	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
---	----------------------------------	--------------------

## ANEXO 1

### CONSIDERACIONES DE PROCESO PARA LA PLANTA CARLOS VILLEGAS

El presente documento se enfoca en las recomendaciones de proceso identificadas durante el desarrollo de la ingeniería básica del proyecto a cargo de YPFB y abarca los siguientes puntos:

- Análisis de perfil de presiones
- Conexión con drenajes
- Análisis del Sistema de Despresurización
- Estudio HAZOP

#### **DEFINICIONES**

- **CONTRATANTE:** Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB).
- **URM:** Proyecto de Remoción de Mercurio.
- **PSLRG:** Planta de Separación de Líquidos Rio Grande.
- **PSLCV:** Planta de Separación de Líquidos Carlos Villegas.
- **EPC:** Ingeniería, Procura y Construcción.
- **CONTRATISTA:** Compañía que resulte adjudicataria de la provisión y construcción de los emplazamientos.
- **PROVEEDOR:** Empresa que suministra o fabrica el material ADSORBENTE de los lechos rellenos de cada URM.

#### **1. Análisis de perfil de presiones**

La ingeniería básica del proyecto ha realizado análisis inicial para definir el impacto en el sistema existente ocasionado por el incremento en la caída de presión, debido a la inclusión de la URM.

Se recopilaron los siguientes datos relacionados a:

- Las condiciones de diseño y operación,
- Las alarmas de proceso y seguridad del sistema existente.

##### **1.1. Análisis de perfil de presiones PSLCV**

Durante el desarrollo del estudio de Ingeniería Básica se verificó el perfil de presiones de la sección de “Filtrado y Deshidratación de Gas de Alimentación” que corresponde al área impactada por la implementación del proyecto.

	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
---	----------------------------------	--------------------

Se ha identificado que durante ciertos casos operativos, la caída de presión adicional ocasionada por la URM podría impactar sobre las presiones requeridas aguas abajo en la planta. A través del trabajo de ingeniería básica, se identificó una caída máxima de presión de 8,0 psi para el lecho adsorbente según los valores reportados por los vendedores del material adsorbente. Este valor (8,0 psi) no incluye las pérdidas generadas en las tuberías de interconexión del sistema existente con los nuevos recipientes.

Para tener un valor referencial de las perdidas por tubería y lecho adsorbente se simuló hidráulicamente la URM (recipiente con adsorbente y tuberías de interconexión) considerando el trazado preliminar de las tuberías de interconexión.

El CONTRATISTA, como parte del alcance de sus trabajos, debe estimar la caída de presión en la URM basada en el diseño final de la misma (configuración definitiva de tendido de líneas y válvulas), considerando el análisis realizado en la ingeniería básica del proyecto. Este valor debe ser especificado al CONTRATANTE para que se tomen las previsiones operativas necesarias. Tal como se ha definido en el estudio de ingeniería básica, se estima que la caída de presión en la URM no debería sobrepasar los 10 psi. El CONTRATISTA debe trabajar en torno a este valor, buscando y asegurando que el diseño final de la unidad no sobrepase el mismo.

YPFB coordinará los ajustes operativos necesarios de presión en la alimentación de la planta en función de las definiciones del CONTRATISTA.


Es responsabilidad del CONTRATISTA confirmar que la propuesta emitida por el PROVEEDOR cumpla con la capacidad mínima de operación. Es decir, el CONTRATISTA debe corroborar que el flujo dentro de cada recipiente a presión será el adecuado (correcta distribución de flujo evitando channeling u otra falla de flujo) cuando la planta opere a su capacidad mínima (turndown) (25%).

## **2. Conexión con el Sistema de Drenaje Cerrado y Abierto**

Como parte del desarrollo de la Ingeniería Básica, se ha definido de manera preliminar, el ruteo referencial de líneas nuevas y los puntos de interconexión de cada URM con el respectivo sistema de drenaje de cada planta. En la PSLCV se deberán realizar dos interconexiones al sistema actual de drenaje cerrado de hidrocarburos y al sistema de drenaje abierto, manteniendo de esta manera la actual configuración y filosofía de operación de cada planta.

En los relevamientos realizados en la planta se identificó como punto más próximo de interconexión los colectores de drenaje abierto y cerrado de los deshidratadores, punto en el cual se podría realizar los tie-ins sin tener que recorrer distancias prolongadas y afectar la infraestructura actual de la planta.

Como tarea del CONTRATISTA, se debe revisar a detalle los sistemas existentes confirmando el ruteo y la ubicación exacta de los puntos de interconexión con los sistemas de drenajes existentes en las

	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
---	----------------------------------	--------------------

Plantas e identificando la metodología más adecuada para la liberación de los sistemas durante el paro programado de cada planta.

### 3. Análisis del Sistema de Despresurización

El CONTRATISTA debe evaluar los sistemas de despresurización existentes asociados al sistema ESD de la PSLCV en atención de la implementación de la nueva unidad de remoción de mercurio.

Las válvulas de purga (blowdown) están distribuidas por secciones en cada planta y sus respectivos orificios de restricción han sido dimensionados para controlar la velocidad de purga en el caso de la apertura de dichas válvulas (BDVs) luego del cierre de las válvulas de corte (SDVs) respectivas. Ante el incremento del volumen de purga en las respectivas secciones donde se implementan las nuevas unidades de remoción de mercurio, el flujo será modificado y debe evaluarse el impacto del incremento del volumen en los flujos de purga durante la ingeniería de detalle del proyecto.

En el caso de la PSLCV, entre los principales documentos a revisar durante la ingeniería de detalle se tiene:

- 8535-BQ-I03-E (Matriz Causa-Efecto)
- 8535-BQ-I03-H (Placas de orificio)
- 8535-BQ-I02-H (Válvulas de corte)
- 8535-BQ-I02-E (Filosofía de Parada de Emergencia y Despresurización)
- 8535-BQ-001-C (Calculo de antorcha y despresurización)


Las secciones impactadas corresponden a las áreas de fuego 4 y 5.

Los sistemas que deben ser revisados son aquellos cubiertos por (\*):

Nodo	BDV	Cierres de SDV/CV requeridos	PI&D	Equipos	Interlock
1	1014	SDV-0010 / 0147 / 1016 / 1086 / 1072	YPB10036-B-PID-101	F-101	I-002

(\*) Si la ubicación del punto de interconexión de la URM es modificada, deberá incluirse aquellos nodos que se vean impactados por la posición del tie-in point.

La válvula de blowdown BDV-1014 tiene asociada (aguas abajo) la placa de orificio RO-1015, que tiene un flujo máximo estimado de 353700 lb/h.

	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
---	----------------------------------	--------------------

Durante el diseño de la ingeniería de detalle del proyecto deben cumplirse los parámetros de diseño original de la planta estipulados en su respectiva base de diseño. De manera referencial se puede mencionar:

- Velocidad del fluido menor a 0,4 Mach en el colector principal y subcolectores.
- Velocidad del fluido menor a 0,75 Mach en las líneas de descarga individuales de las válvulas de seguridad y despresurización.
- Una máxima pérdida de carga permitida en las líneas de entrada a las PSV del 3% de la presión de tarado de las mismas, considerando el fluido a las condiciones de alivio que aplican en el diseño de cada PSV.
- Velocidad del fluido menor a 0,4 Mach en las líneas de entrada a las BDV, considerando el fluido a las condiciones de despresurización en caso fuego (presión de diseño del sistema y temperatura caso fuego).
- Los diferentes casos de despresurización se han calculado considerando una despresurización en 15 minutos desde la presión de diseño del sistema hasta 50% de la misma o 100 psig, dependiendo de cuál sea la menor, según la norma API 521.

#### **4. Estudio HAZOP**

Al inicio del estudio de ingeniería de detalle debe realizarse un Estudio HAZOP para verificar, conjuntamente con una tercera parte, cualquier posible medida adicional necesaria a ser implementada con el fin de precautelar la integridad operacional y de seguridad de la planta.

Sujeto a confirmación del CONTRATISTA de la etapa de Ingeniería de Detalle, se define un total de 12 diagramas (P&IDs) para PSLCV a ser revisados en la ejecución del estudio HAZOP, a cargo de una tercera parte (empresa externa al CONTRATISTA del proyecto).

Las modificaciones a la ingeniería del proyecto que se originen por los resultados entregados por el Estudio HAZOP deben ser implementadas por el CONTRATISTA, a su cuenta y costo.

#### **5. Sistema de Alivios**

Como parte del alcance de la ingeniería de detalle del proyecto deben también revisarse las contrapresiones en el sistema de alivios para verificar el dimensionamiento de las PSVs.

Como parte de la planificación de la etapa de Construcción, durante la etapa de ingeniería de detalle debe verificarse los puntos de interconexión de los alivios y venteos de la URM.

Se identifica que en el caso de la PSLCV resulta más oportuna la adición de un nuevo segmento bridado de tubería en el cabezal existente en la zona para interconectarlo con la brida existente; de tal forma que se reduzcan los trabajos en caliente (soldadura) en el sector.

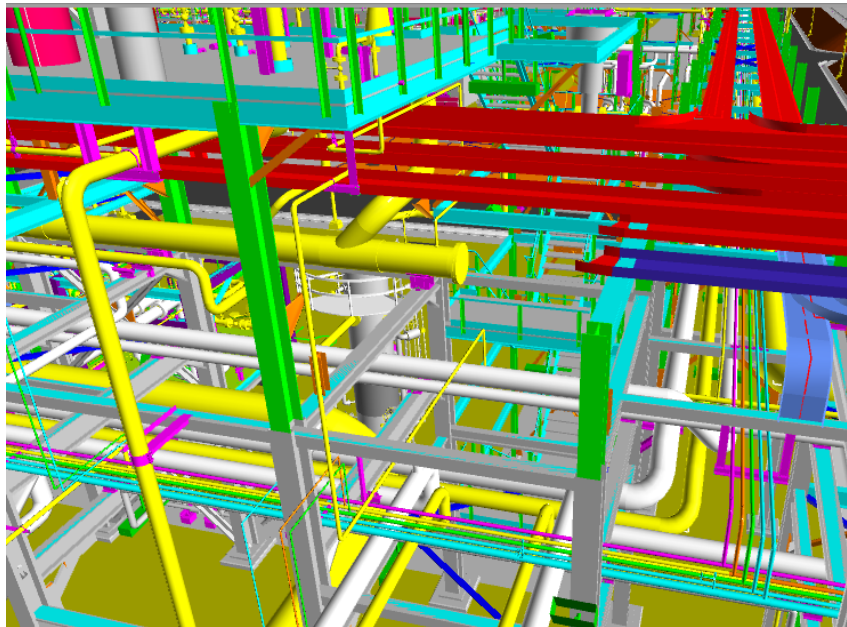


Figura 1. Configuración actual – Cabezal de antorcha PSLCV

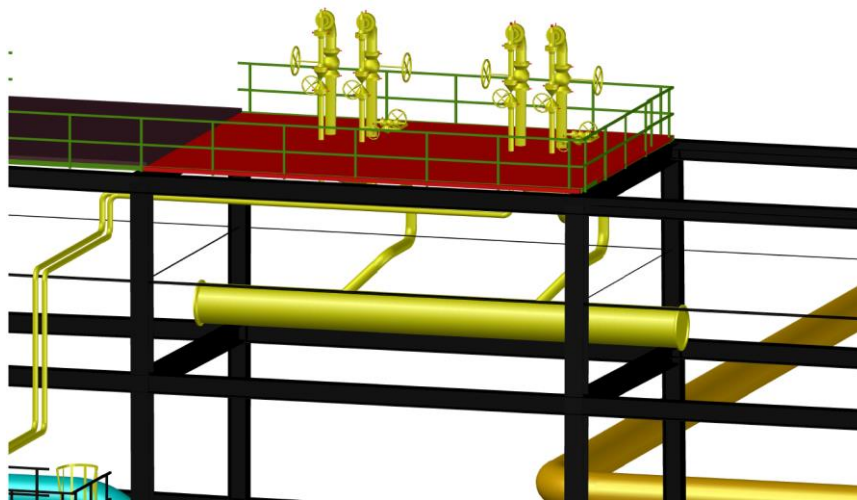



Figura 2. Extensión de segmento – Cabezal de antorcha PSLCV

El nuevo carrete (segmento) deberá contar con las conexiones necesarias de los alivios de la URM, debiendo también contar con la línea de gas de barrido (gas combustible) que debe ser trasladada desde su ubicación actual hasta un punto extremo de dicho carrete.

Debido a la configuración del sistema preliminarmente se consideró PSVs para cada lecho adsorbente, la disposición final resultara del análisis de la ingeniería de detalle y estudio HAZOP. En el caso que la configuración tenga PSVs para cada lecho se deberá analizar la necesidad de tener líneas independientes de descarga de cada juego de PSVs o tener una línea común de envío al colector de 24”.

	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
---	----------------------------------	--------------------

- 12-2-MEC-LT-10001 - MTO DE SISTEMA DE TUBERIAS PSLCV
- 12-2-MEC-DW-10001 - MAQUETA 3D URM-PSLCV

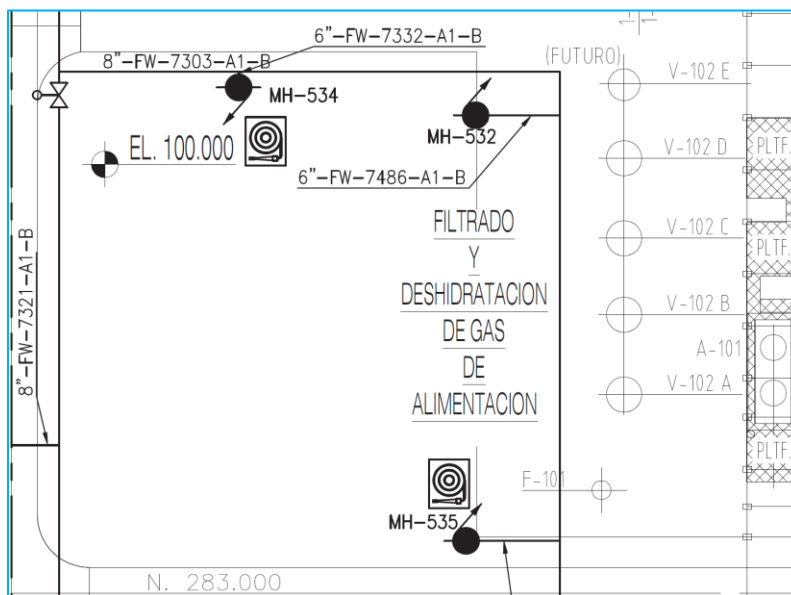
En ambas plantas debe planificarse detalladamente las actividades de interconexión de líneas durante el paro de planta considerando el tiempo reducido para los trabajos incluyendo los tiempos que YPFB requerirá para liberar líneas, más aun considerando las dimensiones de los sistemas, en especial la del sistema de alivio de cada planta.

Los analizadores de mercurio en línea cuentan con un sistema de purga continua, la cual de acuerdo al proveedor del equipo deberá evaluarse para interconectar dicha purga con el sistema de alivio o bien realizar un venteo a la atmosfera dependiendo de su volumen y en cumplimiento con la reglamentación ambiental de Bolivia.

## 6. Sistema de Protección Contra incendios

Las áreas de los sistemas de protección contra incendios impactadas por la implementación del proyecto también deben ser revisadas durante la siguiente etapa del proyecto. En el caso de la PSLCV, se vislumbra el requerimiento de monitores adicionales para proteger los dos nuevos recipientes a ser instalados y los deshidratadores actualmente instalados.

Se debe verificar la funcionalidad del monitor/hidrante MH-535 y en caso de ser necesario debe ser reubicado o reemplazado. Se prevé que, pese a la reubicación de dicho monitor, se requiera la inclusión de un nuevo monitor que proteja el lado norte de los nuevos equipos. Para tal caso, debe verificarse la capacidad y alcance del monitor MH-532 ubicado en dirección norte del área de implementación del proyecto.



**Figura 3. Ubicación hidrante/monitor MH-535 – PSLCV**

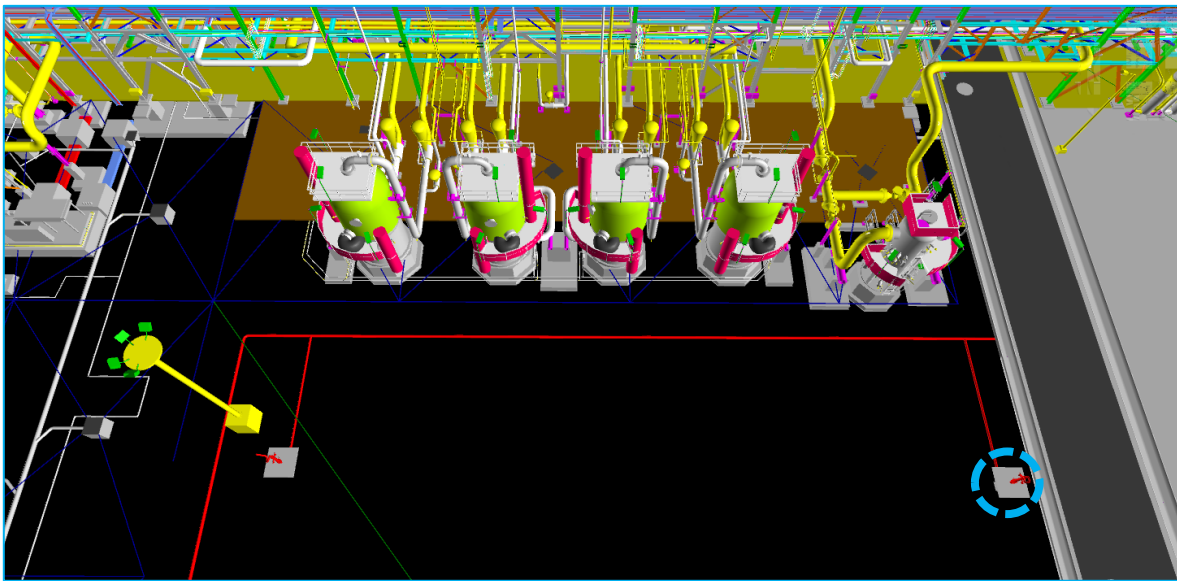


Figura 4. Ubicación hidrante/monitor MH-535 – Maqueta 3D - PSLCV

Todos los trabajos pendientes listados en el presente documento deben ser estudiados en la ingeniería de detalle e implementados en la etapa construcción del proyecto.

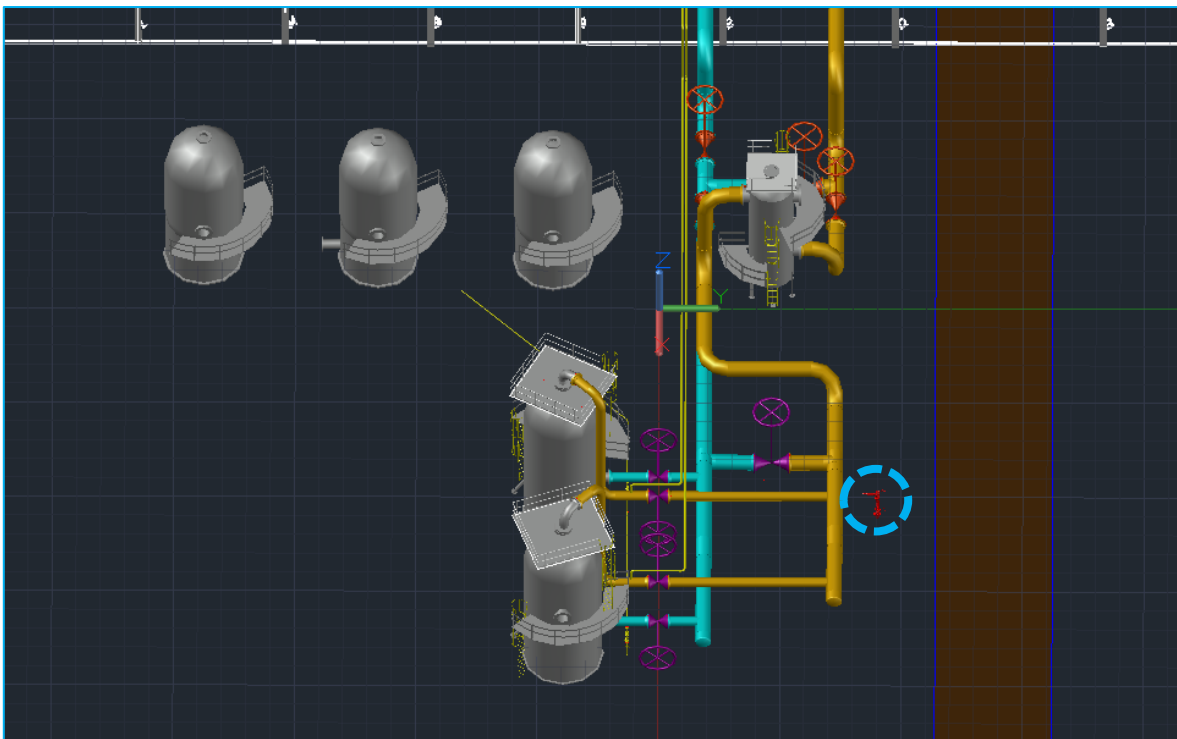



Figura 5. Posible interferencia Monitor MH-535 con URM – PSLCV

	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
---	----------------------------------	--------------------

## **7. Manipulación y Carguío de material adsorbente**

Se requiere que el adsorbente seleccionado por el CONTRATISTA sea adecuado para un método de carga en atmósfera libre (no controlada). El método de carga es un factor que tiene un valor importante desde el punto de vista de seguridad industrial dado que un adsorbente que no requiera el control de la atmósfera de carga reduce los riesgos de fuego y emanación de gases tóxicos en las instalaciones durante las operaciones de comisionado de la unidad.

### **Manipulación y Almacenaje de Adsorbente y material de soporte**

El cronograma de la fase IPC debe prever el arribo del material adsorbente con anticipación a las actividades de carguío, una vez que el adsorbente y el material de soporte (bolas cerámicas) llegan a cada planta se deben seguir las recomendaciones del proveedor para la manipulación y almacenaje del material, de manera general se mencionan algunas recomendaciones:


- El Adsorbente y el material de soporte (bolas cerámicas) se deben almacenar en los contenedores originales en los que se entrega sin abrir. Estos no deben abrirse antes de que se requiera su carga para evitar la contaminación del adsorbente. Se pueden almacenar afuera por hasta dos meses, pero deben estar protegidos contra el clima.
- Deben estar cubiertos para evitar la acumulación de agua de lluvia en la tapa de los tambores. Para ello se debe prever un galpón de almacenamiento para la llegada de los adsorbentes y material cerámico de soporte. Si se produce algún daño en alguno de los envases o algún derrame de material, el adsorbente se debe volver a embalar en un recipiente nuevo y sin daños.

### **Carguío de Adsorbente y bolas cerámicas**

Se debe planificar las actividades de carguío de catalizadores de manera que la limpieza interna del recipiente, la inspección tanto por el personal del proveedor y de YPFB y el carguío de las bolas cerámicas y catalizador se realicen de manera continua, se debe aclarar que la actividad de carguío de los lechos se debe realizar de manera ininterrumpida durante la misma jornada, si durante la jornada se pronostican precipitaciones pluviales se debe postergar la actividad hasta tener mejores condiciones climáticas, también se deberá contemplar contingencias de posibles precipitaciones durante la actividad de carguío para ello se deberá tener los materiales y accesorios necesarios para cubrir tanto los recipientes como tambores.

El proveedor del material adsorbente deberá proveer recomendaciones para el carguío del lecho, sobre esa base el contratista EPC deberá generar un procedimiento detallado para la actividad el cual debe ser enviado para aprobación con anticipación, en dicho procedimiento se deben adjuntar



	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
---	----------------------------------	--------------------

diagramas de carguío y planillas para llevar el registro de la cantidad de material por lecho, de manera general se realizan algunas recomendaciones para la actividad:

▪ **Pasos previos a ser revisados**

- El recipiente se ha limpiado y se mantiene bajo una atmósfera de aire respirable.
- El recipiente ha sido inspeccionado para verificar su conformidad con los planos y especificaciones.
- El colector de salida está instalado. La firmeza ha sido revisada.
- Se deberá marcar interiormente las alturas de cada lecho de acuerdo al diagrama de carguío presentado por el proveedor.
- Los tambores de adsorbentes y bolas de cerámica se almacenan cerca del adsorbedor. Las cantidades han sido verificadas.

▪ **Material Requerido**

- Dispositivos que permitan una entrada segura dentro del recipiente adsorbente (escalera, arnés de seguridad, detector de gas, etc.)
- Dos tolvas (aproximadamente de 2 m<sup>3</sup> de capacidad). Ambas deberán contar con una compuerta de paso que permita realizar la descarga del material una vez que se encuentre ubicada en la posición correcta, dicha compuerta deberá ser de un material que resista la carga en la tolva y debe tener las facilidades respectivas (rieles u otros que se vea conveniente) que permitan una fácil apertura.
  - Una permanecerá por encima de la brida superior (manhole) del adsorbedor (tolva estacionaria).
  - La segunda tolva (tolva transportadora) se llenará con adsorbente a nivel del suelo y se elevará a la parte superior de la tolva estacionaria. La tolva transportadora se vacía luego en la tolva estacionaria.
- Una grúa telescópica
- Un manga flexible que se fijará en la tolva estacionaria, para transferir el adsorbente dentro del adsorbedor. La manga debe tener la longitud adecuada de manera que permita descargar las bolas cerámicas a una altura no mayor a 30 cm, para evitar el daño de las mismas.
- Una plataforma temporal a nivel del suelo, para vaciar los tambores adsorbentes en la tolva transportadora.
- Instalaciones de iluminación, máscaras antipolvo, gafas, aparatos de respiración autónomos, overoles, etc.
- 2 montacargas.

Notas generales: se deberá tener especial cuidado en el espejo de la brida de la entrada de hombre al colocar escaleras y tolvas de carguío, para no dañar el mismo.

	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
---	----------------------------------	--------------------

▪ **Personal recomendado**

- 1 encargado
- 1 o 2 operadores de montacargas
- 1 operador de grúa
- 2 operadores en la parte superior del adsorbente (superior y/o interior)
- 3 operadores a nivel del suelo para manejar los tambores
- Supervisor de HSE

El personal y la organización en el sitio se deben adaptar para permitir una operación de carga sin interrupción.

▪ **Actividad de carguío**

- Previo al carguío de los lechos, el Ingeniero de Procesos de YPFB, el encargado de la actividad del CONTRATISTA y el PROVEEDOR deberán acordar la cantidad de tambores a ser introducidos por lecho, de manera que se vayan distribuyendo y acomodando cerca del recipiente para la actividad.
- Durante la actividad se deberá tener a mano el diagrama de carguío para el seguimiento.
- Durante la actividad se deberá llevar el registro de la cantidad de tambores que entra por lecho, dicho registro debe ser validado y rubricado por el encargado de la actividad del contratista EPC.


▪ **Finalización de la operación de carguío**

- Cuando se completa la operación de carga, el recipiente se purga y se inertiza con nitrógeno. Se estima que la operación de purga de nitrógeno toma medio día.
- Cuando el recipiente está inerte, se puede instalar el distribuidor (difusor) de alimentación, así como el codo superior.
- El recipiente se mantiene bajo atmósfera de nitrógeno, listo para la puesta en marcha.

**8. Internos de los recipientes (Adsorbedores)**

El CONTRATISTA debe garantizar el correcto diseño de los internos de los recipientes adsorbedores teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- **Distribuidor de entrada:** se debe garantizar la distribución uniforme del flujo a través del lecho adsorbente de manera que se eviten canalizaciones que afecten el buen funcionamiento del lecho. Se deben seguir las recomendaciones del proveedor del adsorbente.
- **Colector de salida:** debe estar dimensionado de manera que permita la salida sin obstrucción del gas de proceso y evite el paso del material cerámico de soporte, el colector debe estar diseñado para soportar la carga del relleno del adsorbedor.

 <p>La fuerza que transforma Bolivia</p>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	<b>RG-02-A-GCC</b>
---	----------------------------------	--------------------

- **Brida de extracción de adsorbente**: la brida deber estar orientada de manera que permita la máxima extracción posible, en el interior del recipiente la prolongación de la brida de extracción debe ser desmontable, de manera que, permita las inspecciones y limpieza interna durante la etapa de comisionado, la prolongación debe llegar al límite entre el material adsorbente y las bolas cerámicas, de esta manera, una vez realizada la apertura de la brida permita la extracción del adsorbente sin afectar las bolas cerámicas, para ello se deberá dimensionar en función a las alturas de los lechos propuestos por el Proveedor del Adsorbente.