

Unidad 3

Diagramas de Tubería e Instrumentación

Material de apoyo



E-LERNOVA
Tecnológico de
Energía e Innovación

E-lernova 2016

Juana Juyo – Ingeniera Química

Contenido

Contenido.....	2
GENERALIDADES.....	3
Bienvenida	3
Competencia.....	3
Objetivos de aprendizaje de la unidad	3
PRECONCEPTOS.....	4
CONCEPTOS.....	6
Interlock o enclavamiento	6
Alarmas	6
Válvulas de bloqueo	6
Válvulas de alivio de presión	6
Válvulas de alivio térmico	6
Válvula motorizada.....	7
Drenaje abierto.....	7
Drenaje cerrado.....	7
Venteo (en tuberías).....	8
Límite de batería	8
Piping class	9
Tie-in.....	9
SIMBOLOGÍA DE EQUIPOS	10
INSTRUMENTACIÓN	14
Simbología de instrumentos.....	15
Otra simbología	17
Abreviaturas.....	20
BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	22

GENERALIDADES

Bienvenida

El propósito de este material es mostrarte los conceptos y definiciones básicas empleadas en el diseño de procesos industriales, buscando establecer bases concretas para el entendimiento de los diagramas de tubería e instrumentación (P&ID).

El estudiante adquirirá conocimientos en simbología, instrumentación y tubería, con el fin de comprender lo que se plasma y como se plasma en un diagrama de instrumentación y tubería.

Competencia

Identificar simbología, instrumentación y tubería, las operaciones unitarias y lazos de control buscando establecer bases concretas para el entendimiento y aplicación de estos en los diagramas de instrumentación y tubería de acuerdo a las herramientas y conocimientos adquiridos.

Objetivos de aprendizaje de la unidad

Identificar las operaciones unitarias, lazos de control, especificaciones de la instrumentación y tubería de un P&ID.

Con estas definiciones claras poder entender que significan dentro del diagrama y entender la finalidad de plasmar cada una de ellas en los mismos.

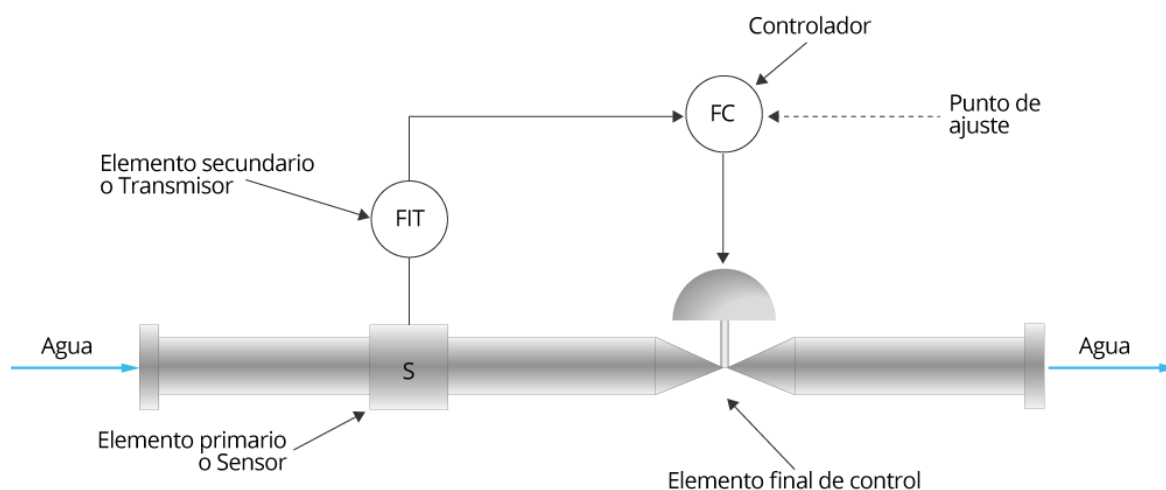
PRECONCEPTOS

Temperatura: La temperatura se define como una magnitud que refleja la cantidad de calor de un cuerpo, de un objeto o del ambiente.

Presión: La presión se define como la fuerza que se ejerce en una unidad de área superficial.

Lazo de control: Conjunto de elementos empleados para controlar las variables de un proceso y su interconexión. Está compuesto por un sensor o elemento primario, un transmisor o elemento secundario, un controlador y un elemento final de control.

Los componentes mencionados anteriormente se encuentran comunicados y cumplen cada uno una función con el fin de mantener el proceso dentro de los parámetros establecidos, corrigiendo cualquier perturbación que se pueda presentar.



MATERIAL DE APOYO



Nota: Dar la opción al estudiante de hacer clic en los círculos y que salga cada una de las definiciones de acuerdo al color.

CONCEPTOS

Interlock o enclavamiento

Condición de proceso generada por un elemento eléctrico, electrónico o mecánico, que tiene una acción directa sobre un elemento final de control, y que es empleada para prevenir operaciones incorrectas, desviaciones del proceso o daño de equipos.

Alarmas

Las alarmas son dispositivos o funciones que proveen alertas visuales o auditivas, sobre una desviación en las variables de proceso deseadas, y son generadas para prevenir fallas en los procesos o de los equipos. Dichas alarmas pueden requerir una acción manual del operador o pueden generar acciones automáticas para la corrección de la desviación, como corte de flujos o apagado de equipos, entre otros.

Válvulas de bloqueo

Válvulas empleadas para bloquear el paso de fluido, aislando con ello equipos, tuberías o instrumentos. Las válvulas de bloqueo pueden ser de diferentes tipos (compuerta, globo, bola o mariposa) y su selección depende del tipo de fluido, servicio y condiciones de operación.

Válvulas de alivio de presión

Las válvulas de alivio de presión, y otros dispositivos de alivio, son diseñadas para evitar un incremento en la presión interna del fluido que pueda exceder la presión de diseño que fue especificada para una tubería o equipo (American Petroleum Institute - API RP 520, 2000). Con este objetivo, estas válvulas abren cuando aumenta la presión, aliviando la sobrepresión y protegiendo el sistema.

Las válvulas de alivio de presión son instaladas en equipos y líneas que se encuentran expuestos a sobrepresión. Y deben asegurar el desalojo del fluido sin restricciones aguas abajo de esta.

Válvulas de alivio térmico

Las válvulas de alivio térmico se instalan en líneas o equipos en los cuales hay posibilidades de tener fluido confinado, que por efecto de la temperatura se pueda expandir generando una sobrepresión.

Estas válvulas alivian una pequeña porción de líquido evitando que la presión interna en el equipo o línea exceda la presión para la cual fue diseñado.

Válvula motorizada

Las válvulas motorizadas se caracterizan por tener acoplado un actuador generalmente de tipo eléctrico, aunque también puede ser neumático o hidráulico. Esta modificación al actuador de las válvulas se realiza en casos en los que las válvulas son de gran tamaño, requieren una operación rápida o están ubicadas en un lugar de difícil acceso, con el fin de tener facilidad operativa.

Drenaje abierto

Los sistemas de drenajes son usados en diferentes campos, como en la agricultura, infraestructura vial, áreas urbanas, etc.

A nivel industrial el sistema de drenaje abierto es un sistema de recolección al cual se dirigen entre otros, las aguas lluvias y drenajes provenientes de equipos y tuberías durante su mantenimiento y en los cuales no haya contenido de sustancias volátiles o peligrosas que puedan generar una atmósfera explosiva o inflamable.

Estos sistemas de drenaje como su nombre lo indica son abiertos a la atmósfera, y dependiendo de la sustancia o tipo de agua (lluvia o contaminada), enviarán el fluido hacia diferentes sistemas de tratamiento según aplique.

La convención para indicar el sistema de drenaje abierto es OD por sus siglas en inglés (*Open Drain*).

Drenaje cerrado

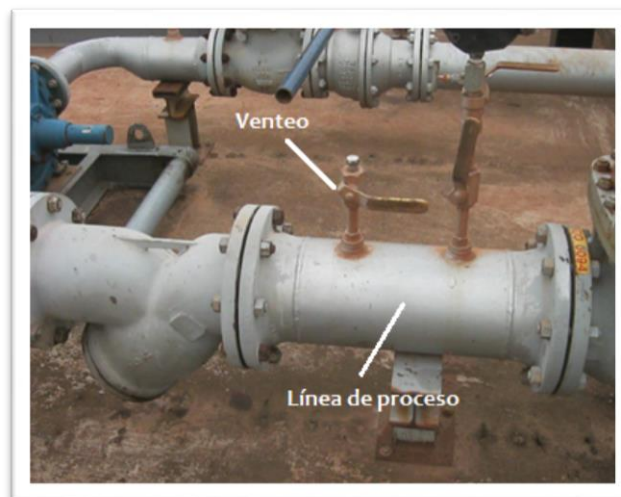
En las plantas de tratamiento y producción, el uso del sistema de drenaje cerrado, se realiza principalmente para la recolección de fluidos que puedan generar ambientes peligrosos al estar expuestos a la atmósfera. Dichos fluidos pueden provenir de los drenajes debido al mantenimiento de líneas o equipos que contengan esta clase de fluidos, y son dirigidos a tanques o tambores cerrados.

La convención para indicar el sistema de drenaje cerrado es CD por sus siglas en inglés (*Close Drain*).

MATERIAL DE APOYO

Venteo (en tuberías)

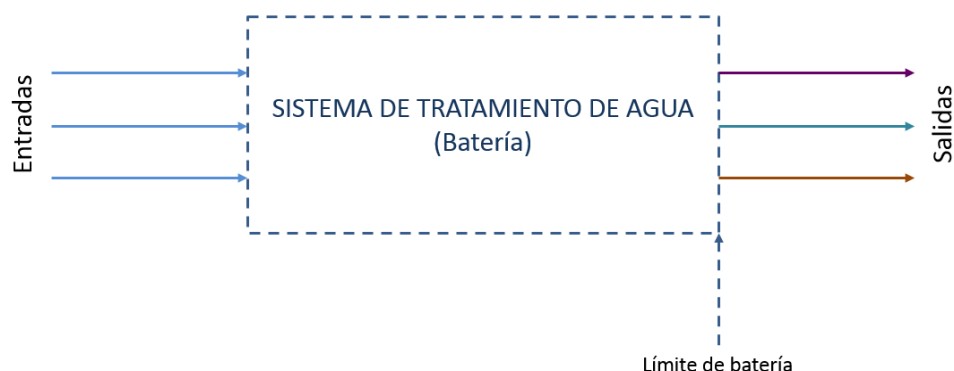
En las plantas de proceso, es usual encontrar pequeñas tuberías con válvulas sobre líneas principales. Dichos arreglos son conocidos como venteos, y son empleados para eliminar el aire presente en la tubería, ya sea en el momento de su llenado o por algún evento en la operación.



Límite de batería

Se considera batería al conjunto de equipos, tuberías y demás elementos que conforman un sistema o proceso definido. El límite de batería será entonces la frontera de dicho sistema.

A continuación se presenta un esquema, en donde se puede observar al sistema de tratamiento de agua como la batería, y las entradas y salidas, que vienen o van a otros procesos, cruzando el límite de batería.



MATERIAL DE APOYO

Piping class

Documento de clasificación de materiales de tubería y accesorios, el cual se basa en los estándares ASME. Por lo general cada empresa maneja su propio *piping class* y con base en este se deben realizar los diseños de ingeniería.

En este documento se especifican materiales, clase *ASME* rating, tolerancia de corrosión, código o norma por la cual se realiza el diseño, fluidos para los que aplica determinado material, presiones máximas dependiendo de la temperatura, entre otra información aplicada a tuberías, válvulas y accesorios.

Tie-in

Un tie-in indica un punto de interconexión entre sistemas de tubería nuevos y existentes. Cada uno de estos puntos debe ir identificado en los planos de ingeniería con un consecutivo ubicado dentro de un hexágono.

SIMBOLOGÍA DE EQUIPOS

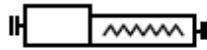
Los equipos son igualmente representados mediante la simbología establecida por cada empresa, y/o usando como base *The American Society of Mechanical Engineers (ASME)*.

A diferencia del PFD, en el P&ID los equipos con las mismas características se presentan por separado, con el correspondiente TAG, descripción y especificación. Adicionalmente se muestra la configuración de los equipos (serie o paralelo) y todas las conexiones asociadas.

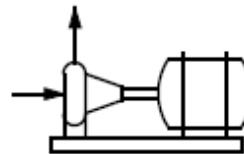
Tip: En los P&IDs se mantiene el mismo TAG de los equipos definidos para el PFD, y se emplea la simbología definida por la empresa, la cual tiene mayor detalle que la simbología del PFD.

A continuación se presenta simbología empleada en P&IDs para representar equipos.

BOMBAS



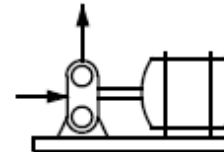
BOMBA DE DOBLE TORNILLO



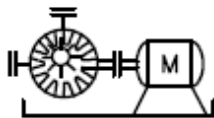
BOMBA CENTRÍFUGA IMPULSADA POR MOTOR ELÉCTRICO



BOMBA CENTRÍFUGA VERTICAL EN LÍNEA



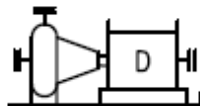
BOMBA ROTATIVA IMPULSADA POR MOTOR ELÉCTRICO



BOMBA ENGRANAJES



BOMBA DE PALETAS



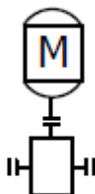
BOMBA IMPULSADA POR MOTOR DIESEL



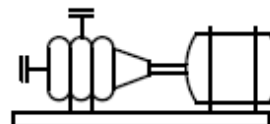
BOMBA CENTRÍFUGA SUMERGIBLE



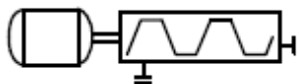
BOMBA NEUMÁTICA DE DIAFRAGMA



BOMBA DOSIFICADORA

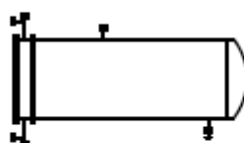


BOMBA CENTRÍFUGA MULTIETAPA

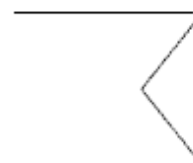


BOMBA DE CAVIDADES PROGRESIVAS

INTERCAMBIADORES



INTERCAMBIADOR DE CALOR DE CORAZA Y TUBOS



SERPENTÍN DE CALENTAMIENTO

RECIPIENTES



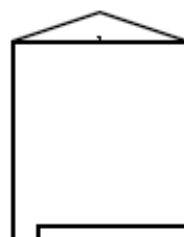
RECIPIENTE A PRESIÓN
VERTICAL



TRAMPA DE RASPADORES



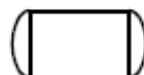
SECADOR
ADSORBEDOR



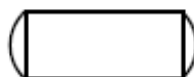
TANQUE CÓNICO
TECHO FIJO



CAJA DE DRENAJES



K.O. DRUM



RECIPIENTE A PRESIÓN
HORIZONTAL

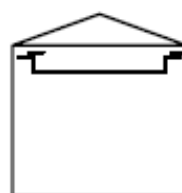


SUMIDERO



PISCINA

NOTA 1

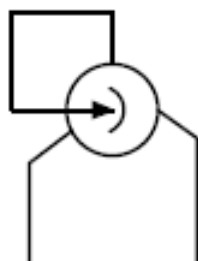


TANQUE CÓNICO
MEMBRANA FLOTANTE



SEPARADOR API

OTROS



CALDERA



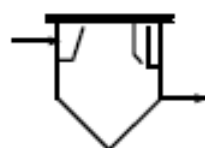
MEZCLADOR
ESTÁTICO



FILTRO TIPO
CANASTA / DOBLE CANASTA



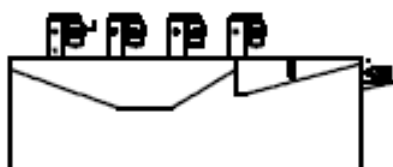
FILTRO CÁSCARA DE NUEZ



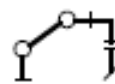
SEPARADOR DE PLACAS



DECANTADOR



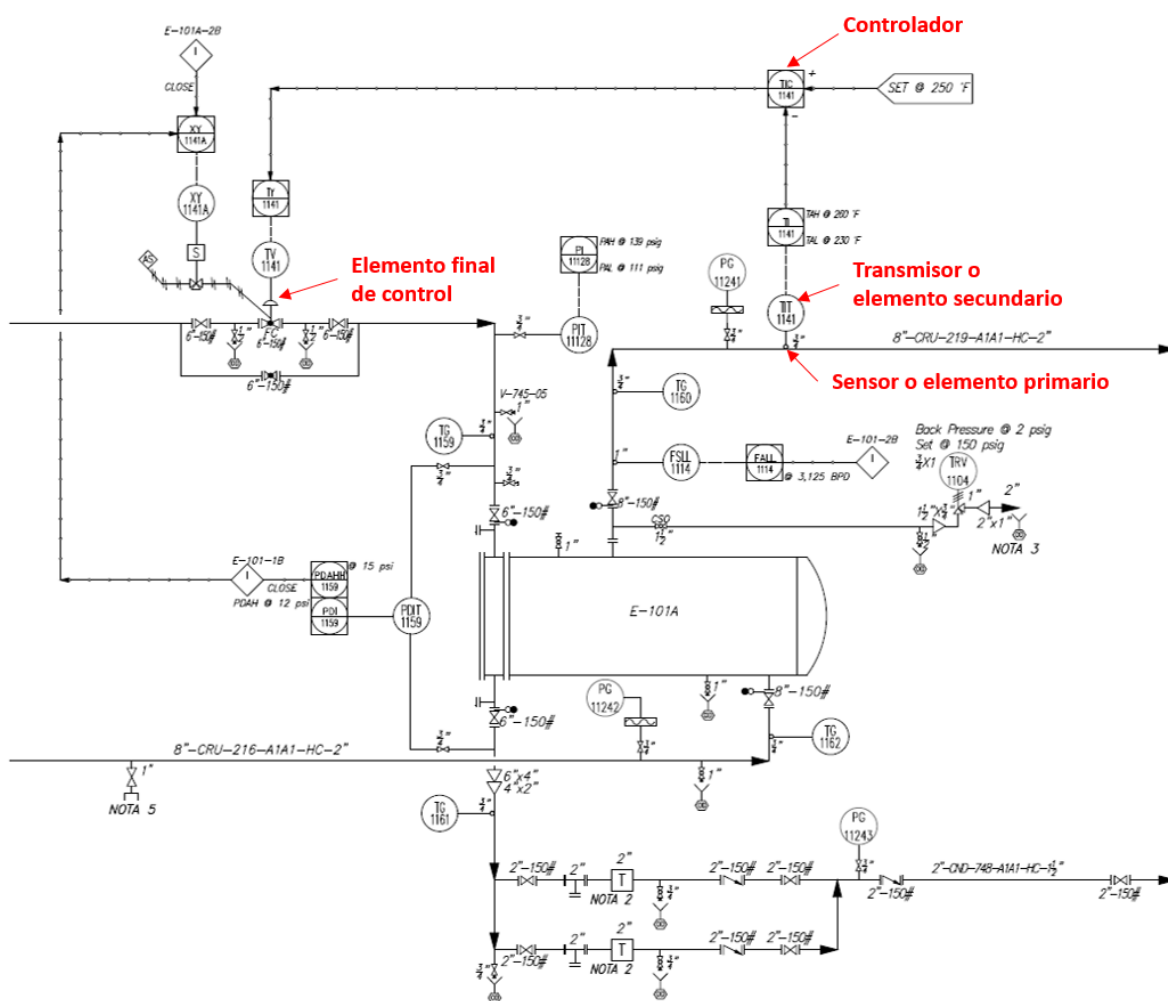
CELDA DE FLOTACIÓN



BRAZO DE CARGUE

INSTRUMENTACIÓN

En cuanto a la instrumentación, en el P&ID se presentan todos los instrumentos y lazos de control necesarios para el monitoreo y control de variables de proceso (presión, temperatura, flujo, etc.) con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de la planta.



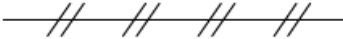
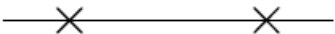
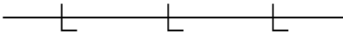
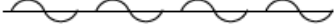
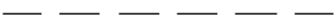
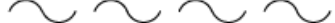
La primera letra de la identificación de los elementos del lazo de control indica la variable que se está controlando. Para el caso del intercambiador de calor presentado, la primera letra es la T, con lo cual se muestra que se está controlando la temperatura en el tanque. Algunas de las variables controladas en los procesos industriales son: T – Temperatura, L – Nivel, P – Presión, F – Flujo, etc.

Tip: El elemento final de control en este caso es una válvula, sin embargo puede ser un motor, un variador de velocidad, etc.

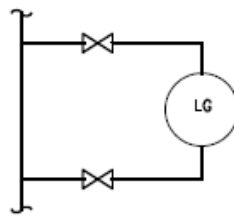
Simbología de instrumentos

Los instrumentos y lazos de control se presentan con su respectiva identificación y simbología, establecida de acuerdo al estándar *ANSI/ISA-5.1 Instrumentation Symbols and Identification*. A continuación algunos ejemplos.

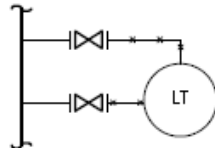
INSTRUMENTACIÓN

	LÍNEA NEUMÁTICA
	SEÑAL DE COMUNICACIONES
	TUBO CAPILAR
	LÍNEA HIDRÁULICA
	DE SONIDO O RAYO DE LUZ (NO GUIADA)
	SEÑAL ELECTROMAGNÉTICA GUIADA
	LÍMITE DE PAQUETE/PROYECTO
	SOFTWARE
	LÍNEA ELÉCTRICA O ELECTRÓNICA
	SEÑAL ELECTROMAGNÉTICA O ULTRASÓNICA NO GUIADA
	ETHERNET

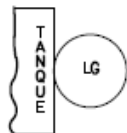
DE NIVEL



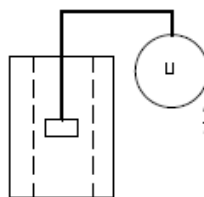
INDICADOR DE NIVEL
PARA MONTAJE EXTERNO
CONEXIÓN SEGÚN SE INDIQUE.



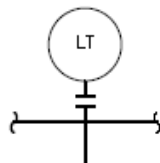
TRANSMISOR DE NIVEL DE
PRESIÓN HIDROSTÁTICA



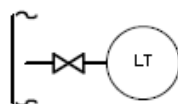
VISOR DE NIVEL DE VIDRIO
INTEGRADO AL TANQUE



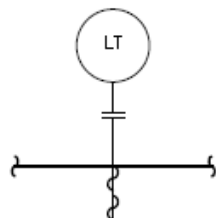
INDICADOR DE NIVEL
TIPO FLOTADOR



ELEMENTO DE NIVEL
TIPO CAPACITIVO O DIELECTRICO
CONECTADO A UN TRANSMISOR
DE NIVEL

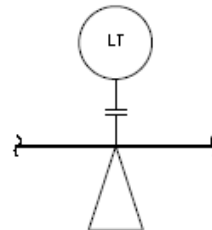


TRANSMISOR DE NIVEL DE POTENCIA
HIDROSTÁTICA CON UNA CONEXIÓN

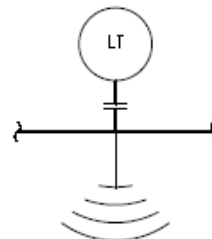


RADAR DE ONDA GUIADA

SIMBOLOGÍA PARA INSTRUMENTOS

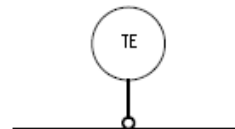


TRANSMISOR DE NIVEL
TIPO RADAR CORNETA

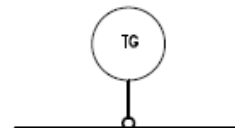


TRANSMISOR DE NIVEL ULTRASÓNICO

DE TEMPERATURA

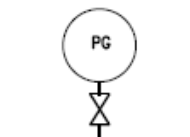


ELEMENTO DE TEMPERATURA

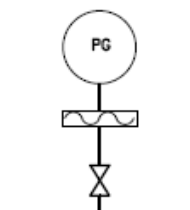


TERMÓMETRO TIPO BIMETÁLICO DE VIDRIO
U OTRO INDICADOR DE TEMPERATURA
LOCAL NO CLASIFICADO

DE PRESIÓN



INDICADOR DE PRESIÓN
MONTAJE DIRECTO

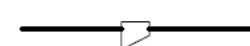


INDICADOR DE PRESIÓN
CON SELLO DE DIAFRAGMA

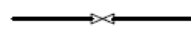
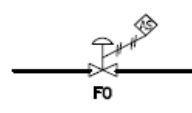
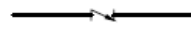
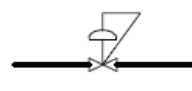
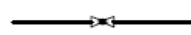
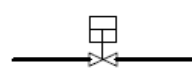
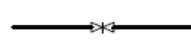
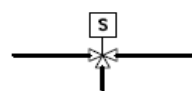
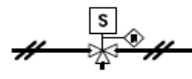
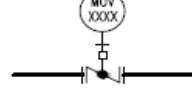
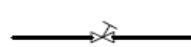
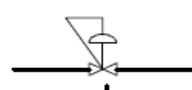
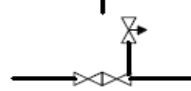
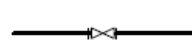
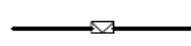
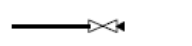
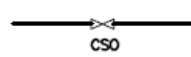
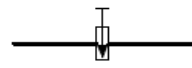
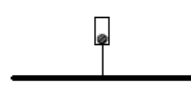
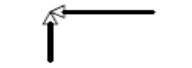
Otra simbología

Adicional a los equipos e instrumentos en los diagramas de instrumentación y simbología se presentan todos los elementos presentes en el diseño, como válvulas, reducciones, ampliaciones, filtros, bridas, entre otros. A continuación algunos ejemplos de ellos.

ACCESORIOS DE TUBERÍA

	CAP (TAPÓN SOLDADO)
	GORRO ATORNILLADO
	BRIDA CIEGA
	CONEXIÓN BRIDADA
	MANGUERA FLEXIBLE
	CONEXIÓN A MANGUERA
	REDUCTOR EXCÉNTRICO
	REDUCTOR CONCÉNTRICO
	CIEGO EN OCHO NORMALMENTE ABIERTO
	CIEGO EN OCHO NORMALMENTE CERRADO

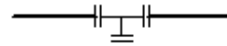
SÍMBOLOS DE VÁLVULAS

	VÁLVULA DE COMPUERTA		VÁLVULA DE PRESIÓN/VACÍO
	VÁLVULA DE BOLA		VÁLVULA DE CONTROL CON ACTUADOR FO – ABIERTO EN FALLA FC – CERRADO EN FALLA FLP – ÚLTIMA POSICIÓN EN FALLA (CUALQUIER TIPO DE VÁLVULA)
	VÁLVULA DE CHEQUE		VÁLVULA AUTOREGULADA DE PRESIÓN
	VÁLVULA DE GLOBO		ACTUADOR DE PISTÓN
	VÁLVULA DE TAPÓN		ACTUADOR SOLENOIDE
	VÁLVULA DE MARIPOSA		VÁLVULA SOLENOIDE CON REARME LOCAL
	VÁLVULA DE AGUJA		VÁLVULA MOV
	VÁLVULA TIPO "Y"		VÁLVULA DE REGULACIÓN DE CONTRAPRESIÓN
	VÁLVULA DE TRES VÍAS		VÁLVULA DE AUTORECIRCULACIÓN (ARC)
	VÁLVULA DE CUATRO VÍAS		VÁLVULA DE SEGURIDAD GÉNERICA
	ARREGLO DE DOBLE BLOQUEO Y PURGA		VÁLVULA BRIDADA
	VÁLVULA DE DIAFRAGMA		VÁLVULA ROSCADA CON TAPÓN
	OTRAS VÁLVULAS CON INDICADOR PROPIO, CON ABREVIACIÓN COMO SE INDICA: CSO – CAR SEAL OPEN CSC – CAR SEAL CLOSED LO – LOCKED OPEN LC – LOCKED CLOSED NC – NORMALLY CLOSED NO – NORMALLY OPENED FB – FULL BORE DBB – DOUBLE BLOCK & BLEED PDP – PAD-DEPAD		VÁLVULA DE CUCHILLA
	VÁLVULA DE ALIVIO DE AIRE		VÁLVULA DE ÁNGULO

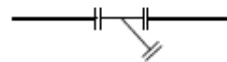
PERIFÉRICOS DE TUBERÍA



FILTRO TEMPORAL
TIPO GORRO DE BRUJA



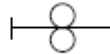
FILTRO EN "T"



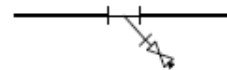
FILTRO EN "Y"



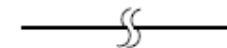
FILTRO CÓNICO
PERMANENTE / TEMPORAL



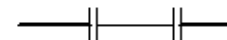
FILTRO DUPLEX



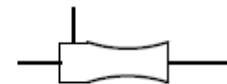
FILTRO TIPO "Y"
CON VÁLVULA DE DRENAJE



TRAMO LARGO DE TUBERÍA



CARRETE REMOVIBLE



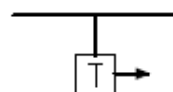
EYECTOR/EDUCTOR



JUNTA DE EXPANSIÓN



DAMPER



TRAMPA DE VAPOR

MATERIAL DE APOYO

Abreviaturas

CSO	CAR SEAL OPEN	PRECINTO PARA BLOQUEO EN POSICIÓN ABIERTA
CSC	CAR SEAL CLOSE	PRECINTO PARA BLOQUEO EN POSICIÓN CERRADA
LO	LOCK OPEN	CANDADO PARA BLOQUEO EN POSICIÓN ABIERTA
LC	LOCK CLOSE	CANDADO PARA BLOQUEO EN POSICIÓN CERRADA
NO	NORMALLY OPEN	NORMALMENTE ABIERTA
NC	NORMALLY CLOSE	NORMALMENTE CERRADA
FB	FULL BORE	PASO TOTAL
DBB	DOUBLE BLOCK & BLEED	DOBLE BLOQUEO Y PURGA
F.A.	FLAME ARRESTER	ARRESTADOR DE LLAMAS
MW	MANWAY	ESCOTILLA
PLC	PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE
DCS	DISTRIBUTED CONTROL SYSTEMS	SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO
BPCS	BASIC PROCESS CONTROL SYSTEM	SISTEMA DE CONTROL BÁSICO DE PROCESOS
SCADA	SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION	SISTEMA DE SUPERVISIÓN, CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS
SP	SET POINT	PUNTO DE AJUSTE
HH	HIGH HIGH	ALTO ALTO
H	HIGH	ALTO
L	LOW	BAJO
LL	LOW LOW	BAJO BAJO

MATERIAL DE APOYO

RAD	RADAR	RADAR
GWR	GUIDED WAVE RADAR	RADAR DE ONDA GUIADA
CAP	CAPACITANCE	CAPACITIVO
ATM	ATMOSPHERIC	ATMOSFÉRICO
AG	ABOVE GROUND	ENCIMA DE LA SUPERFICIE
UG	UNDER GROUND	DEBAJO DE LA SUPERFICIE
BL	BATTERY LIMIT	LÍMITE DE BATERÍA
CL	CENTER LINE	CENTRO DE LÍNEA
EL	ELEVATION	ELEVACIÓN
DIA	DIAMETER	DIÁMETRO
DP	DESIGN PRESSURE	PRESIÓN DE DISEÑO
HP	HIGH PRESSURE	PRESIÓN ALTA
FC	FAIL CLOSE	FALLA CERRADA
FO	FAIL OPEN	FALLA ABIERTA
FL	FAIL IN LAST POSITION	FALLA EN ÚLTIMA POSICIÓN
ESD	EMERGENCY SHUT DOWN	PARADA DE EMERGENCIA
SIS	SAFETY INSTRUMENTED SYSTEM	SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD
SIF	SAFETY INSTRUMENTED FUNCTION	FUNCIÓN INSTRUMENTADA DE SEGURIDAD
VAC	VACUUM	VACÍO
ABS	ABSOLUTE	ABSOLUTA
VB	VORTEX BREAKER	ROMPEDOR DE VÓRTICES
E	EXISTING	EXISTENTE

BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

McCabe, Warren; Smith, Julian; Harriott, Peter;. (2002). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. Mexico: Mc Graw-Hill.

Geankoplis, C.J.;. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. Mexico: Compañía editorial Continental.

Rodriguez Guerrero, G. (2000). *Operación de calderas industriales*. Bogota: Ecoe ediciones.

Shames, I. H. (1995). *Mecánica de fluidos*. New York: McGraw-Hill.

Himmelblau, D. M. (1997). *Principios básicos y cálculos en Ingeniería Química*. Mexico: Prentice Hall.

McCabe, Warren L.; Smith, Julian C.; Harriot, Peter;. (1991). *Operaciones unitarias en Ingeniería Química*. España: McGraww-Hill.

Geankoplis, C. J. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. México: Compañía editorial continental S.A.

Picado, Ana Beatriz; Milton, Alvarez;. (2005). *Química I Introducción al estudio de la materia*. Costa Rica: Universidad Estatal a distancia.

Díaz Ortiz, J. E. (2006). *Mecánica de los fluidos e hidráulica*. Colombia: Programa editorial Universidad del Valle.