

Confección de manuales de operación y mantenimiento de plantas

José N. García
José A. Castro
Domingo E. Saccone

Petrobras Energía S.A.

Resumen

Presentación de una metodología para la confección de manuales de operación y mantenimiento de plantas de yacimientos de petróleo y gas que estén en funcionamiento y no los posean, con el fin de asegurar aspectos del control operativo y de proceso, cumpliendo los requisitos del Sistema de Gestión Integrada.

Se presentará la guía que sirvió de base para la confección de los manuales y como ejemplos los manuales de la planta de inyección de agua salada N° 2 del yacimiento Puesto Hernández y de la terminal marítima de almacenamiento y despacho de crudo de Punta Loyola.

Para estandarizar los manuales de las plantas se preparó dicha guía en la que se detallan cuestiones a tener en cuenta en el alcance y contenido de los mismos, al relevar los datos correspondientes utilizando la información disponible y los conocimientos del personal involucrado.

En la guía se especificaron los aspectos a considerar en la descripción de las instalaciones, en las condiciones normales de operación y las de emergencia, en el control y calibración periódica de los equipos críticos y elementos de seguridad, como así también los lineamientos para la planificación y realización del mantenimiento de la planta.

También se incluyen referencias a la documentación aplicable, a los registros de operación, mantenimiento y a los requisitos relevantes de la gestión ambiental y de seguridad.

1. Introducción

Al iniciar la compañía las operaciones de los yacimientos, la situación que presentaban las plantas era que su know how estaba concentrado en el personal de las mismas y no estaba protegido ante cambios de función o baja de éste, es decir que el conocimiento de la operación y el mantenimiento no estaba formalizado, la documentación disponible (planos, diagramas de flujo, folletos, catálogos de equipos, etc.) era parcial y se encontraba en distintos lugares.

Ante la situación descripta fue necesario mejorar las condiciones de trabajo, lo que se hizo acompañando los cambios impuestos por la implementación de los distintos sistemas de gestión. Consecuentemente se comenzó a trabajar en la confección de procedimientos operativos relativos a las mismas cuyo desarrollo condujo a la necesidad de integrarlos en Manuales de Operación y Mantenimiento.

Como punto de partida se planificó la preparación de dichos manuales involucrando a personal de distintas especialidades relacionado con la operación, para que:

- aporte su experiencia y conocimiento
- se encargue de recopilar y ordenar la información existente
- desarrolle instrucciones de trabajo específicas para cada uno de los procesos involucrados
- redacte el manual correspondiente de acuerdo a una guía elaborada para tal fin

En la etapa de preparación se designaron como responsables de la confección de cada manual al líder de la planta respectiva y a un referente de CSMS (Calidad, Seguridad, Medio Ambiente y Salud) quienes contaron con el aporte de información y conocimiento de los distintos sectores involucrados en la operación y mantenimiento.

Una vez redactados, los manuales fueron revisados por los Jefes de Producción correspondientes y aprobados por los respectivos Gerentes de Área.

Posteriormente fueron emitidos y distribuidos al personal operativo.

Actualmente están incorporados al Sistema de Gestión Integrado en el software de control de documentos del mismo.

2. Desarrollo

2.1. Guía para la confección de los manuales.

Con el objeto de contar con un lineamiento para lograr la estandarización de los Manuales de Operación y Mantenimiento se preparó una guía cuyo propósito es:

- Mejorar la seguridad y eficiencia operativa.
- Contribuir al cumplimiento de lo requerido por las normas ISO 14001 de Gestión Ambiental, ISO 18001 de Gestión de Salud Ocupacional y Seguridad; y por el Sistema de Gestión Integrado.
- Asegurar el cumplimiento del control operativo establecido por dichas normas.
- Tener una referencia confiable para planificar la operación segura y el mantenimiento de las plantas.
- Contribuir a la capacitación y a la mejora continua del funcionamiento de las plantas, del desempeño ambiental y de seguridad.
- Contribuir al mantenimiento de la certificación del Sistema de Gestión Integrado, evitando incumplimientos.

Esta guía contempla los siguientes ítems con instrucciones para su desarrollo durante la preparación del manual:

- Alcance del Manual
- Función de la Planta

- Ubicación de la Planta
- Consideraciones generales
- Normas y documentos de referencia
- Definiciones y abreviaturas utilizadas
- Descripción de la Planta
 - Descripción del funcionamiento de la Planta.
 - Insumos, productos, residuos y efluentes.
 - Diagrama de Flujo General.
 - Parámetros generales del proceso.
- Capacidad de la Planta: Rango de operación.
- Sistemas y Procesos de la Planta.
 - Descripción del funcionamiento de cada sistema y de los equipos de proceso y de control que lo componen.
 - Protecciones y elementos de seguridad de los sistemas y equipos.
 - Tele supervisión / Telecomando.
- Manipulación y dosificación de productos químicos dentro de la Planta..
- Diagrama de Flujo de cada sistema.
- Condiciones de Operación de la Planta.
 - Condiciones Normales de Operación:
 - Arranque de la Planta.
 - Operación en régimen.
 - Parada de la Planta.
 - Parámetros del proceso.
 - Problemas de proceso. Posibles causas y soluciones
 - Recorrido de control durante la operación: Lista de Verificación.
 - Condiciones de Emergencia
 - Operación en Emergencia.
 - Parada segura de la Planta.
 - Parámetros del proceso: Valores límites.
 - Problemas de proceso. Posibles causas y soluciones
- Registros de Operación de la Planta.
 - Tipo de registros de operación.

Responsables por su mantenimiento.

Conservación de los registros de operación.

- Planos de la Planta.

Planos de distribución de equipos.

Planos de cañerías e instrumentación.

Planos isométricos o en planta / elevación de cañerías y equipos.

Planos de circuitos e instalaciones eléctricas.

Planos conforme a obras.

- Mantenimiento de la Planta.

Plan de mantenimiento predictivo, preventivo y/o correctivo (según sea aplicable).

Plan de monitoreo de las cañerías y componentes de la planta.

Permisos de trabajo para realizar tareas de mantenimiento o monitoreo en la Planta.

Rutinas de mantenimiento o monitoreo a ser realizadas por el personal de operación de la Planta.

Mantenimiento o monitoreo de sistemas y equipos que requieren la intervención de personal externo a la Planta.

Registros del mantenimiento y monitoreo de la planta.

Conservación de los registros de mantenimiento y monitoreo.

- Personal de Operación de la Planta.

Plantel de operación: supervisores, operadores, personal de tareas generales, turnos.

Definición de funciones y responsabilidades.

Capacitación, entrenamiento y calificación del personal.

Niveles de autorizaciones o permisos para variar los límites (set up) de los parámetros del proceso.

Funciones y responsabilidades del personal de contratistas que presta apoyo a la operación de la Planta.

Responsables por la capacitación y supervisión del personal de contratistas que trabajen en la Planta.

- Gestión de Medio Ambiente y Seguridad.

Plan de Contingencias y Rol de Emergencias.

Instalaciones de seguridad y elementos de protección de la Planta.

Procedimiento de arranque y funcionamiento de la red contra incendios.

Elementos de seguridad que debe utilizar el personal.

Comunicaciones e informes en caso de emergencia, incidentes y/o accidentes que afecten a las personas, a las instalaciones o al medio ambiente.

- Verificación de los Equipos de Medición y Control.

Planes de verificación de los equipos de control de los distintos sistemas de la Planta, incluyendo los de seguridad y los de la red contra incendios.

Planes de calibración del instrumental de medición y control.

Registros de las verificaciones y calibraciones realizadas.

- Verificación del Cumplimiento de los Requisitos Aplicables a la Operación / Mantenimiento de la Planta y a la Actualización del Manual.

Plan de verificaciones periódicas.

Responsables por el cumplimiento del plan.

Listas de verificación aplicables.

Informes, Acciones Correctivas y Preventivas: emisión, distribución y seguimiento.

Período en que debe revisarse y actualizarse el Manual de Operación y Mantenimiento de la Planta.

Responsables por la revisión y actualización del Manual.

2.2. Preparación del manual

Se realizó una planificación de tareas, tiempos y responsables que incluyó los siguientes pasos:

- búsqueda y recopilación de documentos
- verificación de vigencia de la documentación
- replanteo de instalaciones
- obtención de información
- elaboración de las instrucciones de trabajo

Una vez cumplidos todos los pasos anteriores, con la documentación e información obtenida, se procedió a la confección del manual.

2.3. Caso Manual de Planta de Inyección de Agua Salada.

La necesidad de unificar criterios de operación de la planta debido al incremento de los volúmenes de producción y al cambio permanente de los parámetros de los procesos, hizo necesario documentar los mismos en un manual.

La confección del mismo permitió formalizar los límites operativos y la forma de operación que hasta ese momento se realizaba de acuerdo a la experiencia y criterio de cada operador.

El manual fue útil para ordenar la información y documentación referida a la planta que se encontraba dispersa en distintos sectores y como referencia de capacitación para el personal ingresante. También sirvió de consulta para el personal, en condiciones de operación normal y de emergencia, así como base de registro de las instalaciones y equipos para el mantenimiento. Además es una referencia para las inspecciones y auditorías.

2.3.1. Descripción de la planta

La Planta de Inyección de Agua Salada N° 2 (PIAS 2) pertenece al Yacimiento UTE Área Puesto Hernández que está ubicado a 20 Km. de la ciudad de Rincón de los Sauces en la provincia del Neuquén, República Argentina.

Se trata de la segunda Planta de este tipo instalada en el yacimiento, cuya función es tratar el agua de producción que ingresa desde las baterías e inyectarla para favorecer la recuperación secundaria de petróleo por el incremento de la presión del reservorio.

Los procesos principales de la planta son:

- Separación de petróleo y agua
- Tratamiento e inyección del agua de producción

La producción ingresa a través de un colector de entrada que distribuye el flujo en los separadores bifásicos Free Water Knock Out (FWKO). El petróleo hidratado va hacia un tanque de almacenamiento que es transportado a la Planta de Tratamiento de Crudo (PTC) para su posterior proceso. La corriente de agua se dirige a un tanque Skimmer, en el que se produce una separación de las partículas de petróleo en agua por acción de la gravedad.

Luego el flujo de agua va a los separadores por flotación a gas inducido (IGF) que separa los sólidos y el petróleo restante hasta dejar el agua en especificación. De allí se trasporta a un tanque pulmón que sirve de alimentación de las bombas de inyección.

La capacidad máxima de tratamiento de la PIAS 2 es de 48000 m³/d de producción bruta.

2.3.2. Información existente

Por tratarse de una planta de reciente construcción, que fue puesta en servicio en febrero de 1999, se contaba con un diagrama de flujo general, planos, catálogos, manuales de equipos y otros documentos entregados por la empresa que la construyó.

Aprovechando la experiencia del personal que operaba la Planta de Inyección N° 1 (PIAS 1) y la que se había adquirido operando la PIAS2 se obtuvo una fuente de información importante para la preparación del manual de esta última.

Los sectores involucrados fueron: operación de plantas, producción, mantenimiento, obras, CSMS, contratistas de la obra y proveedores de equipos.

2.3.3. Contenido del manual

De acuerdo a lo indicado en la guía para la confección de manuales de plantas se comenzó identificando y describiendo los Sistemas que componen la PIAS2, que son:

- Sistema de separación agua petróleo
Se identificaron y describieron las características de los equipos componentes del sistema, estos son:
 - Equipos de proceso
 - Tanques
 - Bombas
- Sistema eléctrico de potencia
Se realizó un relevamiento de las líneas que alimentan a la planta, las instalaciones, equipos eléctricos (por ej: seccionador, interruptor, transformador de intensidad y transformador de potencia), su funcionamiento en condiciones normales y de cambio de suministro por salida de servicio.
- Sistema de Control Tele supervisión/Telecomando
A partir de la información suministrada por el proveedor del sistema de control y por el referente de instrumentación del área, se describió el funcionamiento de los cuatro canales de comunicación para la transmisión de datos al sistema SCADA de Tele supervisión y Telecomando de la PIAS2.
- Sistema Contra Incendio
La información existente era:
 - Manual de funcionamiento de electrobomba y motobomba
 - Diagrama de flujo de la Red Contra Incendio.Esta información no fue suficiente para completar esta parte del manual, por lo que fue necesaria la participación del personal de planta para confeccionar el procedimiento de arranque de la misma.

- Los Sistemas Auxiliares
Se realizó el relevamiento de los equipos en donde intervienen los siguientes sistemas.
 - Agua de sellos y cojinetes
 - Gas de inertización
 - Aire de instrumentosAdemás se describió su funcionamiento y forma de operación.

Condiciones de operación:

A partir de las condiciones de la planta y de los parámetros determinados durante su puesta a punto se describieron las condiciones normales de operación y de emergencia.

Para el caso de las condiciones normales de operación se describieron los pasos de puesta en marcha de la planta, la secuencia de arranque, funcionamiento, operación en modo manual o automático y salida de servicio de los equipos. Además fue necesaria la inclusión de los límites operativos de los equipos, obtenidos de sus fichas técnicas y de la experiencia adquirida en la puesta a punto de la misma.

Para el caso de las condiciones de emergencia de la operación se describieron las condiciones de funcionamiento anormal de los equipos, los pasos para lograr una detención segura de la planta y como realizar las paradas de emergencia.

En el manual se incluyeron los problemas típicos que pueden aparecer en los procesos y la forma de solucionarlos.

Registros

Se definieron los registros necesarios para la operación de la planta, la conservación de los mismos y los responsables por su mantenimiento.

Mantenimiento

El mantenimiento de las instalaciones y del equipamiento de la planta se encuentran incorporados al sistema de gestión de mantenimiento de la compañía. En el manual se incluyeron las referencias a los planes de mantenimiento específicos para cada sistema y equipo. Estas referencias están materializadas en links que permiten tener un acceso rápido desde el manual a dichos planes.

Estos planes de mantenimiento incluyen:

- Mantenimiento preventivo eléctrico, mecánico y de instrumentación
- Permisos de trabajos
- Rutinas de mantenimiento a ser realizadas por el personal de operación
- Mantenimiento o monitoreo de sistemas y equipos que requieren la intervención de personal externo a la Planta
- Calibración de los instrumentos de medición y control. Registros

Personal

En el manual se describieron los Roles, Funciones y Capacitación necesaria del personal de operación

Se especificaron los niveles de autorización y permiso para variar los límites de los parámetros de los procesos

Seguridad y Gestión Ambiental

En el manual se hace referencia a los procedimientos operativos y al plan de contingencias del Sistema de Gestión Integrado, certificado, de la compañía (ISO 14001/OHSAS 18001).

2.4. Caso Manual de Planta de Almacenamiento y Despacho de Crudo.

En marzo del año 1992 se iniciaron las operaciones en el área SC II, desde un comienzo se observó que gran parte de las tareas se realizaban en base a experiencias transmitidas informalmente.

El manual de planta surgió como una necesidad de formalizar todas las tareas que se venían realizando desde el inicio y dotar de una herramienta de consulta para ser utilizada como referencia segura para todo aquel que tuviera que efectuar las distintas operaciones que se describen en el mismo, además sirvió como soporte para cumplimentar la puesta en marcha del sistema de gestión ambiental (ISO 14001) en el año 1996.

2.4.1. Descripción de la planta

La planta es una Terminal que está ubicada dentro del Área de Explotación de la UTE Santa Cruz II, a 40 km. de la ciudad de Río Gallegos, departamento de Güer Aike, provincia de Santa Cruz, República Argentina. Su función es almacenar y despachar la producción propia y de otros productores ubicados en la zona.

La capacidad de almacenaje de la Terminal es de 180.000 m³ de crudo distribuida en 8 tanques.

Llegan a ésta tres oleoductos que transportan la producción desde las distintas Plantas de Tratamiento de Crudo ubicadas en los campos de producción. Estos oleoductos convergen a un colector de derivación, desde donde se puede enviar el producto a los distintos tanques de almacenaje de acuerdo a la calidad del mismo y las condiciones operativas del momento.

En el descargadero de la Terminal, también se recibe el crudo transportado por camiones.

Desde esta Terminal se efectúa el despacho de crudo por:

- embarques a los buques que amarran en el muelle Presidente Illía, anexo a la Terminal
- el oleoducto Cóndor – Loyola hacia la frontera con Chile

Dada la distancia que la separa de la ciudad de Río Gallegos y al no existir interconexión eléctrica con esta última, la energía que consumen los equipos es generada en su totalidad por medio de motogeneradores instalados en la Terminal.

2.4.2. Información existente

Existía una cantidad importante de documentación dispersa (planos, manuales de equipos, catálogos, memoria descriptiva, etc.) e información en la experiencia del personal que se desempeñaba desde el año 1987.

Los sectores involucrados en la preparación del manual fueron: operación de plantas, mantenimiento, CSMS, comercialización.

2.4.3. Contenido del manual

De acuerdo a lo indicado en la guía para la confección de manuales de plantas se comenzó identificando y describiendo los Sistemas y equipos que componen la Terminal, estos son:

- Sistema de recepción
Está compuesto por los oleoductos que convergen en la Terminal y las instalaciones del descargadero, incluye los tanques y las bombas de transferencia del mismo.
- Sistema de almacenaje

Los equipos componentes son los tanques de almacenaje con sus elementos de tele medición y control de emisiones.

- Sistema de transferencia y despacho
Esta integrado por los brazos de carga que se encuentran en el muelle Presidente Illía y por las bombas de transferencia y despacho, que son utilizadas para la carga de buques, como así también para efectuar transferencias internas y bombeos externos.
- Sistema eléctrico
La Terminal cuenta con generación de energía eléctrica propia, para ello esta equipada con cuatro motogeneradores que funcionan de acuerdo a las necesidades operativas y le proveen energía, además esta usina cuenta con todos los equipos auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento de cada uno de los equipos allí instalados.
- Sistema Contra Incendio
Este sistema está compuesto por:
 - Un tanque de 3000 m³
 - Una electrobomba
 - Dos motobombas
 - Depósitos de líquido espumígeno
 - Monitores

Condiciones de operación:

Para el caso de las condiciones normales de operación se desarrollaron las instrucciones de trabajo para las operaciones de la Terminal a partir de:

- procedimientos operativos del sistema de gestión integrado (ISO 14001/OHSAS 18001)
- manuales técnicos de los equipos (motogeneradores, brazos de carga)
- normas técnicas aplicables a la operación (IRAM y API)
- experiencia adquirida por el personal durante los años de operación

Para el caso de las condiciones de emergencia de la operación, después de los análisis realizados, se determinó que dichas condiciones se presentan cuando se producen algunas de estas situaciones.

- Incendio de las instalaciones
- Derrame de hidrocarburos
- Falta de capacidad de almacenaje

Para las dos primeras situaciones se estableció que debe procederse de acuerdo a lo indicado en los planes de contingencia de la compañía.

En el caso de la tercera situación se estableció que debe coordinarse con los Líderes de las distintas plantas y los operadores de yacimientos, de propiedad de terceros, sobre los volúmenes y horarios de bombeos.

Registros

Se definieron los registros necesarios para la operación de la planta, la conservación de los mismos y los responsables por su mantenimiento.

Mantenimiento

El mantenimiento de las instalaciones y del equipamiento de la planta se encuentran incorporados al sistema de gestión de mantenimiento de la compañía. En el manual se incluyeron las referencias a los planes de mantenimiento específicos para cada sistema y equipo.

Estos planes de mantenimiento incluyen:

- Mantenimiento preventivo eléctrico, mecánico y de instrumentación
- Permisos de trabajos
- Rutinas de mantenimiento a ser realizadas por el personal de operación
- Mantenimiento o monitoreo de sistemas y equipos que requieren la intervención de personal externo a la Planta
- Calibración de los instrumentos de medición y control.

Registros

Personal

En el manual se describieron los Roles, Funciones y Capacitación necesaria del personal de operación

Se especificaron los niveles de autorización y permiso para variar los límites de los parámetros de los procesos

Seguridad y Gestión Ambiental

En el manual se hace referencia a los procedimientos operativos y al plan de contingencias del Sistema de Gestión Integrado, certificado, de la compañía (ISO 14001/OHSAS 18001).

3. Conclusiones

La utilización de Manuales de Operación y Mantenimiento de Plantas, proveen de un valor agregado significativo a quienes los poseen, dado que permiten:

- Brindar seguridad en la operación
- Servir de guía para el mantenimiento
- Formalizar las operaciones e integrarlas a los Sistemas de Gestión vigentes
- Ordenar la documentación e información
- Facilitar el desempeño de las operaciones
- Proteger el Know How de las empresas
- Contribuir a la capacitación del personal.
- Fijar límites y responsabilidades
- Prevenir fallas y errores en la operación.
- Facilitar la realización de las auditorías a las operaciones
- Adoptar acciones correctivas y preventivas oportunamente
- Facilitar el control de cambios en las instalaciones

La experiencia adquirida durante la confección de los manuales mostró algunas situaciones en las que se presentaron ventajas e inconvenientes.

Entre las ventajas que contribuyeron a la obtención de los mismos se destacan:

- experiencia del personal operativo
- contar con los procedimientos de un sistema de gestión integrado
- tener una guía para la preparación de los manuales.

A su vez se presentó un inconveniente al existir documentación incompleta, parcial o desactualizada, lo que dificultó la preparación de los manuales.

Como conclusión importante de esta experiencia vale recomendar que para toda planta nueva se requiera contractualmente desde la etapa de diseño, la confección de un manual de planta con un contenido especificado, didáctico y de fácil comprensión para los usuarios, con la documentación soporte correspondiente. Previendo además, que cuando produzcan cambios importantes en las plantas se requiera que los mismos se incorporen a los manuales y a la documentación soporte correspondiente.

4. Referencias

Sistema de Gestión Integrado de la Compañía

- Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001
- Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional OHSAS 18001
- Normas IRAM y API aplicables a la operación y mantenimiento de las plantas