

**ANEXO N° 24**

**PRUEBAS FINALES Y PUESTA EN MARCHA.**

## TABLA DE CONTENIDO

1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD.....	3
2.	PREPARACIÓN PARA LA PUESTA EN OPERACIÓN.....	7
2.1	CRONOLOGÍA DE LAS OPERACIONES .....	7
2.2	PRECOMISIONADO .....	8
2.3	COMISIONADO.....	8
2.4	PRUEBAS EN SITIO.....	15
2.4.1	<b>FILOSOFÍA DE LAS PRUEBAS.....</b>	<b>16</b>
2.5	PUESTA EN MARCHA.....	17
2.5.1	<b>ACTIVIDADES DE LA PUESTA EN MARCHA .....</b>	<b>17</b>
2.5.2	<b>EJERCICIOS DE ANÁLISIS DE RIESGOS .....</b>	<b>19</b>
2.5.3	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....</b>	<b>19</b>
2.5.4	<b>FIN DE LA PUESTA EN MARCHA .....</b>	<b>20</b>
2.5.5	<b>COMENTARIOS ADICIONALES .....</b>	<b>21</b>
2.5.6	<b>COORDINACIÓN DE PUESTA EN MARCHA .....</b>	<b>22</b>
3.	PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.....	23
3.1	NOTIFICACIÓN DE ALISTAMIENTO PARA LA PUESTA EN MARCHA POR SISTEMAS.....	23
3.2	NOTIFICACIÓN DE ALISTAMIENTO PARA LA PUESTA EN MARCHA DE TODO EL PROYECTO.....	24
3.3	NOTIFICACIÓN DE TERMINACIÓN.....	25
3.4	RECEPCIÓN PRELIMINAR.....	26
3.5	PERIODO DE AJUSTE OPERACIONAL .....	28
3.6	RECEPCIÓN PROVISIONAL .....	28
3.7	RECEPCIÓN DEFINITIVA DEL PROYECTO .....	29

## **1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD**

En este documento se establecen los requisitos y procedimientos mínimos que debe cumplir el Contratista para todas las actividades previas y relacionadas directamente a la puesta en marcha de todos los equipos y sistemas asociados a cada una de las unidades hasta llegar a la expedición del documento: Certificado de Prueba Finales de Desempeño, tanto para los equipos y sistemas en forma individual, como para las unidades en forma integral. Los procedimientos generales para la puesta en marcha incluyen: la terminación de la construcción (precomisionado) y las pruebas de desempeño (comisionado) para cada unidad y para la totalidad de Proyecto de Ampliación del Parque de Almacenamiento del Plantel Refinería-Moín, según el alcance detallado en la Ingeniería Básica.

Para desarrollar este procedimiento, el Contratista deberá tener en cuenta, entre otros documentos, el cartel de la presente licitación, las recomendaciones de los fabricantes de los equipos para su instalación, operación y las prácticas de mantenimiento a que deben ser sometidos estos equipos. Además de la publicación API 700 "Check list for Plant Completion", última edición, referente a la preoperación ("precommissioning") y el evento listo para el arranque ("Ready for commissioning").

El Contratista deberá presentar, para aprobación de RECOPE el procedimiento que implementará para las pruebas finales y para la puesta en marcha del proyecto en forma integral, al menos un mes antes de la fecha estimada para dar inicio a la preoperación ("precommissioning").

Los lineamientos dados en este apartado pretenden servirle al diseñador como una base mínima de cumplimiento y podrá ser complementado y mejorado dentro del ámbito del proyecto mismo.

En caso de no contar con la experiencia y conocimiento suficiente para garantizar una puesta en marcha segura y confiable, el Contratista deberá disponer de técnicos especialistas de las casas matrices fabricantes, para que supervisen en el sitio, la puesta en marcha de los diferentes sistemas. Por lo tanto, deberá tomar en cuenta en su oferta, el costo de la asistencia de ingenieros o técnicos calificados de las empresas proveedoras de los equipos, para la puesta en marcha. Esto aplica también para los casos en que se considere necesaria la supervisión desde la instalación de los equipos especializados.

De acuerdo con la experiencia del Contratista, este incluirá en su oferta los costos mencionados por estos conceptos. Si durante la construcción, RECOPE comprueba deficiencias del Contratista en la instalación y puesta en marcha de algunos de los sistemas o equipos, este podrá exigir al contratista traer soporte técnico de la fábrica. El costo de lo anterior correrá por cuenta del Contratista.

Como parte de la Ingeniería de Detalle, el Contratista deberá presentar un documento que describa todo el proceso de pruebas finales y la programación de la puesta en marcha del equipo en forma individual y de los sistemas integrados que conforman las nuevas unidades.

En esta etapa y en relación con la puesta en marcha, se definirán los diferentes sistemas que conforman las partes componentes del conjunto de las instalaciones, las que a su vez conforman la totalidad del Proyecto. Estas se pueden identificar adecuadamente por límites naturales, de construcción o de funcionalidad, que sean fácilmente reconocibles. La división de un conjunto de instalaciones industriales en sistemas permitirá:

- Programar todo el proyecto de acuerdo con una sucesión lógica de actividades, que permita realizar una planificación adecuada para las labores relacionadas con la terminación de montaje y pruebas de desempeño.

- Ejecutar la terminación del montaje y las pruebas de desempeño de algunos sistemas, aún cuando los otros sistemas se encuentran todavía en la etapa de construcción.
- Entregar a RECOPE las instalaciones, sistema por sistema, de una manera controlada y organizada. Aunque la terminación del montaje y las pruebas de desempeño puedan hacerse cronológicamente cuando se termine cada uno, la entrega a RECOPE deberá programarse para ser realizada en una secuencia lógica de funcionalidad y realizando la entrega de cada sistema en forma consecutiva. Lo anterior implica que el Contratista será el único responsable por la integridad de las instalaciones, hasta tanto no se realice la entrega final de todo el proyecto, aclarando que la terminación de montaje y pruebas de desempeño no constituyen la entrega a RECOPE de las instalaciones.

Los sistemas deberán organizarse mediante un cronograma de secuencias lógicas de operación y de eventos relacionados con la terminación del precomisionado y el comisionado. Por ejemplo, los sistemas de servicios auxiliares y de seguridad, se pondrán en marcha antes que los equipos o sistemas.

Los sistemas deberán ser definidos e identificados con base en los diagramas P&ID, planos de distribución de planta y demás documentos y planos de las instalaciones, dependiendo de la definición de cada sistema. Sobre esta información se marcará cada uno de los sistemas y los límites entre ellos. Cada sistema deberá ser despiezado en detalle, con sus partes componentes, en formatos apropiados e indicando lo siguiente:

- Número de identificación de cada línea de proceso.
- Equipos con su respectiva identificación.
- Puntos de conexión (Tie-Ins) definidos claramente en planos
- Instrumentación con su respectiva identificación.
- Localización en planta cuando aplique.
- Otros que se consideren pertinentes.

La definición de los sistemas para la terminación del precomisionado y el comisionado y en general para la ejecución de la obra, deberán hacerse y revisarse de acuerdo con las siguientes fases:

- Durante la programación inicial de la obra, con el fin de tener desde el principio una concepción clara y una estructura que facilite el control y seguimiento de esta. En este sentido, el Contratista deberá entregar la definición de los sistemas y el cronograma preliminar de terminación del precomisionado y el comisionado, como requisito para adoptar el cronograma general de la obra.
- Previo a la fase de precomisionado en la etapa final de construcción, con el fin de revisar los límites reales que son más prácticos y que garantizan la confiabilidad de la información y funcionalidad de los sistemas.
- En la fase de construcción y con el objetivo de hacer un control y seguimiento detallado en el desarrollo de cada sistema, la Coordinación de Construcción debe preparar en forma sintetizada los eventos determinantes y los trabajos principales correspondientes a cada sistema, discriminados por categorías o tipos de obra, todo de acuerdo con el cronograma general del proyecto.

Adicionalmente, se elaborará una lista de los equipos y dispositivos complementarios de cada sistema, con el propósito de “materializar” el sistema, detallando sus componentes.

Se considera conveniente que las listas sean llenadas siguiendo un determinado orden preestablecido, tal como:

- Equipo Mecánico
- Líneas de tubería
- Equipo Eléctrico
- Instrumentación
- Otros



La descripción detallada de las actividades comprendidas en el alcance del precomisionado y del comisionado, deben ser realizadas por el diseñador como parte de la ingeniería Detallada, y deberán basarse en la Ingeniería Básica desarrollada por el Contratista y abarcar todas las unidades comprendidas en este cartel, sus equipos principales, sus sistemas y sus servicios.

## **2.2 PRECOMISIONADO**

Este se entiende como el período en el que se llevan a cabo las comprobaciones de los sistemas construidos, con las unidades sin operar, se verifica que la instalación esté de acuerdo con los planos y especificaciones y se da la conformidad. Esto incluye la calibración de los instrumentos, los chequeos de alineamiento en frío, la comprobación de los instrumentos de seguridad, las pruebas hidrostáticas, entre otros. Esta fase conduce a la terminación mecánica de las unidades (equipos y sistemas) y prepara para el comisionado del proyecto.

Algunas de las principales tareas comprendidas dentro del marco del precomisionado, se presentan a continuación únicamente como referencia:

- Trabajos de preparación de la inspección.
- Revisión de los P&ID.
- Revisión de la operación de proceso.
- Revisión de los instrumentos.
- Revisión de alarmas.
- Revisión de las válvulas.
- Revisión de los instrumentos de seguridad.
- Revisión de la correcta instalación de todos los equipos.
- Revisión de la correcta instalación de los soportes de tuberías

## **2.3 COMISIONADO**

Este se conoce como el período donde se llevan a cabo las verificaciones dinámicas de los equipos en operación, la simulación de los lazos de control y de los sistemas de seguridad y las pruebas de operación. El Comisionado incluye también una variedad de actividades, tales como la limpieza y el secado de los sistemas de tuberías, las pruebas de estanqueidad, la carga de reactivos, desecantes o catalizadores, rodaje de bombas, turbinas y compresores con fluidos inertes (agua, nitrógeno).

Para iniciar la fase del comisionado, se requiere que todos los certificados, pruebas, correspondencia, boletines y en general información de construcción y montaje del grupo de control de calidad, se recopilen como parte de la información que será manejada por la Coordinación de Puesta en Marcha para iniciar los trabajos relacionados con el comisionado.

El comisionado se deberá realizar antes de darse la alimentación, en las unidades, con materias primas, productos intermedios y terminados de planta y productos terminados importados y deberá finalizar en el punto llamado “preparado para la puesta en marcha” (ready for start-up), en el que las distintas unidades estarán preparadas para comenzar a operar por primera vez.

Al inicio de esta etapa, los siguientes aspectos deben ser revisados para asegurarse de que se ha llevado a cabo un precomisionado seguro y adecuado de las distintas unidades.

- a) **Seguridad.** Comprobación de que todos los equipos de seguridad que serán requeridos para la entrada de las materias primas, productos intermedios y terminados de planta y productos terminados importados se encuentren en su sitio y en plenas condiciones operativas.
- b) **Revisión de los colectores de servicios.** Los puntos de conexión y por ende de entrada de todos los servicios, pueden haber sido revisados durante el

precomisionado. Sin embargo, en este momento deberá verificarse su disponibilidad, según los parámetros requeridos. Para que se considere en condiciones de operación, el colector principal y las líneas de alimentación a los usuarios deben estar conectados. Cada usuario individual solo se puede encontrar aislado, por válvulas de bloqueo, si se pudiera, o de lo contrario por discos ciegos.

- c) **Lista de discos ciegos.** La lista de discos ciegos, que marcan los límites de batería operativos de las distintas unidades, debe estar actualizada, y es recomendable revisar no solo que esta sea la correcta, sino que todos los discos ciegos necesarios para la seguridad de la planta se encuentren en su sitio.
- d) **Coordinación entre departamentos.** Se debe notificar la iniciación de los trabajos de comisionado a los otros departamentos de la Refinería involucrados en esta actividad: departamento de otros procesos relacionados directamente con las unidades, departamentos de Mantenimiento, Protección Integral, Instrumentación y Laboratorio de Control de Calidad. Durante la fase de comisionado, deberá estar disponible un mayor número de personal de los departamentos de Operación, Protección Integral, Mantenimiento e Instrumentación para la realización de los trabajos.

A continuación se presenta una descripción orientadora de algunas de las actividades que deben estar comprendidas dentro de la actividad de comisionado de todas las unidades que han sido modificadas o instaladas y que están listas para entrar en servicio. El diseñador podrá tomar este material como base para presentar el programa detallado de actividades de pruebas finales y puesta en marcha para equipos, sistemas y unidades, en forma integral.

- a) **Comisionado de los servicios auxiliares (utilities).** A continuación se presenta una lista no exhaustiva, de estos sistemas y del estado en el que se espera que estén. Para algunos de los sistemas puede no requerirse, dependiendo de la unidad.

Aire de instrumentos:	En servicio.
Aire de planta:	En servicio.
Sistema de agua de enfriamiento:	En servicio, pero aislado a usuarios individuales. Con todos los drenajes abiertos.
Sistema de Nitrógeno:	En servicio. Revisado para el contenido apropiado de oxígeno.
Vapor:	En servicio. Los sumideros de condensado y las trampas se han revisado.
Agua contra incendios:	En servicio.
Sistema de antorcha:	Preparado para el uso.
Sistema de drenaje cerrado de hidrocarburos:	Preparado para el uso.
Equipo eléctrico:	Preparado para el uso

### Nota

Preparado para el uso, significa que el sistema (colector principal, alimentaciones individuales a los usuarios) se ha limpiado, secado si se requiere, se han realizado pruebas de presión y estanqueidad y se encuentra en la atmósfera adecuada. El colector principal se ha aislado en forma secuencial mediante válvulas de bloqueo y discos ciegos.

Todo el tendido eléctrico, las cajas de conexiones, los fusibles e interruptores se han revisado y se han corregido en concordancia con las especificaciones. Los motores eléctricos se han probado en funcionamiento durante 4 horas (desconectados de la máquina a la que sirven).

Para facilitar las operaciones de las actividades siguientes incluidas en los procedimientos para operar la planta por primera vez, todos los sistemas de servicios

auxiliares deben ser puestos en operación tan pronto como sea posible. Todas las tuberías de los diferentes sistemas, deben ser probadas para determinar la no existencia de fugas y verificar que estén libres de virutas y restos de la construcción. Las líneas de vapor deben ser puestas en funcionamiento lentamente para prevenir los daños causados por los golpes de ariete que se pudieran producir o por la dilatación térmica. Todas las trampas de vapor y válvulas de control del sistema deben estar en servicio para superar las pruebas iniciales. El sistema de descarga desde el sistema de vapor de alta al de baja presión debe estar en operación. Del mismo modo, los sistemas de control para aire, agua y fuel gas deberán probarse para que sean operativos.

b) **Comisionado de las unidades.** El propósito principal de este trabajo es dar a conocer a los operadores, todas las unidades a las que se refiere el alcance de este proyecto. Inspeccionar sus principales equipos para asegurar que la construcción ha sido realizada exactamente como se muestra en los diagramas de tuberías e instrumentos (PID's), que los equipos están libres de restos y de desechos de materiales generados durante la etapa de la construcción, para poner a rodar las bombas y motores y para verificar que todos los servicios y accesorios están preparados para la puesta en marcha de los equipos del proceso.

Las siguientes operaciones, relacionadas con los equipos de proceso de las distintas unidades, se deben completar de acuerdo con las directrices planteadas por los propietarios de la unidad y con las instrucciones de los fabricantes de los equipos:

- a. Pruebas hidráulicas de las tuberías.
- b. Lavado de los equipos.
- c. Alineamiento de las máquinas rotativas.
- d. Rodaje de las bombas.

- c) **Rodaje de bombas y motores.** Todos los motores que accionan bombas, deben estar funcionando en vacío (sin carga), durante un mínimo de cuatro horas (sin conexiones). Las bombas y sus motores se deben conectar a la alimentación de potencia y de control, alinearse correctamente, y estar disponibles para la operación. Se debe llenar un formulario previamente diseñado para tal efecto, en el que se consignen los detalles de alineamiento de cada equipo. Esto lo realizará los responsables del trabajo. El formulario se adjuntará al dossier de la inspección de las bombas.
  
- d) **Comisionado de los Intercambiadores de calor.** Normalmente, los intercambiadores de carcasa y tubos que han sido probados con presión en los Talleres del Fabricante, no requerirán una recomprobación en campo, pero pueden ser incluidos como parte de las pruebas de estanqueidad del sistema de tuberías, dentro del plan general de comisionado.
  
- e) **Pruebas iniciales de estanqueidad.** Las pruebas iniciales de estanqueidad serán responsabilidad del diseñador. Las pruebas de fugas se pueden realizar usando aire o nitrógeno dependiendo de cual este más disponible en cada caso. La presión de prueba será la presión del sistema de aire o nitrógeno o la presión de diseño de la unidad (o sección de la unidad), la que sea menor. La prueba de estanqueidad es satisfactoria cuando la presión desciende menos de 0.05 kg/cm<sup>2</sup>/hora durante un período de 4 horas consecutivas. Estos aspectos serán revisados por el diseñador, para que sea él quien finalmente defina los tiempos, valores de presión y elemento de prueba, que se utilizarán en esta actividad.

Para el cumplimiento de la fase correspondiente a el comisionado, el Contratista debe seguir los procedimientos de la publicación API 700 Checklist for Plant Completion, concerniente a la Preoperación (Pre - commissioning) y al evento de "Listo para el Arranque" (Ready for commissioning). El uso de la lista de verificación del API no exime al Contratista de cumplir otros requisitos establecidos en el Contrato.

Es responsabilidad del Contratista mantener, proteger y prestar los servicios requeridos a cualquier instalación o parte de las instalaciones que hayan tenido su terminación del

comisionado, hasta que RECOPE expida el "Certificado final de Comisionado". Consecuentemente, la responsabilidad del Contratista sobre la totalidad del proyecto solo terminará con la expedición de este Certificado.

Los procedimientos para la terminación del comisionado de las instalaciones serán como se indica a continuación:

- El Contratista notificará a RECOPE con no menos de dos semanas calendario, antes de la terminación del comisionado de cada sistema. RECOPE inspeccionará la instalación para cerciorarse de que se encuentra lista para operar y que las objeciones encontradas y que no se han subsanado no pondrán en peligro la seguridad de las instalaciones y que las siguientes condiciones se han cumplido:
- Las actividades fundamentales de construcción y montaje se han terminado, los equipos y las tuberías se han limpiado y lavado en conformidad con las especificaciones y las recomendaciones de los fabricantes. Las objeciones menores están en la etapa de terminación.
- Todos los instrumentos, válvulas de control y dispositivos de enclavamiento están correctamente instalados, funcionan debidamente y se les han efectuado todos los ajustes preliminares.
- Todos los equipos e instalaciones eléctricos han sido instalados y probados.
- Toda la iluminación ha sido debidamente probada.
- Todos los dispositivos de alivio de presión, válvulas de seguridad, entre otros, están correctamente instalados y calibrados para el seguro funcionamiento de los equipos.
- Se han instalado y probado todas las alarmas e instrumentos para indicación y registro.
- Todos los puntos de la lista de verificaciones contemplados en la publicación API Publ. 700, Checklist for Plant Completion, se encuentran verificados a satisfacción de RECOPE.

- Todos los subsistemas han sido probados, ajustados los lazos de control y las instalaciones se encuentran listas para operar conjuntamente.
- Los escombros de construcción se han removido del sitio de la obra.
- Los materiales y equipos de construcción y montaje se han retirado del sitio.
- La pintura de las líneas y de los otros equipos se ha terminado.
- El equipo está en condiciones seguras de operación.
- Las pruebas hidrostáticas se han efectuado exitosamente de acuerdo con las especificaciones y las normas.
- La instalación cumple con las normas y los requisitos para protección contra incendio.
- Toda la señalización se ha colocado.

Cuando estos requisitos se logren, RECOPE autorizará la activación de los sistemas, con lo cual se considera finalizada la fase del comisionado y RECOPE emitirá al Contratista un "Certificado de aceptación de la Terminación de Comisionado.

#### **2.4 PRUEBAS EN SITIO**

Como parte del diseño detallado, el Contratista deberá procurar y entregar a RECOPE una lista de pruebas que se deben realizar en el sitio (SAT) y a las que debe ser sometido el equipo suministrado, según el fabricante. Estas pruebas son aquellas a las que deben someterse los equipos en forma individual y también a los sistemas, toda vez que estos integren varios equipos junto con sus accesorios. Especial interés debe dársele a la calibración de parámetros operativos, a los índices de desempeño con que deben operar los equipos y a las características técnicas que debe tener cada uno de los servicios requeridos para la operación óptima de los equipos y sistemas.

Dentro de la definición de esta actividad, también el diseñador debe fijar las cualidades técnicas que debe tener el personal asignado por RECOPE para estar presente durante

la realización de estas pruebas. Naturalmente que también debe entregarse un documento, por parte del diseñador que indique las cualidades del personal técnico responsable, por parte del Contratista, de llevar a cabo estas pruebas.

Al momento de realizar estas pruebas es necesario que estén disponibles los manuales de operación y de mantenimiento de cada equipo, sistema o unidad integral.

#### **2.4.1 FILOSOFÍA DE LAS PRUEBAS**

Al final de la construcción deberá someterse a prueba y ponerse en servicio, cada uno de los equipos. Para la realización de estas pruebas, debe tomarse en cuenta lo mencionado en los siguientes documentos, que se encuentran en los anexos de este cartel: GG-MS-204 "Montaje de equipos mecánicos", GG-ES-214 "Montaje eléctrico", GG-IS-201 "Montaje de instrumentos", GG-TBS-202 "Instalación de tuberías". También deberán considerarse las pruebas que se mencionan en las especificaciones particulares de los equipos y cualquier otro documento o especificación que haga referencia a pruebas SAT de equipos y de sistemas.

Las pruebas deberán efectuarse conforme a las disposiciones de los códigos y normas vigentes, a fin de demostrar que el sistema y todas las partes son plenamente aceptables, de acuerdo con las especificaciones. Se deberá conservar registros completos de todas las inspecciones y pruebas que se realicen, en forma permanente. Estos registros deberán estar siempre a disposición de RECOPE o su representante, para su inspección. RECOPE, o su representante, se reserva el derecho de estar presente durante las inspecciones y pruebas que se realicen, tanto en la fábrica (FAT), como en el sitio de instalación.

El contratista deberá asegurarse de que las pruebas finales de todas las unidades se lleven a cabo en una forma segura, cumpliendo con las disposiciones de los códigos y las leyes vigentes.

Adicionalmente a las pruebas de campo, según lo establecido en cada una de las especificaciones técnicas adjuntadas en los distintos anexos de este cartel, se realizarán las pruebas de operación en fábrica (FAT).

## **2.5 PUESTA EN MARCHA**

### **2.5.1 ACTIVIDADES DE LA PUESTA EN MARCHA**

Antes de hacer la Puesta en Marcha, se debe comprobar que se haya cumplido con todo lo establecido en el Comisionado, es decir que se esté dando al menos las siguientes situaciones operativas:

- Las pruebas de estanqueidad se han superado por completo y se ha purgado todo el oxígeno de las unidades.
- Todos los servicios están en funcionamiento. Se han retirado los discos ciegos de los colectores de servicio en el límite de batería y las válvulas en las líneas de suministro a los usuarios están abiertas.
- Se han revisado todos los instrumentos y se ha comprobado que son aptos para su operación.
- Se han probado todos los instrumentos de seguridad y las secuencias de emergencia.
- Se han conectado las válvulas de seguridad de todos los equipos y todas estas acciones se han registrado en una lista de comprobación.
- Las bombas y sus motores han sido alineados y rodados (cuando sea posible).
- Se han revisado los intercambiadores de calor y están preparados para su operación en las condiciones de desempeño de diseño.
- Está disponible el Diesel o en general los combustibles que se requieren para la puesta en marcha.

Debe tomarse en cuenta que los combustibles y energía eléctrica requeridos para la operación de las instalaciones, desde el inicio de todo el proyecto, estarán a cargo del Contratista, hasta la Recepción preliminar del proyecto.

El consumo de repuestos hasta la ejecución de la prueba de desempeño estará a cargo del Contratista. Por tanto, este repondrá a RECOPE los repuestos utilizados hasta esta fecha.

Como parte del diseño detallado de las distintas unidades de proceso, el Contratista deberá elaborar el manual o protocolo de Puesta en Marcha de estas unidades y someterlo a aprobación por parte de RECOPE, al menos un mes antes de iniciar esta actividad.

El contenido del Manual o Protocolo de Puesta en Marcha deberá incorporar, como mínimo, los siguientes documentos:

- Plan de aseguramiento y control de calidad para la Puesta en Marcha, que incluya un Plan de contingencia de acuerdo con los requerimientos expuestos en ASME B31.4, parágrafo 454.
- División por Sistemas Operativos para cada una de las instalaciones, incluyendo la parte Civil, Mecánica, Eléctrica, de Instrumentación y la Ambiental.
- Procedimiento detallado de puesta en marcha para cada equipo y para cada sistema.
- Procedimiento detallado para llevar a cabo la Prueba de Desempeño por equipo y por sistema.

El manual o protocolo de Puesta en Marcha, debe contener un Programa Detallado de Trabajo (PDT) elaborado en el programa de cómputo conocido como: "Project Manager", última versión, por el método de ruta crítica, que detalla todas las actividades de la puesta en marcha y de las pruebas finales de desempeño, así como los procedimientos para la elaboración de cada una de las actividades con los respectivos formatos de registro.

El manual debe tener en cuenta los análisis de riesgos, para incluir procedimientos para su manejo y atenuación. Los requisitos en materia de seguridad industrial, son muy importantes para el buen desarrollo de la Puesta en Marcha por lo tanto, requiere del mejor nivel técnico en cada una de las especialidades en que ha sido estructurado el diseño detallado. Además, deben incluirse los aspectos de Riesgos y Seguridad Industrial (personal, equipos y materiales). Por lo anterior, el Contratista debe diseñar procedimientos detallados que incluyan el mejor nivel de experiencia, la ingeniería del Proyecto, las normas API, NFPA, ASME, ASTM, ANSI, NACE, Código Eléctrico Nacional, y todas aquellas que contribuyan a lograr un buen desarrollo de los trabajos. El manual o protocolo debe ser revisado o complementado, en sus partes pertinentes, con los proveedores de los equipos o sistemas que se instalen en el proyecto.

Los manuales de puesta en marcha de cada equipo o instalación, se deberán entregar debidamente revisados y autorizados por RECOPE, un mes antes del inicio de las actividades detalladas en este apartado. El Contratista entregará el manual en tres copias duras y en medio magnético (CD).

### **2.5.2 EJERCICIOS DE ANÁLISIS DE RIESGOS**

El Contratista deberá realizar, por su propia cuenta, un Análisis de Riesgos (Hazop) en el que se tomará en cuenta todas las actividades incluidas en la programación de la puesta en marcha. Este análisis, deberá contar con la aprobación de RECOPE y la dirección y orientación del grupo que se encargue de esta labor. Estos ejercicios tendrán lugar en la Refinería. La duración de esta actividad y la programación deberán ser definidas por el contratista y presentadas a RECOPE para su aprobación.

### **2.5.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

En el caso de que alguna de las instalaciones se concluya y pase un período relativamente largo antes de su entrada en operación, y con el fin de asegurar la

operabilidad de estas, durante la puesta en marcha, se deberá hacer mantenimiento preventivo básico y por lo tanto, el Contratista deberá contar con el personal necesario encargado de atender este mantenimiento, para evitar el deterioro por desuso.

El mantenimiento preventivo consiste en accionar las válvulas, lubricar los equipos que lo requieran, girar el equipo rotatorio y hacer todo el mantenimiento preventivo recomendado por los fabricantes y en general tener todos los equipos listos para su operación. Además, deberá darse mantenimiento al césped y limpiar la instalación. El tiempo, a partir del cual se debe iniciar el mantenimiento preventivo, queda a criterio de RECOPE. Se deberán tomar en cuenta las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.

#### **2.5.4 FIN DE LA PUESTA EN MARCHA**

Una vez concluidas las tareas de Puesta en Marcha se inicia el evento “Listo para el Arranque (Ready for Commissioning)”, cuando las nuevas instalaciones estén en condiciones de iniciar su operación y cuando:

- Previo al arranque se deben limpiar todas las unidades, haciendo recircular Diésel por un periodo de al menos 24 horas. Para esta recirculación se deben proveer bombas de fondo que permitan introducir el agente de lavado.
- Se hayan realizado todas las pruebas de comisionado por equipos y por sistema
- Los operadores y el personal de mantenimiento se encuentren capacitados y familiarizados con las nuevas instalaciones.
- Se hayan realizado, con resultados satisfactorios, todos los ajustes de la instrumentación.
- Se hayan realizado, con resultados satisfactorios, todos los trabajos pendientes hasta esta etapa.
- Las áreas construidas estén debidamente limpias y ordenadas y en condiciones seguras para operar y permitir el libre movimiento de los operadores.

### 2.5.5 COMENTARIOS ADICIONALES

El Contratista deberá haber previsto en su oferta y por ende cubrir enteramente, los costos que implica la ejecución de las siguientes actividades o circunstancias, que RECOPE considera como componentes mínimos de la puesta en marcha de cada unidad:

- **Operación inicial por parte del Contratista con participación de RECOPE.** Una vez que las unidades hayan sido recibidas preliminarmente por RECOPE, el Contratista deberá operar estas unidades, a su entera responsabilidad, al menos por un periodo de 45 días naturales. Por lo que deberá mantener en el proyecto, el personal técnico necesario para cumplir con este requerimiento. Los costos asociados a la participación del personal asignado por el Contratista para cubrir esta primera etapa, correrán por su cuenta.  
Durante este periodo, RECOPE destacará el personal técnico, al cual se le transferirá, en el futuro, la responsabilidad de operar todas las unidades comprendidas en el alcance de este cartel, en forma continua. Esto se hace con el objetivo de que al participar activamente durante este período, se dé una verdadera transferencia de conocimientos operativos.
- **Operación por parte de RECOPE con supervisión del Contratista.** Al finalizar el periodo anterior, la responsabilidad de la operación de todas las unidades comprendidas en este alcance, será transferida al personal de RECOPE S. A. por un periodo de 45 días naturales. El personal del Contratista que participó en la actividad anterior, deberá mantenerse como personal de apoyo para poder evacuar cualquier contratiempo operativo. Los costos asociados a la participación del personal asignado por el Contratista para cubrir esta segunda etapa, correrán por su cuenta.
- **Participación de Patentados o Concesionarios.** La participación de personal técnico especializado que, para la puesta en marcha, asignen los proveedores de equipos o sistemas que estén ligados a patentes o concesiones de estas.

- **Participación de Personal de Fábrica.** La participación del personal de fábrica que los proveedores contemplen como necesario para la puesta en marcha de los equipos suministrados por ellos.

Los programas por desarrollar durante la puesta en marcha, tanto por el personal asignado por el Contratista para participar en las dos primeras actividades mencionadas anteriormente, como por aquel asignado por los proveedores, deberán ser entregados como parte del diseño detallado, para que sean aprobados por RECOPE. La participación del personal externo a RECOPE, en las actividades anteriormente descritas, no deberá significar ningún desembolso complementario para RECOPE, es decir, debe ser cubierto por el Contratista o por el fabricante de los equipos.

#### **2.5.6 COORDINACIÓN DE PUESTA EN MARCHA**

La Coordinación de Puesta en Marcha, será la responsable de definir los sistemas en los cuales se dividen las instalaciones y determinar exactamente los elementos que constituyen cada sistema.

La Coordinación de Puesta en Marcha deberá preparar un cronograma de puesta en marcha por sistemas, el cual será tomado en cuenta y puesto en práctica dentro de la programación general de la obra. Lo anterior deberá estar sujeto a la aprobación de RECOPE.

La Coordinación de Puesta en Marcha, se hará cargo del control y coordinación de la puesta en marcha y de emitir la Certificación Final de Recibo a Satisfacción de las instalaciones objeto del contrato, por parte de RECOPE. Esto se prolongará hasta que se hayan terminado todas las obligaciones contractuales del Contratista, incluyendo el Ajuste Operacional durante todo el período en que se encuentra en entrenamiento el personal de RECOPE, por parte del personal especializado el Contratista.

Al establecer la coordinación requerida para la Puesta en Marcha, el Contratista también deberá tener en cuenta todos los aspectos ambientales y de seguridad industrial, expuestos en el cuerpo principal de este cartel y en el Anexo N° 20.

También es responsabilidad de la Coordinación de Puesta en Marcha, administrar toda la información, hasta su entrega a RECOPE. En este sentido, la Coordinación de Puesta en Marcha deberá tabular los resultados de todas las pruebas, consignando todo aquello que ha hecho parte de la historia de los equipos. De esta forma, se evalúan cada una de las etapas, se consigna la terminación o finalización de asuntos pendientes ya superados y se evalúan los resultados hasta obtener un diagnóstico total que permita iniciar la operación continua de todo el proyecto. Los datos incluidos en estos formatos deberán guardar una estrecha relación con el objeto del control que se desea realizar.

Los formatos de los resultados deberán ser firmados por RECOPE en señal de aprobación y serán incluidos dentro de la información de puesta en marcha preparada por el Contratista, para cada uno de los sistemas en los cuales se hayan dividido. Una vez que tengan todos los resultados del proyecto, se podrá iniciar la operación continua, que de resultar satisfactoria, se podrá emitir el "Certificado Final de Puesta en Marcha" de las instalaciones objeto del contrato. Este certificado será único y emitido por una única vez.

### **3. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN**

La terminación de estas actividades, deberán ser supervisadas por RECOPE, por lo cual la Coordinación de Puesta en Marcha deberá informar periódicamente y coordinar con RECOPE, de acuerdo con el siguiente protocolo de comunicaciones:

#### **3.1 NOTIFICACIÓN DE ALISTAMIENTO PARA LA PUESTA EN MARCHA POR SISTEMAS**

El propósito de este documento consiste en notificar a RECOPE que el sistema ha cumplido con las actividades previas (precomisionado y comisionado) y que este se encuentra listo para iniciar la Puesta en Marcha.

Esta notificación deberá estar acompañada de los siguientes documentos anexos:

- La constancia escrita de RECOPE, en la que se verifique que todos los componentes del sistema han cumplido los requisitos para el inicio de la puesta en marcha.
- Cronograma de actividades y procedimientos detallados para la Puesta en Marcha.

### **3.2 NOTIFICACIÓN DE ALISTAMIENTO PARA LA PUESTA EN MARCHA DE TODO EL PROYECTO**

El propósito de este documento consiste en notificar a RECOPE que todos los sistemas han cumplido las pruebas y que se encuentran listos para iniciar la puesta en marcha del proyecto.

La notificación de alistamiento para la prueba final de todo el proyecto deberá estar acompañada de los siguientes documentos anexos:

- La constancia escrita emitida por RECOPE, en la que conste que todos los sistemas han cumplido los requisitos para las fases anteriores y en consecuencia, pueden continuar con la prueba final de todo el proyecto.
- Lista y seguimiento de asuntos pendientes preparada por la Coordinación de puesta en marcha.
- Cronograma de actividades y de procedimientos detallados para la prueba de desempeño de todo el proyecto.

Los documentos correspondientes a cada notificación de los numerales anteriores deberán ser entregados a RECOPE, por lo menos con un mes de anticipación a la fecha prevista para la iniciación de la siguiente fase del sistema pertinente, con el fin de dar tiempo suficiente a RECOPE, para que pueda realizar observaciones y comentarios,

teniendo en cuenta el objetivo de completar los trabajos dentro de las fechas establecidas. El Contratista no podrá continuar con la siguiente fase, sin la autorización escrita por parte de RECOPE. En caso de que RECOPE no esté de acuerdo con la notificación del Contratista, el primero deberá comunicar al segundo la justificación del desacuerdo, con la indicación de los aspectos que motivan el rechazo.

Después de que se hayan realizado las correcciones o aclarado a satisfacción de RECOPE las observaciones, se autorizará por escrito al Contratista a continuar con la siguiente fase.

### **3.3 NOTIFICACIÓN DE TERMINACIÓN**

El propósito de la notificación de terminación consiste en informar a RECOPE de que la fase correspondiente a la puesta en marcha de todo el proyecto ha sido terminada exitosamente y que por consiguiente, absolutamente todas las instalaciones se encuentran listas para ser entregadas a RECOPE. La notificación de terminación deberá incluir los siguientes documentos previamente aceptados por RECOPE:

- El archivo con los documentos que acrediten la realización satisfactoria de todas las etapas anteriores, con todos los datos de operación recopilados durante las pruebas.
- Los registros en los que se muestren los resultados de las pruebas y la aprobación por los Proveedores de los equipos y el Contratista. Verificación de que los resultados de las pruebas cumplan con los parámetros contractuales.
- La constancia de RECOPE de que se han corregido absolutamente todos los puntos pendientes hasta la puesta en marcha, adjuntando el resumen de la totalidad de asuntos pendientes e indicando las acciones en cada caso.
- Cronograma detallado de las actividades, para la entrega de las instalaciones a RECOPE. En el caso de que RECOPE rechace la notificación de terminación por no estar de acuerdo con las pruebas o con los resultados de estas, le enviará una comunicación escrita al Contratista, mediante la cual, en forma justificada le

expondrá los motivos de su inconformidad por las deficiencias encontradas, ya sea por incumplimiento del Contratista con las especificaciones técnicas de la obra, con el Contrato o con los parámetros garantizados por el Contratista y por los Proveedores.

Después de que se hayan aclarado o solucionado las observaciones que presentó RECOPE a su entera satisfacción y una vez que se haya entregado la totalidad de las instalaciones a RECOPE, incluyendo toda la información técnica solicitada en el Cartel y en especial los manuales de operación y mantenimiento y los planos tal y como se construyó y antes de que se de inicio al entrenamiento por parte del contratista a los operadores propios, se firmará el "Certificado final de puesta en marcha".

La lista de puntos pendientes que se incluirá en los certificados de aceptación, solo deben incluir trabajos inconclusos resultantes de cambios de última hora o deficiencias encontradas por RECOPE, en los cuales se determine que pueden ser terminados posteriormente, sin que impidan la operación segura de la instalación o sistema dentro de cada una de las etapas.

RECOPE deberá emitir un documento de aceptación, una vez que se hayan corregido los defectos, y la lista de pendientes en cada uno de los renglones correspondientes. Cuando a su juicio, el trabajo pendiente se haya realizado a satisfacción y de acuerdo con las especificaciones de calidad y con lo estipulado en el Contrato.

### **3.4 RECEPCIÓN PRELIMINAR**

Una vez realizadas a satisfacción las pruebas y puesta en marcha del proyecto, se expedirá el "Certificado Final de Pruebas de Desempeño". Este certificado se tomará como base para la recepción preliminar del proyecto, previo cumplimiento de los requisitos que se detallan a continuación:

- Se han concluido exitosamente todas las pruebas de los equipos y las pruebas de desempeño por sistemas (pre-commissioning) en frío y en caliente (commissioning), previstas en las especificaciones y documentos de este cartel.
- Todas las unidades incluidas en el alcance de este cartel, se han operado, por al menos cinco días en forma continua.
- RECOPE cuenta con un original y cinco copias del informe, en idioma español, de las pruebas preliminares y de la puesta en marcha efectuadas, incluyendo las pruebas de desempeño, el cual deberá incluir al menos una descripción de los equipos y sistemas probados, los instrumentos utilizados, procedimientos de pruebas, tabulación de las mediciones, ejemplo de cálculos, resultado de las pruebas, ajustes finales, posiciones y curvas de funcionamiento, una discusión de los resultados y conclusiones. Estos informes deberán tener la firma de la persona designada por RECOPE, para estas pruebas.
- Las No – Conformidades señaladas previamente por la Inspección en cuanto a cumplimiento de especificaciones, han sido superadas y se indicarán las No – Conformidades detectadas en el proceso de recepción preliminar.
- La limpieza final está terminada al 100%.
- RECOPE ha recibido a satisfacción las licencias y toda la documentación asociada a los programas que se han instalado y han sido utilizados en la configuración de los equipos que conforman cada una de las unidades incluidas en este suministro.

Se entiende que mientras RECOPE no acepte el proyecto y mientras no se expida el "Certificado final de pruebas de desempeño" de las instalaciones objeto del contrato, en la etapa de recepción preliminar, el Contratista será el único responsable por la seguridad de todas las instalaciones.

El Contratista deberá programar la entrega de las instalaciones a RECOPE, únicamente cuando se haya realizado satisfactoriamente la prueba de desempeño de todo el proyecto. En ningún caso se aceptarán entregas parciales, previas a este evento.

### **3.5 PERIODO DE AJUSTE OPERACIONAL**

A partir de la recepción preliminar, se inicia un período de seguimiento a la operación, en el que, por un tiempo de tres (3) meses se evalúa la operación de los equipos y sistemas, antes de dar la recepción provisional.

Durante este periodo, el Contratista deberá dar soporte técnico, operativo, funcional y de ajuste al proyecto. Este soporte incluirá como mínimo la reprogramación de los equipos de control, el ajuste de los puntos de operación de los equipos, la calibración de la instrumentación, entre otros.

Antes de iniciar el período de ajuste operacional, el Contratista debe presentar a RECOPE para su aprobación, el procedimiento que se debe seguir para la recopilación de la información técnica de la operación de los equipos y que al final de periodo garantice a RECOPE que la unidad funciona de acuerdo con los términos de la Contratación.

Para esta etapa del Proyecto, el Contratista deberá prever como mínimo, disponibilidad de equipos y personal en las áreas de instrumentación, eléctrica y mecánica, tanto en el área técnica como profesional. Además, los suministradores de los equipos y los encargados de la configuración de los sistemas de control, darán apoyo técnico, operativo, funcional y de ajuste al Contratista y de ser necesario a RECOPE.

### **3.6 RECEPCIÓN PROVISIONAL**

Pasados los tres meses de ajuste operacional, RECOPE emitirá un acta para el Contratista en la que conste que dicho periodo de ajuste ha terminado y que todos los trabajos de ajuste pendientes han sido realizados a entera satisfacción. Con base en el

acta anterior, se emitirá el documento "Recepción provisional", para lo cual deben haberse cumplido los siguientes requisitos:

- Las No – Conformidades señaladas en el proceso de recepción preliminar han sido superadas.
- Se ha entregado a RECOPE toda la información relativa al Proyecto, entre otras, la relativa a la documentación final de ingeniería, tal como manuales de operación, mantenimiento y entrenamiento. Además, se han recibido tres copias de los Libros de Ingeniería, que contienen toda la documentación e información final realizada para el proyecto, tal como se describe en el apartado respectivo de este cartel. Se incluyen dentro de estos libros, entre otros, los catálogos técnicos de los equipos del proyecto, todos los registros y certificaciones que se hayan generado desde el inicio de la Contratación, y los planos tal y como se construyó (as – built) de todo el proyecto.
- RECOPE ha recibido a satisfacción de parte del Contratista, todos los repuestos que fueron aprobados, como parte del alcance de la Contratación y que han sido establecidos en el respectivo apartado de este cartel.
- Las distintas unidades incluidas en el alcance de este cartel están operando de acuerdo con las especificaciones.
- Documentos legales que comprueben el pago a satisfacción de los daños causados por este durante la Etapa de Construcción.

### **3.7 RECEPCIÓN DEFINITIVA DEL PROYECTO**

Una vez cumplida la recepción provisional a plena satisfacción por parte de RECOPE, se procederá al evento de recepción definitiva.

Para esto, RECOPE emitirá un documento, en el que se hace constar las condiciones en que se recibe el proyecto.

