
Trabajo 53

PLANTA DESCARBONATADORA LOMA LA LATA: DISEÑO Y EXPERIENCIAS DE OPERACIÓN

Pablo Boccardo - Gustavo Guruchaga
Tecna S. A.

Abstract

El presente trabajo resume las consideraciones empleadas en las etapas de diseño, fabricación, montaje y puesta en marcha de la Planta Descarbonatadora Loma La Lata. Además se analizarán los resultados de la inspección hecha a los dos años de funcionamiento de la misma.

La Planta Descarbonatadora Loma La Lata guarda estrecha relación con el proyecto MEGA, ya que reduce el contenido de dióxido de carbono de la corriente procedente de pozos que formará parte de la alimentación a la planta de turboexpansión, con el objeto de evitar problemas por congelamiento debido a su presencia.

El alto caudal de gas a tratar (10 MMSCMD), el alto grado de remoción de dióxido de carbono (desde una concentración inicial en el gas del 5% molar hasta una concentración final del 0,1%), y la alta circulación de amina pobre requerida para lograr la especificación buscada (2300 gpm) hacen de esta unidad la de mayor tamaño en su tipo instalada en el país hasta la fecha.

Su construcción, casi íntegramente desarrollada en Argentina, se basó en ingeniería de detalle local. Por sus características, posee equipos de gran tamaño, que requirieron diferentes tipos de soluciones.

La capacidad de la planta en cuestión justificó durante la etapa de diseño una serie de evaluaciones tendientes a la optimización del esquema de proceso y su control automático; las decisiones derivadas de los análisis efectuados serán presentadas en este trabajo.

Asimismo, es dable destacar la ingeniería y logística desarrollada para la integración de esta planta con las instalaciones de procesos y servicios existentes. Se presentarán los tópicos más destacados en este aspecto.

Introducción

La unidad se encuentra emplazada en la provincia de Neuquen, donde el clima es caluroso durante el verano, y de relativamente bajas temperaturas en la temporada invernal. De ahí que tuvieron que tomarse recaudos al respecto. De idéntica manera, las limitaciones en cuanto al tamaño máximo de los equipos que podían fabricarse en la Argentina llevó a buscar soluciones desde el punto de vista de la ingeniería, tal como es el caso de la utilización de tres torres contactoras de amina.

Se dividirá esta presentación de acuerdo a los distintos ítem que se fueron presentando y que requerían de una solución, sin que ello implique un orden de dificultad o importancia.

Selección de la Amina

Debido a los requerimientos de salida del gas tratado: CO₂ menor a 0,1% molar, se debió seleccionar un solvente formulado basándose en MDEA (Metil Dietanol Amina).

Se estudiaron los distintos solventes disponibles en el mercado y se diseñó la planta para operar con cualquiera de ellos. Se definieron las condiciones de diseño de los equipos principales seleccionando los valores máximos requeridos por cada solvente.

Para la operación de la planta se adoptó uno de ellos, luego de una etapa de análisis, que incluyó consultas con especialistas y operadores de distintas plantas en EEUU. Asimismo se tuvo en cuenta el servicio posventa que debía incluir la realización de visitas periódicas de los representantes de la firma proveedora como también los análisis de muestras para determinar el estado del solvente y detectar posibles problemas.

Sección de Entrada y Salida de Gas

Para el diseño de la sección de entrada se debieron enfrentar varios aspectos para el diseño de los equipos que componen esta sección a los efectos de proteger la calidad de la solución de amina y poder mantener la reacción de absorción dentro de los parámetros de control:

La temperatura del gas que ingresaba a la planta estaba por encima de los 50° C debido a que el reservorio de producción se encuentra a muy alta temperatura

El gas proviene de un yacimiento con alto contenido de hidrocarburos pesados (C₅+ mayor a 0.95 % molar). Estos hidrocarburos condensan en las distintas fases de separación y a lo largo de las cañerías de captación del yacimiento

Algunas unidades separadoras están equipadas con compresores alternativos que contaminan el gas con aceites lubricantes.

El primer aspecto mencionado se resolvió utilizando un aerofriador de gas existente en la planta de ajuste de punto de rocío, el cual fue verificado para las nuevas condiciones, para mejorar el control de temperatura de salida de gas se lo equipó con variadores de velocidad en los motores de los ventiladores. En este caso no se pudo emplear un intercambiador gas / gas en esta sección debido a la alta temperatura de ingreso del gas.

Para resolver estos dos últimos aspectos se instaló aguas abajo del aerofriador de entrada un separador de tipo horizontal equipado con un eliminador de niebla de alta eficiencia, y luego un filtro coalescedor vertical, equipado con cartuchos de poliéster y polipropileno; este equipo también está diseñado para retener sólidos que no puedan ser retenidos en el separador de entrada.

En el caso de la sección de salida, se debieron cuidar los aspectos referentes a evitar problemas en la planta de ajuste de punto de rocío, que opera con Monoetilenglicol, minimizar

las pérdidas de solución de amina, y evitar el arrastre de la misma a los equipos ubicados aguas abajo.

Las torres contactoras están equipadas con eliminadores de niebla de alta eficiencia. El gas dulce de salida fue conducido primero a un aerofriador para bajarle la temperatura, y luego a un separador de gas dulce, en el cual se recuperaba solución acuosa de amina que era enviada al tanque flash. Este separador es de tipo horizontal y tiene suficiente volumen como para contener el inventario (holdup) de una de las torres contactoras.

Torres Contactoras

Debido a los plazos manejados para la obra, y de acuerdo también con las posibilidades de construcción de equipos en la Argentina, uno de los primeros y principales inconvenientes fue el del tamaño que debía tener la torre contactora de amina para poder procesar los 10 MMSCMD de gas a endulzar. La capacidad de rolado de chapa de los talleres disponibles impedía fabricar una única columna, por lo cual se debió recurrir a una solución de tres unidades, cada una de las cuales procesaría una tercera parte del caudal total de gas, y para que trabajaran en idénticas condiciones, también tomaran una tercera parte de la circulación total de solución de amina.

Ahora bien, para lograr distribuir equitativamente los caudales de gas y líquido, una alternativa es la construcción de cañerías simétricas, bastante complicadas para una configuración con tres equipos. Además, tanto la entrada y salida del gas como las del líquido difieren debido a la absorción producida, lo que lo hacía más difícil aún. De ahí que se instalaran controladoras de caudal en cada una de las derivaciones, tanto de gas como de líquido; si bien esto encarecía la provisión, aseguraba mayor uniformidad en el tratamiento, ya que debía garantizarse una remoción profunda, hasta el 0,1% molar.

La determinación del set point de los controladores de caudal de gas individuales de cada torre se realiza manualmente a partir de los datos medidos a la entrada.

Para lograr una adecuada operación minimizando la formación de espuma se instaló aislamiento en la parte inferior de la torre. Por otra parte se instalaron sensores de temperatura en distintos platos para monitorear los perfiles de temperatura que permiten dar indicación temprana de la formación de espuma.

Tanque Flash

El tanque flash diseñó para poder manejar espuma e hidrocarburos arrastrados por la amina rica. Se le dio un tiempo de residencia de alrededor de 10 minutos para asegurar la separación del gas y el hidrocarburo arrastrados desde las torres contactoras. El hidrocarburo líquido separado se retira en forma manual mediante válvulas ubicadas a distintas alturas.

La salida de gas atraviesa una torre rellena por la cual circula amina pobre para despojar al gas de CO₂ y poder quemarlo en la antorcha

Reboilers de la Torre Regeneradora

Debido a la alta recirculación, de 2300 gpm, la torre regeneradora de amina es de gran tamaño (su diámetro es de 3,66 metros), y el calor a aportar en el reboiler es también considerable. La mejor configuración de estos equipos, para evitar zonas de amina estancas en donde ésta pueda degradarse por alta temperatura, es del tipo termosifón o once through.

La solución encontrada entonces para este caso fue instalar dos reboilers verticales, y se utilizó una configuración simétrica para las cañerías de entrada y salida, de manera tal de tener distribuido en forma pareja el aporte de calor.

De esta manera se evitó elevar en exceso una torre ya de por sí bastante alta.

Bombeo de amina pura

Otro de los problemas que hubo que solucionar fue el de permitir bombear la amina pura durante el período invernal, de bajas temperaturas. Si bien el tipo de amina utilizada se congela a unos -34°C , la viscosidad es alta y aumenta considerablemente por debajo de los 20°C (en ese punto, el valor de la viscosidad para la amina utilizada es de 277 cp).

La solución fue incorporarle al tanque de amina pura un serpentín para calefaccionar con aceite térmico. Pero surgió otro inconveniente: el hecho de que la amina usada se degrada con temperaturas por encima de los 127°C (para el total de la masa) y 163°C para la temperatura de piel de tubo. De ahí que se utilizara el aceite térmico que proviene del reboiler, una vez que ya intercambió calor con el fondo de la torre regeneradora, de donde sale a 135°C . De esta forma se pueden minimizar los efectos de una posible degradación térmica de la amina, si está acompañado de una operación correcta.

Bombas principales de circulación de amina

Debido a la gran circulación de amina, las bombas utilizadas para este servicio poseen motores de gran potencia (cada una de ellas tiene un motor de 1300 HP). Esto obligó a la instalación de una subestación transformadora de 33KV a 6,6kV para trabajar con motores de tamaño adecuado para este tipo de potencia. Estas bombas trabajan con arranque directo.

Las bombas principales instaladas son de tipo multietapa partida horizontalmente con doble voluta. Se la equipo con sistemas de detección de pérdidas en los sellos, detectores de vibración y protecciones por baja y alta presión para asegurar un funcionamiento dentro de los parámetros de seguridad que requieren este tipo de plantas.

Hornos de aceite térmico

Dado que la cantidad de calor a entregar en los reboilers de la torre regeneradora de amina es muy grande, se optó por una solución de tres hornos iguales funcionando en paralelo para poder transportarlos y montarlos adecuadamente.

Se estudiaron otros fluidos de calentamiento alternativos: vapor y agua, pero debido a la necesidad de instalar sistemas auxiliares de tratamiento de agua se optó por el empleo de Aceite térmico que permite operar dentro de los parámetros recomendados de temperatura que evitan la degradación de la amina.

Filtración de Amina Pobre

En el caso de la filtración se optó por realizar el filtrado de una parte del caudal (15%) debido a la gran masa de solución circulante que hacía impracticable poner equipos de filtración para el flujo total. Este punto fue aceptado por el proveedor de amina debido a que es una práctica operativa habitual, y no se ve perjudicada la calidad del producto por una baja tasa de filtración.

Se emplearon tres filtros en serie. En primer lugar un filtro de partículas que retiene sólidos producto de la corrosión, luego un filtro de carbón activado que retiene hidrocarburos pesados y productos de degradación que contaminan la amina, y por último un filtro de partículas que retiene los sólidos finos de carbón que puedan escapar del filtro anterior.

El carbón activado empleado es del tipo granular bituminoso, con bajo contenido de cloruros y fosfatos, de tamaño mesh 8 x 30.

Paquetizado

Para facilitar el montaje y minimizar los trabajos de soldadura en obra, se intentó paquetizar los equipos y cañerías dentro de módulos. Pero debido al gran tamaño de cada uno de los equipos, algunos de ellos debieron partirse en dos secciones para luego unirlos en planta, debido a las posibilidades de transporte (es el caso del módulo de aceite térmico y el módulo de bomba booster y precalentamiento de Amina).

Aeroenfriadores

También en el caso de los aeroenfriadores debieron construirse varias bahías debido a las posibilidades de transporte. Por ejemplo, el enfriador de amina regenerada A-303 consta de 12 bahías. Esto también conllevó un complejo diseño del control automático de la temperatura de salida, ya que uno de cada dos motores de los ventiladores posee variador de velocidad.

En el caso del enfriador de amina se tuvo especial cuidado en el control de temperatura de salida de la amina, ya que esta corriente que se envía a la torre contactora debe estar entre 3 y 5 ° C por encima de la temperatura de entrada del gas para evitar condensación de hidrocarburos dentro de las torres contactoras.

Montaje de equipos

Dado el gran tamaño de los equipos involucrados, y el hecho de que esta planta se montó dentro de un predio donde ya existía una unidad de tratamiento de punto de rocío, el montaje de dichos equipos no resultó una tarea sencilla. Se elaboró una lista de ordenamiento de montaje,

de manera tal que siempre fuese posible utilizando las grúas disponibles acceder a la zona donde los equipos debían ubicarse, sin grandes obstáculos.

Integración con instalaciones de proceso y servicios existente

Debido a que, como anteriormente se dijo, la planta se montó dentro de un predio con instalaciones existentes, se trabajó en la integración de la nueva unidad con dichas instalaciones.

Por ejemplo, se hizo un estudio de despresurización completo de la unidad para evitar que cualquier superposición de eventos pudiera provocar el venteo de un caudal superior al de diseño del sistema de venteos a antorcha.

Por otro lado, para el sistema de drenajes abiertos de hidrocarburos, se colocó un pulmón (V-102) previo a su envío al tanque sumidero de drenajes existente (V-21).

Y también se utilizaron equipos de proceso ya instalados, como es el caso del aerofriador de entrada de gas.

Los drenajes que contienen aminas fueron segregados de los drenajes de hidrocarburos para permitir su reutilización.

Inspección efectuada a los dos años de operación

A los dos años de operación de la planta, se efectuó una parada programada que permitiera realizar una serie de tareas de mantenimiento, como así también una inspección general de los equipos principales que forman parte de la misma.

En lo que hace a las torres contactoras, el estado en general de las mismas resultó bastante bueno (se pudieron inspeccionar las torres T-501 B y C). El ensayo de espesores de las envolventes dio buenos resultados, como así también los platos de la mitad superior de cada una de ellas, encontrándose corrosión superficial y subsuperficial en los platos de la mitad inferior, cosa esperable debido a que la mayor parte del dióxido de carbono se absorbe en esta zona. En cuanto a los otros componentes (vertederos, rebalses, colectores, bulonería) se encontraron en buenas condiciones.

En cuanto a la torre regeneradora de amina, el ensayo de espesores dio resultados satisfactorios, encontrándose corrosión en la parte superior debido a la presencia de vapores de CO₂ más agua. La inspección de platos también dio resultados satisfactorios, más allá de algunos materiales (carbonato de hierro) depositados sobre los mismos y que fueron removidos con un cepillo.

Otra zona crítica de la planta está representada por las válvulas controladoras de nivel de las torres contactoras, donde se encontró que los asientos, cuerpo y bridas presentaban un aspecto normal, y los obturadores un lógico desgaste debido a la acción corrosiva y erosiva del CO₂ desprendido al bajar la presión.

En cuanto a los hornos de aceite térmico, no se observaron deformaciones, cáscaras ni otras alteraciones en los tubos. El desgaste propio del uso intensivo motivó el reemplazo de U-

bolts de sujeción de tubos, y el refuerzo de las mantas de la zona convectiva, además de reparación de material refractario desprendido en el piso.

La inspección general de espesores de equipos también dio resultados satisfactorios. Otra zona crítica de la planta está representada por las válvulas controladoras de nivel de las torres contactoras, donde se encontró que los asientos, cuerpo y bridas presentaban un aspecto normal, y los obturadores un lógico desgaste debido a la acción corrosiva y erosiva del CO₂ desprendido al bajar la presión.

En cuanto a los hornos de aceite térmico, no se observaron deformaciones, cáscaras ni otras alteraciones en los tubos. El desgaste propio del uso intensivo motivó el reemplazo de U-bolts de sujeción de tubos, y el refuerzo de las mantas de la zona convectiva, además de reparación de material refractario desprendido en el piso.

La inspección general de espesores de equipos también dio resultados satisfactorios.

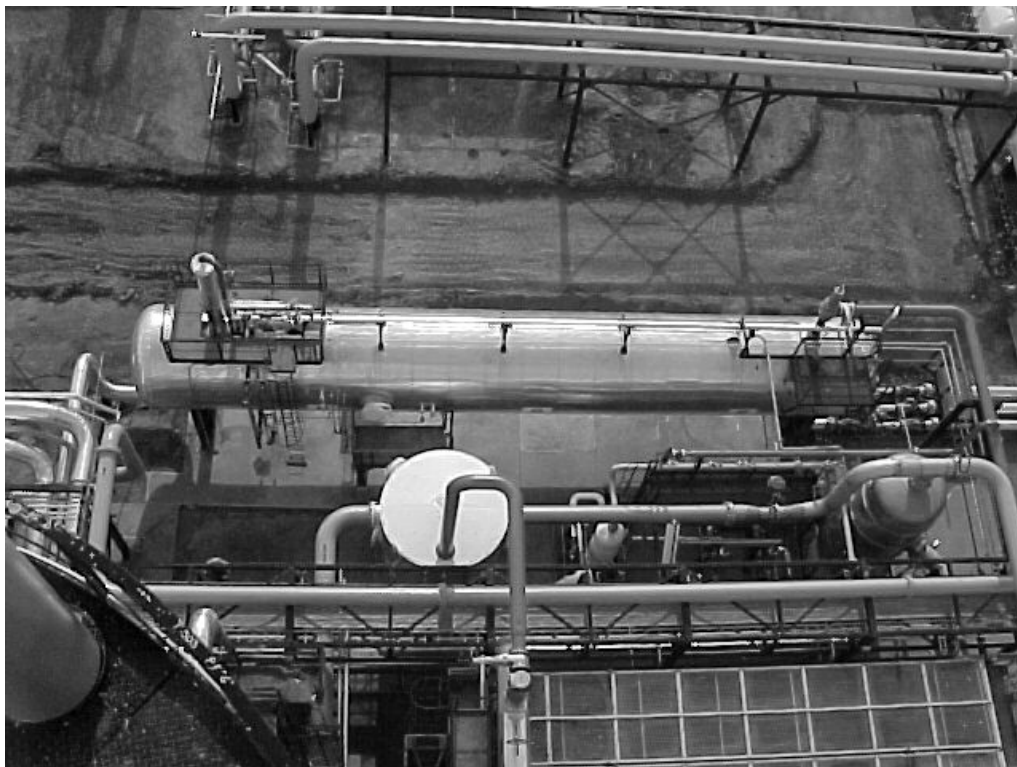
VISTA GENERAL



ENTRADA A PLANTA – CONTACTORAS



TANQUE FLASH



TORRE REGENERADORA





FILTROS Y BOMBAS

