

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS



ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA
TRABAJO DE GRADO

HERMES LEONARDO RUIZ RIVERA
GUSTAVO ERNESTO GARZÓN CASTRO

BOGOTÁ

2014

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVO.....	4
2.1. OBJETIVO GENERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. MARCO TEÓRICO	4
4. ESTADO DEL ARTE	5
5. FORMULACIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO	7
3.1. ANTECEDENTES.....	7
3.2. PROBLEMA A SOLUCIONAR.....	8
3.3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN	8
3.4. JUSTIFICACIÓN	8
3.5. REQUERIMIENTOS DEL PRODUCTO	9
3.6. LIMITANTES DEL PROYECTO	9
3.7. INGENIERÍA BÁSICA.....	9
3.8. INGENIERÍA DE DETALLE.....	10
3.9. ÁRBOL DE TAREAS	15
3.10. CRONOGRAMA Y COSTO DEL PROYECTO	17
3.11. RECURSOS DEL PROYECTO	20
3.12. PRECIO DE VENTA.....	21
6. CONCLUSIONES	22
7. BIBLIOGRAFÍA.....	23

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Listado de Materiales	10
Tabla 2 Calculo Válvula de Control.....	11
Tabla 3 Árbol de Tareas	16
Tabla 4 Cronograma y Costo del Proyecto	19
Tabla 5 Recursos del Proyecto	20
Tabla 6 Costo de Venta publico	21

LISTADO DE FIGURAS

Ilustración 1 Esquema de Reducción de Presión	6
Ilustración 2 Diagrama de Bloques	9
Ilustración 3 Diagrama PI&D	10
Ilustración 4 Selección Válvula de Control.....	12
Ilustración 5 Típico de Montaje Válvulas de Control	13
Ilustración 6 Típico de Montaje Transmisores de Presión.....	13
Ilustración 7 Recursos del Proyecto	20

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado se realiza para cumplir el requisito exigido por la Universidad Santo Tomas y poder obtener el título de Especialista en Instrumentación Electrónica.

En el desarrollo de cada uno de los capítulos del presente trabajo de grado, se demuestran los conocimientos y las capacidades que fueron adquiridas y desarrolladas a lo largo de las cátedras y módulos vistos durante el programa de especialización.

El proyecto de grado se fundamenta en la formulación de un proyecto técnico de ingeniería donde se busca exponer la formulación, evaluación y gestión de un proyecto técnico de ingeniería.

El proyecto técnico está orientado al diseño de un sistema automático de reducción de presión con caídas de presión mayores a 1000 psig. Los sistemas de reducción de presión permiten proteger y prolongar la vida útil de los equipos, así como propender por la seguridad de las personas y del proceso.

2. OBJETIVO

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar la formular, evaluar y gestión de un proyecto técnico de ingeniería orientado a un sistema de reducción de presión con caídas de presión mayores a 1000 psig que permita exponer una solución tanto técnicamente como económicamente viable.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar un problema técnico de ingeniería y exponer los antecedentes y la solución del mismo.
- Desarrollo de las diferentes fases de ingeniería Conceptual, Básica y Detalle que permitan plantearla solución al problema técnico identificado.
- Plantear las diferentes fases del diseño, construcción y puesta en marcha de la solución propuesta.
- Elaborar el cronograma donde se contemplen las actividades, recursos y tiempos necesarios para el desarrollo del proyecto
- Determinar los costos del proyecto y establecer el costo de venta teniendo en cuenta las recomendaciones dadas por la Gerencia de Proyectos.

3. MARCO TEÓRICO

La industria Petroquímica y la industria de Hidrocarburos están fundamentadas en el control fiable de los procesos que involucran el tratamiento y transporte de fluido (crudo y sus derivados). Entre los fluidos habituales se incluye: petróleo crudo con un gran número de compuestos químicos y material particulado, componentes refinados como por ejemplo butano y los compuestos complejos de las etapas intermedias.

Estos fluidos son transportados y procesados de diversas maneras y en varias etapas. En cada una de las etapas del proceso se requieren una variedad de equipos dependiendo del tipo de producto que se quiera obtener. Sin embargo, para poder llevar el fluido de una etapa a otra o de una Instalación a otra, se requieren de sistemas de bombeo, o sistemas

de reducción de presión. En todos los casos, el equipo debe dimensionarse y seleccionarse correctamente a fin de lograr un control óptimo del proceso, minimizar las variaciones del mismo y lograr los mejores resultados.

Un mal diseño de un sistema de control de presión puede originar averías en las tuberías y equipos debido a que se pueden generar fenómenos como la cavitación y el golpe de ariete.

La cavitación es el fenómeno en el cual el fluido en su fase líquida alcanza una presión denominada "Presión de Vapor", la cual produce un cambio de fase, lo que conlleva a que parte del fluido pase de su fase líquida a su fase gaseosa, generando burbujas de aire dentro de las líneas, las cuales, al ser sometidas a una alta presión "implotan" convirtiéndose en proyectiles que impactan en las paredes de las líneas o en los equipos. Este impacto genera un daño irreparable y poco deseado por el personal de mantenimiento.

El Golpe de ariete genera una sobre-presión en la línea generando elasticidad en la misma, este fenómeno es producido por el cierre brusco de una válvula. Cuando un fluido es transportado por una línea a una velocidad y presión y bruscamente se genera el cierre de una válvula, este bloqueo repentino genera una sobre-presión en la línea debido a que las partículas del fluido que se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que aún están en movimiento. Este choque entre partículas ocasiona que la tubería experimente una elasticidad la cual puede ocasionar un daño irreparable.

4. ESTADO DEL ARTE

En el documento Sistemas de Bombeo de la Universidad de Oviedo, se presenta que las válvulas reductoras de presión no son más que un tipo de válvula de control que funciona manteniendo constante la presión aguas abajo. Se utilizan cuando la regulación del proceso se hace por medio de la presión en vez del caudal y más frecuentemente para reducir una presión elevada al valor admisible de la instalación aguas abajo.

Un ejemplo es la traída de agua a una población desde una zona montañosa: si el origen está en una cota elevada, las pérdidas de carga no son suficientes para bajar la presión, y el espesor de la tubería debería ir aumentando; con varias válvulas reductoras convenientemente espaciadas se reduce la presión y el espesor necesario.

Si no se ajustan correctamente, estas válvulas pueden dar más problemas de los que resuelven. Esto sucede porque tienen un tamaño excesivo y actúan con demasiada velocidad. Al detectar un descenso de presión, la válvula se abre; si se abre demasiado, la presión aumenta por encima del valor indicado demasiado rápido, forzando a la válvula a cerrar; un accionamiento brusco produce golpe de ariete con ondas de depresión y sobrepresión que vuelven loca a la válvula. La solución está en una válvula más pequeña y/o una velocidad de cierre-apertura más lenta.

El Ing. José Roberto Vignoni autor del trabajo Válvulas de Control - Instrumentación y Comunicaciones Industriales establece que la selección de una adecuada característica de una válvula de control, en función de su aplicación en un determinado proceso, continúa siendo un asunto no solamente bastante complejo, sino principalmente controvertido. Los

problemas a resolver son realmente complejos, comenzando por el propio dilema de cuál debe ser la fracción de la caída de presión total del sistema que debe ser absorbida por la válvula de control. Adicional el autor señala que la selección de las características de la válvula no es un problema solo relativo a la válvula sino también al sistema de control y a la instalación.

En el boletín técnico de COMEVAL “VÁLVULAS DE CONTROL PARA SERVICIO SEVERO” se establece que ante distintas variables de proceso como pueden ser alta temperatura o abruptas caídas de presión que generan fenómenos como cavitación y niveles de sonoridad superiores a los 90 Db, comúnmente se tiende a la selección de válvulas provistas de internos más resistentes, obturadores provistos de mayor cantidad de jaulas, difusores o restrictores de sonido. Si bien todos estos elementos mejoran el rendimiento de la válvula, tan sólo atenúan los problemas en lugar de eliminarlos.

En el boletín técnico se plantea que controlando gradualmente la caída de presión mediante etapas, el resultado final será que en el punto más bajo de la pendiente la velocidad se encuentra en equilibrio e igual a la velocidad inicial.

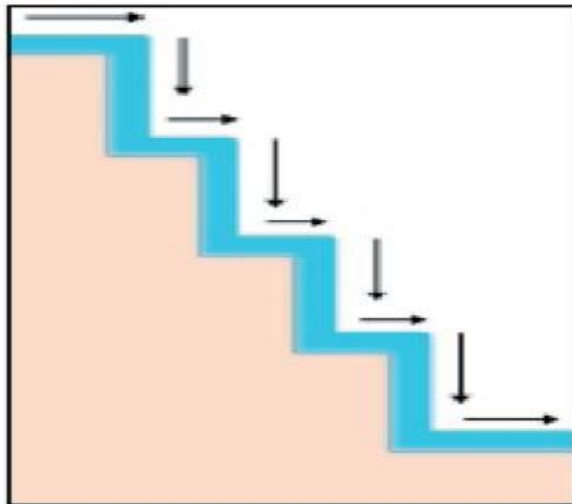


Ilustración 1 Esquema de Reducción de Presión

El Ing. Agustín Arroyo Arroyo, de CCI México en el documento “Especificaciones de Válvulas de Control” expone que los fluidos líquidos o gaseosos al pasar por una válvula de control con gran caída de presión pueden provocar ciertos fenómenos, los cuales normalmente son destructivos. Los líquidos pueden provocar cavitación y “flashing”, y los gases pueden provocar ruido y su fenómeno asociado que es la vibración. Todos estos fenómenos son función de la velocidad alta del fluido, por lo que todos pueden evitarse controlando la velocidad del fluido al pasar y salir de los internos de las válvulas. Lo único que no puede evitarse es el flashing porque las condiciones del proceso no lo permiten, pero regulando la velocidad del líquido a través de la válvula se modera el efecto destructivo de este fenómeno.

Por lo tanto cuando se detecte que la presión de entrada es igual al doble o más de la presión de salida de la válvula, se sabe que se trata de una aplicación de servicio severo o crítico o riguroso o riesgoso pues la energía potencial de la diferencial de presiones puede convertirse en energía cinética dentro y a la salida de los internos de la válvula que es donde la velocidad sería la mayor, entonces se deberá especificar cuidadosamente la

requisición de una válvula, pues de no hacerlo el ingeniero se arriesga a seleccionar un equipo deficiente que podría causar problemas operativos de control y físicos, costos enormes operativos y de mantenimiento y en algunas ocasiones riesgos, sobre todo cuando se manejan combustibles.

En el artículo “Control con válvulas en serie y paralelo” escrito por José Acedo Sánchez se trata de aclarar conceptos acerca de la instalación de válvulas en serie y paralelo. Se señala que, en caso de no diseñar correctamente la ubicación de las válvulas, se puede llegar a que un proceso sea incontrolable de forma automática. Además menciona que no se debe llevar a cabo el control con dos válvulas en serie para controlar la misma variable. Por ejemplo, no se puede controlar un caudal general y posteriormente querer controlar el caudal en las dos ramas en las que se ha dividido la línea principal de proceso. Siempre hay que permitir algún grado de libertad para que no exista acoplamiento entre los controladores. Sin embargo, es posible instalar válvulas en serie y controlar cada una de ellas con una variable diferente, siempre que se permita ese grado de libertad.

Siguiendo con el mismo ejemplo mencionado, se plantea la necesidad de controlar el caudal general en una línea de proceso y posteriormente controlar el caudal por cada una de las dos ramas en las que se bifurca la línea principal. Para ello hay que diseñar un sistema de control que cumpla estos requisitos y al mismo tiempo no produzca acoplamiento entre las variables.

La empresa OCP-ECUADOR explica que en uno de sus oleoductos luego de que el crudo ha superado el punto más alto en su recorrido, inicia su descenso hacia la costa ecuatoriana, por tanto se requiere controlar la energía que desarrolla el fluido durante su descenso.

Para ello OCP-ECUADOR cuenta con dos estaciones reductoras de presión y un arreglo de 4 válvulas reductoras a la entrada de la última estación: Terminal Marítimo en Esmeraldas. El objetivo de todas estas estaciones es reducir la presión que tiene el petróleo a través de válvulas reductoras para que el crudo pueda ser almacenado y posteriormente despachado al buque de carga.

5. FORMULACIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO

3.1. ANTECEDENTES

En un proyecto en una compañía del sector Oil & Gas, se requiere implementar un sistema de reducción de presión. El sistema está compuesto por dos etapas reductoras de presión, donde cada etapa cuenta con dos válvulas en paralelo (Una válvula en servicio y la otra en Standby). El sistema tiene dos objetivos primordiales: El primero es sostener la presión de la línea para mantenerla empaquetada, el segundo es bajar la presión del fluido a la entrada de la estación para posteriormente almacenarlo en los tanques.

Los sistemas de reducción de presión que actualmente se encuentran instalados en la planta están presentando un el desgaste excesivo de las partes internas de las válvulas de control de presión, lo cual ha generado inconvenientes por sobre costos y tiempos de parada de la línea de transporte.

3.2. PROBLEMA A SOLUCIONAR

Actualmente el sistema de control de presión instalado en el recibo de la estación objeto del proyecto está presentando desgaste excesivo y problemas de erosión en las partes internas de las válvulas de control, lo que ha ocasionado problemas en la sintonización de los controles automáticos, condiciones inestables en la operación de la línea (Presiones y flujos inestables), costos adicionales por mantenimiento correctivo de los internos de las válvulas de control y paradas no programadas en los procesos de bombeo.

3.3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Diseño y especificación de un sistema automático de reducción de presión en la entrada de la estación que cumpla con los requerimientos operacionales, permita proteger y prolongar la vida útil de los equipos, así como propender por la seguridad de las personas, el medio ambiente y del proceso.

3.4. JUSTIFICACIÓN

Dependiendo de las condiciones de operación, se pueden implementar diversos sistemas de control de presión para proteger las líneas y equipos de una planta. Si un sistema de control de presión no está bien dimensionado, se pueden presentar los fenómenos de cavitación y golpe de ariete, por ello es de gran importancia analizar los diversos métodos de control aplicados en el sector de Hidrocarburos para reducir las altas presiones presentes en las líneas de transporte de crudo y así poder identificar la mejor aplicación para cada método analizado.

Los beneficios que el cliente obtendría con la implementación del nuevo sistema de control de presión son:

- Proteger y prolongar la vida útil de los equipos, así como propender por la seguridad de las personas, el medio ambiente y del proceso.
- Minimizar los desgastes excesivos en las partes internas de las válvulas.
- Disminuir los costos asociados al mantenimiento correctivo.
- Estabilizar la operación de la línea aumentando la capacidad volumétrica de la línea.
- Evitar pérdidas volumétricas por paradas no programadas.

Si el sistema de control de presión no se implementa el cliente estará en riesgo de:

- Posibilidad de que algún operario o personal que trabaja en campo salga lastimado o pierda la vida.
- Se presente alguna fuga, lo que ocasionaría contaminación e impacto ambiental.
- Daño en los equipos de la estación.
- Compra excesiva en repuestos para las válvulas.
- Constantes mantenimientos correctivos.
- Parada de la línea por daños en las válvulas de control, lo que ocasionaría un desbalance volumétrico.

3.5. REQUERIMIENTOS DEL PRODUCTO

La estación de recibo está ubicada a 450 msnm en una región que tiene una humedad alta, aproximadamente 75 % de humedad relativa y temperatura ambiente de 35 °C.

Los requerimientos del sistema de reducción de presión son los siguientes:

- Flujo de Operación: 60 KBPD
- Presión de Entrada: 1600 psig
- Presión salida primera etapa de reducción: 400 psig
- Presión salida segunda etapa de reducción: 100 psig
- Se tiene disponible un área de 20 mts de largo por 5 mts de ancho
- Se deberá utilizar el sistema de aire de instrumentos disponible en la planta
- El sistema de reducción de presión deberá contar con un sistema de control dedicado
- Se requiere que el nuevo diseño cumpla con las normas Nacionales, Internacionales y buenas prácticas de ingeniería.

La operación del sistema será automática. En todos los casos el sistema realizará la verificación de los diferentes enclavamientos y seguridades que se requieran para ejecutar una determinada operación.

3.6. LIMITANTES DEL PROYECTO

La empresa deberá tener como mínimo 10 años de experiencia en el sector en proyectos similares, haber desarrollado no menos de 2 sistemas de reducción de presión con condiciones de operación similares. La empresa deberá cumplir con la documentación legal exigida por la ley colombiana y demostrar un óptimo flujo de caja, adicionalmente, deberá tener una póliza de cumplimiento y de garantía de funcionamiento del sistema.

La solución deberá ser desarrollada en un periodo de 6 meses a partir de la asignación del presente proyecto.

El personal que labore en el proyecto deberá estar afiliado a la EPS y ARP, hecho que se comprobará con la presentación de las constancias respectivas.

3.7. INGENIERÍA BÁSICA

A continuación se presenta un diagrama de flujo de la propuesta a implementar para el Sistema de reducción de presión

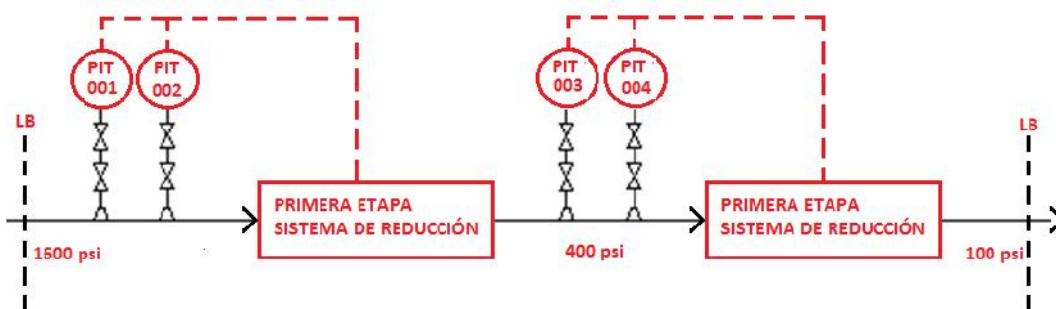


Ilustración 2 Diagrama de Bloques

El sistema de reducción propuesto contempla dos etapas de reducción de presión. La primera etapa de reducción de presión será la encargada de reducir la presión y mantener la línea empaquetada (Diferencial de presión de 1200 PSI), y la segunda etapa complementa la reducción de presión entregando el producto a una presión de 100 PSI.

LISTADO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD
1	Válvulas de reducción de presión primera etapa	un	2
2	Válvulas de reducción de presión segunda etapa	un	2
3	Transmisores de Presión con manifold primera etapa	un	2
4	Transmisores de Presión con manifold segunda etapa	un	2
5	Manómetros	un	2
6	Válvulas de bola 4"	un	8
7	Válvula de alivio de presión	un	2
8	Sistema de control	un	1

Tabla 1 Listado de Materiales

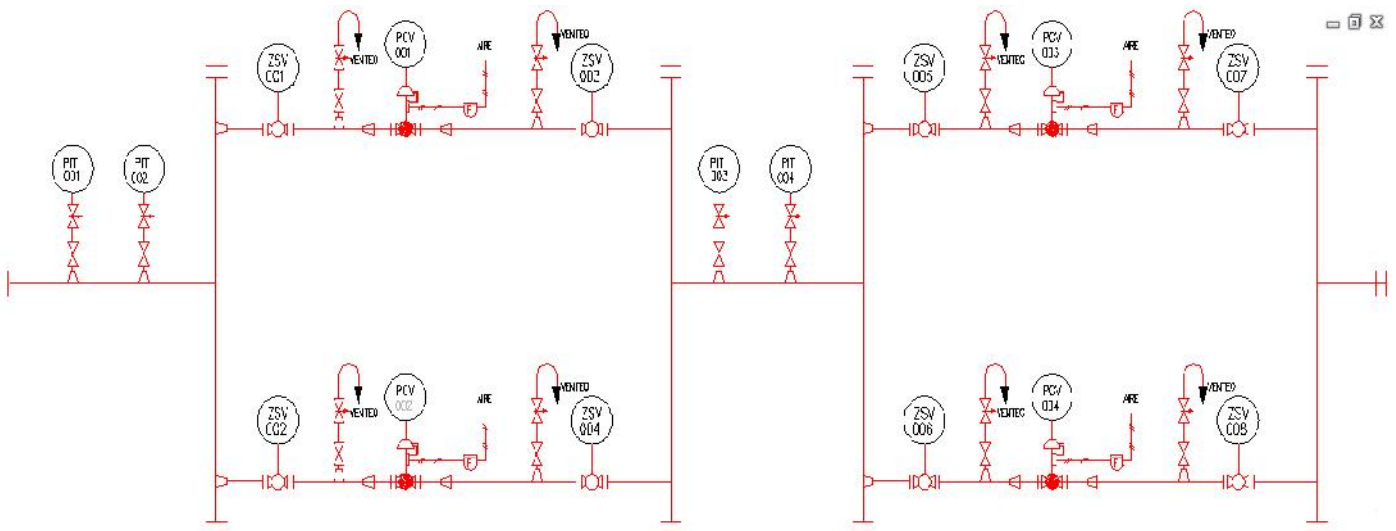


Ilustración 3 Diagrama PI&D

3.8. INGENIERÍA DE DETALLE

3.1.1. Calculo Válvula de Control

A continuación se realiza los cálculos para el dimensionamiento de la válvula de control. Se realizaron los cálculos en una hoja de Excel utilizando las fórmulas matemáticas

	VÁLVULA DE CONTROL PRESIÓN PRIMERA ETAPA				
	TAG		PCV - 0001/02		
	VARIABLES DE PROCESO	Símbolo	Unidades	Condición 1	Condición 2
P R O C E S O	Flujo en BPD	q	BPD	60000,000	40000,000
	Presión de Entrada	P1	psig	1600,000	1000,000
	Presión de Salida	P2	psig	400,000	300,000
	Presión Critica	Pc	psia	488,800	488,800
	Temperatura Entrada	T1	°F	70,000	70,000
	Gravedad Especifica	SG		0,740	0,740
	Presión de Vapor	Pv	psia	8,000	8,000
	Diámetro de la tubería	D	in	8,000	8,000
V Á L V U L A	Factor de recuperación de Presión	FL		0,900	0,900
	Modificador de Estilo de la Válvula	Fd			
	Coefficiente de Cavitación	Kc		0,810	0,810
	Tamaño de la Válvula	d	in	4,000	4,000
	Coefficiente Flujo de la Válvula	Cv		66,000	66,000
C Á L C U L O S	CÁLCULOS				
	Flujo en GPM	q	GPM	1750,000	1166,666
	Diferencial de Presión	ΔP	psig	1200,000	700,000
	Presión Atmosférica		psi	14,690	14,690
	Coefficiente de Flujo	Cv		43,457	37,933
	Porcentaje de Apertura	%		65,844	57,474
	$\Delta P/P1$			0,750	0,700
	FLASHING				
	Índice de Cavitación	σ		1,323	1,409
	Flashing			NO	NO
	FLUJO CHOCADO				
	Coefficiente de relación presión Critica	FF		0,924	0,924
	Presión Diferencial de Flujo Chocado	ΔPCH	psi	1301,910	815,910
	Flujo Chocado			NO	NO
	CAVITACIÓN				
	Presión Diferencial de Cavitación	ΔPCA	psi	1301,419	815,419
				NO	NO
	Coefficiente de perdidas	$\sum K$		0,844	0,844
	Factor geométrico de la tubería	Fp		0,992	0,992
Coefficiente de Flujo Re calculado	Cv		43,806	38,237	
Porcentaje de Apertura	%		66,373	57,935	

Tabla 2 Calculo Válvula de Control

Para la selección de la válvula de control se debe tener en cuenta que los coeficientes de flujo calculados deben estar entre el 10% y 80% del Cv de la válvula.

- **Válvula de Control de Presión**

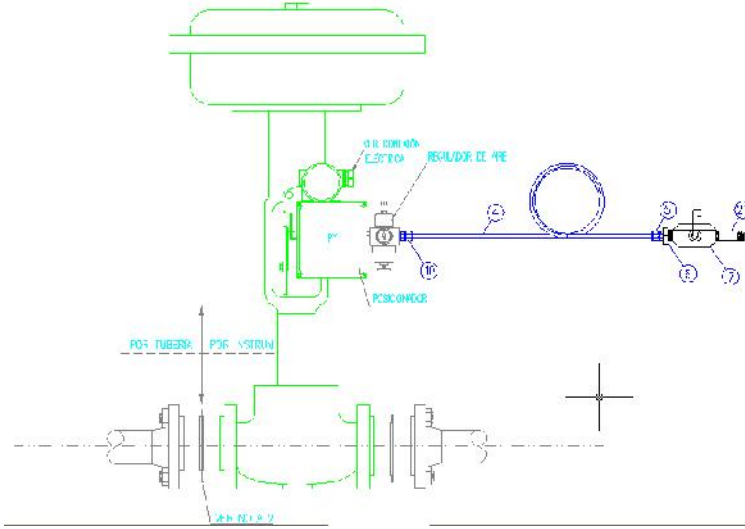


Ilustración 5 Típico de Montaje Válvulas de Control

ÍTEM	UNIDAD	CANT.	DIMENSIONES	CLASE/SCH	DESCRIPCIÓN
4	M	3	1/2"	-	Tubing 1/2", 0.049" de espesor de pared, 316SS
5	UN	1	1/2"MNPT X 1/2"OD	3000#	Conector recto macho , 316SS, Doble anillo
6	UN	1	3/4"MNPT X 1/2" FNPT	3000#	Reducción Bushing 3/4" X 1/2", CS, ASTM A-105
7	UN	1	3/4" FNPT X 3/4"FNPT	3000#	Válvula de bola roscada, FB, FP, ASTM A-105 CS
10	UN	1	1/4"MNPT X 1/2"OD	3000#	Conector recto macho , 316SS, Doble anillo
20	UN	-	3/4"NPT	80	Tubería CS, ASTM A-105

- **Transmisores de Presión**

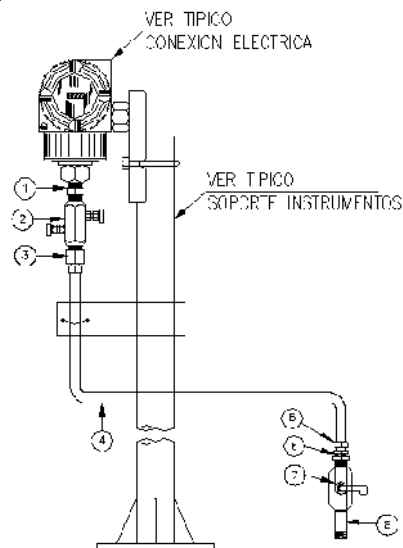


Ilustración 6 Típico de Montaje Transmisores de Presión

ITEM	UNIDAD	CANT.	DIMENSIONES	CLASE/SCH	DESCRIPCIÓN
1	UN	1	½"MNPT X ½"MNPT	3000#	Nipple hexagonal, 316SS
2	UN	1	½"MNPT X ½"FNPT	3000#	Manifold de 3 vías
3	UN	1	½"FNPT X ½"OD	3000#	Conector recto hembra , 316SS, Doble anillo
4	M	3	½"	-	Tubing ½", 0.049" de espesor de pared, 316SS
5	UN	1	½"MNPT X ½"OD	3000#	Conector recto macho , 316SS, Doble anillo
6	UN	1	¾"MNPT X ½" FNPT	3000#	Reducción Bushing ¾" X ½", CS, ASTM A-105
7	UN	1	¾" FNPT X ¾"FNPT	3000#	Válvula de bola roscada, FB, FP, ASTM A-105 CS
8	UN	1	¾"NPT x 4" long	80	Nipple roscado CS, ASTM A-105

3.9. ÁRBOL DE TAREAS

ÁRBOL DE TAREAS		
NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
DESARROLLO DEL PRODUCTO	DESARROLLO INGENIERÍA CONCEPTUAL	Descripción del Proceso
		Estado del Arte
		Requerimientos (Funcionamiento, Montaje, Normativos, Legales)
		Limitantes del Proyecto
	DESARROLLO INGENIERÍA BÁSICA	Diagrama de Bloques
		Desarrollo de Bases y Criterios de Diseño
		Desarrollo de P&ID
		Hojas de Datos
		Elaboración de Listado de Instrumentos y equipos de Control
	DESARROLLO INGENIERÍA DETALLE	Desarrollo de Diagramas y Planimetritos
		Típicos de Montaje
		Elaboración Memorias de Cálculo y Dimensionamiento
		Elaboración Especificación Técnica
	Planos as built	
APROBACIÓN Y INICIO CONSTRUCCIÓN	Aprobación ingeniería detalle e inicio construcción	
DESARROLLO DEL PROYECTO	COMPRA DE EQUIPOS DE LARGA ENTREGA	Compra válvulas de control
		Compra de Sistema de Control (Tablero - Controlador - I/O)
		Compra transmisores de presión y temperatura
	COMPRA DE EQUIPOS DE CORTA ENTREGA	Compra Tubería de proceso
		Compra de accesorios
		Cables de instrumentación
		Tableros de control

ÁRBOL DE TAREAS		
NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
	PROCESO DE FABRICACIÓN DEL SISTEMA DE REDUCCIÓN DE PRESIÓN	Corte, armado y soldadura de tubería de proceso
		Corte, armado y soldadora soportaria
		Armado y pintura
		Ensamble tablero de control
		Instalación instrumentación y accesorios de proceso
		Montaje de tubería y accesorios eléctricos
		Cableado y conexionado de instrumentos
		Montaje Válvula de Control
		Configuración de las lógicas de control de proceso
		Pruebas de Lazo
		Pruebas FAT
	MONTAJE SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN	Transporte del Sistema de Control de Presión al sitio de montaje
		Montaje en sitio
		Conexión del sistema de reducción de presión a la tubería de proceso existente
		Energización tableros de control
		Conexión al sistema de aire de instrumentos existente
		Energización y verificación de funcionamiento de cada uno de los instrumentos
	PRUEBAS	Pruebas de Comisionamiento
		Pruebas SAT
OPERACIÓN	PUESTA EN MARCHA	Puesta en Marcha sistema de reducción de presión
CIERRE DEL PROYECTO	ESTABILIZACIÓN	Periodo de Estabilización
	ENTREGA	Entrega del Dossier

Tabla 3 Árbol de Tareas

3.10. CRONOGRAMA Y COSTO DEL PROYECTO

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo fijo	Costo
SISTEMA DE REDUCCIÓN DE PRESIÓN	104 días	lun 09/06/14	jue 30/10/14	\$0,00	\$450.908.000,00
DESARROLLO DEL PRODUCTO	38 días	lun 09/06/14	mié 30/07/14	\$0,00	\$37.920.000,00
DESARROLLO INGENIERÍA CONCEPTUAL	4 días	lun 09/06/14	jue 12/06/14	\$0,00	\$4.800.000,00
Descripción del Proceso	1 día	lun 09/06/14	lun 09/06/14	\$0,00	\$1.200.000,00
Estado del Arte	1 día	mar 10/06/14	mar 10/06/14	\$0,00	\$1.200.000,00
Requerimientos (Funcionamiento, Montaje, Normativos, Legales)	1 día	mié 11/06/14	mié 11/06/14	\$0,00	\$1.200.000,00
Limitantes del Proyecto	1 día	jue 12/06/14	jue 12/06/14	\$0,00	\$1.200.000,00
DESARROLLO INGENIERÍA BÁSICA	21 días	vie 13/06/14	vie 11/07/14	\$0,00	\$18.480.000,00
Diagrama de Bloques	1 día	vie 13/06/14	vie 13/06/14	\$0,00	\$1.680.000,00
Desarrollo de Bases y Criterios de Diseño	6 días	lun 16/06/14	lun 23/06/14	\$0,00	\$5.040.000,00
Desarrollo de P&ID	6 días	mar 24/06/14	mar 01/07/14	\$0,00	\$5.040.000,00
Hojas de Datos	4 días	mié 02/07/14	lun 07/07/14	\$0,00	\$3.360.000,00
Elaboración de Listado de Instrumentos y equipos de Control	4 días	mar 08/07/14	vie 11/07/14	\$0,00	\$3.360.000,00
DESARROLLO INGENIERÍA DETALLE	11 días	lun 14/07/14	lun 28/07/14	\$0,00	\$14.640.000,00
Desarrollo de Diagramas y Planimetritos	2 días	lun 14/07/14	mar 15/07/14	\$0,00	\$3.840.000,00
Elaboración Memorias de Cálculo y Dimensionamiento	2 días	mié 16/07/14	jue 17/07/14	\$0,00	\$2.400.000,00
Elaboración Especificación Técnica	2 días	vie 18/07/14	lun 21/07/14	\$0,00	\$2.400.000,00
Típicos de Montaje	2 días	mar 22/07/14	mié 23/07/14	\$0,00	\$2.400.000,00
Planos as built	3 días	jue 24/07/14	lun 28/07/14	\$0,00	\$3.600.000,00
APROBACIÓN Y INICIO CONSTRUCCIÓN	2 días	mar 29/07/14	mié 30/07/14	\$0,00	\$0,00
DESARROLLO DEL PROYECTO	48 días	jue 31/07/14	lun 06/10/14	\$0,00	\$383.884.000,00
COMPRA DE EQUIPOS DE LARGA ENTREGA	30 días	jue 31/07/14	mié 10/09/14	\$0,00	\$344.000.000,00
Compra Válvula de Control	30 días	jue 31/07/14	mié 10/09/14	\$320.000.000,00	\$321.200.000,00
Compra de Sistema de Control (Tablero - Controlador - I/O)	10 días	jue 31/07/14	mié 13/08/14	\$10.000.000,00	\$10.400.000,00
Compra transmisores de presión	10 días	jue 31/07/14	mié 13/08/14	\$12.000.000,00	\$12.400.000,00
COMPRA DE EQUIPOS DE CORTA ENTREGA	10 días	jue 31/07/14	mié 13/08/14	\$0,00	\$14.380.000,00

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo fijo	Costo
Compra Tubería de proceso	5 días	jue 31/07/14	mié 06/08/14	\$5.000.000,00	\$5.200.000,00
Compra de accesorios	5 días	jue 31/07/14	mié 06/08/14	\$1.000.000,00	\$1.200.000,00
Cables de instrumentación	2 días	jue 31/07/14	vie 01/08/14	\$500.000,00	\$580.000,00
Tableros de control	10 días	jue 31/07/14	mié 13/08/14	\$7.000.000,00	\$7.400.000,00
PROCESO DE FABRICACIÓN SISTEMA DE REDUCCIÓN DE PRESIÓN	27 días	jue 07/08/14	vie 12/09/14	\$0,00	\$15.200.000,00
Corte, armado y soldadura de tubería de proceso	5 días	jue 07/08/14	mié 13/08/14	\$0,00	\$2.400.000,00
Corte, armado y soldadora soportaría	2 días	jue 07/08/14	vie 08/08/14	\$0,00	\$320.000,00
Armado y pintura	5 días	jue 14/08/14	mié 20/08/14	\$0,00	\$800.000,00
Ensamble tablero de control	5 días	jue 14/08/14	mié 20/08/14	\$0,00	\$2.000.000,00
Instalación instrumentación y accesorios de proceso	1 día	jue 21/08/14	jue 21/08/14	\$0,00	\$400.000,00
Instalación válvulas de control	1 día	jue 11/09/14	jue 11/09/14	\$0,00	\$400.000,00
Montaje de tubería y accesorios eléctricos	2 días	vie 22/08/14	lun 25/08/14	\$0,00	\$800.000,00
Cableado y conexión de instrumentos	1 día	mar 26/08/14	mar 26/08/14	\$0,00	\$400.000,00
Configuración de las lógicas de control de proceso	5 días	jue 14/08/14	mié 20/08/14	\$0,00	\$3.600.000,00
Pruebas de Lazo	2 días	mié 27/08/14	jue 28/08/14	\$0,00	\$2.240.000,00
Pruebas FAT	1 día	vie 12/09/14	vie 12/09/14	\$0,00	\$1.840.000,00
MONTAJE SISTEMA DE REDUCCIÓN DE PRESIÓN	13 días	lun 15/09/14	mié 01/10/14	\$0,00	\$6.944.000,00
Transporte del SKID Sistema Reducción de presión	5 días	lun 15/09/14	vie 19/09/14	\$0,00	\$2.000.000,00
Montaje en sitio	2 días	lun 22/09/14	mar 23/09/14	\$0,00	\$1.280.000,00
Conexión del SKID a tubería de proceso	2 días	mié 24/09/14	jue 25/09/14	\$0,00	\$480.000,00
Conexión de la base del SKID al sistema de puesta a tierra existente	1 día	vie 26/09/14	vie 26/09/14	\$0,00	\$400.000,00
Energización tableros de control y potencia	1 día	lun 29/09/14	lun 29/09/14	\$0,00	\$544.000,00
Pruebas de arranque motor	1 día	mar 30/09/14	mar 30/09/14	\$0,00	\$1.120.000,00
Energización y verificación de funcionamiento de cada uno de los instrumentos	1 día	mié 01/10/14	mié 01/10/14	\$0,00	\$1.120.000,00
PRUEBAS	3 días	jue 02/10/14	lun 06/10/14	\$0,00	\$3.360.000,00
Pruebas de Comisionamiento	1 día	jue 02/10/14	jue 02/10/14	\$0,00	\$1.120.000,00

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo fijo	Costo
Pruebas SAT	2 días	vie 03/10/14	lun 06/10/14	\$0,00	\$2.240.000,00
OPERACIÓN	5 días	mar 07/10/14	lun 13/10/14	\$0,00	\$5.600.000,00
PUESTA EN MARCHA	5 días	mar 07/10/14	lun 13/10/14	\$0,00	\$5.600.000,00
Puesta en Marcha Sistema Reducción de Presión	5 días	mar 07/10/14	lun 13/10/14	\$0,00	\$5.600.000,00
CIERRE DEL PROYECTO	13 días	mar 14/10/14	jue 30/10/14	\$0,00	\$9.360.000,00
ESTABILIZACIÓN	5 días	mar 14/10/14	lun 20/10/14	\$0,00	\$3.600.000,00
Periodo de Estabilización	5 días	mar 14/10/14	lun 20/10/14	\$0,00	\$3.600.000,00
ENTREGA	8 días	mar 21/10/14	jue 30/10/14	\$0,00	\$5.760.000,00
Entrega del Dossier	8 días	mar 21/10/14	jue 30/10/14	\$0,00	\$5.760.000,00

Tabla 4 Cronograma y Costo del Proyecto

3.11. RECURSOS DEL PROYECTO

RECURSOS DEL PROYECTO			
RECURSO	NOMBRE	CANTIDAD	COSTO
Personal Administrativo	Gerente Proyecto	1	\$150.000,00/hora
	Coordinador de Compras	1	\$50.000,00/hora
	Secretaria	1	\$20.000,00/hora
Personal Operativo	Ingeniero Junio I&C	1	\$90.000,00/hora
	Ingeniero Junio Mecánico	1	\$90.000,00/hora
	Coordinador de Ingeniería	1	\$120.000,00/hora
	Técnico de Instrumentación	1	\$50.000,00/hora
	Soldador	1	\$50.000,00/hora
	Armador	1	\$20.000,00/hora
	Ayudante	1	\$10.000,00/hora
Herramienta	Multímetro y herramienta menor	1	\$10.000,00/hora
	Equipos de Soldadura y herramienta	1	\$10.000,00/hora
Materiales (entregar al Cliente)	Válvulas de Control	4	\$320.000.000
	Sistema de Control	1	\$17.000.000
	Instrumentación de Campo	1	\$12.000.000
	Tubería de proceso	1	\$6.000.000
	Cables de Instrumentación	1	\$000.000

Tabla 5 Recursos del Proyecto

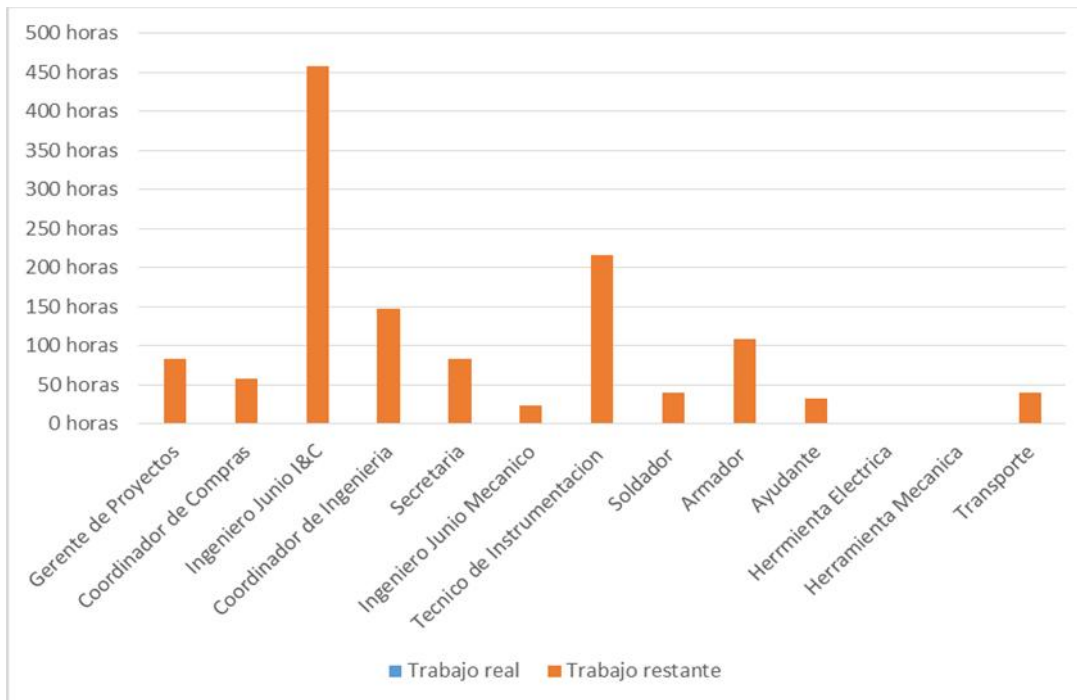


Ilustración 7 Recursos del Proyecto

3.12. PRECIO DE VENTA

A continuación se presentan el costo total del proyecto y la presión de venta:

COSTO DE VENTA PUBLICO	
Costo del Proyecto	\$451.044.000
Precio de Venta Mínimo	\$644.348.571
Precio de Venta Público	\$715.942.857

Tabla 6 Costo de Venta publico

6. CONCLUSIONES

- En el campo de la industria se ha detectado problemas con los sistemas de reducción de presión, problema sobre el cual realizamos el presente trabajo aplicando los conocimientos adquiridos en el desarrollo del programa de la Especialización de Instrumentación Electrónica, esta formación nos ha permitido estudiar, analizar y entender los sistemas de reducción de presión y los fenómenos asociados como cavitación, flujo chocado y golpe de ariete en las líneas y/o equipos.
- Con este trabajo se aplicó y se afianzo la metodología que se debe realizar durante el desarrollo del diseño e implementación de una solución a un problema de ingeniería desde la fase de conceptualización hasta la fase de detalle y construcción. Se adquirieron conocimientos en la elaboración de casos de negocio y costeo de proyectos de ingeniería.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Libro. Instrumentación Industrial. Antonio Creus Sole. 7ª edición.
- Fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK. Quinta Edition
- Emerson Process Management Control Valve Handbook. Fourth Edition
- <http://www.spiraxsarco.com/es/>
- <http://www.ocpecuador.com/es/funcionamento/como-funciona-una-estacion-de-reduccion-de-presion>