

**EXPERIENCIA EN PROYECTOS INTEGRADOS DE DISEÑO,
CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS.**

EL CASO “SABALO GAS PLANT”

AUTORES

**Gerardo Maioli –Gustavo Guruchaga – Horacio Bernardo – Federico Pardo – Marcelo
Rodríguez**

TECNA

ABSTRACT

En el año 2001 la compañía PETROBRAS adjudicó al consorcio TECNA – AESA el proyecto de EPC + O&M correspondiente al desarrollo del activo San Antonio. Este megacampo se encuentra ubicado en el Departamento de Tarija, al sur de Bolivia.

La capacidad de diseño de la planta Sábalo (donde se procesa el gas que se extrae del campo San Antonio) es de unos 237 MMSCFD de gas tratado, obteniéndose también una producción aproximada de 11000 bpd de gasolina.

El proyecto EPC incluyó las siguientes facilidades:

- Cuatro pozos de gas
- Unidades de ajuste de punto de rocío, endulzamiento de gas con aminas, generación eléctrica, estabilización de gasolina, sistemas auxiliares (agua contra incendio, aire de instrumentos y de servicio, aceite térmico, drenajes y venteos, etc.) e instalaciones de almacenamiento de gasolina
- Instalaciones de despacho de gas y gasolina en Villamontes

Por otro lado, el contrato de Operación y Mantenimiento, además de las instalaciones anteriormente mencionadas, incluía cuatro flowlines desde los pozos de producción, más dos ductos de exportación, de 28” el de gas y de 8” el de gasolina.

El presente trabajo presenta las conclusiones obtenidas por parte de TECNA para esta modalidad de **contratos integrados** EPC + O&M, adquiridas a partir de aproximadamente dos años de proyecto EPC y 5 años de Operación y Mantenimiento.

Cabe destacar que los autores, que desarrollan su actividad profesional en TECNA, han participado intensamente en el diseño, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de estas facilidades.

INDICE

Parte I – El desafío de Producir

- Localización del activo San Antonio
- Pozos y su capacidad de producción (Un esquema del área)
- Puntos de entrega de gas y gasolina
- Características de la zona (Geográficas, climáticas, infraestructura, etc)
- Estrategia de desarrollo del Cliente

Parte II – Ingeniería y Construcción de la planta

- Resumen de Datos entrada /Salida
- Tecnologías adoptadas
- Lay out conceptual
- Ingeniería básica y de detalle
- Fabricación de módulos y parrales
- Transportes
- Construcción en el sitio
- Precomisionado, Comisionado y Puesta en Marcha
- Normas ISO durante la construcción

Parte III – Resumen de cinco años de O&M

- Esquema de organización - Organigrama
- Calidad, Seguridad, Salud y Ambiente
- Parámetros de desempeño de la planta
- Producciones y despachos
- Normas ISO en la O&M
- Mantenimiento y software aplicable

Parte IV – Conclusiones

- Ventajas de esta modalidad
- Oportunidades de mejora

INTRODUCCIÓN

En la compleja geografía del Sur de Bolivia, se encuentra el BLOQUE SAN ANTONIO, una formación profunda que aloja reservorios gasíferos de alta capacidad y productividad, operado por PETROBRAS BOLIVIA S.A.

Para el desarrollo productivo del mismo se desarrollaron las facilidades de superficie que mas adelante se detallan, que incluyó la planta de procesamiento de gas SABALO, cuyo principal objetivo es permitir que el gas crudo producido en los pozos pueda ser ingresado a la red de gasoductos del sur de Bolivia, y que la gasolina y condensados que se recuperan de esta operación, previamente estabilizados, también puedan ser despachados a la red de oleoductos de la región.

Como elemento distintivo, el cliente dividió el proyecto básicamente en cinco fases

- I. Ejecución de los pozos productores y facilidades generales del área, tales como caminos, campamentos, y logística en general.
- II. Provisión y construcción de los flow lines.
- III. Provisión y construcción de las export lines
- IV. Ingeniería, provisión y construcción de la planta de tratamiento de gas Sábalo.
- V. 4 años de operación y mantenimiento de las instalaciones de las fases II, III y IV.

TECNA, en asociación con AESA fueron adjudicatarias de las fases IV y V, con la característica de que bajo un mismo contrato se incluía la ingeniería y construcción de la planta, dentro de un esquema EPC, a la vez que se instrumentaba la operación y mantenimiento de las instalaciones por un plazo inicial de 4 años.

A los efectos de sustentar las conclusiones de este trabajo, se incluye información complementaria de las características de la planta, capacidades de tratamiento, así como los parámetros mas relevantes de la etapa de Operación y Mantenimiento.

Parte I – El desafío de Producir

- Localización del activo San Antonio





El activo San Antonio esta ubicado en el sur de Bolivia, dentro del Departamento de Tarija, y a 20 Km al oeste de la localidad de Villamontes.

Otras ciudades relevantes son Tarija (120 Km al Oeste) y Yacuiba (100 Km al sur)

- Pozos y su capacidad de producción (Un esquema del área)

A la fecha del inicio de las operaciones, el yacimiento contaba con 4 pozos productores:

SBL X-1	Profundidad	4443 mts	Distancia	2.85 Km
SBL X-2	Profundidad	5264 mts	Distancia	9.76 Km
SBL X-3	Profundidad	4162 mts	Distancia	5.60 Km
SBL X-4	Profundidad	4259 mts	Distancia	8.53 Km

Posteriormente se desarrolló el pozo SBL X-5.

- Puntos de entrega de gas y gasolina

El gasoducto de salida, de 28" tiene una extensión de 20 Km, que incluyen un túnel de aproximadamente 1 Km que atraviesa la sierra de Aguarague, y recorre la quebrada de los Monos hasta llegar a las inmediaciones de Villamontes donde se encuentran las instalaciones de medición y entrega.

El gas puede ser ingresado al gasoducto YABOG o al gasoducto GASYRG los cuales vinculan el sur de Bolivia con la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y el resto del país.

Por otra parte la gasolina estabilizada se transporta mediante un ducto de 8" cuya traza es paralela a la del gasoducto, y en las cercanías de Villamontes se encuentra la estación de medición y entrega a los oleoductos de Transredes S.A.

- **Características de la zona (Geográficas, climáticas, infraestructura, etc.)**

El sur de Bolivia se caracteriza por una geografía de serranías escabrosas en dirección Norte Sur, con vegetación subtropical, un régimen intenso de lluvias durante el verano y un clima mas seco durante el invierno.

Los caminos deben ser recorridos con mucha precaución, dado que hay muchas zonas con alto riesgo de derrumbes y accidentes, especialmente en la época de lluvias.

Al norte de la planta el río Pilcomayo, de caudales muy variables, colecta las aguas de la zona, y atraviesa de oeste a este las serranías, conformando espectaculares paisajes en su recorrido.

La zona no contaba con recursos logísticos, los cuales debieron ser construidos en el sitio, tanto para la etapa de construcción como para la posterior O&M.

No hay ciudades de alta población en las cercanías de la Planta

- **Estrategia de desarrollo del Cliente**

Tal como se mencionó anteriormente, el cliente seleccionó a diversas empresas para la construcción de los ductos, y al consorcio TECNA / AESA para el diseño y construcción de la planta, y un solo contratista (TECNA/AESA) para la operación y mantenimiento de todas las instalaciones del bloque.

El Cliente mantuvo las operaciones netamente petroleras (exploración, perforación y terminación), así como las prestaciones de campamentos para el personal propio y del contratista de O&M.

Parte II- Ingeniería y Construcción de la Planta

RESUMEN DE DATOS ENTRADA SALIDA

Los datos de entrada considerados para el diseño de la planta de Sábalo fueron los siguientes:

Composición del gas de entrada en base seca

	Corriente 1	Corriente 2	Corriente 3
	Huamampampa + ICLA	Santa Rosa	Margarita
	% mol	% mol	% mol
N ₂	0.43	0.53	0.57
CO ₂	2.49	4.64	3.01
C ₁	83.75	87.70	77.03
C ₂	6.44	3.90	9.05
C ₃	2.34	1.25	3.01
iC ₄	0.47	0.26	0.66
NC ₄	0.79	0.39	1.00
C ₅ +	3.30	1.34	5.69

Condiciones del gas de entrada a planta

Temperatura, °F	48-158
Presión, psig	1251
S, As, metales, COS, Hg, BTEX, H ₂ S, mercaptanos	No están presentes.
Contenido de agua	Gas saturado a las condiciones de entrada.

Condiciones para el dimensionamiento de las unidades de proceso

Unidad de Endulzamiento

En cada uno de los trenes la Unidad de Endulzamiento está diseñada para reducir el contenido de CO₂ de 2.8 MMSCMD de gas desde 3.18% mol (base seca) hasta 0.10 %,

Producción de Gas Seco

Caudal	13.4 MMSMCD
Presión salida, psig	1100
Temperatura de salida, °F	40 a 120
Punto de rocío medido a 640 psia	32°F (máx)
Cantidad máxima de agua, lb/MMSCF	5.9 (máx)
Poder Calorífico Superior, Kcal/sm ³	9200 (mín) a 60°F y 14.696 psia,
Máxima cantidad de CO ₂ , %mol	2 (máx)
Máxima cantidad de inertes, %mol	3.5 (máx)
Máxima cantidad de N ₂ , %mol	2 (máx)
Líquidos	Libre de líquidos a las condiciones de salida
Sólidos	Libre de partículas mayores que 3 µm

Unidad de Estabilización de Gasolina

Temperatura de salida, °F	120
Presión de salida, psig	1066
Reid Vapor Pressure (RVP), psia	12

Especificación de Agua Efluente

Contenido de aceite e hidrocarburos, ppm	10 (máx)
Cloro, mg/l	2500

TECNOLOGÍA ADOPTADA

Descripción del proceso + Diagrama de Bloques

El objeto de la planta de Sábalo es el ajuste del punto de rocío de hidrocarburo y el endulzamiento del gas natural. La misma tiene una capacidad de 13.4 MMSCMD de gas en especificación. El tratamiento del gas se realiza en dos trenes de proceso de igual capacidad. Cada uno de ellos cuenta con dos subtrenes para la unidad de ajuste de punto de rocío, con una unidad de endulzamiento, con una unidad de estabilización de gasolina y con un sistema de venteos presurizados.

El gas ingresa a la planta a través de los Manifold de Producción o del Manifold de Test proveniente de 4 pozos: SBL X-1 ubicado aproximadamente a 2.5 km al oeste de la planta, SBL X-2 ubicado aproximadamente a 12 km al suroeste de la planta, SBL x-3 ubicado aproximadamente a 5.6 km al suroeste de la planta y SBL X-4 ubicado aproximadamente a 6.6 km al oeste de la planta.

Luego de la separación y la filtración primaria en cada tren, una parte del gas que se está procesando se deriva a la Unidad de Endulzamiento correspondiente. El propósito de esta unidad es remover el exceso de dióxido de carbono y ácido sulfhídrico que contiene el gas natural.

Para remover el exceso de estos gases ácidos del gas natural se utiliza una solución de amina, que se pone en contacto con los mismos en la torre contactora de la Unidad de Endulzamiento. El carácter reversible del proceso hace posible, regenerar la amina en forma continua y reutilizar la solución.

El gas que sale de la Unidad de Endulzamiento, se une al resto del gas e ingresa a los subtrenes de refrigeración de la Unidad de Ajuste de Punto de Rocío. El gas se enfría en el intercambiador gas-gas E-1, en el gas-gasolina E-3 y en el chiller E-2, en este último se utiliza propano como refrigerante. A partir de allí, el enfriamiento final se produce por expansión en la válvula Joule-Thomson ubicada a la entrada del separador frío V-2. Una vez frío, el gas ingresa al separador frío V-2 (trifásico) donde se produce la separación entre el gas y los condensados.

La formación de hidratos durante el enfriamiento del gas es controlada mediante la inyección de una solución de monoetilenglicol (MEG) al 84 % en peso. Esta solución de MEG es regenerada por calentamiento indirecto y reinyectada en el gas.

Una vez finalizado el tratamiento del gas en cada tren, se unen las salidas de ambos trenes para la Medición Fiscal y posterior inyección a gasoducto.

La gasolina y los condensados asociados separados durante el enfriamiento son estabilizados en la Unidad de Estabilización de Gasolina de cada tren y almacenados. El despacho de dicho condensado se puede realizar mediante inyección a oleoducto o en camiones.

El gas recuperado en la Unidad de Estabilización de Gasolina se recomprime e inyecta a la entrada de la Planta.

El calor requerido para las Unidades de Estabilización de Gasolina y de Endulzamiento y para la regeneración de MEG, es proporcionado por el Sistema de Aceite Térmico (Hot Oil). Hay un sistema de aceite térmico para cada tren.

El enfriamiento del gas se realiza mediante refrigeración mecánica con propano comercial. El sistema de propano es común a ambos trenes.

La planta cuenta también con un Sistema de Gas Combustible, un Sistema de Drenajes Cerrados, un Sistema de Drenajes Abiertos, un sistema de Drenajes, un Sistema de Aire Comprimido, un Sistema de Tratamiento de Agua, un Sistema de Agua Potable, un Sistema de Incendio y Agua de Servicio y un Sistema de Generación Eléctrica, todos ellos comunes a los dos trenes.

La planta se controla mediante un Sistema de Control Distribuido (DCS) que recibe las señales desde el campo, las procesa y las retorna al mismo accionando sobre las válvulas de control y de shutdown, permitiendo al operador realizar más eficientemente su labor. El control en el área de los pozos se realiza por medio de un controlador remoto del DCS de planta. En las estaciones de monitoreo de gas y gasolina la información es enviada al DCS vía una Unidad Remota de Transmisión (RTU).

LAY OUT CONCEPTUAL

La Planta de Tratamiento de Gas Sábalo está ubicada en una zona montañosa, los caminos de acceso presentan pendientes y curvas pronunciadas, que hacen dificultosa y riesgosa la accesibilidad a la misma. Dichos factores fueron especialmente considerados en la definición de la filosofía de modularización, configuración, dimensiones y peso máximo de los módulos, así como también en la definición de una estrategia de stock mínimo de materiales y equipos.

Debido a la capacidad máxima de diseño de la planta el tamaño de ciertos equipos excedía las limitaciones impuestas por el transporte. En base al estudio de costos asociados se determinó que la solución óptima consistía en subdividir cada tren de tratamiento en dos subtrenes. Adicionalmente, esta configuración proveyó una mayor flexibilidad operativa, que consistió en la disminución de la capacidad mínima de tratamiento y en una menor pérdida de producción por mantenimientos programados.

Se ha previsto una capacidad mínima de almacenamiento de tres meses para productos consumibles y duplicación de algunos equipos de procesos y elementos esenciales para el funcionamiento de la planta.

A fin de maximizar el aprovechamiento de los desniveles naturales del terreno se definieron cuatro niveles de implantación posibilitando entonces el aseguramiento del flujo por gravedad en el sistema de drenajes evitando la necesidad de enterrar los recipientes sumideros, se permitió el libre drenaje entre equipos y se logró ubicar las antorchas a una altura superior al de la planta, cumpliendo con los niveles de radiación especificados.

Se evaluaron diferentes configuraciones para los servicios de enfriamiento teniendo en cuenta la elevada temperatura ambiente. Como resultado de la evaluación se determinó que el empleo de aeroenfriadores proveía la mejor solución de compromiso entre inversión inicial y costos operativos.

La disposición final de agua de producción y la captación de agua, requerida para diferentes servicios, se resolvió de manera integral agrupando las instalaciones involucradas en la riera del río Pilcomayo, distante 5 km de la planta. La unificación de estas instalaciones posibilitó reducir el costo total de tendido de cañerías, cables para la provisión de energía eléctrica y líneas de comunicación asociadas.

INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE

Tanto la ingeniería básica como la de detalle fueron llevadas a cabo por un equipo de profesionales y especialistas de las distintas disciplinas.

Disciplinas Involucradas:

- Procesos
- Cañerías
- Instrumentos
- Electricidad
- Arquitectura y Civil
- Equipos Mecánico

Durante el proyecto de ingeniería para la Planta de Sábalo se utilizaron un total de 105.000 horas de ingeniería.

FABRICACIÓN DE MÓDULOS Y PARRALES

Teniendo en cuenta las características de la zona de emplazamiento de la planta y a fin de minimizar los trabajos en el sitio, la planta fue concebida aplicando el concepto de modularización, cuya característica principal es minimizar los trabajos en obra, tanto desde el punto de vista de la construcción como así también del precomisionado de los distintos componentes de la planta.

Para la concepción de estos módulos se tuvieron en cuenta las particularidades del transporte, en lo que se refiere a pesos y dimensiones de los “paquetes”.

De esta manera se construyeron 85 módulos de proceso y parrales de cañería, éstos últimos concebidos de la misma manera que los módulos de proceso, es decir tramos de parral con uniones bridadas entre sí, lo que permite enviarlos al sitio pintados, probados hidrostáticamente y precomisionados, al igual que los módulos de proceso, que además de lo mencionado se envían a obra ya cableados, con aislaciones térmicas, con “tracing” instalado, etc.

Las magnitudes físicas correspondientes a estos ítems son las siguientes:

Cantidad de módulos: 85 unidades

Peso de módulos: 1350 toneladas

Pulgadas diametrales de soldadura en módulos: 68.500

TRANSPORTES

El transporte de todos los componentes de la planta fue realizado por vía terrestre empleándose un total de 210 carretones y 450 semiremolques.

En particular dadas las características del acceso al sitio se implementó un depósito temporal en Campo Pajoso (localidad ubicada sobre la ruta Yacuiba – Villamontes) en la cual se efectuaron los cambios de equipos de transporte por carretera, por equipos aptos para el camino de acceso a la obra. (camino sinuoso de ripio con pendientes y curvas pronunciadas)

CONSTRUCCIÓN EN EL SITIO

Las principales magnitudes de la construcción en el sitio son las siguientes:

60.000 pulgadas diametrales de soldaduras de cañerías enterradas y aéreas.

600 toneladas de estructuras metálicas.

2.200 toneladas de equipos fuera de módulos.

4.100 válvulas.

4 tanques API de 5.000 m³ (3 para gasolina y uno para agua de incendio).

12 tanques API para productos varios.

4 tanques de 20 m³ para metanol.

3 galpones.

1 estructura para carga y despacho de camiones de propano.

En resumen:

Aproximadamente 2.000.000 de horas hombre con un pico de 1245 personas y una media de 760 personas, durante 12 meses de obra.

PRECOMISIONADO, COMISIONADO Y PUESTA EN MARCHA

Antes de la puesta en marcha inicial de la planta todos los componentes de la misma fueron verificados, calibrados e inspeccionados por parte de cada una de las siguientes especialidades y de acuerdo a los sistemas predefinidos.

La planta de Sábalo fue dividida en 20 sistemas. Durante el precomisionado de la misma se contó con un grupo de trabajo de aproximadamente 25 personas, integrado por ingenieros y técnicos especialistas.

Gran parte de las actividades de comisionado fueron realizadas por el personal de Operación y Mantenimiento.

Luego de un extenso trabajo de ingeniería, construcción, precomisionado y comisionado, se llega a la etapa final del proyecto, la puesta en marcha. La misma se llevó a cabo durante el mes de Enero de 2003.

Es importante resaltar que la puesta en marcha fue ejecutada por un equipo integrado por personal especializado y el grupo de operación y mantenimiento.

- La planta entró muy rápidamente en servicio y los productos en especificación.
- La seguridad de las operaciones fue la principal preocupación del team de puesta en marcha.

- La operatoria de apertura de pozos, considerando las altas presiones y caudales involucrados fue un éxito.
- La puesta en marcha de las dos export lines (gas 28" y gasolina 8") fue ejecutada de acuerdo a los procedimientos aprobados y sin contingencias de seguridad o ambientales.
- Con posterioridad a la puesta en marcha se ejecutaron satisfactoriamente los PERFORMANCE TEST de la planta. Cada tren fue llevado a las condiciones de diseño y se verificó el correcto desempeño del mismo.

CALIDAD Y SEGURIDAD

Toda la construcción fue realizada y certificada de acuerdo a la norma de Calidad ISO 9001, certificándose también el sistema de Seguridad aplicado en la obra de acuerdo con la norma OSHAS 18000.

Parte III – Resumen de cinco años de O&M

- Alcances

El Contrato, en su sección de Operación y Mantenimiento incluía las siguientes tareas / provisiones por parte del consorcio:

Personal de Operación y Mantenimiento completo, desde los Superintendentes de planta, operadores, técnicos de mantenimiento y ayudantes.

Seguridad salud y medio ambiente, incluyendo el servicio médico y ambulancia

Provisión de repuestos, excluyendo la compra inicial de repuestos, a cargo del cliente.

Provisión de consumibles.

Gestión de suministros local y regional, manejo de materiales, almacenes y control de inventarios.

Certificación de normas ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18000

Software para administración del mantenimiento, integrado al sistema SAP del cliente

Operación del software de gestión de reportes y balances de planta, que a su vez se integra con los sistemas de ventas, impuestos y canon del cliente.

O&M del laboratorio de la planta

Gestión administrativa local y regional.

Gestión de los recursos humanos, selección, capacitación, entrenamiento y seguimiento.

A cargo del Cliente quedaban los siguientes aspectos

Company man y dos asistentes

Hotelería y catering para 23 personas

Sistemas de comunicación en general

Mantenimiento general del bloque y accesos.

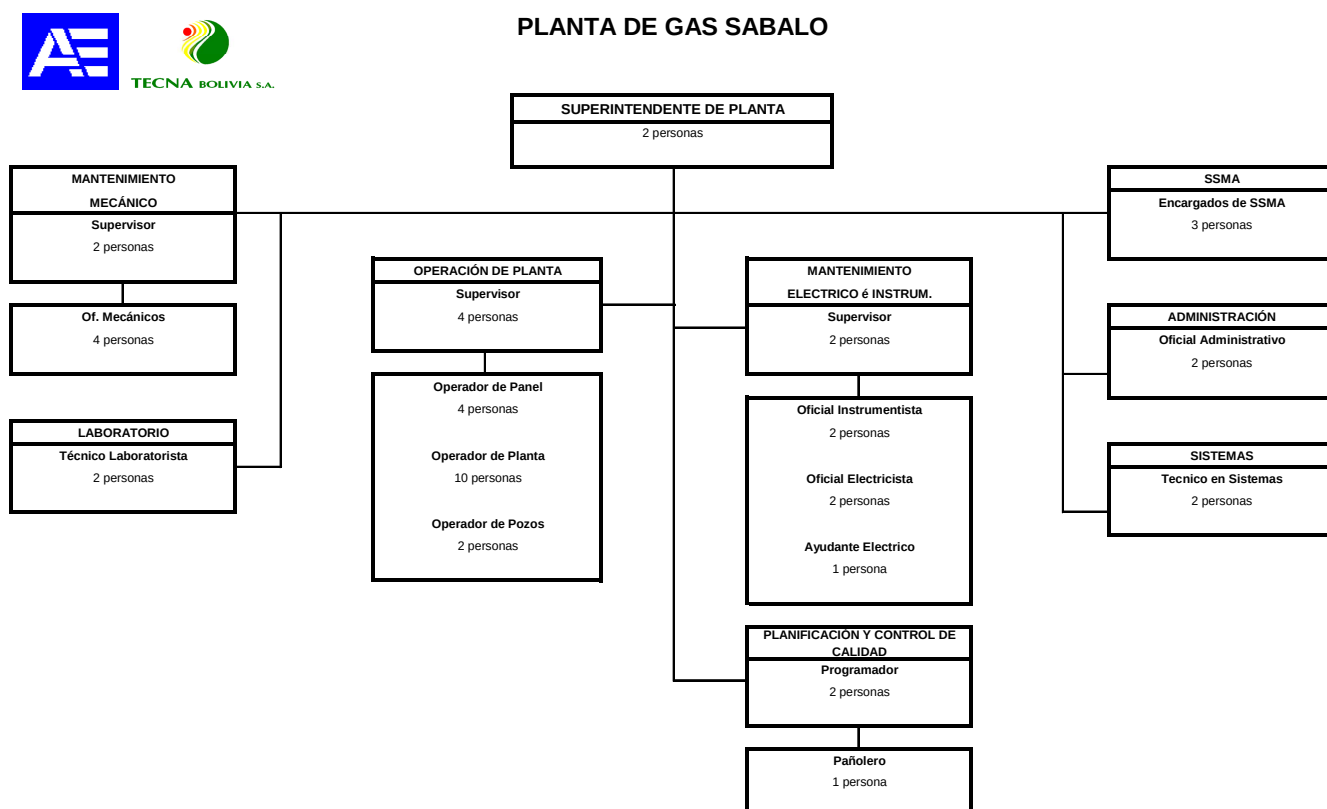
Relaciones con la Comunidad

- Esquema de organización – Organigrama

El plantel de O&M se integró con 47 personas del consorcio contratista más unas 15 personas auxiliares (en promedio), trabajando bajo un régimen de 21 días de trabajo en la planta y 21 días de descanso en sus hogares.

A su vez el personal de operación se reparte entre los turnos diurnos y nocturnos, mientras que los de mantenimiento se desempeñan durante el día, con guardias pasivas rotativas por la noche, en caso de urgencias.

Esta modalidad requiere prácticamente la duplicación del personal, y a los efectos de reducir el impacto de los cambios, todas las semanas se producen las rotaciones de una parte de la plantilla.

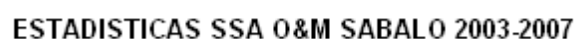


- Calidad, Seguridad, Salud y Ambiente

Desde el inicio de la construcción la cuestión de la seguridad, salud y cuidado del medio ambiente fue considerado prioritario, concepto que se profundizó durante la fase de O&M.

Se certificaron las operaciones bajo las normas ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18000, llevándose un estricto control y registro de los incidentes, accidentes y los eventos con posible impacto ambiental.

Las estadísticas muestran un elevado desempeño en este aspecto, lo que fue incluso reconocido mediante premios por parte del cliente.



	2003	2004	2005	2006	2007	TOTALES
Planilla media	30	29	32	32	32	31
Horas hombre trabajadas	125385	219826	225480	253668	134184	958543
Incidentes / Near Miss	0	0	0	5	4	9
Accidentes Personales sin tiempo perdido	2	2	0	0	1	5
Accidentes Personales con tiempo perdido	0	0	0	0	0	0
Accidentes in-itinere.	0	0	0	0	0	0
Accidentes vehiculares.	0	2	0	0	0	2
Accidentes Industriales	0	0	0	0	0	0
Accidentes Ambientales	0	0	0	0	0	0
Observaciones preventivas	0	0	13	72	0	85
1735 DIAS TRABAJADOS SIN ACCIDENTES						

OSHAS-18001



ISO-9001



ISO-14001



- Parámetros de desempeño de la planta

Índice / Año	2004	2005	2006	2007
Disponibilidad	96.8%	95.8%	97.3%	97.6%
Confiabilidad	95.3%	96.4%	97.2%	97.1%

- Mantenimiento y software aplicable

Para la Gestión del Mantenimiento se dispuso del Software MPX Mantec que es Administrado por los Programadores y alimentado por los demás sectores.

De esta forma se administraron:

- Pedidos de Trabajo
- Ordenes de Trabajo
- Planificación de Tareas
- Disponibilidad de insumos
- Suministro de materiales y consumibles
- Pedidos internos de compras
- Índices de Mantenimiento

Parte IV – Conclusiones

1 – Introducción.

La información precedente permite apreciar la magnitud del proyecto Sábalo, los requerimientos de operación y mantenimiento, así como la importancia en el escenario de la producción de Gas de la región.

Solo como referencia mencionemos que la capacidad de la Planta es equivalente al 10% de la capacidad total de producción de gas de la Argentina, y aproximadamente el 35 % de la producción de gas natural de Bolivia.

Luego de los primeros cuatro años de servicio, el cliente mantuvo el mismo esquema durante un año mas, de modo que las principales experiencias de la construcción y los 5 años de Operación y Mantenimiento se indican a continuación:

2 – Experiencias previas a la PEM.

- a) El contrato integrado de EPC + O&M requiere desde el inicio una visión INTEGRAL del proyecto.
- b) A los tres meses de iniciado el Proyecto se definió al Team de Gerenciamiento de la O&M. Este grupo fue integrado por los Gerentes de Bolivia y Argentina e incluyo a los dos Superintendentes de la Planta.
- c) Participación temprana en los estudios de Hazop de las instalaciones y en los estudios finales.
- d) Revisión periódica de la ingeniería del proyecto por parte de O&M
- e) Definición temprana de la estrategia de gestión de repuestos para PEM y el stock de repuestos para dos años de operación, incluyendo la optimización de los mismos.
- f) Definición temprana de la estrategia de gestión de suministros, consumibles, servicios internos, equipamientos, herramientas, laboratorios, etc.
- g) Fuerte integración con ingeniería desde el inicio del proyecto, participando en decisión de adecuación o mejora del diseño.
- h) Selección temprana del personal clave por especialidad (Planificadores/Operadores de Sala / Mecánicos / Instrumentistas / Sistemas / Eléctricos.)
- i) Importante programa de capacitación previa, tanto teórica como práctica, con una significativa componente realizada en el sitio.
- j) Participación activa del personal de O&M en el precomisionado y comisionado de las Unidades.

3 - Experiencias durante la PEM

- a) Fundamental la asistencia de los grupos de procesos e ingeniería durante la PEM.
- b) Trabajo muy integrado entre los equipos de SSA de la fase de construcción con el grupo de SSA de O&M que en definitiva queda a cargo de la seguridad de la planta.
- c) La PEM fue efectuada por el equipo de especialistas de TECNA junto al grupo de O&M.
- d) Análisis inmediato de desviaciones, problemas operativos y ajustes de parámetros de operación.
- e) Asistencia durante los test run de planta.

4 - Experiencias durante la fase de O&M

- a) Facilidad para el cliente en relación al manejo del contrato, con un único responsable de la O&M.
- b) Bajos requerimientos de personal por parte del Cliente.
- c) Disponibilidad de información efectiva.
- d) Una de las principales ventajas es la posibilidad de interacción entre los ingenieros vinculados al diseño de la planta y aquellos responsables de la O&M en el campo. Esta comunicación es fundamental para que el personal de planta pueda efectuar la consulta de problemas operativos, desvíos, dudas respecto al diseño o la operación, capacitación, etc, en tanto que la retroalimentación de toda esta información se traduce en mayor experiencia y capacidad para los nuevos diseños.
- e) Designación durante los primeros 18 meses de un ingeniero de procesos residente en planta, a los efectos de analizar y resolver los problemas operativos y centralizar el vínculo con Ingeniería
- f) Trabajo en equipo en los temas vinculados al Sistema de Control, con dos Ingenieros de O&M en el plantel para esta actividad.
- g) Fuerte apoyo de Ingeniería a la gestión de mantenimiento.
- h) Apoyo de Ingeniería a la Gestión de Suministros.
- i) Integración de los recursos locales con las facilidades de Santa Cruz de la Sierra y Buenos Aires.

5 - Experiencias en la fase de cierre de la O&M

- a) Luego de 5 años de servicio el Contrato se dio por finalizado y cumplido y se favoreció la contratación del personal por parte del cliente, que decidió continuar la O&M por administración propia.
- b) Dado que a esta altura existe un gran conocimiento de la planta, sus procesos, el personal requerido, etc, la fase de cierre se puede gestionar con tiempo y en forma sumamente ordenada y documentada.
- c) En nuestro caso prácticamente todo el personal del consorcio pasó al plantel del cliente.
- d) Los activos propiedad del consorcio que resultaban de interés para el cliente fueron valorizados y vendidos de común acuerdo, sin ningún impacto en la operación de la planta.
- e) Toda la documentación técnica fue entregada al cliente.
- f) Los sistemas de gestión de mantenimiento, reportes de planta, CSSA, etc, así como las bases de datos fueron transferidos al cliente.

6 - CONCLUSIONES

En definitiva la experiencia de TECNA en esta modalidad EPC + O&M es altamente positiva, y entendemos que para el cliente también ha sido exitosa.

En términos generales los contratos integrados de Diseño, Construcción y O&M presentan ventajas entre las cuales se puede mencionar:

- Visión global e integradora del proyecto.
- Facilidad operativa para el cliente en relación al manejo del contrato.
- Mejoras en el Diseño de la planta cuando participa tempranamente el responsable de O&M.
- Ventajas en la fase de Precomisionado, comisionado y PEM, y optimización de la transferencia de conocimientos que se adquiere en esta etapa del proyecto.
- Reducción de conflictos en la interfase Construcción / O & M.
- Mayor Capacidad de Resolución de problemas técnicos debido a la comunicación permanente con el tecnólogo del proceso.
- Mejoras evidentes en la capacitación y entrenamiento previo del personal de O&M
- Facilidades para la planificación de las tareas y requerimientos de O & M.
- Facilidades para el cierre de los contratos