



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**IMPORTANCIA DE LA HOJA DE DATOS EN LA
INGENIERÍA DE PROCURA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
INGENIERO QUÍMICO**

**P R E S E N T A:
GRANADOS CERECERO GERARDO**

DIRECTOR DE TESIS:

I.Q. JOSÉ ANTONIO ZAMORA PLATA



MÉXICO, D.F.

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES "ZARAGOZA"

DIRECCIÓN

**JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR
PRESENTE.**

Comunico a usted que al alumno(a) Granados Cerecero Gerardo con número de cuenta 300196816 de la carrera Ingeniería Química, se le ha fijado el día 23 del mes de mayo de 2014 a las 12:00 horas para presentar su examen profesional, que tendrá lugar en la sala de exámenes profesionales del Campus II de esta Facultad, con el siguiente jurado:

PRESIDENTE	M. en M. GENARO ALTAMIRANO GARCÍA
VOCAL	I.Q. JOSÉ ANTONIO ZAMORA PLATA
SECRETARIO	M. en I. PABLO EDUARDO VALERO TEJEDA
SUPLENTE	I.Q. MARÍA ALEJANDRA VALETÁN GONZÁLEZ
SUPLENTE	I.Q. CESAR SAÚL VELASCO HERNÁNDEZ

Gerardo

El título de la tesis que se presenta es: **Importancia de la hoja de datos en la ingeniería de procura.**

Opción de Titulación: Tesis profesional

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
México, D. F. a 23 de abril de 2014.

DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NUÑEZ
DIRECTOR



RECIBÍ:
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES
Y DE GRADO

Vo.Bo.
DR. ROBERTO MENDOZA SERNA
JEFE DE LA CARRERA DE I.Q.

Agradecimientos:

A Dios, quien siempre me protege en todo momento.

A mis padres, que me dieron la oportunidad de conocer lo maravilloso que es la vida, y por apoyarme en mis decisiones, aun cuando estas no siempre eran tan buenas o simplemente fueran tonterías.

A mi amiga Nayeli E. Aguilar Ramírez, por ese apoyo y amistad incondicional que me brindó en la carrera y brinda en todo momento.

A mis Amigos de la universidad (Alex, Alhelí, Chela, Daniel, Hiram y Xareni) que siempre estuvieron para mí cuando los necesite, además de los momentos maravillosos que pasamos juntos (y los que nos faltan).

A todos aquellos amigos y familiares, que aunque no siempre estuvieron cerca de mí, jamás dejaron de creer en todo lo que puedo lograr, así como aquellas personas que me inspiran a superarme siempre.

A mis maestros y sinodales que me otorgaron su tiempo y su paciencia a lo largo de mi formación para ofrecerme su conocimiento.

A mi asesor José Antonio Zamora Plata y a la Profa. Ma. Alejandra Valentán González que hicieron posible la realización y terminación de este trabajo, gracias por su apoyo y amistad.

Resumen

El presente trabajo pretende dar a conocer la importancia de las hojas de datos para la adquisición de equipo en el área de Ingeniería de Procura. Los objetivos que se establecen son:

1. Describir las especificaciones de las hojas de datos de equipos.
2. Seleccionar una serie de equipos de proceso y servicio de auxiliares para generar las hojas de datos.
3. Elaborar formatos muestras de hojas de datos de equipos e instrumentos.

Iniciando con la trayectoria de la hoja de datos durante las diferentes áreas dentro de la ingeniería de proyectos, se trata de introducir el camino que debe de seguir la hoja de datos hasta su llegada a la especialidad de Ingeniería de Procura, ya que es la que interviene en el proceso de abastecimiento de materiales y equipo a utilizar e implementar durante la planeación y construcción de proyectos de ingeniería, discutiendo su organización, administración, estrategias y actividades.

Además se seleccionaron diversos equipos e instrumentos para mostrar sus especificaciones en la elaboración de las hojas de datos, las cuales fueron recopiladas de las diferentes referencias bibliográficas por sugerencia de los autores y personal cercano a esta área (Ingenieros de la rama y Profesores de la carrera), para así acercar al alumno de manera general al conocimiento y elaboración de estas hojas que complementan el apoyo en la elaboración de documentos generales de la ingeniería de proyectos durante la estancia en la materia de Laboratorio y Taller de Proyectos de la carrera.

Se proponen 15 hojas de datos de equipo de proceso y 11 hojas para instrumentación teniendo un formato alusivo tanto a la institución como a la carrera con el fin de justificar la importancia de contar con hojas de datos bien detalladas y acordes a las especificaciones del tipo, calidad de los materiales y equipos a adquirir buscando con esto lograr una mayor calidad técnica al momento de comprar equipos y suministros para la construcción y operación de la planta a crear.

Índice

Introducción	3
Ingeniería Básica.....	4
Ingeniería de Detalle	6
Ingeniería de Procura	10
Construcción y Supervisión de Obra	20
Pruebas y Puesta en Operación	20
Capítulo 1. Hojas de datos.....	21
Hoja de Datos de Equipos	29
Bombas.....	29
Cambiadores de calor.....	30
Hornos	30
Equipo mecánico	31
Tuberías.....	31
Compresores	31
Recipientes	31
Torres	32
Hoja de Datos de Instrumentación	33
Manómetros.....	34
Transmisores de presión diferencial	34
Transmisores de presión	35
Indicador de nivel.....	35
Transmisores de nivel.....	36
Interruptores de nivel	37
Indicador receptor de alarmas de nivel	38
Medidor de flujo másico	38
Válvulas de control.....	39
Capítulo 2. Hoja de Datos para Equipos de Proceso y Servicio	41
A G I T A D O R.....	42
B O M B A C E N T R I F U G A.....	43

CAMBIADORES DE CALOR.....	44
CENTRIFUGA DE DISCOS.....	46
ENFRIADOR CON AIRE.....	47
EQUIPO DESGARRADOR.....	48
ESPECIFICACIÓN DE TUBERIAS.....	49
RECIPIENTES.....	50
TORRE DE DESTILACIÓN.....	51
CALDERA PIROTUBULAR.....	52
COMPRESORES.....	53
EQUIPO TRANSPORTADOR.....	55
GENERADOR DE AIRE CALIENTE.....	56
TORRE DE ENFRIAMIENTO.....	57
TURBINA DE VAPOR.....	58
Capítulo 3. Hoja de datos de instrumentos.....	59
MEDIDOR DE FLUJO TIPO TURBINA.....	60
PLACA DE ORIFICIO (GAS).....	61
PLACA DE ORIFICIO (LÍQUIDO).....	62
TERMÓMETRO BIMETÁLICO.....	63
TRANSMISOR DE FLUJO.....	64
TRANSMISOR DE NIVEL.....	65
TRANSMISOR DE PRESIÓN.....	66
VÁLVULA DE CONTROL.....	67
VÁLVULA DE SEGURIDAD.....	68
VIDRIOS DE NIVEL.....	69
VÁLVULA DE SOLENOIDE.....	70
Conclusiones.....	71
Referencias.....	73
Libros.....	73
Tesis.....	73
Normas y Códigos.....	74
Otros.....	74

Introducción

Uno de los aspectos más importantes de la Ingeniería de Proyectos es la administración de los mismos, buscando una acción coordinadora y ejecutiva que asegure la realización y la integración apropiada de todas las funciones que en ella estén involucradas. La tarea de la administración de proyectos es primordial, ya que individualmente es un factor que puede tener influencia sobre el éxito o fracaso relativo en la conclusión de un proyecto.

Un proyecto de ingeniería no produce bienes, ni presta servicios para la satisfacción inmediata de una sociedad demandante, ya que ha de establecerse que la función de un Proyecto de Ingeniería es la de producir un modelo que ha de utilizarse como patrón para reproducir un bien o servicios particulares y específicos, por los que los Proyectos de Ingeniería pueden conceptualizarse en dos tipos¹⁵:

1. Proyecto por Evolución.- Este surge debido a que en nuestros días el desarrollo tecnológico avanza aceleradamente, por tanto es necesario que exista también una evolución y crecimiento de productos y servicios.
2. Proyecto por Innovación.- En conformidad al avance tecnológico, se hace necesario el desarrollo de bienes y servicios “nuevos”, es decir innovadores; que algunas veces rompen un poco con lo ya establecido y por tanto traen incertidumbre. El proyecto por innovación debe de tomar en cuenta no solo los aspectos técnicos, sino además otra multitud de problemas, como pueden ser financieros, de política o ideológicos.

En forma breve puede señalarse que un Proyecto de Ingeniería, requiere de factores técnicos, humanos y económicos, debiendo considerar la evolución del medio en que este se va a desarrollar por lo que es necesario valorar los aspectos e impactos sociales, políticos y económicos.

La administración en la Ingeniería del Proyecto tiene una acción de planeación, dirección, coordinación y control de las diferentes actividades que ocurren para el diseño y construcción del objeto en desarrollo. Así que para la realización de proyectos de Ingeniería en una firma de ingeniería, intervienen diferentes áreas en donde el trabajo que se realiza en cada una de ellas se basa en la fecha de terminación del proyecto, dichas áreas se clasifican comúnmente de la siguiente manera¹⁹.

- Ingeniería Básica
- Ingeniería de Detalle.
- Ingeniería de Procura
- Construcción y Supervisión de Obra
- Pruebas y Puesta en Operación

De acuerdo al contrato o convenio se procede a delimitar las responsabilidades de cada una de las áreas, estableciendo el tipo de organización ya sea departamental, por grupo especial o combinado. Se fijan las políticas del proyecto, estableciendo los procedimientos de trabajo.

Mientras que durante la realización de las actividades de estas áreas, es donde comienza a surgir la hoja de datos siendo creada o pasada a través de ellas para su generación, consulta o para ser completada en su totalidad para posteriormente convertirse en la hoja de requisición para la adquisición del equipo o una fuente de información para consultar dudas referentes a lo adquirido.

Ingeniería Básica

Esta área comprende dos etapas: Diseño de Proceso y Diseño de Sistemas y de especificaciones de Instrumentación. Sin embargo, existe además otra etapa previa, pero que únicamente se presenta en toda su extensión cuando por primera vez se realiza el proyecto, es la Investigación y Desarrollo, la cual tiene como meta primordial el obtener la tecnología de un proceso que permita llevar a cabo un diseño competitivo del mismo. Cuando el proyecto a realizar tiene como meta la de mejorar la tecnología que ya se tiene, por una tecnología de vanguardia, se requerirá de la investigación, pero sobre bases de operación y diseño ya establecidas.

La actividad inicial es el Diseño de Proceso que está íntimamente ligada a las Bases de Diseño. A través de ella se determina cualquier incongruencia que pudiera existir en los datos, falta de información, criterios no definidos, entre otros. Como uno de los resultados obtenidos durante la etapa de selección de alternativas, normalmente se tiene el balance de materia y energía para el esquema seleccionado. Con estos elementos se genera el Diagrama de Flujo de Proceso (DFP); información para diseño de tuberías e instrumentos y a partir del DFP se determinan los requerimientos de servicios auxiliares que son: vapor, agua de enfriamiento, combustible, electricidad, por nombrar algunos. Dentro de esta etapa se consideran los requerimientos de reactivos químicos, si es que el proyecto lo requiere. Las bases de diseño debe contener, entre otros, los siguientes datos: función de la planta, tipo de proceso, capacidad, rendimiento, flexibilidad, flujos de alimentación y sus condiciones de operación, como lo son la temperatura, presión (máxima, mínima y normal) dentro del proceso, así como los productos y subproductos en límites de batería e información de servicios auxiliares del proceso para continuar enseguida, se precede con el análisis de alternativas de procesamiento y su selección. El análisis puede ser efectivo cuando se dispone de un simulador de proceso, ya que permite realizar balances de materia y energía con lo cual el dimensionamiento de los equipos se hace en forma rápida y detallada.

En base al Diagrama de Flujo de Proceso preliminar se elabora la lista de equipo con dimensiones preliminares y con los documentos elaborados anteriormente se solicita a Coordinación y Control de Proyectos una junta de depuración de la cual se obtendrá el DFP en su edición para aprobación del cliente ya que en dicha junta intervienen todos los departamentos que se ven involucrados en

el desarrollo del proyecto. Una vez aprobado el diagrama por el cliente, se procede a la edición del mismo en su versión aprobada para diseño. Esta conformidad del cliente dará lugar a la selección, especificación y el diseño de los equipos de proceso.

Estas especificaciones y datos de diseño se resumen en las llamadas hojas de datos. Las actividades involucradas en la elaboración de hojas de datos son variadas y dependen del equipo en cuestión, ya que puede tratarse de torres, compresores, recipientes, filtros, sistemas de vacío, secadores, agitadores, deshidratadores, entre la gran gama de equipos de procesos y servicio que se encuentran en la industria química. Pero en términos generales se definen las corrientes de entrada y salida del equipo, las condiciones de operación y de diseño de presión y temperatura, los materiales de construcción y los códigos que regirán su diseño.

Paralelamente a la elaboración de las hojas de datos se generan tres documentos, el primero que servirá de base para el diseño de los equipos de transferencia de calor, llamado información de proceso para el diseño de cambiadores de calor, el segundo llamado requerimientos de servicios auxiliares y agentes químicos que originará el diagrama de balance de dichos servicios y el tercero que es el documento de filosofía básica de operación, en el cual se cubren los siguientes puntos¹⁵:

- Variables de operación y control.
- Operaciones anormales.
- Operaciones especiales.

Por otro lado, también se interviene en la emisión de solicitudes de cotización, elaboración de tabulaciones y órdenes de compra de algunos equipos especiales o agentes químicos como son catalizadores y absorbentes. La actividad final por lo que respecta al Diseño de Proceso en el desarrollo del proyecto, consiste en la integración del libro de proceso en el cual se incluyen todos los documentos generados en el desarrollo de las actividades anteriores.

En el Diseño de Sistemas e Instrumentación con la información resultante del dimensionamiento del equipo, se inicia la elaboración del Plano de Localización General (PLG). En forma paralela se inicia la elaboración de los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI's), teniendo como base los DFP's, los de servicios auxiliares y la información complementaria para el diseño de tuberías e instrumentación. Por otra parte, el diseño de instrumentación se inicia a partir de los DTI's; este diseño consiste esencialmente en la elaboración de Diagramas de Instrumentos, Índice de Instrumentos y las Hojas de Datos de Instrumentos de los mismos. Los diseños de sistemas e instrumentación se cubrirán con mayor amplitud en la parte de Ingeniería de Detalle, debido a que es ahí en donde se afina la mayor parte de la información que se va generando.

Finalmente, como último documento que se elabora dentro de lo comprendido como Ingeniería Básica, se encuentra la Filosofía Operacional, el cual es la base para elaborar el Manual de Operación, que será ejecutado por la compañía que realice la Ingeniería de Detalle de la Planta.

Los puntos básicos que se cubren son¹⁵:

- a) Variables de operación y control de procesos
- b) Arranque, paros normales y de emergencia
- c) Operaciones anormales
- d) Operaciones especiales

Ingeniería de Detalle

La Ingeniería de Detalle, en la Ingeniería de Proyectos es uno de los aspectos más importantes ya que se requiere de una mayor cantidad y diversidad de personal. En esta ingeniería se puede definir como la parte en la cual se desarrollan las especificaciones de los equipos y se elaboran los dibujos y demás documentos de ingeniería con los cuales es posible adquirir los equipos, maquinaria y materiales requeridos para llevar a cabo la construcción de la planta, así como sus instalaciones auxiliares. En esta fase de la ingeniería se definen todos y cada uno de los datos y condiciones que forman las bases de diseño, entre las cuales están las condiciones generales del diseño y las características de los datos del lugar, los servicios y las obras de infraestructura disponible.

De la variedad de personal especializado que participa en la Ingeniería de Detalle, tenemos que los especialistas trabajan en grupos que suelen ser los siguientes dependiendo de la infraestructura de la firma de Ingeniería¹⁹:

- Diseño de Recipientes.
- Ingeniería Civil.
- Arquitectura
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Instrumentación y Control
- Ingeniería de Tuberías
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería de telecomunicaciones
- Ingeniería de seguridad industrial

Cada una de estas especialidades es la encargada de elaborar o completar la información de cada una de las hojas de datos (Fig. 1) para la adquisición de los equipos correspondientes a la especialidad e incluso de los demás productos a adquirir, ya que las personas que laboran en cada una de estas especialidades están capacitadas y cuentan con la experiencia necesaria para poder interpretar la necesidad que se tiene al momento de diseñar o solicitar algún equipo.



Figura 1.- Relación de la hoja de datos con respecto a las diferentes áreas que pueden existir en la Ingeniería de Detalle.

Diseño de Recipientes

Este grupo, tomando como base las hojas de datos de equipos de proceso, DTI's e información complementaria, efectúa los cálculos de diseño, la selección de equipo de línea, la especificación y elaboración de dibujos detallados para fabricación de todos y cada uno de los equipos de la planta.

Además de determinar las características de los equipos, los especialistas elaboran todos los documentos para su adquisición, dentro de estas actividades se encuentran recomendaciones del especialista en el diseño de equipo al grupo de ingeniería de procura de cuál es el fabricante que más se apega a los requerimientos deseados, después de efectuar una evaluación y concurso.

De los equipos que más comúnmente se tienen son: torres de destilación, equipo de transferencia de calor, recipientes atmosféricos y a presión, compresores, bombas, ventiladores, sopladores,

equipos de aire de planta y de instrumentos, aire acondicionado, grúas, filtros, equipo de manejo de sólidos, etc.

Ingeniería Civil

Para el desarrollo de la obra civil, se hace necesaria la elaboración de diferentes planos constructivos y de taller, los cuales se inician a partir de un estudio previo a la mecánica de suelos del lugar donde se va a instalar la planta. Dependiendo de la capacidad de carga del suelo, se selecciona el tipo de cimentación que se puede usar¹⁹.

Los ingenieros civiles también son los responsables del diseño de drenajes, estructuras de acero y concreto. Para desarrollar estos diseños también requieren de la información del plano de localización y las especificaciones civiles del proyecto¹⁹.

Arquitectura

En esta especialidad se realizan los diseños de todos los cuartos y edificios que se refieren en un proyecto. El diseño arquitectónico que se efectúa obedece a los requerimientos del proceso, requerimientos del cliente, condiciones del lugar y funcionalidad. Las principales actividades de esta especialidad son¹⁵:

- a) Diseño arquitectónico de casa de bombas, compresores, cuarto de control y edificios.
- b) Elaboración de planos arquitectónicos de los diseños para detallar fachadas, cortes e instrumentación sanitaria e hidráulica.
- c) Formular las especificaciones y documentos necesarios para la contratación de obras.
- d) Aunque el diseño es de tipo industrial se busca además de su funcionalidad, resaltar aspectos de comodidad y estética.

Ingeniería Eléctrica

La finalidad de esta especialidad en la ingeniería de detalle es la realización de diseños económicos, con la aplicación de las mejores técnicas, para llevar energía eléctrica a equipos, alumbrado y comunicación. Las principales actividades de esta especialidad son¹⁹:

- a) Especificaciones de equipo eléctrico.
- b) Elaboración del diagrama unifilar.
- c) Elaboración de planos de clasificación de áreas.
- d) Elaboración de planos de distribución de fuerzas.
- e) Elaboración de planos de alumbrado.
- f) Elaboración de planos de tierras y apartarayos.
- g) Elaboración de planos de comunicaciones y sonido.
- h) Elaboración de diagramas de control eléctrico.
- i) Diseño de centros de control de motores y subestaciones electricas.

- j) Elaboración de la lista de materiales eléctricos.

Ingeniería de Instrumentación y control

En la fase de Ingeniería Básica se definen los instrumentos y equipo de control necesarios para la planta, los cuales están representados en el DTI. Este documento es la base para que el grupo de Ingeniería de Control elabore las hojas de datos de los instrumentos y equipo de control, así como la información que se requiera para que los fabricantes de instrumentos puedan cotizar. Este grupo también desarrolla una serie de dibujos para facilitar la instalación de los instrumentos, tales como dibujos típicos de instalación, circuitos lógicos de control, diagramas de instrumentación, instalación en tableros entre otros¹⁹.

El tipo de instrumentación puede ser neumática o electrónica, esta selección depende de los requerimientos establecidos por el proyecto¹⁹.

Ingeniería de Diseño de Tuberías

En una planta en donde se manejan fluidos ya sea líquidos o gaseosos, el diseño de tuberías requiere de la mayor cantidad de personal, debido a que es necesario elaborar los dibujos en todas y cada una de las líneas de tubería, que llegan a los equipos en base a los dibujos de plantas y elevaciones o maqueta constructiva que es un modelo a escala de la planta, que también elabora el grupo de diseño de tuberías¹⁹.

El diseño de tuberías, es ejecutado normalmente por profesionales con características específicas, ya que se requieren ser buenos dibujantes, tener imaginación, conocimientos de los materiales de tuberías y saber interpretar los diagramas de tuberías e instrumentación así como los planos de localización. Una de las actividades finales de los especialistas de tuberías es revisar si el diseño propuesto es correcto estructuralmente, ya que la tubería que trabaja a altas o bajas temperaturas, debe absorber los esfuerzos ocasionados por las dilataciones que son causadas por variación de la temperatura. También es necesario, que este grupo elabore una lista de material de cada isométrico y listas de materiales o requisiciones generales que cubren todo el material necesario¹⁹.

Ingeniería Mecánica

El objetivo de esta especialidad es la elaboración de especificaciones técnicas para la adquisición de equipos mecánicos rotatorios y del análisis técnico económico de las ofertas de los proveedores. Los equipos aquí considerados, aunque son diseñados y garantizados por el fabricante, deben cumplir las especificaciones que se basan en normas y códigos internacionales como API, NEMA, ASME, ANSI, entre otros. Las principales actividades de esta especialidad son¹⁵:

- a) Especificar, para su adquisición, equipos mecánicos como compresores, bombas, sopladores, torres de enfriamiento y grúas.
- b) Hacer la evaluación técnico-económica y dar una recomendación de las ofertas de los proveedores.
- c) Revisar y aprobar los dibujos de los fabricantes de estos equipos
- d) Asistir a las pruebas de funcionamiento en el taller de fabricación de estos equipos

Son responsables del arreglo interno que tendrán las casas de bombas y compresores.

Ingeniería de Procura

La adquisición de equipo y materiales, juega un papel muy importante en el desarrollo de un proyecto, debido a que el buen desempeño de esta especialidad tiene influencia directa en la fase de ingeniería como en la de construcción. Las actividades de estos especialistas, se inicia cuando reciben del grupo de ingeniería, las requisiciones que son generadas a partir de las hojas de datos ya sea para adquirir equipos y/o materiales y finalizan en el momento que estos se reciben en el sitio de la construcción¹⁹.

La organización de la división de Ingeniería de Procura en la mayoría de firmas de ingeniería, consta de los siguientes departamentos o secciones¹⁹:

- ❖ Compras
- ❖ Inspección
- ❖ Expeditación
- ❖ Tráfico

Siendo la responsabilidad de cada grupo en términos generales la siguiente:

Compras

Este grupo se encarga principalmente de ejecutar todas las etapas que implica propiamente las labores de compras y van desde la solicitud de cotización con la información que se tiene de las hojas de datos, elaboración de tablas comparativas de los equipos que ofrecen los diferentes proveedores hasta la colocación y cierre de las órdenes de compra.

Inspección

La responsabilidad de este grupo es la de que los materiales y equipos adquiridos sean fabricados y entregados en estricto cumplimiento con las especificaciones correspondiente que los ingenieros especialistas pusieron en las hojas de datos.

Expeditación

Las actividades de este grupo, son que todos los equipos o materiales sean entregados en la fecha estipulada en la orden de compra. Para tal efecto el personal de esta disciplina debe funcionar como un elemento motriz dentro de la organización de los proveedores y dentro de la misma firma de ingeniería.

Tráfico

El tráfico se encarga de que una vez aprobado el equipo o material para embarque, sean enviados a su destino adecuadamente. Esto incluye empaque apropiado, selección del medio de transporte más conveniente y su seguimiento hasta la recepción del equipo en obra.

De manera más detallada la función de la Ingeniería de Procura es la de obtener equipo, materiales y servicios conforme a las especificaciones del proyecto a precios justos, en el momento oportuno y de la mejor calidad posible. Es por tanto, obligación de la Ingeniería de Procura el minimizar los costos a fin de optimizar el monto total del proyecto, sin reducir por ello la eficiencia y calidad del mismo. Por lo cual debe existir una cierta relación de este departamento con otros que intervengan dentro del proyecto a realizar.

Ingeniería de Procura también está ligada a la adquisición de materiales y equipos de los proveedores. Las adquisiciones dentro de las empresas son de importancia, y en gran medida a partir de ellas se logran los objetivos de una organización, además de vincular y estrechar las relaciones entre las partes que la conforman. Algunos de los objetivos que debe de perseguir la Ingeniería de Procura son las siguientes¹⁹:

- 1) Tener las cantidades correctas de insumos a utilizar en el proyecto tal que la construcción, mantenimiento u operación no se interrumpa.
- 2) Buscar la cantidad de insumos óptima, tratando de que sea la más económica.
- 3) Obtener los materiales y equipos con la calidad apropiada.
- 4) Obtener los equipos y materiales bajo las mejores condiciones económicas posibles, con las especificaciones solicitadas.
- 5) Entregar los materiales y equipos a tiempo para su uso y/o aplicación y que la producción no se interrumpa.

Sin embargo, las actividades de la Ingeniería de Procura, son mucho más amplias que las de solo comprar, por lo tanto tienen que cumplir con otros objetivos adicionales¹⁹:

- 1) Boletinar información sobre nuevos productos y materiales a las áreas de la empresa que lo ameriten.
- 2) Proporcionar canales de comunicación y sistema de información entre varios departamentos.

A fin de establecer su funcionalidad, el área de Ingeniería de Procura debe asumir una posición de mayor responsabilidad como parte del equipo de diseño (Fig. 2), indistintamente de que otra parte

de la Ingeniería de Procura se ubique plenamente en la negociación, (la manera en que se irán adquiriendo los equipos y/o materiales). El área de Ingeniería de Procura deberá incluir adicionalmente entre sus objetivos básicos, la función de vigilar y supervisar la calidad de los materiales suministrados, de manera tal que esta área tendrá la autoridad si es necesario para hacer reposiciones que resulten de suministros con características diferentes a las establecidas en los correspondientes convenios de suministro pactados con los proveedores¹⁵.

En síntesis, se trata de un área eminentemente dinámica vista desde el aspecto operativo de los suministros para el proyecto. En cuanto al análisis de alternativas, estudios de costo y mercado, así como de la revisión de calidad, características y propiedades de los materiales, el área de Ingeniería de Procura lo hace de manera ampliamente reflexiva y analítica, y con base en ella se finca un número importante de decisiones relacionadas con el objetivo de obtener un mejor índice, tanto de calidad como de economía para el proyecto¹⁵.



Figura 2. Relación de las funciones de la Ingeniería de Procura¹⁵.

Para establecer de quién depende y a quien reporta directamente una determinada área de responsabilidad, se debe señalar que en primera instancia dependerá y reportará al nivel inmediato superior afín a las funciones del área en cuestión.

Asimismo, es de particular importancia establecer el rango jerárquico del mando superior al que debe reportar el área de Ingeniería de Procura, lo que a su vez definirá el nivel de dicha área, en atención a sus funciones y al grado de responsabilidad, en relación al desarrollo del proyecto, una

definición de esta naturaleza no puede ser establecida con consideraciones subjetivas. La importancia de un área dentro de la estructura organizacional, será proporcional al impacto de las decisiones tomadas, que serán ejercidas sobre los recursos financieros del proyecto.

De acuerdo con lo anterior es correcto establecer que el impacto de las funciones de área de Ingeniería de Procura en el proyecto, puede ser altamente significativa tanto en lo económico como en la calidad del mismo, lo cual a su vez puede resultar a favor o en contra, guardando muy diferentes proporciones, dependiendo del grado de especificación y cuidado que se mantenga de todos los aspectos inherentes al manejo de los suministros¹⁵.

Es evidente que para el debido desarrollo de sus funciones, el área de Ingeniería de Procura con un nivel de conocimiento proporcional a sus decisiones, requerirá de un nivel operativo y organizacional dotado del mando y autoridad suficientes para poder garantizar la efectividad de sus decisiones, a fin de llevarlas a cabo y generar los resultados previstos en el proyecto¹⁵.

Esto puede ubicar al área de Ingeniería de Procura dentro del proyecto en un nivel organizacional (Fig. 3).

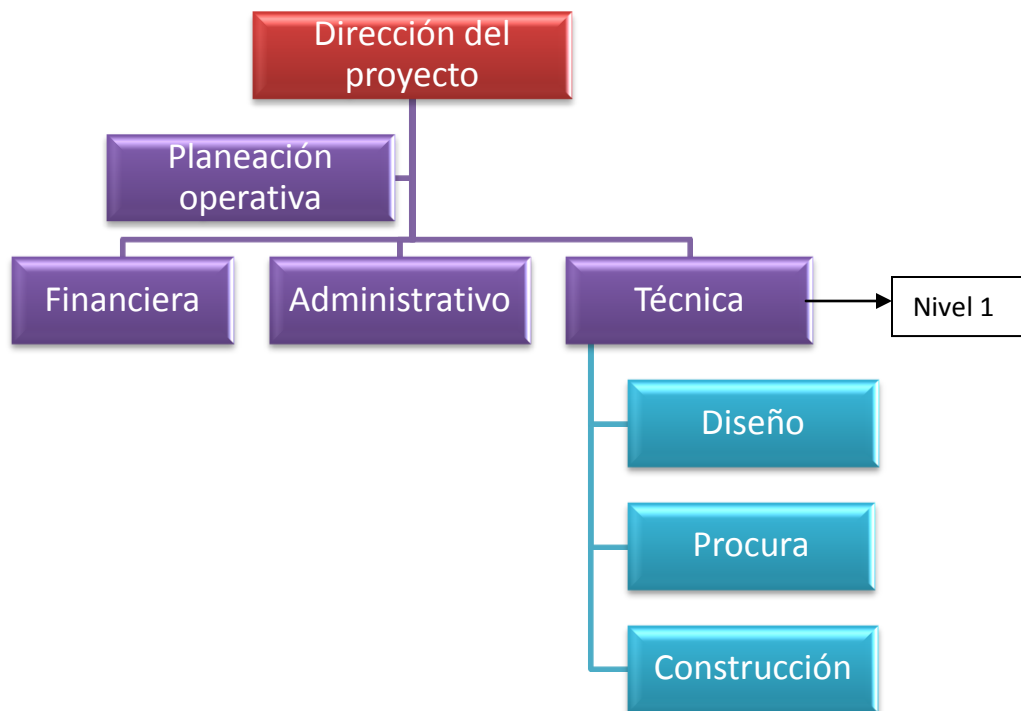


Figura 3. Dependencia a un mismo nivel¹⁵.

Pero no necesariamente puede ser de la forma presentada en la Fig. 3, sino que también puede tener variantes a fin de obtener mejores resultados de respuesta en torno al proyecto (Fig.4).

En el nivel organizacional mostrado en la figura 4, garantiza su operación como estructura responsable sobre el manejo del 50% de la inversión total del proyecto, pudiendo no ubicarse en

línea respecto de las áreas de diseño y construcción, independientemente de que se ubique o no en línea. Pero si bien es cierto deberá depender del nivel de mando inmediato superior.

El área de Ingeniería de Procura deberá operar como función de línea dada su participación directa en el proceso de construcción a través del suministro de los materiales requeridos por el proyecto; lo cual y desde otro ángulo, hace necesario establecer un control a nivel de staff para coordinar las diferentes funciones que participan y dan lugar al proceso de referencia.

Dicho control, en términos de una función con alcance y objetivos propios, quedará ubicada en el ámbito de la planeación operativa del proyecto regulando tanto al programa de obra, a la planeación de los suministros, al flujo y a la aplicación de efectivo, como al control financiero del proyecto, verificando en todo momento las desviaciones y magnitud de las mismas¹⁵.

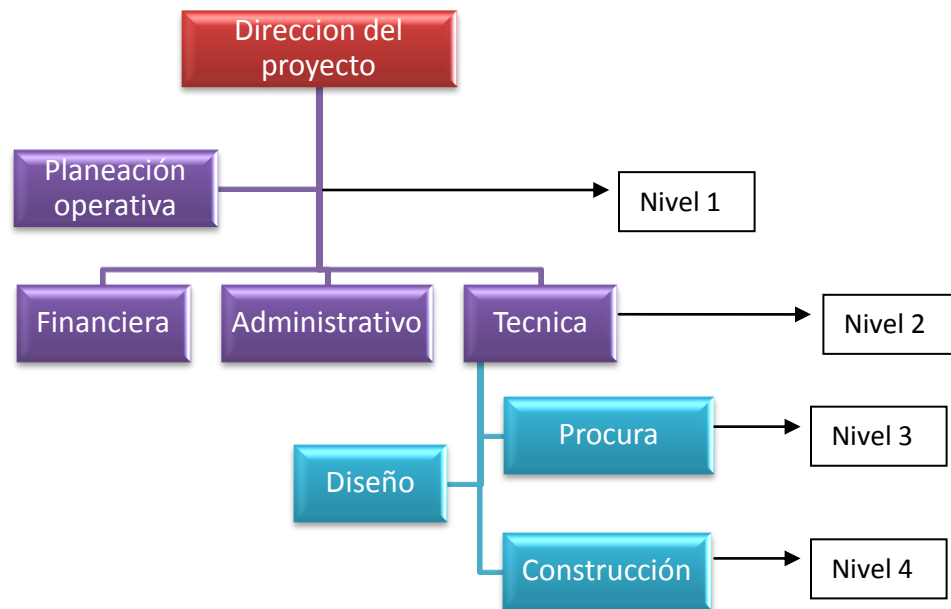


Figura 4. Dependencia en línea a diferente nivel¹⁵.

Resulta conveniente mencionarlo a efecto de señalar la importancia de la planeación de los suministros, ya que incidirán posteriormente en la red de interrelaciones de las diversas funciones durante la evolución del proyecto.

Se tiene que en lo relativo al área de Ingeniería de Procura, y de acuerdo con sus funciones básicas, podrá quedar ubicada, además de función en línea, (dependiendo del mando técnico del proyecto en atención a su estrecha relación con el área de diseño), así como de su directa participación en el proceso constructivo. También podrá quedar ubicada en el ámbito administrativo financiero en razón del volumen que representan los recursos económicos que maneja, partiendo de la subdivisión establecida anteriormente en lo relativo al área de Ingeniería de Procura.

Ciclo Típico de la Ingeniería de Procura

En principio, el origen de una compra responde a la demanda de un determinado bien o servicio para ser aplicado durante el proceso de producción. En este caso será durante un proyecto o para su fase constructiva, el cual lo requiere para su correcto desarrollo. Partiendo de lo anterior, el origen de referencia tendrá lugar en dos ámbitos del proyecto: la fase constructiva en forma directa, o bien de la planeación de los suministros para el proyecto, en ambos casos su destino será el proceso de desarrollo de un proyecto¹⁵ (Fig. 5).

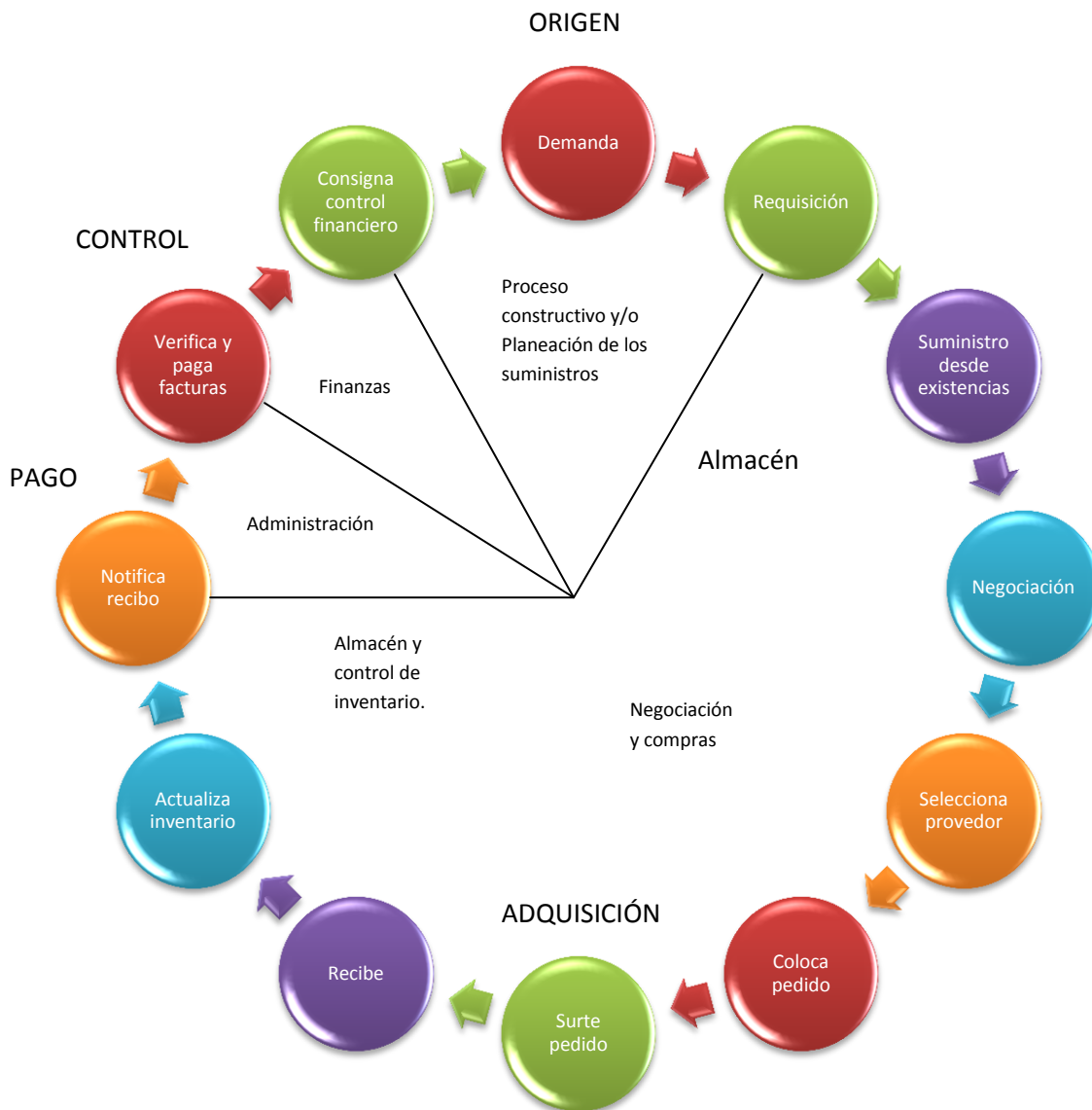


Figura 5. Ciclo típico de la Ingeniería de Procura¹⁵.

En principio, debe hacerse notar que no basta únicamente asignar ubicación y nivel dentro del esquema organizacional para que el aspecto operativo funcione eficientemente, dicho esquema en última instancia, es una consecuencia y por tanto, en cierta forma, es secundario. No obstante, este aspecto resulta de particular importancia, dado que los resultados serán producto de la organización y asignación de funciones a las áreas de responsabilidad, así como de la mejor definición de los objetivos y dirección de dichas áreas.

Ahora bien, y observando desde otra perspectiva, la organización de la estructura será consecuencia y producto en gran medida, del aspecto primario de la organización de las actividades, en lo correspondiente a su desenvolvimiento y a su flujo natural a través de las diferentes áreas (a fin de cubrir los objetivos específicos), de tal forma que dichas actividades tengan lugar en el momento preciso y con la magnitud y duración requeridas por el proceso hacia el que finalmente estarán orientadas, y que sucedan coordinadamente en las áreas de responsabilidad sobre las que recae la labor de llevarlas a cabo.

Este último aspecto podrá inclusive ser modificado radicalmente en función de una mejor obtención de metas, producto pues del desarrollo coordinado de las actividades, y que conlleve a la conclusión de ser modificadas, anuladas o transferidas a otra área, con el fin de obtener una mejor eficiencia en el ciclo del proyecto.

Tal circunstancia obliga a que antes del diseño de la estructura organizacional, estará la fijación de objetivos para definir la vía más eficiente y directa para su consecución, y una vez hecho lo anterior, determinar las actividades que darán lugar a las funciones correspondientes y señalar las áreas de responsabilidad que las habrá de cubrir. El comentario antecedente es el principio del cual partirá aquel análisis cuyo objetivo particular sea el de aumentar la eficiencia en forma constante; para lo cual resultará necesario analizar el proyecto, donde los elementos para dicho análisis serán las experiencias de la práctica, así como la especialización por funciones y organización de las mismas, para después y a través de una coordinación de las actividades, definir la estructura operativa que cumpla en la forma más eficiente con los objetivos del proyecto.

A partir de los objetivos y alcances específicos claramente delineados del proyecto, se podrá planear la mejor forma de lograrlos, tomando en cuenta, los recursos disponibles para ello. En términos generales, los planteamientos, criterios y conclusiones precedentes que apoyan a los esquemas organizacionales del área de Ingeniería de Procesos constituyen también, con amplia seguridad, el fundamento para dar lugar a la planeación y organización de las actividades, para de esa forma sostiene al desarrollo de las funciones particulares que integran a el ciclo de Procura.

A continuación se señalan las actividades básicas que, una vez planeadas y organizadas, cubren la planeación operativa y administrativa del proyecto⁷:

- a) Negociación y contratación.
- b) Colocación, surtido y entrega.
- c) Manejo y control de materiales.
- d) Facturación, pago y control de cargos.

- e) Desarrollo de recursos materiales.
- f) Investigación comercial de mercado.
- g) Retroalimentación y control.

La Ingeniería de Procura y su relación con otros departamentos

La adquisición es una función de servicio que apoya las actividades de otras áreas de la empresa en la cual se desarrolla el proyecto, así pues, debe existir cierta comunicación y flujo de información entre el área de Ingeniería de Procura y los otros departamentos involucrados en el proyecto a realizar.

La Ingeniería de Procura requiere de mucho tiempo para formular requisiciones, seleccionar proveedores, formular órdenes de compra y vigilar que los productos sean entregados. Se encarga de las predicciones de las necesidades futuras, proporciona información acerca de los productos usados en proyectos similares por la competencia y da también información acerca de los precios de los materiales y equipos en el mercado, pudiendo obtenerse así grandes e importantes descuentos.

Se mencionaran algunos de los departamentos de las empresas con los cuales la Ingeniería de Procura debe tener contacto intrínseco¹⁵.

- a) **INGENIERÍA.**- este departamento es responsable del diseño de los equipos y materiales a emplear, así como las cantidades, por esta razón debe de estar en contacto estrecho con el área de Ingeniería de Procura, intercambiando información que conduzca a un acuerdo en lo que corresponde a los suministros.
- b) **CONTABILIDAD.**- La relación es estrecha, ya que cuando se realizan las compras de materiales, el área de Ingeniería de Procura informa al de contabilidad con el objeto de que se le pague o no a los proveedores, tramitar la entrada o salida a los insumos, equipos o materiales y que se registren las operaciones contables a que dé lugar.
- c) **ALMACÉN O DEPARTAMENTO DE RECIBO.**- este es el departamento encargado de recibir el equipo y material solicitado por el área de Ingeniería de Procura, el cual tiene que ser revisado, y trasladado al sitio en que esté desarrollándose el proyecto. Sus funciones en general son los siguientes:
 - Revisión del embarque conforme al pedimento en términos de descripción y cantidad.
 - Revisión de la condición de la mercancía. Si ésta no es la adecuada, habrá que notificar al área de Ingeniería de Procura.
- d) **DEPARTAMENTO LEGAL O JURIDICO.**- dado que las órdenes de compra son contratos legales, de allí surge la necesidad de que el departamento legal revise los contratos

generados por la Ingeniería de Procura, con los proveedores seleccionados para efectuar las compras de equipos y materiales.

Conexión de las Hojas de datos con la Ingeniería de Procura

Para la selección y compra del equipo a adquirir, se necesita tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Proveedor.
- Precio.
- Dimensiones.
- Capacidad.
- Flexibilidad.
- Mano de obra necesaria.
- Costo de mantenimiento.
- Consumo de energía eléctrica.
- Infraestructura necesaria.
- Equipos auxiliares.
- Costo de fletes y seguros.
- Costo de instalación y puesta en marcha.
- Existencia de refacciones en el país.
- El proceso de elaboración adoptado.
- El costo de operación.
- Gastos por depreciación, importación y seguros.
- El nivel de riesgos involucrados en su operación.
- Obsolescencia previsible
- El Grado de automatización deseado.
- Las condiciones de compra.
- La factibilidad de ampliación de su capacidad.

En realidad, la selección del equipo se efectúa en dos etapas, en la primera se elige el tipo de equipo que viene señalado en las hojas de datos para cada uno de ellos (estos se basan en el diagrama de proceso y se le especifica con base en el mismo y en los balances de materia y energía). En la segunda etapa se selecciona en función a un análisis comparativo de los costos presentados por los proveedores. La automatización se puede introducir no solo en las operaciones del proceso, sino también en el manejo y transporte de materias primas y productos, y es precisamente en estas últimas donde hay más flexibilidad en cuanto al grado de automatización que es posible introducir. La selección de equipo es una actividad compleja, ya que no solo se trata de elegir, de entre las unidades industriales que resultan más convenientes desde el punto de vista técnico, económico, financiero y social, sino que también dónde se desea adquirir, aquella que se adapte a las necesidades.

Así también para los servicios auxiliares es prácticamente lo mismo. Una vez conocidas las características y volúmenes requeridos de estos servicios será posible especificar los equipos que deberán instalarse en la planta para suministrar, generar o transformar estos servicios. Las especificaciones así obtenidas permitirán gestionar las cotizaciones correspondientes, para posteriormente seleccionar las unidades industriales que resulten más convenientes, de acuerdo con un análisis técnico y económico similar al descrito para la maquinaria y equipo de proceso.

Requerimientos para la cotización

Las Especificaciones y hojas de datos se elaboran con el fin de elaborar requisiciones, con este documento se solicita la cotización a los fabricantes y/o proveedores del equipo, sistema de control distribuido, PLC y demás instrumentos en cuestión. Contiene la siguiente información:

- Especificación y Hoja de datos.
- Requerimiento de partes de repuesto
- Requisitos de garantía e información requerida del proveedor

La requisición una vez revisada y aprobada es transmitida a los concursantes vía departamento de procura.

Evaluación y dictamen técnico de cotizaciones

Una vez que el departamento de procura, entrega las cotizaciones de los concursantes a los departamentos correspondientes, se procede a evaluar técnicamente el cumplimiento de todas y cada una de las cotizaciones, utilizando para tal efecto la Tabla Comparativa correspondiente.

Durante la etapa de revisión de cotizaciones, generalmente se requieren aclaraciones con los concursantes, estas deben llevarse a cabo, a través de procuración y siempre se deberá de cuidar que se obtenga la evidencia de las preguntas, respuestas, y/o acuerdos surgidos.

Cuando ya han sido evaluadas las cotizaciones, de los proveedores se procede a elaborar el dictamen técnico en orden descendente de (conforme a la aceptación técnica) cada una de las ofertas presentadas, así como también las notas u observaciones que procedan.

Requisiciones para compra

Como su nombre lo indica, es el documento legal mediante el cual se adquieren los bienes y servicios de los equipos, sistemas de control e instrumentación o de cualquier activo.

El contenido de este documento es similar al de las requisiciones para la cotización, con la diferencia de contener la información de fabricante como Marca, Modelo, Características Técnicas, Plazos de entrega, Dibujos de proveedor, entre otros.

Construcción y Supervisión de Obra

La relación que se tiene en esta parte de la ingeniería de proyectos con las hojas de datos, recae prácticamente en la especialidad de la ingeniería civil, ya que será la encargada de calcular y construir los soportes necesarios para cimentar o colocar los equipos, con base a la información que los ingenieros de detalle han descrito y especificaciones de las áreas que ocupan así como los pesos de los equipos.

Además debe de haber una relación entre los proveedores, ingenieros de procura y construcción ya que algunos equipos necesitaran ser construidos en el sitio, esto debido a su gran tamaño; planificar las fechas de entrega en la construcción para su instalación inmediata o posterior con ayuda de los típicos de instalación.

Pruebas y Puesta en Operación

Por último, la Ingeniería de Procura junto con las hojas de datos están conectados con las Pruebas y Puestas en Operación ya que al momento de arrancar una planta o en específico al echar andar alguno de los equipos, el proveedor tendrá que brindar la asesoría técnica que con anterioridad negoció el ingeniero de procura, además aquí es donde se verifica que realmente el equipo esté respondiendo de acuerdo con lo especificado en las hojas de datos ya que de no ser así se verificará nuevamente para asegurar que no fue un error del ingeniero especialista ya que esto traería grandes consecuencias económicas y de tiempo.

A continuación con el fin de apoyar a la materia de ingeniería de proyectos y en particular al laboratorio y taller de proyectos de la carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, se describe de forma general las especificaciones que deben contener las hojas de datos, tanto para los equipos de procesos o servicios, así como para algunos instrumentos que eventualmente requieren estos equipos para su automatización o lectura de las variables medibles que el ingeniero de procesos requiere conocer en todo momento para tener el control del proceso.

Capítulo 1. Hojas de datos

En este capítulo se describirá brevemente lo que son las hojas de datos, haciendo un análisis de sus partes que lo conforman independientemente del equipo a diseñar o especificar, para así dar a entender lo que son, su función, importancia y las especificaciones más comunes de estos documentos. Debido a la gran variedad y complejidad que puede tener la creación de este documento, puede resultar algo enredado para los alumnos a nivel licenciatura, por eso se propone de una forma básica para conocer sus características y así resulte práctico para los alumnos de la carrera y se pueda dar un desarrollo más ágil a los proyectos de LTP's, teniendo como beneficios:

- Ayudar con una preparación más completa de las especificaciones de los equipos.
- Generar uniformidad en el empleo de términos técnicos.
- Presentar ordenadamente la información.

Una hoja de datos es aquella que principalmente contiene la información necesaria para la compra de un equipo, y la cual está vinculada y dependiente del desarrollo y evolución de la adquisición de este por la Ingeniería de Procura, ya que de su nivel de operación se sustentan los parámetros de costos y calidad de un proyecto al tomar a costas el peso de la adquisición de los materiales y equipos que lo conforman, ya que en su labor, no solo analiza y aplica las especificaciones de diseño, sino que debe de considerar el entorno que las políticas gubernamentales y las transformaciones socioeconómicas promueven y que de alguna u otra forma afectan el proceso de abastecimiento de un proyecto.

En lo general se considera a las llamadas “Hojas de Datos” como los documentos en los cuales se establecen o especifican los requerimientos y características de los equipos, para que cumplan con la función que se le ha dado, en relación con el diagrama flujo de proceso (DFP) y el balance de materia y energía. Las Hojas de Datos se pueden dividir en dos tipos, en las que se hace el diseño del equipo y en las que únicamente se indican o especifican los requerimientos del proceso y condiciones de operación para el equipo, es decir se pueden llamar o diferenciar según se acuerde como hojas de datos para el primer caso y Hojas de especificaciones para el segundo.

El ingeniero de proceso no diseña algunos de estos equipos, solo los especifica en la mayoría de las ocasiones; sin embargo es adecuado tener un conocimiento de ellos para poder, por una parte, transmitir convenientemente la información requerida por el fabricante, y por otra, efectuar una buena selección de las unidades así como los comentarios que sean necesarios. Es por ello que las hojas de datos o especificación no se llenan por completo, únicamente se indican las condiciones del proceso o de operación y puede o no existir alguna característica particular del equipo, estos datos los utiliza el fabricante para diseñar el equipo.

Durante el proyecto, las hojas de datos pueden emitirse en varias ocasiones durante el desarrollo de un proyecto; para evitar confusiones se utilizan las llamadas ediciones y revisiones y así poder dar continuidad a lo largo del desarrollo de la ingeniería básica y posteriormente ser completadas en la ingeniería de detalle.

En la elaboración es deseable que sean llenadas por los ingenieros que diseñaron los equipos para lograr uniformidad en todas las especificaciones y así asegurar una buena selección del equipo y de ser necesario, considerar alguna información no contenida en las hojas de datos, se puede especificar de forma más completa e incluirse dentro del espacio correspondiente a notas o en una hoja anexa de notas generales. Se coloca una numeración por renglón o por especificación para referir a la nota o al anexo que contenga de forma detallada la idea del renglón o especificación para su mayor entendimiento. Cuando algún bloque de la hoja no aplique para el tipo de equipo que se requiere, se deberá de trazar una línea diagonal en el bloque para indicar que no aplica para este caso. Las hojas de datos deben ser escritas en forma clara y legible, es recomendable utilizar letras mayúsculas o de tamaño suficientemente grande y oscuro para asegurar una reproducción clara si se tiene que compartir la información por fotocopiado.

Pretendiendo que las hojas de datos tengan un formato uniforme, se propone que algunas de sus características sean las siguientes:

1. Nombre de la empresa.
2. Tipo de elemento a describir en la hoja de datos.
3. Datos del proyecto.
4. Registro de las revisiones.
5. Características generales del equipo.
6. Condiciones de operación.
7. Especificación de accesorios y servicios auxiliares.
8. Materiales.
9. Notas.

Aunque este trabajo sólo es una propuesta, se espera que el mayor número de hojas contengan los puntos antes señalados lo más estricto posible; y sabiendo que debido a la gran diversidad de equipos y a sus diferentes características al diseñar o especificar, es difícil conservar este orden, se puede procurar incluir el mayor número de los puntos al momento de crear las hojas de datos.

	HOJA DE DATOS INSTRUMENTOS INDICADORES DE PRESIÓN		HOJA DE DATOS		HD-IP-001		
			ELABORÓ:	ING. CLA	FECHA:	DIC-10	
			REVISÓ:	ING. CRA	REV.:	0	
			APROBÓ:	ING. LRPS	HOJA:	2	DE:	2
CLIENTE:		PEMEX PETROQUÍMICA		LOCALIZACIÓN: COMPLEJO PETROQUÍMICO MORELOS			
CONVENIO ESPECÍFICO:	CE-OF-ITESCO-017-4006930-10	PROYECTO:	QR03112900	ÁREA:	RED GENERAL AGUA CONTRA INCENDIO		
DESCRIPCIÓN DE PROYECTO:	"OBRA CIVIL Y MECÁNICA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE CONTRA INCENDIO EN ÁREAS DE PLANTAS DE PROCESO Y MOVIMIENTO DE PRODUCTOS EN EL COMPLEJO PETROQUÍMICO MORELOS"						

INDICADORES DE PRESIÓN (MANÓMETROS)			
1	GENERAL	TAG	PI-01, PI-02, PI-03, PI-04, PI-05, PI-06, PI-07, PI-08, PI-09 Y PI-10
2		CANTIDAD	DIEZ
3		DTI	N/A
4		LÍNEA O EQUIPO	RED GENERAL AGUA CONTRA INCENDIO
5		SERVICIO	INDICACIÓN DE PRESION EN LA RED
6	ELEMENTO	TIPO	BOURDON
7		EXACTITUD	+/- 0.5 % ESCALA TOTAL
8		RANGO / UNIDADES	0 – 21 Kg/cm ²
9		TAMAÑO DE LA CARA	4 1/2" (114 mm)
10		CONEXIÓN A PROCESO	INFERIOR 1/2" NPT M
11		MONTAJE	LOCAL
12		MATERIAL DE LA CAJA	FENOL
13		MATERIAL DEL BOURDON/FUELLE	ACERO INOX.316
14		MATERIAL DE INTERNOS	ACERO INOX.316
15		MATERIAL DE LA CONEXIÓN	ACERO INOX.316
16	SELLO DE DIAFRAGMA	NO	
17	SIST. DE PURGA	NO	
18	DATOS DE PROCESO	FLUIDO (L, G, S)	AGUA DE CONTRA INCENDIO (L)
19		TEMP. NORMAL / MÁXIMA	25 °C/ 35 °C
20		PRESIÓN MINIMA	7 Kg/cm ²
21		PRESIÓN NORMAL	9.13 Kg/cm ²
22		PRESIÓN MAXIMA	12 Kg/cm ²
23		PESO MOLECULAR	18.0157 g/mol
24	VISCOSIDAD	1.0 cp	
25			
26	ACCESORIOS	AMORTIGUADOR DE PULSACIONES	NO
27			
28	FABRICANTE	MARCA	POR PROVEEDOR
29		MODELO	POR PROVEEDOR
NOTAS: 1.- EL INSTRUMENTO DEBERÁ SER SUMINISTRADO CON RECUBRIMIENTO EPÓXIDO Y PLACA DE IDENTIFICACIÓN. 2.- EL INSTRUMENTO DEBERA SER LISTADO UL Y/O APROBADO FM 3.- EL INSTRUMENTO DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA NRF-164-PEMEX-2006			

Imagen 2.- Ejemplo de una Hoja de Datos de Instrumentos del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos (ITESCO).

Fuente: PEMEX Petroquímica "03.41 Hoja de datos Indicadores de presión", [En Línea] 16/03/2014 Disponible en: <http://www.ptq.pemex.com/RM/OPLeyPEMEX/Lists/Convocatoria%20Ley%20PEMEX/Attachments/67/03.41%20Hoja%20de%20datos%20Indicadores%20de%20presion.pdf>

Ejemplo

1. **Nombre de la empresa.-** Este espacio contiene la razón social (sea logotipo, siglas o nombre) de la empresa que desarrolla el trabajo.



Imagen 3.- Encabezado de la hoja de datos propuesta.

2. **Datos del proyecto.-** Debe de contar con los datos del proyecto como son el número de proyecto, la planta a la que pertenece y la localización de ésta; por otra parte incluye el número de contrato, el nombre del cliente, los datos de las personas que la elaboraron y de las que la revisaron, la fecha en que fue expedida y por último, el número de hoja.

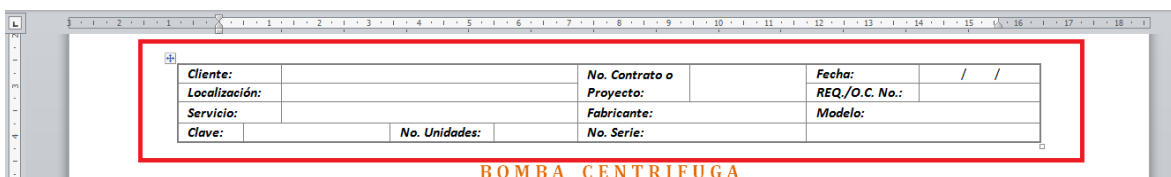


Imagen 4.- Datos del proyecto en la hoja de datos propuesta.

3. **Tipo de elemento a describir en la hoja de datos.-** Se especifica el elemento de proceso a describir, ya sea un recipiente a presión, un instrumento, recipiente de almacenamiento, equipo mecánico, etc.

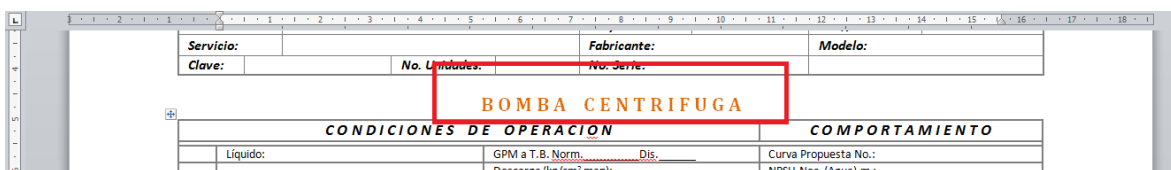


Imagen 5.- Título del elemento a describir en la hoja propuesta.

4. **Características generales del equipo.-** Para este punto se deberá describir de una forma general el equipo o instrumento, según sea el caso, para un recipiente de manera típica se especifica si su servicio es continuo o intermitente, y en el caso de que sea intermitente se

deberá especificar las horas por año que estará funcionamiento. En el caso de que se tratara de un instrumento se deberá estipular las características más sobresalientes del material y dimensiones del instrumento.

CAMBIADORES DE CALOR		
GENERALIDADES		
Tamaño: (mm) (Pulg)	Tipo:	Posición:
Superficie por Unidad (GR/EF):	(m²) (pie²)	Envolvente por Unidad:
Superficie por Envolverte (GR/EF):	(m²) (pie²)	Arreglo de Envolverte:
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD		
	Lado de la Envolverte	Lado de los Tubos
Fluido Circulando		

Imagen 6.- Ejemplo del área para describir las características Generales.

5. **Condiciones de operación.-** Esta sección deberá contener los datos provenientes del proceso que están directamente relacionados con el equipo a describir, básicamente se describirán el fluido, se anotaran la presión y temperatura de operación, máximas y las de diseño. Y para algunos casos (medidores de flujo) la viscosidad, densidad, factor de compresibilidad, calor específico, etc. según sean requeridas.

BOMBA CENTRIFUGA		
CONDICIONES DE OPERACIÓN		COMPORTAMIENTO
Líquido:	GPM a T.B. Norm. Dis.	Curva Propuesta No.:
Temp. Bombeo (T.B.) °C:	Descarga (kg/cm² man):	NPSH Néc. (Agua) m:
Dens. Ret. (Sp.Gr.) a T.B.:	P. Suc. Kg/cm² man. Máx.:	No. de Pasos:
P. Vapor a T.B. kg/cm² ABS:	P. Dif. Kg/cm²:	Efic. de Diseño:
Viscosidad a T.B. cP:	Columna Dif. m:	Máx. BRP de Dis. en Impul.:
Corr./Ero. Causada por:	NPSH Disp. a P.T. m:	Máx. Cúm. de Dis. en Impul. m:
	Potencia Hidráulica:	Gasto Mín. Cont. GPM (Por Fab.):
CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES		Rotación Frente:
Carcasa-Montaje:	(EJE) (BASE) (MENSULA) (VERTICAL)	Acoplamiento:
		Agua Enfriamiento para:

Imagen 7.- Ejemplo del área de Condiciones de Operación.

6. **Especificación de accesorios y servicios auxiliares.-** Se deberá especificar el medio de suministrar un servicio auxiliar, si lo necesita, por ejemplo: venteo, calentamiento, enfriamiento, etc., además de anotar el flujo, la temperatura y presión de dicho servicio auxiliar y si necesita algún tipo de agitación o de aislamiento. Si es un recipiente, las boquillas y sus características principales (diámetro nominal, servicio) deberán incluirse en la hoja de datos, así como un dibujo que ilustre la ubicación de estas.

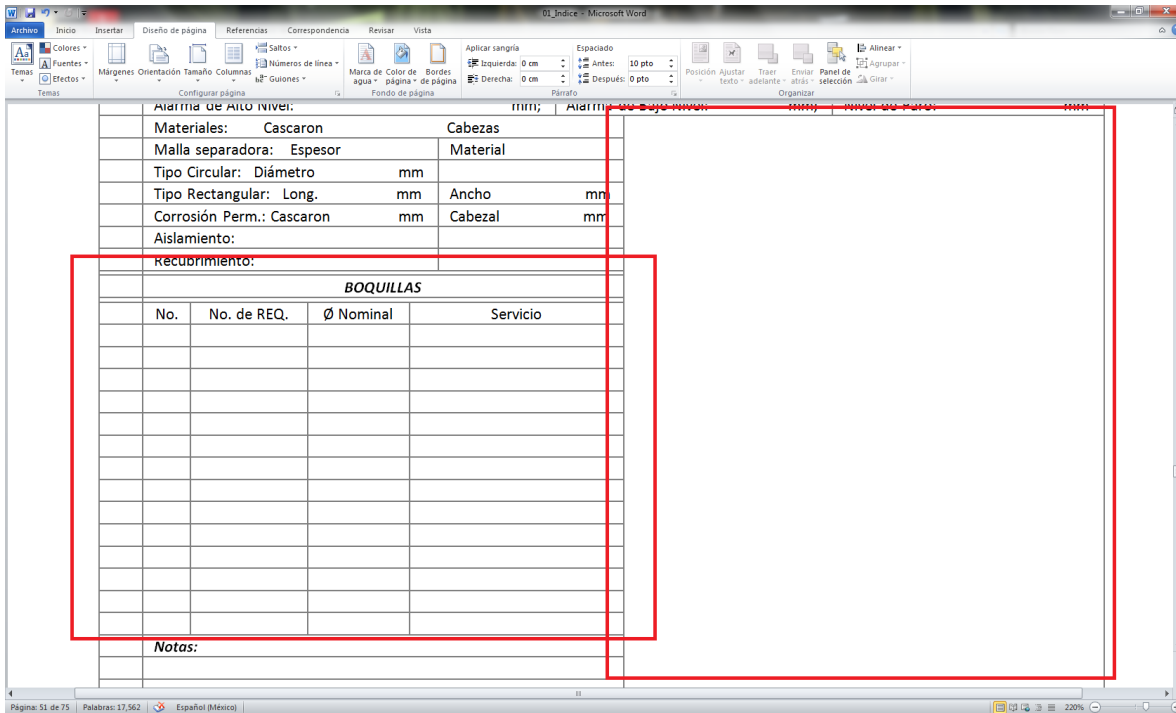


Imagen 8.- Áreas para la especificación de Accesorios y Servicios Auxiliares.

- 7. Materiales.-** En este apartado de la hoja de datos se puede recomendar los materiales del equipo, ya sea de la carcaza y de los interiores de una bomba o de los tubos, espejos, tapas y envolvente de un intercambiador, etc.; considerando que en la mayoría de los casos este punto deberá ser llenado por el fabricante, pero el encargado de llenar la hoja puede hacer una recomendación por medio de esta sección de la hoja de datos.

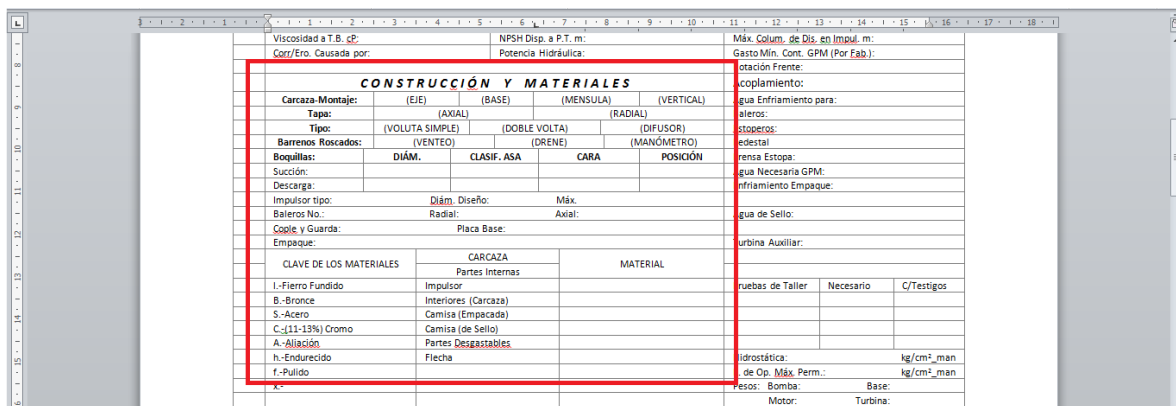


Imagen 9.- Área para describir los Materiales para la construcción del equipo.

- 8. Notas.-** Aquí se marcaran los componentes omitidos en la expedición de la hoja de datos, como podrían ser el venteo, el dren, el tipo de conexión, etc., además

Envolvente:	°C	Escape:	DIB. Detalle de Bomba No.:		
Volt/Fase/Ciclos:		Consumo de Vapor:	Dimensiones Sello en DIB. No.:		
Baleros:		Baleros:	Lubr.:		
Amp. Plena Carga:		Boquillas	Diám.	Clasif:ASA	Cara Posic
		Entrada			No. de Serie de la Bomba:
		Salida			
Notas:					
REV	Fecha	Descripción	Preparo	Reviso	Aprobó
A	.	Aprobado para Cotización			

Imagen 10.- Espacio para Notas en la hoja de datos propuesta.

9. **Registro de las revisiones.**- En esta parte se llevará un conteo de las revisiones realizadas al contenido de la hoja de datos, además de la fecha de la revisión y por quien fue hecha la revisión, por último describiendo bajo qué punto de vista se revisó.

Notas:					
REV	Fecha	Descripción	Preparo	Reviso	Aprobó
A	.	Aprobado para Cotización			
B	.	Para Revisión y Aprobación de :			
O	.	Para Revisión de :			

Imagen 11.- Registro de revisiones en la hoja propuesta.

Hoja de Datos de Equipos

Para los equipos que manejan directamente corrientes de proceso se debe verificar que los datos referentes al fluido y sus condiciones estén de acuerdo a lo que marca el balance de materia y energía. Mientras que para los equipos de servicios auxiliares como pueden ser recipientes atmosféricos, torres, bombas, compresores, calderas, entre otros, se debe hacer un enfoque de tal manera que el criterio que da el conocimiento y la experiencia, así como los acuerdos tomados durante la definición de los esquemas de proceso permitan describir posibles errores, malas interpretaciones y/o consideraciones. De tal suerte que el ingeniero de proyecto no debe ocuparse de verificar los cálculos del equipo realizados por los especialistas, sino en el caso en que haya encontrado algún dato discordante con lo que se había de esperar y en último caso, cuenta con el recurso de consultarlo con el originador de la hoja de datos.

En general se debe verificar que datos tales como número de contrato, nombre de la planta y su localización sean correctos y revisar que los datos referentes a clave del equipo, número de unidades requeridas y servicio concuerden con la lista de equipo así también es necesario obtener la mayor información posible que será de utilidad al comparar varios equipos, ya que de ello depende la realización de cálculos y determinaciones posteriores si lo que se requiere solo es comprar un equipo de línea o se cuenta con activos en bodega.

A continuación se indican los puntos más importantes a considerar en la revisión de las hojas de datos de los diferentes equipos:

Bombas

- Gasto de líquido a manejar (caudal).
- Temperatura de bombeo.
- Cabeza diferencial.
- Potencia hidráulica.
- Tipos de bomba (vertical, horizontal, especial).
- Material de construcción.
- Eficiencia.
- Tipo de accionador.
- Número de requisición que ampara al equipo.
- Identificación de la bomba.
- Servicio.
- Características del fluido.
 - Tipo de fluido.
 - Densidad.
 - Calor específico.
 - Concentración.
 - Viscosidad

- Presión de vapor.
- Condiciones de operación.
 - Presión de succión.
 - Presión de descarga.
 - Presión diferencial.
 - NPSH disponible.

Cambiadores de calor

- Clave de la unidad
- Servicio
- Propiedades físicas de los fluidos.
 - Nombre del fluido(s).
 - Cantidad de flujo.
 - Peso molecular.
 - Densidad.
 - Viscosidad
 - Calor específico.
- Condiciones de operación.
 - Temperatura.
 - Presión.
 - Carga térmica.
 - Caída de presión.
 - Factor de ensuciamiento.
- Información de diseño y construcción.
 - Presión y temperatura de diseño, presión de prueba.
 - Materiales de construcción.

Hornos

- Tipo y posición.
- Fluidos circulados y cantidad de cada uno.
- Temperaturas y prestaciones a la entrada y a la salida.
- Carga térmica.
- Materiales de construcción.
- Esquema: arreglo de corrientes y posición.

Equipo mecánico

La especificación mecánica para un amplio grupo de equipos como agitadores o bombas se anexa a cada hoja de datos para cada artículo en específico, ya que esta va a recorrer un largo camino para eliminar ofertas inferiores sin la necesidad de una revisión detallada y ajustable de cada propuesta.

Tuberías

Mientras que normalmente las especificaciones de la tubería están incorporadas en las bases de diseño, la requisición de los materiales para su instalación no puede ser hecha hasta que se realizan las hojas de datos de tuberías. Estas hojas de datos deben contener los siguientes datos:

- La tubería en si misma
- Bridas
- Conexiones
- Cerrojos
- Empaques.

Compresores

- Tipo
- Fluido de gas a manejar
- Presión de succión y presión de descarga.
- Temperatura de succión y descarga.
- Materiales de construcción.
- Datos generales del accionador.

Recipientes

- Nombre y Clave del Recipiente.
- Servicio
- Tipo de sustancia(s) a contener.
- Presiones y temperaturas máximas de operación, indicando rangos mínimo, normal y máximo.
- Niveles de líquidos, altos y bajos.
- Dimensiones y características.
 - Posición y elevación con respecto al nivel de piso terminado.
 - Diámetro, altura y / o longitud.
 - Tipo de tapas.
 - Ubicación de boquillas.

- Tipo y localización de soportes principales.
- Tipo y localización internos fijos o removibles (platos, empaques, distribuidores, etc.).
- Requerimientos de aislamiento
- Materiales de construcción y tolerancia para la corrosión
- Tabla de boquillas mostrando.
 - Cantidad.
 - Diámetro nominal.
 - Servicio.

Se deberá un incluir un esquema del equipo descrito.

Torres

- Se revisaran los mismos puntos para recipientes excepto el número 1, además:
- Platos: tipo, espaciamento y material.
- Esquema: Acotaciones e indicación de internos.
- Detalles de arreglo de platos y dimensiones

Hoja de Datos de Instrumentación

Una de las actividades a realizar por Instrumentación y Control en el área de Diseño de Ingeniería de Detalle además de los Criterios de diseño, índice de instrumentos, sumario de instrumentos, memorias de cálculo, por nombrar algunos, son como las especificaciones y Hojas de datos que suelen llamarse Especificaciones Generales y son elaboradas para todos y cada uno de los instrumentos de campo que se encuentran básicamente en los DTI's.

Estas especificaciones contienen los lineamientos técnicos en detalle (tipo de instrumento, tipos de caja, accesorios para montaje, material de construcción, señales de salida, señales de entrada, conexiones a proceso, conexiones al conduit, exactitudes, rangos, etc.) que deberán tener los instrumentos en cuestión y en base a esto, se procederá a elaborar las Hojas de Datos. Deberán de cumplir con las hojas de especificación general teniendo el carácter de obligatorias.

La elaboración de las hojas de datos de instrumentos, es de gran importancia ya que en ellas se concentra toda la información necesaria para especificar y seleccionar adecuadamente los instrumentos de un proyecto.

Para especificar y seleccionar los instrumentos de una planta se requiere un buen conocimiento de las condiciones de operación del proceso, que tienen que medirse y/o controlarse. Generalmente una planta se encuentra en etapa de diseño todavía cuando se tiene que especificar la instrumentación, entonces, no es posible obtener las condiciones de operación del proceso a partir de mediciones reales. Por lo tanto la mayoría de los datos son obtenidos con la información disponible, como curvas de bomba, cálculos de caída de presión en la línea, cálculos de los sistemas de proceso y datos de la experiencia adquirida de otras plantas similares.

Los instrumentos, que tienen un rango ancho de medición, tales como termómetros, medidores de presión, indicadores de temperatura multipunto, etc., pueden aceptar un error de $\pm 1\%$, lo que es una desviación bastante razonable.

Hay sin embargo algunos instrumentos que tienen una rangeabilidad restringida (medidores de flujo y analizadores). Para estos instrumentos los datos dados por proceso necesitan reunir la característica de tratar de igualarse lo más posible a las condiciones reales que se espera tener en el proceso, con el fin de preveer cambios a futuro en el campo.

Estos cambios son muy costosos y pueden retardar el arranque de la planta ó interferir en su operación.

Para el caso de los sistemas de control (DCS's, PLC's) se elaboran hojas de especificación en donde además de mostrar requerimientos de Hardware (Equipo y Accesorios), Software (Programas y Lenguajes), Servicios del Proveedor, Confiabilidad y Obsolescencia, se indicara también el número y tipo de señales (4-20 mA, mV, 24 vcd, etc.) que se pretende sean manipuladas por el Sistema de Control Distribuido y por el PLC. A esto se le llama "Sumario de Señales" y se le deberá dar un porcentaje mínimo adicional para expansiones futuras.

Manómetros

- Tipo de conexión inferior.
- Vidrio de seguridad.
- Con amortiguadores de pulsación.
- Donde se instalarán.
- Rangos de presión.
- Tipo de carátula.
- Tipo de cajas.
- Conexiones.
- Exactitud.
- Materiales de los tubos.

Transmisores de presión diferencial

- Tipo (electrónico, inteligentes, con indicador integral y sistema de transmisión).
- Número de hilos.
- Como se instalara.
- Material del cuerpo.
- Si cuenta con aprobaciones y certificación de Seguridad Intrínseca.
- Tipo de elemento sensor.
- Tipo de mecanismo detector.
- Rango de señal de salida.
- Suministro Eléctrico.
- Tamaño de las conexiones al proceso.
- Tamaño de la conexión al conduit.
- La exactitud mínima.
- La repetibilidad mínima.
- La máxima banda muerta.
- Señal de salida.
- Rango de temperatura de operación.
- Resistencia del elemento sensor.
- Si cuenta con filtros para eliminar interferencias por señales de radiofrecuencia e interferencia electromagnética.
- Con protección a polaridad invertida.
- Rangos de ajuste de supresión.
- El ajuste de cero y “span” deberá ser externo y con cubierta.
- Error máximo por ajuste de cero por variaciones en presión estática.
- Error máximo por variación de la temperatura ambiente.
- Error máximo por variación en el suministro eléctrico.

- Tipo de indicador.
- Datos de la placa de identificación.
 - Identificación y servicio.
 - Nombre del fabricante y modelo.
 - Rango de presión estática y rango de presión diferencial.

Transmisores de presión

- Tipo (electrónico, inteligentes).
- Tipo de sistema de transmisión.
- Tipo de montaje.
- Cuerpo del transmisor.
- Aprobaciones y certificación de Seguridad Intrínseca.
- Tipo de elemento sensor.
- Mecanismo detector.
- Rango de señal de salida.
- Suministro eléctrico.
- Tamaño de la conexión al proceso.
- La repetibilidad mínima.
- La máxima banda muerta.
- Señal de salida.
- Rango de temperatura de operación.
- Presión por sobrecarga.
- Tipo de ajuste de cero y span.
- El error máximo por ajuste de cero por variaciones en presión estática.
- El error máximo por variación de la temperatura ambiente.
- El error máximo por variación en el suministro eléctrico.
- Tipo de indicador.
- Datos de la placa metálica.
 - Identificación y servicio
 - Nombre del fabricante y modelo
 - Rango de presión estática y rango de presión diferencial

Indicador de nivel

- Los sistemas de medición de nivel, generalmente deberán complementarse localmente con niveles de cristal, en plantas de proceso.
- Se utilizarán niveles de cristal del tipo Reflex cuando exista una interfase líquido-gas, en donde el líquido sea transparente y no deje depósitos en el vidrio.
- Se utilizarán niveles de cristal de visión directa (transparentes) en servicios de generación de vapor, para líquidos no transparentes y cuando exista una interfase líquido-líquido.

Todos los niveles de cristal de este tipo deberán suministrarse con iluminadores a prueba de explosión, excepto en servicios de generación de vapor donde bastará proporcionar una iluminación adecuada para todo tiempo (iluminadores a prueba de intemperie).

- Los niveles de cristal tubulares sólo podrán utilizarse para servicios a presiones cercanas a la atmosférica con líquidos no inflamables ni peligrosos.
- Para servicios a temperaturas inferiores a -50°C, se utilizarán niveles de cristal de cámara grande, los cuales serán suministrados con conexiones con brida.
- Todos los niveles de cristal, exceptuando los que tengan conexiones con bridas, deberán suministrarse con válvulas de paso angulares, las cuales a su vez tendrán válvulas de retención integrales (de bola y anillo).
- Los niveles de cristal deberán suministrarse con extensiones anticongelantes cuando la temperatura de operación sea inferior a 0°C.
- Para servicios a temperaturas superiores a 250°C o con líquidos corrosivos, los niveles de cristal deberán suministrarse con cubiertas de protección de un material adecuado (mica, Kel-F, etc.).
- La clasificación por presión de los niveles de cristal, deberá estar de acuerdo a la máxima presión de trabajo del recipiente en que se hace la instalación.
- El material de los niveles de cristal deberá estar de acuerdo al material del recipiente en que se hace la instalación y al de la tubería adyacente.
- Cada nivel de cristal deberá estar formado por un máximo de cuatro secciones, las cuales a su vez cubrirán un máximo de 1.4m de longitud visible. Cuando se requiera cubrir una longitud mayor, se utilizarán cristales traslapados con conexiones independientes.

Transmisores de nivel

- Unidades de los sistemas de medición de nivel.
- Tipo de antena.
- Exactitud.
- Filtros digitales.
- Opciones de medición además de las de nivel:
 - Medición múltiple de temperatura.
 - Medición de presión de vapor.
 - Medición de presión hidrostática.
 - Medición de interface de agua.
 - Realizar cálculos de los valores obtenidos (Densidad en línea, Volumen neto, Masa).
- Si cuenta con la posibilidad de interconexión con equipos.
- Tipo de aislamiento.
- La presión de trabajo de la antena.
- El material de las antenas expuestas al ambiente.
- El material de las partes expuestas al producto.

- Lugar de instalación.
- Códigos de las antenas.
- Tipo de transmisor.
- Si contará con barrera de seguridad intrínseca.
- Si contará con tarjeta de comunicaciones.
- Si contará con tarjeta de procesamiento de señales.
- Temperatura de operación.
- Alimentación eléctrica.
- Velocidad de tiempo de respuesta.
- Instalación y comisionamiento.
- Unidades de adquisición de datos.
- Unidades de comunicación de campo.
- Modem del bus de campo.
- Cajas de conexiones.
- Interfase con el operador.
- Interfase con el operador con funciones de inventario.
- Conexión a un sistema de control distribuido.

Interruptores de nivel

- Tipo de interruptor.
- Material del sensor.
- Conexión del sensor al proceso.
- Tipo de caja del interruptor.
- Clasificación Eléctrica.
- La temperatura de trabajo del sensor.
- El suministro eléctrico.
- La salida del interruptor.
- Repetibilidad.
- Tiempo de respuesta.
- Hilos del interruptor.
- Tipo de montaje de la electrónica.
- La temperatura de operación del equipo.
- Velocidad de Barrido de entradas.
- Salidas del receptor.
- Alarma.
- Puerto para impresora.
- Software.
- Datos de la placa metálica asegurada permanentemente con la siguiente información:
 - Identificación y Servicio

- Material y Longitud del Elemento Sensor y/o tipo de equipo
- Nombre del fabricante, Modelo y No. De Serie

Indicador receptor de alarmas de nivel

- Tipo de canales digitales.
- Especificación de las tarjetas para interruptores
- Tipo de verificación de todos los interruptores.
- Barreras de Seguridad.
- Canal de Comunicación.
- Suministro eléctrico
- Temperatura de operación.
- Montaje.
- Software.

Medidor de flujo másico

- Tipo de fluido a medir
- Recubrimientos especiales
- Niveles de ruido hidrodinámico.
- Condiciones para el elemento sensor en contacto.
- Tipo de Medición de flujo.
- Capacidad del elemento sensor.
- La precisión en la medición de flujo.
- La precisión en la medición de temperatura.
- La precisión en la medición de densidad.
- El rango límite de temperatura de operación.
- La eficiencia del elemento sensor.
- La salida del elemento sensor.
- Instalación del elemento sensor.
- Señal de elemento sensor.
- Tipo de transmisor de flujo.
- Alimentación eléctrica.
- Señal de salida.
- Tamaño de conexión del conduit.
- Rango límite de temperatura ambiente.
- Datos de la placa de identificación.

Válvulas de control

- Tipos de válvulas
 - Válvulas de tres vías
 - Válvulas de ángulo
 - Válvulas de control auto-operadas
 - Válvulas solenoide
 - Válvulas de bloqueo motorizadas
 - Válvulas de seguridad y alivio
- Cubierta
- Certificados de Prueba
- Actuador.
- Conexión.
- Materiales, características y tipo de bridas de las válvulas.
- Clasificación por presión.
- Características de apertura.
- Tapones y asientos.
- Desvíos de operación
- Dimensionamiento (Cv)
- Carrera del vástago.
- Abertura, para válvulas tipo mariposa.
- Niveles de ruido.
- Caída de presión.
- Suministro de aire al diafragma del actuador.
- Conectores y tubing del posicionador.
- Tipo de bonete
- Tipo de electroposicionadores
- Manómetros para presión de aire de suministro y salida a válvula.
 - Materiales de la caja.
 - El diámetro de la carátula.
 - Tipo de ventana (plástico acrílico o cristal inastillable).
- Datos de la placa de Identificación.

}

Sin Texto

Capítulo 2. Hoja de Datos para Equipos de Proceso y Servicio

Debido a que pueden ser muy variados los equipos que se adquieren en los diferentes proyectos de ingeniería química y además de que la única forma de adquirir equipos durante estos proyectos es cuando hay una actualización, expansión o la creación de una planta química, se elaboraron una serie de hojas de datos en Microsoft Word 2010, mismas que se muestran a continuación las cuales incluyen un logo y encabezado como propuesta para su utilización en los documentos generados en las materias de LTP de la carrera y así facilitar el entendimiento de su elaboración como lo indica el plan de estudios de la carrera. Para la creación de estos formatos propuesta se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Que el giro de la industria estuviera en constante Investigación o inversión tecnológica.
- Que fuera equipo principal dentro del proceso o servicio.
- Y que se pudiera contar con información accesible y acorde al nivel de estudios, sin llegar a la necesidad de tener que especializarse en el área.

Después de realizar la investigación y compilación bibliográfica, así como por sugerencia de profesores e ingenieros afines al tema del desarrollo de proyectos, se tomó la decisión de crear 15 Hojas de Datos entre equipos de Proceso y Servicio y 11 hojas de Instrumentos. Siendo los siguientes equipos los seleccionados, los cuales pertenecen tanto a la industria Alimentaria como a la Petrolera ya que cumplen en más de dos de los puntos antes tratados así como otros que aunque se no cumplen con dos puntos de los antes señalados fue accesible la información.

Listado de hojas de equipos de proceso y servicios propuestas.

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. Agitador. | 9. Torre de Destilación. |
| 2. Bomba Centrífuga. | 10. Caldera Piro-tubular. |
| 3. Cambiadores de Calor. | 11. Compresores. |
| 4. Centrífuga de Discos. | 12. Equipo Transportador. |
| 5. Enfriador con Aire. | 13. Generador de Aire Caliente. |
| 6. Equipo Desgarrador. | 14. Torre de Enfriamiento. |
| 7. Especificación de Tuberías. | 15. Turbina de Vapor. |
| 8. Recipientes. | |



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE EQUIPO DE PROCESO

Cliente:		No. Contrato o Proyecto:		Fecha:	/ /
Localización:		Fabricante:		REQ./O.C. No.:	
Servicio:		No. Serie:		Modelo:	
Clave:		No. Unidades:			

BOMBA CENTRIFUGA

CONDICIONES DE OPERACIÓN					COMPORTAMIENTO		
Líquido:	GPM a T.B. Norm. _____ Dis. _____		Descarga (kg/cm ² man): _____		Curva Propuesta No.:		
Temp. Bombeo (T.B.) °C:	P. Suc. Kg/cm ² man. Máx.:		P. Dif. Kg/cm ² :		NPSH Nec. (Agua) m :		
Dens. Ret. (Sp.Gr.) a T.B.:	Columna Dif. m:		NPSH Disp. a P.T. m:		No. de Pasos:		
P. Vapor a T.B. kg/cm ² ABS:	Potencia Hidráulica:				Efic. de Diseño:		
Viscosidad a T.B. cP:					Máx. BHP de Dis. en Impul.:		
Corr/Ero. Causada por:					Máx. Colum. de Dis. en Impul. m:		
					Gasto Mín. Cont. GPM (Por Fab.):		
					Rotación Frente:		
CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES					Acoplamiento:		
Carcaza-Montaje:	(EJE)	(BASE)	(MENSULA)	(VERTICAL)	Agua Enfriamiento para:		
Tapa:	(AXIAL)		(RADIAL)		Baleros:		
Tipo:	(VOLUTA SIMPLE)	(DOBLE VOLTA)	(DIFUSOR)		Estoperos:		
Barrenos Roscados:	(VENTEO)	(DRENE)	(MANÓMETRO)		Pedestal		
Boquillas:	DIÁM.	CLASIF. ASA	CARA	POSICIÓN	Prensa Estopa:		
Succión:					Agua Necesaria GPM:		
Descarga:					Enfriamiento Empaque:		
Impulsor tipo:	Diám. Diseño:	Máx.					
Baleros No.:	Radial:	Axial:			Agua de Sello:		
Cople y Guarda:	Placa Base:						
Empaque:					Turbina Auxiliar:		
CLAVE DE LOS MATERIALES	CARCAZA		MATERIAL				
	Partes Internas						
I.-Fierro Fundido	Impulsor				Pruebas de Taller	Necesario	C/Testigos
B.-Bronce	Interiores (Carcaza)						
S.-Acero	Camisa (Empacada)						
C.-(11-13%) Cromo	Camisa (de Sello)						
A.-Aliación	Partes Desgastables						
h.-Endurecido	Flecha				Hidrostática:		kg/cm ² man
f.-Pulido					P. de Op. Máx. Perm.:		kg/cm ² man
x.-					Pesos: Bomba:	Base:	
					Motor:	Turbina:	
Motor Por:			Turbina Por:		Datos Finales del Fabricante		
CLAVE: Montado Por:	Clave: Montado Por:				Diám. Del Impulsor (mm):		
HP: RPM: Coraza:	HP: RPM: Mat.:						
Marca:	Marca: Tipo:				Curva de Prueba No.:		
Tipo: Aislam:	Vapor Ent.:				DIB. General No.:		
Envolvente: °C	Escape:				DIB. Detalle de Bomba No.:		
Volt/Fase/Ciclos:	Consumo de Vapor:				Dimensiones Sello en DIB. No.:		
Baleros:	Baleros: Lubr.:						
Amp. Plena Carga:	Boquillas	Diám.	Clasif;ASA	Cara	Posic	No. de Serie de la Bomba:	
	Entrada						
	Salida						
Notas:							
REV	Fecha		Descripción		Preparo	Reviso	Aprobó
A	.	.	Aprobado para Cotización				
B	.	.	Para Revisión y Aprobación de :				
0	.	.	Para Revisión de :				



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE EQUIPO DE PROCESO

Cliente:		No. Contrato o Proyecto:		Fecha:	/ /
Localización:		Fabricante:		REQ./O.C. No.:	
Servicio:		No. Serie:		Modelo:	
Clave:		No. Unidades:			

CAMBIADORES DE CALOR

GENERALIDADES							
Tamaño:	(mm) (Pulg)	Tipo:		Posición:			
Superficie por Unidad (GR/EF):		(m ²) (pie ²)		Envolvente por Unidad:			
Superficie por Envolvente (GR/EF):		(m ²) (pie ²)		Arreglo de Envolvente:			
CONDICIONES DE OPERACIÓN POR UNIDAD							
			Lado de la Envolvente		Lado de los Tubos		
Fluido Circulado							
Fluido Total	(Kg / h)	(lb / h)					
			Entrada	Salida	Entrada	Salida	
Líquido	(Kg / h)	(lb / h)					
Densidad Relativa							
Conductividad Térmica	(kcal / h m ² °C)	(BTU / h pie ² °F)					
Calor Especifico	(kcal / Kg °C)	(BTU / lb °F)					
Viscosidad	(cP)	(cP)					
Peso Molecular							
Vapor	(Kg / h)	(lb / h)					
Calor Latente	(Kcal / kg)	(BTU / lb)					
Peso Molecular							
Conductividad Térmica	(kcal / h m ² °C)	(BTU / h pie ² °F)					
Calor Especifico	(kcal / Kg °C)	(BTU / lb °F)					
Viscosidad	(cP)	(cP)					
Densidad	(g / cm ³)	(lb / pie ³)					
Temperatura	(°C)	(°F)					
Presión (kg / cm ² Abs.) (PSIA)	(Kg / cm ² man)	(lb / pulg ² man)					
No. Pasos							
Velocidad	(m / s)	(pie / s)					
Caída de Presión	(kg / cm ²)	(lb / pie ²)	Perm.	Calc.	Perm.	Calc.	
Factor de Ensuciamiento	(h m ² °C / kcal)	(h pie ² °F / BTU)					
Calor intercambiado (kcal/h)(BTU/h):					TML Corregida (°C)(°F):		
Coef. Total de Transf. de Calor (kcal/h.m ² .°C)(BTU/h.pie ² .°F):					Servicio:		
CONDICIONES POR ENVOLVENTE							
Presión de Diseño	(Kg / cm ² man)	(lb / pulg ² man)					
Presión de Prueba	(Kg / cm ² man)	(lb / pulg ² man)					
Temperatura de Diseño	(°C)	(°F)					
Tubos: No.	D.E.:	BWG (Mín/Prom):	Long.:	Paso:			
Envolvente:		D.I.:	Tubo Tipo:				
Tapa Envolvente:	(INT/REM) Tapa Cabezal Flotante:						
Canal:	Tapa Canal:			Placa de Choque:			
Espejo Fijo:	Flotante:			% Corte Mampara:			



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE EQUIPO DE PROCESO

Mampara/Soportes:	No./Espaciamiento:	Tipo:			
Mamparas Long.:	Fajas de Sello:	Flujo:			
Tipo de unión (Envolverte):	Tubos:	Tubos-Espejo:			
Empaques:	Envolverte-Espejo	Espejo-Canal:			
Envolverte-Tapa	Canal-Tapa				
Boquilla:	Envolverte-Ent.: (mm)(pulg);	Interconexion: (mm)(pulg); Salida: Clase:			
	Canal-Ent.: (mm)(pulg);	Interconexion: (mm)(pulg); Salida: Clase:			
Corr. Perm:	Lado Envolverte.: (mm)(pulg);	Lado Tubos: (mm)(pulg)			
Códigos Requeridos:	TEMA Clase:	Aislante: Espesor: Servicio:			
Pesos: Equipo Vacío:	(kg)(lb); Haz de Tubos:	(kg)(lb); Lleno de Agua: (kg)(lb)			
Notas:		Esquemas:			
REV	Fecha	Descripción	Preparo	Reviso	Aprobó
A	.	Aprobado para Cotización			
B	.	Para Revisión y Aprobación de :			
0	.	Para Revisión de :			



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE EQUIPO DE PROCESO

Cliente:		No. Contrato o Proyecto:		Fecha:	/ /
Localización:		REQ./O.C. No.:			
Servicio:		Fabricante:		Modelo:	
Clave:		No. Unidades:		No. Serie:	

CENTRIFUGA DE DISCOS

CONDICIONES DE OPERACIÓN					
01	Servicio:	_____			
		02	Flujo [kg/h]	Viscosidad [cP]	Densidad [kg/m ³]
		Entrada (Mezcla)			
		Salida			
		1.-			
		2.-			
		Presión	Temperatura		
03	Operación:	_____ kPa	_____ °C		
04	Diseño:	_____ kPa	_____ °C		
CONSTRUCCIÓN					
05	Eficiencia:	_____ %			
06	Tipo de rotor:	_____			
	Disco				
07	Número:	_____	Diámetro: _____ mm	Ángulo: _____	
08	Espacio entre discos:	_____ mm	Tamaño de orificio: _____ mm		
09	Velocidad:	_____ RPM			
	Tazón				
10	Diámetro de entrada:	_____ mm	Diámetro de salida: _____ mm		
11	Longitud:	_____ mm			
MATERIALES					
12	Rotor:	_____	Engranajes: _____	Tazón: _____	
13	Tambor:	_____	Discos: _____	Otros: _____	
MOTOR					
14	Clave:	_____	17 Montado por: _____	20 Factor de Servicio: _____	
15	hp:	_____	18 RPM: _____	21 Ciclos: _____	
16	Volts:	_____	19 Fases: _____		
REV	Fecha	Descripción	Preparo	Reviso	Aprobó
A	. . . . .	Aprobado para Cotización			
B	. . . . .	Para Revisión y Aprobación de :			
0	. . . . .	Para Revisión de :			



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE EQUIPO DE PROCESO

Cliente:		No. Contrato o Proyecto:		Fecha:	/ /
Localización:				REQ./O.C. No.:	
Servicio:		Fabricante:		Modelo:	
Clave:		No. Unidades:		No. Serie:	

ENFRIADOR CON AIRE

CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO							
01	Dimensiones:	Tipo:					
02	Superficie/Equipo:	Tubo Aletada:		Tubo Liso:			
03	Carga Térmica:	LMTD Efectiva:		Servicio:			
04	Coeficiente:						
Lado Tubo							
05	Fluido:	Servicio Letal:		Si	No		
06	Flujo total:			Entrada	Salida		
07		Entrada	Salida	Densidad (Líqu.-Vap.) [Kg/m ³]:			
08	Temperatura [Kg/h]:			Calor Esp. (Líqu.-Vap.)			
09	Líquido [Kg/h]:			Calor Latente:			
10	Vapor [Kg/h]:			Temp. (Burbuja/Rocio)			
11	Incondes. [Kg/h]:			Velocidad:			
12	Vapor de agua [Kg/h]:			Presión:			
13	Agua [Kg/h]:			Caída Presión (Perm. Calc.)			
14	Viscosidad/Liq./Vap. [cP]:			Ensuciamiento Int.:			
Lado Aire							
15	Flujo de Aire/Equipo:			Altitud:	mm		
16	Flujo de Aire/Ventilador:			Temperatura de Entrada:	°C		
17	Presión Estática:		mmAgua	Temperatura Salida:	°C		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN							
18	Presión de diseño:	Presión de Prueba:		Temperatura de Diseño:			
19	Bancos de tubos:	Cabezal:		Tubos:			
20	Dimensiones:	Tipo:		Material:			
21	Arreglo:	Material		Diám. Ext.:	Esp.:		
22	Secciones: Paralelo Serie	No. de Pasos:	Inclinación:	No. Sección:			
23	Bancos: Paralelo Serie	Mat. de Diseño de Tapones:		Longitud:			
24	No. de camas	Material de Empaque:		Arreglo:			
25	Pasillos:	Corrosión Permisible:		Aleta:			
26	Estructura:	Código ASME:		Material:			
27	Escalera:	Radiografiado:		Diám. Ext.:			
28	Persianas:	Tratamiento Térmico:		No. PULG:	Espesor:		
29	Interruptores:	Ranurado Tubo/Espejo:		Tipo:			
EQUIPO MECÁNICO							
30	Ventilador	Motor:		Reductor de velocidad:			
31	Modelo:	No. Unidad:	Tipo:	Tipo:			
32	Angulo Aspas:	HP/Ventilador:	No. Unidad:	No. Unidad:	No. Bandas:		
33	Diám.:	RPM:	RPM: HP:	Sopoerte:			
34	No. Aspas:	Cubierta del motor:		A			
35	Material (Aspa):	Volt/Fase/Ciclos:		Relación de Nivel:			
36	Material (Cubo):	Marca:		Marca:			
37	Peso: Kg	En Operación: Kg		Lleno de Agua: Kg			
REV	Fecha		Descripción		Preparo	Reviso	Aprobó
A	.	.	Aprobado para Cotización				
B	.	.	Para Revisión y Aprobación de :				
0	.	.	Para Revisión de :				



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE EQUIPO DE PROCESO

Cliente:		No. Contrato o Proyecto:		Fecha:	/ /
Localización:				REQ./O.C. No.:	
Servicio:		Fabricante:		Modelo:	
Clave:		No. Unidades:		No. Serie:	

EQUIPO DESGARRADOR

CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO					
01	Tipo:				
02	Ancho de banda:				
03	Área transversal de carga:				
04	Material a desgarrar:				
05	Densidad:				
06	Peso por Unidad:	Máximo:		Normal:	
07	Capacidad:				
08	Operación:				
09	Velocidad de banda:	Máximo:		Normal:	
10	Peso por Embalaje:				
11	Relación de reducción:				
12	Tamaño de Embalaje:	Entrada:		Salida:	
13	Longitud de Cuchillas:				
14	No. de Cuchillas:	Fijas:		Moviles:	
15	Motor:				
16	Velocidad:				
17	No. de Motores:				
MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN					
18	Cuchillas				
19	Flecha de Transmisión de Potencia:				
20	Banda Transportadora:				
21	Cubre Aspas:				
NOTAS					
22					
REV	Fecha	Descripción	Preparo	Reviso	Aprobó
A	. .	Aprobado para Cotización			
B	. .	Para Revisión y Aprobación de :			
0	. .	Para Revisión de :			



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE EQUIPO DE PROCESO

Cliente:		No. Contrato o Proyecto:		Fecha:	/ /
Localización:				REQ./O.C. No.:	
Servicio:		Fabricante:		Modelo:	
Clave:		No. Unidades:		No. Serie:	

TORRE DE DESTILACIÓN

CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO						
01	Código:					
02	Posición:					
		Vertical:		Horizontal:		
03	Tipo de torre:					
ENTRADA						
04	Entra:	Densidad:				
05	Temperatura:	Flujo:				
06	Presión:	Fase:				
SALIDA POR DOMOS						
07	Sale:	Densidad:				
08	Temperatura:	Flujo:				
09	Presión:	Fase:				
SALIDA POR FONDOS						
10	Sale:	Densidad:				
11	Temperatura:	Flujo:				
12	Presión:	Fase:				
13	MEDIO DE CALENTAMIENTO:					
14	Temperatura:	Flujo:				
15	Presión:	Fase:				
DATOS GENERALES						
16	Diámetro interno:					
17	Número de platos:					
18	Plato de alimentación:					
19	Distancia entre platos:					
20	Inundación de plato:					
21	Altura de torre:					
22	Tipo de platos:					
23	Material:					
NOTAS						
24						
REV	Fecha		Descripción	Preparo	Reviso	Aprobó
A	.	.	Aprobado para Cotización			
B	.	.	Para Revisión y Aprobación de :			
0	.	.	Para Revisión de :			



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE EQUIPO DE SERVICIOS

Cliente:		No. Contrato o Proyecto:		Fecha:	/ /
Localización:				REQ./O.C. No.:	
Servicio:		Fabricante:		Modelo:	
Clave:		No. Unidades:		No. Serie:	

CALDERA PIROTUBULAR

CONDICIONES DE OPERACION Y DISEÑO														
ALIMENTACIÓN						COMBUSTIBLE								
01	Fluido:			<i>Diseño</i>		25	Tipo de Combustible:							
02	Flujo:		lb/h		lb/h	26	Fluido:			<i>Diseño</i>				
03	Presión:		PSIA		PSIA	27	Flujo:		lb/h		lb/h			
04	Temp.:		°F		°F	28	Presión:		PSIA		PSIA			
CARACTERISTICAS DE VAPOR						29	Temp:		°F		°F			
05	Tipo:			<i>Diseño</i>		30	PCI:		BTU/lb					
06	Presión:		PSIA		PSIA	31	Composición:							
07	Temp.:		°F		°F		N ₂							
DATOS GENERALES							CO ₂							
08	Carga Térmica:				BTU/h		CO							
09	Eficiencia:				%		H ₂							
10	Perdidas por Radiación:				BTU/lb		CH ₄							
11	Superficie de lado de tubos:				ft ²		C ₂₊							
12	Superficie de lado de Agua:				ft ²									
13	Dimensiones:			/			DATOS DE SERVICIO							
		Ancho		Largo		Alto	32	Temp. Amb:	Mín:		°F	Máx:		°F
14	Combustible para piloto:				lb/h	33	Presión Barométrica:				psia			
CONSTRUCCIÓN						34	Cond. Inusuales:			Polvo		Salinidad		
15	Posición:			Horizontal		Vertical				Otra		Corrosivo		
16	Diámetro / Longitud:			/		ft								
17	Base:			/		ft	35	Humedad relativa:				%		
18	No. de pasos de Gases:						36	Servicio:			Continuo		En Espera	
19	Capacidad @Normal:				lb	37	Localización:			Interior		Exterior		
20	Capacidad @Lleno Agua:				lb					C/Techo		S/Techo		
21	Diámetro del Hogar:				in		MATERIALES							
22	Volumen del Hogar:				ft ³	38	Cuerpo:			Grado:				
23	Espacio para Vapor:				ft ³	39	Baffles:			Grado:				
	<i>Diseño de carcasa</i>		<i>Entrada</i>	<i>Salida</i>		40	Refractario:			Grado:				
24	Máx. Presión Perm. [psig]					41	Quemador:			Grado:				
	Máx. Temp. Perm. [°F]					42	Chimenea:			Grado:				
	Prueba Hidrostática [psig]					43	Tubos:			Grado:				
REV	Fecha		Descripción			Preparo	Reviso	Aprobó						
A	.	.	Aprobado para Cotización											
B	.	.	Para Revisión y Aprobación de :											
0	.	.	Para Revisión de :											



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE EQUIPO DE SERVICIOS

Cliente:		No. Contrato o Proyecto:		Fecha:	/ /
Localización:				REQ./O.C. No.:	
Servicio:		Fabricante:		Modelo:	
Clave:		No. Unidades:		No. Serie:	

COMPRESORES

SERVICIO:										Tipo:	
Gas Manejado											
Corriente:											
Rango	<i>Mín.</i>	<i>Nor.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Mín.</i>	<i>Nor.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Mín.</i>	<i>Nor.</i>	<i>Máx.</i>		
Capacidad [%]											
Lb/hr											
MMPCSD (60 °F, 1 ATM)											
ACFM @ Condiciones de Ent.											
Peso Molecular											
Condiciones de succión:											
Presión [PSIA]											
Temperatura [°F]											
Densidad [lb/pie ³]											
Factor de Compresibilidad (z)											
K [cp/cv]											
Humedad Relativa [%]											
Condiciones a la descarga:											
Presión [PSIA]											
Temperatura [°F]											
"Z" / Estimada @ T, [°F]											
"K" / Estimada @ T, [°F]											

Accionado:	Por:	Presión Barométrica:
<i>Servicios Auxiliares</i>		<i>Propiedades del Gas</i>
		Composición: Ver Hoja No. 2
		Corrosión debida A:

Diagrama:

**ANÁLISIS DE GASES
(Compresor)**

Componentes		Formula	% Mol	
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
Totales				
Humedad Relativa [%]				
Peso Molecular				
Gravedad Especifica				
Z @				
Cp/Cv @ 47 °C, 1.0 Kg/cm ² abs.				

Notas:

1.

REV	Fecha				Descripción	Preparo	Reviso	Aprobó
A	Aprobado para Cotización			
B	Para Revisión y Aprobación de :			
0	Para Revisión de :			



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE EQUIPO DE SERVICIOS

Cliente:		No. Contrato o Proyecto:		Fecha:	/ /
Localización:				REQ./O.C. No.:	
Servicio:		Fabricante:		Modelo:	
Clave:		No. Unidades:		No. Serie:	

EQUIPO TRANSPORTADOR

CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO								
01	Tipo:	_____						
02	Ancho de manda:	_____						
03	Área Transversal de carga:	_____						
04	Velocidad de banda:	_____						
		Máximo:	_____	Normal:	_____			
05	Capas de la banda:	_____						
		Máximo:	_____	Mínimo:	_____			
06	Tamaño de partícula:	_____						
		Máximo:	_____	Normal:	_____			
07	Material a transportar:	_____						
08	Densidad:	_____						
09	Operación:	_____						
10	Capacidad:	_____						
11	Longitud Total:	_____						
12	Elevación:	_____						
13	Pendiente:	_____						
14	Potencia Requerida:	_____						
15	[HP / 10 ft] de Elevación:	_____						
16	[HP / Centros de 100 ft] :	_____						
17	HP Descargador:	_____						
ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCIÓN								
18	Ancho de la artesa:	_____						
19	Profundidad del delantal:	_____						
		Máximo:	_____	Mínimo:	_____			
20	Longitud del delantal:	_____						
		Máximo:	_____	Mínimo:	_____			
21	Sello del delantal:	_____						
22	Material del cinturón:	_____						
23	Material del delantal:	_____						
REV	Fecha				Descripción	Preparo	Reviso	Aprobó
A	Aprobado para Cotización			
B	Para Revisión y Aprobación de :			
0	Para Revisión de :			



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE EQUIPO DE SERVICIOS

Cliente:		No. Contrato o Proyecto:		Fecha:	/ /
Localización:				REQ./O.C. No.:	
Servicio:		Fabricante:		Modelo:	
Clave:		No. Unidades:		No. Serie:	

GENERADOR DE AIRE CALIENTE

CONDICIONES DE OPERACIÓN					
01	Tipo de combustible:	_____	02	Consumo:	_____ L/h
03	Potencia térmica:	_____ kW			
03	Temperatura de los gases de combustible:	_____ °C			
04	Eficiencia térmica:	_____			
05	Caudal de aire:	_____ m ³ /h			
CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES					
06	Combustión:	Directa <input type="checkbox"/>		Indirecta <input type="checkbox"/>	
07	Relación de compresión:	_____			
08	Quemador:	_____			
09	Cámara de combustión:	_____			
10	Combustible líquido:				
	Brida:	_____	Inyector:	_____	Junta: _____
	Caño:	_____	Rotador:	_____	
11	Aire de atomización				
	Cuerpo:	_____	Caño:	_____	Inyector: _____
	Junta:	_____			
12	Gas				
	Cuerpo:	_____	Caño:	_____	Inyector: _____
	Junta:	_____			
13	Aire de combustión				
	Cuerpo:	_____	Junta:	_____	
14	Cabezal de combustión:	_____			
15	Observaciones:				
MOTOR					
16	Clave:	_____	19	Montado por:	_____
17	hp:	_____	20	RPM:	_____
18	Volts:	_____	21	Fases:	_____
			22	Factor de Servicio:	_____
			23	Ciclos:	_____
REV	Fecha	Descripción	Preparo	Reviso	Aprobó
A	. . . . .	Aprobado para Cotización			
B	. . . . .	Para Revisión y Aprobación de :			
0	. . . . .	Para Revisión de :			



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE EQUIPO DE SERVICIOS

Cliente:		No. Contrato o Proyecto:		Fecha:	/ /
Localización:				REQ./O.C. No.:	
Servicio:		Fabricante:		Modelo:	
Clave:		No. Unidades:		No. Serie:	

TORRE DE ENFRIAMIENTO

CONDICIONES DE OPERACIÓN						
01	Flujo de agua:	Mínimo	GPM	Máximo	GPM	
02	Temp. de agua caliente:		°C	Pérdidas por arrastre:	%	
03	Temp. de agua fría:		°C	Pérdidas por evaporación:	%	
04	Temp. de bulbo húmedo:		°C	Carga Térmica a disipar:	Kcal/h	
05	Temp. de bulbo seco:		°C	ΔT Máxima:	°C	
CONDICIONES DEL LUGAR DE INSTALACIÓN						
06	Altitud:		m	Temp. Máx. en verano:	°C	
07	Presión barométrica:		mmHg	Temp. Máx en Invierno:	°C	
08	Dirección Vientos Dominantes:			Temp. Ambiente:	°C	
09	Velocidad del viento:		Kg/h	Zona Sísmica:	°C	
CONSTRUCCIÓN						
05	No. de Celdas:		Tipo de Celdas:		Dimensiones de celda:	
06	Altura estática de bombeo:		m	Tipo de boquilla:		
07	Altura de la torre:		m	Entradas principales de agua:		
08	Profundidad mín. de agua:		m	Diámetro:	mm	
09	Altura sobre la pileta a nivel de piso:		m	Altura:	mm	
MATERIALES			VENTILADOR			
10	Armazón:		Coraza:		Tipo:	
11	Relleno:		Soporte:		Número:	
12	Pared:	Interna	Externa		Fabricante/Modelo:	
13	Divisiones:				Número por celda:	
14	Eliminadores de arrastre:				Velocidad Máx.:	
15	Espaciadores:				Potencia al freno:	
16	Persianas:				Presión Estática total:	
17	Sistema de distribución:				Flujo de aire por ventilador:	
18	Cubierta de ventilador:				Interruptor por paro por vibración:	
19	Tornillos/Tuercas/Pernos:				Velocidad del rotor:	
20	Escaleras y barandales:				Potencia del rotor:	
21	Boquillas:				Motor:	
22	Soportes para equipos mecánicos:				Material:	
23	Pileta:				Masa:	
24	Conexiones estructurales				Aspas:	
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
REV	Fecha	Descripción		Preparo	Reviso	Aprobó
A	.	Aprobado para Cotización				
B	.	Para Revisión y Aprobación de :				
0	.	Para Revisión de :				

Capítulo 3. Hoja de datos de instrumentos

Ya que por lo regular a la hora de instrumentar el especialista solo contempla las variables indicadas por el ingeniero de procesos y el costo final del equipo como principales puntos sin descuidar la calidad y seguridad que estos pueden ofrecer, se proponen a continuación una serie de hojas de instrumentación, los cuales se escogieron conforme a su existencia en fuentes de información y contemplando que estos instrumentos no se diseñan si no que se adquieren conforme a las características más acordes a las necesidades y criterios del ingeniero procesos, el ingeniero especialista y por supuesto el ingeniero de procura que son los encargados de coordinarse para lograr una mejor adquisición. También cabe mencionar que hoy en día existen empresas que fabrican equipos de proceso ya instrumentados, acorde con nuestras necesidades o ajustables a estas, permitiendo que se deje de necesitar al especialista dentro de la firma para especificar su adquisición, no obstante, no se deja de prescindir para la supervisión de su fabricación y recibimiento del equipo dentro de la ingeniería de procura.

De las hojas de instrumentos propuestas para este capítulo acorde a lo antes ya mencionado se encuentran las siguientes:

1. Medidor de Flujo Tipo Turbina.
2. Placa de Orificio (Gas).
3. Placa de Orificio (Líquido).
4. Termómetro Bimetálico.
5. Transmisor de Flujo.
6. Transmisor de Nivel.
7. Transmisor de Presión.
8. Válvula de Control
9. Válvula de Seguridad.
10. Vidrios de Nivel.
11. Válvula de Solenoide.



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE INSTRUMENTOS

Cliente:	No. Contrato o Proyecto:	Fecha: / /
Planta:		REQ./O.C. No.:
Localización:		
Clave:	No. Unidades:	Hecha por:
		Aprobada por:

PLACA DE ORIFICIO (GAS)

1	Identificación				
2	Servicio				
3	DTI				
4	No. Línea				
5	Diámetro Nominal (Línea)				
6	Especificación Tubería				
7	Cédula				
8	Fluido				
9	Edo. Fluido				
10	Flujo [SCFH]	Normal			
		Máximo			
		Mínimo			
11	Presión [PSIA]	Operación			
		Base			
		Crítica			
12	Temperatura de Op. [°C]				
	Temperatura Base [°C]				
13	Viscosidad [cp]				
14	Peso Molecular				
15	Cp/Cv				
16	Grados Sobrecalentamiento [°C]				
17	Factor de Compres.	Zb			
		Zf			
18	Tipo de Orificio				
19	Tipo de Tomas				
20	Diam. Int. Tubería [in]				
21	Máxima Diferencial [inH ₂ O]				
22	B=d/D				
23	Diámetro Orificio [in]				
24	Factor de escala				
25	hw Normal				
26	No. Reynolds				
27	Material Recomendado				
28	Accesorios				
29	Recomendaciones:				
30	Observaciones :				
Revisión	A	B	0	1	2



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE INSTRUMENTOS

Cliente:	No. Contrato o Proyecto:	Fecha: / /
Planta:		REQ./O.C. No.:
Localización:		
Clave:	No. Unidades:	Hecha por:
		Aprobada por:

PLACA DE ORIFICIO (LÍQUIDO)

1	Identificación					
2	Servicio					
3	DTI					
4	No. Línea					
5	Diámetro Nominal (Línea)					
6	Especificación					
7	Cédula					
8	Fluido					
9	Edo. Fluido					
10	Flujo [GPM]	Normal				
		Máximo				
		Mínimo				
11	Presión de Op. [PSIA]					
12	Temperatura de Op. [°C]					
	Temperatura Base [°C]					
13	S.G. TF [Gf]					
14	S.G. @ TB [Gl]					
15	Viscosidad [cp]					
16	Tipo de Orificio					
17	Tipo de Tomas					
18	Diam. Int. Tubería [in]					
19	Máxima Diferencial [inH ₂ O]					
20	B=d/D					
21	Diámetro Orificio [in]					
22	Factor de escala					
23	hw Normal					
24	No. Reynolds					
25	Material Recomendado					
26	Accesorios					
27	Recomendaciones					
28	Observaciones :					
Revisión		A	B	0	1	2



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE INSTRUMENTOS

Cliente:	No. Contrato o	Fecha: / /
Planta:	Proyecto:	REQ./O.C. No.:
Localización:		
Clave:	No. Unidades:	Hecha por:
		Aprobada por:

TRANSMISOR DE PRESIÓN

GENERAL						
1	Función:	Regulador:	Indicador:	Controlador:	Ciego:	Trans: Otro:
2	Caja:	Tipo: Stad. Fab.:	Tamaño:	Color:	Otro:	
3	Montaje:	Superficie:	Aires:	Yugo:	Otro:	
4	Clasificación Eléctrica:	Propósitos Gral.:	Aprueba de Intemp.:	Aprueba de Exp.:		
		Clase:	Para uso en sistemas intrínsecamente seguros:			
5	Alimentación Eléctrica	127V 60Hz:	Otro:	c.a.:	c.d.:	
6	Gráfica:	Lineal:	12" Circular:	Otro:	Rango:	No.:
7	Mov. Gráfica:	Eléctrico:	Resorte:	Otro:	24Hr:	Otro:
8	Escala:	Tipo:	Rango	1:	2:	3:
TRANSMISOR						
9	Tipo de transmisor:	Neumático:	Eléctrico:	Electrónico inteligente:	Otro:	
10	Protocolo de comunicaciones:	Harf. Ultim. Ver.:	Fielbus:	Otro:		
11	Señal de salida:	4-20 mA:	10-50 mA:	0.2-1.05 Kg/cm ² :	Otro:	
UNIDAD						
12	Servicio	Fluo:	Nivel:	Temp:	Presión:	Otro:
13	Tipo de elemento	Diafragma:	Fuello:	Mercurio:	Otro:	
14	Material	Cuerpo:			Elemento:	
15	Régimen	Sobre-rango:			Rango:	
16	Rango Diferencial	Fijo:	Rango de Ajuste:		Ajuste:	
17		Elevación:		Supresión:	Presión Máx.:	
18	Datos de Proceso	Fluido:		Temp. Máx:	Regimen de Cuerpo:	
19	Conexión de Proceso	½" N.P.T. :			Exactitud:	
ACCESORIOS						
20	Elemento de presión:	Rango:		Material:		
	Elemento de Temp.:	Rango:		Tipo:		
	Filtro :	Manóm. de suministro de aire:			Manóm. en la señal de salida:	
	Cámara:	Extractor de raíz:		Amortiguador de pulsos:		
	Otro:					
21	No. de Modelo del Fabricante:					
22	Notas:					
Revisión	A	B	0	1	2	



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE INSTRUMENTOS

Cliente:	No. Contrato o	Fecha: / /
Localización:	Proyecto:	REQ./O.C. No.:
Servicio:	Fabricante:	Modelo:
Clave:	No. Unidades:	No. Serie:

VÁLVULA DE CONTROL

Unidades de flujo: Líquido en [GPM]; Gases en SCFH @ 60°F y una ATM. (Q _g); Vapor en [lb/Hr] (Q _v).																																	
01	Tamaño y No. Línea, Ent. Sal.																																
02	Esp. De Línea y Ced. Ent. Sal.																																
03	Fluido: (Líqu.=L); (Gas=G); (Vap.=S):																																
04	Temperatura Máx. [°F]																																
05	Temp. Nor. [°F]	Temp. Nor. Sal. [°F]																															
06	Pres. Máx. Ent. [PSIG]	Pres. Mín. Sal. [PSIG]																															
07	Pres. Nor. Ent. [PSIG]	Pres. Nor. Sal. [PSIG]																															
08	QL Máx. @ T.P.	ΔP [PSI]																															
09	QL Nor. @ T.P.	ΔP [PSI]																															
10	QL Mín. @ T.P.	ΔP [PSI]																															
11	Dens. Rel. @ 60 °F																																
12	Dens. Rel. @ T Nor.	@ T Máx.																															
13	Visc. C.P. @ T Nor.	@ T Máx.																															
14	Presión Vap. [PSIA]																																
15	Presión Crítica [PSIA] C.T.F.																																
16	CVC	Máx.	Nor.	Mín.																													
17	(Q _s) o (Q _v) Máx.	ΔP [PSI]																															
18	(Q _s) o (Q _v) Nor.	ΔP [PSI]																															
19	(Q _s) o (Q _v) Mín.	ΔP [PSI]																															
20	PM																																
21	Densidad [lb/ft ³] @ P y Y																																
22	CVC	Máx.	Nor.	Mín.																													
23	CVC Tot.	Máx.	Nor.	Mín.																													
24	Información Complementaria																																
25	Tamaño de Válvula	Característica																															
26	Tamaño de Puerto	Libraje																															
27	Cv Válvula @ 100%	No. de Puerto																															
28	CVC/CV	Máx.	Nor.	Mín.																													
29	Material del Cuerpo																																
30	Volante y/o Accesorios																																
31	Observaciones																																
32	Notas:																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REV</th> <th>Fecha</th> <th>Descripción</th> <th>Preparo</th> <th>Reviso</th> <th>Aprobó</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>.</td> <td>Aprobado para Cotización</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>.</td> <td>Para Revisión y Aprobación de :</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>.</td> <td>Para Revisión de :</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										REV	Fecha	Descripción	Preparo	Reviso	Aprobó	A	.	Aprobado para Cotización				B	.	Para Revisión y Aprobación de :				0	.	Para Revisión de :			
REV	Fecha	Descripción	Preparo	Reviso	Aprobó																												
A	.	Aprobado para Cotización																															
B	.	Para Revisión y Aprobación de :																															
0	.	Para Revisión de :																															



Facultad de Estudios Superiores Zaragoza - UNAM

Jefatura de la Carrera de Ingeniería Química

HOJA DE DATOS DE INSTRUMENTOS

Cliente:	No. Contrato o	Fecha: / /
Localización:	Proyecto:	REQ./O.C. No.:
Servicio:	Fabricante:	Modelo:
Clave:	No. Unidades:	No. Serie:

VÁLVULA DE SEGURIDAD

GENERALES					
01	Número de artículo:				
02	Línea o Número de equipo:				
03	Boquilla completa, Semiboquilla u otro:				
04	Tipo de diseño:				
a	Seguridad, Relevo o relevo Seguridad:				
b	Convencional, Fuelles y Operada por Piloto:				
05	Tipo de Bonete:				
CONEXIONES					
06	Tamaño (Entrada Salida) [plg]:				
07	Libraje brida, ANSI o Roscada:				
08	Tipo de Cara				
MATERIAL					
09	Cuerpo/Bonete:				
10	Asiento/Disco:				
11	Sello elástico de goma:				
12	Guia/Anillos				
13	Resorte:				
14	Fuelles:				
ACCESORIOS					
15	Capucha, Roscada o Empernada:				
16	Palanca, Simple o Empacada:				
17	Mordaza:				
BASE DE SELECCIÓN					
18	Código:				
19	Fuego:				
20	Otro:				
CONDICIONES DE SERVICIO					
21	Fluido y Estado:				
22	Capacidad requerida por válvula y unidades:				
23	Peso Molecular o S.Gr. @ Temp. del Fluido:				
24	Viscosidad @ Temp. del Fluido y Unidades:				
25	Presión de OP. Y Temp. de Relevo (PSIG):				
26	Temp. de OP. Y Temp. de Relevo (°F):				
27	Contrapresión Constante (PSIG):				
28	Contrapresión Variable (PSIG):				
29	Presión de Ajuste Diferencial (PSIG):				
30	Sobrepresión permisible como porcentaje:				
31	Factor de Compresibilidad:				
32	Relación de Calores Específicos:				
ÁREA DE ORIFICIO					
33	Calculada (in ²):				
34	Seleccionada (in ²):				
35	Designación del Orificio:				
REV	Fecha	Descripción	Preparo	Reviso	Aprobó
A	.	Aprobado para Cotización			
B	.	Para Revisión y Aprobación de :			
0	.	Para Revisión de :			

Conclusiones

Al desarrollar esta tesis, se lograron especificar en total 26 hojas de datos entre equipos de proceso, servicios auxiliares e instrumentos de manera satisfactoria, en las cuales se pueden observar las principales especificaciones y características que deben de tener para su elaboración, sin embargo, al recopilar la información para la elaboración de las hojas se encontró que esta depende de las necesidades de la Firma de ingeniería, es decir lo diseña o lo especifica, así de como los datos que necesita el proveedor para su construcción, esto debido a que hoy en día es difícil que una Firma de ingeniería diseñe o construya en su totalidad los equipos adquiridos.

Además de la serie de hojas que se presentan, se tuvo la problemática de conseguir un número mayor, ya que la elaboración de las hojas depende del tipo de proceso que se esté desarrollando en el proyecto, así que las Firmas de ingeniería así como los proveedores tratan cada caso en forma particular teniendo de manera estricta políticas de privacidad que impiden que información de este tipo salga de su empresa. Por esta razón es importante seguir aumentando la colección de hojas de datos de este trabajo conforme se tenga acceso a ellas o se vayan desarrollando diferentes proyectos con la información obtenida de fuentes de información abiertas al público (Internet, libros, revistas, cotizaciones a proveedores, entre otros).

Al definir el tipo de formato que se mostraría en las hojas de datos en este trabajo, se trató que se pudieran utilizar como base para la creación de nuevos diseños personalizados a los diferentes proyectos que se crean en los LTP's, para así tener un punto de partida y agilizar el desarrollo del proyecto, también es importante resaltar que el diseño de la hoja no es lo importante sino el contenido de esta ya que la labor del ingeniero es presentar la información necesaria para su compra, manejo y mantenimiento.

Por otro lado, ya que es común que la Firma de ingeniería intervenga en la adquisición de equipo y materiales que serán utilizados en la construcción y operación de la planta, es importante definir cuál será la responsabilidad de la Firma por lo que respecta a la emisión de las requisiciones, selección del fabricante, punto de vista técnico y comercial, expedición de dibujos, inspección, dibujos de taller y embarque. Así que como las "Hojas de Datos" intervienen en estas actividades es difícil prescindir de ellas en cualquier momento ya que al ser elaborada minuciosamente ayuda a indicar particularidades y propiedades de los equipos a comprar, así como su adecuado uso, esta hoja contiene las instrucciones detalladas para su manejo y persigue reducir los riesgos al adquirir equipos inadecuados para la planta.

En estos tiempos de crisis en cualquier tipo de negocio el poder reducir costos para poder mantener los beneficios así como siempre brindar una excelente calidad a los clientes, es fundamental una buena gestión de compras para poder reducir costos y aumentar la calidad para nunca perder nuestra reputación ante los clientes y la competencia.

Hoy por hoy la supervivencia de un negocio no está solo en las ventas. Para poder mantenerse en la competencia es tan vital como necesaria una buena gestión de la adquisición de los equipos. Por

todo esto es muy importante reducir costos en las compras pero siempre teniendo en cuenta la importancia de los productos a comprar ya que en una buena compra intervienen varios factores.

Se han de comparar precios y no depender de uno o dos proveedores, no es momento de seleccionar al proveedor "porque es amigo", "llevo muchos años con él", "estoy contento con él". Como Especialista en el área de Procura se ha de realizar una buena gestión de compra basándose en hechos objetivos. Una buena gestión de compras no es exclusividad de las grandes empresas, también la pequeña empresa puede y debe gestionar bien las compras para poder ser competitivo en el mercado actual.

Esto se puede lograr obteniendo cotizaciones y limitando las opciones, buscando modelos o fabricantes que hayan tenido buenos resultados en pruebas en seguridad y conforme a los códigos o normas establecidas para la fabricación u operación de los equipos, así habrá mayor confiabilidad, seguridad, costo y satisfacción del cliente ante su buen funcionamiento.

El buscar incentivos como lo son los descuentos por volumen, los reembolsos en efectivo, buenos financiamientos, precios de descuento, como "los precios especiales por fidelidad con el proveedor", incentivos del gobierno o deducciones de impuestos al adquirir equipos nuevos que no contaminan y consumen menos energía.

Pero esto solo se puede lograr si se tiene idea clara de lo que se requiere comprar. De ahí la importancia de la generación de hojas de datos o especificaciones es importante ante el departamento de Ingeniería de Procura ya que como la persona que sabe lo que quiere no es la misma que lo compra, esta información debe de ser siempre muy clara y precisa para así poder siempre llegar a un objetivo en particular que es la satisfacción del cliente por un muy funcionamiento de la planta.

Referencias

Libros

1. Baasel, W. D. (1976). Preliminary chemical engineering plant design (5ª Ed.). USA: Elsevier Science Publishinf.
2. Krick, E. V. (1991). Fundamentos de Ingeniería. Métodos concepto y resultado. México: Limusa.
3. Krick, E. V. (1973). Introducción a la Ingeniería y al Proyecto en la Ingeniería. México: Limusa.
4. Ludwig, E. E. (1977). Applied process desings for chemical and prethrochemical plants (2ª ed., Vol. 1). Houston Texas: Gulf Publishing Company.
5. Rase, H. F., & Barrow, M. H. (1973). Ingeniería de proyecto para plantas de proceso. México: Compañía Editorial Continental S. A. de C. V.
6. Peña R. A. (1984), La Función de Compras en Época de crisis, Management Center de México.
7. Pooler V. H. (1971), El Agente de Compras y sus Funciones, Limusa-Wiley S.A., México.
8. Suárez S. C. (1980), Costos y Tiempo de Construcción, Limusa, México.

Tesis

9. Chavero González, L. J. (1993). Diagramas lógicos de control para operaciones de proceso. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
10. Corrales Patino J. A. (1990). Generación de diagramas de tubería e instrumentación por computadora. Tesis de licenciatura. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.
11. Gutiérrez García E. N. (2001). Programa en ACAD para la elaboración de diagramas de tubería e instrumentación de acuerdo a los códigos ANSI, ISA, y NFPA. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
12. Velasco Vásquez S. (1985). Importancia de los diagramas de tubería e instrumentación dentro de los procesos industriales. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
13. Jiménez Jiménez R. P. (1998). Paquete de Ingeniería Básica para el Sistema de Compresión en Dos Bocas Tabasco. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.
14. Andrade Puga J. & Vazquez Frías A. (1998). Ingeniería Básica para la Producción de Tequila. Tesis Mancomunada de Licenciatura. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.

15. Bonilla Estrada C. (1996). Importancia de la ingeniería de procura dentro del desarrollo de proyectos de ingeniería química. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.
16. González Déciga D. & Ríos Solís L. (2013). Desarrollo de la Ingeniería Básica para una Planta de Producción de Biocarbón a partir de la Gasificación de Biomasa. Tesis Mancomunada Licenciatura. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.
17. Arellano Barrera T. (2012). Evaluación Tecnológica e Ingeniería Básica para una Planta de Producción de Kerosina a partir de Residuos Plásticos y Aceites Gastados. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.

Normas y Códigos

18. ISO 10628:1997. (1997). Flow diagrams for process plants. General Rules. International Organization for Standardization.

Otros

19. Valero Tejeda P. E. (2014). Apuntes de la Materia de "Ingeniería de Proyectos". Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
20. Procedimientos PAPIME en 119903. (n. d.). *Procedimiento Hoja de Datos*. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.