coordinar el traslado de personal dentro y fuera de la Planta.

El personal que no posea vehículo propio, contará con un servicio de transporte colectivo que lo traslada hasta la Planta, y terminado los turnos también lo sacará del sitio. Adicionalmente, se requerirá un transporte interno a través de mini buses que permitirá que el personal de turno se mueva dentro la Planta.

Toda está logística (horario y frecuencia del transporte, número de paradas dentro de la Planta, consumo de combustible de las unidades, pases para su uso, etc.), deberá ser coordinado por esta



oficina de transporte que tendrá su sede central dentro de los edificios administrativos.

En la vialidad de la Planta se deberá reservar un área de refugios donde el transporte pueda detenerse sin obstaculizar el tránsito. El tamaño del refugio debe ser de unos 8 metros de largo por 5 metros de ancho. Por su parte, las paradas deberán ser techadas, y deben ser de 4 metros de largo por 2.5 metros de ancho. El número total de paradas será definido posteriormente.

#### **6.6.2.4 Estacionamientos**

Un estacionamiento para vehículos deberá considerarse para el edificio administrativo. Este estacionamiento albergara los vehículos de los empleados administrativo y visitantes. Los estacionamientos estarán cercanos al edificio administrativo y a la garita de admisión. Requerirá iluminación, y debe reservarse un espacio para personas con discapacidades (1 puesto).

Se debe considerar además áreas de estacionamiento de vehículos para: Comedor, centro médico, Laboratorio central, talleres de mantenimiento, subestaciones eléctricas, salas de control, estación de bomberos, almacenes y áreas de parqueo temporal para contratistas.

Adicionalmente, se deberá considerar el área para la construcción de un helipuerto, el cual deberá estar ubicado lo más lejano posible al área de proceso.

#### **6.6.2.5 Garita de Seguridad**

A la entrada de la Planta deberá disponerse una garita de seguridad para el control de acceso a las instalaciones. La caseta deberá ser techada y semi cerrada, con amplios ventanales para brindar buena visibilidad a los agentes de seguridad. El área destinada a la caseta deberá poder albergar dos vigilantes, uno que pueda atender la entrada y el otro la salida. La caseta contará con un baño.

Deberá ubicarse en el medio de la vialidad de entrada, separando los carriles de entrada y los de salida. Se colocaran barreras eléctricas para restringir los accesos.

La caseta de vigilancia deberá de contar con suministro de agua potable, conexionado eléctrico y acceso a telecomunicaciones como teléfono y radios.

La Garita de Seguridad deberá contar con una rampa de vigilancia para verificación de camiones.

El Contratista en base al desarrollo y perfeccionamiento de estas especificaciones determinará las superficies de cada una de las edificaciones, vías, parqueos, etc y puesto a aprobación de YPFB.

### **6.7 Telecomunicaciones**

#### **6.7.1 Sistema Telefónico**

La Planta estará provista de un sistema telefónico integrado que soporte todas las funciones del



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

teléfono estándar, circuitos de voz analógicas y digitales, circuitos de datos, líneas de enlace, líneas troncales y videoconferencias.

El sistema estará diseñado como una red digital, formada de varios nodos que incorpora un interruptor central y la unidad de red local ubicada en la sala principal de telecomunicaciones en el Edificio Administrativo y un número de unidades de línea remotas, en los nodos de alimentación de otras zonas para cubrir los requisitos de teléfonos en esas áreas.

Los sistemas de telefonía proporcionarán servicios de comunicación de voz a las siguientes áreas:

- Edificio Administrativo
- Laboratorio
- Talleres
- Edificio médico
- Cafetería / Comedor
- Salas de Control
- Estación de Bomberos
- Subestación Eléctrica.
- Garitas de seguridad.

Los servicios que deben prestarse a los abonados, dependerán de la clase de servicio programado para cada terminal individual, pero será capaz de incluir uno o más de las siguientes operaciones:

- Llamadas locales dentro de la zona de la Planta.
- Llamadas externas hacia y desde la red de telefonía pública.
- Llamadas internacionales según sea necesario.
- Acceso para varias interfaces de plantas, es decir, de megafonía y alarma general y sistemas de radio.
- Discado directo entre los terminales internos de la Planta.

El sistema de telefonía estará compuesto de:

- Extensión PABX (Ramal Privado de Conmutación Automática) y red telefónica
- Un (1) Computador terminal para mantenimiento del sistema
- Consolas de operador
- Un (1) sistema de registro de llamadas completa con la impresora
- Líneas troncales de conexión a la red de telefonía pública
- Instalación para batería de respaldo

El número de extensiones PABX, consolas de operador y líneas troncales de conexión hacia la red de telefonía pública se determinarán durante una fase de ingeniería más avanzada.



### **6.7.2 Red de Área Local**

La Planta contará con el diseño de un sistema de red de área local, que proporcionará el transporte de información de data digital y conectará una serie de estaciones de trabajo, servidores e impresoras.

Las estaciones de trabajo se conectarán a través de un número de servidores mediante conexiones Ethernet 10BaseT de conformidad con las IEEE 802.3. Las estaciones de trabajo se utilizarán para propósitos generales.

El número de estaciones de trabajo, servidores y demás equipos para la correcta operación de la red de área local se determinará durante el desarrollo de la ingeniería.

La red de área local utilizará la red de cable de fibra óptica para la interconexión entre las principales instalaciones de la Planta.

Se proporcionará conexión para las estaciones de trabajo de las siguientes áreas:

- Edificio Administrativo
- Salas de Control
- Talleres
- Laboratorio
- Edificio Médico
- Estación de Bomberos
- Cuartos de vigilancia

El CONTRATISTA deberá diseñar una red única para compartir los servicios de telefonía y transmisión de datos de la red de área local.

### **6.7.3 Comunicaciones de Radio**

La Planta contará con un sistema troncal de comunicación por radio frecuencia con múltiples canales dispuestos para la transmisión bidireccional. El estudio de cobertura de radio se llevará a cabo durante el desarrollo de la ingeniería.

El sistema de comunicación por radio empleará seis (6) canales de radio frecuencia, un (1) canal estará dedicado para el sistema de control y los cinco (5) canales remanentes estarán disponibles para el resto de las comunicaciones.

Los componentes principales del sistema de comunicación por radiofrecuencia son:

- Estación Base: Se estima la instalación de una estación base en el cuarto de equipos de comunicaciones en el edificio administrativo. La estación base estará conformada por dispositivos terminales, impresora y medios de conexión con la antena central e interface con

los terminales y el sistema de telefonía de la Planta.

- Estaciones Móviles: En caso de ser requeridas, estas serán instaladas en vehículos de la Planta.
- Estaciones Portátiles: Para ser asignadas al personal operativo, de mantenimiento, supervisores y personal de seguridad.
- Cargadores: Para la carga de las estaciones portátiles podrán utilizarse cargadores múltiples o individuales.
- Antenas: Se estima una antena central de radio a ser instalada en una torre mástil de 10 metros en la adyacencia del edificio administrativo. De igual forma se estima la colocación de una antena en la parte superior de cada edificio de control. Durante el desarrollo de la ingeniería FEED se determinará la necesidad de colocar antenas adicionales en los edificios no técnicos.

El número de estaciones móviles y portátiles, cargadores, así como la cantidad de canales a utilizar serán definidos durante el desarrollo de la ingeniería FEED.

#### **6.7.4 Circuito Cerrado de TV (CCTV)**

La Planta estará provisto de un sistema de CCTV para monitorear las áreas de proceso, de igual forma se proveerá de un sistema de CCTV de seguridad para monitorear la entrada principal y el área perimetral de la Planta.

Los sistemas de CCTV estarán provistos de cámaras, dispositivo de almacenamiento de video, controladores y monitores dedicados ubicados en el área de seguridad del edificio administrativo. Las cámaras podrán ser controladas remotamente desde el cuarto de seguridad del edificio administrativo o las salas de control según corresponda, pudiéndose configurar su panorámica, enfoque, inclinación y (cámara con características PTZ).

Las cámaras estarán distribuidas para monitorear las siguientes áreas: entrada principal a la Planta, edificio administrativo, las salas de control, los talleres de mantenimiento, el laboratorio, almacenes, estación de bomberos, edificio médico y área perimetral de la Planta.

El número de cámaras destinadas para cada edificio y para cubrir el área perimetral de la Planta se determinará durante el desarrollo de la ingeniería FEED.

#### **6.7.5 Altavoces y alarmas**

La Planta contará con un sistema de altavoces y alarmas para la radiodifusión de emergencia inteligible y mensajes de voz normales, tonos de alarmas y mensajes de voz pregrabados hacia las diferentes aéreas operativas de la Planta. Estará formado por estaciones multilínea, amplificadores, altavoces, cable multiconductor y cualquier otro equipo requerido.

El sistema se utilizará para la señalización visual y audible, a través de los circuitos de voceo, para



las diferentes situaciones de alarma o emergencia dentro del área de acción donde se instalará, de ser requerido, se incluirá un Generador de Tonos, Estaciones Manuales, Estaciones Visuales de Alarma y/o Estaciones Automáticas de Alarma para el disparo o arranque de la indicación de alarma y/o emergencia.

Las áreas en donde el sistema estará operativo mantendrán el nivel de la intensidad de sonido (tonos y mensajes de voz) en un rango de 6 a 10 dB., por encima del ruido ambiental y capaz de soportar las condiciones ambientales presentes en las áreas industriales en donde será instalado.

El sistema de altavoces y sistema de alarmas para gases y para incendios, estarán instalado en las siguientes áreas:

- Todos los edificios de control y edificios no técnicos incluyendo la estación de bomberos, el edificio médico, el edificio de laboratorio, subestación eléctrica, etc.
- Áreas de Proceso
- Áreas de Tanques de Almacenamiento

#### **6.7.6 Fibra Óptica**

La Planta estará provista de un sistema de enlace mediante cable de fibra óptica para la transferencia de información digital y analógica de las telecomunicaciones y abarcará los sistemas de telefonía, red de área local, CCTV, megafonía y alarmas, detección de intrusos y control de acceso.

La red de cable de fibra óptica formará un circuito de enlace de alta velocidad que conectará los siguientes edificios principales:

- Edificio Administrativo
- Salas de Control
- Talleres
- Estación Central de Bomberos
- Edificio Médico
- Laboratorio, etc.

La longitud de onda de funcionamiento para el cable de fibra óptica "single mode" será mínimo de 1.500 nm con una pérdida de atenuación  $<0,3$  dB / km a 1500 nm. El diámetro del núcleo será de 9  $\mu$ m con un revestimiento de 125 micras. La resistencia a la tracción será  $> 2.800$  N/m<sup>2</sup> ( $> 2$  W nominal).

Los cables de fibra óptica serán canalizados junto con los cables de Instrumentación, en tendidos de un tramo sin uniones o enlaces intermedios entre las instalaciones. Las terminaciones se realizarán en el panel de conexión de fibra óptica (FOPP) montado en el gabinete de telecomunicaciones de cada edificio.

Los gabinetes incluirán los equipos de conversión y amplificación, equipos de multiplexación y panel



de conexión de fibra óptica, fuentes de alimentación y cables para el conexionado de los terminales de las unidades.

La conversión analógico-digital y digital-analógico y multiplexado será proporcionada por los sistemas de megafonía (parlantes y alarmas) y Control de Acceso. Las señales analógicas serán digitalizadas y multiplexadas a 2 Mb/s para la transmisión sobre la red de fibra óptica.

### **6.7.7 Sistema de Detección de Intrusos**

Debido al ambiente peligroso de la Planta y los peligros inevitables involucrados, es necesario supervisar de forma remota el cercado perimetral para asegurar que se mantenga la seguridad de la Planta contra la intrusión o ingreso no autorizado.

En conjunción con los sistemas de CCTV y Control de Acceso, el sistema de Detección de Intrusos formará parte importante de la infraestructura de seguridad de la Planta. El sistema trabajará de manera independiente o bien integrarse con los sistemas de CCTV y Control de Acceso.

El Sistema de Detección de Intrusos será administrado por procesadores centrales instalados en gabinetes del sistema ubicados en el cuarto de comunicaciones del edificio administrativo.

El sistema se diseñará para detectar la presencia de un intruso que intente subir la cerca perimetral, manipular los dispositivos de detección o causar vibraciones anormales de la cerca perimetral.

Los sensores de detección analizarán la perturbación y procesarán la información con el fin de proporcionar al personal de seguridad en el edificio administrativo, una alarma sonora indicativa de que una intrusión o ingreso no autorizado se está tratando y una indicación visual de que la intrusión se lleva a cabo. La cantidad de sensores detectores, tipo y rango serán definidos durante una fase más avanzada de ingeniería FEED.

### **6.7.8 Control de Acceso**

Debido al ambiente peligroso de la Planta y los peligros inevitables involucrados, es necesario para controlar las entradas y salidas a ciertas áreas de la Planta, de un números restringidos y categorías de personal por parte del sistema de control de Acceso. El control de entradas y salidas de la Planta y a las zonas restringidas de este, por parte de peatones y vehículos será controladas desde la puerta principal de la Planta.

El acceso para el tráfico peatonal será controlado mediante el uso de torniquetes y lectores de tarjetas y biométrico, el acceso vehicular será controlado por el uso de barreras y lectores de tarjetas. El número de registradores y tarjetas para el ingreso/salida de la Planta, se determinará durante una fase más avanzada de la ingeniería FEED.

El sistema de Control de Acceso formará parte importante de la seguridad y los procedimientos de seguridad de la Planta, y trabajará de forma conjunta con los sistemas de CCTV y Detección de



Intrusos.

El Sistema de Control de Acceso se diseñará teniendo en consideración los siguientes criterios:

- Rendimiento Tecnológico
- Seguridad del personal
- Requisitos de seguridad
- Resistente a la Manipulación
- Grado de servicio
- Confiabilidad
- Integración con los sistemas de CCTV y Detección de Intrusos
- Ergonomía y facilidad de operación

#### **6.7.9 Sistemas de Comunicación con el Exterior.**

Debido a los requerimientos de la Planta para comunicación con el exterior establecidos en las presentes MJS y los requerimientos de los Licenciantes, tanto para telefonía, radio y transmisión de datos; el CONTRATISTA tomará en cuenta las previsiones de trabajos que permitan cumplir con dichos objetivos. Dichos trabajos podrán incluir tendidos de fibra óptica desde la Planta hasta un punto de acometida cercano a la RN-9, instalación de antenas, etc. Estos trabajos serán determinados durante la fase FEED del Proyecto en coordinación con YPFB una vez se concreten todos los requerimientos de comunicación de la Planta hacia el exterior.

#### **6.8 Sistema de Puesta a Tierra**

La planta contará con un sistema de puesta a tierra compuestos por electrodos, conductores y demás elementos para la puesta a tierra de equipos y del sistema eléctrico.

Todos los electrodos de la planta y cables de puesta a tierra serán de cobre 100% de conductividad. Las subestaciones eléctricas de la planta constarán de electrodos de puesta a tierra en un arreglo reticulado tipo malla armado con cable de cobre desnudo, la cual será dimensionada y calculada acorde con la norma IEEE 80. Todos los equipos dentro de la subestación y estructuras soportes deberán tener una conexión a la malla, la cual será de baja impedancia y con la ruta más corta posible.

La planta contará con electrodos dentro de una malla tipo anillo interconectados entre si y distribuidos convenientemente para drenar tierra, tanto las corrientes que se produzcan por carga estática, así como por descargas atmosféricas. Todas las edificaciones de la planta al anillo de malla de tierra que la circunscriban y sus correspondientes varillas enterradas, las mismas estarán acordes con la NFPA 70 y la NFPA 780.

Todos los equipos eléctricos de la planta serán puestos a tierra mediante un conductor de retornos de corrientes de falla acorde con la NFPA 70, bajo ninguna circunstancia se permitirá el uso de la tierra física como retorno de corrientes de falla. Adicional al requerimiento anterior, todos las partes





## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

metálicas susceptibles a ser energizadas de los equipos de media tensión o grupos de equipos de media tensión (mayores a 600V), deberán conectarse a la malla de tierra que lo circunscriban. Todos los equipos que operen en baja tensión (menor o igual a 600 V) de uso exterior que estén instalados cerca de algún electrodo deberán interconectarse entre sí, cuando se interconecte un equipo a un electrodo tipo anillo este debe circunscribirlo. Todos los electrodos a usar como electrodo suplementario, deberán cumplir con los requerimientos de selección e instalación indicados en el artículo 250 de la NFPA 70.

Todos los edificios tendrán su propio lazo de puesta a tierra, conectados a la malla de tierra general. Sistemas separados de tierra se tendrán para los sistemas de instrumentación, sistemas de control y seguridad.

Tanques, columnas, intercambiadores y todos los vasos de proceso y equipamiento que contenga líquidos inflamables o gas serán conectados a tierra para prever descargas estáticas. Las tuberías serán conectadas a la malla de tierra en un intervalo máximo de 30 m y tomando en cuenta que las bridas tienen juntas dieléctricas se tomarán medidas para garantizar la continuidad eléctrica y así la conexión a la malla de tierra.

Los cables de puesta a tierra de equipos, cables puestos a tierra (neutro), conductores de los electrodos de puesta a tierra y puentes de unión equipotencial, tendrán como calibre mínimo el indicado por la NFPA 70, y tendrán chaqueta verde, los conectores a usar serán de tal manera que reduzcan el par galvánico entre el cobre del cable y el equipo, garantizando en todo momento una baja impedancia de conexión a tierra.

Los tanques de almacenamiento tendrán una puesta a tierra para protección contra rayos acorde con la NFPA 780. Todos los equipos eléctricos sensibles de la planta, deberán tener un sistema de puesta a tierra acorde con la norma IEEE 1100.

Los recipientes, intercambiadores de calor, contenedores y demás equipos susceptibles de carga electrostática deberán conectarse a la malla de tierra que circunscriba al equipo o a los equipos, además de tener dos puntos de conexión equidistantes entre sí.

El calibre mínimo de los conductores a usar será de 4/0 para la malla principal y de 2/0 AWG para las derivaciones a los equipos.

Todos los elementos metálicos de la planta deberán conectarse a la malla de tierra garantizando una buena unión equipotencial, así mismos los elementos metálicos deberán conectarse a un electrodo de puesta a tierra local. Todos los electrodos ubicados dentro de una misma área deberán interconectarse entre sí. Y todos los electrodos de la planta deben estar conectados entre sí.

Cuando se requiera interconectar electrodos de puesta a tierra y se tenga que cruzar por debajo de carreteras, se usará una canalización del tipo bancada reforzada.

Las conexiones entre conductores que estarán instalados bajo tierra serán del tipo termofundentes.

Estructuras metálicas tales como escaleras metálicas (en planta), plataformas metálicas, soportes de estructuras metálicas, mallas perimetrales metálicas también deberán contar con una conexión a la



mallas de tierra.

En la Planta se tendrán dos mallas de tierra, una general cuyo valor de resistencia será menor o igual a 5 ohm donde se conectarán todos los equipos metálicos, estructuras, equipos, tableros eléctricos, estructuras metálicas de edificios administrativos, subestaciones eléctricas, etc.

Se deberá tener otra malla de tierra con sus respectivos electrodos con un valor de resistencia menor o igual a 1 ohm, donde se conectarán los tableros de DCS, ESD, BMS, F&G, malla de drenaje de los cables de instrumentación y todos los equipos electrónicos.

La malla de tierra de instrumentación estará unida a la malla de tierra general mediante un elemento equipotencial que permita el paso de corriente de la malla de tierra de instrumentos a la malla de tierra general, pero no en viceversa.

Se deberá usar la última versión de las normas publicadas para el inicio de los trabajos.

## 6.9 Sistema de Protección Catódica (SPC)

La planta contará con un sistema de protección catódica que cumpla con los siguientes requerimientos:

Todos los tanques de almacenamiento tendrán un sistema de protección catódica (SPC) externa por corriente impresa. Dependiendo de las características del tanque se podrá usar un rectificador que alimente a varios tanques, siempre considerando usar rectificadores de fabricación comercial. Para estos propósitos se usarán ánodos de óxido de metal mezclados (MMO), preferiblemente ánodos verticales instalados a 8 mts de profundidad y distribuidos convenientemente alrededor de los tanques. Cuando los tanques tengan una malla geodésica se usarán ánodos de MMO tipo cinta, a una profundidad conveniente de manera tal que ante el pandeo del tanque, éste no logre tocar la cinta anódica. Asimismo, todos los tanques tendrán instalados una celda de referencia permanente de cobre-sulfato de cobre, ubicado debajo del tanque y en el centro del mismo. Cuando el tanque sobrepase los 30 m en diámetro, se instalarán adicional 4 celdas de referencia debajo del tanque, ubicados en los medios radios del mismo y en los cuatro puntos cardinales. Los tanques de almacenamiento de agua tendrán adicional un SPC interno.

Las tuberías metálicas enterradas en contacto directo con el suelo, tendrán un sistema de protección catódica, que dependiendo de los requerimientos de corrientes el SPC a usar será por corriente impresa o por ánodos galvánicos. Para cruce de carreteras, se preferirá el uso de ánodos galvánicos de magnesio, y para la red de tuberías enterradas dentro de la planta, se preferirá el uso de ánodos verticales instalados a 8 mts de profundidad distribuidos uniformemente. El diseño del sistema de protección catódica considerará la resistencia de puesta a tierra del suelo, PH, humedad, salinidad, bacteria sulfato reductoras. Asimismo, se debe contar antes de proceder, con el diseño de un estudio de densidad de corriente para el acero en el suelo natural, junto con el estudio de resistividad de suelos.



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

Los rectificadores a usar serán para uso exterior, galvanizados, inmersos en aceite. Para la protección catódica de las tuberías, los rectificadores tendrán una capacidad de 50% mayor de la calculada. Se deberá garantizar en el diseño que los ánodos de MMO, no drenen más que el 80% de su capacidad nominal para una vida útil de 25 años. Todos los rectificadores se instalarán fuera de área clasificada.

Todo el sistema de protección catódica debe ser diseñado para una vida útil de 25 años, esto incluye la provisión para la reposición de los ánodos galvánicos durante este tiempo, así mismo el sistema de protección catódica debe tomar en cuenta el tipo de revestimiento a usar, para las tuberías considerando su características de pérdida de revestimiento para 25 años y densidad de corriente del revestimiento.

El SPC contará con postes de medición de potencial uno por cada tanque a proteger. Para las tuberías, se usarán postes de medición de potencial repartidos convenientemente por toda la planta, de manera tal que garantice levantar los potenciales de las tuberías a proteger.

El calibre mínimo de los conductores a usar será #8 AWG para ánodos galvánicos y postes de medición, #6 AWG para positivos y #2 AWG para negativos. Estos calibres pudieran aumentar en función de la corriente circulante calculada. Las conexiones de los cables a las tuberías enterradas se harán mediante soldadura termofundente y aisladas convenientemente para evitar par galvánico.

Cuando las tuberías enterradas salgan a la superficie, se instalarán bridas aislantes o juntas monolíticas para aislar los tramos protegidos, de manera tal de evitar el drenaje de corriente por equipos u elementos externos. Todas las tuberías que salgan del área de la planta, tendrán juntas monolíticas o bridas aislantes a manera de limitar el alcance del SPC dentro de la planta.

El SPC deberá cumplir con los requisitos de potencial de polarización mínimo acorde con la norma NACE RP-0169, se deberá usar la última versión de la norma a la fecha del inicio de los trabajos.

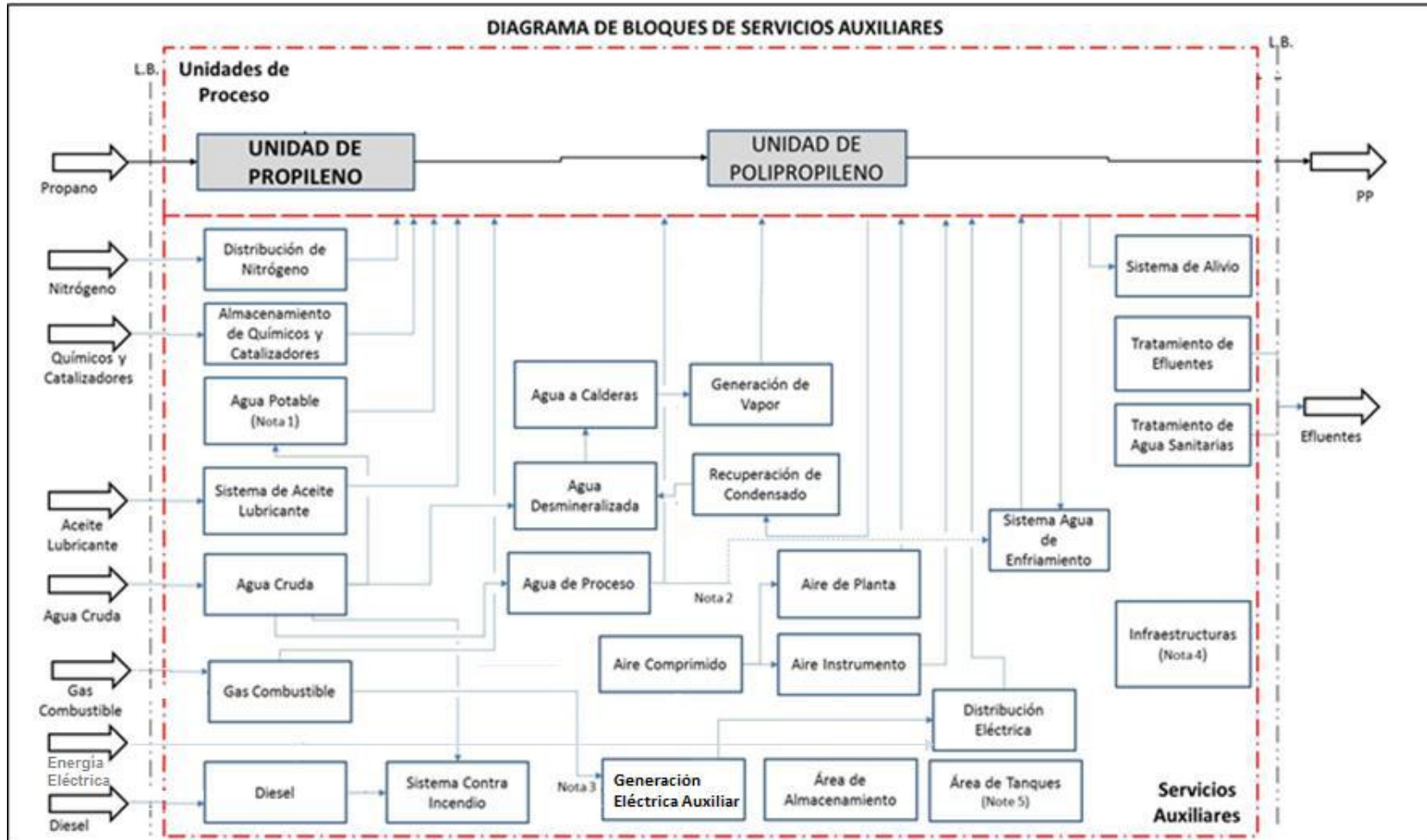
### **6.10 Sistema de Protección Descargas Atmosféricas**

El CONTRATISTA realizará los cálculos para determinar la necesidad de instalación de sistemas de descargas atmosféricas para áreas de tanques, áreas de proceso, subestaciones, salas de control, almacenes y edificios administrativos. Tomará como base la NFPA 70 y la norma API que corresponda a tanques y/o esferas según corresponda.

Es importante destacar que los análisis y resultados de los servicios auxiliares e infraestructura que se presentan en este informe deben considerarse preliminares, y deberán ser ajustados por el CONTRATISTA durante el desarrollo de la fase FEED, una vez se coordinen datos fundamentales asociados a los PDPs desarrollados por los Licenciantes.

### **ANEXOS**

- Diagrama de Bloque de Servicios





## TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

### Notas:

1. El agua potable será producida dentro de la instalación
2. Agua de reposición
3. Alimentación para el Sistema Eléctrico de Emergencia
4. Chequear la lista de Infraestructura de la Planta (secciones 6.4, 6.5 y 6.6)
5. Para el Área de Tanques será considerado como mínimo lo siguiente:
  - Tanques para servicios, subproductos, productos fuera de especificación, etc.
  - Esferas para materia prima, productos intermedios y fuera de especificación, etc.