

SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA PARA DISEÑAR UN SLUG CATCHER BAJO UN MARCO COMPLEJO

Cristina Szwed y Francisco Sánchez Carelli

TECNA

RESUMEN

En proyectos de diseño, construcción y montaje de instalaciones para el procesamiento de hidrocarburos uno de los factores claves es el tiempo. En la mayoría de los casos, el plazo de entrega es acotado y es fundamental seleccionar en forma temprana una correcta estrategia a seguir en cuanto a la provisión de los equipos principales.

El caso que detalla este trabajo refiere a la concepción y diseño de un separador de entrada a una planta compresora de Gas Natural que debía estar preparado para amortiguar un slug proveniente de los pozos productores. Este Slug-Catcher, debido a su gran peso y dimensiones, era uno de los equipos más importantes del proyecto y formaba parte del camino crítico del cronograma de la obra.

Este trabajo explica como se llegó a la estrategia final de diseño de este Slug-Catcher, que fue altamente satisfactoria ya que permitió que el mismo fuese uno de los primeros equipos en ser exitosamente montados en el sitio.

Al enumerar los potenciales inconvenientes y obstáculos que fueron previstos, se detallan conceptos sobre disponibilidad de materiales, limitaciones a las dimensiones por transporte y factores sociales y climatológicos y, principalmente, la importancia del trabajo integrado entre las distintas especialidades de ingeniería.

INTRODUCCION

Cuando fuimos asignados al grupo de trabajo que diseñaría los equipos de proceso para una Planta Compresora de Gas Natural, nuestra primer tarea fue ordenarlos en función de su grado de complejidad y dificultad, de modo de saber donde poner nuestros primeros esfuerzos.

- Los compresores seguían un camino independiente con otro grupo de expertos en la materia que ya estaban trabajando desde hace tiempo.
- El separador de salida, si bien por su elevada presión de operación podría presentar problemas, era un equipo del cual había sobrados antecedentes, por lo que no representaba un gran obstáculo.
- La deshidratación se realizaría en una Planta de Ajuste de Punto de Rocío existente a pocos kilómetros de esta compresora.

Acotados estos equipos, el desafío se nos presentó con el slug-catcher. Su considerable volumen, su elevada presión de diseño y experiencias de otras obras pasadas no muy satisfactorias hicieron que de inmediato le prestemos a este equipo una atención muy particular.

DESARROLLO

Ante la necesidad de mitigar el impacto que podía acarrear la presencia de un bolsón de líquido sobre la operación de una planta compresora de Gas Natural se requirió la instalación de un recipiente separador y amortiguador de dichos slugs.

La locación estaba ubicada en el Yacimiento Ramos, operado por Pluspetrol Energy S.A., ubicado en la Provincia de Salta, en el noroeste de la República Argentina. Las condiciones de ingreso a la planta variaban en el tiempo fijándose como límites los siguientes:

	CONDICION 1	CONDICION 2
Caudal de Gas de Entrada a Planta	4,6 MMSCMD	3,7 MMSCMD
Presión de Operación de Entrada a Planta:	45 kg/cm ² (g)	13 kg/cm ² (g)
Temperatura de Operación de Entrada a Planta	48°C	48°C
Volumen de Slug Esperado	12 m ³	25 m ³

Las condiciones de diseño fueron determinadas por el cliente en función de las variables de operación en los siguientes parámetros:

Presión de Diseño	56 kg/cm ² (g)
Temperatura de Diseño	65°C
Mínima Temperatura de Diseño del Metal	-2°C
Sobreepesor de Corrosión	3,2 mm

El principal desafío era el acotado plazo para la puesta en marcha de la instalación, potenciado por las adversas condiciones climáticas pronosticadas durante la etapa de montaje en sitio (lluvias, principalmente) y las características geográficas del sitio.

Este Slug-Catcher, debido a las dimensiones que podría tener y a su elevado costo, se había fijado como uno de los equipos de mayor plazo de entrega y formaba parte del camino crítico del cronograma de obra.

La primera alternativa considerada fue la de construir un separador cilíndrico horizontal (bajo Código ASME VIII Div.1) diseñado mediante el criterio de sedimentación gravitatoria sin internos (ley de Stokes) con un tamaño de partícula máxima retenida de 300 micrones¹. El equipo seleccionado tenía las dimensiones indicadas en la figura 1.

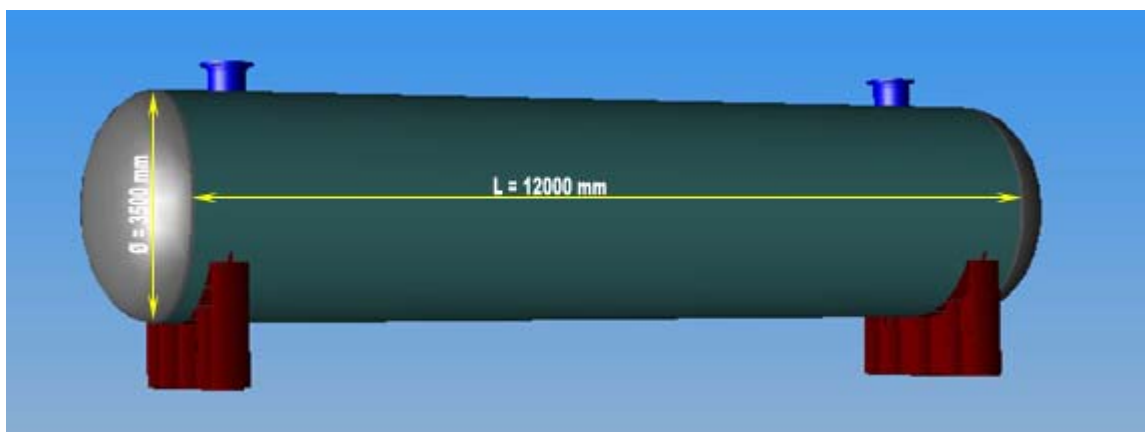


Figura 1

Dimensiones del Slug Catcher concebido como un único separador cilíndrico horizontal
Diámetro Externo = 3500 mm
Longitud = 12000 mm

Con estas dimensiones y fijadas las condiciones de diseño, el espesor resultante era tres pulgadas². Este valor no sólo implicaba un desafío en cuanto a la complejidad en la construcción y al transporte (su peso era aproximadamente 120 toneladas), sino que volvía impracticable la fabricación dentro de los plazos establecidos para el proyecto ya que dicho espesor de chapa no estaba disponible en el país.

Debido a esto, se debió pensar en un diseño alternativo que permitiese su fabricación, transporte y montaje en obra dentro de los plazos del proyecto.

Para ello se recurrió a un Slug-Catcher Tipo Dedos (Finger Type), diseño constituido por una serie de caños de gran diámetro ubicados en paralelo cuyo arreglo prevé una ligera pendiente, de modo de permitir que la sección de caño ubicada en la zona de menor altura oficie de receptáculo de líquidos y la ubicada en la zona de mayor altura ofrezca el área transversal adecuada para la separación del gas-líquido.

En la figura 2 se observa esquemáticamente un Slug-Catcher Tipo Dedos como el descrito. Como código de diseño, contando con la aprobación del cliente, se seleccionó el ASME B31.8 con un factor F de 0,5³.

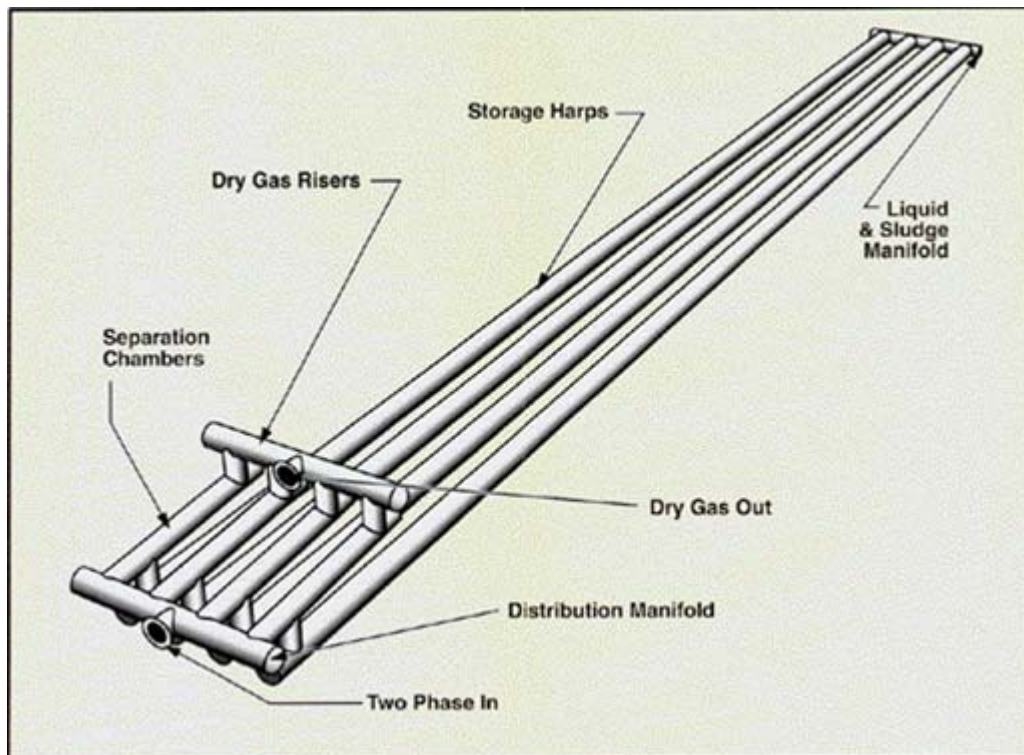


Figura 2
Esquema de un Slug-Catcher Tipo Dedos

Debido al ya mencionado estricto plazo de obra, se seleccionó el caño en función de la disponibilidad de los fabricantes. Luego de la verificación mecánica correspondiente se decidió utilizar caño de 36" y de material API 5L Gr. X52 con espesor 17,5 mm, (disponible en plaza para entrega inmediata).

Para obtener la misma eficiencia de separación que se había obtenido con el separador cilíndrico horizontal (utilizando el mismo criterio, es decir sedimentación gravitatoria), el resultado del cálculo para un Finger-Type fue el siguiente:

- Cantidad de dedos: 4
- Largo de cada dedo: 21 metros
- Pendiente de cada dedo: 6 metros a 1:25 y 15 metros a 1:100

Esta configuración, sin embargo, resultó inviable desde el punto de vista de la logística, ya que una curva cerrada en el camino de acceso al lugar de implantación determinaba una longitud máxima de transporte de 14 metros.

Para subsanar este inconveniente, se pensó en la provisión de cada uno de los cuatro dedos en dos tramos, los cuales se soldarían en obra. Dentro de las desventajas que se le encontraron a esta opción se pueden mencionar que la realización de cuatro costuras de 36" requería un trabajo de nivelación de terreno importante para llevar a cabo un trabajo exitoso. A su vez, la poca disponibilidad de soldadores calificados para dicha tarea en obra y que los trabajos de soldadura debían realizarse durante la etapa de lluvias, lo que aumentaba considerablemente el riesgo de atrasos.

Por lo antedicho se consideró utilizar uniones bridadas en vez de costuras en obra, pero el prolongado plazo de entrega de las bridas de 36", sumado a su elevado costo, volvían a tornar el diseño en poco viable.

Ante este nuevo desafío, se pensó en una integración entre el concepto de separador cilíndrico horizontal y el Slug Catcher tipo Finger.

De esta manera se concibió un equipo constituido por un dedo superior diseñado bajo las consideraciones de sedimentación gravitatoria y otro debajo de éste que actúa como acumulador de los líquidos separados en el dedo superior.

Para permitir que un caño de 36" oficiase satisfactoriamente como separador se debió dividir el flujo de ingreso a planta. Realizando los cálculos pertinentes se concluyó que con cuatro dedos de 36" y 6 metros de largo se lograba la separación deseada. Cada dedo tenía una entrada de 20" y una salida de 18". Aguas arriba del equipo un colector común dividía el ingreso de gas a cada dedo y aguas abajo, en otro colector, se unían las cuatro descargas gaseosas⁴.

Finalmente, para la acumulación del líquido se seleccionaron cuatro dedos (uno debajo de cada dedo separador) de 12 metros de longitud que cumplieran con el volumen de almacenaje del slug requerido.

Para garantizar un movimiento natural del fluido en cada dedo, se especificó que el dedo superior tenga una pendiente de 1:100 hacia la salida de gases y el inferior 1:100 hacia la salida de líquido (es decir, pendientes en sentidos opuestos). A su vez, se decidió ubicar la salida de líquidos del dedo inferior (fijada en 12") hacia abajo, en el extremo más alejado de la unión con el dedo superior. Finalmente, un colector de líquidos de 12" unido simultáneamente a los cuatro barriles inferiores operaba así como ecualizador de líquidos.

En conclusión, la configuración final adoptada fue:

- Cantidad de dedos: 4
- Largo de cada dedo superior: 6 metros
- Largo de cada dedo inferior: 12 metros
- Pendiente de cada dedo: 1:100 desde la unión de los dos dedos

Como complemento, para poder permitir el alivio de los gases contenidos en el dedo inferior cuando el mismo se esté llenando, se debió instalar una línea de 12" de ecualización entre ambos barriles (dicha línea no formó parte del equipo y fue realizada con el resto del piping de la instalación).

En la Figura 3 se detalla la configuración final de cada uno de los dedos del Slug-Catcher.

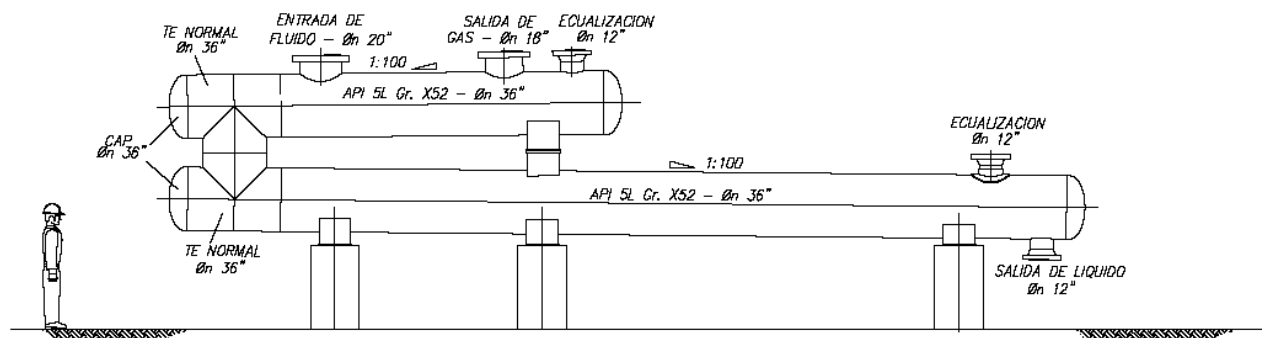


Figura 3
Configuración de cada dedo del Slug Catcher

En la figura 4, se detalla el movimiento de fluidos dentro del equipo. Este esquema se realizó sobre una fotografía del equipo tomado luego de ser montado en la obra.

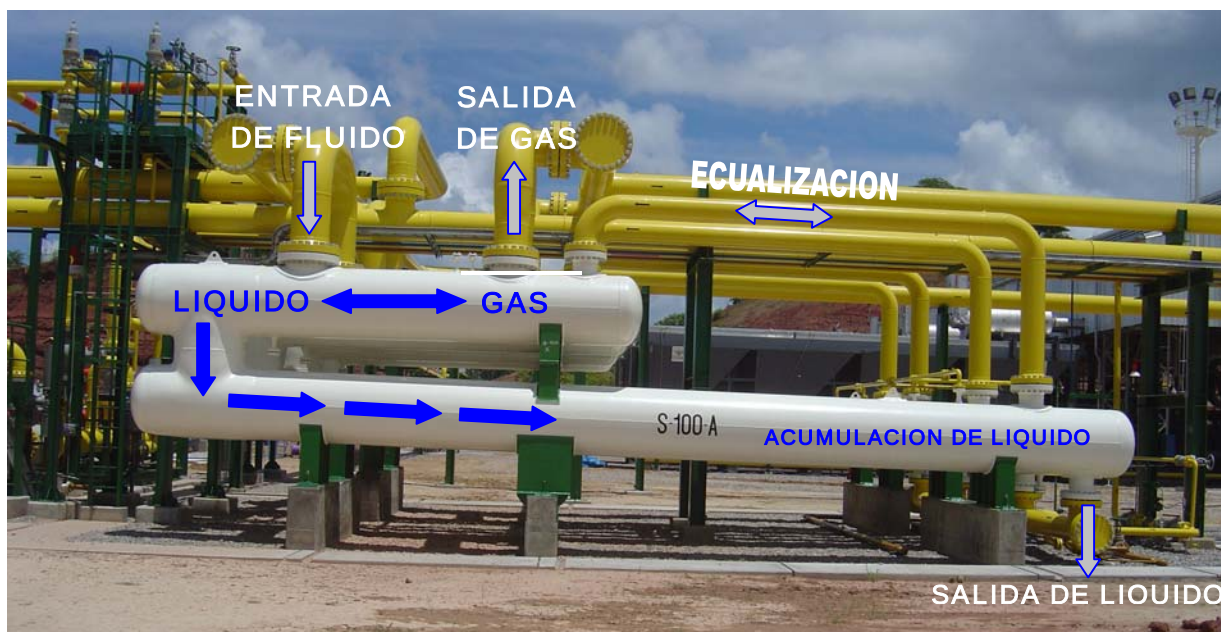


Figura 4
Movimiento de Fluidos dentro del Slug Catcher

Esta última configuración satisfacía todos los requerimientos técnicos, podía ser transportado en una sola pieza (evitando uniones en obra) y, sobre todo, permitía construirse dentro de los acotados plazos del proyecto.

Las figuras 5 y 6 muestran el equipo durante la etapa de operación de la planta.



Figura 5

Slug-Catcher durante la etapa de operación



Figura 6

Slug-Catcher durante la etapa de operación

CONCLUSIONES

Frente al desafío que reviste el diseño de un equipo con estas características, deben analizarse en forma temprana los múltiples factores y fases involucradas, los cuales podrían obstaculizar el desarrollo del proyecto aumentando el riesgo de atrasos e insatisfacción del cliente.

Los siguientes son los principales factores que fueron tenidos en cuenta en este proyecto. Son fundamentales en cualquier instalación y no deben ser descuidados, siendo de destacar que en proyectos de plazos reducidos cada uno de ellos resulta vital para detectar y reducir los caminos críticos:

Disponibilidad de materiales en stock en el momento del diseño: descuidar este aspecto puede llevar a una considerable pérdida de tiempo y recursos. El contacto fluido con proveedores de materiales permite el desarrollo de una ingeniería sobre base real evitando configuraciones de construcción impracticable.

En este proyecto fue clave identificar la no disponibilidad de chapa de 3" y la sí disponibilidad de caño de 36".

Dimensiones máximas para transporte: conocer esta limitación desde el comienzo del proyecto es clave, pues identificarla tardíamente puede implicar la necesidad de invertir muchas horas para rehacer ingeniería o, peor aún, realizar intervenciones mayores sobre un equipo ya fabricado.

En este proyecto conocer las dimensiones máximas para transporte debido a las limitaciones de los caminos del lugar de emplazamiento nos permitió orientar el diseño hacia uno cuya longitud resultante permitiera el transporte en una sola pieza.

Dificultades para trabajos en obra: prever con anticipación los factores climatológicos y sociales que existirán en la obra durante la etapa de montaje facilita la selección de una estrategia adecuada de fabricación.

En este proyecto, minimizar la realización de soldaduras en obra fue clave para seleccionar la estrategia adecuada.

El desarrollo de este trabajo apunta a destacar la importancia del análisis de todos los factores que intervienen en las etapas de un proyecto (diseño conceptual, diseño de detalle, materiales, logística, locación, etc.) remarcando las ventajas que aporta el trabajo integrado de todas esas áreas.

El trabajo en un equipo multidisciplinario e integrado permitió llevar adelante una estrategia que luego fue posible plasmar en un diseño real permitiendo la fabricación, despacho y montaje dentro de ajustados plazos de proyecto de un equipo altamente crítico para la ejecución de obra y puesta en marcha.

Tener presente estos conceptos fue fundamental para el éxito del diseño de este Slug-Catcher y su consideración debe ser algo cotidiano en cualquier tipo de proyecto. En muchas oportunidades, descuidar estos factores en una etapa temprana de diseño trae acarreados atrasos durante las etapas más críticas, como las de fabricación y montaje.

¹ Para mayor detalle sobre esta metodología de cálculo ver API RECOMMENDED PRACTICE 521 sección 5.4.2.1

² Se consideró el uso de chapa SA-516 Gr.70 normalizada

³ Ver ASME B31.8, sección 841.114

⁴ El piping de entrada y de salida al equipo debió realizarse en forma simétrica de modo de asegurar igual caudal de ingreso a cada uno de los cuatro dedos