	PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903	No. PPM - 19
		REV. 1
		FECHA:
	PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO	HOJA 1 DE 17


INTRODUCCIÓN

La ingeniería de proyecto se considera como el eslabón que permite el paso de la concepción técnica inicial a una realidad física industrial. Es decir, es una actividad de tipo interdisciplinario, que tiene como objetivo optimizar la realización de proyectos industriales, en los que la ingeniería se debe de desarrollar en el menor tiempo, al menor costo, alta calidad y el mejor aprovechamiento de los recursos y materiales asignados para ello. Funcionalmente centraliza sus actividades para el mejor desarrollo del proyecto en las etapas de diseño, instalación, puesta en marcha y funcionamiento.

El objetivo primordial de este manual es explicar de manera breve uno de los documentos importantes dentro de la Ingeniería de Proyecto que es el Diagrama de Flujo de Proceso, el cual para la mayoría de los estudiantes, es una hoja impresa de un libro que contiene una serie de símbolos, cada uno de los cuales describe en forma simple una parte de equipo industrial. Los símbolos están interconectados por segmentos de línea recta, dispuestos en trayectorias oblicuas y tortuosas.

Además de líneas y segmentos el Diagrama de Flujo de Proceso es un instrumento clave para definir, refinar y documentar un proceso químico. Dicho diagrama equivale a la “copia azul” autorizada del proceso, el almacén para estimar el costo y la fuente de especificaciones utilizada en el diseño y designación del equipo.

El Diagrama de Flujo de Proceso adquiere el estado de escritura cuando está ya “canonizada” en su forma final a través de un exhaustivo cálculo y una vigorosa discusión; es el único documento autorizado que se emplea para definir, construir y operar el proceso químico.

	<p>PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903</p> <hr/> <p>PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO</p>	<p>No. PPM - 19</p> <hr/> <p>REV. 1</p> <hr/> <p>FECHA:</p> <hr/> <p>HOJA 2 DE 17</p>
---	--	---

DIAGRAMAS DE FLUJO.

Hay tres clases de diagramas que generalmente se utilizan según las necesidades o bien el propósito para el cual se le requiera:

- ❶ Diagrama de Bloques
- ❷ Diagrama Gráfico
- ❸ Diagrama de Flujo de Proceso

Cuando son utilizados los diagramas para explicar un proceso o bien el modo de operación a un colega, un superior, o a un cliente, la originalidad proporciona con frecuencia el énfasis necesario. La claridad como siempre, nunca debe ser sacrificada, y para asegurar está claridad el auditorio debe de ser también considerado, dichos diagramas son los mencionados a continuación de una manera breve :


Diagrama de Bloques:

Este tipo de diagrama es el más simple, pero el menos descriptivo de los diagramas esquemáticos. Como su nombre lo indica, consiste de bloques que por lo general representan una sola operación unitaria en una planta o bien toda una sección de la planta. Estos bloques están conectados por flechas que indican la secuencia del flujo.

El diagrama de bloques es en extremo útil en las etapas iniciales de un estudio de proceso y es particularmente valioso para representar los resultados de estudios económicos u operaciones, ya que dentro de los cuadros pueden colocarse los datos significativos.

Diagrama Gráfico:

El diagrama gráfico se utiliza con más frecuencia en publicidad, reportes financieros de compañías e informes técnicos, en los cuales cierta característica del diagrama de flujo requieren énfasis adicional. Pocas reglas pueden sugerirse para este tipo de diagrama, lo que

	PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903	No. PPM - 19
		REV. 1
	PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO	FECHA:
		HOJA 3 DE 17

se busca es presentar de manera clara la información deseada y de un modo fácil de apreciar que además de novedoso sea informativo.

Diagrama de Flujo de Proceso:


El diagrama de flujo de proceso es el utilizado con mayor frecuencia en trabajos de diseño y en estudios de procesos. Debe estar dibujado de manera que el flujo y las operaciones del proceso destaquen de inmediato. Esto se logra omitiendo todo excepto los detalles esenciales, utilizando flechas para indicar la dirección del flujo, empleando líneas más gruesas para las líneas principales de flujo, e indicando temperaturas presiones y cantidades de flujo en diversos puntos significativos del diagrama.

Claridad, exactitud, y utilidad son criterios esenciales para un buen diagrama de flujo. Este es usado a lo largo de las diferentes etapas del diseño de la planta y deberá ser visto y entendido por toda persona relacionada con este tema. Es a partir de este diagrama que, se desarrolla el diagrama más completo de ingeniería de flujo.

TECNICAS PARA EL DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

A diferencia de los documentos cualitativos, el tamaño en sí del diagrama se amplía para acomodar los detalles necesario. En la practica convencional, los diagramas de flujo de tamaño muy grande se doblan y se guardan en bolsas especiales junto con el reporte de diseño o “ paquete “. Los diagramas de las plantas muy grandes o muy completas exceden la capacidad de una simple hoja de papel y se representan como segmentos o módulos de los procesos realizados el uno con el otro por medio de un código de eslabonamiento adecuado.

Además de símbolos y líneas debe incluir los números y nombres de identificación del equipo, las presiones y temperaturas, identificaciones de servicios flujo molar y volumétrico de las corrientes seleccionadas y una tabla de balance de materia ligada por medio de una clave a las líneas de proceso. Puede contener además información como ; rapidez de intercambio de

	PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903	No. PPM - 19
		REV. 1
		FECHA:
	PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO	HOJA 4 DE 17

energía y la instrumentación. En la Tabla 1 se da una lista de lo que debe tener el diagrama de flujo de proceso.

I ✓ **Constituyentes Esenciales:**

- ☞ Símbolos del equipo
- ☞ Líneas de flujo de las corrientes del proceso
- ☞ Números de los equipos
- ☞ Lista de los equipos
- ☞ Designación de los servicios
- ☞ Designación de presión y temperatura de las líneas del proceso
 - ☞ Flujos seleccionados molares y volumétricos
- ☞ Tabla de balance de materia en armonía con las líneas de flujo


✓ **Constituyentes Opcionales:**

- ☞ Intercambio de energía
- ☞ Instrumentos principales
- ☞ Propiedades físicas de las corrientes de proceso

TABLA 1.

La notación, provee de cierta información esencial a cada parte del equipo. Estos datos deben de suplir de una manera concisa los datos requeridos para cada usuario del diagrama. La experiencia es la que dicta muchas veces los datos para equipos comunes, tal como bombas y tuberías, para equipos especiales, las dimensiones y características significativas de operación son a veces dadas.

Ahora bien es muy importante aclarar que para realizar un diagrama de proceso no se necesita necesariamente una técnica, sin embargo; dentro de este manual se tratara de enfocar la manera de realizar un D.F.P. de la forma más sencilla.

	PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903	No. PPM - 19
		REV. 1
	PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO	FECHA:
		HOJA 5 DE 17

Primeramente leer con detenimiento el problema a resolver tomando en cuenta:

1. Que el flujo deberá ser de izquierda a derecha, en donde la materia prima entre por la izquierda y los productos terminados o corrientes de desecho salgan por la derecha.

2. Identificar los equipos presentes en el proceso (problema)

3 El diagrama de flujo deberá ser orientado horizontalmente con elevaciones en el diagrama que se asemejen a los procesos reales.

4 Deberá permitir alguna libertad en el espacio vertical para dejar un espacio adecuado para las líneas de flujo, para proporcionar un uso eficaz del papel y para un equilibrio visual. Por otro lado el espaciamiento horizontal del equipo se aparta mucho de la realidad física para reforzar el movimiento de corrientes de izquierda a derecha y para dar el espacio adecuado para la tabla de balance de materia, la información del equipo y la designación de las corrientes.

5 Las corrientes del proceso se designarán con líneas gruesas.

6 Sí las corrientes se cruzan sin mezclarse, una de las líneas se corta (generalmente la vertical) para permitir un espacio en el punto de cruce.

7. Las cabezas de las flechas deberán ser dibujadas en todas las corrientes entrando en la intersección cuando las líneas de flujo se unan.

➊ El siguiente paso es la designación de los servicios, para lo cual deberá consultar la Tabla 1 (mostrada en la parte inferior) que proporciona los símbolos de designación de corrientes :


	PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903	No. PPM - 19
	PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO	REV. 1
		FECHA:
		HOJA 6 DE 17

TABLA 1

Para numerar las corrientes no se emplea ninguna secuencia en particular excepto comenzar, como es natural, con las corrientes de materia prima que entran del lado izquierdo y se mueven hacia la derecha hasta que se hayan designado todas.

③ Consulte la Figura 4 que proporciona los símbolos de los equipos para el diagrama de flujo.

SERVICIOS AUXILIARES

TRANSPORTADORES

QUEBRADORAS MOLINOS Y TRITURADORAS


MAQUINAS DE IMPULSIÓN Y RECUPERACIÓN DE ENERGÍA Y EVAPORADORES

HORNOS

TRANSPORTADORES Y VENTILADORES

EQUIPO DE CONTACTO SOLIDO-GAS

INTERCAMBIADORES DE CALOR

	<p>PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903</p> <hr/> <p>PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO</p>	<p>No. PPM - 19</p> <hr/> <p>REV. 1</p> <hr/> <p>FECHA:</p> <hr/> <p>HOJA 7 DE 17</p>
---	--	---

MEZCLADORES

RECIPIENTES DE PROCESO

BOMBAS

SEPARADORES

RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO

EQUIPO PARA AUMENTO DE TAMAÑO


④ El paso siguiente en el diagrama de flujo es numerar y nombrar el equipo que así lo compone.

➤. La numeración de cada pieza del proceso debe de estar dada por un número el cual debe de aparecer sobre o cerca del equipo señalado. Si la numeración del equipo es planeada con cuidado, esta es de gran ayuda en el uso del diagrama de flujo, y en la ejecución de cualquiera de las fases del diseño y trabajo de construcción de la planta. Un sistema típico de numeración, ha sido utilizado con éxito, en casos donde las unidades están divididas en áreas o secciones. El siguiente sistema de numeración es la que se sugiere para los equipos:

✓ Sistema de numeración del Equipo:

1. Se sugiere enumerar cada área del proceso, comenzando con 100, 200, 300, etc.

2. Numérese las partes principales del equipo de proceso en cada área, comenzando con 110, 120, 130, etc.

	PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903		No. PPM - 19
			REV. 1
	PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO		FECHA:
			HOJA 8 DE 17

PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO

3. Numérese las partes de soporte del equipo asociado con una unidad principal del proceso, comenzando con el número siguiente más alto que el de la unidad principal del proceso, por ejemplo, 111, 112, 113, 114, para las partes del soporte relacionadas con 110.

4. Agréguese una letra de prefijo a cada número de equipo de la lista dada posteriormente para la designación del tipo. La lista de equipo podría verse por ejemplo entonces de esta manera :

F-110	B-120	G-210
G-111	G-121	E-211
E-112	G-122	G-212
E-113		E-213

5. Los primeros nueve números de cada área están reservados para el equipo que de el servicio al área completa, como una unidad de refrigeración empacada (p. ej., P105). Sin embargo, cualquier unidad empacada puede dividirse en sus componentes y ser numerada como en los pasos 2 a 4.


Use letras que continúen los números del equipo para indicar duplicados o repuestos.

➤ La notación, provee de cierta información esencial a cada parte del equipo. Estos datos deben de suplir de una manera concisa los datos requeridos para cada usuario del diagrama. La experiencia es la que dicta muchas veces los datos para equipos comunes, tal como bombas y tuberías, para equipos especiales, las dimensiones y características significativas de operación son a veces dadas. El siguiente sistema de notación es el que se sugiere para los equipos:

✓ Sistema de Colocación de Letras al Equipo dado por el Standard

Británico:

A. Servicios auxiliares.

	PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903	No. PPM - 19
	PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO	REV. 1
		FECHA:
		HOJA 9 DE 17

B. Equipo de contacto sólido-gas (calcinadores, secadores, hornos).

C. Molinos, trituradoras.

D. Recipientes de procesos (torres de destilación, columnas de absorción, separadores, agotadores, torres de apersión).

E. Intercambiadores de calor (enfriadores, condensadores, calentadores, rehervidores).

F. Recipientes de almacenamiento (tanques, receptores, embudos, silos).

G. Transportadores de gas (ventiladores, compresores, bombas de vacío, eyectores de vacío).

H. Separadores (filtros de bolsa, filtros rotatorios, filtros de cartucho, centrifugas, ciclones, sedimentadores, precipitadores, extractores).

J. Transportadores (elevadores de cangilones de banda, tornillo, transportadores neumáticos).


K. Instrumentos (válvulas de control, transmisores, indicadores, registradores, analizadores).

L. Bombas.

M. Agitadores, mezcladores.

N. Motores, impulsores, turbinas.

P. Unidades de paquete (de refrigeración, unidades de aire, generadores de vapor, torres de enfriamiento, etc.).

	<p>PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903</p> <hr/> <p>PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO</p>	<p>No. PPM - 19</p> <hr/> <p>REV. 1</p> <hr/> <p>FECHA:</p> <hr/> <p>HOJA 10 DE 17</p>
---	--	--

Q. Hornos, calentadores de proceso.

R. Reactores.

S. Equipos para aumento de tamaño.

ST. Tanques de almacenamiento


T. Torres

V. Vaporizadores y evaporadores.

X. Diversos.

➤ Existe otro tipo de nomenclatura que es mucho más específico para los equipos representados en los diagramas de flujo de proceso y es utilizado por el Instituto Mexicano del Petróleo :

CLAVE	EQUIPO
BA	Calentador a fuego directo
BF	Generador de vapor
BG	Equipo de tratamiento de agua
CB	Quemador de campo
DA	Torre
DC	Reactor
EA	Cambiadores de calor
EC	Equipo de intercambio de calor especial
DE	Cambiadores de calor doble tubo de tipo aletado
EE	Eyectores de vacío

	PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903		No. PPM - 19
	PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO		REV. 1
			FECHA:
			HOJA 11 DE 17

EF	Torres de enfriamiento de agua
EG	Deariadores
FA	Recipientes
FB	Tanques de almacenamiento
FC	Ciclones
FD	Filtros
GA	Bombas
GB	Compresores y bombas de vacío
GC	Equipo de refrigeración
KB	Tablero de instrumentos
TI	Almacén de materiales e inventarios
XC	Almacenes generales


✓ Sistema de Colocación de Letras al Equipo :

1. Se sugiere enumerar cada área del proceso, comenzando con 100, 200, 300, etc.

2. Agréguese una letra de prefijo a cada número de equipo de la lista dada posteriormente para la designación del tipo. La lista de equipo podría verse por ejemplo entonces de esta manera :

FA-110	BA-120	GA-210
GA-111	GB-121	EA-211
EA-112	GC-122	GB-212
EC-113		ED-213

Use letras que continúen los números del equipo para indicar duplicados o repuestos (p. ej., GB -111A/R)

	PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903	No. PPM - 19
		REV. 1
	PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO	FECHA:
		HOJA 12 DE 17

➤ La razón de colocar números y nombres en los márgenes del esquema es porque en un momento dado serán útiles para cuando se intente hacer el diseño del equipo o la estimación del costo. y la operación si es que se construye la planta.

Enumerar cada una de las corriente, asignandoles un número a cada una de ellas, dicho número devera ir dentro de un rombo e intercortando cada línea de corriente :

⑥ El siguiente y último paso es la realización del Balance de Materia y Energía. El cual es la información necesaria para el análisis de alternativas de procesamiento. Está basado en la ley general de continuidad (Entrada - Salida = Acumulación). Generalmente las herramientas que se emplean para la realización de dicho balance son las siguientes:

Ecuaciones de Estado (Propiedades Termodinámica)

Métodos para evaluación de propiedades de transporte.


Criterios para la realización de equilibrios físicos.

Simulador de Proceso.

El Balance de Materia y Energía se colocara en una tabla (como la mostrada en la parte inferior) debajo del Diagrama de flujo de Proceso o en su defecto en otra hoja(si este fuese de dimensión muy grande)

APLICACION

Realice el Diagrama de Flujo de Proceso (DFP) para un generador de vapor que emplea aceite como combustible. Dicho generador debe producir 1.39 Kg./s de vapor saturado a 20 bar.. Cerca de 80% del vapor se regresará como condensado. La fuente de energía será el aceite combustible número 6 (residual). Se ha identificado la unidad como una caldera de tubos de agua de paquete la cual consiste de tubos pequeños dentro de una estructura de horno más grande alguno de los tubos llenos de agua (llamados pared de agua o tubos radiantes) forran la pared de la cámara de combustión donde el aceite es atomizado, mezclado con el aire del

	PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903		No. PPM - 19
	PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO		REV. 1
			FECHA:
			HOJA 13 DE 17

ventilador y quemado. Los productos de la combustión fluyen por bancos de tubos muy juntos a través de un arreglo de deflectores, donde el calor se transfiere al agua hirviendo dentro de los tubos.

De acuerdo con esto, el diagrama de flujo del proceso debe mostrar :

Una bomba de aceite

Un ventilador

Intercambiadores de calor

Tanques de almacenamiento para el retorno del condensado y para el aceite.

Una caldera

Recipiente para el vapor

Sin olvidar que el flujo va de izquierda a derecha, donde la materia prima entra por la izquierda y el producto por la derecha.


❷ Se selecciona los símbolos de las corrientes de la tabla 1 :

Entrada de materia prima, se identifica el nombre de la corriente.

Salida de materia prima, se identifica el nombre de la corriente.

Se colocará el número de la corriente dentro del esté símbolo el cual ira colocado entre las líneas de las corrientes.

❸ El tercer paso es la selección de la configuración del equipo, el cual será seleccionado de la figura 4.

	<p>PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903</p> <hr/> <p>PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO</p>	<p>No. PPM - 19</p> <hr/> <p>REV. 1</p> <hr/> <p>FECHA:</p> <hr/> <p>HOJA 14 DE 17</p>
---	--	--

Tanque de retorno para el condensado.

Intercambiador de calor.

Bomba de aceite


Ventilador de aire para combustión

Caldera

Tanque de condensado

Recipiente de vapor

Aún no es un diagrama de flujo, pero ya incluye las características que son comunes en todos ellos, y las cuales se han descrito del paso 1 al 3 (ver figura 5).

	<p>PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903</p> <hr/> <p>PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO</p>	<p>No. PPM - 19</p> <hr/> <p>REV. 1</p> <hr/> <p>FECHA:</p> <hr/> <p>HOJA 15 DE 17</p>
---	--	--

R


FIGURA 5

④ El siguiente paso es la designación tanto del número como la nomenclatura de cada equipo que se empleará (ver figura 6).

Tanque de retorno para el condensado	FA-101
Intercambiador de calor	EA-101
Bomba de aceite	GA-101/R
Ventilador de aire para combustión	GB-101
Caldera	BA-101
Tanque de condensado	FA-103
Recipiente de vapor	FA-104

FIGURA 6

El siguiente paso es designar los números a cada corriente, estos números se colocarán dentro de un rombo y entrecortando cada línea de la corriente. Así mismo la lista del equipo colocada


	PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903		No. PPM - 19
			REV. 1
	PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO		FECHA:
			HOJA 16 DE 17

al lado derecho del diagrama y debajo de este mismo el cuadro de datos acerca del diseño del DFP (ver la figura 7, mostrada abajo)

FIGURA 7

Como último paso realice el balance de materia y energía.

C		98.3								
H		11.2								
N2		0.7			1271			1272	1272	
O2		1.9			386			35	35	
S	lote	.8								
CO2	lote	0						360	360	
CO										
NO								0.9	0.9	
SO2								1.3	1.3	
H2O			1110	280	22	1390	1390	134	134	11
Ash		0.1						0.1	0.1	
TOTAL :		113	1110	280	1679	1390	1390	1803	1803	11

	PROCEDIMIENTO PAPIME EN 119903	No. PPM - 19
	PROCEDIMIENTO DIAGRAMA DE FLUJO	REV. 1
		FECHA:
		HOJA 17 DE 17

BIBLIOGRAFÍA

- ▣ Graphical Symbols for Process Flow Diagram, ASA Y32.11. 1961 American Society of Mechanical Engineers, New York.
- ▣ E. Ludwig, Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Gulf, Houston, 1977, Vol. 1
- ▣ H.F. Rase and M.H. Barrow, Project Engineering of Process Plant, Wiley, New York, 1957
- ▣ R.K. Sinnott, Coulson, and Richardson, Chemical Engineering Vol. 6, Design, Pergamon, New York, 1983
- ▣ G.D. Ulrich, A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics, Wiley, New York, 1984