



El caso de la Terminal de GLP Atotonilco, México

Por *Ing. Marcelo Carugo* e *Ing. Fernando Mirafuentes* (Emerson)

En este trabajo se plantea un *leading case*, en el que se buscaba implementar, en apenas una semana, un sistema de control integral que además de monitorear el 100% de las operaciones, y cumplir todos los requerimientos ambientales y de seguridad internacionales, se integrara con el sistema preexistente de Pemex Gas y Petroquímica Básica.

La Instalación de Recibo, Guarda y Entrega (IRGE) de Gas Líquido de Petróleo (GLP) de Atotonilco tiene una capacidad de diseño de 20.000 bpd y abastece hasta 160 autotanques diarios, lo cual la ubica entre una de las más modernas de México.

Localizada en Atotonilco, en el Estado de Hidalgo, se alimenta del gasoducto de PEMEX Cactus – Guadalajara, que pasa a 18 km de dicha terminal, y esta ubicación asegura la cobertura de GLP, actual y a futuro, de la región centro-oriental del país.

Su función principal es la de recibo, almacenamiento, guarda y llenado de autotanques con GLP. El producto es recibido a una presión de 20 kg/cm² y, alternativamente, puede ser almacenado en dos esferas a condiciones de temperatura ambiente y a una presión de 7 kg/cm², las que tienen una capacidad de aproximadamente 4.000 m³.

Al pertenecer a otro grupo diferente de Pemex (al Grupo Termigas), y tener como operador a otra empresa



Figura 1. Ubicación del Gasoducto Cactus – Zapopan – Tula y de la IRGE de Gas L.P.

(en este caso Marsori Internacional de Negocios (O&M)), esta terminal pasa a ser una de las primeras en el país no operada por la estatal mexicana, situación que vale destacar a la hora de relatar el caso, ya que en las etapas iniciales del proceso esto fue motivo de preocupación máxima porque –valga también en contexto coyuntural– ello coincidió con un momento en que la legislación mexicana se estaba modificando para que empresas privadas pudieran dedicarse a la distribución y almacenamiento de GLP. Esto en su momento generó incertidumbre acerca de la futura integración entre los sistemas de Pemex Gas y Petroquímica Básica (PGPB) y la terminal IRGE.

Pero finalmente, la correcta integración entre dichos sistemas tras la puesta en marcha, y su exitosa operación desde entonces, lo transforman en una planta y modelo operativo en el país norteamericano. La IRGE provee el suministro de GLP en el centro de México, para lo cual debe pasar estrictos controles y estándares administrativos, de calidad, seguridad y protección medioambiental.

Objetivos

Durante el desarrollo de este proyecto integral, las diversas partes involucradas plantearon los siguientes requerimientos como esenciales para el correcto funcionamiento de la terminal:

- 1) El sistema de control debía proporcionar seguridad y flexibilidad en la operación, así como una correcta y confiable integración con el método preexistente de Pemex Gas y Petroquímica Básica.
- 2) El sistema de seguridad debía monitorear el 100% de las operaciones y cumplir todos los requerimientos ambientales y de seguridad para que el ciclo de operación se encuentre dentro de los rangos internacionales.
- 3) La puesta en marcha debía realizarse en un plazo no mayor a una semana.

La Filosofía de Operación y Control de la Instalación de Recibo, Guarda y Entrega también planteaba como objetivos:

- Asegurar una capacidad de llenado de 12.500 a 50.000 bpd en la primera etapa.

- Cubrir la demanda de GLP en cantidad y calidad en el área centro-occidental del país.
- Obtener ciclos de operación y vida útil de las instalaciones en los rangos internacionales (30 años de vida).

Solución integral

La construcción de la IRGE representó un gran reto para la compañía de EPC (*Engineering, Procurement & Construction* o Ingeniería, Compra & Construcción), a quien le fue asignada esta tarea (Cobra), y para la operadora (Marsori), que se ocupó de la coordinación de ingeniería y la supervisión de la construcción.

El proyecto requería de una solución integral que incluyera el sistema de control de procesos de la terminal (la supervisión de inventarios y de llenado de autotanques), así como los sistemas instrumentados de seguridad de la terminal (sistema de paro de emergencia y sistema de gas y fuego). Asimismo, se requería de un sistema de control de acceso que asegurara

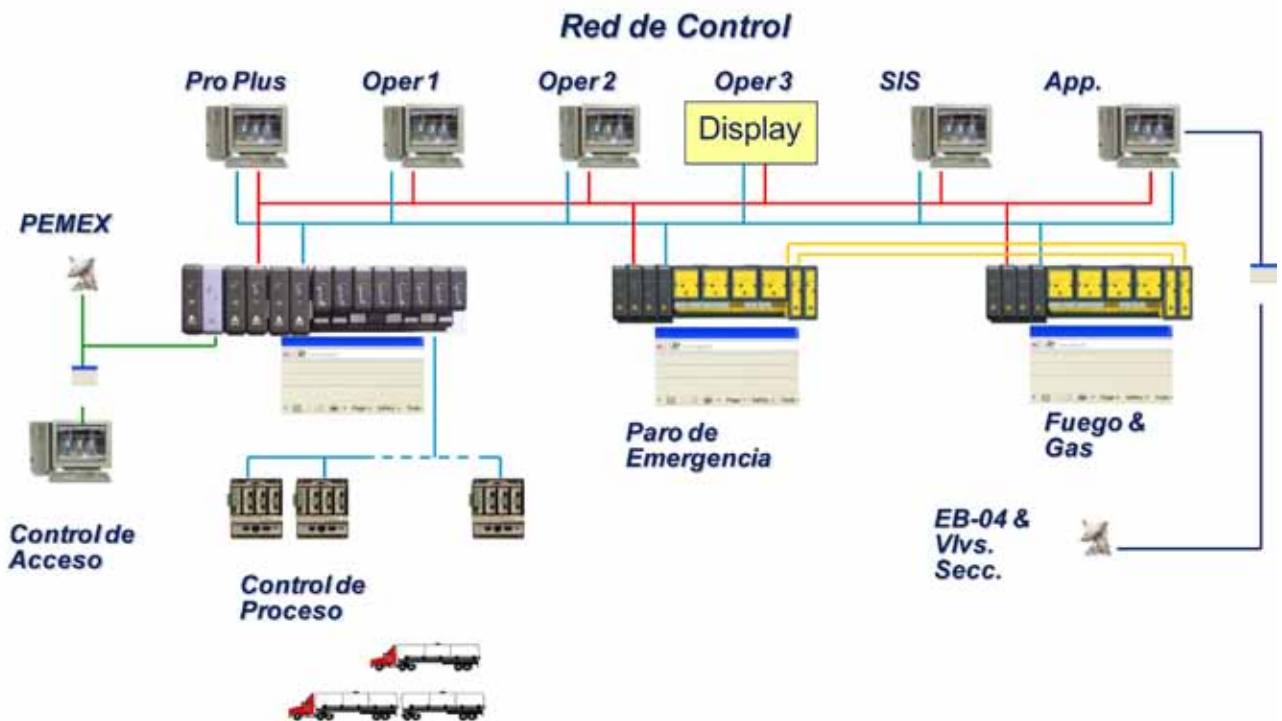


Figura 2. Arquitectura General – IRGE Atotonilco.

una correcta comunicación con el sistema administrativo de PEMEX (SAP), los sistemas de control y de seguridad de la terminal.

Para relatar los procesos internos del caso: el equipo de la empresa de procesos de control Emerson, que se dedica y tiene experiencia en aplicaciones en terminales de estas características, colaboró desde la fase de FEED (*front end engineering design*) con el operador. Desde un primer momento, propuso el uso de DCSs (*Distributed Control System* o Sistema de Control Distribuido) para la automatización de la terminal, pese a que inicialmente el proyecto contemplaba el uso de PLCs (*PLC: Programmable Logic Controller* o Controlador Lógico Programable). Esta decisión fue a su vez respaldada por la compañía que operó como auditora (*AEC Independent Engineering Services*), cuyo objetivo era “tener la seguridad de que el activo no pierda valor en el corto plazo”, según su presidente, Anthony E. Chodorowski.

Se trabajó en la selección de tecnologías del pliego, y se optó por una solución que incluía un sistema de control distribuido (DeltaV, de Emerson), dos sistemas de seguridad DeltaV SIS –uno para el sistema de Gas y Fuego y otro para el de Paro de Emergencia, de la misma empresa–, patines de medi-

ción en los puntos de transferencia en custodia (Estación EB-04) y en la propia terminal, así como toda la instrumentación de la planta, a excepción de los medidores de nivel tipo radar en los tanques de almacenamiento (esferas).

Implementación y resultado

La implementación y puesta en marcha de la IRGE se realizó en 24 horas, luego de las cuales la planta alcanzó su capacidad de diseño de 20.000 bpd, con lo que cumplió los plazos y expectativas de producción previstas.



Figura 3. Recepción de Gas L.P. del gasoducto Cactus – Zapopan – Tula – Estación EB-04.



Figura 4. Sala de bombas.

La fluida colaboración entre diferentes actores (Cobra y Emerson) se dio durante la ejecución de la obra, las etapas de instalación, la puesta en marcha, y aun después.

Los resultados de la implementación fueron considerados exitosos, y se vieron tan solo ocho días después de la puesta en marcha, en que la capacidad de carga se vio incrementada en un 220%, pasando a cargar más de 40.000 bpd. La principal razón por la cual se pudo alcanzar este resultado, según los propios expertos, fue que la flexibilidad de diseño de la planta y la robustez operativa del sistema de control permitió soportar cambios significativos en la capacidad de producción.

Otro ejemplo de la flexibilidad del sistema fue la notable mejora en el tiempo de llenado de autotanques. En

plantas de iguales características, este proceso puede tomar una hora y media, con un error de hasta 50 kg y realizando una comprobación por medio de básculas.

La IRGE realizó este mismo proceso en la mitad de tiempo, y con un error menor a 1 kg, lo que permitió una capacidad de llenado de hasta 160 camiones/día en sus 10 islas de llenado. Esto representó 40 camiones más por día que plantas similares, transformando a la Terminal de Atonilco en una de las plantas que, según los expertos, es una de las más eficientes de la región, y también de las más concurridas de la zona mexicana

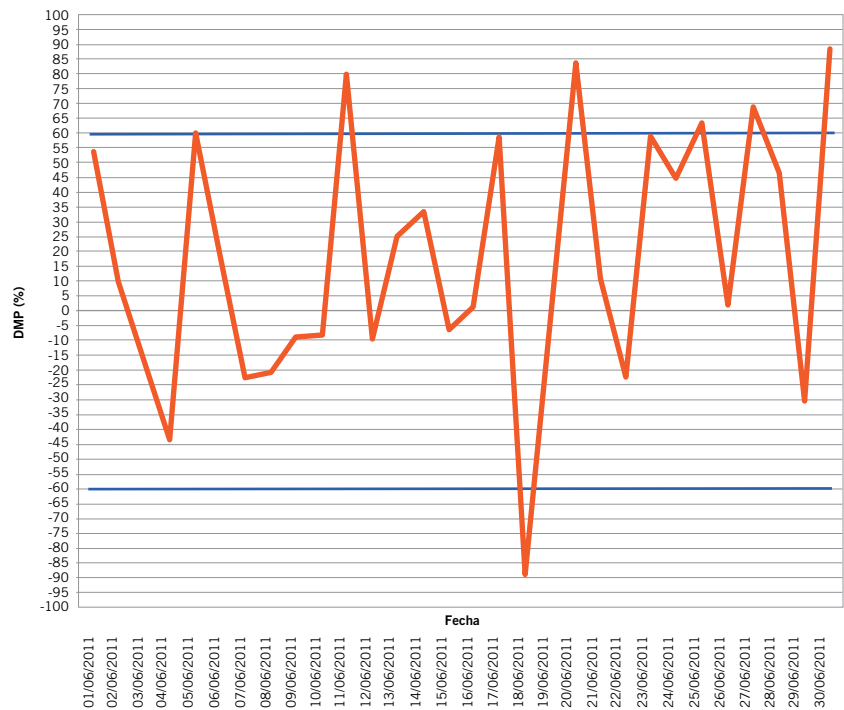


Figura 5. Control chart.



Figura 6. Zona de carga de autotanques.



Figura 7. Esferas de almacenamiento.

a la hora de procurar la satisfacción de la creciente demanda.

Según cifras y estadísticas comprobables, el sistema de control instalado

ha logrado incrementar la confiabilidad en la operación en más del 99% (porcentaje que la IRGE logra mantener desde hace dos años) y es de des-

1	El operador presenta condiciones físicas aceptables (vista, coordinación y sin aliento alcohólico)
2	Overol azul de algodón, zapatos de seguridad, casco azul, lentes de seguridad y guantes de carnaza
3	Confirmación de viaje anterior: conocimiento de embarque por autotanque (sello y producto)
4	Licencia federal específica para el transporte de materiales peligrosos tipo "E" vigente
5	Portar identificación con fotografía de la empresa
6	Hoja de emergencia del producto
7	Tarjeta de circulación para el transporte de materiales peligrosos
8	Copia de póliza de seguro vigente que ampara daños a terceros
9	Copia de póliza de seguro vigente que ampara daños al medioambiente
10	Revisión de cabina para evitar introducción de acompañantes
11	Presión de 2.5 a 3.5 Kg/cm ³ y nivel de tanque 0% (indicador de nivel tipo magnético)
12	Escape y matachispas en buen estado
13	Extintor cargado con polvo químico seco tipo ABC de 9 kgs y vigente
14	Conector de tierra del tanque (limpio y sin pintura)
15	Cinta estática a tierra en tractor y tanque
16	Válvulas de fondo, conector hermético y líneas de desfogue en buen estado, con tapas y sin fugas (arreglo "T" con conector hermético)
17	Sistema eléctrico (cables dentro de ductos y tapas de condulets instaladas y micas en buen estado)
18	Llantas en buen estado
19	Llave de bronce para aflojar conexiones
20	El tanque y patines presenta: golpes, corrosión severa, abolladura evidente
21	Cuenta con banderolas

Figura 8. Control de ingreso de autotanques.

tacar la transparencia de la operación, gracias a la integración al sistema de Pemex (Scada y SAP) que se realizó sin ningún inconveniente.

Otro resultado importante de destacar es la precisión alcanzada en el proceso, que según mediciones realizadas en los puntos de transferencia en custodia (Estación EB-04) y en los patines de la planta, es del 0,05%. Esto último se alcanzó utilizando medidores del tipo máscos, lo que permite cerrar perfectamente el balance de masa de la planta.

El control de calidad del GLP que la Instalación de Recibo, Guarda y Entrega (IRGE) recibe y despacha se controla por medio de cromatógrafos en dos puntos: antes y después del almacenamiento en las esferas. En este último punto, las muestras para analizar se toman cada 20 minutos.

Sistema de seguridad

Un aspecto a analizar en profundidad es el sistema de seguridad implementado en la IRGE. En este caso se utilizó el DeltaV SIS (Gas&Fuego y Paro de Emergencia), que parte de la base que cumple el 100% de las normativas y estándares internacionales de seguridad funcional IEC 61508-3 y IEC 61511-1.

En el caso del sistema de Gas&Fuego de la IRGE, se basó en un sistema DeltaV SIS, que protege la planta de forma distribuida, lo cual permite detectar el área de conflicto y actuar directamente en ella. El sistema está conectado con los detectores de gas y de fuego, regula la presión de la red de agua contra incendio y controla la secuencia de arranque/parada de la bomba contra incendio (Jockey), la bomba contra incendio principal de motor eléctrico y la bomba contra incendio de relevo del motor de combustión interna. A este sistema se integran las alarmas visuales (semáforos) y sonoras, y las válvulas de actuación de los sistemas de diluvio (agua contra incendio).

El sistema de Paro de Emergencia, por su parte, regula el funcionamiento de las válvulas de bloqueo de emergencia (XV's), que se encargan de aislar la zona involucrada, o, en caso de que una contingencia lo amerite, puede aislar la totalidad de la IRGE. Dicho sistema también integra los ele-

mentos primarios de detección, como los transmisores de presión, los detectores de mezclas explosivas y los interruptores de paro de emergencia tipo hongo en color rojo para la activación del controlador del sistema.

Un aspecto importante de este sistema es su capacidad de interactuar con el sistema hidráulico que opera las válvulas de corte rápido que trabajan en conjunto con los sistemas de aspersión. Estas válvulas (conocidas como "vickers"), están instaladas en las esferas y operan en el caso en que la temperatura del fluido almacenado sea mayor a 40 °C, o el nivel del estanque se incremente por encima del permitido, o se tenga una fuga en un área cercana a los tanques, entre otros.

La precisa coordinación entre el sistema de Gas&Fuego, el sistema de Paro de Emergencia y el de Control de Proceso, junto con las medidas de seguridad tomadas en la planta, como

por ejemplo, los monitores instalados en los puntos clave en toda la planta y el sistema de pararrayos, permitió a la planta alcanzar, en mayo de 2012 -fecha importante ya que se cumplía el segundo aniversario de su inauguración-, 730 días sin accidentes.

Otro punto importante que se tuvo en cuenta en la planificación del sistema de seguridad, y que se incluyó en el mismo, fue el sistema de control de acceso de los autotanques, el cual interactúa con el sistema de control del proceso. Este sistema se implementó para realizar un control automático en lo referente a la entrada, asignación y salida de autotanques de la IRGE, y está integrado con el sistema de control de proceso y el sistema administrativo de Pemex Gas y Petroquímica Básica (SAP). Este último es quien determina los programas de carga, por hora y compañía de la IRGE.

Por medio de un sistema de segu-

ridad interno de Pemex, denominado "Sastra Anexo I", los autotanques realizan un chequeo de 21 puntos antes de ingresar a la IRGE.

Al día de hoy, tras la implementación de los sistemas Gas&Fuego y Paro de Emergencia (DeltaV y DeltaV SIS respectivamente), la planta se considera controlada al 100%, lo que según los técnicos involucrados garantiza seguridad y continuidad en la operación: "El sistema es tan flexible y resistente que se lo puede llevar al máximo de su capacidad y así poder cumplir con la demanda estacional", ha dicho a Petrotecnia el Gerente de la Planta IRGE Atotonilco, Ing. Moisés Decto. "La planta está controlada en un 100% por medio de un único sistema que nos permite monitorear y controlar todas las variables", ha añadido por su parte el director de Termigas S.A., Ing. Alfonso Casillas. ■

Próximas etapas

Tras los resultados obtenidos en la Instalación de Recibo, Guarda y Entrega, el mismo grupo que decidió este proyecto está analizando la incorporación de nuevas terminales. La próxima etapa del proceso apunta a la Terminal de Tuxpan, la cual estará interconectada mediante un nuevo gasoducto Tuxpan – IRGE.

Para lograr la comunicación de toda la red, el sistema Scada del gasoducto de Tuxpan se va a comunicar con la terminal IRGE, incluyendo los sistemas de control y seguridad de las estaciones de rebombeo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Lic. Alfonso Casillas Viniegra por su colaboración en la elaboración y revisión del presente artículo.

El Ing. Marcelo Carugo es Director de Refinación para Latinoamérica de Emerson; el Ing. Fernando Mirafuentes es Gerente de Soluciones e Ingeniería para México de la misma empresa.



Figura 9. Zona de carga de autotanques.