

**PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS
COMPUTACIONALES EN LA ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA SISTEMAS
DE TRANSPORTE Y APROVECHAMIENTO DE FLUIDOS**

NATALIA ESCOBAR RUGELES

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

2011

**PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS
COMPUTACIONALES EN LA ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA SISTEMAS
DE TRANSPORTE Y APROVECHAMIENTO DE FLUIDOS**

NATALIA ESCOBAR RUGELES

Trabajo de Grado para optar al título de

Ingeniero Mecánico

Director

NESTOR RAÚL D'CROZ TORRES

Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

2011

DEDICATORIA

*A la mujer que me vió nacer,
que me enseñó que en la vida no hay cosas imposibles,
sino hombres incapaces,
que luchó por mí hasta el último momento,
y que con su ejemplo me da las fuerzas para luchar a cada momento.*

Tu muñeca.

AGRADECIMIENTOS

Mis más profundos agradecimientos al Ingeniero Nestor Raúl D'croz, director de proyecto, por su confianza y buena disposición siempre; y por enseñarme lo valioso de ser un profesional íntegro, dedicado y exitoso en cada paso y meta propuesta.

A mis padres y a mi familia, por que siempre he contado con su apoyo, su motivación y su paciencia. Para ellos, el agradecimiento no solo será con este trabajo, sino con cada paso que dé de hoy en adelante.

A mis amigos, los de antes, los de ahora y los de siempre, aunque estemos lejos, gracias.

CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCIÓN.....	16
1 DISEÑO GENERAL DE LA ESTRATEGIA DE APLICACIÓN DEL SOFTWARE	18
1.1 Población objetivo.....	18
1.2 Área de contenido.....	18
1.3 Necesidad educativa que apoya	18
1.4 Objetivos al desarrollar los proyectos	19
1.5 Logros.....	19
2 PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA EL DESARROLLO EN LA ASIGNATURA.....	20
2.1 Generalidades	20
2.1.1 Sistema de Numeración de Proyectos.....	21
2.1.2 Descripción del Sistema de Bombeo de Crudo a Modelar.....	36
2.1.3 Identificación y Descripción de los Equipos del Sistema:.....	37
2.2 Diseño del modelo en el módulo de diagramas y equipos	37
2.3 Diseño del modelo en el módulo de diseño de plantas.....	39
2.3.1 Modelo 3D o Maqueta	40
2.3.2 Planimetrías	41
2.3.3 Planos Isométricos – ISO.....	41
2.4 Análisis del modelo en el módulo de análisis de esfuerzos en tubería	43
2.4.1 Generalidades a Aplicar en el Análisis de Esfuerzos.....	43

2.4.2	Aspectos Generales.....	44
2.4.3	Convenciones	45
2.4.4	Casos de Estudio	46
2.4.5	Casos de Carga.....	48
2.4.6	Datos de Proceso para los Cálculos	49
2.4.7	Análisis de Resultados y Observaciones	50
3	DESCRIPCIÓN DE LOS SOFTWARE	64
3.1	CADWorx [®] P&ID.....	64
3.1.1	Detalles del Producto.....	64
3.1.2	Áreas de aplicación.....	64
3.2	CADWorx [®] Plant.....	65
3.2.1	Detalles del Producto.....	65
3.2.2	Áreas de aplicación.....	65
3.3	CAESAR [®] II	66
3.3.1	Detalles del Producto.....	66
3.3.2	Áreas de aplicación.....	66
3.3.3	Bases de datos	67
3.3.4	Análisis estático.....	67
3.3.5	Normas disponibles.....	68
4	EVALUACIÓN DEL USO DE LAS HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES DENTRO DE LA ASIGNATURA.....	70
5	CONCLUSIONES.....	77
	BIBLIOGRAFÍA.....	79

ANEXOS.....80

LISTA DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1	EJEMPLO DEL CÓDIGO PARA LA NUMERACIÓN DE EQUIPOS 22
FIGURA 2	EJEMPLO DEL CÓDIGO PARA LA NUMERACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN.....28
FIGURA 3	EJEMPLO DEL CÓDIGO PARA LA NUMERACIÓN DE LÍNEAS....32
FIGURA 4	SISTEMA DE BOMBEO DE CRUDO A MODELAR37
FIGURA 5	ESTADO DE LAS BOMBAS BAJO EL CASO DE ESTUDIO 1.46
FIGURA 6	ESTADO DE LAS BOMBAS BAJO EL CASO DE ESTUDIO 2.47
FIGURA 7	ESTADO DE LAS BOMBAS BAJO EL CASO DE ESTUDIO 3.47
FIGURA 8	ESTADO DE LAS BOMBAS BAJO EL CASO DE ESTUDIO 4.48
FIGURA 9	DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS SUCCIÓN TUBERÍA BOMBAS BOOSTER51
FIGURA 10	ARREGLO FINAL DE TUBERÍA DE SUCCIÓN BOMBAS BOOSTER.54
FIGURA 11	ARREGLO FINAL DE TUBERÍA DE DESCARGA TANQUE.....54
FIGURA 12	DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS.....57
FIGURA 13	DESPLAZAMIENTO DE LA TUBERÍA ANALIZADA58
FIGURA 14	ARREGLO FINAL DE TUBERÍA DE DESCARGA BOMBAS BOOSTER A SUCCIÓN BOMBAS PRINCIPALES.61
FIGURA 15	RESPUESTAS ENCUESTA PREGUNTA 2.....71
FIGURA 16	RESPUESTAS ENCUESTA PREGUNTA 3.....71
FIGURA 17	RESPUESTAS ENCUESTA PREGUNTA 4.....72
FIGURA 18	RESPUESTAS ENCUESTA PREGUNTA 5.....73
FIGURA 19	RESPUESTAS ENCUESTA PREGUNTA 6.....73

FIGURA 20	RESPUESTAS ENCUESTA PREGUNTA 7.....	74
FIGURA 21	RESPUESTAS ENCUESTA PREGUNTA 8.....	74
FIGURA 22	RESPUESTAS ENCUESTA PREGUNTA 9.....	75
FIGURA 23	RESPUESTAS ENCUESTA PREGUNTA 10.....	76

LISTA DE TABLAS

	Pág
TABLA 1 IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS.....	29
TABLA 2 COMBINACIONES TÍPICAS DE LETRAS	31
TABLA 3 SISTEMA DE UNIDADES UTILIZADO.....	45
TABLA 4 DATOS DE PROCESO PARA LOS CÁLCULOS.....	49

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO A NORMATIVIDAD TÉCNICA DISPONIBLE EN CAESAR® II	81
ANEXO B TUTORIALES DE USO DE LAS APLICACIONES	87
ANEXO C PLANOS DESARROLLADOS DENTRO DEL PROYECTO	256
ANEXO D ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN TUBERÍAS	288
ANEXO E TUBERÍAS INDUSTRIALES, VÁLVULAS Y ACCESORIOS	302
ANEXO F ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES	313
ANEXO G GLOSARIO DE TÉRMINOS	361

RESUMEN

TÍTULO:

PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES EN LA ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA SISTEMAS DE TRANSPORTE Y APROVECHAMIENTO DE FLUIDOS¹

AUTOR:

NATALIA ESCOBAR RUGELES**

PALABRAS CLAVES:

Propuesta pedagógica, Sistemas de transporte, turbomaquinas, herramientas computacionales

CONTENIDO:

El objetivo de este trabajo consiste en presentar como propuesta pedagógica la aplicación de la herramienta para análisis de esfuerzos en tuberías CAESAR® II como complemento para el desarrollo del contenido teórico "Instalaciones Hidráulicas" de la asignatura Sistemas de Transporte y Aprovechamiento de Fluidos adscrita a la Escuela de Ingeniería Mecánica por medio de la realización de un análisis estático de esfuerzos de tubería en una instalación hidráulica para el transporte de hidrocarburos, según los siguientes casos de carga:

- Cargas por presión de diseño.
- Efectos de la expansión y/o contracción térmica.
- Efectos de soportes, anclajes y movimiento en terminales.

Para su uso dentro de la asignatura, adicionalmente se documentó el manejo del software mencionado anteriormente con el fin de permitir el uso de estos tutoriales como material de apoyo dentro del desarrollo de los proyectos en la asignatura.

El sistema de bombeo de analizado como ejemplo de los trabajos y planos que podría desarrollar el estudiante con las herramientas computacionales dentro de la asignatura fue un sistema de bombeo de crudo conformado por un tanque de almacenamiento vertical de 5.000 bbls, dos bombas booster y dos bombas principales de tipo centrífuga horizontal.

El ejemplo se desarrolló desde la etapa de ingeniería de proceso con el producto CADWorx® PI&ID, hasta los productos finales para construcción con la herramienta CADWorx® Plant Design Suite y análisis estático de esfuerzos con CAESAR® II, obteniendo en cada tramo los esfuerzos máximos según el diseño y permitiendo verificar el cumplimiento del código ASME B 31.4 de manera que los estudiantes entreguen como proyecto final el diseño de un sistema de bombeo muy cercano a la realidad.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Néstor Raúl D'Cross Torres

SUMMARY

TITLE:

PROPOSAL FOR THE APPLICATION OF COMPUTATIONAL TOOLS IN THE TEACHING OF THE SUBJECT FLUIDS TRANSPORTATION AND UTILIZATION SYSTEMS²

AUTHOR:

NATALIA ESCOBAR RUGELES**

KEY WORDS:

Pedagogic proposal, transportation systems, turbomachineries, computational tools.

CONTENT:

The objective of this work consists on presenting as a pedagogic proposal the application of the tool for the stress analysis in piping systems CAESAR[®] II as a complement for the development of the theoretical matter "Hydraulic Installations" of the subject Fluids Transportation and Utilization Systems assigned at the Mechanical Engineering School by realizing a static stress analysis of the piping in a hydraulic installation for hydrocarbon transportation, according to the following load cases:

- Design pressure loads.
- Effects of the thermal expansion and contraction.
- Effects of hangers, supports, anchorages, and terminal movements.

For the use into the subject, additionally it was documented the software before mentioned in order to allow using this tutorials as a support material in the development of the class projects.

The pumping system analyzed as an example of the works and drawings the students are capable of developing with the computational tools inside the subject, was a crude piping system shaped by a vertical storage tank of 5.000 barrels, two booster pumps and two principal pumps, horizontal centrifuge type.

The example was developed from the process engineering stage with the product CADWorx[®] PI&ID, to the final products for construction with the tool CADWorx[®] Plant Design Suite and the static stress analysis with CAESAR[®] II obtaining for each piece of tubing the maximum stress according to the design and allowing to verify the fulfilled of the ASME B 31.4 code, so that the students deliver as the final project a pumping system really close to reality.

* Degree work

** Physical-Mechanical Faculty, Mechanical Engineering School, Eng. Néstor Raúl D'Croz Torres

INTRODUCCIÓN

El estudiante de la asignatura “Sistemas de Transporte y Aprovechamiento de Fluidos” se encuentra en un nivel en el cual su conocimiento, junto con nuevas experiencias de aprendizaje, le permite desarrollar habilidades que lo lleven a pensar y a actuar como Ingeniero, desde tempranos años en la academia.

Desarrollar estrategias que permitan facilitar estos procesos de aprendizaje enfocándolos al análisis de ingeniería de proyectos comúnmente encontrados en la industria, junto al entorno teórico con que cuenta la asignatura, permitirá que el estudiante combine su conocimiento técnico con herramientas computacionales de última generación, logrando apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura y cultivando en los futuros profesionales una visión más amplia y real de diferentes procesos industriales.

El diseño de un sistema de tuberías consiste en el diseño de sus tuberías, bridas y su tortillería, empacaduras, válvulas, accesorios, filtros, trampas de vapor juntas de expansión. También incluye el diseño de los elementos de soporte, tales como zapatas, resortes y colgantes para garantizar que los diseños de tubería cumplan con los parámetros de estabilidad elástica (mecánica) de las líneas, en las condiciones de expansión térmica, sustentación y operación.

Incluir un análisis de esfuerzos como herramienta adicional en los diseños desarrollados por los estudiantes en la asignatura “Sistemas de Transporte y Aprovechamiento de Fluidos” brindará a los estudiantes herramientas para garantizar desde la academia que los diseños de tubería desarrollados como prácticas cumplan con los parámetros de estabilidad elástica (mecánica) de las líneas, en las condiciones de expansión térmica, sustentación y operación.

Un análisis de esfuerzos en tubería asistido por computador se realiza con el propósito de ejecutar un estudio adicional del diseño con miras a asegurar mediante una geometría y restricciones adecuadas, que las tuberías cumplan con los códigos de diseño aplicables en cuanto esfuerzos, cargas y desplazamientos se refiere.

1 DISEÑO GENERAL DE LA ESTRATEGIA DE APLICACIÓN DEL SOFTWARE

1.1 Población objetivo

Estudiantes adscritos a la Escuela de Ingeniería Mecánica, que se encuentren cursando la asignatura “Sistemas de Transporte y Aprovechamiento de Fluidos” como parte del desarrollo de los créditos requeridos para adquirir el título de Ingeniero Mecánico.

1.2 Área de contenido

El desarrollo de las prácticas está dirigido a complementar el contenido teórico impartido en la asignatura “Sistemas de Transporte y Aprovechamiento de Fluidos”; específicamente en el capítulo “**Instalaciones Hidráulicas**”.

1.3 Necesidad educativa que apoya

El desarrollo de este proyecto está encaminado a apoyar las siguientes necesidades:

- Poco uso de herramientas computacionales en los procesos de diseño dentro de la educación formal, generado por la falta de software licenciado disponibles para la enseñanza de las diferentes asignaturas.
- Actualización de los conocimientos a impartir a los estudiantes adaptados a las exigencias de la empresa y del mundo de hoy.
- La creciente demanda de profesionales altamente capacitados y la falta de oportunidades de formación en la academia para brindar oportunidades de trabajo a los profesionales recién egresados.

1.4 Objetivos al desarrollar los proyectos

El combinar el uso de herramientas computacionales con el desarrollo de los contenidos teóricos pretende:

- Brindar al estudiante un ambiente más interactivo entre los contenidos teóricos desarrollados a lo largo del semestre, con simulaciones con un grado mayor de acercamiento a aplicaciones reales.
- Desarrollar habilidades de ingeniería en el manejo de programas computacionales aplicables a la industria.

1.5 Logros

Los estudiantes, al interactuar con el software como herramienta pedagógica, estarán en la capacidad de:

- Desarrollar dentro del perfil de los futuros profesionales la habilidad de ejecutar proyectos que permitan demostrar sus capacidades y talentos, así como fortalecer la toma de decisiones en el ejercicio de sus labores.
- Mayor conocimiento por parte del estudiante de pre-grado de la tecnología de punta disponible en el mercado a nivel industrial.
- Alta competitividad de los egresados de la Escuela de Ingeniería Mecánica en el ámbito laboral.
- Aumentar la productividad de los futuros profesionales cuando entren a ser parte de grandes proyectos; dentro de su desarrollo laboral en compañías de ingeniería, realizando los mismos de manera integrada, ágil y eficaz.

2 PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA EL DESARROLLO EN LA ASIGNATURA

2.1 Generalidades

Paralelo al desarrollo del contenido del capítulo “Instalaciones Hidráulicas” que el estudiante adelantará dentro de la asignatura Sistemas de Transporte y Aprovechamiento de Fluidos; se irán diseñando los sistemas de bombeo a los cuales se aplicará el análisis de esfuerzos en tuberías con la herramienta CAESAR® II con el propósito de llevar a la práctica la teoría aprendida durante el semestre.

Para complementar el desarrollo del proyecto el estudiante, adicional al análisis de esfuerzos, complementará toda la etapa del diseño por medio de la realización de los planos básicos que hacen parte de un diseño de ingeniería utilizando las herramientas CADWorx® P&ID y CADWorx® Plant Design Suite permitiendo complementar la enseñanza de la cátedra con una visión más real de la terminología y de la ingeniería de diseño que se realiza en la industria.

Dentro de las etapas del diseño que debe seguir el estudiante están:

- Elaboración de planos P&ID
- Elaboración del modelo 3D – maqueta
- Análisis de esfuerzos en tubería con la herramienta CAESAR® II.
- Conclusiones, modificaciones y recomendaciones para mejorar el diseño basado en los resultados del análisis de esfuerzos.
- Elaboración de planimetrías (con el modelo 3D final modificado en CAESAR® II)
- Elaboración de planos isométricos

- Listado de materiales

Adicionalmente, el estudiante tendrá al alcance diferentes normas que le permitirán evaluar una gran variedad de sistemas y aplicaciones dentro de la industria. Para la presentación de la propuesta, la norma con la que se evaluará el sistema de bombeo es el código **ASME B 31.4** Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids. En el Anexo A de este documento se elaboró un resumen de las principales normas disponibles para evaluación de análisis de esfuerzos con CAESAR® II.

2.1.1 Sistema de Numeración de Proyectos

Parte esencial de un proyecto, consiste en como el ingeniero establezca un sistema de numeración que permita a cualquier usuario fácilmente identificar tanto el equipo, como la ubicación del mismo en la planta.

Dado que en un proyecto de ingeniería, es muy probable que empresas extranjeras entren a participar en la licitación de equipos, diseños detallados entre otras áreas, se acostumbra realizar un sistema de numeración e identificación de equipos en Inglés, lo cual permitiría que un grupo multidisciplinario interactúe y opine utilizando los diseños de ingeniería elaborados en la etapa de ingeniería básica.

Aplicando este sistema de numeración dentro del proyecto el estudiante desarrollará la habilidad de reconocer sistemas similares que se presentan en la industria dándole una ventaja en el momento que tenga que enfrentarse a diseños de ingeniería más complejos.

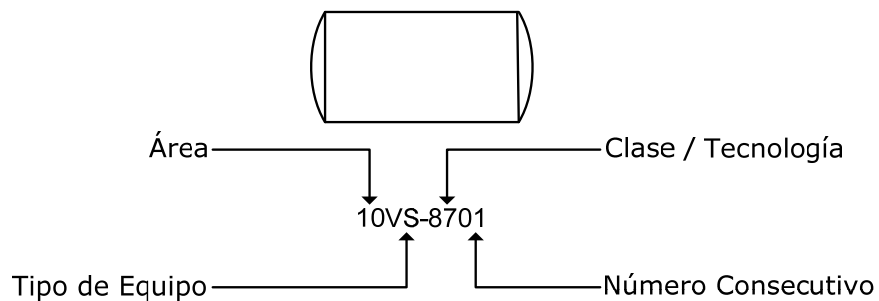
2.1.1.1 Numeración de Equipos

La numeración de equipos o “TAG” es clave en el desarrollo de cualquier proyecto. Cada equipo o instrumento instalado en un sistema; debe contener una identificación ÚNICA que permita, entre otras, identificar su ubicación, su clase, los mantenimientos y reparaciones que se le han ejecutado. Para nuestro proyecto, el “TAG” de los equipos constará de un sistema alfa-numérico compuesto como se muestra en el siguiente ejemplo:

Ejemplo:

Figura 1 Ejemplo del código para la numeración de Equipos

10VS-8701



- Área de Proceso: Separadores10
- Tipo de Equipo: Recipiente VS
- Clase/Tecnología: Trifásico87
- Número Secuencial de Equipo por Área (01-99): 0101

a. Áreas de Proceso

Lo primero que se debe identificar para realizar una adecuada numeración es las áreas principales de proceso en las que se puede dividir el proyecto. Para la explicación de este sistema de numeración, tomaremos como ejemplo una facilidad de producción y tratamiento de crudo la cual llamaremos Production Facility 1 – PF1 (Durante los ejemplos a realizarse en la materia, se podrán agregar más nombres a estas locaciones), que se divide en las siguientes áreas:

• Pozos, Líneas de flujo	Wells, flow lines and manifolds	00
• Separadores	Separators	10
• Tratamiento	Treatment	20
• Tanques	Tanks	30
• Medición	Measurement	40
• Generación	Generation	50
• Bombeo	Pumping	60
• Inyección de Agua	Injection	70
• Sistema contra Incendio	Fire water system	80
• Aire	Air	90

A cada una de estas áreas le hemos asignado un número de identificación, que permitirá identificar rápidamente la ubicación del equipo o el plano en el que estemos trabajando.

b. Tipo de Equipo

Corresponde a una letra con la cual se identifica de manera general de que equipo se está hablando. La sub división que se haga, depende del grado de detalle que quiera tener el Ingeniero en su proyecto.

Siguiendo con nuestro ejemplo, los equipos que generalmente se encuentran en una facilidad de producción de crudo son:

- Enfriadores Air Cooler AC
- Compresor Compressor K
- Filtro Filter FI
- Quemador Flare FL
- Celda de Flotación Float cell S
- Intercambiador Heat exchanger E
- Medidor Meter MT
- Misceláneo Miscellaneous ME
- Mezclador Mixer MX
- Motor Motor M
- Bomba Pump P
- Skid Skid SK
- Tanque Tank T (FWKO, storage, skimming tank, head tank)
- Turbina Turbine TB
- Recipiente Vessel VS (separators, gas boots, skimming vessels)
- Válvulas Valve V

c. Clase / Tecnología

Los tipos de equipos anteriormente definidos, pueden llegar a ser sub-divididos de manera que inmediatamente el usuario identifique un equipo en particular, este pueda conocer más detalles del mismo, sin necesidad de tener un data sheet detallado del mismo.

Este código será numérico e irá de 00 a 99. Para nuestro ejemplo utilizaremos las siguientes divisiones para cada uno de los tipos de equipos:

Air coolers [00-04]

- Fan 00
- Blower 01

Compressor [05-09]

- Reciprocating 05
- Rotary screw 06
- Rotary centrifugal 07

Filter [10-14]

Flare [15-19]

Float cells [20-24]

Heat Exchanger [25-29]

Meters [30-39]

- Coriolis Meters 30
- Orifice Plate Meters 31
- Positive Displacement Meters 32
- Turbine Meters 33

• Ultrasonic Meters	34
• Venturi Meters	35
• Others	36
Miscellaneous	[40-44]
Mixers[45-49]	
Motors	[50-59]
Pumps	
Centrifugal	[60-64]
• Horizontal	60
• Vertical	61
Positive Displacement	[65-69]
• Reciprocating	65
• Metering	66
• Rotary	67
Skids	[70-74]
• Air Instrument	70
• Chemical Injection	71
• Measurement	72

Tanks

Atmospheric [75-79]

- Float Roof 75
- Horizontal 76
- Vertical 77

Pressurized [80-84]

- Horizontal 80
- Vertical 81

Vessels [85-89]

- Gas boot 85
- 2-Phase Separator 86
- 3-Phase Separator 87
- Skimming 88

Valves [90-99]

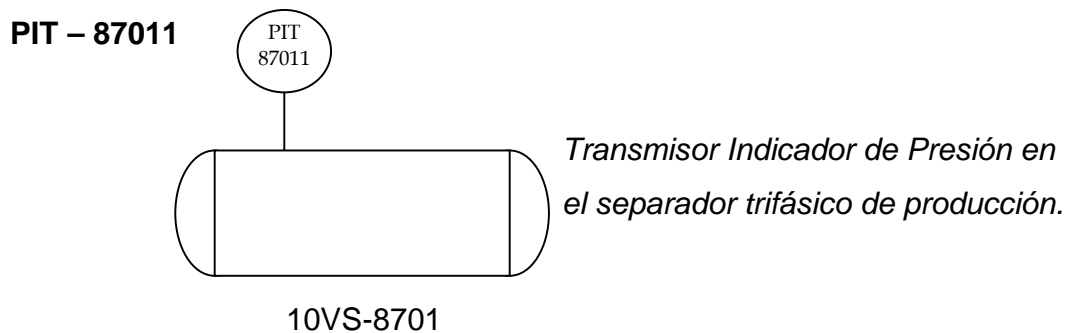
- Gate 90
- Ball 91
- Globe 92
- Plug 93
- Swing 94
- Check 95

- Needle 96
- Butterfly 97
- Pinch 98
- Diaphragm 99

2.1.1.2 Numeración de la Instrumentación

Ejemplo:

Figura 2 Ejemplo del código para la numeración de la Instrumentación.



- Tag del Equipo 10VS-8701
- Tipo de Instrumento según Norma ISA PIT
- Número del Equipo (Clase / Categoría + Número Consecutivo)...87 01
- Número secuencial por tipo de instrumento en el mismo equipo (1-9) 1

En los P&Ids se mostrará el tag del instrumento sin el tag del equipo (ver ejemplo en la figura superior).

- a. Tipo de Instrumento según Norma ISA

El uso de estas normas tienen como objetivo principal estandarizar el conjunto de símbolos utilizados para la designación de instrumentos de control y medición de señales que representan cada uno de los elementos de un sistema, con el fin de que puedan ser comprendidas de forma singular y de manera efectiva.

Letras de Identificación: La primera letra corresponde a la variable de entrada medida por el instrumento mientras que la segunda representa la acción realizada. Por ejemplo TT, representa un Transmisor de Temperatura. En la siguiente tabla se encuentra la variable y la acción para cada una de las letras de identificación.

Tabla 1 Identificación de instrumentos

	Primera Letra		Letra Sucesoras	
	Variable Inicial o Medida	Modificadora	Función	Modificadora
A	Análisis		Alarma	
B	Quemador	Booster		
C	Conductividad		Control	
D	Densidad	Diferencial		
E	Voltaje		Sensor (elemento primario)	
F	Tasa de flujo	Fracción		
G			Vidrio, instrumento de visión	
H	Manual			Alto
I	Corriente eléctrica		Indicación	Intermedio
J	Potencia	Exploración		
K	Tiempo, tiempo programado	Tasa de tiempo de cambio	Estación de control	
L	Nivel		Luz	Bajo
M	Humedad			
N				

	Primera Letra		Letra Sucesoras	
	Variable Inicial o Medida	Modificadora	Función	Modificadora
O			Orificio, restricción	
P	Presión, vacío		Punto (de prueba), conexión	
Q	Cantidad	Totalizador		
R	Radiación		Grabación	
S	Rapidez, frecuencia	Seguridad	Switche	
T	Temperatura		Trasmisor	
U	Multivariable		Multifunción	Multifunción
V	Vibración		Válvula	
W	Peso, fuerza		Pozo	
X		Eje X		
Y	Evento, estado, presencia	Eje Y	Repetidor, computadora, conversión	
Z	Posición, dimensión	Eje Z	Controlador (driver)	

Tabla 2 Combinaciones típicas de letras

Primera Letra	Variable Inicial o Medida	Controladores			Mecanismos de Lectura		Switches y Mecanismos de Alarma			Trasmisores		Solenoides, Relays y Mecanismos de Cómputo	Elemento Primario	Punto de Prueba	Mecanismos con Visor de Vidrio	Mecanismos de Seguridad
		Con Indicador	Ciego	Válvula Control con Actuador	Grabador	Con Indicador	Alto	Bajo	Comb	Con Indicador	Ciego					
A	Análisis													AP		
F	Rata de flujo	FIC	FC	FCV		FI	FSH	FSL		FIT	FT	FY	FE			
FQ	Cantidad de flujo				FQR	FQI						FQY				
FF	Razón de flujo												FFE			
H	Manual		HC						HS							
L	Nivel	LIC	LC	LCV		LI	LSH	LSL	LSHL	LIT	LT				LG	
P	Presión, vacío	PIC	PC	PCV		PI	PSH	PSL	PSHL	PIT	PT	PY	PSE			PSV
PD	Presión diferencial	PDI C	PDC			PDI				PDIT	PDT					
T	Temperatura	TIC	TC	TCV		TI	TSH	TSL	TSHL	TIT	TT	TY	TE			
TD	Temp diferencial					TDI				TDIT	TDT					
Y	Evento, estado, presencia	YIC	YC													
Z	Posición, dimensión	ZIC	ZC			ZI	ZSH	ZSL		ZIT	ZT					
V	Vibración	VIC	VC			VI	VSH	VSL	VSHL	VIT	VT		VE			

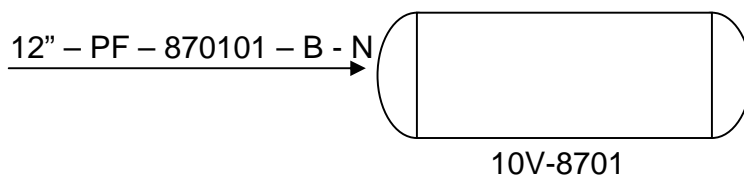
2.1.1.3 Numeración de Líneas

La numeración de líneas de los proyectos, generalmente tiene en cuenta detalles como el diámetro, servicio que presta, especificación, material entre otros. Toda la tubería de los proyectos debe identificarse como sigue:

Ejemplo

Figura 3 Ejemplo del código para la numeración de Líneas.

Designación de Línea: 12" – PF – 870101 – B – N



- Tamaño Nominal de Línea 12"
- Designación del Fluido PF
- Número del Equipo (Clase/Categoría + Número Consecutivo Equipo) .87 01
- Número Secuencial de Línea por Equipo (01- 99) 01
- Piping Class (ANSI 300).....B
- Tipo de Aislamiento (Sin Aislamiento) N

a. Designación del Fluido

- CI = Chemical injection
- CD = Closed Drain / Oil Drain
- CN = Condensate

- CO = Crude Oil
- FG = Fuel Gas
- FL = Flow line
- FO = Fuel Oil
- FS = Foaming Solution
- FW = Firewater
- G = Gas
- IA = Instrument Air
- IW = Industrial Water
- WI = Water Injection
- OD = Open Drain
- OWD = Oily Water Drain
- PW = Produced Water
- PF = Produced Well Fluids (Mixed Phase)
- TW = Potable Water/ Treated Water
- R = Relief
- RW = Raw Water
- SL = Sludge
- UA = Utility Air
- V = Vent (Atmospheric)
- WD = Water Drain

b. Piping Class

Símbolo	Pressure Rating
• A	ANSI 150
• B	ANSI 300

- C ANSI 600
- D ANSI 900
- E ANSI 1500
- U ANSI 125

c. Tipo de aislamiento

Símbolo	Descripción
• N	Sin Aislamiento
• PP	Protección Personal
• HC	Conservación de Calor
• SA	Pintura sin Aislamiento
• RU	Recubrimiento Bajo Tierra (Under Ground)
• UG	Bajo Tierra
• AG	Superficial

2.1.1.4 Designación de Isométricos

Todos los dibujos isométricos que se realicen de los proyectos deben designarse de la siguiente forma:

Ejemplo:

ISO – PF1 – 12” – PF – 870101 – A1 – 3/6

Hoja 3 de 6 del isométrico de la línea de 12” – PF – 870101 – A1

- Tipo de Dibujo ISO
- Nombre de la Facilidad: PF1 PF1
- Número de Línea 12” – PF – 870101 – A1
- Número de hoja.....3
- Hojas totales6

2.1.1.5 Numeración de Dibujos

Todos los dibujos que se realicen en el proyecto deben numerarse como se demuestra a continuación:

Ejemplo:

P&ID – PF1 – 1002 – 1/1

P&ID para el separador de producción 10V-9302

- Tipo de Dibujo P&ID
- Nombre de la Facilidad: PF1 PF1
- Área de Proceso 10
- Número Secuencial por Área (01-99).....02
- Número de hoja.....1
- Hojas totales1

a. Nombre de la Facilidad

PF1 = Facilidad de Producción 1

b. Tipos de Dibujos

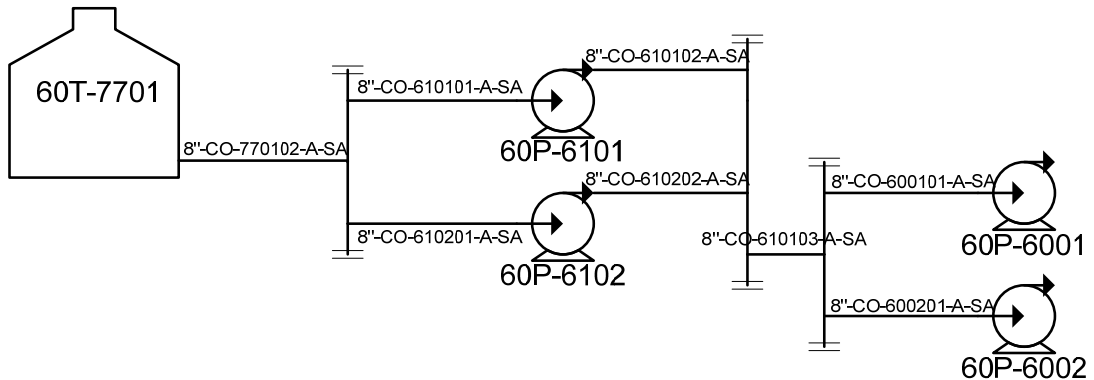
- ISO= Dibujos isométricos
- P&ID = P&IDs (diagramas de proceso)
- PIPE = Dibujos de tubería
- ELEC = Dibujos eléctricos
- INST = Dibujos de instrumentación (típicos)
- TANK = Dibujos de tanques y recipientes a presión
- DATA = Datasheets de equipos
- MATL = Listado de materiales
- CAESAR = Análisis de esfuerzos en tuberías

2.1.2 Descripción del Sistema de Bombeo de Crudo a Modelar

El sistema a modelar está conformado por un tanque de almacenamiento de de crudo de 5,000 bbls, dos bombas booster y dos bombas principales de tipo centrífuga horizontal. El crudo almacenado en dicho tanque tendrá una gravedad API de 29 y densidad de 0.03185 lb/in³.

El sistema será diseñado en tubería de 8" de material ASTM A-106 GR B. Las bombas booster succionaran del tanque de almacenamiento y descargarán a un cabezal común que será la succión de las bombas principales y que operará alrededor de las 60 psig y 120 °F por lo cual se utilizará un Rating ANSI 150, Schedule estándar. Las bombas principales podrán incrementar la presión hasta 1,800 psig por lo que esta sección del sistema estará diseñada con Rating ANSI 1500, Schedule 80 para tener un mayor espesor de pared. El caudal de crudo a bombear será de 15,000 BOPD.

Figura 4 Sistema de Bombeo de Crudo a Modelar



2.1.3 Identificación y Descripción de los Equipos del Sistema:

Utilizando la metodología diseñada para la codificación de equipos y líneas de los proyectos, descrita en el numeral 3.1.1., definimos la nomenclatura a utilizar para los equipos del sistema:

- Tanque de almacenamiento de crudo 60T-7701
- Bombas booster de crudo 60P-6101 / 02
- Bombas principales de crudo 60P-6001 / 02

2.2 Diseño del modelo en el módulo de diagramas y equipos

Dentro del proceso que seguirá el estudiante paralelo al desarrollo del contenido teórico adelantado está la elaboración de planos básicos con el fin de ilustrar al estudiante dentro de la terminología y la dinámica que involucra un diseño completo. Las actividades adelantadas por los estudiantes dentro del semestre estarán compuestas en gran medida de los principales componentes que los futuros profesionales enfrentarán en la industria dándole a los egresados de la

Universidad una ventaja y herramienta más al momento de desenvolverse dentro de las empresas de Ingeniería.

La primera etapa consiste en la elaboración del Diagrama de Instrumentación y Proceso; más conocido como P&ID por sus siglas en inglés (Piping and Instrumentation Diagram) el cual es una ilustración esquemática de la relación funcional de la tubería, la instrumentación y los componentes y equipos del sistema.

Para la elaboración de este plano el estudiante contará con el software especializado CADWorx® P&ID y en el Anexo B “Tutoriales de Uso de las Aplicaciones” se desarrolló un paso a paso sobre el uso de esta herramienta. Gracias al uso dentro de la materia de este software el estudiante aprenderá a reconocer la simbología estándar normalizada en este tipo de planos para la identificación de los diferentes tipos de válvulas, accesorios y equipos y se apoyará en el Sistema de numeración de proyectos desarrollado dentro del numeral 3.1.1.

El plano P&ID muestra toda la tubería incluida la secuencia de bifurcaciones, reductores, válvulas, equipo, instrumentación y lazos de control. Los planos P&ID son usados para operar el sistema de proceso.

Los planos P&ID a desarrollar debe incluir como mínimo:

- Instrumentación y designación
- Equipo mecánico con nombres y números
- Todas las válvulas y su identificación
- Tubería del proceso, tamaños e identificación

- Misceláneos: venteos, drenajes, accesorios especiales, líneas de muestreo y reductores, entre otros.
- Direcciones de flujo
- Interfaces del cambio de clase de la tubería.

El P&ID no debe incluir:

- Rating o capacidad de los equipos.
- Datos de presión, temperatura y flujo.
- Codos, tees y accesorios estándar similares.

En el Anexo C. “Planos Desarrollados dentro del Proyecto” se elaboró el P&ID básico del sistema de bombeo de crudo a modelar descrito en el numeral 3.1.2. Los estudiantes deberán presentar esta primera etapa de ilustración esquemática dentro de las dos (2) semanas siguientes a la asignación de los proyectos a elaborar en el semestre.

2.3 Diseño del modelo en el módulo de diseño de plantas

El estudiante dibujará en el módulo de diseño de plantas las secciones de tubería que finalmente se analizarán en CAESAR[®] II, usando el software CadWORX[®] PLANT. Esta es una herramienta muy amigable e interactúa en entorno de AutoCad por lo que su uso es sencillo disminuyendo el uso requerido para la elaboración del layout de tubería. Para tal fin, se elaboró en el Anexo B. “Tutoriales de uso de las aplicaciones” un paso a paso sobre los principales aplicativos con los que cuenta esta herramienta.

Gracias a la funcionalidad y a las herramientas que tiene este software, el módulo de CadWORX® PLANT permitirá la elaboración de los siguientes planos dentro del proyecto.

2.3.1 Modelo 3D o Maqueta

Es un modelo o reproducción a escala reducida en la que se presenta a escala la localización y dimensiones de estructuras, equipos, racks, tubería; entre otros.

Ventajas:

- Facilita la interpretación del diseño.
- Se identifica fácilmente las posibles interferencias de tuberías con equipos y estructuras, lo que no se logra fácilmente con los planos isométricos.
- Auxiliar en la fase inicial de construcción.
- Auxiliar para la evaluación del avance de la construcción.
- Auxiliar durante el adiestramiento del personal para el arranque y operación de la planta.
- Minimiza los errores de ingeniería durante la construcción.

Para el desarrollo del proyecto, se elaboraron los modelos 3D en dos secciones. La primera va desde la salida del tanque a la succión de las bombas booster, y la segunda desde la descarga de las bombas booster a la salida de las bombas principales. Esto también con el fin de analizar estos dos tramos de tubería por separado en el software CAESAR® II.

En el Anexo C. “Planos desarrollados dentro del Proyecto” se elaboró el modelo 3D inicialmente diseñado y el modelo final con las modificaciones elaboradas una

vez se finalizó el análisis de esfuerzos, para cada uno de las secciones del sistema anteriormente mencionadas.

2.3.2 Planimetrías

Es un documento de diseño en el cual se muestra la trayectoria horizontal y elevaciones de las tuberías.

Se elabora al tener elaborado el arreglo de equipo y ya establecidas las rutas de las tuberías, para lo cual se divide la planta en áreas o secciones y en cada plano se presenta una sección, esto tiene la finalidad de no presentar mucha información en un solo plano que dificulte su interpretación.

Para el desarrollo del proyecto, se elaboraron las planimetrías en dos secciones. La primera va desde la salida del tanque a la succión de las bombas booster, y la segunda desde la descarga de las bombas booster a la salida de las bombas principales. Esto también con el fin de analizar estos dos tramos de tubería por separado en el software CAESAR® II.

En el Anexo C “Planos desarrollados dentro del Proyecto” se elaboró la vista de planta inicialmente diseñada y la vista final con las modificaciones elaboradas una vez se finalizó el análisis de esfuerzos, para cada uno de las secciones del sistema anteriormente mencionadas.

2.3.3 Planos Isométricos – ISO

Es un documento en el cual se presenta tridimensionalmente la trayectoria seguida por las tuberías, así como las especificaciones de esta y sus accesorios. También pueden incluirse con ellos una lista de materiales.

Los dibujos isométricos se crean una vez terminadas las vistas en planta y elevación. Algunos programas de CAD para tuberías permiten que el usuario cree el sistema de tuberías tridimensional, generando entonces, de manera automática, las vistas isométricas.

a. Objetivos

- Mostrar en detalle las rutas seguidas por la tubería, esto facilitará la labor de aquellos que instalarán la tubería en la planta.
- Rápidamente y con pocas probabilidades de omisiones se puede elaborar la lista de materiales a partir de este plano, ya que se presentan de manera clara todas las conexiones y accesorios que hay en cada línea.

b. Información contenida en el plano isométrico

- Todas las tuberías, indicando su número de línea y longitud
- Todos los accesorios, ramificaciones e instrumentos, indicando su identificación.
- Direcciones de la tubería.

c. Consideraciones

- No se dibujan a escala.
- Este plano debe orientarse de manera consistente, generalmente se orientan hacia el lado izquierdo del plano 30 grados sobre la horizontal.
- Las líneas deben estar acotadas empleando las coordenadas de la planta y refiriendo estas a la línea de centro o a cara de brida de equipo.
- Las líneas que continúan en otro isométrico deberán puntearse e identificar el plano en que continúan.
- Indicar giros mediante grados y sentido.
- Indicar pendientes en líneas que lo requieran en porcentaje.
- Indicar puntos de soporte.

CadWORX[®] PLANT cuenta con una aplicación para la generación automática de isométricos que se describe en el Anexo B. “Tutoriales de uso de las aplicaciones”. Al generar este plano también se genera automáticamente el listado de materiales.

En el Anexo C “Planos desarrollados dentro del Proyecto” se elaboraron los planos isométricos del diseño final con las modificaciones elaboradas una vez se finalizó el análisis de esfuerzos, para cada uno de las secciones del sistema anteriormente mencionadas.

2.4 Análisis del modelo en el módulo de análisis de esfuerzos en tubería

2.4.1 Generalidades a Aplicar en el Análisis de Esfuerzos.

El primer objetivo de la práctica a realizar por el Estudiante es aplicar un análisis estático de esfuerzos por flexibilidad a los sistemas estudiados y diseñados dentro de la asignatura para verificar que los esfuerzos producidos en la tubería por los distintos tipos de carga estén dentro de los valores admisibles, a objeto de comprobar que las cargas sobre los equipos no sobrepasen los valores límites, satisfaciendo así los criterios del código a emplear.

Si como resultado del análisis computacional realizado en CAESAR[®] II, el sistema no posee suficiente flexibilidad y/o no es capaz de resistir las cargas sometidas o estáticas (efectos de la gravedad) que son las que se evaluarán dentro del alcance de este proyecto; se dispone de los siguientes recursos que pueden aplicar los estudiantes:

- a. Reubicación de soportes
- b. Modificación del tipo de soporte en puntos específicos
- c. Utilización de soportes flexibles

- d. Modificación parcial del recorrido de la línea en zonas específicas
- e. Utilización de lazos de expansión

El análisis de flexibilidad tiene por objeto verificar que los esfuerzos en la tubería, los esfuerzos en componentes locales del sistema y las fuerzas y momentos en los puntos terminales, estén dentro de límites aceptables, en todas las fases de operación normal y anormal, durante toda la vida del sistema diseñado.

En el Anexo D “Análisis de esfuerzos en tuberías” se realizó una descripción de la filosofía a seguir al realizar un análisis de esfuerzos en tuberías y de algunas reglas para el diseño de soporte de tuberías.

2.4.2 Aspectos Generales

Para el análisis del proyecto, se establecieron como parámetros generales los aspectos que se enuncian a continuación. A lo largo de la aplicación del software en la materia; estos pueden ser modificados de acuerdo a los proyectos que se van a simular.

- Mantener los esfuerzos en las tuberías por debajo de los límites permisibles a las condiciones de diseño, determinados por el código ASME B31.4.
- El coeficiente de fricción entre soportes (metal – metal) es 0.3 (μ).
- El espacio libre que permite un movimiento mínimo entre la tubería y una restricción. El “GAP” debe ser de 3 mm, a menos que se especifique otro valor.
- El factor de tolerancia a la corrosión será de 3.1750 mm.
- Para las condiciones de sitio se utilizó $T_{amb} = 80$ °F como temperatura ambiente.

- El sistema de unidades utilizado se denominó UIS.FIL y se presenta a continuación:

Tabla 3 Sistema de unidades utilizado.

ITEM	Internal Units	Constant	User Units	ITEM	Internal Units	Constant	User Units
Length	inches	× 25.4	= mm.	Fluid Den.	lbs./cu.in. × 1	=	lb./cu.in.
Force	pounds	× 1	= lb.	Transl.	lbs./in. × 1	=	lb./in.
Mass-dynamics	pounds	× 1	= lbm	Rotl. Stiff.	in-lb/deg × 1	=	in.lb./deg
Moment-input	in.-lb.	× 1	= in.lb.	Unif. Load	lb./in. × 1	=	lb./in.
Moment-output	in.-lb.	× 0.083333	= ft.lb.	G Load	g's × 1	=	g's
Stress	lbs./sq.in.	× 1	= lb./sq.in.	Wind Load	lbs./sq.in. × 144	=	lb./sq.ft.
Temp. Scale	degrees F	× 1	= F	Elevation	inches × 25.4	=	mm.
Pressure	psig	× 1	= lb./sq.in.	Cmpd Lng	inches × 25.4	=	mm.
Elastic Modulus	lbs./sq.in.	× 1	= lb./sq.in.	Diameter	inches × 1	=	in.
Pipe Density	lbs./cu.in.	× 1	= lb./cu.in.	Thickness	inches × 1	=	in.
Insulation Den.	lbs./cu.in.	× 1	= lb./cu.in.	Nominals		=	ON
Units File Label:		UIS					

2.4.3 Convenciones

En los modelos y lectura de resultados, se utilizarán las siguientes convenciones básicas:

- T₁ = Temperatura 1 = temperatura de operación bajo caso de estudio 1.
- T₂ = Temperatura 2 = temperatura de operación bajo caso de estudio 2.
- T₃ = Temperatura 3 = temperatura de operación bajo caso de estudio 3.
- T₄ = Temperatura 4 = temperatura de operación bajo caso de estudio 4.
- P₁ = Presión 1 = presión de operación bajo caso de estudio 1.
- P₂ = Presión 2 = presión de operación bajo caso de estudio 2.

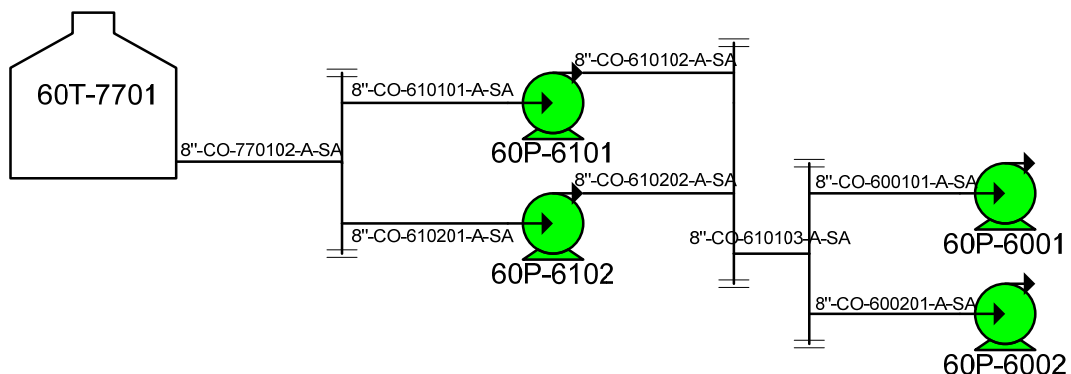
- P_3 = Presión 3 = presión operación bajo caso de estudio 3.
- P_4 = Presión 4 = presión operación bajo caso de estudio 4.
- W = Peso de tubería.
- P_{hyd} = Condición de la prueba hidrostática teniendo en cuenta la presión de prueba, llenado con agua.
- OPE = Operación del sistema (SUS + EXP).
- SUS = Sustentación o condición con cargas primarias.
- EXP = Expansión térmica o condición con cargas secundarias.

2.4.4 Casos de Estudio

Para cada uno de los siguientes casos, se han definido condiciones propias de operación para evaluar el sistema de bombeo en sus diferentes formas de operación, se explicará gráficamente cada uno de estos casos para mejorar su interpretación. Convenciones: Verde (encendido), Rojo (apagado).

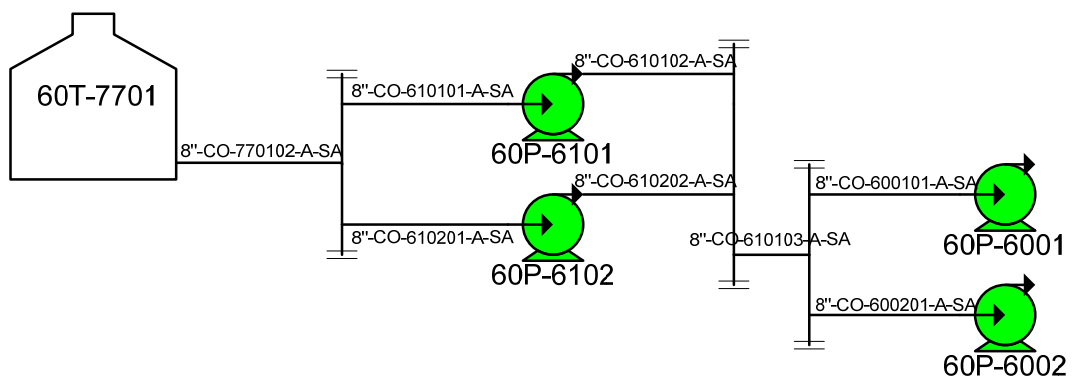
Caso de Estudio 1: Todas las bombas encendidas y se evalúan las tuberías en condiciones de operación según los datos establecidos en la tabla 2.4.

Figura 5 Estado de las bombas bajo el caso de estudio 1.



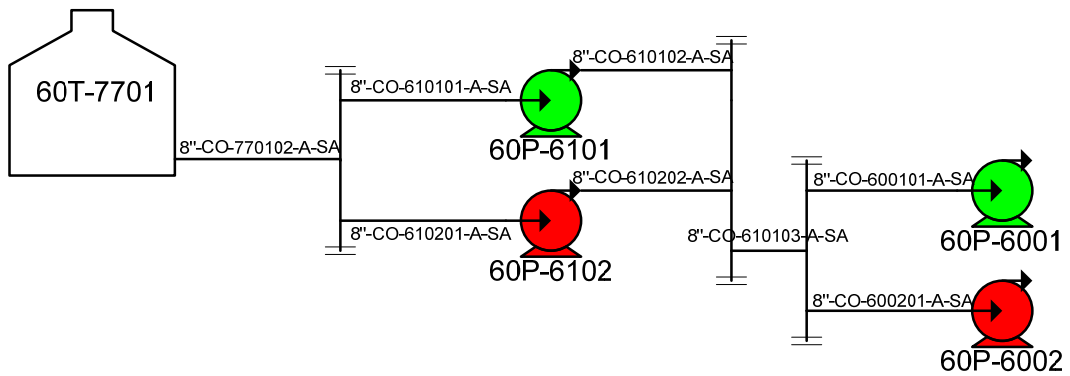
Caso de Estudio 2: Todas las bombas encendidas y se evalúan las tuberías en condiciones de diseño según los datos establecidos en la tabla 2.4.

Figura 6 Estado de las bombas bajo el caso de estudio 2.



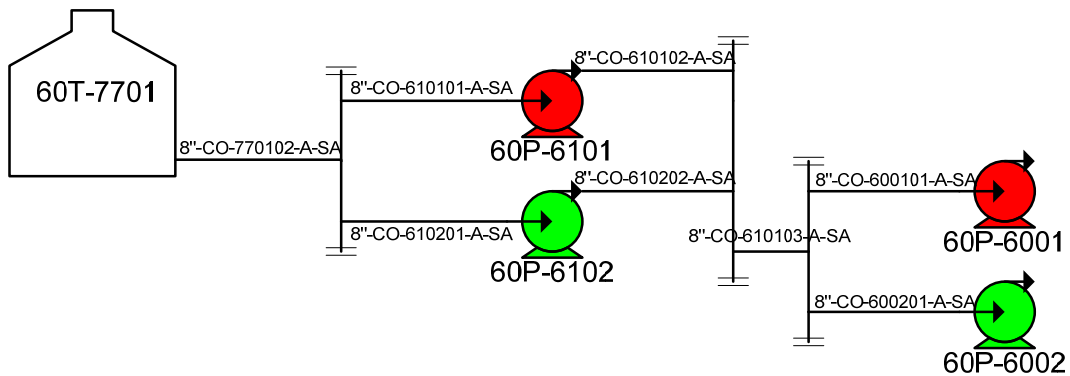
Caso de Estudio 3: En las bombas encendidas (tren uno) las tuberías se evalúan con presión y temperatura según condiciones de operación establecidas en la tabla 2.4. En las bombas apagadas las tuberías se evalúan con condiciones ambiente.

Figura 7 Estado de las bombas bajo el caso de estudio 3.



Condición 4: En las bombas encendidas (tres) las tuberías se evalúan con presión y temperatura según condiciones de operación establecidas en la tabla 2.4. En las bombas apagadas las tuberías se evalúan con condiciones ambiente.

Figura 8 Estado de las bombas bajo el caso de estudio 4.



2.4.5 Casos de Carga

Los casos de carga que se evaluarán en el sistema se describen a continuación:

$L_1 = \text{CASO 1 (HYD): } WW + P_{\text{hyd}}$

$L_2 = \text{CASO 2 (OPE): } W + T_1 + P_1$

$L_3 = \text{CASO 3 (OPE): } W + T_2 + P_2$

$L_4 = \text{CASO 4 (OPE): } W + T_3 + P_3$

$L_5 = \text{CASO 5 (OPE): } W + T_4 + P_4$

$L_6 = \text{CASO 6 (SUS): } W + P_1$

$L_7 = \text{CASO 7 (SUS): } W + P_2$

$L_8 = \text{CASO 8 (SUS): } W + P_3$

$L_9 = \text{CASO 9 (SUS): } W + P_4$

$L_{10} = \text{CASO 10 (EXP): } L_2 - L_6$

$L_{11} = \text{CASO 11 (EXP): } L_3 - L_7$

$L_{12} = \text{CASO 12 (EXP): } L_4 - L_8$

$L_{13} = \text{CASO 13 (EXP): } L_5 - L_9$

2.4.6 Datos de Proceso para los Cálculos

A continuación se muestra una tabla, en donde se indican los datos de procesos, que se utilizaron para los cálculos con el CAESAR[®] II.

Tabla 4 Datos de Proceso para los Cálculos.

Cálculo	Líneas de estudio	Operación		Diseño		Densidad (Lb/cu.in)	Equipo asociado. Boquilla.
		P.(Psi)	T.(°F)	P.(Psi)	T.(°F)		
Succión bombas Booster	8"-CO-610101-A-SA	5	120	55	170	0.03588	Succión bomba 60P-6101
	8"-CO-610201-A-SA	5	120	55	170	0.03588	Succión bomba 60P-6102
	8"-CO-770102-A-SA	5	120	55	170	0.03588	Salida del tanque 60T-7701

Cálculo	Líneas de estudio	Operación		Diseño		Densidad (Lb/cu.in)	Equipo asociado. Boquilla.
		P.(Psi)	T.(°F)	P.(Psi)	T.(°F)		
Descarga bombas Booster a succión bombas principales.	8"-CO-610102-A-SA	60	120	110	170	0.03588	Descarga bomba 60P-6101
	8"-CO-610202-A-SA	60	120	110	170	0.03588	Descarga bomba 60P-6102
	8"-CO-610103-A-SA	60	120	110	170	0.03588	-
	8"-CO-600101-A-SA	60	120	1980	170	0.03588	Succión bomba P-60P-6001
	8"-CO-600201-A-SA	60	120	1980	170	0.03588	Succión bomba P-60P-6002

2.4.7 Análisis de Resultados y Observaciones

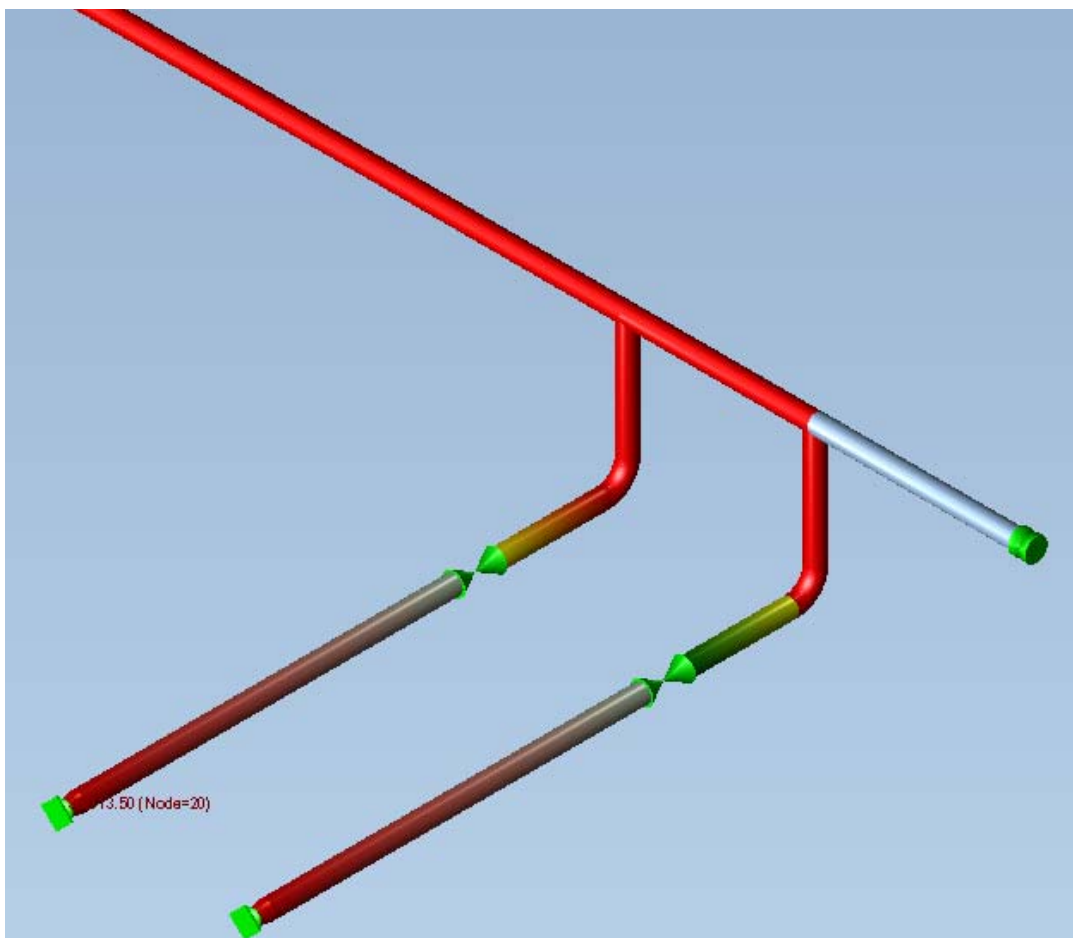
Para los casos analizados, los esfuerzos generados en el sistema de tuberías deben ser inferiores a los máximos permisibles por el código de diseño (ASME B31.4).

2.4.7.1 Succión bombas Booster

El diseño que va desde la descarga del tanque 60T-7701 hasta la succión de las bombas booster se caracterizó por tener largas trayectorias de tubería recta con el fin de analizar qué resultados tendría el Estudiante para este tipo de distribución de tubería, comúnmente encontrada en las instalaciones de las facilidades petroleras.

Al correr el análisis estático en CAESAR[®] II del modelo diseñado para esta sección de tubería se identificó que el modelo fallaba para nueve de los trece casos analizados. El resumen de los resultados obtenidos se muestra a continuación.

Figura 9 Distribución de esfuerzos succión tubería bombas booster



- a. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 1 (HYD) WW+HP
- Code Stress Ratio (%): 1083.3 @Node 70
 - Code Stress: 341251.9 (lb./sq.in.)

- Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- b. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 2 (OPE) W+T1+P1
 - OPE Stress Ratio (%): 1098.8 @Node 20
 - OPE Stress: 346113.5 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- c. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 3 (OPE) W+T2+P2
 - OPE Stress Ratio (%): 1099.6 @Node 20
 - OPE Stress: 346385.4 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- d. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 4 (OPE) W+T3+P3
 - OPE Stress Ratio (%): 1099.2 @Node 20
 - OPE Stress: 346247.6 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- e. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 5 (OPE) W+T4+P4
 - OPE Stress Ratio (%): 1098.3 @Node 20
 - OPE Stress: 345951.7 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- f. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 6 (SUS) W+P1
 - CodeStress Ratio (%): 1711.3 @Node 70
 - Code Stress: 323437.6 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- g. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 7 (SUS) W+P2
 - CodeStress Ratio (%): 1712.9 @Node 70
 - Code Stress: 323735.4 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- h. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 8 (SUS) W+P3
 - CodeStress Ratio (%): 1711.3 @Node 70
 - Code Stress: 323437.6 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)

- i. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 9 (SUS) W+P4
 - CodeStress Ratio (%): 1711.3 @Node 70
 - Code Stress: 323437.6 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- j. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 10 (EXP) T1
 - CodeStress Ratio (%): 1.3 @Node 179
 - Code Stress: 330.3 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)
- k. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 11 (EXP) T2
 - CodeStress Ratio (%): 3.9 @Node 179
 - Code Stress: 971.7 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)
- l. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 12 (EXP) T3
 - CodeStress Ratio (%): 2.4 @Node 90
 - Code Stress: 594.8 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)
- m. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 13 (EXP) T4
 - CodeStress Ratio (%): 2.7 @Node 70
 - Code Stress: 676.0 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)

Del análisis de los datos se determinó que los esfuerzos más altos se concentran en los nodos 20, 90, 70 y 179 que corresponden a las boquillas de succión las bombas booster 60P-6101/02, y en la línea principal respectivamente. Adicionalmente, el análisis gráfico dio como resultado una concentración de esfuerzos a la succión de las bombas booster.

El siguiente paso debe ser modificar el diseño para que pase el análisis de esfuerzos esté dentro de los límites permisibles. De las estrategias descritas en el numeral 2.4.1 se le aplicaron al diseño las siguientes modificaciones:

- a. Ubicación de soportes y guías: Según las reglas de diseño para soportes de tubería descritas en el numeral D.3. se ubicaron soportes rígidos verticales y guías a lo largo de toda la tubería con el fin de aliviar los esfuerzos observados a lo largo del recorrido.

Figura 10 Arreglo final de tubería de succión bombas booster.

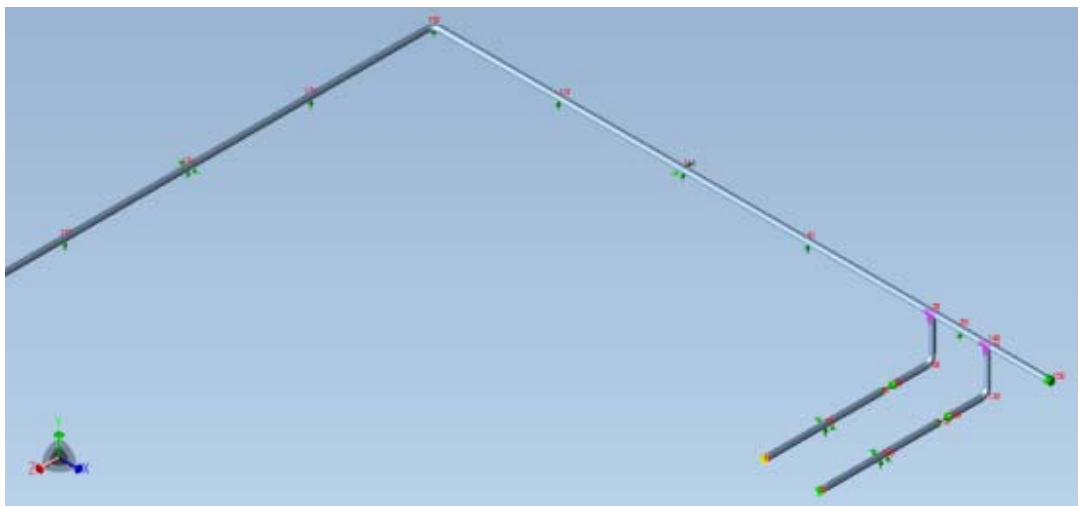


Figura 11 Arreglo final de tubería de descarga tanque.



Una vez ubicados estos soportes se corrió nuevamente el análisis estático del sistema de tubería modificando logrando obtener resultados dentro de los límites de la norma para todos los casos de estudio. El resumen de los resultados obtenidos del análisis utilizando CAESAR[®] II se enuncian a continuación.

- a. **CODE STRESS CHECK PASSED** : LOADCASE 1 (HYD) WW+HP
 - CodeStress Ratio (%): 15.2 @Node 75
 - Code Stress: 4773.4 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- b. **CODE STRESS CHECK PASSED** : LOADCASE 2 (OPE) W+T1+P1
 - OPE Stress Ratio (%): 13.3 @Node 75
 - OPE Stress: 4188.4 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- c. **NO CODE STRESS CHECK PROCESSED: LOADCASE 3 (OPE) W+T2+P2**
 - OPE Stress Ratio (%): 0.0 @Node 179
 - OPE Stress: 7680.6 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 0.0 (lb./sq.in.)
- d. **CODE STRESS CHECK PASSED** : LOADCASE 4 (OPE) W+T3+P3
 - OPE Stress Ratio (%): 13.6 @Node 75

- OPE Stress: 4297.7 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- e. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 5 (OPE) W+T4+P4
- OPE Stress Ratio (%): 13.6 @Node 75
 - OPE Stress: 4278.9 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- f. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 6 (SUS) W+P1
- CodeStress Ratio (%): 21.9 @Node 75
 - Code Stress: 4138.0 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- g. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 7 (SUS) W+P2
- CodeStress Ratio (%): 23.5 @Node 75
 - Code Stress: 4435.8 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- h. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 8 (SUS) W+P3
- CodeStress Ratio (%): 21.9 @Node 75
 - Code Stress: 4138.0 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- i. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 9 (SUS) W+P4
- CodeStress Ratio (%): 21.9 @Node 75
 - Code Stress: 4138.0 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- j. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 10 (EXP) L10=L2-L6
- CodeStress Ratio (%): 15.5 @Node 179
 - Code Stress: 3916.7 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)
- k. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 11 (EXP) L11=L3-L6
- CodeStress Ratio (%): 30.7 @Node 179
 - Code Stress: 7726.8 (lb./sq.in.)

- Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)
- I. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 12 (EXP) L12=L4-L6
- CodeStress Ratio (%): 15.6 @Node 179
 - Code Stress: 3918.9 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)
- m. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 13 (EXP) L13=L5-L6
- CodeStress Ratio (%): 15.5 @Node 179
 - Code Stress: 3918.4 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)

2.4.7.2 Descarga bombas Booster a succión bombas principales.

El diseño inicial de la tubería que va desde la descarga bombas Booster a succión bombas principales se caracterizó por ser un diseño sencillo con un manifold común tanto para la descarga de las bombas booster como para la succión de las bombas principales.

Al correr el análisis estático en CAESAR[®] II del modelo diseñado para esta sección de tubería se identificó que el modelo fallaba para ocho de los trece casos analizados. El resumen de los resultados obtenidos se muestra a continuación.

Figura 12 Distribución de esfuerzos

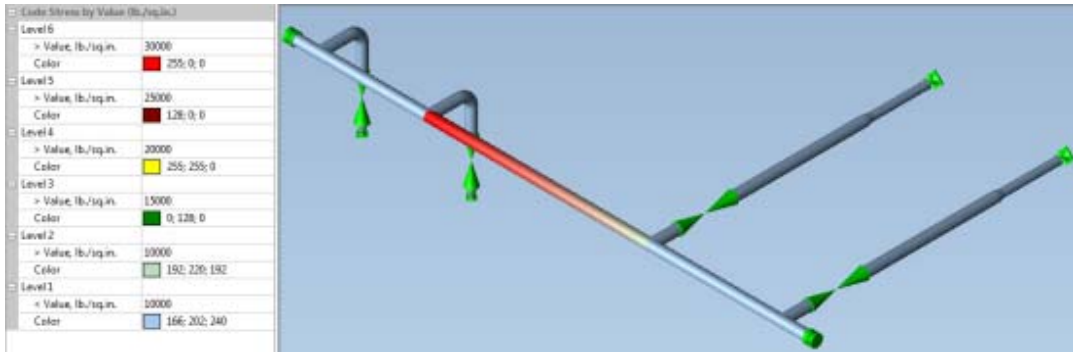
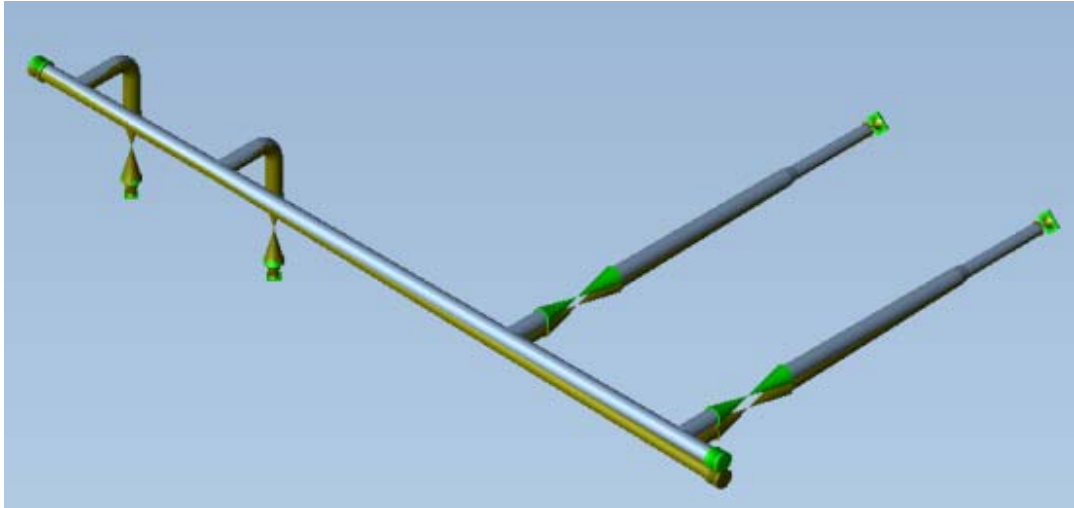


Figura 13 Desplazamiento de la tubería analizada



- a. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 1 (HYD) WW+HP
- CodeStress Ratio (%): 148.3 @Node 280
 - Code Stress: 46728.2 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- b. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 2 (OPE) W+T₁+P₁
- OPE Stress Ratio (%): 102.0 @Node 170
 - OPE Stress: 32130.8 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)

- c. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 3 (OPE) W+T₂+P₂
 - OPE Stress Ratio (%): 119.0 @Node 170
 - OPE Stress: 37471.0 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- d. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 4 (OPE) W+T₃+P₃
 - OPE Stress Ratio (%): 119.7 @Node 280
 - OPE Stress: 37714.0 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- e. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 5 (OPE) W+T₄+P₄
 - OPE Stress Ratio (%): 85.2 @Node 170
 - OPE Stress: 26852.3 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- f. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 6 (SUS) W+P₁
 - CodeStress Ratio (%): 195.9 @Node 280
 - Code Stress: 37028.7 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- g. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 7 (SUS) W+P₂
 - CodeStress Ratio (%): 227.4 @Node 280
 - Code Stress: 42983.3 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- h. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 8 (SUS) W+P₃
 - CodeStress Ratio (%): 195.4 @Node 280
 - Code Stress: 36923.7 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- i. CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 9 (SUS) W+P₄
 - CodeStress Ratio (%): 195.9 @Node 280
 - Code Stress: 37028.7 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- j. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 10 (EXP) T₁

- CodeStress Ratio (%): 28.0 @Node 20
 - Code Stress: 7062.4 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)
- k. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 11 (EXP) T₂
- CodeStress Ratio (%): 57.2 @Node 20
 - Code Stress: 14410.6 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)
- l. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 12 (EXP) T₃
- CodeStress Ratio (%): 33.0 @Node 170
 - Code Stress: 8320.7 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)
- m. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 13 (EXP) T₄
- CodeStress Ratio (%): 32.8 @Node 20
 - Code Stress: 8260.0 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)

Del análisis de los datos se determinó que los esfuerzos más altos se concentran en los nodos 20, 170 y 280 que corresponden a las boquillas de las bombas booster 60P-6101/02 y la bomba principal 60P-6001 respectivamente. Adicionalmente, el análisis gráfico dio como resultado una concentración de esfuerzos entre los nodos 90 a 100.

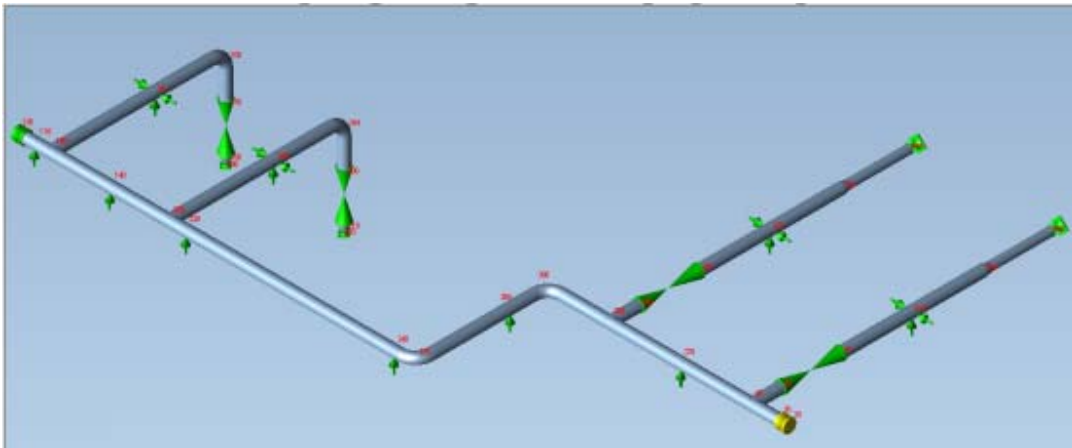
El siguiente paso debe ser modificar el diseño para que pase el análisis de esfuerzos esté dentro de los límites permisibles. De las estrategias descritas en el numeral 2.4.1 se le aplicaron al diseño las siguientes modificaciones:

- a. Ubicación de soportes y guías: Soportes rígidos verticales se ubicaron a lo largo de toda la tubería con el fin de corregir el desplazamiento de la tubería observado en el análisis previo. Adicionalmente se instalaron guías en los

tramos de succión y descarga para permitir desplazamientos en una dirección específica.

- b. Modificación parcial del recorrido de la línea en zonas específicas: Se realizó una ampliación del tramo de la descarga de las bombas booster.
- c. Utilización de lazos de expansión: Para permitir que el segmento de tubería entre los nodos 90 a 100 se expanda y como resultado se obtuviera una disminución considerable de los esfuerzos se modificó la configuración geométrica de este segmento de tubería.

Figura 14 Arreglo final de tubería de descarga bombas booster a succión bombas principales.



Una vez realizadas estas modificaciones se corrió nuevamente el análisis estático del sistema de tubería modificado logrando obtener resultados dentro de los límites de la norma para todos los casos de estudio. El resumen de los resultados obtenidos del análisis utilizando CAESAR[®] II se enuncian a continuación.

- a. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 1 (HYD) WW+HP
 - CodeStress Ratio (%): 40.2 @Node 410

- Code Stress: 12657.3 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- b. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 2 (OPE) W+T₁+P₁
- OPE Stress Ratio (%): 11.4 @Node 190
 - OPE Stress: 3579.0 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- c. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 3 (OPE) W+T₂+P₂
- OPE Stress Ratio (%): 15.4 @Node 190
 - OPE Stress: 4862.3 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0
- d. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 4 (OPE) W+T₃+P₃
- OPE Stress Ratio (%): 22.4 @Node 190
 - OPE Stress: 7060.8 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- e. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 5 (OPE) W+T₄+P₄
- OPE Stress Ratio (%): 18.8 @Node 280
 - OPE Stress: 5914.5 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 31500.0 (lb./sq.in.)
- f. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 6 (SUS) W+P₁
- CodeStress Ratio (%): 26.2 @Node 370
 - Code Stress: 4942.8 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- g. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 7 (SUS) W+P₂
- CodeStress Ratio (%): 48.1 @Node 410
 - Code Stress: 9087.1 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- h. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 8 (SUS) W+P₃
- CodeStress Ratio (%): 26.2 @Node 370
 - Code Stress: 4942.8 (lb./sq.in.)

- Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- i. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 9 (SUS) W+P4
 - CodeStress Ratio (%): 26.2 @Node 370
 - Code Stress: 4942.8 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 18900.0 (lb./sq.in.)
- j. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 10 (EXP) L10=L2-L6
 - CodeStress Ratio (%): 11.3 @Node 190
 - Code Stress: 2836.5 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)
- k. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 11 (EXP) L11=L3-L6
 - CodeStress Ratio (%): 32.4 @Node 410
 - Code Stress: 8152.5 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)
- l. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 12 (EXP) L12=L4-L6
 - CodeStress Ratio (%): 25.0 @Node 190
 - Code Stress: 6308.7 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)
- m. CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 13 (EXP) L13=L5-L6
 - CodeStress Ratio (%): 20.5 @Node 280
 - Code Stress: 5173.8 (lb./sq.in.)
 - Allowable: 25200.0 (lb./sq.in.)

3 DESCRIPCIÓN DE LOS SOFTWARE

3.1 CADWorx® P&ID

3.1.1 Detalles del Producto

CADWorx® P&ID es la aplicación base para el inicio de las prácticas dentro de la asignatura. Permite crear diagramas de Tuberías e Instrumentos (Diagramas de Ingeniería) con diversos niveles de información, siendo una herramienta muy flexible y que se adapta a las necesidades y complejidades de cada proyecto.

CADWorx® P&ID permite añadir información a los componentes y vincularla a bases de datos para mejorar el flujo de información y enlazar las fases de diseño e ingeniería de los proyectos a desarrollar.

Entre las grandes ventajas que se encuentran en este software se destaca la amplia y extensa librería de símbolos estándar de la industria. Adicionalmente, también permite añadir fácilmente símbolos, así como componentes adicionales.

En el Anexo B.1 “Tutorial aplicación CadWORX® P&ID” se documentó el manejo de este software.

3.1.2 Áreas de aplicación

Diagramas de Proceso, Diagramas Tuberías e Instrumentos, Diseño de Plantas de Proceso, Tuberías, Petroquímica, Química, Generación de Potencia, Alimentos, Bebidas, Destiladoras, Farmacéutica, Tratamiento de aguas, Servicios en edificios y arquitectura.

3.2 CADWorx® Plant

3.2.1 Detalles del Producto

CADWorx® Plant ha sido desarrollado por diseñadores e ingenieros, para diseñadores e ingenieros. Este software cuenta con un diseño direccionado a un uso sencillo y una amplia aplicabilidad; que le brinda la habilidad de vencer limitaciones que presentan otros paquetes CAD.

CADWorx® Plant contiene el más completo rango de herramientas para el diseño de plantas sin problema alguno. Esta aplicación incluye tuberías, equipos, estructuras de acero, HVAC y bandejas de cables, así como vínculos a bases de datos. La versión profesional de CADWorx® Plant también incluye ISOGEN®, una herramienta que permite generar dibujos isométricos al instante, con un alto grado de precisión que le ayuda a ingeniero o dibujante, obtener listas de materiales de forma inmediata y listas para realizar cotizaciones o solicitudes de pedido. Además le proporciona interface bidireccional con el programa de cálculo de esfuerzos de tuberías CAESAR® II y con el programa de cálculo de equipos a presión PVElite®.

En el Anexo B.2 “Tutorial aplicación CadWORX® PLANT” se documentó el manejo de este software.

3.2.2 Áreas de aplicación

Entre las principales aplicaciones que se pueden mencionar, se encuentra la elaboración de Diseño de Plantas de Proceso, Tuberías, Petroquímica, Química, Generación de Potencia, Alimentos, Bebidas, Destiladoras, Farmacéutica, Tratamiento de aguas, Servicios en edificios y arquitectura.

3.3 CAESAR® II

3.3.1 Detalles del Producto

Es una herramienta de ingeniería usada en el diseño mecánico y en el análisis de sistemas de tuberías. El usuario de CAESAR® II crea un modelo del sistema de tubería usando elementos simples y definiendo las condiciones de cargas impuestas en el sistema. Con estos datos de entrada CAESAR® II produce resultados en forma de desplazamiento, cargas, y esfuerzos a través del sistema. Adicionalmente, CAESAR® II compara estos resultados con límites de códigos y estándares específicos y reconocidos.

En el Anexo B.3 “Tutorial aplicación CAESAR® II” se documentó el manejo de este software.

3.3.2 Áreas de aplicación

Sistemas de tuberías calientes presentan un problema único para el Ingeniero Mecánico. Estas estructuras irregulares presentan un gran esfuerzo térmico que debe ser absorbido por el sistema, los soportes y el equipo adjunto. Estas estructuras deben ser lo suficientemente rígidas para soportar su propio peso y también lo suficientemente flexibles para aceptar crecimiento térmico. Estas cargas, desplazamientos y esfuerzos pueden ser determinados a través del análisis del modelo de la tubería en CAESAR® II.

Este software no es limitado al análisis de sistemas de tuberías. También es capaz de modelar y analizar un amplio rango de cargas estáticas y dinámicas, que pueden ser impuestas al sistema. CAESAR® II no es solo una herramienta para el diseño de nuevos sistemas, es también muy útil para la solución de problemas y el

re-diseño de sistemas existentes. Con él se pueden determinar causas de fallas, o evaluar la severidad de condiciones de operación inesperadas.

3.3.3 Bases de datos

CAESAR® II incluye una extensa base de datos de los materiales, incluyendo:

- Base de datos de material con esfuerzos admisibles Vs. Temperatura, modificables por el usuario.
- Base de datos de dimensiones de tuberías:
 - Norma norteamericana – ANSI
 - Norma alemana – DIN
 - Norma japonesa – JIS
 - Varias especificaciones de FRP – AMERON
- Base de datos con dimensiones y pesos de válvulas y bridas con información de pesos y longitudes.
- Base de datos con dimensiones y datos de juntas de expansión para varios fabricantes:
 - Pathway Bellows (USA)
 - Senior Flexonics (USA)
 - IWK (Alemania)
 - Flexider (Italia)
- Base de datos de tuberías de Fibra de Vidrio – FRP (Ameron).

3.3.4 Análisis estático

Entre las capacidades de análisis estático del CAESAR® II se incluyen:

- Análisis de cargas generados automáticamente de acuerdo con los datos especificados por el usuario.
- Posibilidad de analizar y visualizar simultáneamente modelos estructurales y de tuberías, de forma tal que se puede observar el efecto no lineal estructural-tubería, gráfica y numéricamente.
- Verificación automática de errores.
- Consideraciones especiales de deformaciones de las tuberías a altas temperaturas (after bowing).
- Evaluación de esfuerzos en recipientes y conexiones.
- Simulación de flexibilidad en las conexiones a equipos.
- Verificación de fugas y esfuerzos en bridas.
- Análisis de fatiga.
- Análisis de cargas por oleaje.
- Evaluación de cargas en conexiones de equipos.

3.3.5 Normas disponibles

- Los cálculos de esfuerzos en tuberías pueden ser realizados en CAESAR® II de acuerdo con las siguientes normas, entre otras:
 - B31.1 – Power Piping
 - B31.3 – Process Piping
 - B31.4 – Liquids Transportation
 - B31.4 – Chapter IX – Offshore
 - B31.5 – Refrigeration
 - B31.8 – Gas Transportation
 - B31.8 – Chapter VIII – Offshore
 - BS 7159 – British Fiberglass Reinforced Plastic Pipe
- La evaluación de cargas en conexiones de equipos de acuerdo a:
 - Bombas centrífugas API-610.

- Conexiones en tanques API-650.
- Turbinas de vapor NEMA SM23.
- Compresores centrífugos API-617.
- Calentadores cerrados de agua de alimentación HEI.
- Aerorrefrigerantes API-661.
- La evaluación de esfuerzos en recipientes y conexiones según las normas:
 - WRC 107
 - ASME sección VIII división 2.
- Simulación de flexibilidad en las conexiones a equipos según:
 - WRC-297
 - API 650
 - PD5500.

4 EVALUACIÓN DEL USO DE LAS HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES DENTRO DE LA ASIGNATURA

Para la evaluación del uso de las herramientas computacionales propuestas dentro del desarrollo de la asignatura por los estudiantes, se realizó la presentación de las funcionalidades de cada uno de los software, utilizando el material desarrollado dentro del anexo B que quedará como tutoriales del uso de estos aplicativos.

En estos cortos talleres los estudiantes tuvieron la oportunidad de evaluar según lo presentado, la expectativas generadas por la aplicación de estas herramientas dentro de los proyectos a desarrollar en la materia. En el Anexo F se encuentran las encuestas contestadas por los estudiantes matriculados en la materia.

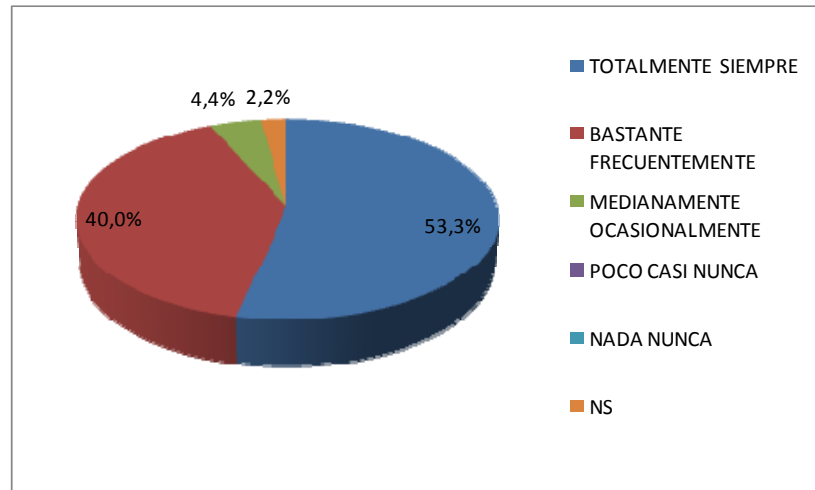
La encuesta fue aplicada a cuarenta y cinco estudiantes y los resultados se muestran a continuación:

A la pregunta 1. "Que piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación?", los estudiantes respondieron:

- 43 Interesantes, me hacen querer saber más sobre el tema
- 9 Divertidos
- 16 Me hacen pensar
- 28 Me permiten ver otros puntos de vista
- 17 Me llevan tiempo pero merecen la pena
- 0 Ninguno de los anteriores

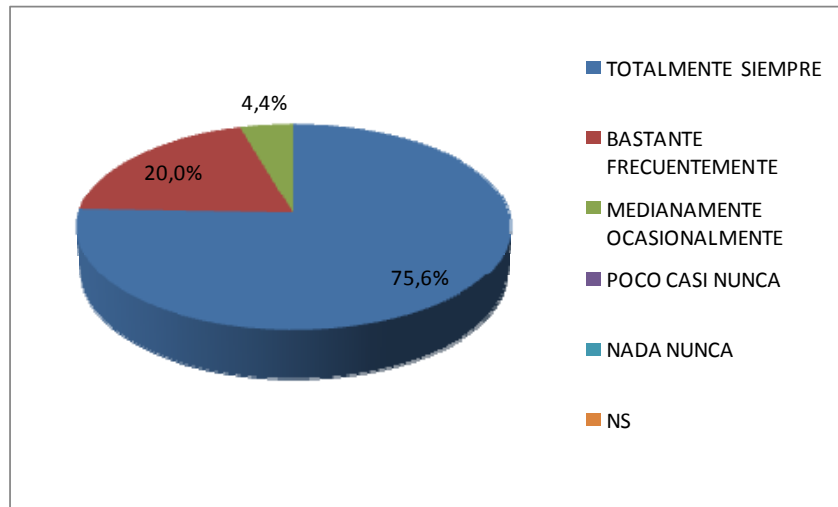
A la pregunta 2. “Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?”, los estudiantes respondieron:

Figura 15 Respuestas encuesta pregunta 2.



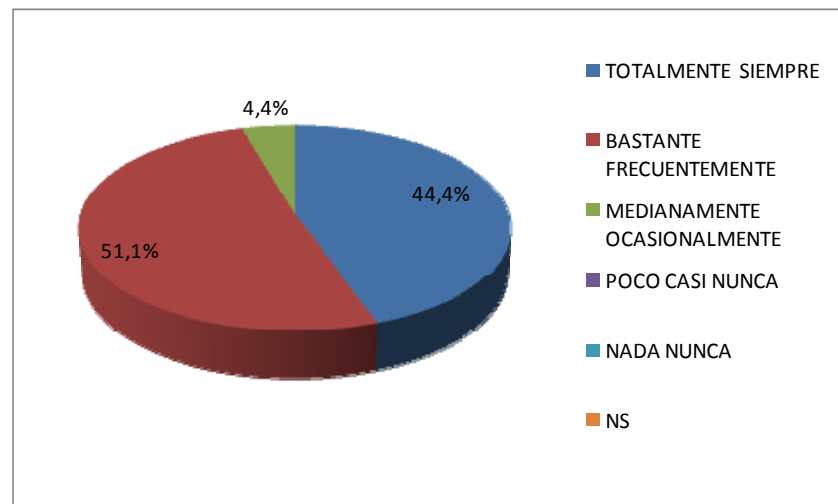
A la pregunta 3. “La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?”, los estudiantes respondieron:

Figura 16 Respuestas encuesta pregunta 3.



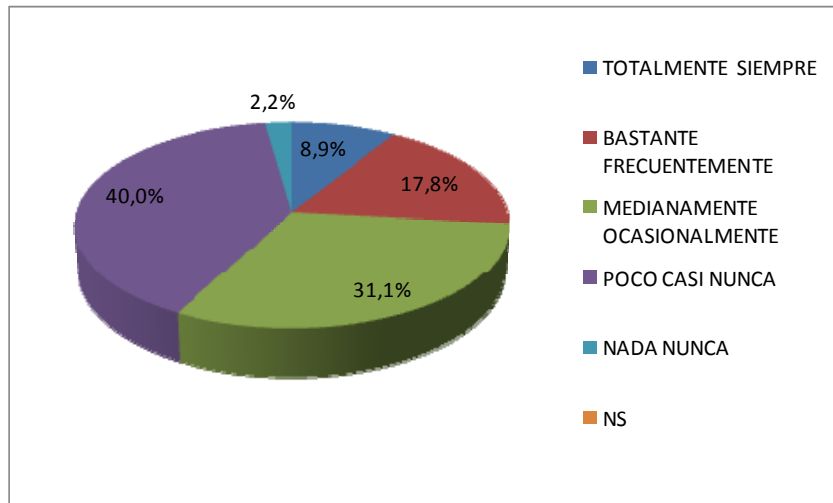
A la pregunta 4. “El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?”, los estudiantes respondieron:

Figura 17 Respuestas encuesta pregunta 4.



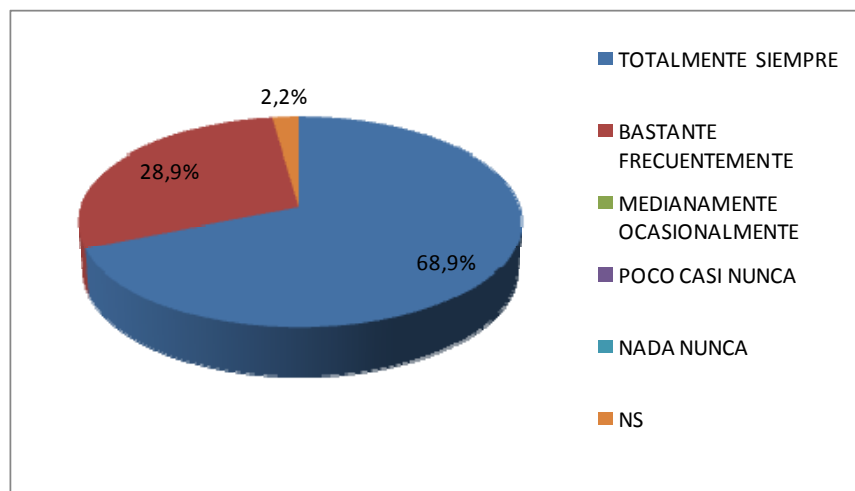
A la pregunta 5. “La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?”, los estudiantes respondieron:

Figura 18 Respuestas encuesta pregunta 5.



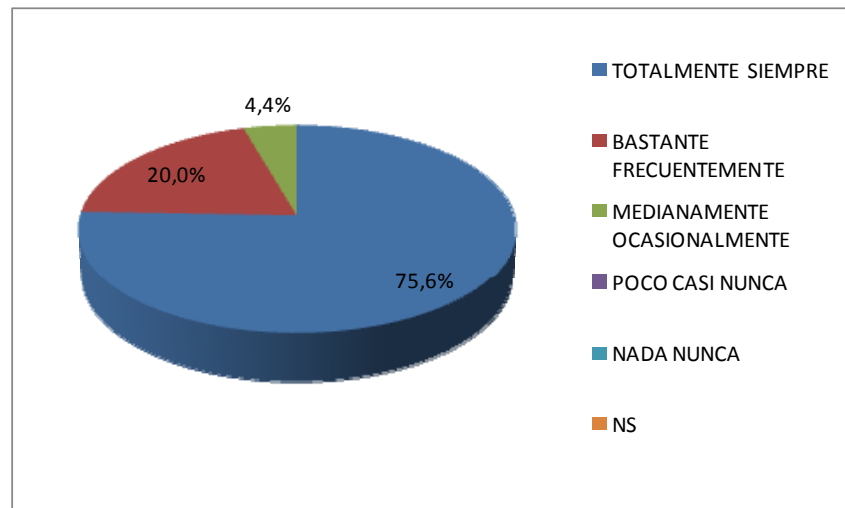
A la pregunta 6. “El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?”, los estudiantes respondieron:

Figura 19 Respuestas encuesta pregunta 6.



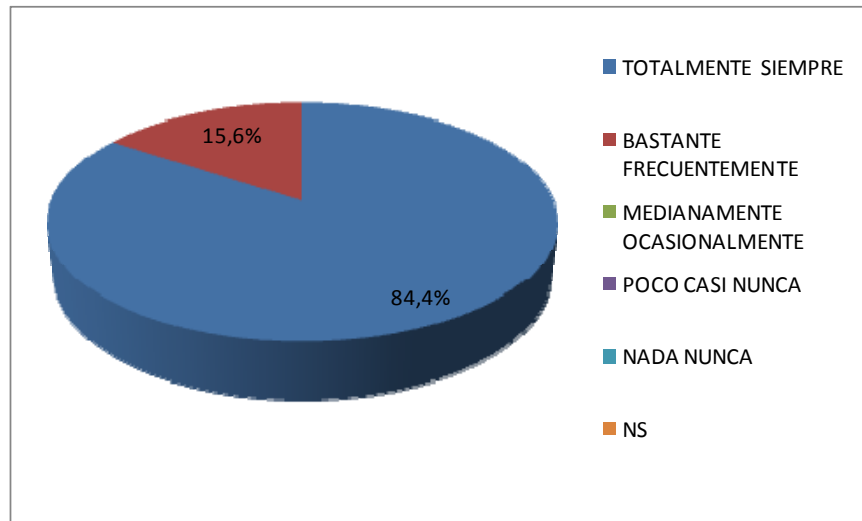
A la pregunta 7. “Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?”, los estudiantes respondieron:

Figura 20 Respuestas encuesta pregunta 7.



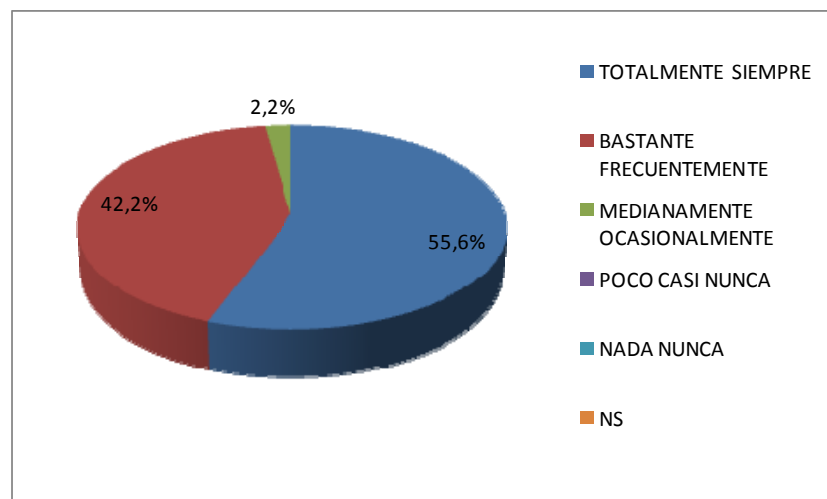
A la pregunta 8. “Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?”, los estudiantes respondieron:

Figura 21 Respuestas encuesta pregunta 8.



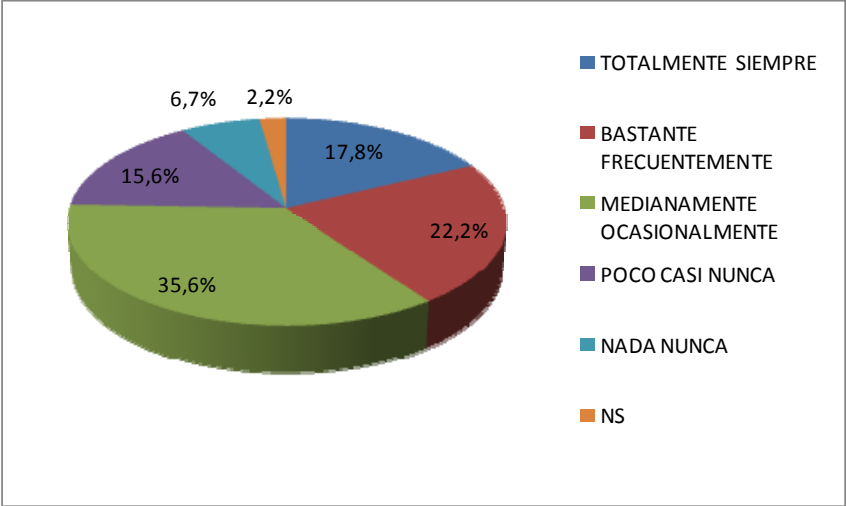
A la pregunta 9. “Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?”, los estudiantes respondieron:

Figura 22 Respuestas encuesta pregunta 9.



A la pregunta 10. “Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?”, los estudiantes respondieron:

Figura 23 Respuestas encuesta pregunta 10.



5 CONCLUSIONES

1. La aplicación de la herramienta para análisis de esfuerzos en tuberías CAESAR® II como complemento para el desarrollo del contenido teórico “Instalaciones Hidráulicas” de la asignatura Sistemas de Transporte y Aprovechamiento de Fluidos permitirá a los estudiantes inscritos en esta asignatura desarrollar los conocimientos teóricos adquiridos por medio de la realización de proyectos, permitiéndole al docente mayor facilidad y una herramienta más para evaluar lo explicado en el aula.
2. El estudiante estará en la capacidad de aplicar conceptos de ingeniería básicos para complementar el diseño de sistemas de transporte obteniendo como resultado diseños más completos, ajustados a la realidad y cumpliendo con diferentes estándares internacionales.
3. Sencillos sistemas de transporte podrán ser diseñados por los estudiantes con gran flexibilidad, ahorro de tiempo y recursos gracias a la aplicación en conjunto de el software CADWorx® P&ID y CADWorx® Plant Design
4. Al estudiante conocer y familiarizarse desde la academia reglas para codificación de documentos, equipos, líneas, instrumentación, simbología estándar entre otros, que son comúnmente usados en las empresas de Ingeniería, le brindará un factor diferenciador al momento de enfrentarse en el ámbito laboral a otros profesionales recién egresados, dándole una ventaja para interpretar fácilmente este tipo de codificación.
5. El desarrollo de los proyectos desde la etapa de ingeniería básica de proceso con el producto CADWorx® PI&ID, hasta los productos finales para construcción con la herramienta CADWorx® Plant Design Suite y análisis

estático de esfuerzos con CAESAR[®] II, al igual que el desarrollo de los planos básicos que un proyecto conlleva le dará la habilidad a los estudiantes para enfrentar en la industria la interpretación y desarrollo de estos documentos.

BIBLIOGRAFÍA

Chapman Román, Stephen (1997). Uso del Análisis de Flexibilidad de Sistemas de Tubería para la Selección y Especificación de Soportes Dinámicos.

Grinnell Corporation (1995). Piping Design and Engineering. U.S.A. 7ma Edición.

M.W. Kellogg Company. Design of Piping Systems. Second Edition. Wiley Interscience.

Petróleos de Venezuela (1995). Diseño Mecánico – Módulo II – Diseño de Tuberías. Centro de Educación y Desarrollo (CIED).

SANKS, Robert L. Pumping Station Design. Second edition. Butterford-Heinemann.1998.

Shell International Oil Products B.V (SIOP) (1999). Design and Engineering Practices. DEP 31.38.01.29 – Gen Pipe Supports.

Shigley, Joseph Edward (1984). Diseño en Ingeniería Mecánica. 5ª Edición, México: Mc Graw-Hill.

The American Society of Mechanical Engineers (1996). Process Piping. ASME. Code B31.4-2006 Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids.

ANEXOS

ANEXO A
NORMATIVIDAD TÉCNICA
DISPONIBLE EN CAESAR[®] II

El código B31 para tuberías a presión, desarrollado por la Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME, por sus siglas en inglés), cubre tuberías para la generación de potencia, de combustibles, de proceso, sistemas de transportes para hidrocarburos y otros líquidos entre otros. Hace algunos años, estas normas también fueron conocidas con el nombre ANSI B31.

A continuación, una breve descripción del alcance de cada una de estas normas.

A.1. B31.1 – 2001 – Power Piping

Cubre aplicaciones de tubería para plantas industriales y aplicaciones marinas. Este código describe los requerimientos mínimos para el diseño, materiales, fabricación, montaje, pruebas e inspección sistemas de tubería de servicio de potencia y auxiliares para estaciones de generación eléctrica, plantas industriales institucionales, plantas de calefacción urbana y centrales.

El código cubre la tubería externa de calderas para calderas de potencia y alta temperatura, calderas de agua a alta presión en las cuales el vapor es generado a presiones de más de 15 PSIG; y agua a alta temperatura es generada a presiones que exceden los 160 PSIG y/o temperaturas excediendo los 250 F.

A.2. B31.3 – 2002 – Process Piping

Diseño de plantas químicas y petroleras y refinerías que procesan químicos e hidrocarburos, agua y vapor. Este código contiene reglas para tuberías típicamente encontradas en refinerías de petróleo y plantas químicas, farmacéuticas, textiles, papel, semiconductores y criogénicas; y relacionadas con terminales y plantas de proceso.

Este código prescribe exigencias para materiales y componentes, diseño, fabricación, ensamble, revisión, inspección y pruebas de tuberías. Este código aplica para tuberías para todos los fluidos incluyendo:

- (1) Químicos crudos, intermedios y finales.
- (2) Productos del petróleo.
- (3) Gas, vapor, agua y aire.
- (4) Sólidos fluidizados.
- (5) Refrigerantes.
- (6) Fluidos criogénicos.

A.3. B31.4 – 2002 – Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids

Este código describe requerimientos para el diseño, materiales, construcción, ensamblaje, inspección y pruebas de tuberías para el transporte de líquidos como el aceite crudo, condensado, gasolina natural, gas natural, GLP, dióxido de carbono, alcohol líquido y productos líquidos del petróleo entre los lazos de las facilidades de producción, tanques, plantas de proceso de gas natural, refinerías, estaciones, terminales y otros puntos de recibo y entrega de producto.

El sistema de conducción consiste en tuberías, bridas, tornillos, empaques, válvulas, mecanismos de alivio, accesorios y partes que contienen la presión de otros componentes de tubería. Este también incluye suspensiones y soportes, y otros equipos necesarios para prevenir la fatiga de las partes que contienen la presión. No incluye estructuras de soporte como los marcos de edificios, vigas de edificios o fundaciones.

Requerimientos para tuberías offshore se encuentran en el capítulo IX. También están incluidos dentro del alcance de este código:

- (A) Tubería primaria y auxiliar asociada al petróleo líquido en las terminales de recibo y despacho, área de tanques, estaciones de bombeo, estaciones de reducción de presión y estaciones de medición incluyendo filtros y probador.
- (B) Tanques de almacenamiento y tratamiento incluyendo almacenaje tipo-tubo fabricado de tubo y accesorios, y tubería que interconecta estas instalaciones.
- (C) Tubería para el transporte de petróleo líquido localizada en terrenos que ha sido aislados para esta tubería dentro de refinerías de petróleo, gasolina natural, y gas procesado, entre otros.
- (D) Todos los aspectos de operación y mantenimiento de sistemas de tubería para el transporte de líquidos, relacionados con la seguridad y protección del público en general, personal operador de la compañía, medio ambiente, propiedad y los sistemas de bombeo.

A.4. B31.5 – 2001 – Refrigeration Piping and Heat Transfer Components

Este código prescribe requerimientos para los materiales, diseño, fabricación, ensamble, construcción, pruebas e inspección de refrigerantes, componentes de transferencia de calor, y tubería secundaria de refrigeración para temperaturas tan bajas como -320 °F (-196 °C)

Este código no aplica a:

- (A) cualquier sistema auto-contenido o unidad sujeta a los requerimientos de laboratorios suscritos u otros laboratorios de pruebas reconocidos nacionalmente;
- (B) tubería para agua;

- (C) tubería designada calibración de presión tanto interna como externa, sin exceder los 15 psi (105 kPa) sin importar su tamaño; o
- (D) recipientes a presión, compresores y bombas,

pero si incluye todas las conexiones refrigerantes y tubería secundaria de enfriamiento empezando en la primera junta adyacente a estos aparatos.

A.5. B31.8 – 2003 – Gas Transmission and Distribution Piping Systems

Este código cubre el diseño, fabricación, instalación, inspección y pruebas de tubería en facilidades usadas para el transporte de gas. Este código también cubre aspectos de seguridad en la operación y mantenimiento de esas facilidades.

A.6. B31.8S-2001 – 2002 – Managing System Integrity of Gas Pipelines

Este estándar aplica para tubería on-shore de sistemas de tubería construidos con materiales ferrosos y que transportan gas.

Un sistema de tubería significa todas las partes de las facilidades físicas a través de las cuales el gas es transportado, incluyendo tuberías, válvulas, accesorios adjuntos a la tubería, unidades compresoras, estaciones de medición, estaciones reguladoras, estaciones de entrega, etc.

Los principios y procesos incorporados en el manejo de la integridad son aplicables a todos los sistemas de tuberías. Este estándar es específicamente diseñado para proveer al operador con la información necesaria para desarrollar e implementar un efectivo programa del manejo de integridad utilizando prácticas probadas en la industria y los procesos.

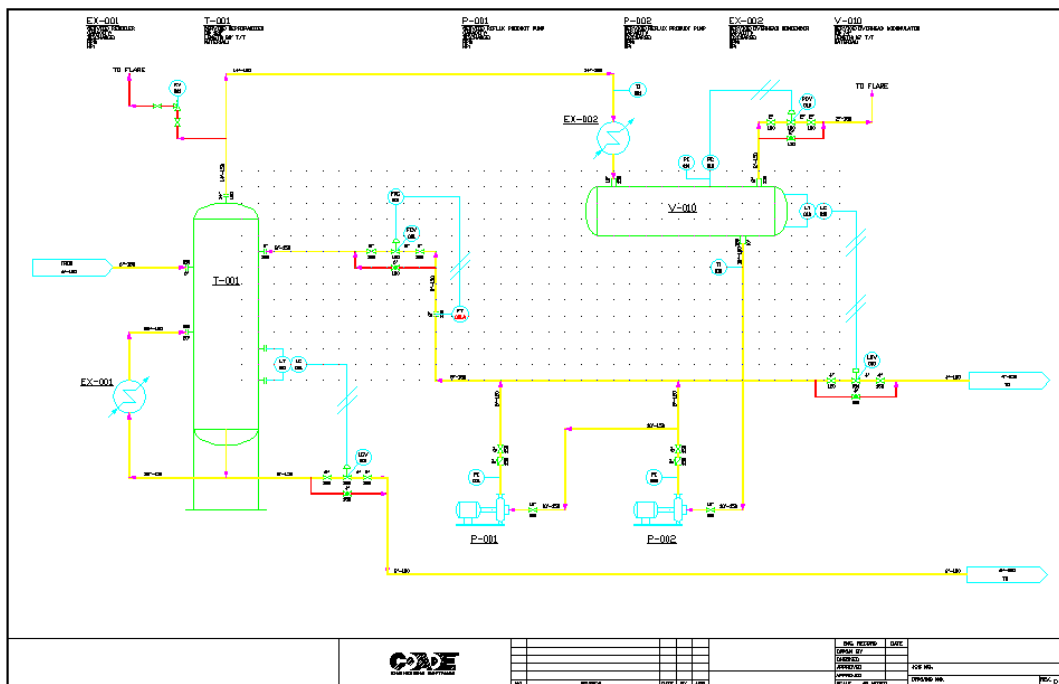
Para hacer análisis en CAESAR[®] II es importante determinar los límites del sistema.

ANEXO B
TUTORIALES DE USO DE LAS
APLICACIONES

B.1. Tutorial aplicación CadWORX® P&ID

Este tutorial cubre la creación de un proyecto usando una base de datos externa. El siguiente dibujo será utilizado para el tutorial.

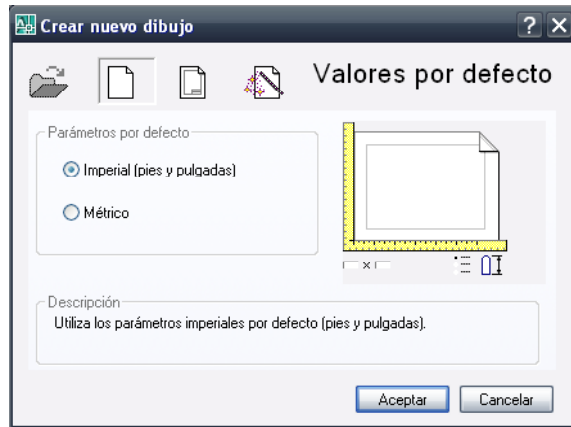
Figura B.1.1. Modelo de P&ID para el Tutorial.



B.1.1. Iniciando un Dibujo

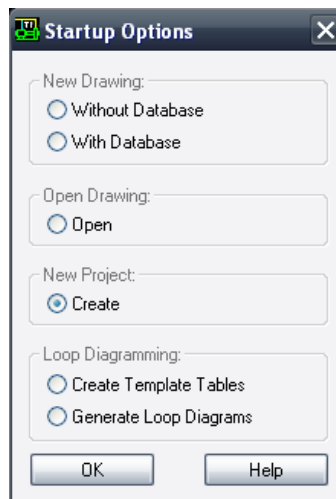
Cuando se inicie CADWorx® P&ID, primero se carga AutoCAD®. Hay dos templates disponibles cuando se inicia el programa CADWorx® P&ID: IMPERIAL.DWT y METRICO.DWT. Dependiendo del sistema de unidades en el que se vaya a trabajar, se debe seleccionar el correspondiente template.

Figura B.1.2. Ventana “Crear nuevo dibujo”.



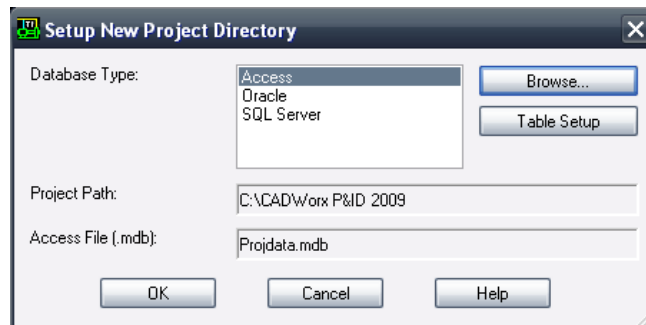
Para este ejemplo seleccionaremos el modelo Imperial.

Figura B.1.3. Ventana “Startup Options”.



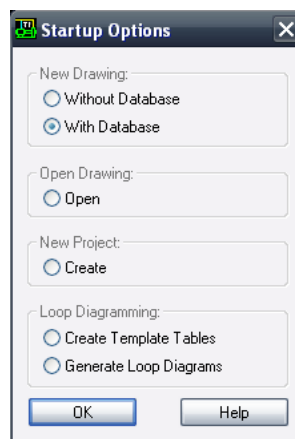
Se abre la ventana “Startup Options”. Seleccione “New Project>Create” y “OK” para abrir la ventana “Setup New Project Directory”.

Figura B.1.4. Ventana “Setup New Project Directory”.



Crearemos una base de datos de Access, que posteriormente nos permitirá generar las listas de materiales del proyecto. Después de seleccionar “Access”, hacemos clic en “Browse” y guardamos el archivo en el disco duro.

Figura B.1.5. Ventana “Startup Options”

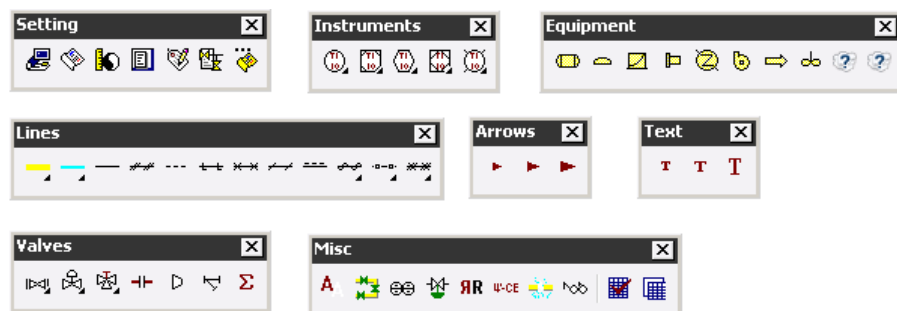


Una vez queda guardada la base de datos, se volverá a abrir la ventana “Startup Options” y seleccionaremos “New Drawing>With Database” y hacemos clic en “OK”.

Nos debemos asegurar que el nuevo dibujo sea creado en la misma carpeta donde se guardo anteriormente la base de datos.

Además de las barras de herramientas normalmente disponibles en AutoCAD®, CADWorx® P&ID cuenta con barras de herramientas que permiten adicionar fácilmente los elementos básicos de un sistema de bombeo.

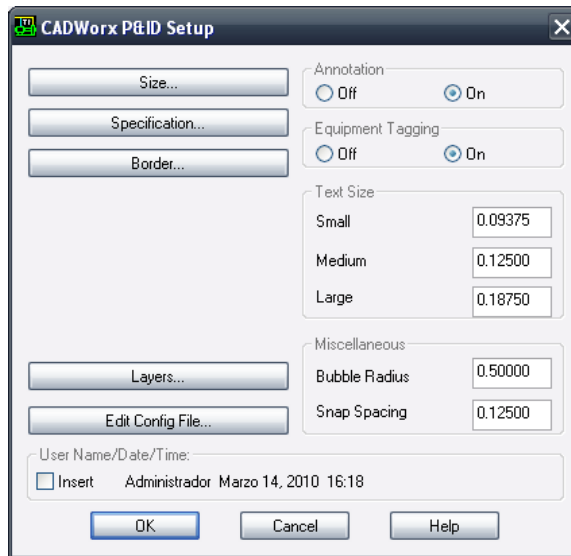
Figura B.1.6. Barras de Herramientas



B.1.2. Configuración.

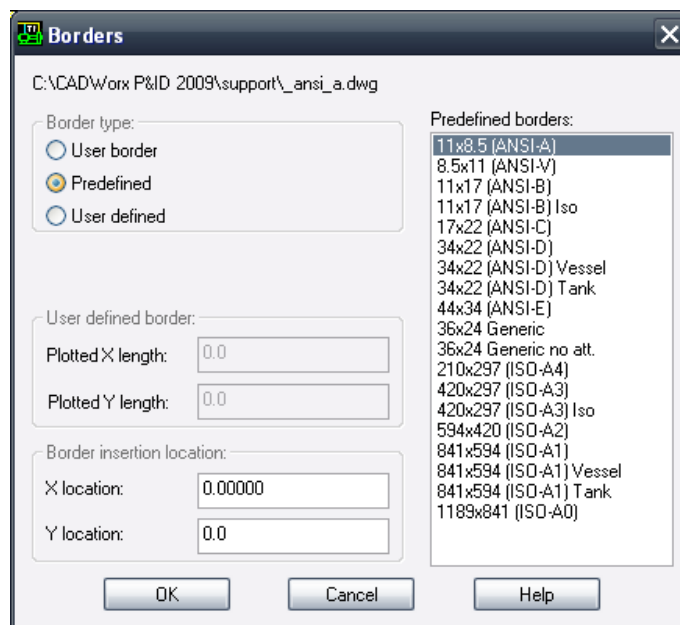
Es importante configurar ciertas propiedades en el dibujo antes de comenzar. Seleccione “P&ID>Setup” para abrir la ventana de dialogo de configuración.

Figura B.1.7. Ventana “CadWORX P&ID Setup”.



Seleccione “on” en el campo “Annotation”. Haga clic en el botón “Border” para abrir la ventana con las opciones de los tamaños del dibujo. Para este ejemplo utilizaremos el formato 34x22 (ANSI-D).

Figura B.1.8. Ventana “Borders”



Seleccione el botón “Size” y defina el diámetro principal y el diámetro para las reducciones.

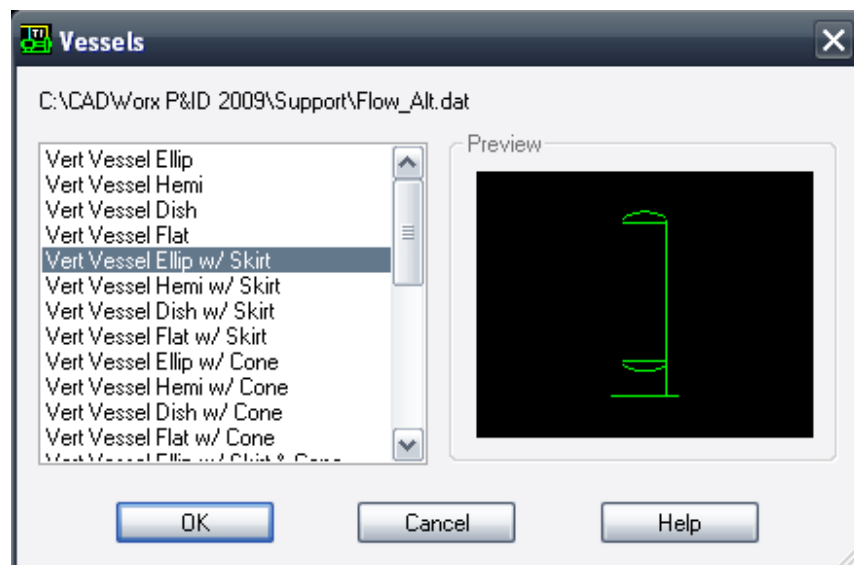
B.1.3. Dibujo de los Tanques.

La mejor forma de crear un plano P&ID, es primero ubicando en el área los recipientes como tanques atmosféricos, tanques a presión, vessels y posteriormente dibujar las líneas de flujo.

En la barra de herramientas “Equipment” seleccione el ícono “Vessels”. También se puede acceder a la opción de equipos, por el menú “P&ID>Equipment>Vessels”



Figura B.1.9. Ventana “Vessels”



En esta ventana, seleccione “Vert Vessel Ellip w/Skirt” y seleccione OK.

El programa le pregunta al usuario por el primer punto del rectángulo interno del recipiente. Posteriormente, se debe hacer clic en la esquina derecha superior del tanque. Este tanque en particular tiene una base, para lo cual hay que posteriormente hacer clic para ubicar la base del tanque en la parte interior del mismo. La siguiente ubicación que se pide es para el tag del recipiente, que normalmente va en la parte central del esquema y finalmente se debe dar la ubicación de la información adicional del equipo, que normalmente va en la parte superior del esquema P&ID.

Command: ICONVESSEL

First corner point: *Seleccione el punto en el que irá la esquina izquierda inferior del vessel.*

Second corner point: *Seleccione el punto en el que irá la esquina superior derecha del vessel.*

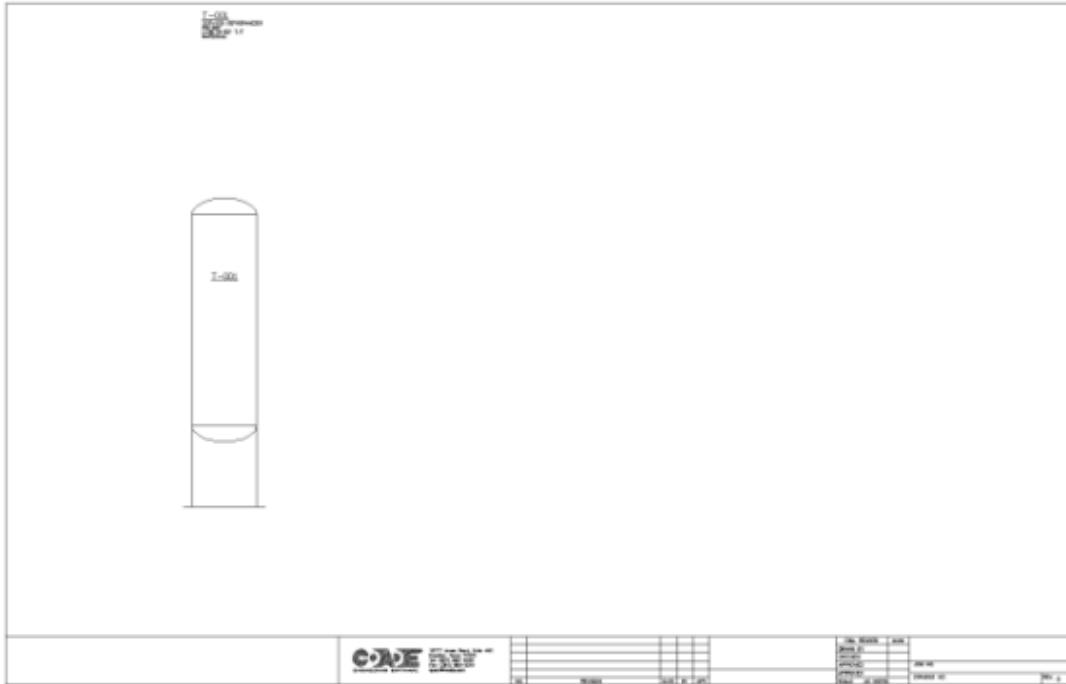
Pick skirt base: *Seleccione un punto para la base de la falda.*

Pick position: *Seleccione una posición para el tag del vessel.*

Pick Position: *Seleccione una posición para la descripción del vessel.*

Al hacer doble clic sobre la información adicional, se abrirá una ventana en donde el usuario puede complementar la información correspondiente al equipo, y la cual es vital para el diseño del proyecto.

Figura B.1.10. Imagen del Recipiente en el Modelo P&ID.



B.1.4. Ubicación de la Bombas.

Para ubicar las bombas en el esquema, siga las siguientes instrucciones.

Para acceder a la base de datos de bombas, haga clic en el ícono “Pumps” de las


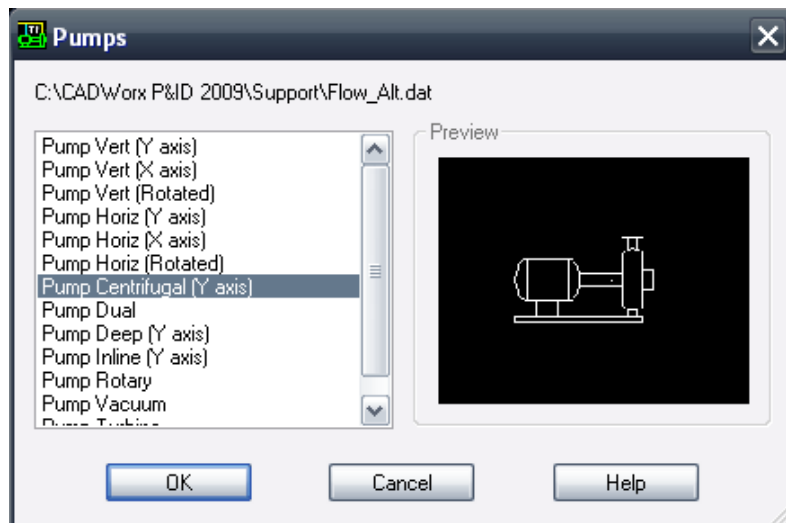
barras de las barras de herramientas . También se puede acceder a través del menú “P&ID>Equipment>Pumps”.

Figura B.1.11. Ventana “Pumps”.



De la ventana de las bombas, seleccione “Pump Centrifugal (Y axis)” y seleccione OK. El programa preguntará por la posición de la misma. Seleccione la posición más baja del P&ID a la derecha del tanque.

Command: **ICONPUMP**

Pick Position: *Seleccione la posición de la bomba.*

Mueva el mouse desde la derecha a la izquierda y podrá ver que la orientación de la succión y la descarga de la bomba cambia. Lleve el mouse a la derecha de la bomba y haga clic.

Pick Orientation: *Seleccione la orientación de la bomba.*

Posteriormente, el programa pregunta por la posición del tag de la bomba. Haga clic en una posición debajo de la bomba.

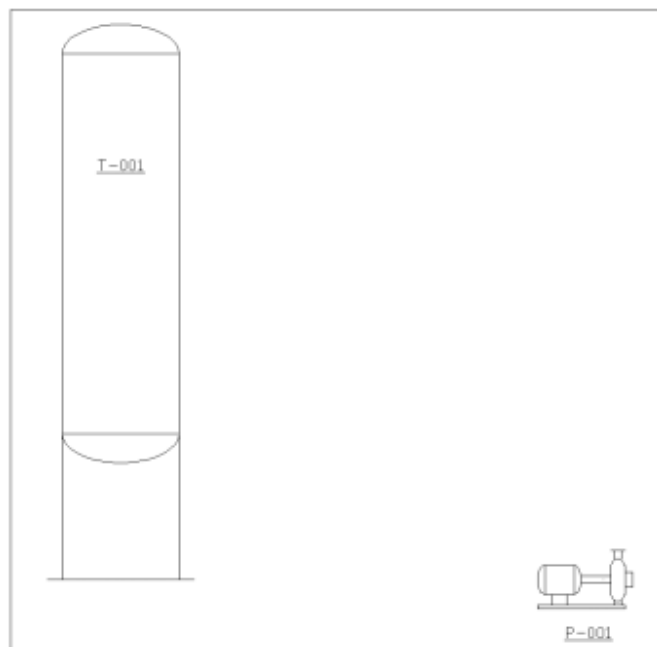
Pick position: *Seleccione una posición para el tag de la bomba.*

Lo siguiente es ubicar la información adicional de la bomba. Generalmente, esta información se ubica en la parte superior del dibujo.

Pick Position: *Seleccione una posición para la descripción de la bomba.*

El dibujo debería lucir de la siguiente manera:

Figura B.1.12. Ubicación de la bomba en el P&ID.



Aparece el cuadro de diálogo "Editing Mechanical Component". En el campo "Tag" digite P-001. Posteriormente, haga clic en "Additional Data" y digite "REFLUX PRODUCT PUMP" en el campo de servicio. Haga clic en OK en cada ventana.

Ahora, hay que ubicar una bomba idéntica a la derecha de la bomba que acabamos de colocar. Desde la bomba original, el usuario puede ya sea copiar la

bomba que ya fue dibujada o usar el menú para colocar otra. Si el usuario copia la bomba CADWorx P&ID creará una fila automáticamente en la base de datos.

Command: _COPY

Select objects: *seleccione la bomba.*

Select objects: *enter para completar la selección.*

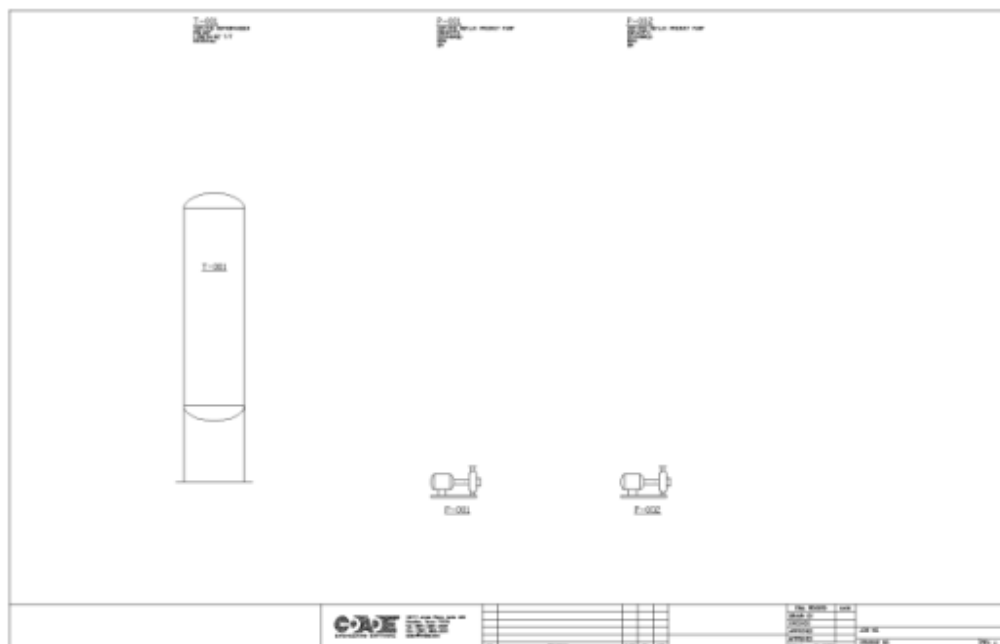
Specify base point or displacement, or [Multiple]: *Seleccione el punto base de desplazamiento.*

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: *Enter para confirmar la selección.*

1 row(s) were inserted into external database.

Digite P-002 en el campo “Tag”, y seleccione “Additional Data” y digite “REFLUX PRODUCT PUMP” como el servicio.

Figura B.1.12. Ubicación de la Segunda Bomba en el P&ID.



B.1.5. Ubicación los Recipientes Horizontales




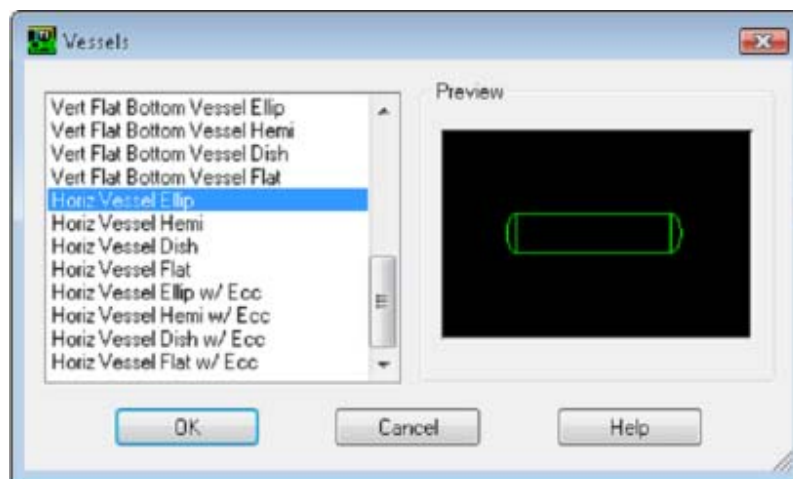
En la barra de herramientas, seleccione el ícono “Vessel”  para introducir el tanque horizontal. También se puede acceder a esta opción por medio del menú “P&ID>Equipment>Vessel”.

Figura B.1.14. Ventana “Vessels”.



De la ventana de dialogo, seleccione “Horiz Vessel Ellip” y haga clic en “OK”. Seleccione una esquina para el punto interno del rectángulo del recipiente.

Command: **ICONVESSEL**

First Corner Point: *Seleccione el punto donde va la esquina del fondo izquierda del recipiente.*

Seleccione el punto de la segunda esquina del rectángulo interno. Las elipses son entonces dibujadas automáticamente.

Second Corner Point: *Seleccione el punto donde irá la esquina superior derecha del recipiente.*

Seguidamente, se debe ubicar el “Tag” del equipo. Seleccione un punto de ubicación dentro del diagrama del equipo.

Pick position: *Seleccione una posición para el tag del vessel.*

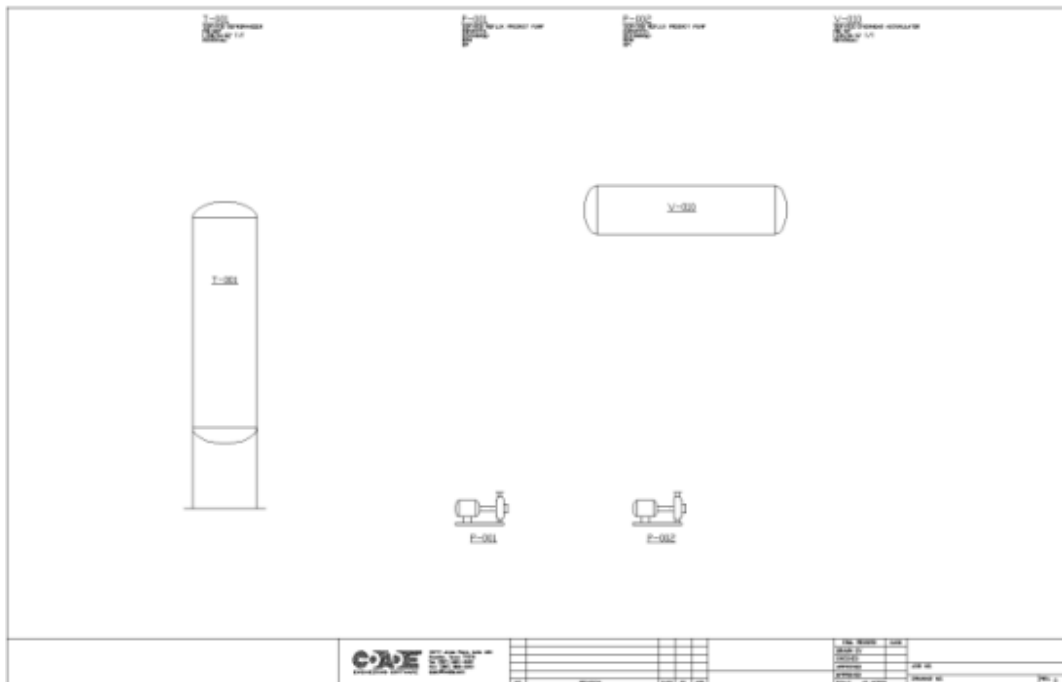
Finalmente, se debe ubicar la información adicional del tanque. Seleccione un punto sobre el tanque, en la parte superior del P&ID cerca del borde.

Pick Position: *Seleccione una posición para la descripción del vessel.*

La ventana “Editing Vessel Component” aparece. Digite V-010 en el campo “field”, y seleccione “Additional Data” y digite “OVERHEAD ACCUMULATOR” como el servicio.

Haga clic en OK en cada ventana. El dibujo debe lucir similar al siguiente:

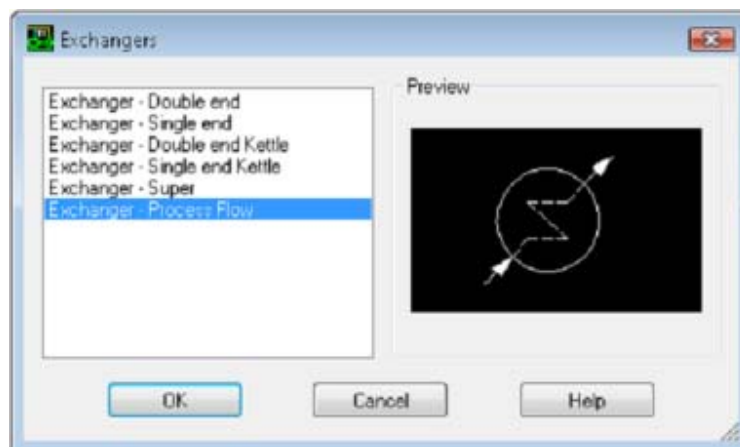
Figura B.1.15. Ubicación Recipiente Horizontal en el P&ID.



B.1.6. Ubicando los Intercambiadores.

Para acceder a la base de datos de los intercambiadores de calor, seleccione el ícono “Exchangers” o acceda en el menú “P&ID>Equipment>Exchangers”.

Figura B.1.16. Ventana “Exchangers”.



Seleccione “Exchanger – Process Flow” y haga clic en “OK”. Seleccione la posición del primer intercambiador a la izquierda del tanque vertical.

Command: **ICONEXCHANGER**

Pick Position: *Seleccione una ubicación para el intercambiador*

Lo siguiente es posicionar el “Tag” del intercambiador. Seleccione un punto en la parte superior a la izquierda del intercambiador.

Pick position: *Seleccione una posición para el tag del intercambiador.*

El siguiente paso es ubicar la información principal del equipo. Seleccione un punto sobre el intercambiador en la parte superior del dibujo.

Pick Position: *Seleccione una posición para la descripción del intercambiador.*

La ventana “Editing Vessel Component” aparece. Digite EX-001 en el campo “Tag”.

Ahora, ubique un intercambiador idéntico sobre el recipiente horizontal. El tag para el nuevo intercambiador sería EX-002.

B.1.7. Dibujando las Líneas de Proceso.

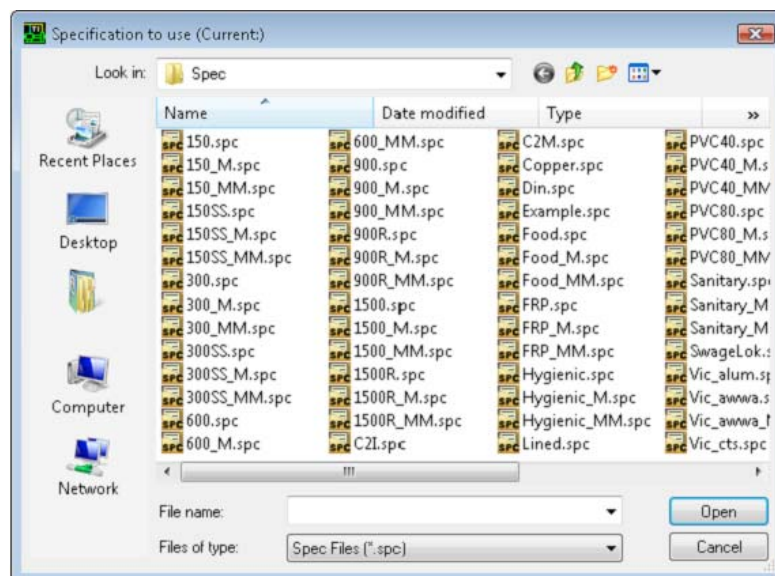
Una vez dibujados los equipos, es tiempo para conectarlos con las líneas de proceso. Siempre es mejor dibujar las líneas de proceso en dirección al flujo para asegurar que el proceso y la información “From/To” es registrada apropiadamente. De todas maneras, la información del proceso puede ser cambiada posteriormente

si las direcciones del proceso cambian. El usuario tiene la habilidad de configurar “the spec” para las líneas de proceso antes de ubicarlas en el dibujo. El usuario también tiene la habilidad de configurar el tamaño antes de ubicar dichas líneas. Si el tamaño de las líneas de proceso es aún desconocido, el tamaño puede ser después editado usando el comando “CE” (CEDIT) o el comando “SZA” (SIZEASSIGN).

Seleccione el menú “P&ID>Accessory>Spec>Set” para definir la especificación de la tubería. Seleccione 150 y haga clic en “Open”.

Command: SPECDLG.

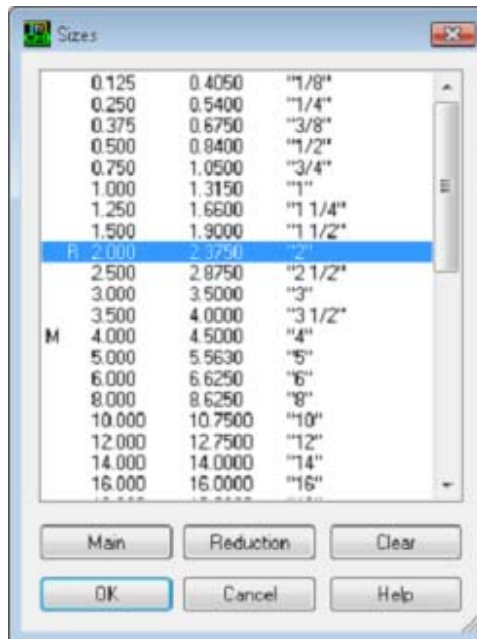
Figura B.1.17. Ventana “Specification to use”.



En el menú seleccione “P&ID>Accessory>Size>Set”. Haga doble clic en el tamaño de 14” y haga clic en “OK”.

Command: **SIZEDLG.**

Figura B.1.18. Ventana "Sizes".



El tamaño y la especificación quedan configurados en 14" y 150 lbs. Estos datos permanecerán siendo los mismos hasta que sean cambiados.

Para dibujar una línea "primaria" de proceso, seleccione en el menú "P&ID>Lines>Major>Primary". También puede acceder a las líneas principales presionando el ícono de la barra de herramientas. Dibuje la línea de proceso desde la parte superior del tanque T-001 hacia arriba y por encima del EX-002, similar al siguiente ejemplo:

Command: MPRIMARY

From point: primera punto en la parte superior del recipiente T-001

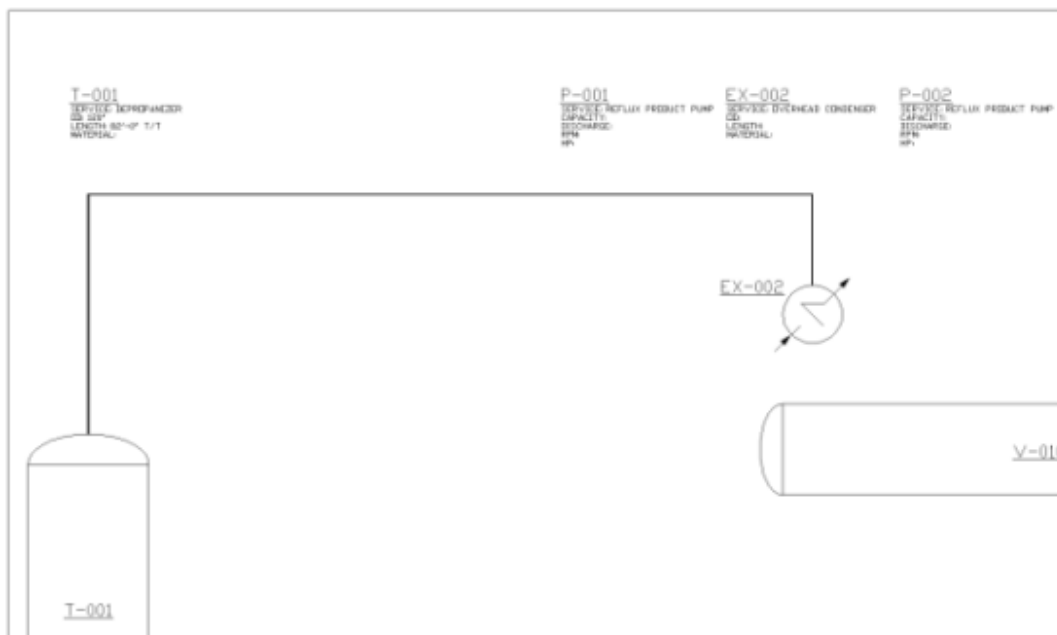
Undo/<Endpoint of line>: Siguiete punto de la línea de proceso.

Undo/<Endpoint of line>: siguiente punto de la línea de proceso

Undo/<Endpoint of line>: último punto sobre la parte superior del instrumento EX-002

IMPORTANTE: Cuando se dibujan líneas de proceso con CADWorx® P&ID es recomendado los puntos de inicio y de finalización sean VISIBLES en la ventana de AutoCAD. Si estos dos puntos no son visibles, la información del proceso no será grabada.

Figura B.1.19. Dibujo de las líneas de proceso.

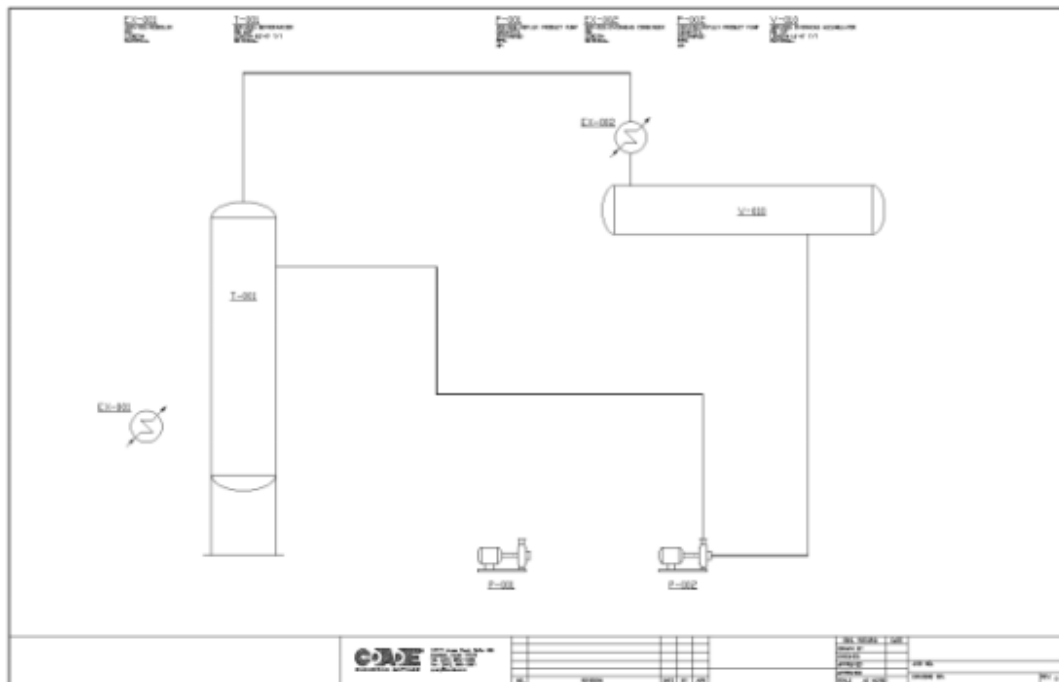


Se continúa dibujando las líneas principales, con una línea desde el EX-002 a la parte superior del V-010.

Seguidamente, seleccionando “select P&ID>Lines>Major>Primary” se dibuja la línea desde el fondo del V-010 a la succión de la bomba P-002.

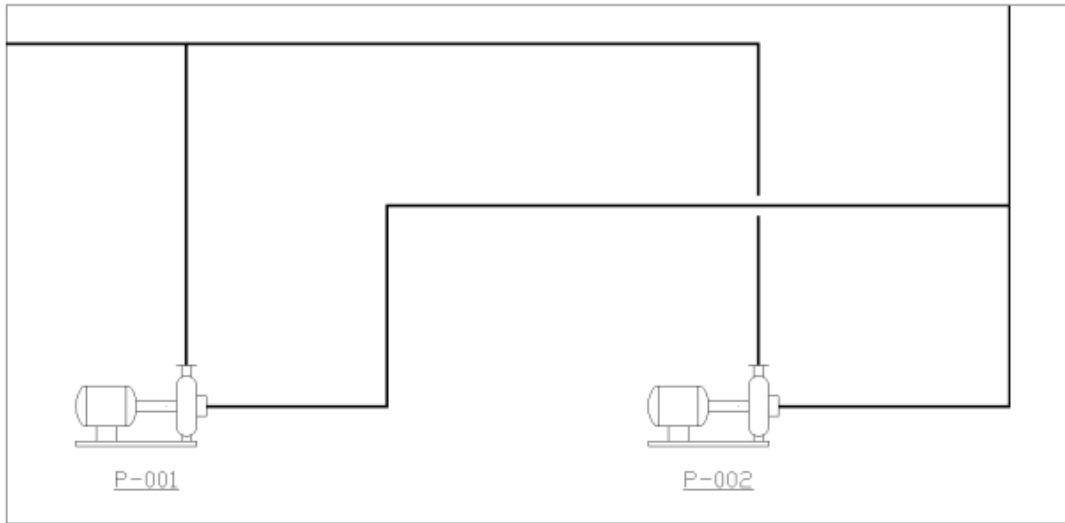
Para completar las líneas de flujo provenientes de la bomba P-002, completar la descarga dibujando una línea desde la bomba hacia el tanque T-001 similar al ejemplo siguiente.

Figura B.1.20. Avance de dibujo P&ID



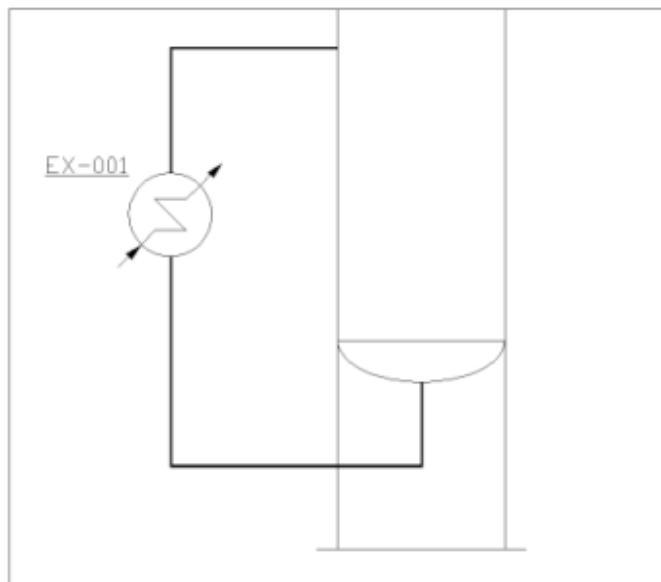
Las líneas primarias de succión y descarga de la bomba P-001, deben quedar dibujadas como se muestra en el siguiente ejemplo.

Figura B.1.21. Líneas primarias de succión y descarga de la bomba P-001.



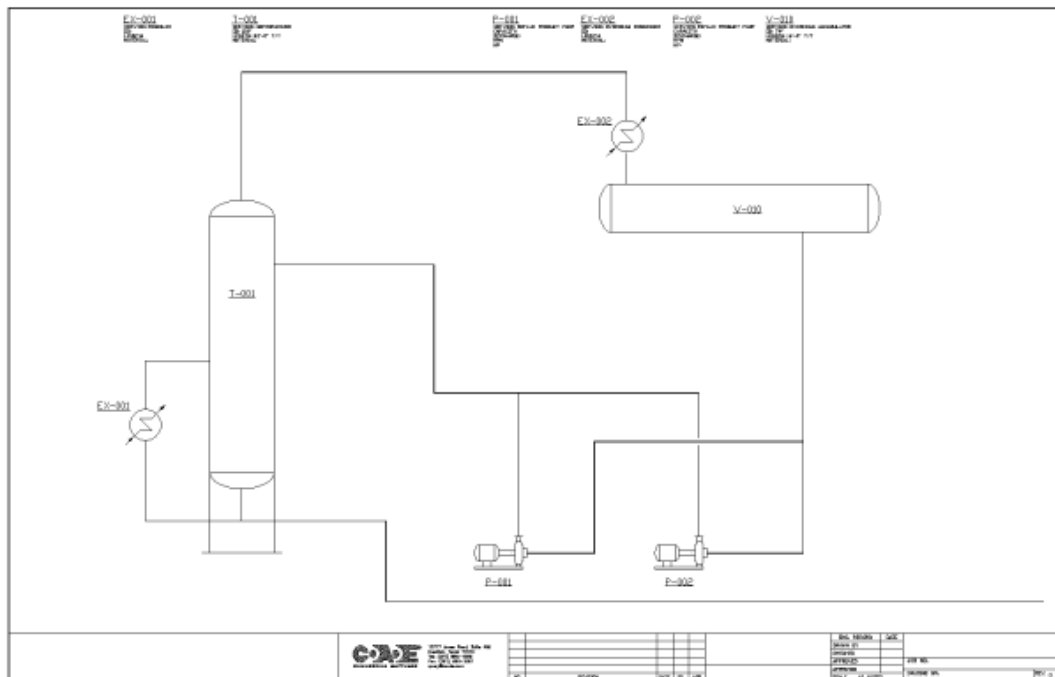
Las líneas de flujo que van desde el intercambiador EX-001 al tanque T-001 deben ir desde la parte media del T-001 al EX-001 y de este último a la parte inferior del T-001 similar a la siguiente imagen:

Figura B.1.22. Líneas de flujo desde el intercambiador EX001 al tanque T-001



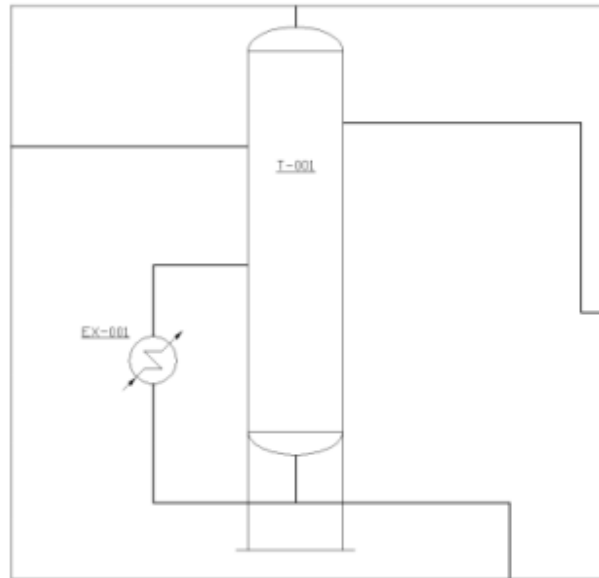
Dibuje una línea desde la derecha de la línea saliendo del fondo de la elipse del T-001 hacia al lado derecho del dibujo, según se muestra a continuación:

Figura B.1.23. Dibujo de las líneas de proceso del P&ID.



Posteriormente, utilizando el mismo comando “P&ID>Lines>Major> Primary”, dibuje una línea desde el lado izquierdo del dibujo hacia el tanque T-001, similar al ejemplo a continuación:

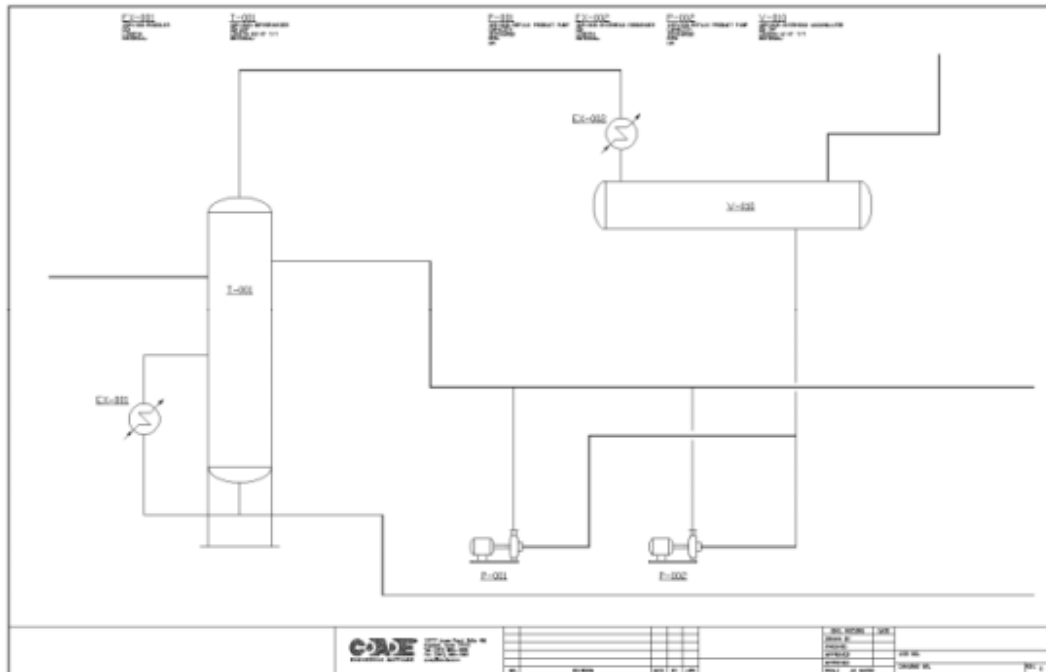
Figura B.1.24. Líneas de proceso del tanque T-001



Dibuje una línea desde la parte superior de la línea de descarga desde la P-001, al lado derecho del dibujo.

Para finalizar las líneas principales de flujo del P&ID, dibuje una línea desde la parte superior del V-010 hacia la tea. El P&ID con todas las líneas incluidas debe lucir de la siguiente manera:

Figura B.1.25. Estado final de las líneas de proceso del diagrama P&ID.



B.1.8. Información de las Líneas de Flujo – Sistema de numeración

Es importante definir el diámetro y la especificación de la tubería en esta etapa, ya que al insertar las válvulas y demás accesorios conectores como boquillas, codos, etc serán automáticamente ajustados.

El programa tiene un sistema de auto numeración de líneas, el cual debe estar habilitado desde un inicio siguiendo la ruta del menú “P&ID> Accessory> Line Numbering”.

Command line: LINENUMBER

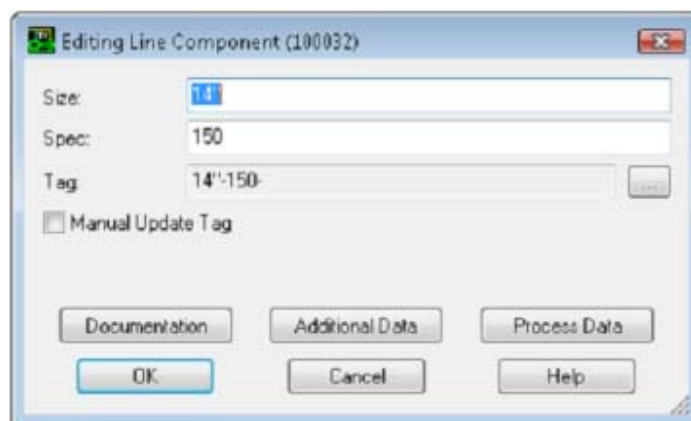
Cuando el sistema esta encendido, CADWorx® P&ID genera la numeración de líneas de acuerdo al tamaño, la especificación y los datos adicionales que han sido escogidos.

Digite “CEDIT” y seleccione la línea de proceso saliendo de la parte de arriba del T-001.

Command: CEDIT

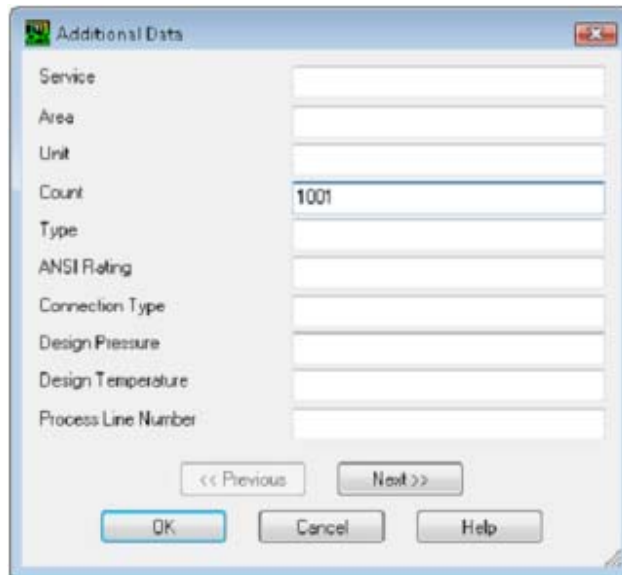
Select P&ID Entity: *Seleccione el objeto.*

Figura B.1.26. Ventana “Editing Line Component (100032).”



Seleccione información adicional, y aparece la siguiente ventana.

Figura B.1.27. Ventana “Additional Data”.



Digite 1001 en el campo “Count2 y haga clic en “OK”. Ahora actualice el resto de las líneas de proceso del dibujo.

Digite “CEDIT” y seleccione la línea de proceso del fondo del EX-002 a la parte superior del V-010.

Size: 10”, Count: 1002.

Digite “CEDIT” y seleccione la línea de proceso en la parte superior derecha del V-010.

Size: 2”, Count: 4001.

Digite “CEDIT” y seleccione la línea de proceso desde el fondo del V-010 a la bomba P-002.

Size: 10”, Count: 1003.

Digite "CEDIT" y seleccione la línea de proceso desde la bomba P-002 hasta el T-001.

Size: 8", Count: 1004.

Digite "CEDIT" y seleccione la línea de proceso desde la descarga de 8" de la bomba P-002 a la succión de la bomba P-001.

Size: 10", Count: 1005.

Digite "CEDIT" y seleccione la línea de proceso en el lado de la descarga de la bomba P-001.

Size: 8", Count: 1006.

Digite "CEDIT" y seleccione la línea de proceso horizontal a la derecha de la línea de descarga de la bomba P-001.

Size: 4", Count: 1007.

Digite "CEDIT" y seleccione la línea horizontal de proceso que va hacia el T-001 desde el lado izquierdo del dibujo.

Size: 6", Count: 1000.

Digite "CEDIT" y seleccione la línea de proceso del T-001 al EX-001 hacia la izquierda de la línea vertical viniendo del fondo de la elipse del T-001.

Size: 16", Count: 1008.

Digite "CEDIT" y seleccione la línea de proceso de la parte superior del EX-001 al T-001.

Size: 20", Count: 1009.

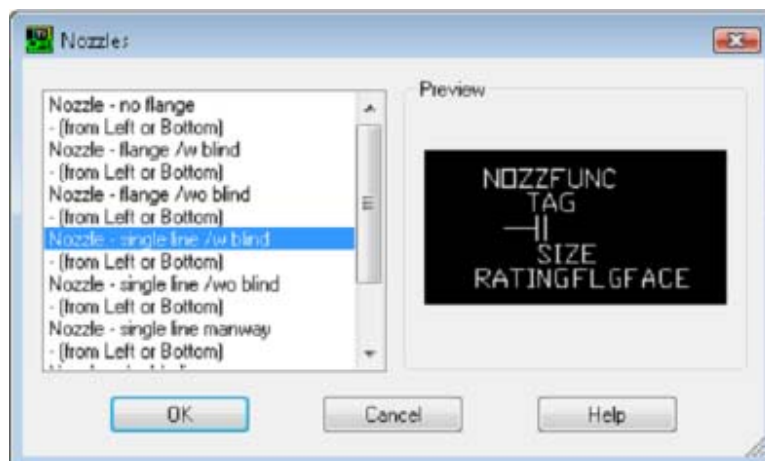
Digite "CEDIT" y seleccione la línea de proceso a la derecha de la línea vertical saliendo del fondo del T-001.

Size: 6", Count: 1010.

B.1.9. Ubicando las Boquillas

De menú seleccione "P&ID>Equipment>Nozzles" para mostrar para mostrar la ventana de opciones de las boquillas "Nozzles".

Figura B.1.28. Ventana "Nozzles"



En el cuadro de dialogo, seleccione “Nozzle – single line /w blind” y haga clic en “OK”.

Seleccione el punto en donde la línea sale de la parte superior del T-001.

Command: **ICONNOZZLE**

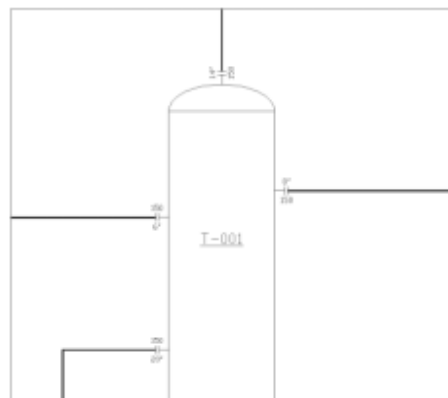
Pick position: *Seleccione la posición para la boquilla.*

Arrastre el mouse hacia arriba de manera que la boquilla se muestra en la orientación correcta.

Pick rotation: *Seleccione la rotación de la boquilla.*

Ahora, ubique la misma boquilla para todas las conexiones en el T-001. El dibujo debe quedar de la siguiente manera:

Figura B.1.29 Ubicación de las líneas del tanque T-001



Ubique la boquilla “Nozzle – No Flange” en el V-010, como en el ejemplo a continuación

Figura B.1.30. Ubicación de las líneas del tanque V-010

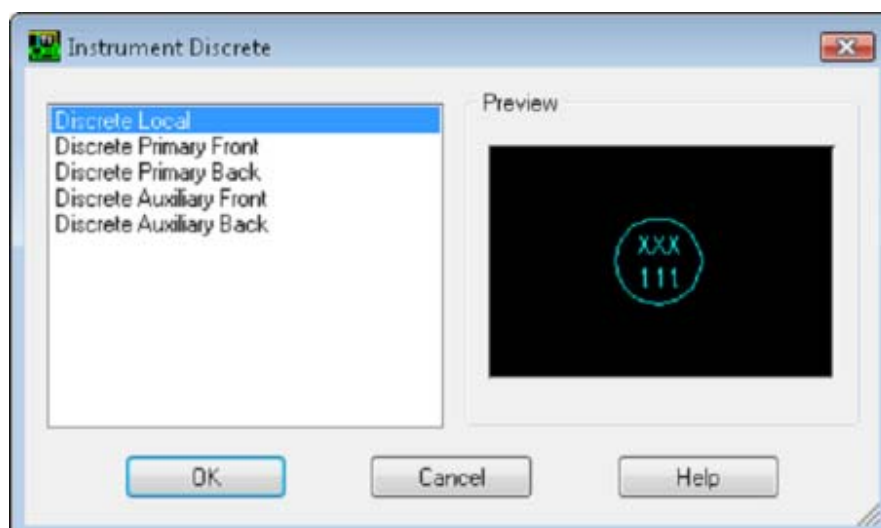


B.1.10. Ubicando la Instrumentación

Para ubicar la instrumentación siga los siguientes pasos:

Haga zoom a una ventana alrededor de las bombas. Del menú seleccione “P&ID>Instruments>Discrete”, para mostrar la ventana de instrumentos discretos.

Figura B.1.31. Ventana “Instrument Discrete”



De la ventana de instrumentos discretos, seleccione “Discrete Local” y haga clic en “OK”. La siguiente serie de instrucciones es similar a las que se deben realizar cuando se dibuja una línea de proceso. Seleccione la línea de descarga en la bomba P-001 más o menos un cuadro hacia arriba de la bomba. El segundo punto es 1 ½ cuadros a la izquierda de la línea de descarga para la inserción de la burbuja del instrumento.

Command: **DILOCAL**

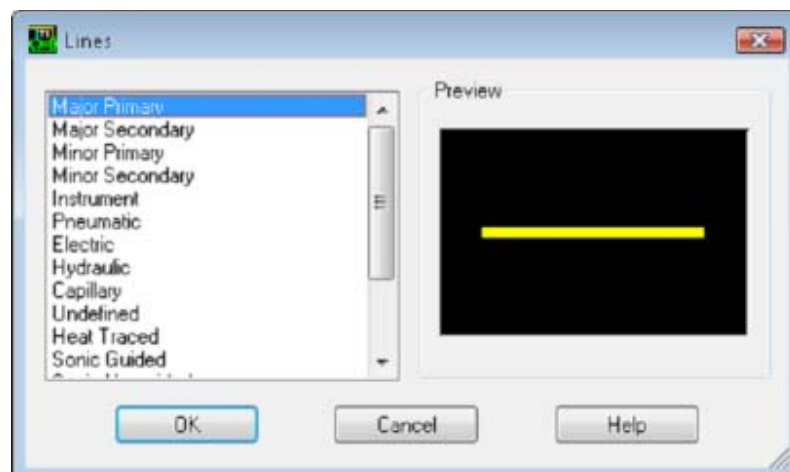
From point: *Primer punto de la línea del instrumento*

Undo/Endpoint of line>: *Segundo punto de la línea del instrument o posición de la burbuja.*

Undo/Endpoint of line>: *enter para finalizar la línea de instrument.*

La ventana de líneas aparece con diferentes tipos de líneas de instrumento:

Figura B.1.32. Ventana “Lines”



En la ventana de líneas, seleccione “instrument” y haga clic en “OK”.

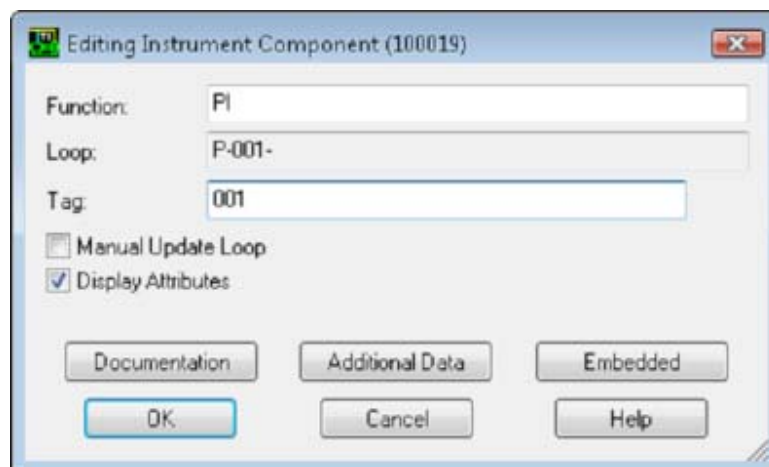
Digite “CEDIT” y seleccione el instrumento burbuja anteriormente ubicado.

Llene los campos como se muestra en el siguiente ejemplo:

Command: CEDIT

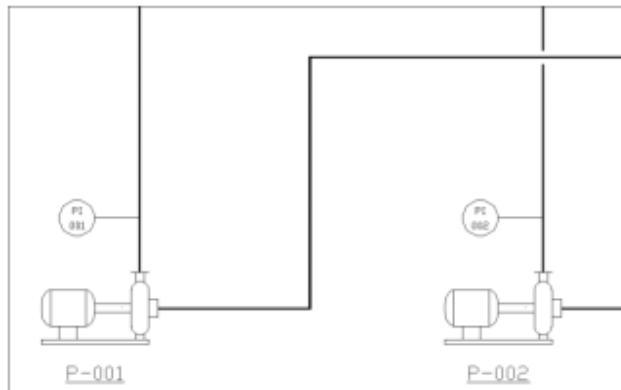
Select P&ID Entity: *seleccione el objeto*

Figura B.1.33. Ventana “Editing Instrument Component”



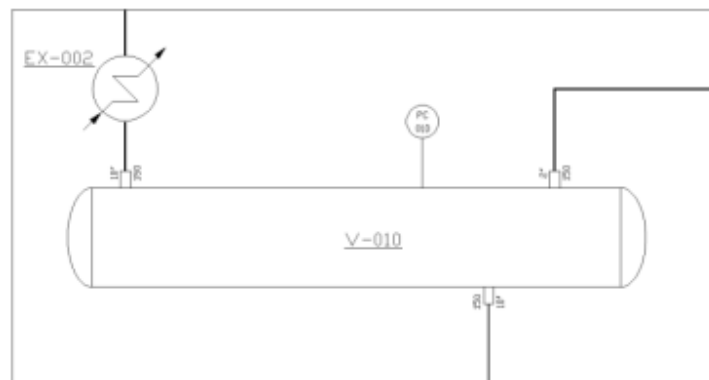
Ubique a un instrumento de burbuja en la línea de descarga de la bomba P-002 y taquee la burbuja como PI-002. El dibujo debería lucir similar al ejemplo.

Figura B.1.34. Vista ubicación indicadores de presión bombas



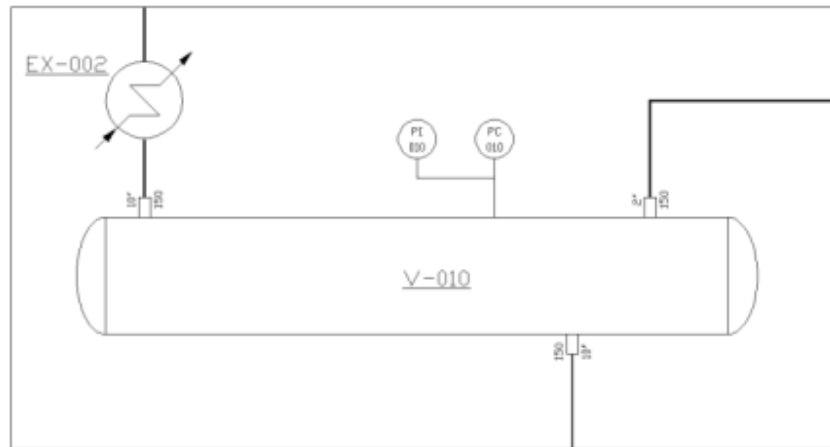
Haga zoom a una ventana alrededor del V-010. Ahora ubique un instrumento de burbuja en la parte superior del V-010 con un tag de PC-010, similar al ejemplo abajo:

Figura B.1.35. Vista ubicación instrumento de burbuja tanque V-010



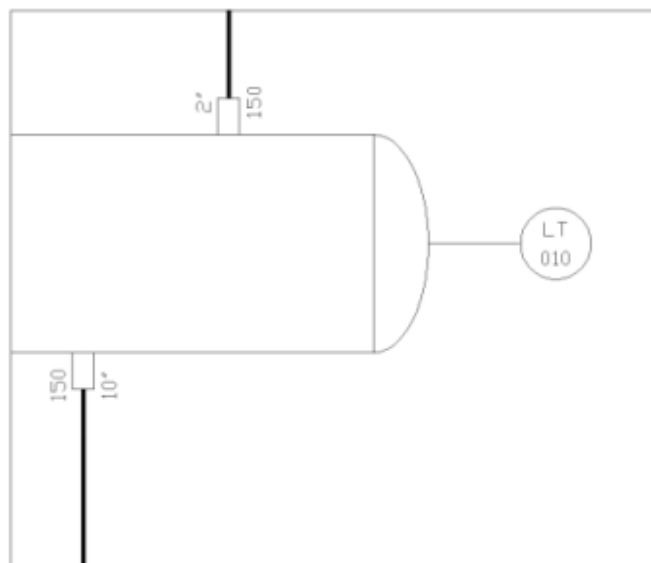
Ubique otro instrumento de burbuja, adjunto a la línea del instrumento del PC-010. Para hacer esto, seleccione tres diferentes puntos: el primer punto será la línea de instrumento del PC-010; el segundo será directamente a través, cerca de 1-½ cuadros; y la tercera será directamente arriba de este punto, paralelo con la burbuja del PC-010. Taquee esta burbuja como PI-010. El dibujo deberá lucir al ejemplo a continuación:

Figura B.1.36. Vista ubicación indicador de presión tanque V-010



Haga zoom a una ventana alrededor de la parte final derecha del V-010, dejando suficiente espacio para dos instrumentos de burbuja. Dibuje un instrumento de burbuja desde el centro de la elipse taqueando la burbuja como LT-010. El dibujo debe lucir así:

Figura B.1.37. Vista ubicación indicador de nivel tanque V-010



Borre la línea que va desde el instrumento hasta la elipse. Seguidamente se dibujarán dos líneas desde el instrumento. En el menú, seleccione “P&ID>Lines>Instrument”. Seleccione un punto en la parte superior de la burbuja y dibuje hacia arriba y sobre la elipse, presione “enter” cuando termine. Después, dibuje la línea desde el fondo de la burbuja hacia la elipse. El dibujo debe lucir similar al ejemplo a continuación:

Command: INSTRUMENT

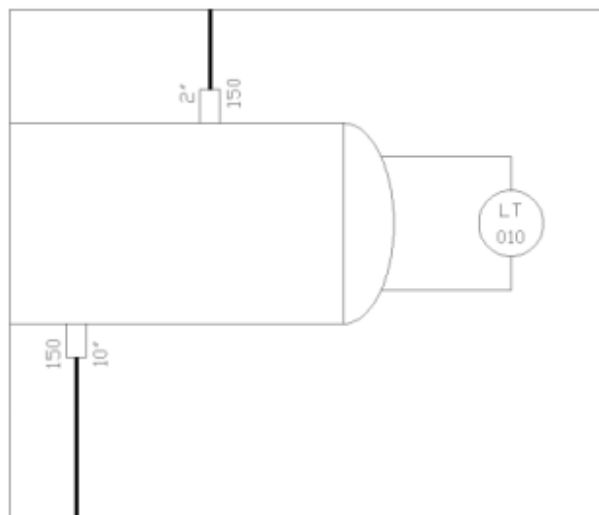
From point: *primer punto de la línea del instrumento*

Undo/<Endpoint of line>: *segundo punto de la línea del instrumento*

Undo/<Endpoint of line>: *enter para finalizar la línea del instrumento*

Usando el comando “TRIM” de AutoCAD, corte las líneas que vienen del instrumento y que quedan detrás de la elipse. El dibujo debe lucir según el siguiente ejemplo:

Figura B.1.38 Indicador de nivel tanque V-010



Del menú seleccione “P&ID>Instrument>Discrete”. Seleccione el centro de la burbuja del instrumento LT-010. Seleccionando el centro de una burbuja existente, el programa usará el mismo “TAG” en la nueva burbuja. Deslice la burbuja a la derecha. Presione “Enter” cuando termine y taquee el instrumento como LC-010. El dibujo debe lucir como el ejemplo a continuación:

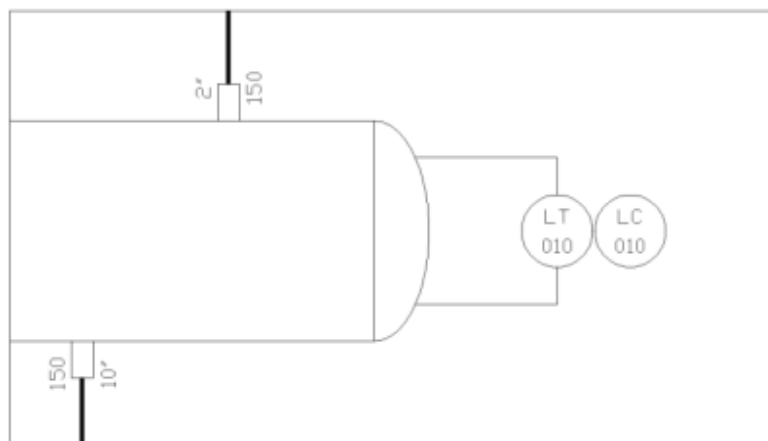
Command: DILOCAL

From point: *Seleccione el centro de la burbuja LT-110*

Undo/<Endpoint of line>: *Ubique el segundo punto de la línea del instrumento*

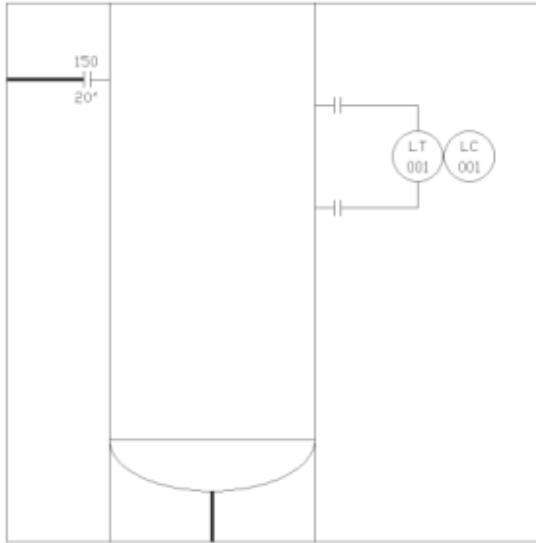
Undo/<Endpoint of line>: *Presione enter para finalizar la línea del instrumento*

Figura B.1.39 Apariencia final indicador de nivel tanque V-010



Ahora, ubique un LT-001 y LC-001, exactamente como en el punto anterior en el T-001. Luego, ubique boquillas en los brazos del instrumento. El dibujo debe lucir como se muestra en el siguiente ejemplo

Figura B.1.40. Apariencia final indicador de nivel tanque T-001

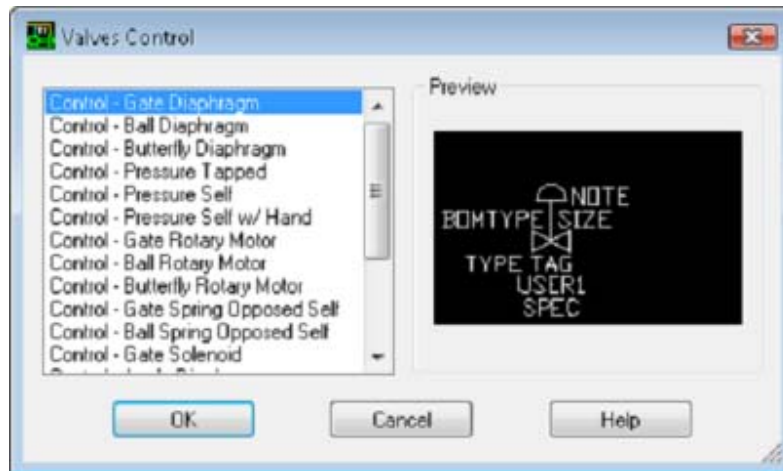


B.1.11. Ubicando las Válvulas

Haga zoom a una ventana alrededor del LT-001, LC-001 y la línea saliendo del fondo del T-001 y que va hacia la derecha.

De la barra de herramientas seleccione “P&ID>Valves>Regular” para abrir la ventana de válvulas de control que se muestra abajo:

Figura B.1.41 Ventana “Valves Control”

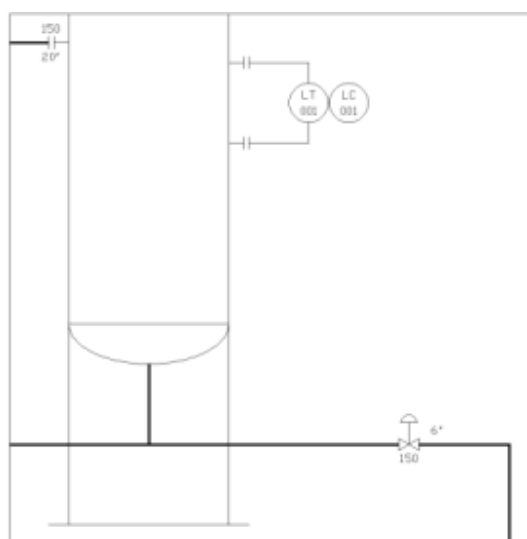


En la ventana de dialogo de las válvulas, seleccione “Control – Gate Diaphragm” y haga clic en “OK”. Ubique la válvula de control sobre la línea horizontal que sale de la parte inferior del T-001 similar a como aparece al ejemplo abajo.

Command: ICONCONVAVLE

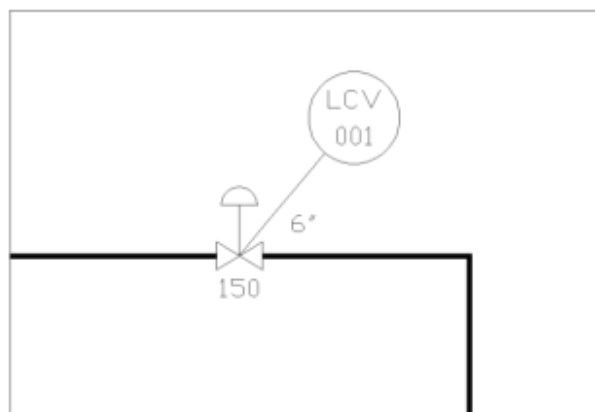
Pick position: *seleccione la localización de la válvula*

Figura B.1.42. Ubicación válvula de control 6”.



Del menú seleccione “P&ID>Instrument>Discrete” para ubicar la burbuja del instrumento LCV-001 para la válvula de control. Para ubicar la línea del instrumento en un ángulo como se ilustra en el ejemplo a continuación se debe apagar la opción ortogonal.

Figura B.1.43 Ubicación burbuja válvula de control LCV-001



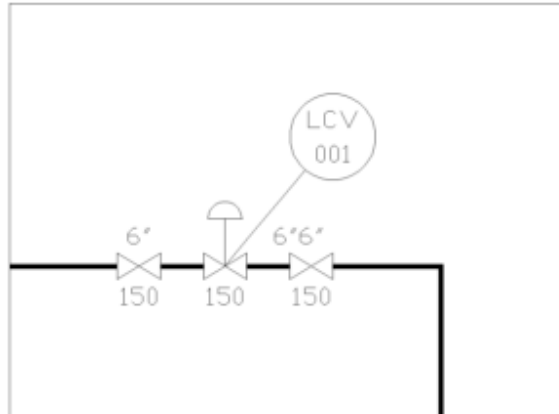
De la barra de herramientas seleccione “P&ID>Valves>Regular” para abrir nuevamente la ventana de válvulas.

En la ventana de válvulas regulares, seleccione “Gate valve” para ubicar a cada lado de la válvula de control. El dibujo debe lucir como se muestra a continuación:

Command: ICONREGVAVLE

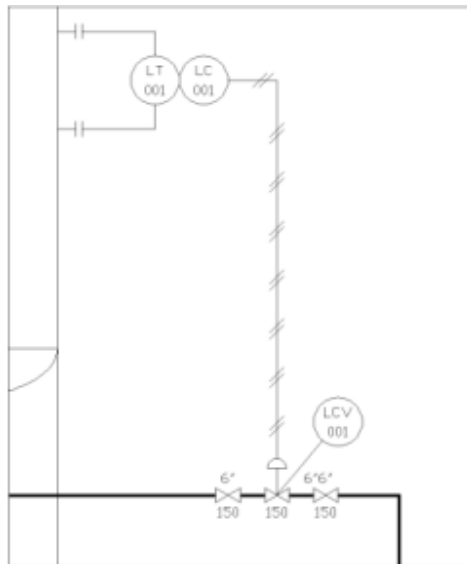
Pick position: *seleccione la localización de la válvula*

Figura B.1.44. Ubicación válvulas de corte de LCV-001



Para incluir la línea de control de la válvula, selecciones “P&ID>Lines>Pneumatic” y dibuje una línea desde la LC-001 a la parte superior del actuador de la válvula de control.

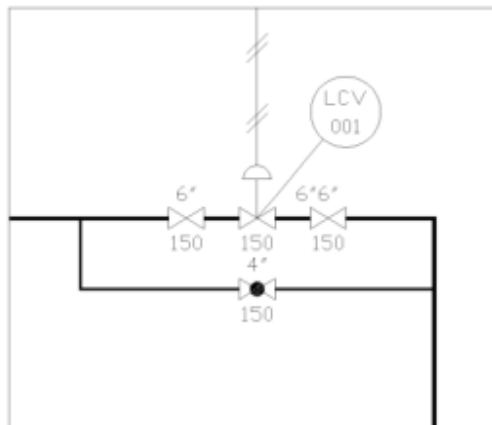
Figura B.1.45. Lazo de control válvula LCV-001



Ahora, dibuje la línea de bypass para la válvula de control. De la barra de herramientas, seleccione “P&ID>Major>Secondary line”.

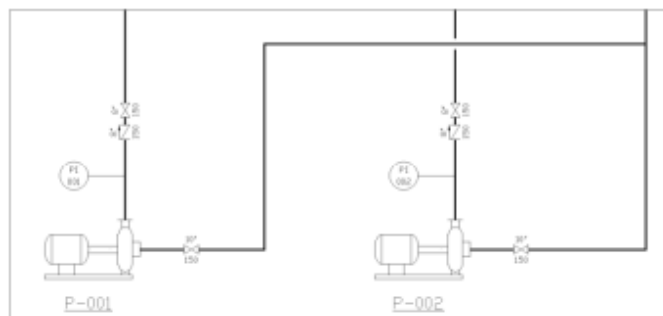
Con el comando “CEDIT”, edite el tamaño de la línea a 4” y cambie el campo “count” con el número 1010B. Ubique una válvula de globo en la línea de bypass. El dibujo debe lucir de la siguiente manera

Figura B.1.46. Bypass válvula LCV-001



Ubique válvulas de cheque y de compuerta alrededor de las bombas como en el ejemplo a continuación:

Figura B.1.47. Ubicación válvulas de cheque y compuerta alrededor de bombas



B.1.12. Usando los comandos “WBLOCK” y “MENSYMBOL”

El programa “CADWorx P&ID” puede utilizar el comando “WBLOCK” en toda su expresión, permitiendo al usuario crear un bloque y luego, usando el comando “MENSYMBOL”, ubicar el Nuevo bloque en el menú en marcha.

Haga zoom a una ventana alrededor de la estación de control de nivel a la derecha del T-001.

Digite “WBLOCK” en la línea de comandos.

Llame el bloque “CONTROL_ALT” y guárdelo en la siguiente carpeta “<INSTALL-DIR>\SUPPORT”. En AutoCAD, las instrucciones serían

Command: **WBLOCK**

Block name: *deje esto en blanco*

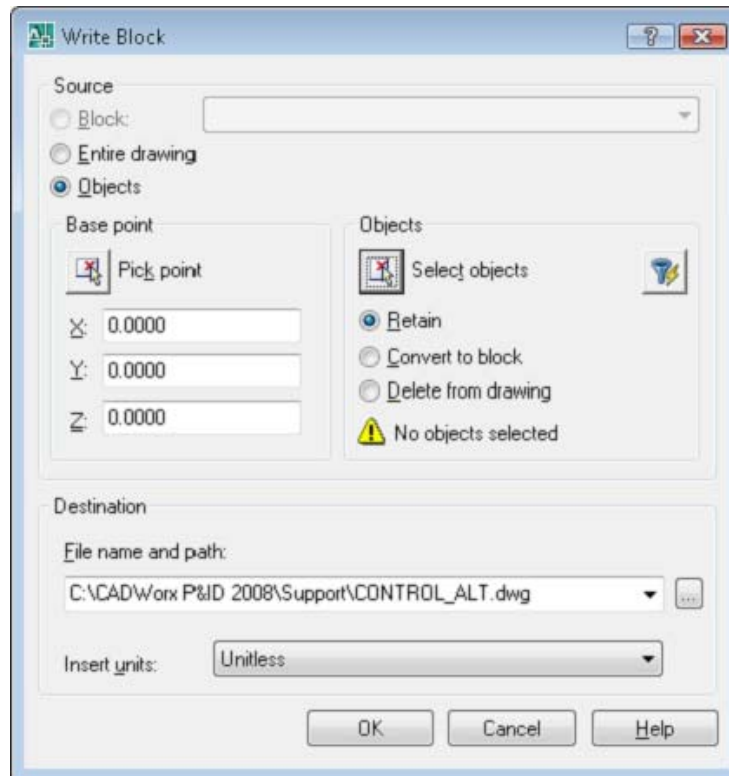
Insertion base point: *seleccione el centro de la válvula de control*

Select objects: *Seleccione la válvula LCV-001 y las dos válvulas de corte*

Para el bloque que se va a crear, seleccione las dos válvulas de compuerta, la válvula de control, y el instrumento de burbuja y la línea.

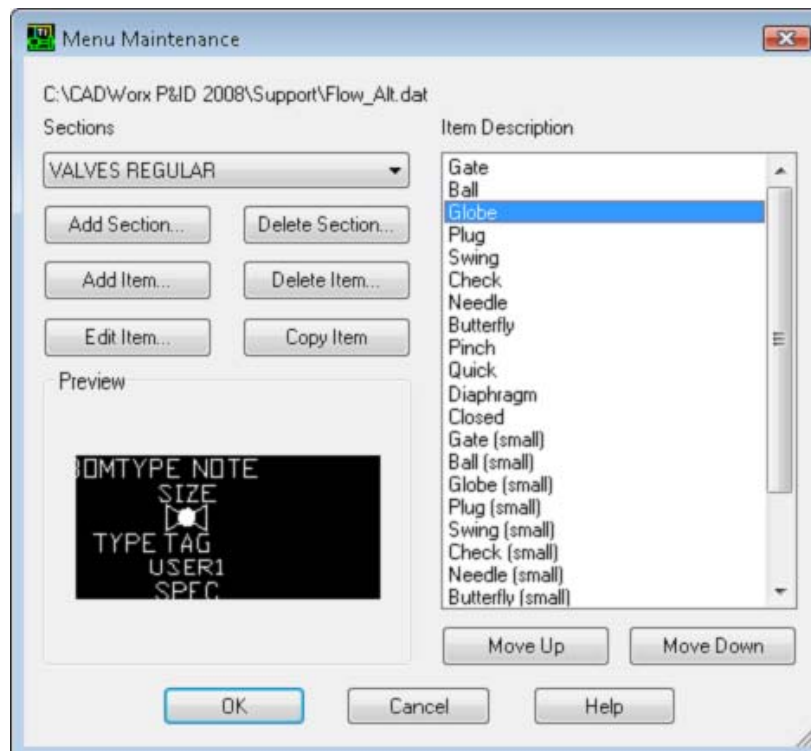
En la ventana “Write Block” asegúrese que el botón “Retain” esté seleccionado.

Figura B.1.48 Ventana “Write Block”



De la barra de herramientas seleccione, “P&ID>Accessory>Menu Symbols” o digite “MENSYMBOL” en la línea de comandos para que emerja la ventana de diálogo “Menu Maintenance”.

Figura B.1.49. Ventana “Menu Maintenance”



En la esquina superior izquierda, hay una lista de todas las secciones donde el nuevo bloque puede ser adherido. Pique la flecha para bajar y seleccione “Valves Other”. Haga Clic el botón “Add Item”.

Seleccione el botón “Browse” y haga doble clic sobre el archivo “CONTROL_ALT” que anteriormente se guardo en el directorio “<INSTALL-DIR>\SUPPORT”.

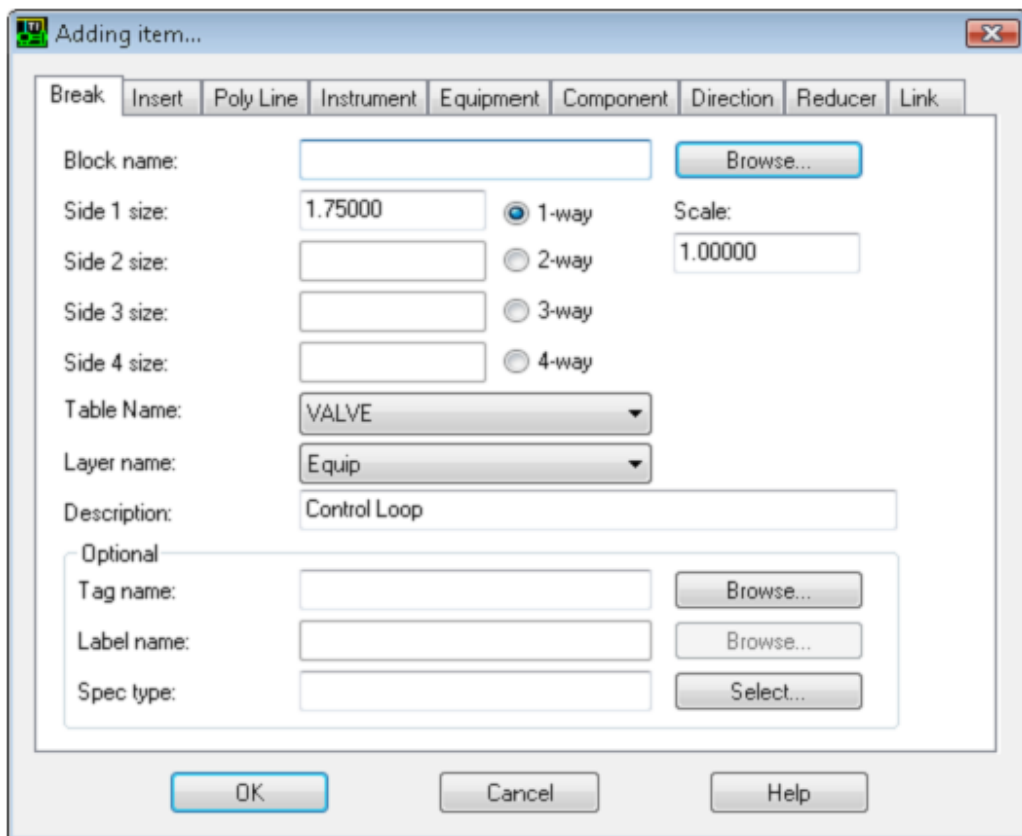
El campo “Side 1 size” corresponde a la distancia desde el lado a mano izquierda de la válvula izquierda hasta el lado a mano derecha de la válvula derecha. El usuario necesitará medir esta distancia usando el comando “DISTANCE” de AutoCAD. Para este ejemplo digitaremos 1.75.

Seleccione el botón “1-way”.

Ingrese una escala de 1.000.

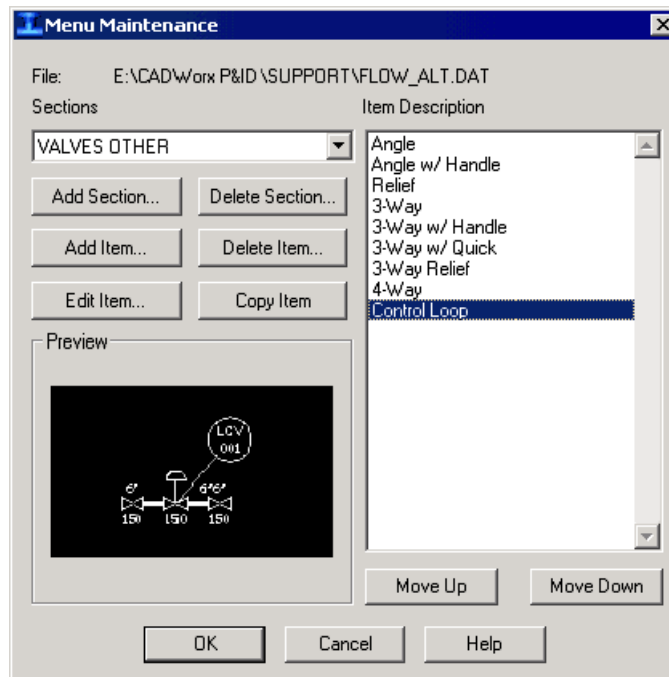
Seleccione “Valve” en el campo con lista desplegable “Table name”. Seleccione “Equip” en el campo con lista desplegable “Layer name”. En el campo “Description”, digite la descripción “CONTROL LOOP”.

Figura B.1.50. Ventana “Adding Item”



Haga clic en “OK”. Asegúrese que el loop de control esté listado en la ventana de diálogo de “Menu Maintenance”. Haga clic en “OK”.

Figura B.1.51. Ventana “Menu Maintenance”



Ahora haga zoom a una ventana que incluya el instrumento LT/LC-110 y la línea horizontal debajo de él.

De la barra de herramientas seleccione, "P&ID>Valves>Other" y seleccione el bloque anteriormente creado "Control Loop".

Use el comando de AutoCAD "EXPLODE" para separar el bloque. El programa automáticamente insertará las líneas apropiadas para incluir los elementos en la base de datos.

Command: EXPLODE

Select objects: 1 found

Select objects:

1 row(s) removed from the external database.

6 row(s) were inserted into external database.

2 rows were inserted into the to line table.

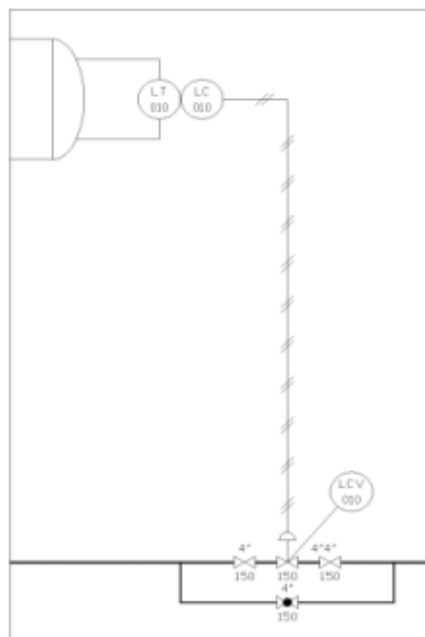
If incorrect, run COMBINELINE function.

Usando el comando "CEDIT", cambie el tamaño de las válvulas a 4" y luego cambie el nombre de la burbuja como LCV-010.

Usando el comando "COMBINELINE (CBL)", seleccione la línea a la izquierda de la válvula de compuerta a mano derecha y todos los segmentos a la derecha de la válvula de compuerta a mano izquierda. El comando "COMBINELINE" se asegurará de que solo haya una línea en la base de datos para los tramos de tubería de la línea de proceso completa.

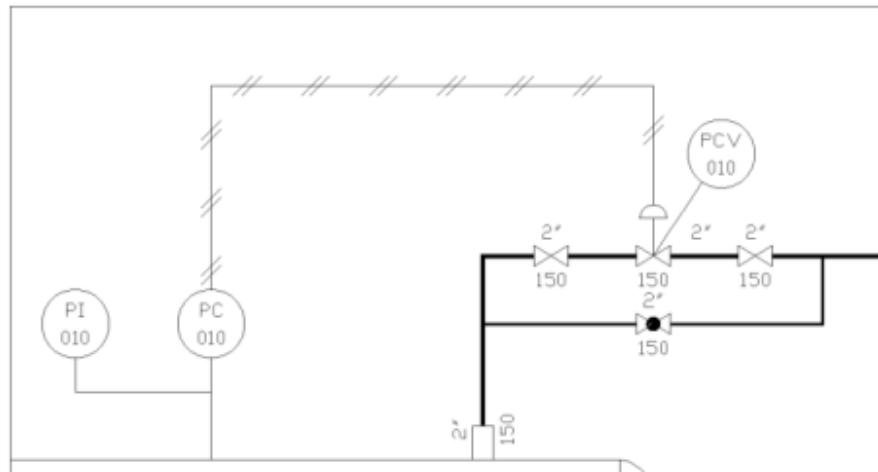
Dibuje la línea neumática y la línea del bypass con la válvula de globo de manera que el dibujo luzca similar al ejemplo de la parte inferior.

Figura B.1.52 Línea neumática controlador válvula LCV-010



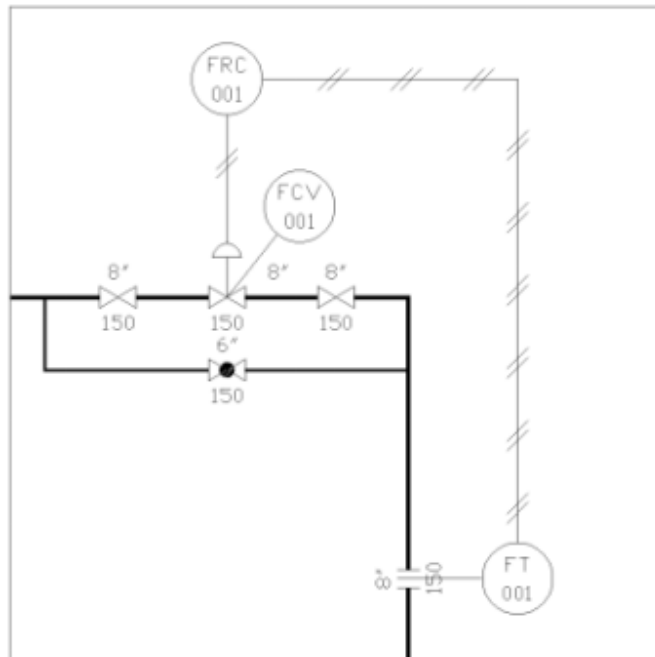
Dibuje una estación de control en la línea saliendo de la parte superior del V-010 de manera que el dibujo luzca similar al ejemplo a continuación.

Figura A.1.53. Estación de control de la PCV-010



Dibuje una estación de control en la línea que va hacia el lado derecho del T-001 de manera que el dibujo luzca similar al siguiente ejemplo. El plato de orificio puede ser encontrado en el menú de la barra de herramientas “P&ID >Valves>Flange>Orifice Pair”.

Figura B.1.54. Estación de control válvula FRC-001



B.1.13. Creación de Instrumentos Integrados

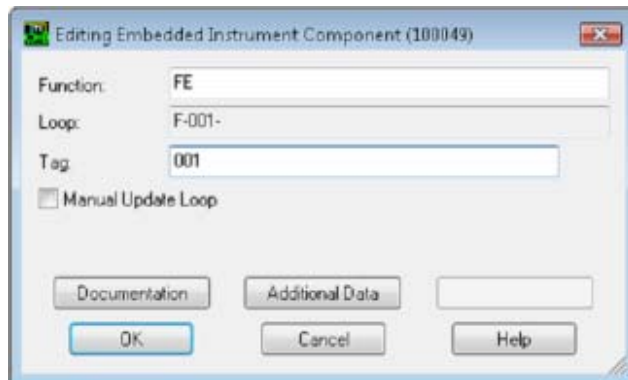
Digite "CEDIT" y seleccione el instrumento FT-001. Seleccione el botón "Embedded", y después seleccione el botón "Add". La ventana debe lucir similar al ejemplo a continuación.

Figura B.1.55. Ventana "Embedded Instruments"



Seleccione “Edit” y ubique el nuevo tag en la ventana de diálogo como en el ejemplo a continuación. Seleccione “OK”.

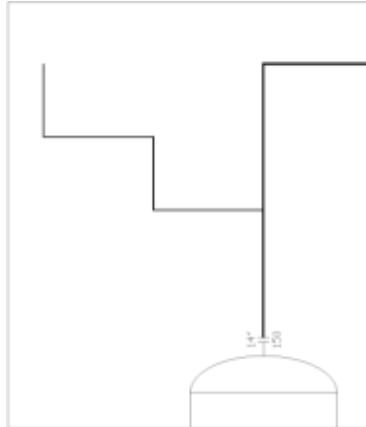
Figura B.1.56. Ventana “Editing Embedded Instrument Component (100049)”



B.1.14. Creando las Válvulas de Alivio

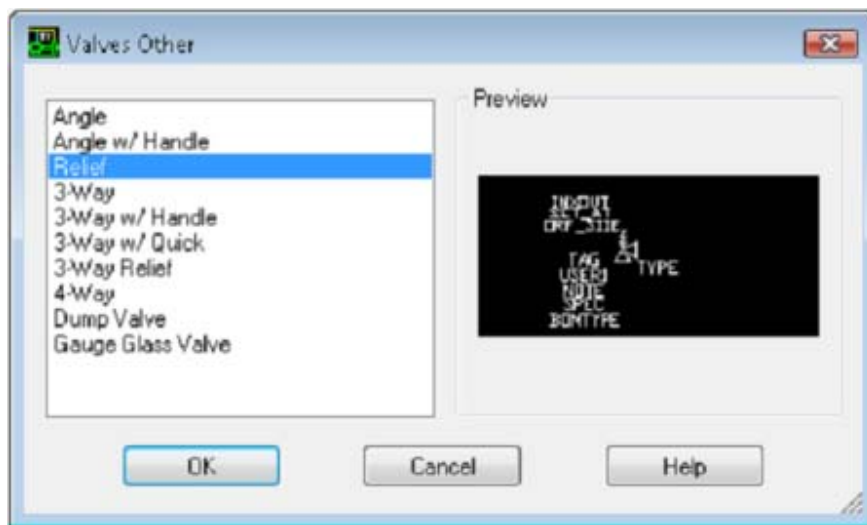
Haga zoom a una ventana en la esquina superior derecha del dibujo. Del menú de la barra de herramientas seleccione, “P&ID>Lines>Major>Secondary” y dibuje una línea similar al ejemplo siguiente:

Figura B.1.57. Línea de la válvula de alivio T-001



Del menú desplegable de la barra de herramientas seleccione “P&ID>Valves>Other” para abrir el cuadro de diálogo “Valves Other”.

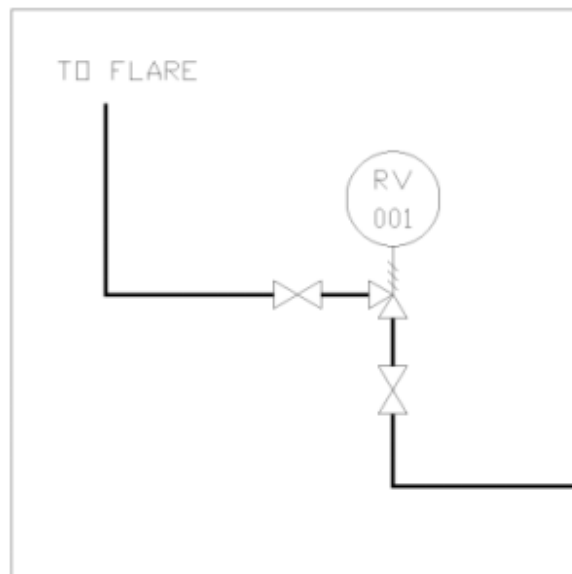
Figura B.1.58. Ventana “Valves Other”



En esta ventana seleccione “Relief” y haga clic en “OK”. Ubique la válvula en el extremo superior de la línea vertical, donde la línea vertical y la horizontal se encuentran. El dibujo debe lucir similar al ejemplo abajo.

Ubique un instrumento de burbuja en la válvula de alivio y taquee la burbuja como “RV-001”. Ubique válvulas de compuerta en cada lado de la válvula de alivio. El dibujo debe lucir de la siguiente manera:

Figura B.1.59. Detalle final válvula RV-001



Usando el comando “text”, ubique las palabras “TO FLARE” al final de la línea. Ubique el texto informativo “TO FLARE” en el lado derecho del dibujo, al final de la línea que viene de la válvula PCV-010.

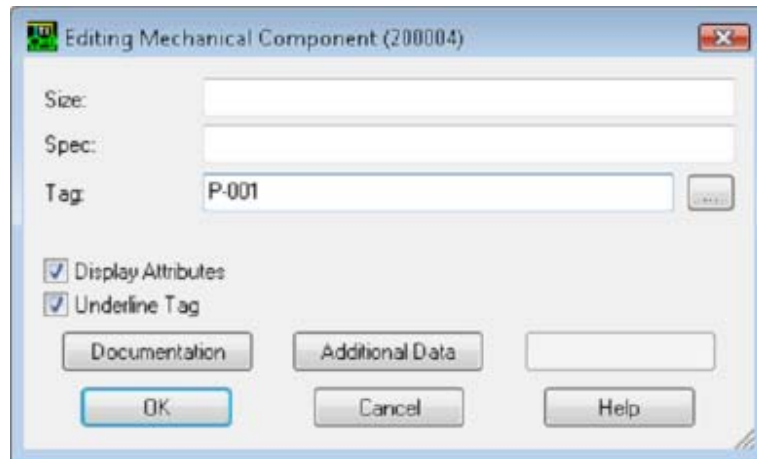
B.1.15. Adicionando Documentación a los Equipos

Este ejercicio explicará como el usuario puede adicionar documentación al equipo y luego usar la función “Right Clic” para editar la información.

Cree un documento en Microsoft Word o cualquier otro procesador de palabras y llámelo “Pump Curve Test”. Guarde este documento en el directorio del proyecto.

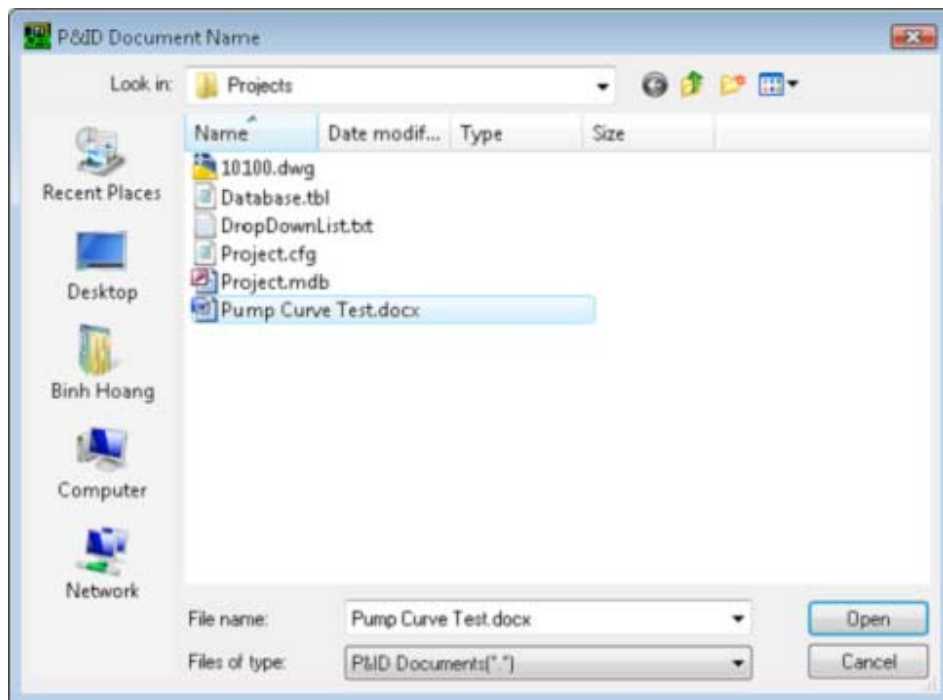
Digite “CEDIT” y seleccione la bomba P-001. El siguiente cuadro de diálogo aparecerá.

Figura B.1.60. Ventana “Editing Mechanical Component (200004)”



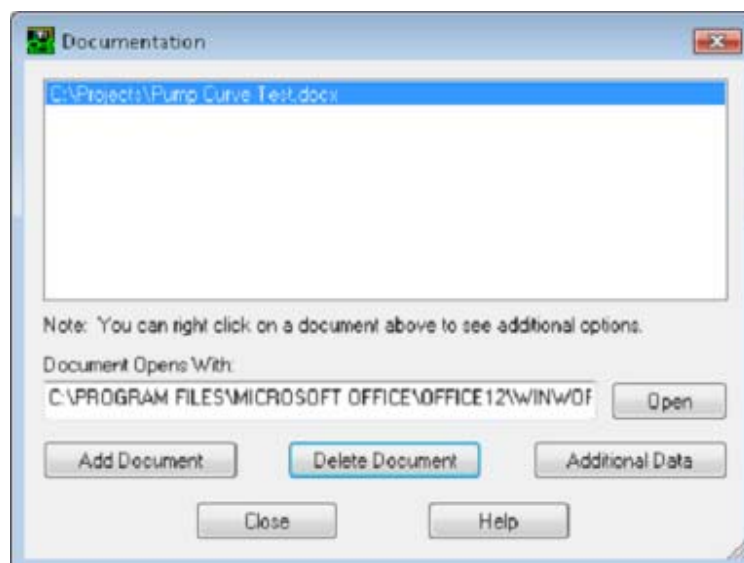
Seleccione el botón “Documentation”. Seleccione el botón “Add Document” para abrir la ventana “P&ID Document Name”. Busque el directorio del proyecto y seleccione el documento “Pump Curve Test”. Haga clic en “Open”.

Figura B.1.61. Ventana “P&ID Document Name”



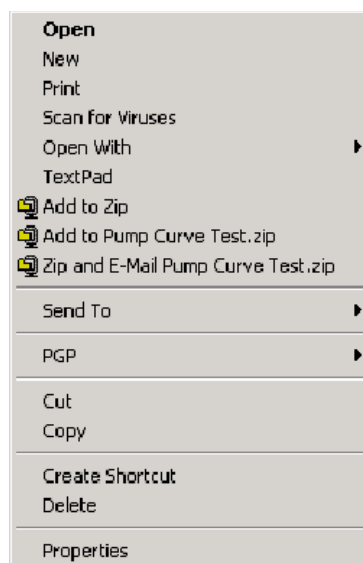
El documento "Pump Curve Test" se muestra ahora en la lista de documentación.

Figura B.1.62 Ventana "Documentation"



Con el documento “Pump Curve Test” resaltado, use el botón derecho del mouse y haga clic sobre el documento en la lista. Todas las funciones disponibles para el usuario a través de Windows Explorer ahora están disponibles dentro de la función "Documentation".

Figura B.1.62. Funciones de Windows disponibles para el documento adjunto.

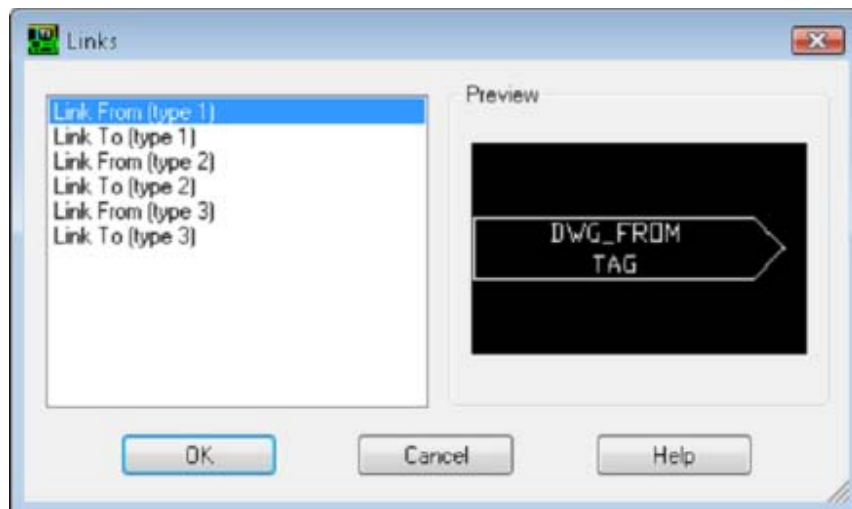


El usuario ahora tiene acceso a todas estas funciones.

B.1.16. Los Toques Finales

En el menú de la barra de herramientas, seleccione “P&ID>Equipment>Links” para abrir la ventana “Links”.

Figura B.1.63. Ventana “Links”



En la ventana “links”, seleccione “Link From (type 1)” y haga clic en “OK”. Ubique la flecha en la línea a mano izquierda de la página hacia el T-001.

Command: **ICONLINK**

Pick position: *seleccione una locación para el bloque de linqueo.*

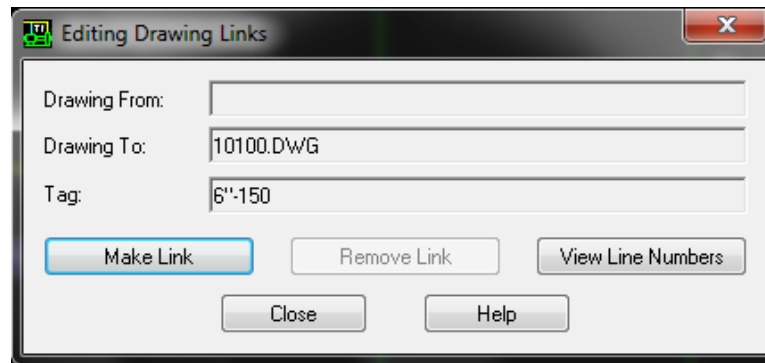
Mueva el mouse a la derecha (en dirección de la punta de la flecha).

Pick rotation: *seleccione la rotación para el bloque de linqueo*

Ubique las otras dos flechas al lado derecho de la página, utilizando la flecha “Link To (type 1)”.

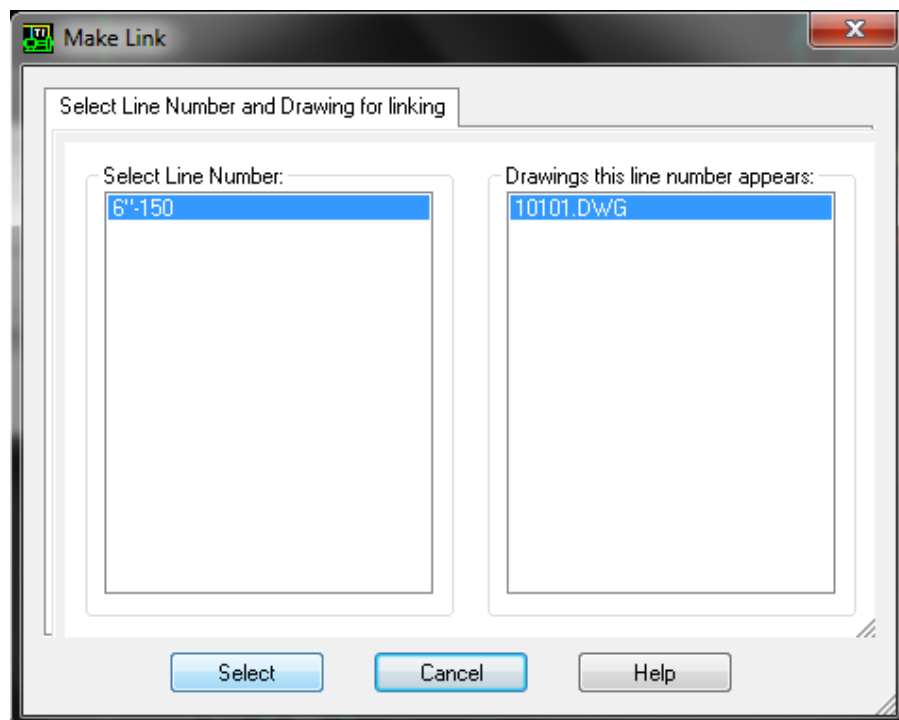
Cuando se tiene la misma línea en otro plano se puede usar la función “Link” para que en el momento que esta línea sea modificada en un plano, se actualice en todos los otros. Para ello utilice el comando “Cedit” y seleccione la flecha en la línea a mano izquierda de la página hacia el T-001.

Figura B.1.64. Ventana “Editing Drawing Links”



Haga clic en el botón “Make Link” y aparecerá la ventana llamada “Make Link” en donde se debe seleccionar el dibujo al cual se está haciendo el link de esta línea de flujo.

Figura B.1.65 Ventana “Make Link”



Seleccione el dibujo en el que aparece ese número de línea y haga clic en "Select". La flecha se actualizará quedando como se muestra a continuación.

Figura B.1.66 Vista final del Link.



Ahora se ubicarán las flechas de flujo sobre las líneas de proceso. Las flechas de flujo se ubicarán por default al final de las líneas, en la dirección del flujo. Del menú desplegable, seleccione "P&ID>Arrows>Large" y seleccione cerca al final de las líneas en el dibujo. Use el botón derecho del mouse para volver a llamar el comando y continuar ubicando las flechas.

Command: LARGEARROW

Pick insertion or point on polyline: *seleccione la posición de la flecha*

Para taquear las líneas, del menú desplegable, seleccione "P&ID>Utility>Tag Line" y luego seleccione la línea que desea taquear.

Command: TAGNUMBER

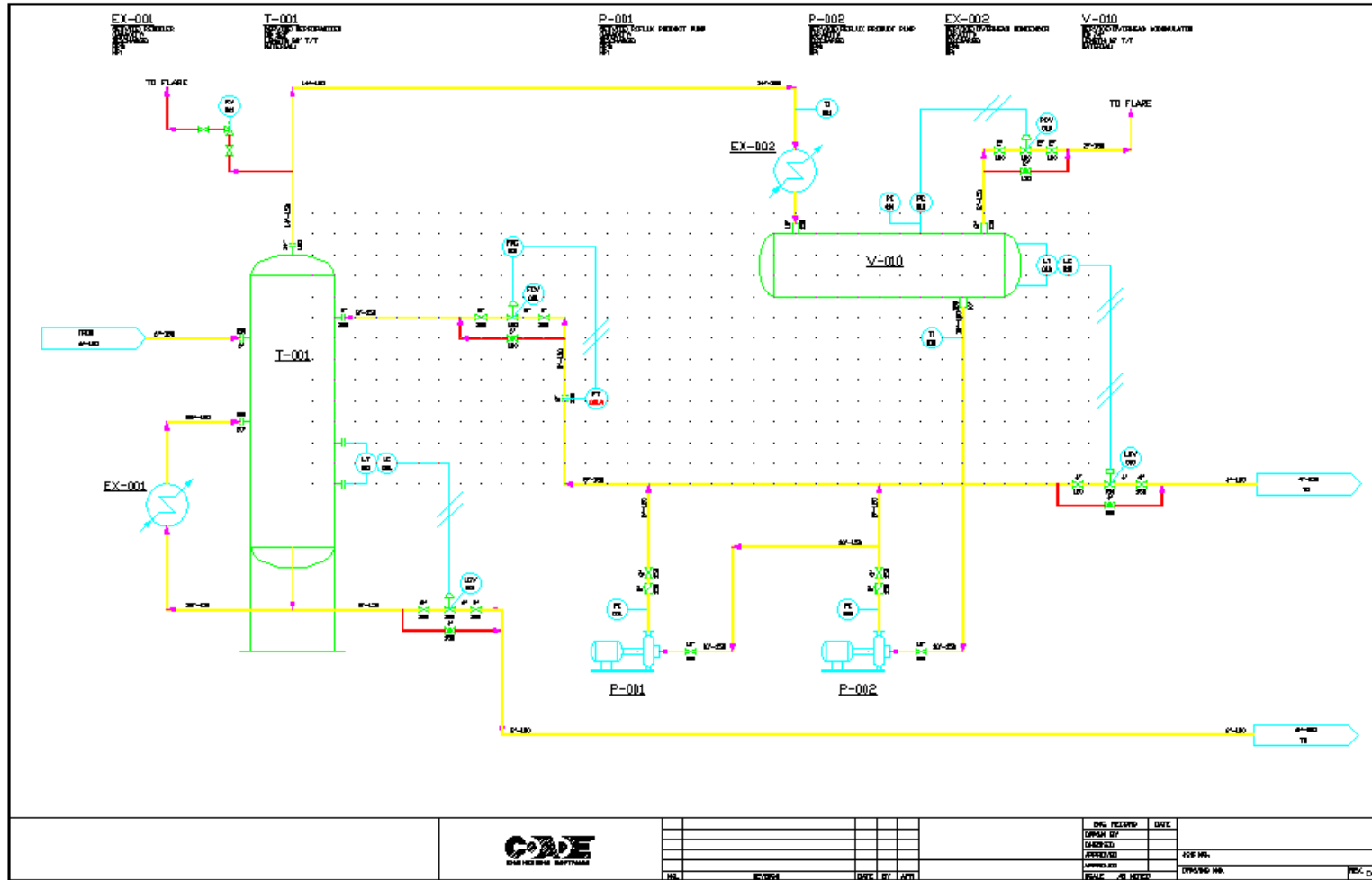
Select a line entity to tag: *seleccione una línea de proceso*

Pick position: *seleccione una localización para el tag*

Pick rotation: *seleccione la rotación del tag*

El dibujo debe lucir similar al ejemplo siguiente:

Figura B.1.67. Vista final del P&ID elaborado



B.1.17. Formatos y Reportes Defaults del Proyecto

La base de datos de CADWorx P&ID contiene muchos formatos, reportes y queries pre construidos y que pueden ser accedidos a través del startup mostrado abajo. El usuario puede modificar estos formatos, reportes y queries para que cumplan sus requerimientos o construir sus propios modelos.

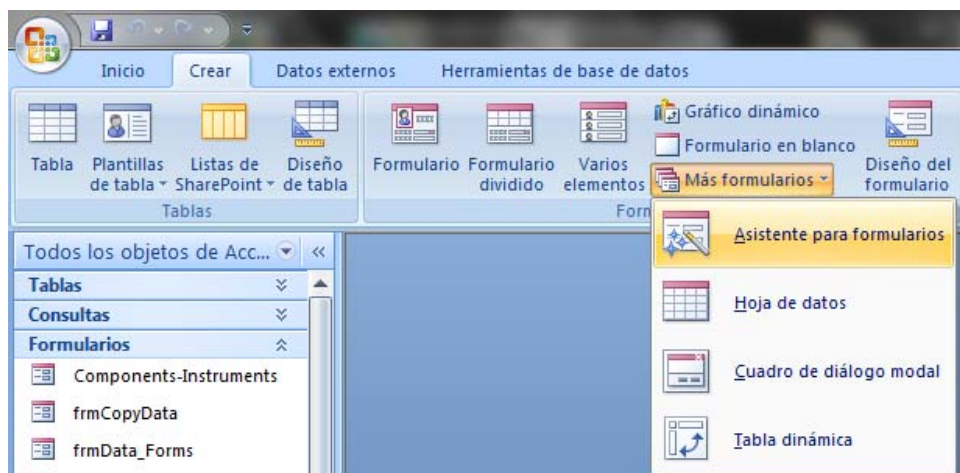
Los datos de entrada de los formatos simplifican la entrada de datos en el proyecto ya que solo mostrará los datos que el usuario será responsable de llenar.

Por medio del uso de estos formatos, el administrador del proyecto puede restringir el acceso de los usuarios a específicos campos.

B.1.18. Creando un Formulario en Access

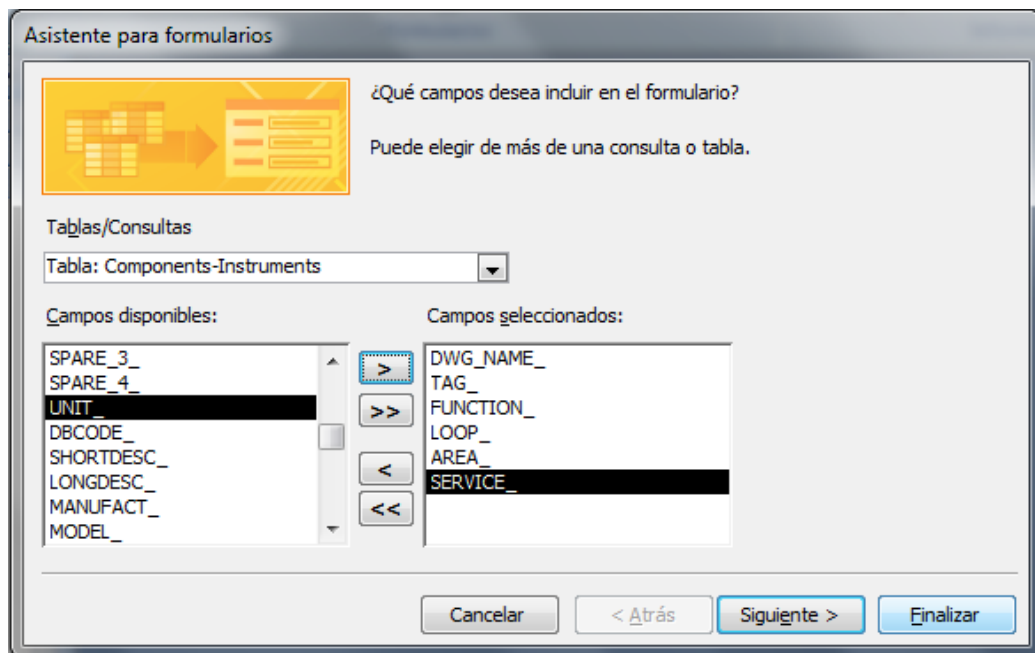
Seleccione la pestaña “Crear” y haga clic en el menú desplegable “Más formularios – Asistente para formularios”.

Figura B.1.68. Menú asistente para formularios



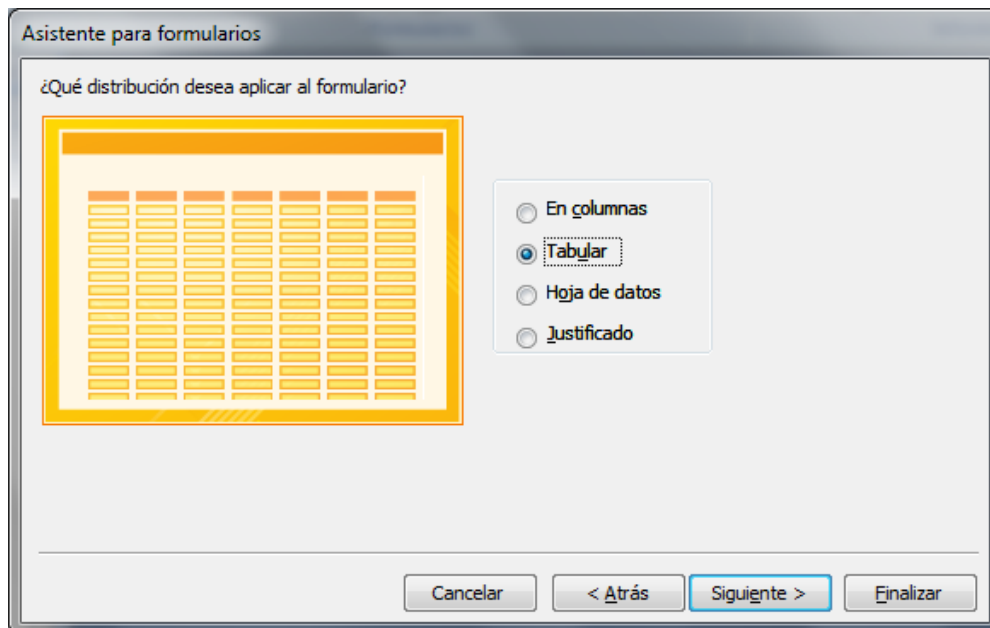
A continuación se abre la ventana “Asistente para Formularios”. Seleccione la tabla sobre la cual desea hacer el formulario.

Figura B.1.69. Campos a incluir dentro del formulario



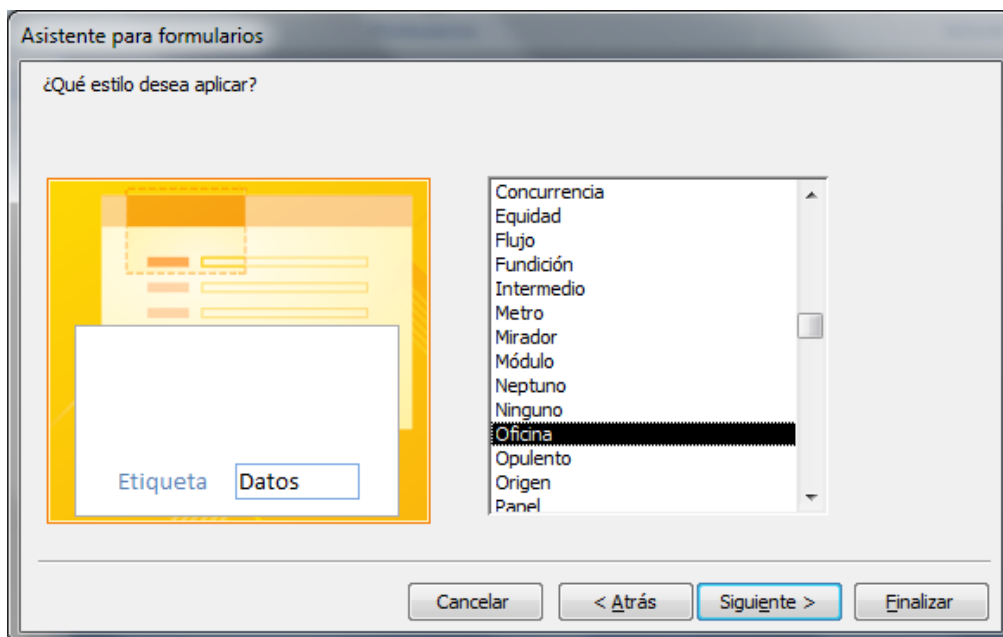
Seleccione y mueva los campos que se muestran en la figura superior para seleccionar los campos que serán parte del dialogo. Haga clic en “Siguiete”.

Figura B.1.70 Distribución a aplicar en el formulario



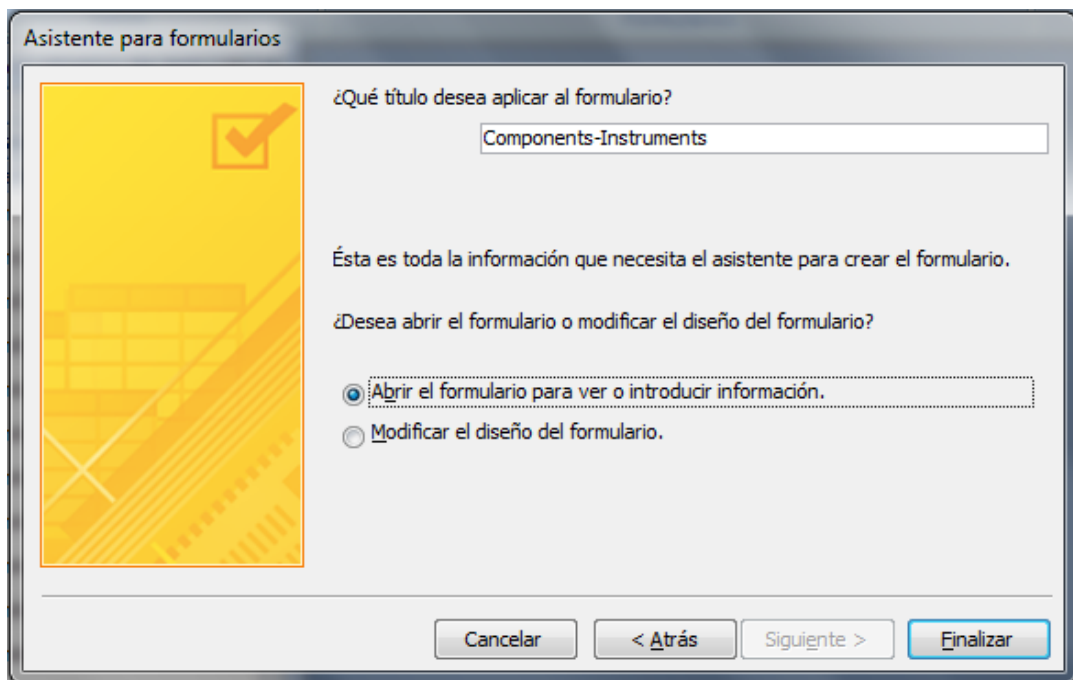
Haga clic en “Tabular” y luego en “Siguiete”.

Figura B.1.71. Estilo a aplicar en el formulario



Luego se selecciona el estilo del formulario, para el ejemplo resalte “Oficina” y haga clic en “Siguiente”.

Figura B.1.72. Título del formulario



Aparece una ventana final para colocar el nombre del formulario. Seleccione la opción para abrir el formulario y haga clic en “Finalizar”.

El formato es mostrado y está listo para ser impreso.

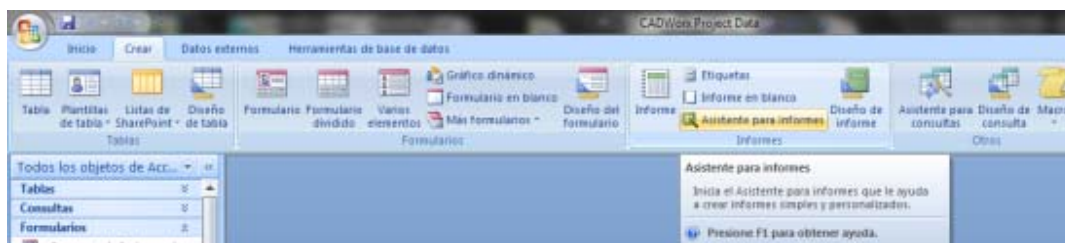
Figura B.1.73. Vista del formulario “Components-Instruments

DWG_NAME_	TAG_	FUNCTION_	LOOP_	AREA_	SERVICE_
10100.DWG	001	PI	PI-001		
10100.DWG	002	PI	PI-002		
10100.DWG	010	PC	PC-010		
10100.DWG	010	PI	PI-010		
10100.DWG	010	LT	LT-010		
10100.DWG	010	LC	LC-010		
10100.DWG	001	LT	LT-001		
10100.DWG	001	LC	LC-001		
10100.DWG	001	LCV	LCV-001		
10100.DWG	010	LCV	LCV-010		
10100.DWG	010	PCV	PCV-010		
10100.DWG	001	FT	FT-001		
10100.DWG	001	FCV	FCV-001		
10100.DWG	001	ERC	ERC-001		

B.1.19. Creando un Reporte en Access

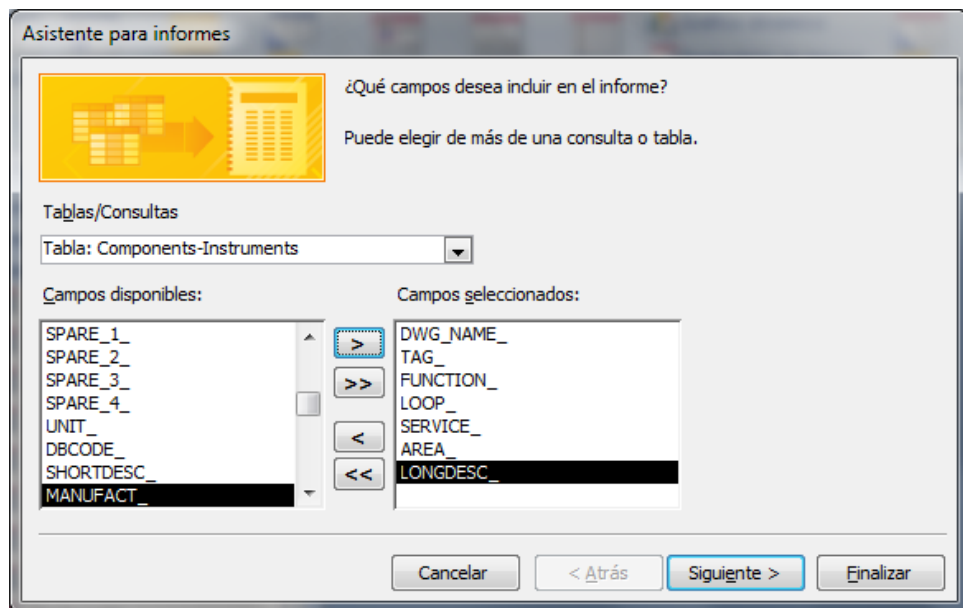
Seleccione la pestaña “Crear” y luego haga clic en “Asistente para informes”.

Figura B.1.74. Menú asistente para informes



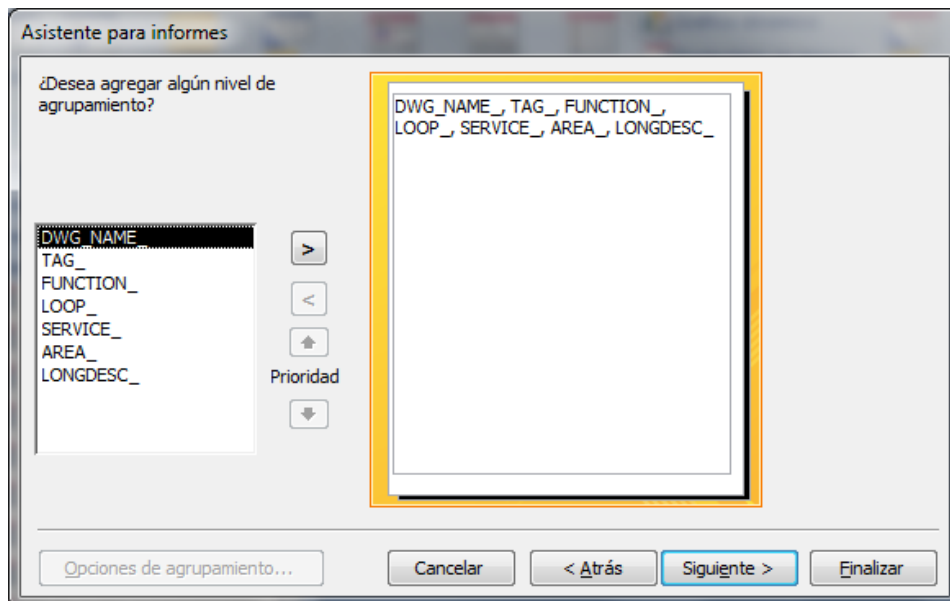
Seleccione los 7 campos y muévelos al área “Selected Fields” para que hagan parte del reporte como se muestra a continuación.

Figura B.1.75. Campos a incluir dentro del informe



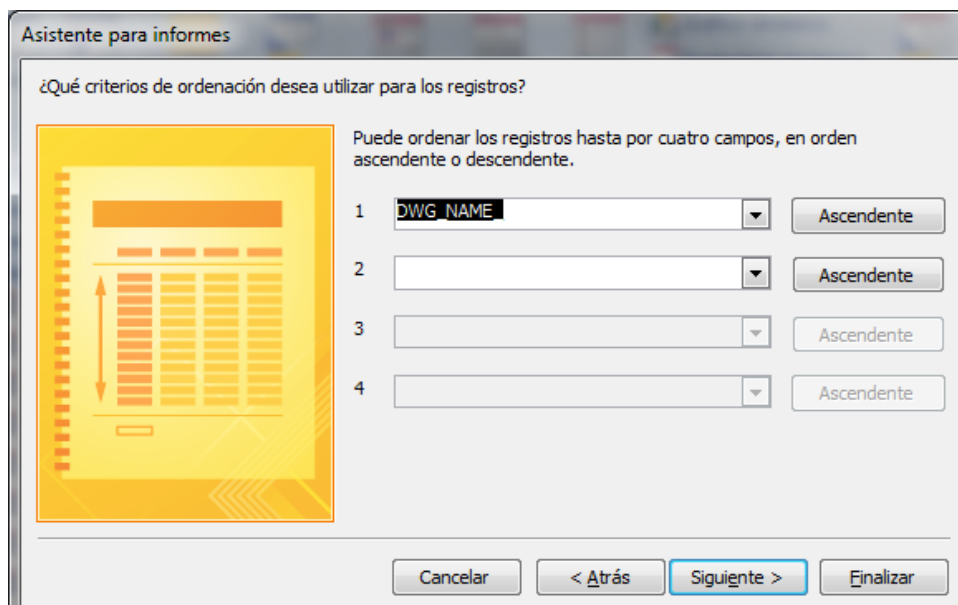
Haga clic en “Siguiete” para mostrar la siguiente ventana

Figura B.1.76. Agrupamiento de los datos



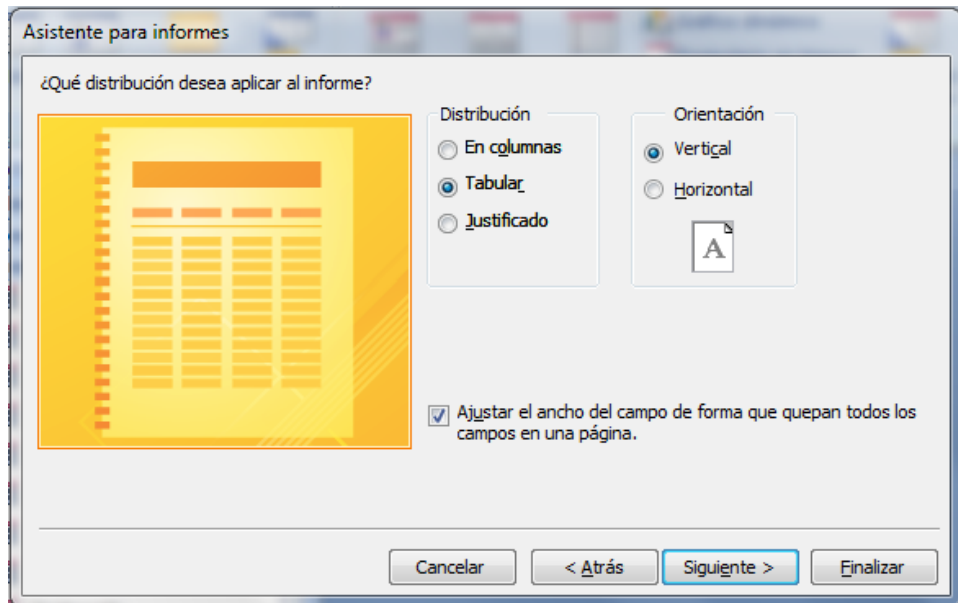
Acepte los valores que vienen por default haciendo clic en “Siguiente”.

Figura B.1.77. Criterios de ordenación para los registros



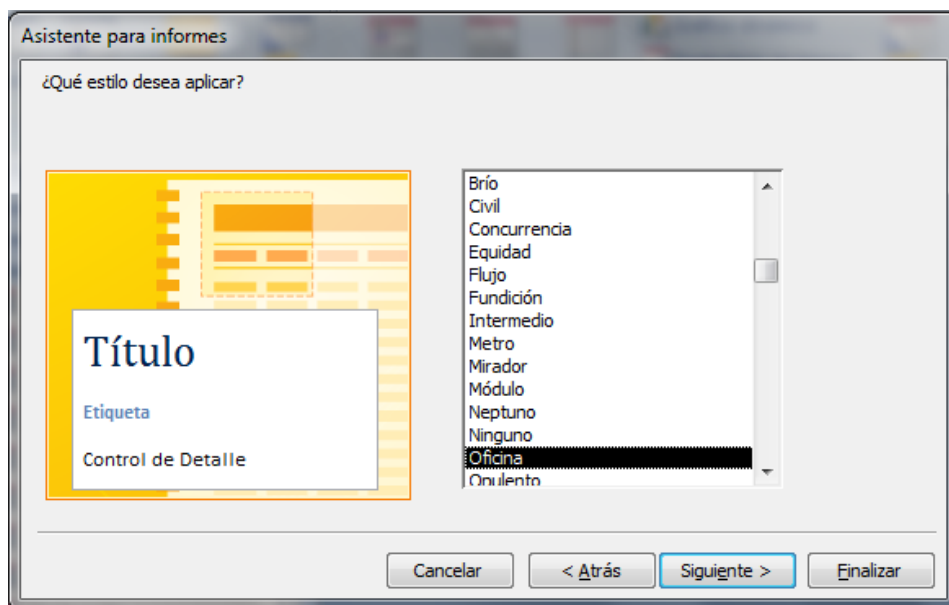
Seleccione la flecha hacia abajo cerca a la fila 1, sombree “DWG_NAME_” y luego haga clic en “Siguiente”

Figura B.1.78. Distribución a aplicar en el informe



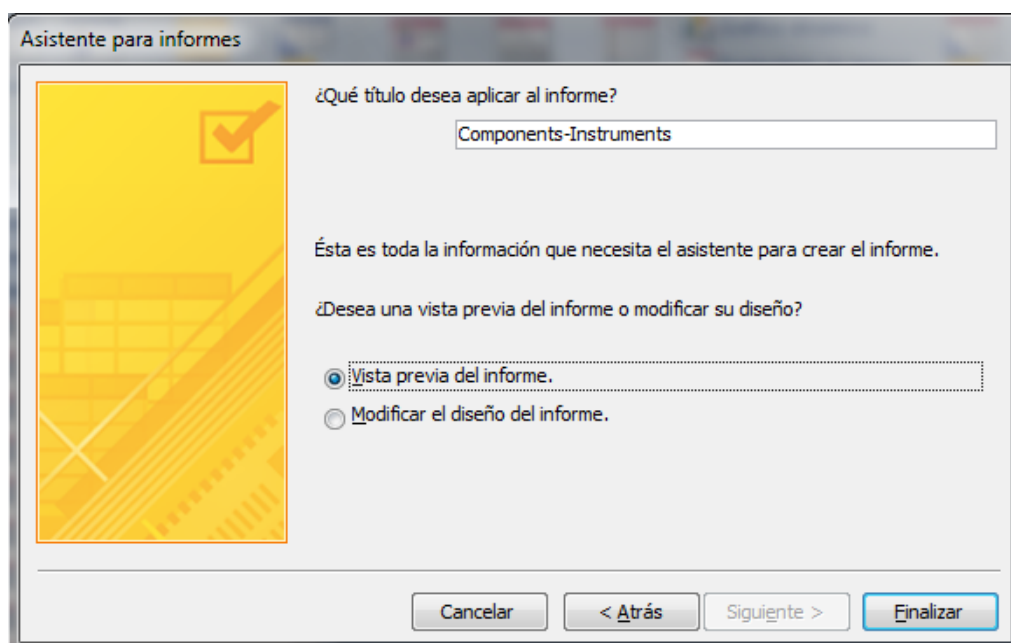
Seleccione el botón de radio cercano a “Tabular” y orientación “Vertical” y luego “Siguiente”. A continuación se debe seleccionar el estilo a aplicar en el informe. Para el ejemplo resalte “Oficina” y haga clic en “Siguiente”.

Figura B.1.79. Estilo a aplicar en el informe



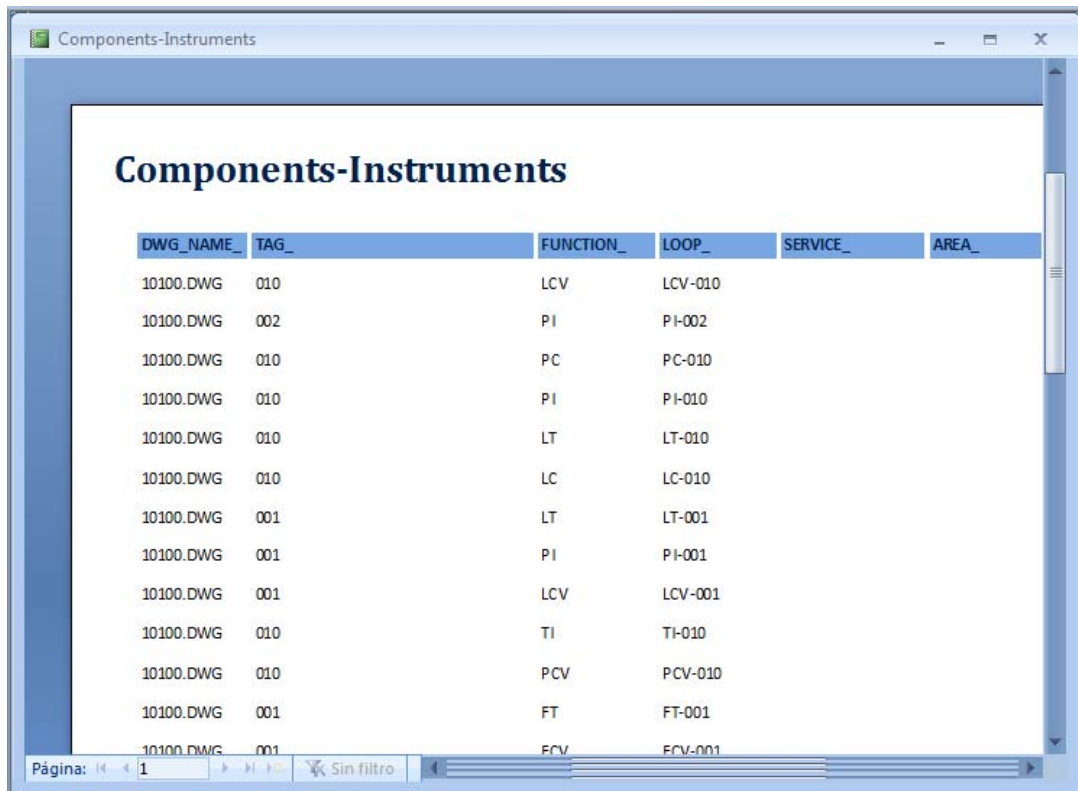
Digite el título que desea para el Reporte y seleccione la opción para abrir la vista previa del informe. Haga clic en “Finalizar”.

Figura B.1.80. Título del informe.



Esto le mostrará el reporte para instrumentación similar al ejemplo a continuación.

Figura B.1.81. Vista preliminar del informe "Components-Instruments."

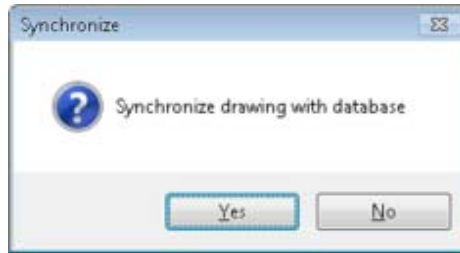


DWG_NAME_	TAG_	FUNCTION_	LOOP_	SERVICE_	AREA_
10100.DWG	010	LCV	LCV-010		
10100.DWG	002	PI	PI-002		
10100.DWG	010	PC	PC-010		
10100.DWG	010	PI	PI-010		
10100.DWG	010	LT	LT-010		
10100.DWG	010	LC	LC-010		
10100.DWG	001	LT	LT-001		
10100.DWG	001	PI	PI-001		
10100.DWG	001	LCV	LCV-001		
10100.DWG	010	TI	TI-010		
10100.DWG	010	PCV	PCV-010		
10100.DWG	001	FT	FT-001		
10100.DWG	001	FCV	FCV-001		

B.1.20. Como Cambiar los Datos Directamente en Access

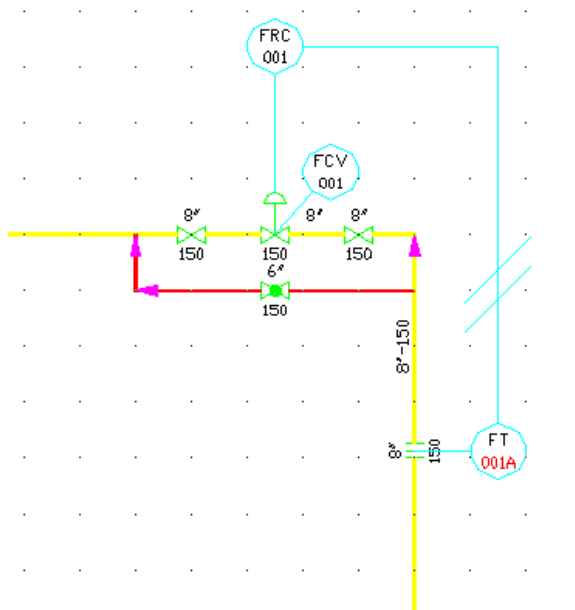
Seleccione el formulario que se creó anteriormente. Busque el componente FT-001 y agregue una A al final del número del tag de manera que termine como 001A. Salve el documento. Abra el dibujo anteriormente creado en este tutorial. Cuando aparezca la ventana que solicita sincronizar el dibujo con la base de datos haga clic en "Yes".

Figura B.1.82. Ventana "Synchronize"



Note que los datos han sido cambiados en el dibujo y que los nuevos tags aparecen en rojo. Esto es para hacer al usuario consciente que algo ha sido cambiado en la base de datos.

Figura B.1.83. Detalle del instrumento modificado



Para ubicar los tag de los instrumentos de nuevo en el layer correcto, digite CHANGEATTLayer.

B.2. Tutorial aplicación CadWORX® PLANT

B.2.1. Notas del Tutorial

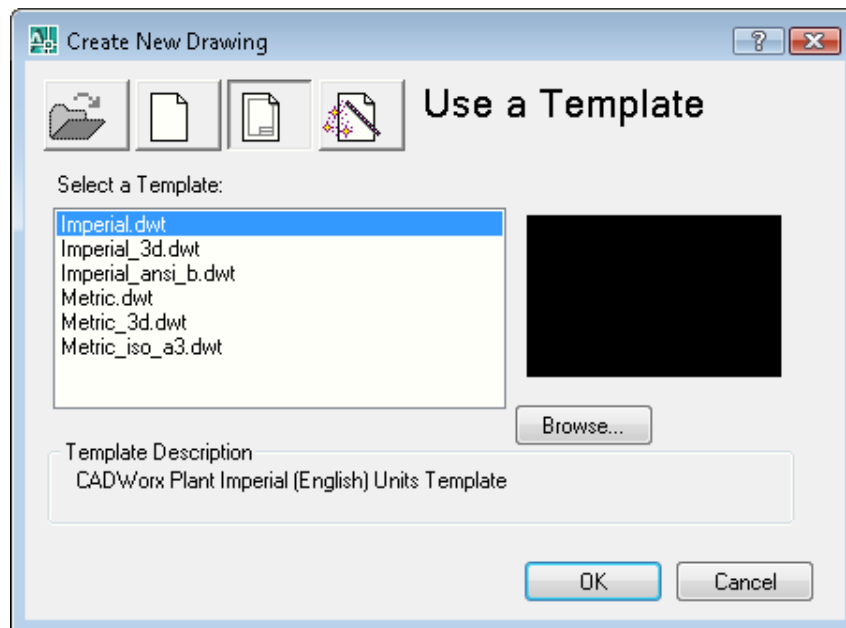
Este instructivo puede ser ejecutado ya sea en unidades métricas e inglesas. Todos los comandos tienen las instrucciones en unidades inglesas con sus correspondientes unidades métricas en paréntesis. Para unidades inglesas, el usuario debería digitar "4`" y para unidades métricas debería ingresar "1220". Ejemplo:

Length: 4' (1220)

Todas las referencias que se hagan a los menús desplegables de CADWorx® PLANT serán como "Plant>Setup" usando el símbolo mayor que. Igualmente, se mostrarán las líneas de comandos referentes a los menús desplegables. Estos comandos son solo como referencia. Los alias para todas estas órdenes están localizados en el archivo <INSTALL-DIR>\SUPPORT\Pipe_alt.pgp.

Cuando se inicie a trabajar con un nuevo dibujo, es muy importante usar un template. CADWorx® PLANT suministra seis (6) tipos diferentes de templates las cuales han sido diseñadas específicamente para ajustarse a las necesidades del usuario. A no ser que usted tenga una amplia experiencia como usuario de AutoCAD®, y usted sepa cual template de AutoCAD® va a usar, se sugiere que configure AutoCAD® para usar el diálogo tradicional de inicio. Esto puede ser hecho con el comando "OPTIONS" usando el tab "System" bajo "General options". Esta ventana se muestra abajo.

Figura B.2.1. Ventana "Create New Drawing"



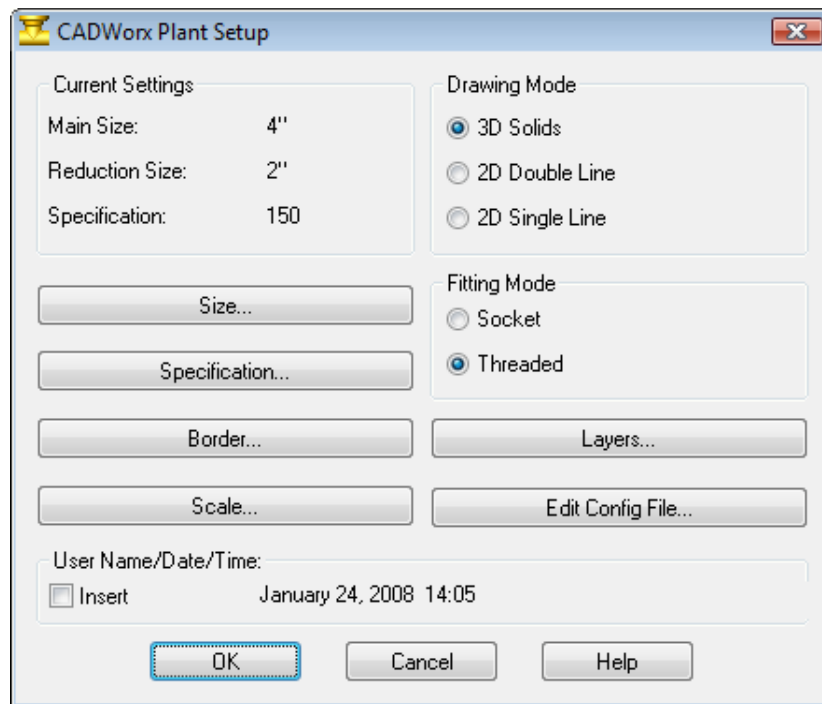
B.2.2. Configuración

La primera vez que CADWorx Plant es iniciado, el usuario deberá ingresar datos de inicio default que serán usados cada vez que un nuevo dibujo se inicia. La ventana de diálogo provee muchas configuraciones customizables y controles para los layer al trabajar con CADWorx Plant.

Este tutorial explica cómo iniciar CADWorx Plant y dibujar una tubería de ejemplo. Del menú desplegable, seleccione "*Plant>Setup*" para mostrar la siguiente ventana. El usuario puede también digitar el comando en la línea de AutoCAD como se muestra a continuación.

Comando: SETUP

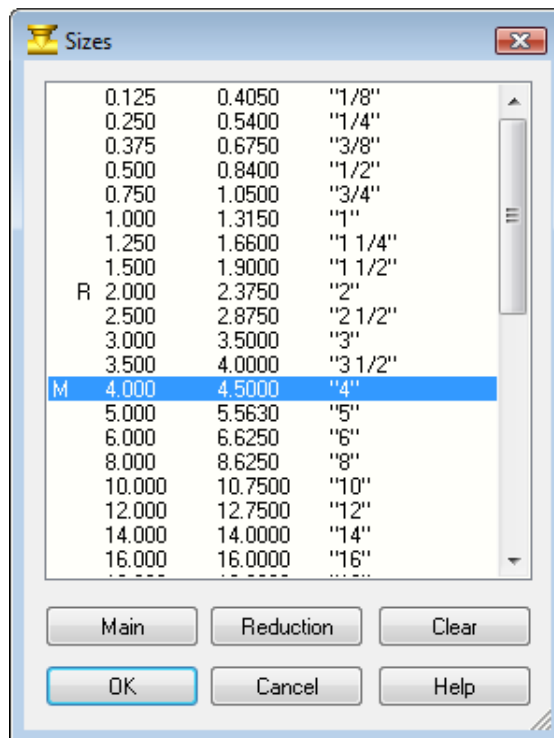
Figura B.2.2. Ventana "CADWorx Plant Setup"



Aquí los tamaños de las tuberías y especificaciones pueden ser configurados. Para este ejemplo se configurará el tamaño nominal de la tubería a 4" y las reducciones a 2" y la especificación ANSI 150 (use 150_M para unidades métricas). Para configurar estas medidas, haga clic en el botón "Size" que se encuentra bajo el recuadro "Current Settings". Cuando se selecciona este botón, se presenta una lista de diferentes medidas disponibles para ser seleccionadas. Haga doble clic en el 4" para configurarla como "main size" y luego doble clic en 2" para hacer esta la "reduction size". Los botones en el fondo pueden ser también usados después de resaltar una medida.

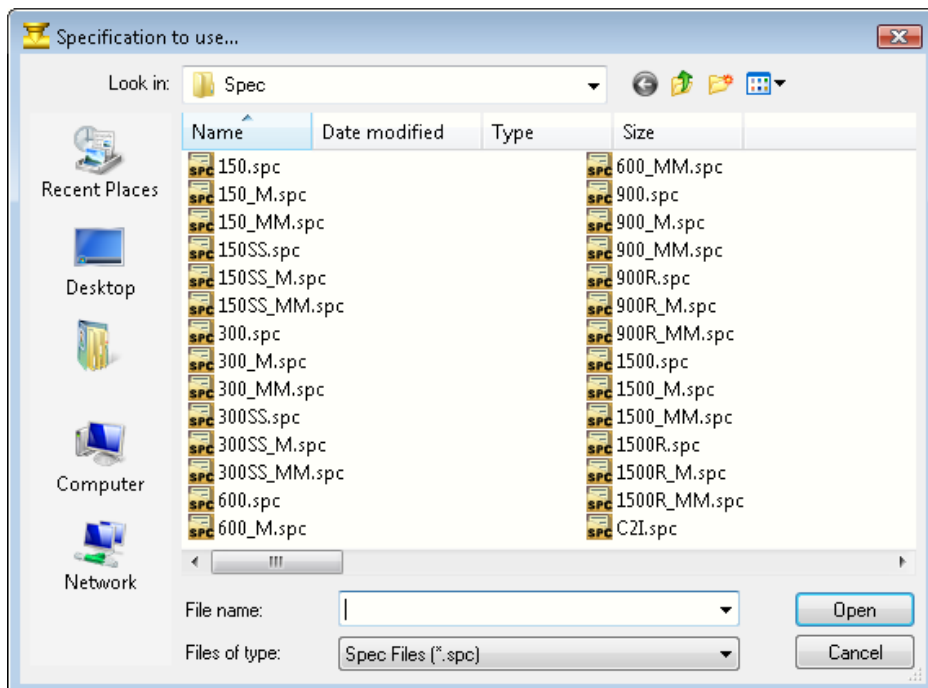
Haga clic en *OK* una vez haya seleccionado los dos tamaños.

Figura B.2.3. Ventana "Sizes"



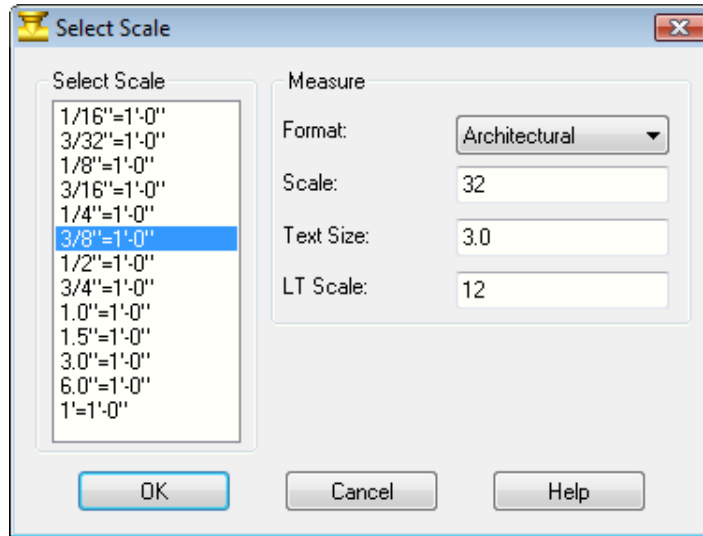
El botón "*Specification*" presenta una ventana en la cual se puede seleccionar un archivo para cada especificación determinada. Haga doble clic en el archivo 150.SPC (150_M.SPC) o resáltelo y luego haga clic en "*Open*".

Figura B.2.4. Ventana "Specification to Use"



La siguiente ventana puede ser accedida desde la ventana principal de configuración “*CADWorx Plant Setup*” por medio del botón “*Scale*”. El usuario puede seleccionar escalas pre-definidas de una lista que se encuentra a la izquierda o puede personalizar diferentes tamaños de texto, estelas, etc, a la derecha. Configurar la escala es lo mismo que configurar el comando “*DIMSCALE*” en AutoCAD. Esta funcionalidad es principalmente usada para modelar distribuciones en un espacio. Si se trabaja en el “*paper space*” “*DIMSCALE*” debe ser dejada como 0.

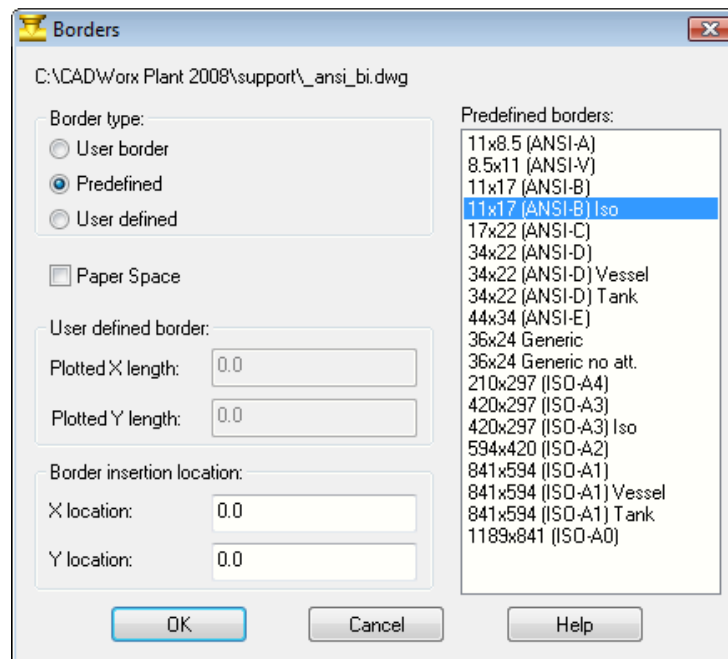
Figura B.2.5. Ventana “*Select Scale*”



Usando el botón “*Borders*” de la ventana principal de configuración “*CADWorx Plant Setup*”, se accede a la siguiente ventana de diálogo. Seleccione el botón “*Predefined*” en la parte superior izquierda. Los bordes predefinidos en la ventana están localizados en el documento MVSetup.dfs que se encuentra en el directorio <INSTALL-DIR>SUPPORT y son fácilmente editables por el usuario con un editor de texto como “*Notepad*”.

Seleccione el marco 11x17 ANSI_B (420x297 ISO_A3) y chequee la opción “*Paper Space*”. Seleccione *OK* en todas las demás ventanas. Las escalas listadas en la ventana siguiente serán entonces deshabilitadas. Esto es debido a que se está usando el espacio del papel “*paper space*” en vez de el espacio de modelo “*model space*” convencional. Si el marco hubiera sido ubicado en el espacio de modelo, las escalas no estarían deshabilitadas y se requeriría que fuera escogida una de ellas.

Figura B.2.6. Ventana “*Borders*”



Al salir todas las ventanas, se abrirá la ventana “*attributes*” (solamente si el marco tiene atributos asociados a el. Los marcos default de CADWorx Plant contienen atributos asociados a ellos).

Digite los títulos para el marco (si desea use “*DDATTE*” para editarlos más adelante) y seleccione *OK* en la ventana. Deberá entonces aparecer un borde con un ícono triangular en la esquina izquierda inferior. Más adelante, este marco será usado con una vista isométrica simple que será dibujada en las siguientes secciones de este tutorial.

Nota: Configurar el dibujo en el espacio del modelo con escalas también pudo haber sido realizado. Esto hubiera proveído un ambiente espacial tradicional de modelo con su correspondiente “*DIMCALE*” de AutoCAD configurado. Esta opción podría no ser útil con CADWorx Plant isometric. Planos isométricos en CADWorx requieren ser configurados en modo “*Paper Space*”

En el menú desplegable, seleccione “Plant>Toolbars>Settings”. Esta barra de herramientas es más usualmente usada para configurar tamaños y especificaciones. La especificación es el segundo botón y el tamaño es el tercer botón desde la izquierda.



Figura B.2.7. Barra de Herramientas “Settings”

Todos estos comandos hubieran podido ser digitados en la línea de comandos de AutoCAD. Como se muestra arriba, “*SETUP*” está disponible desde la línea de comando. El tamaño nominal pudo haber sido configurado también en la línea de comando.

Comando: **MAIN**

Nominal main size <>: **6**

El tamaño para las reducciones pudo haber sido configurado de la misma manera

Comando: **RED**

Nominal reduction size <>: **2**

La especificación es configurada de la misma manera.

Comando: **SPEC**

Specification <>: **150**

Prepared <INSTALL-DIR>\SPEC\150.spc specification...

B.2.3. Sistema de Coordenadas del Usuario UCS

CADWorx Plant provee un sistema de coordenadas para el usuario (UCS por sus siglas en inglés). Tecleando VF (plana), VN (norte), VS (sur), VE (este), o VW (oeste), el ícono UCS cambiará al plano apropiado. Otras áreas para acceder a esta rutina están localizadas bajo el menú desplegable “*Plant>UCS*”. Por ejemplo, empiece un nuevo dibujo y en la línea de comando digite “*VPOINT*” como se muestra.

Comando: **_VPOINT**

Cambiando al sistema de coordenadas mundiales (WCS por sus siglas en Inglés)

Dirección de vista actual: *VIEWDIR=0'-0",0'-0",0'-1"*

Precise un punto de vista o [Rotación] <muestra brújula y trípode>: *1,-1,1*

Regenerando modelo.

El usuario puede también seleccionar el comando “*DDVPOINT*” y digitar 315 para el eje C y 35.3 para el plano XY.

Digite “*AI_BOX*” en la línea de comando de AutoCAD para dar inicio al próximo paso:

Comando: **AI_BOX**

Inicializando... Objetos 3D cargados

Precise esquina de prisma rectangular: **2,2 (50,50)**

Precise longitud de prisma rectangular: **4' (1220)**

Precise anchura de prisma rectangular o [cubo]: **5' (1524)**

Precise altura de prisma rectangular: **5' (1524)**

Precise ángulo de rotación de prisma rectangular sobre el eje z o [Referencia]: **0**

Comando: **ZOOM**

Precise esquina de ventana, indique un factor de escala (nX o nXP), o [Todo/Centro/Dinámico/Extensión/Previo/EScala/Ventana/Objeto] <tiempo real>: **E**

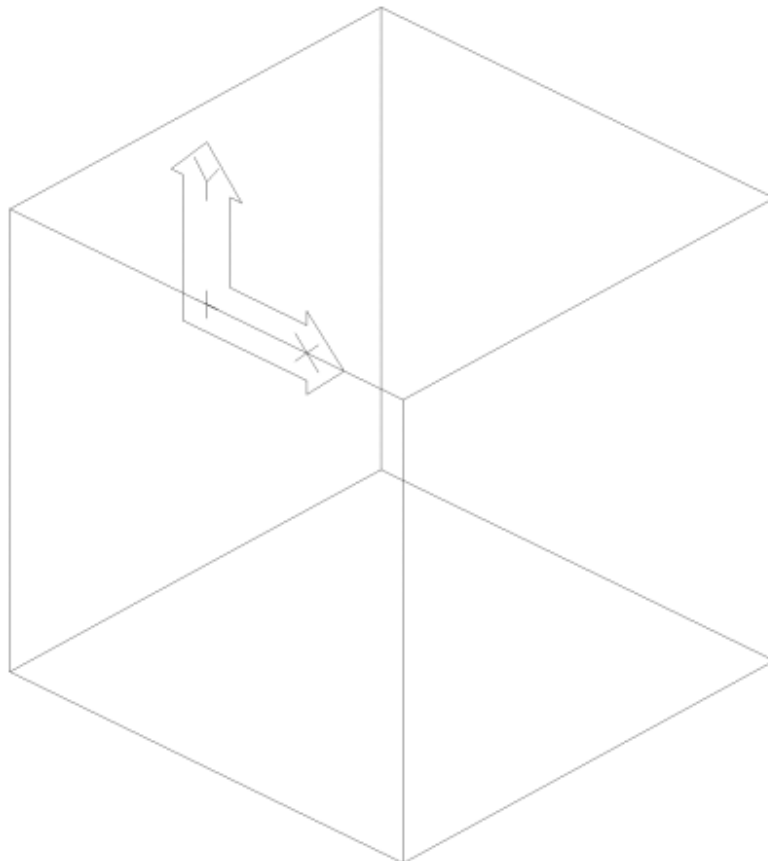
Regenerando modelo.

Digite el alias para el comando de CADWorx Plant's "VIEWNORTH"

Comando: **VN**

[Xtext/Ztext/Elevation/Rotate/COordinate/CLip] <Pick point, or enter>: *Punto medio de la caja como se muestra a continuación.*

Figura B.2.8. Prisma Rectangular



Esta acción ubicará el sistema de coordenadas del usuario UCS en una posición de trabajo apuntando hacia el norte. Ahora, seleccione "Plant>UCS>UCS Next" del

menú desplegable, y presione enter varias veces. Esto ubicará el UCS en las posiciones más comunes para dibujar cualquier sistema de tuberías.

Este ícono y su posición pueden ser cambiados tecleando las letras que representan la posición deseada y una de las siguientes opciones:

Comando: **VIEWFLAT** (or **VIEWNORTH**, **IEWSOUTH**, **VIEWEAST**, and **VIEWWEST**)

Xtext/Ztext/Elevation/Rotate/COordinate/CLip/ < Pick point, or enter>:

Xtext

Cuando se ve un modelo desde el lado inferior, usando un punto de referencia con el ángulo negativo desde el plano X-Y, la ubicación del texto y las dimensiones estará hacia arriba y hacia atrás. Esta opción permite la rotación del eje X del UCS para remediar esto. El texto o las dimensiones serán entonces ubicados en la orientación correcta para la revisión y el ploteo.

Ztext

Cuando se ve un modelo desde la parte de atrás, usando un punto de referencia con el ángulo entre 0 to 180 en el plano X-Y desde el eje X, la ubicación del texto y las dimensiones estará hacia arriba y hacia atrás. Esta opción permite la rotación del eje Z de las coordenadas UCS para remediar esto. El texto y las dimensiones serán ubicados en la correcta orientación para la visualización y el ploteo.

Elevation

Esta opción es para configurar la elevación a las coordenadas UCS presentes.

Este comando no funciona para configurar profundidad cuando se está en un plano Norte, Sur, Este o Oeste, en cambio, configurando la elevación a 10' (cuando la elevación actual es 0') elevará las coordenadas UCS hasta 10' sin importar la posición.

Enter desired elevation < current elevation >: digite la elevación

Rotate

Esta opción es para rotar el actual UCS alrededor de los ejes X, Y, y Z. Por ejemplo: configurar la vista a 45 grados después de insertar un codo de 45 grados permite ubicar otro componente en línea con el codo de 45 grados.

X/Y/Z rotation angle: digite el ángulo o la porción

Todas estas opciones permiten rotar el ángulo cualquiera que sea el eje seleccionado.

COordinate

Esta opción permite digitar una coordenada exacta X,Y,Z en relación con el WCS (world coordinate system).

Enter desired coordinate: digite la coordenada (x,y,z)

CLip

Esta opción permite ver una vista para recortar, en el plano actual configurado en el

UCS. El plano puede ser sesgado en cualquier ángulo

Enter an option [**Front/Back/Off/On**] <On>: *Elija una de las condiciones que se describen a continuación o haga clic en enter para escoger automáticamente la que está activa*

On

Esta opción enciende la vista para cortar, con distancias de corte configuradas por las opciones “*Back*” y “*Front*” que se explican a continuación.

Off

Esta opción apaga la vista para corte.

Back

Esta opción configure la distancia hacia atrás del área de corte. Debe ser un número negativo.

Enter negative distance to back clipping plane <-5'-0">:

Front

Esta opción configure la distancia hacia el frente del área de corte. Debe ser un número positivo.

Enter positive distance to front clipping plane <5'-0">:

Note: La opción “*CLip*” está también disponible con el comando “*VIEWCLIP*”.

Pick point

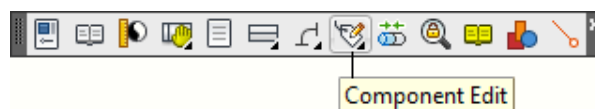
Seleccionando un punto, el UCS moverá el punto 0,0,0 basado en el punto escogido por el usuario. Presionando enter, el UCS permanecerá en el mismo origen, pero cambiado al nuevo plano.

Note: Si un punto es seleccionado cerca al borde de la pantalla y el ícono de las coordenadas UCS está encendido y configurado al origen, el ícono puede no permanecer en este punto porque AutoCAD requiere que todo el ícono sea visible. AutoCAD ubicará el ícono en la parte más inferior izquierda de la pantalla. Si esto pasa, haga un zoom hacia afuera o mueva la pantalla hacia la nueva posición del UCS.

B.2.3.1. Modelamiento Isométrico

Para editar los datos del componente, digite el comando “*CEDIT*” en la línea de comando o con el botón que se muestra abajo que puede ser ubicado en el menú desplegable bajo “*Plant>Toolbars>Setting*”.

Figura B.2.9. Barra de Herramientas “Settings”

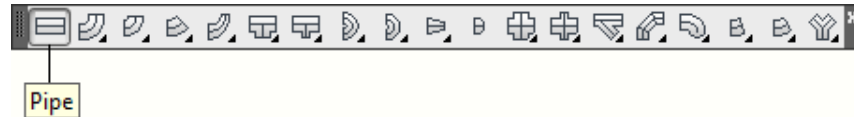


Para esta sección, use el dibujo creado en la sección anterior configuración o abra el archivo TUTOR1.DWG (TUTOR1M.DWG). Configure una vista apropiada como se muestra abajo.

De los menús desplegables de AutoCAD, seleccione “*View>3D Views>SE Isometric*”. Esto provee una excelente vista para el propósito del siguiente tutorial.

De la barra de herramientas de partes soldadas, seleccione la tubería mostrada a continuación.

Figura B.2.10. Barra de Herramientas de Partes Soldadas - Tubería "Pipe"



Comando: **PIPW**

4" PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B

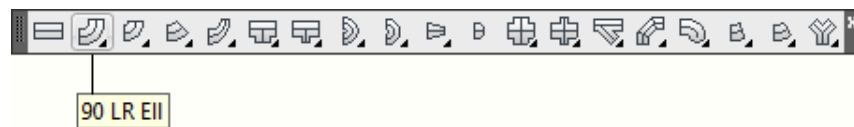
Pick start point or [TOP/BOP] <last point>: Fondo de la tubería **B**

Pick start point: 0,0 o seleccione un punto

Pick end point: @48,0 (@1219,0)

Seleccione el codo "90 LR Ell" de la barra de herramientas que se muestra abajo.

Figura B.2.11. Barra de Herramientas de Partes Soldadas – Codo 90 Radio Largo "90 LR Ell"



Comando: **90LR**

4" ELL, 90%%D LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick start point or [Corner] <last point>: Presione enter para conectar al último punto

Pick corner direction: @12,0 (@305,0) o seleccione una dirección

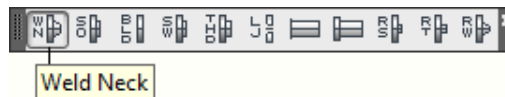
Pick other direction: @0,12 (@0,305) o seleccione una dirección

Use el comando zoom de AutoCAD para tener una mejor posición de vista.

Note que el primer final de la tubería no parece empezar desde 0,0 como se indicó. Esto es debido a la selección de la opción “*BOP*” (fondo de la tubería) que le dice a CADWorx Plant que comience a la mitad del tubo de diámetro exterior más grande (2 1/4" en este ejemplo que las coordenadas UCS actuales. Esto es útil para configurar el fondo de una tubería a la parte superior de elevaciones de acero. Las coordenadas X y Y del final de la tubería están exactamente a 0,0.

Ahora, seleccione la brida “*Weld Neck*” de la barra de herramientas que se muestra a continuación. Esta barra de herramientas puede ser ubicada en el menú desplegable “*Plant>Toolbars>Flanges*”.

Figura B.2.12. Barra de Herramientas Bridas – Brida Soldada “*Weld Neck*”



Comando: FLGW

4" FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105

Pick start point or [Face end] <last point>: *Seleccione un punto o enter para conectar al último punto*

Pick direction: **54,12 (1372,305)** *o seleccione una dirección*

4" GASKET, 1/8" THK, 150LB *Automáticamente ubicada*

Note que la junta es automáticamente ubicada. Esta función puede ser encendida o apagada desde el menú desplegable “*Plant/Utility/Drawing Control/Auto Gasket*”. Para este tutorial, la función “*Auto Gasket*” se asume que esté encendida.

Seleccione la brida “*Weld Neck*” nuevamente.

Comando: **FLGW**

4" FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105

Pick start point or [Buttweld end] <last point>: *Seleccione un punto o enter para conectar al último punto*

Pick direction: **54,36 (1372,914)** o *seleccione una dirección*

Note que la opción para la primera junta fue [*Face*] y su punto de inicio fue la terminación soldada a tope. La opción de la segunda junta fue [*Buttweld*] y comenzó del lado de la cara. Si se dibujó correctamente, el dibujo debe lucir como aparece a continuación:

Figura B.2.13. Primera Sección del Modelamiento Isométrico



Del menú desplegable, localizado bajo “*Plant>Utility>Centerline*”, use el comando “*OFFSETCL*” y desplace la tubería 48" (1219mm), después dibuje los demás componentes. Usando el comando normal de AutoCAD OFFSET, la información de la tubería también será copiada. Con el comando de CADWorx Plant's “*OFFSETCL*” no se copiarán los datos.

Comando: **OFFSETCL**

Specify offset distance or [Through] <4'>: **48 (1219)**

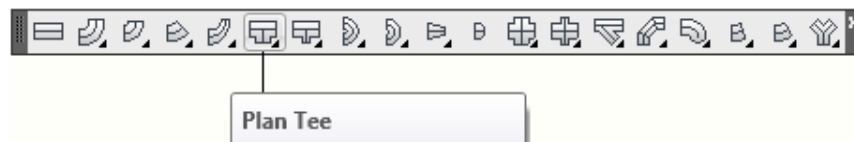
Select object to offset: *Seleccione la tubería a desplazar*

Specify point on side to offset: *seleccione la dirección del desplazamiento*

Offset to component BOP elevation [Yes/No] <Yes>: **N**

Select object to offset: *enter para finalizar*

Figura B.2.14. Barra de Herramientas de Partes Soldadas – Te Plana “Plan Tee”



De la barra de herramientas que se muestra arriba, seleccione la Te.

Comando: **TESW**

4" TEE, STR. S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick start point or [Branch/Center] <last point>: *enter para el último punto*

Pick main end direction: *seleccione la dirección en línea con las juntas*

Pick branch end direction: *seleccione la dirección paralela con la línea desplazada*

Comando: **PIPW**

4" PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B

Pick start point or [TOP/BOP] <last point>: *enter para conectar la te*

Pick end point: **PER** *hasta el final de la tubería desplazada.*

Comando: **PIPW**

4" PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B

Pick start point or [TOP/BOP] <last point>: *enter para conectar a la última tubería ubicada*

Pick end point: **ENDP** *de la tubería desplazada*

Esto deja dos piezas de tubería con una esquina cuadrada lo cual no es correcto, pero un codo puede ser insertado entre las dos piezas automáticamente lo cual se demostrará a continuación. De la misma barra de herramientas en la parte superior, seleccione el botón “90LR”.

Comando: 90LR

4" ELL, 90%%D LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick start point or [Corner] <last point>: **C**

Pick corner point: **INT** *de la esquina cuadrada formada por las dos tuberías*

Pick first direction: *seleccione un punto sobre cualquiera de las dos piezas de tubería*

Pick second direction: *seleccione un punto sobre la otra tubería*

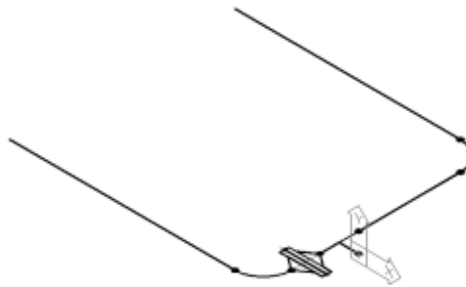
Esto automáticamente divide la tubería creando el codo de 90 grados.

Ahora, cambiar el plano de trabajo será requerido para adherir más componentes en la vertical o en el plano norte. Digite “VIEWNORTH” (o su diminutivo VN) y apunte al punto final de la te como se muestra a continuación. El eje Z positivo esta ahora apuntando a la parte inferior izquierda de la pantalla.

Comando: VN

[Xtext/Ztext/Elevation/Rotate/COordinate/CLip] <Pick point, or enter>: *seleccione ENDP* de la te

Figura B.2.15. Esquema del Modelamiento Isométrico



Comando: **90LR**

4" ELL, 90%%D LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick start point or [Corner] <last point>: **ENDP** de la conexión en la te.

Pick corner direction: *seleccione la dirección paralela con el ramal de salida de la te*

Pick other direction: *seleccione un punto en la dirección positive del eje Y*

Comando: **PIPW**

4" PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B

Pick start point or [TOP/BOP] <last point>: *enter para conectar al último punto en el codo*

Pick end point: @0,12 (@0,305)

Note: Hay otra forma de digitar las longitudes de tubería dentro de CADWorx Plant y AutoCAD. Arrastrando el cursor en una dirección y digitando 12 (305), después hacer hit en enter, resultará en que se dibujará una tubería en la dirección arrastrada de 12" (305).

Comando: **TESW**

4" TEE, STR. S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick start point or [Branch/Center] <last point>: *enter para conectar con la tubería*

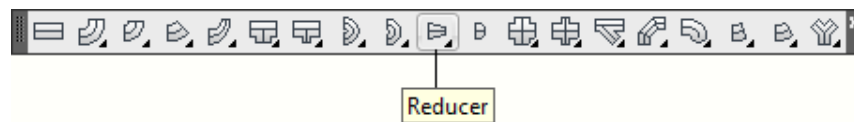
Pick main end direction: *seleccione la dirección positiva en el eje Y*

Pick branch end direction: *seleccione la dirección en el eje X negativa*

Cuando se inserta un componente reductor, como una reducción concéntrica, el tamaño principal y el tamaño de la reducción definirán como ubicar la conexión reductora. Después de insertar un componente reductor, el tamaño principal y el tamaño reductor serán reversados permitiendo que los demás componentes aguas debajo de la tubería sean ubicados sin tener que resetear dichas medidas.

Configure el tamaño de reducción a 2" y continúe dibujando los otros componentes como se muestra abajo.

Figura B.2.16. Barra de Herramientas de Partes Soldadas – Reductor “Reducer”



Comando: **CONC**

4"x2" REDUCER, CONC S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick large end point or [Small end] <last point>: **ENDP** del ramal de salida y conexión de la te

Pick small end direction: *seleccione la dirección en el eje X negativo*

Figura B.2.17. Barra de Herramientas Bridas



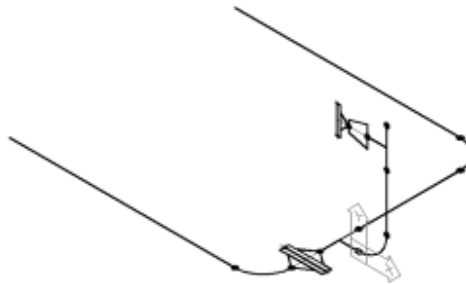
Comando: **FLGW**

2" FLG, RFWN 150LB S/XS BORE, ASTM A-105

Pick start point or [Face end] <last point>: *Seleccione un punto o enter para el último punto*

Pick direction: *seleccione la dirección en el eje X negativo*
2" GASKET, 1/8" THK, 150LB *automáticamente ubicada*

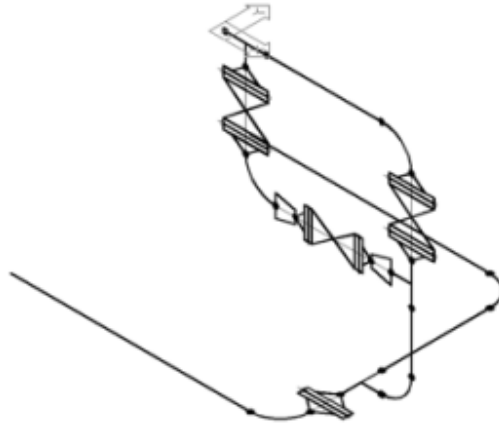
Figura B.2.18. Esquema del Modelamiento Isométrico



Nota: El tamaño principal es ahora configurado a 2" y la reducción está en 4".

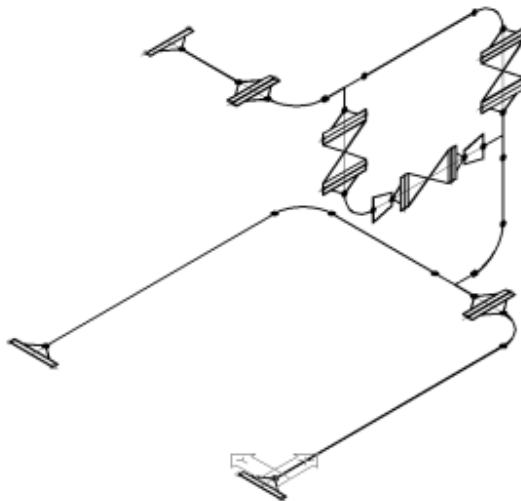
Continúe dibujando los componentes adicionales como se muestra. Añada las válvulas de compuerta, codos y tubería adicional al dibujo como se muestra abajo.

Figura B.2.19. Esquema del Modelamiento Isométrico



Para ubicar la nueva posición recta en las coordenadas UCS, digite “*VIEWFLAT*” (VF) y seleccione el final de la te. Dibuje el resto de la tubería en el nuevo plano como se muestra. Para mejorar la forma de ver el dibujo, del menú desplegable de AutoCAD seleccione “*View>3D Views>SW Isometric*” para un mejor punto de enfoque. Digite “*VF*”, apunte al final del primer pedazo de tubería y después añada las otras dos juntas al final.

Figura B.2.20. Esquema Final del Modelamiento Isométrico

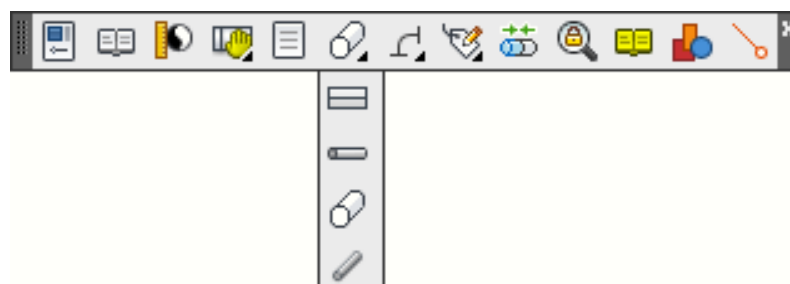


Un dibujo isométrico de un sistema de tubería en espacio 3D ha sido creado. Los componentes en el nivel superior fueron originalmente dibujados en el plano recto. Para ajustarlos a una posición vertical, seleccione una posición Este (digite VE) o Oeste (digite VW) y luego convierta los componentes al nuevo plano, usando la opción del menú desplegable “*Plant>Accessory>Mode Convert>2D Single line*”. En este caso, deje el modo como “*2D Single line*” y convierta “*single line to single line*”.

B.2.4. Conversión

La opción conversión (del menú desplegable “*Plant>Accessory>Mode Convert*”) puede convertir una configuración a cualquier otra deseada. Convertir al mismo modo puede ser útil cuando se tiene una línea plana en 2D y se quiere convertir a línea de elevación en 2D. Esta opción puede restablecer un componente a su estado original después de que una modificación haya sido hecha al componente. En el ejercicio anterior se usó para que componentes dibujados en un plano recto se convirtieran en un plano vertical.

Figura B.2.21. Barra de Herramientas “Settings”



Para convertir el modelo en un dibujo sólido, seleccione del menú desplegable, “*Plant>Accessory>Mode Convert>3D Solids*” como se indica a continuación.

Comando: **CONVERTSOLID**

Pick piping components for 3D face conversion:

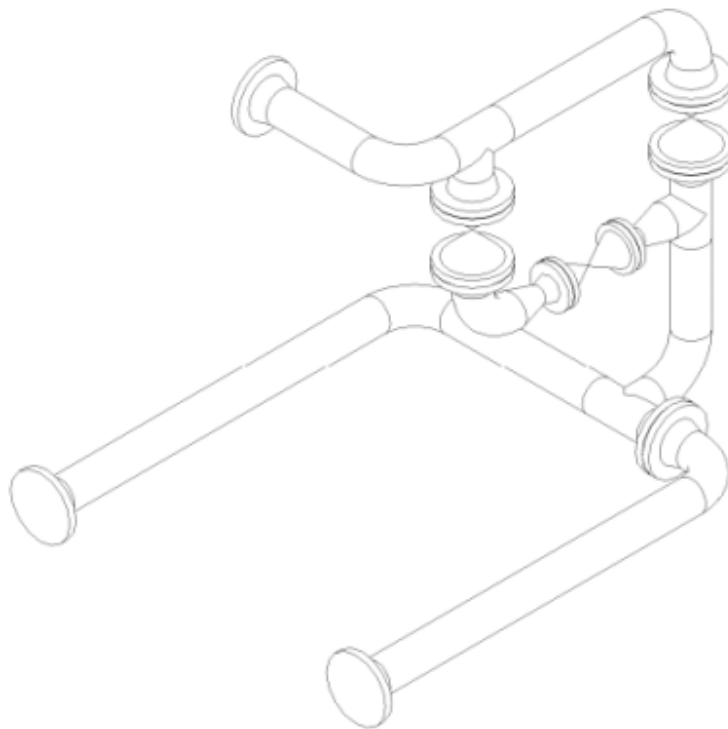
Select objects: **ALL**

Select objects: *enter para terminar la selección.*

Comando: **HIDE**

Hiding lines 100% done

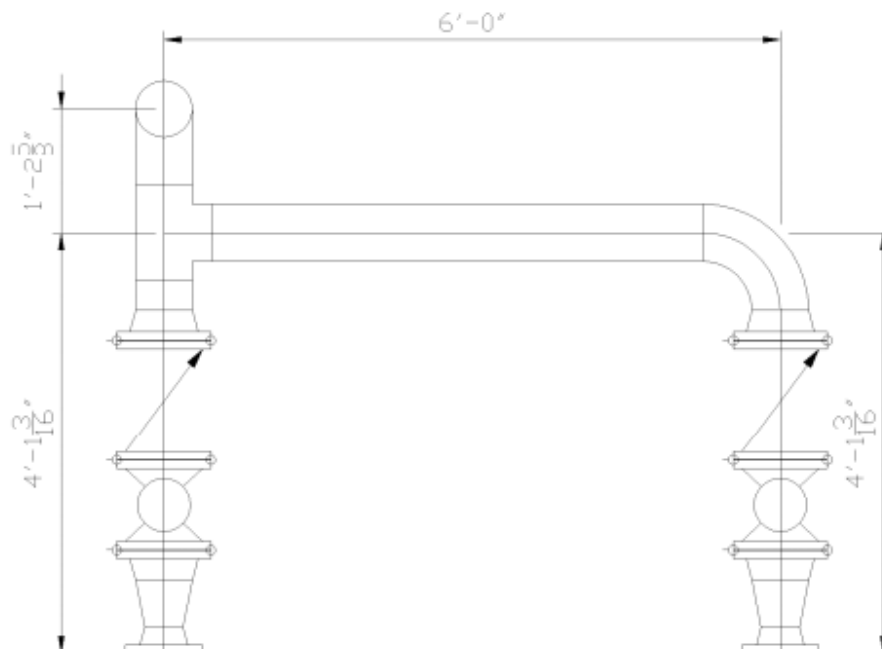
Figura B.2.22. Tubería en 3D a modelar



B.2.5. Tubería en Vista Ortográfica

Esta sección involucra desarrollar la tubería de descarga de dos bombas. Abra el archivo TUTOR3.DWG (TUTOR3M.DWG). Configure el tamaño principal en 4" y el tamaño para las reducciones en 6". Configure la especificación a 150 (150_M).

Figura B.2.23. Tubería de Descarga en Vista Ortográfica



En una vista plana, dibuje la tubería de descarga como se muestra en el dibujo superior. Primero, ubique una brida de 4" utilizando la opción *[Face end]*.

Nota: Este dibujo ya tiene un rack de tubería en tres dimensiones dibujado. La tubería de descarga de este ejercicio será ubicada en un grupo de bombas que dibujaremos después. La tubería puede ser dibujada en cualquier parte, de todas maneras es recomendado que sea dibujada sobre la quía que provee el tutorial TUTOR3.DWG (TUTOR3M.DWG). Esto acomodará una fácil ubicación más adelante.

Comando: FLGW

4" FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105

Pick start point or *[Face end]* <last point>: **F**

Pick start point <last point>: *Seleccione un punto*

Pick direction: *seleccione un punto*

Ahora, ubique una reducción concéntrica utilizando la opción [*Small end*].

Comando: **CONC**

6"x4" REDUCER, CONC S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick large end point or [*Small end*] <last point>: **S**

Pick small end point <last point>: *enter para conectarse a la brida anterior*

Pick large end direction: *Seleccione la dirección hacia adelante*

De esta manera se cambiarán automáticamente el tamaño principal y el reductor, permitiendo ubicar la siguiente brida sin necesidad de cambiar los tamaños de la tubería (tamaño principal será de 6" y reducción será de 4").

Cada vez que un componente reductor es encontrado, la última medida que fue dibujada automáticamente será configurada como el tamaño principal. Continúe dibujando una brida de 6".

Comando: **FLGW**

6" FLG, RFWN 150LB S/40 BORE, ASTM A-105

Pick start point or [*Face end*] <last point>: *enter*

Pick direction: *seleccione una dirección hacia adelante*

6" GASKET, 1/8" THK, 150LB *Automáticamente ubicada*

Continúe dibujando la válvula de bola de 6" y el cheque del mismo diámetro. Después de dibujar una brida de 6" al final del cheque, copie la tubería existente con el comando "Copy" a una distancia de 6'-0" (1829mm).

Comando: **BALF**

6" BALL VALVE, 150LB FLG

Pick start point or [Center] <last point>: *enter*

Pick direction: *seleccione una dirección hacia adelante*

6" GASKET, 1/8" THK, 150LB *Automáticamente ubicada*

Comando: **CHKF**

6" CHECK VALVE, 150LB FLG

Pick start point or [Center] <last point>: *enter*

Pick direction or [Reverse]: *seleccione una dirección hacia adelante*

6" GASKET, 1/8" THK, 150LB *Automáticamente ubicada*

Comando: **FLGW**

6" FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105

Pick start point or [Buttweld end] <last point>: *enter*

Pick direction: *seleccione una dirección hacia adelante*

Comando: **_COPY**

Designe objetos: *seleccione una ventana alrededor de los componentes*

Designe esquina opuesta: 24 encontrados, 9 grupos

Designe objetos: *enter*

Precise punto base o [Desplazamiento/mOdo]: *seleccione el punto medio*

Precise segundo punto o [Salir/Deshacer] <Salir>: *Arrastre el cursor a la derecha y digite 6'*

Dibuje un codo en el lado derecho.

Comando: **90LR**

6" ELL, 90%%D LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick start po.xynt or [Corner] <last point>: **ENDP** *de la brida a la derecha*

Pick corner direction: *Seleccione una dirección hacia adelante*

Pick other direction: *seleccione a la izquierda*

Después de ubicar el codo del lado derecho, ubicaremos la te. Utilice líneas de construcción para ubicarla.

Comando: **TESW**

6" TEE, STR. S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick start point or [Branch/Center] <last point>: **C**

Pick center point: **.Y de ENDP** del lado soldado del codo que está sin conexión

(falta XZ): **ENDP de** seleccione el lado soldado de la brida superior a la izquierda

Pick main end direction: *seleccione hacia abajo*

Pick branch end direction: *seleccione a la derecha*

Comando: **PIPW**

6" PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B

Pick start point or [TOP/BOP] <last point>: *enter*

Pick end point: *seleccione el lado soldado de la brida superior a la izquierda*

Comando: **PIPW**

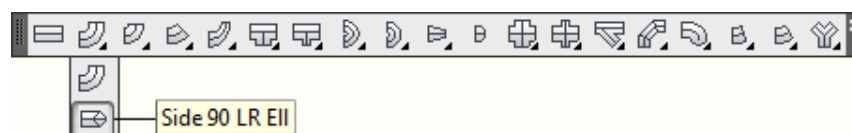
6" PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B

Pick start point or [TOP/BOP] <last point>: *seleccione un punto en el ramal de la te paralelo al codo*

Pick end point: *seleccione un punto del lado soldado del codo que está sin conexión*

El codo restante es dibujado usando el comando mostrado a continuación.

Figura B.2.24. Barra de Herramientas de Partes Soldadas – Codo de lado 90 grado LR “Side 90 LR Ell”



Comando: **H90LR**

6" ELL, 90%%D LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick start point or [Corner] <last point>: *seleccione la parte superior de la te*

Pick corner direction: *seleccione hacia adelante*

Enter direction [Up/Down] <Up>: *enter*

Este dibujo puede ser usado en la próxima sección para el desarrollo del modelamiento 3D.

B.2.6. Desarrollo del Modelo 3D

En esta sección, dos bombas y una tubería de descarga serán creadas.

Con las coordenadas UCS configuradas en el modo universal “*world*”, dibuje las líneas de construcción requeridas para crear las bombas y los pedestales que se muestran abajo.

Comando: _UCS

Indique origen de SCP o [Cara/gUArdado/oBjeto/PRev/Vista/Univ/X/Y/ Z/ejEZ]
<Univ>: *enter*

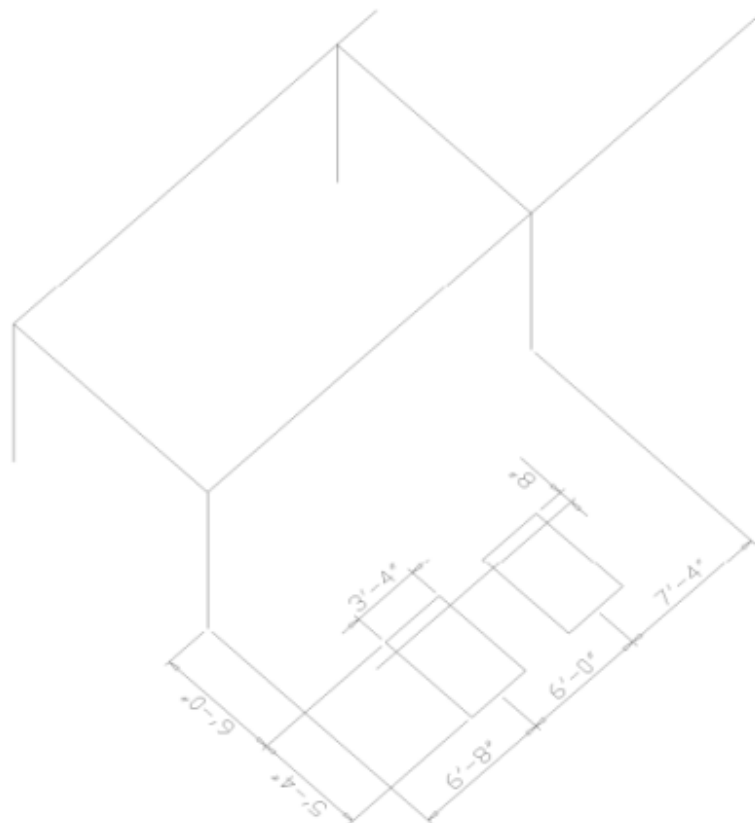
Hay que tener cuidado cuando se dibujen las líneas de construcción. Verifique que las líneas están siendo ubicadas a una elevación 0. Generalmente, se presenta confusión cuando las líneas son dibujadas en elevaciones diferentes.

Para tener una mejor visión del rack de tubería seleccione “*View>3D Views>NE Isometric*”

Dibuje las líneas de construcción mostradas en la Figura abajo. El filo de los pedestales es de 6'-0" (1829mm) desde el rack de tubería; el pedestal es 5'-4" (1626mm) de largo por 3'-4" (1016mm) de ancho. La línea de centro del primer pedestal está en 6'-8" (2032mm) del final del rack; la línea de centro del segundo pedestal está a 12'-8" (3861mm) del final del rack; las bases de las bombas están

atrás de los pedestales en 8" (203mm) desde el frente de la línea. Después de dibujar las líneas de construcción, la fundación del pedestal de la línea debe ser dibujada con una línea de tubería.

Figura B.2.25. Líneas de Construcción para las Bases de las Bombas



Después de dibujar el pedestal con la línea de tubería "*pline*", haga una extrusión a 24'-0" (610mm) con 0 grados. Esto proveerá una fundación para la tubería utilizando sólidos. Repita esto para los dos pedestales.

Comando: `_PLINE`

Precise punto inicial: *seleccione un punto de la línea de construcción dibujada para el pedestal*

Precise punto siguiente o [Arco/Cerrar/Mitad grosor/Longitud/desHacer/ Grosor]: **5'-4"**

Precise punto siguiente o [Arco/Cerrar/Mitad grosor/Longitud/desHacer/ Grosor]: **3'-4"**

Precise punto siguiente o [Arco/Cerrar/Mitad grosor/Longitud/desHacer/ Grosor]: **5'-4"**

Precise punto siguiente o [Arco/Cerrar/Mitad grosor/Longitud/desHacer/ Grosor]: **3'-4"**

Precise punto siguiente o [Arco/Cerrar/Mitad grosor/Longitud/desHacer/ Grosor]:
enter

Comando: **_EXTRUDE**

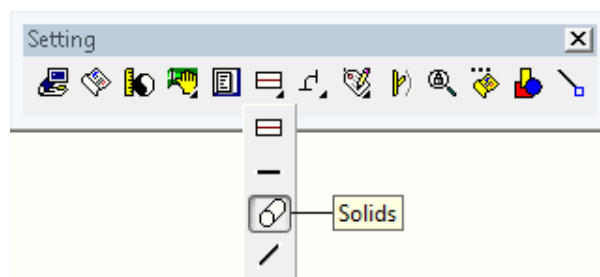
Designe objetos para extruir: *seleccione la fundación de la bomba dibujada con la pline*

Designe objetos para extruir: *enter para terminar la selección*

Precise altura de extrusión o [Dirección/Trayectoria/ángulo Inclinación] <0'-4 1/8">:
24 (610)

Para el equipo, ubique el modo de dibujo en sólidos. Seleccione el botón de la barra de herramientas "settings". Localizado en esa barra de herramientas se encuentran los modos de conversión y configuración para doble línea, línea sencilla, sólidos e isométricos.

Figura B.2.26. Barra de Herramientas "Settings"



Seleccione el comando “*PUMP*” del menú desplegable “*Plant>Equipment>Pump*” y dibuje la bomba con las siguientes dimensiones.

Comando: PUMP

3D-pump, View slide for prompts <Yes>: *enter*, esto mostrará un dibujo de las medidas de la bomba como referencia.

Enter nominal suction size: **6**

Enter nominal discharge size: **4**

Enter flange rating file (i.e. 150, 300m, 300mm or NP100) <150>: *enter para una especificación de 150 (150M) lb*

Electric motor frame number or enter for list: **364T**

Discharge direction [Horizontal/Vertical] <Vertical>: *enter*

Discharge position [Right/Center/Left] <Left>: *enter*

<1> Enter distance, b.o.b. to centerline suction: **16 (400)**

<2> Enter distance, centerline suction to f.o.f. discharge: **16 (400)**

<3> Enter distance, centerline suction to centerline discharge: **12 (300)**

<5> Enter distance, f.o.f. suction to centerline discharge: **5 (125)**

<6> Enter distance, suction f.o.f. to front edge of base (- or +): **1 (25)**

<7> Enter base thickness: **2 (50)**

<8> Enter base width: **24 (600)**

<9> Enter base length: **48 (1200)**

El siguiente paso requiere ya sea el uso de filtros, moviendo las líneas de construcción a una elevación de 2'-0" (610mm), o dibujar nuevas líneas de construcción desde la parte superior de los pedestales de la bomba. En este ejemplo se utilizarán los filtros de construcción.

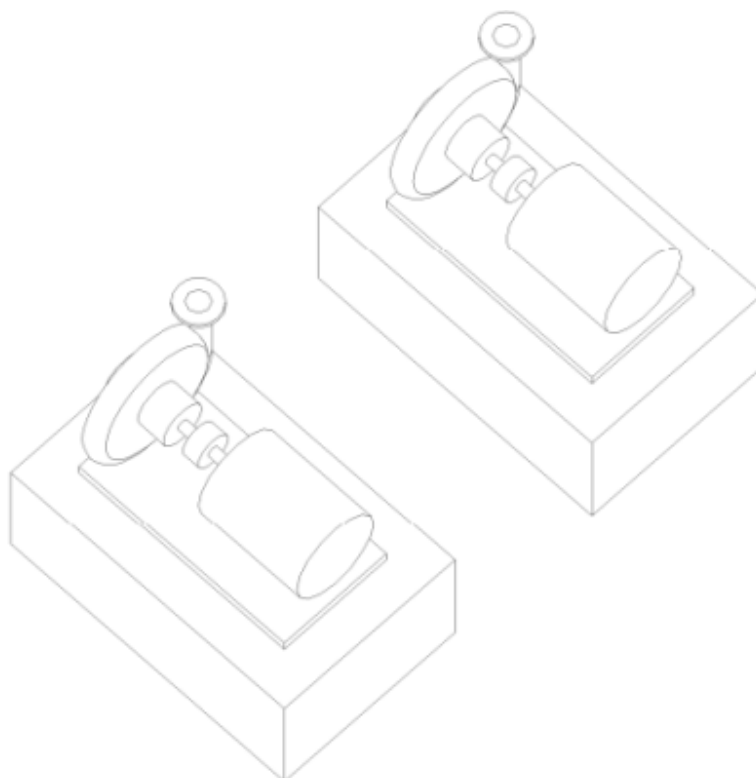
Pick front end of base start point: **.XY** de **INT** de *intersección de las líneas de construcción que indican el punto inicial de la bomba, el centro del pedestal y el*

offset de 8"

(falta Z): 24 (610)

Pick direction to back end of pump: *seleccione la dirección según se muestra en la gráfica*

Figura B.2.27. Esquema de las Bombas



Esto debe mostrar una de las bombas mostradas arriba. Copie esta bomba a la otra ubicación usando el comando "COPY" de AutoCAD.

Comando: _COPY

Select objects: *Seleccione todos los objetos*

Other corner: *10 elementos encontrados*

Select objects: *enter para completar la selección*

Base point or displacement>/Multiple: *seleccione un punto en la base de la bomba*
Second point of displacement: **@-72,0 (@-1839,0)**

El próximo paso será ubicar la tubería de descarga en las bombas. Re posicione la vista para tener una mejor ubicación de la tubería.

Comando: **_PLAN**

<Current UCS>/Ucs/World: *enter para el actual*
Regenerating drawing.

Haga un zoom acercando las bombas y la tubería de descarga para acomodar mejor la ubicación de la tubería de descarga sobre las bombas. Ubicar la tubería de descarga en las bombas será realizado con la función “*Elevation to Plan*”. Del menú desplegable “*Plant>Accessory>Elevation to Plan*”, seleccione esta función para ubicar la tubería de descarga en las bombas.

Comando: **ELEV2PLAN**

Designe objetos: Designe esquina opuesta: 63 encontrados, 23 grupos

Designe objetos: *enter para finalizar la selección*

Pick reference point: **_ENDP de brida derecha inferior de 4”**

Component information [ON/Off] <Off>: **ON**

Draw pipe end baseballs [Yes/No] <No>: *enter*

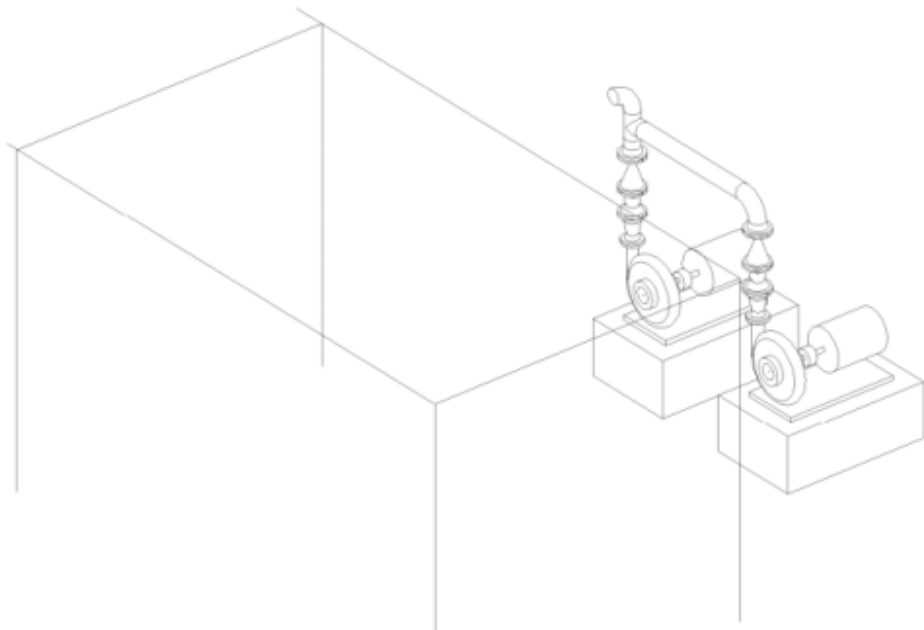
Delete selection for future replacement [Yes/No] <No>: **Y**

Pick base point and rotation: **_NODE de seleccione la descarga en la bomba a la derecha y rote la tubería hacia la izquierda.**

Del menú desplegable “*Plant>Accessory>Mode Convert>3D Solids*” convierte todos los componentes en sólidos. Seleccione una nueva vista dese el menú desplegable de AutoCAD “*View>3D View>SE Isometric*”. El dibujo debe lucir

como se muestra a continuación.

Figura B.2.28. Ubicación Final de las Bombas junto con la Tubería de Descarga



B.2.7. Ruteo Automático

Si la anterior sección no fue terminada, abra el archivo TUTOR5.DWG (TUTOR5M.DWG). En el dibujo la parte superior del rack de tubería está a los 12'-0" (3658mm). Desde el último codo de 6" en la descarga de la tubería, una línea de ruteo será requerida para insertar la tubería de descarga de 6". La ubicación de la tubería de 6" será a 1'-0" (305mm) desde el borde del rack de tubería. Abra el archivo TUTOR5.DWG (TUTOR5M.DWG). A continuación se describe como construir la línea de ruteo.

Comando: ROUTER

Specify start point or [Position/Reference]: **_ENDP** del codo

Specify next point or [Slope/Position/Elevation/Undo/Reference]: **R**

Pick reference point: **INT** de la parte superior de la columna del rack de tubería más cercana y a la izquierda de las bombas (ver el dibujo abajo)

Use last point Z elevation <119.8125>: enter para aceptar

Enter relative/polar coordinates (with @): @6'-1" (@1930,-305) (asegúrese que la coordenada y sea negativa).

Esto provee un punto para la línea de ruteo de 1'-0" (305mm) desde el borde como se habló arriba.

La siguiente opción en esta función permite dibujar la línea de ruteo de largo 3 5/16" (84mm) sobre el T.O.S. (la mitad del diámetro de la tubería) a 12'-0" (3658mm). Utilizando la opción "Position" en el ruteo, la línea de ruteo central puede ser movida en la mitad del diámetro de la tubería. No solo la posición puede ser cambiada, también el diámetro puede ser verificado.

Specify next point or [Slope/Position/Elevation/Undo/Reference]: **P**

Enter an option [Nominal/Size/BOP/TOP/Centerline] <Centerline>: **B**

Nominal main size <6">: enter

Ahora la posición ha sido re localizada, para continuar con la línea de ruteo solo hay que digitar la elevación del T.O.S. Primero, seleccione la opción "Elev", y después la opción "World" para elevar la línea a su ubicación adecuada.

Specify next point or [Slope/Position/Elevation/Undo/Reference]: **E**

Enter elevation change or [World/Pick] <World>: enter

Enter world elevation: **12' (3658)**

Specify next point or [Slope/Position/Elevation/Undo/Reference]: seleccione un punto hacia el final del rack de tubería

Specify next point or [Slope/Position/Elevation/Undo/Reference]: *enter para terminar*

Esto provee una línea de ruteo para la tubería deseada. Corra la función de ruteo "Routebwlr" desde el menú desplegable "Plant>Accessory>Auto Router>Buttweld LR".

Comando: ROUTEBWLR

Enter an option [Elbows only/Pick points/Select polyline] <Select polyline>: *enter*

Select polyline or 3dpoly: *seleccione la línea 3dpoly dibujada anteriormente*

Cambie la vista utilizando el menú desplegable de AutoCAD "View>3D View>Southeast" y convierta todo en sólidos. Esto puede ser realizado con la función "mode conversion". Seleccione del menú desplegable "Plant>Accessory>Mode Convert>3D Solids" y convierta toda la tubería a sólidos. Luego, utilice el comando "HIDE". El dibujo debe lucir como se muestra a continuación.

Comando: CONVERTSOLID

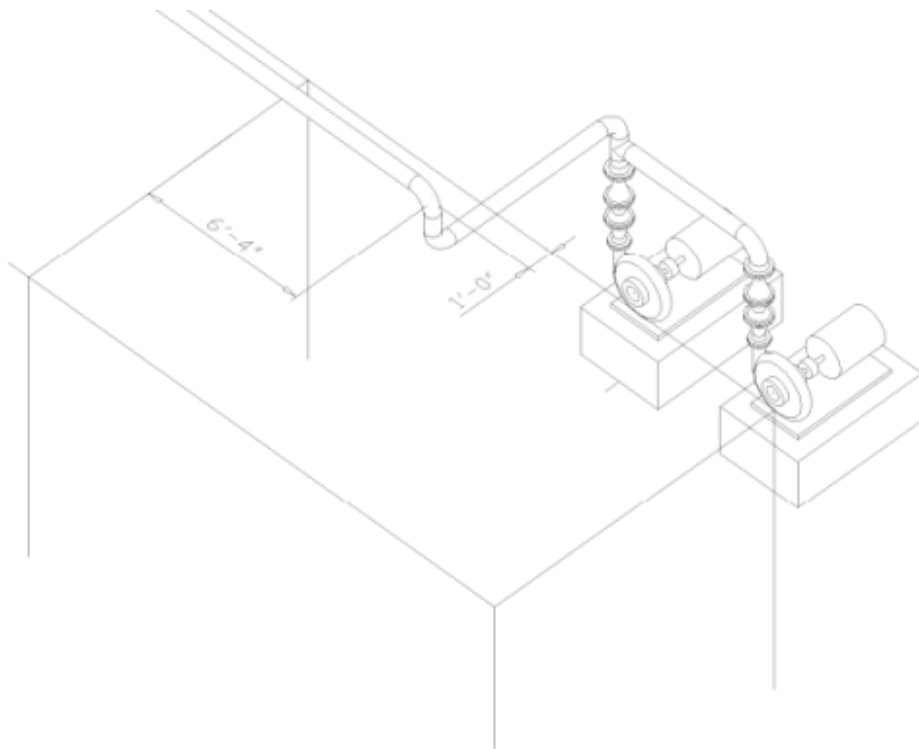
Pick piping components for solid modeled conversion:

Select objects: *seleccione los objetos*

Other corner: 83 found

Select objects: *presione enter para finalizar la selección*

Figura B.2.29. Esquema de Tubería Sobre el Rack de Tubería



B.2.8. Elevaciones Automáticas

Para este tutorial, inicie un nuevo dibujo.

La forma más fácil de dibujar una planta o unidad es primero crear el plano básico. Este método ha sido usado por mucho tiempo. Generalmente se inicia con un “plot plan”, se establecen los límites y después se producen los dibujos ortográficos detallados.

En esta sección, dos piezas horizontales de tubería dibujados a diferentes elevaciones serán modificados con las capacidades de elevación automática de CADWorx[®] Plant (adhiriendo componentes en posición vertical).

Esto provee la posibilidad de crear un modelo tridimensional completo sin tener que

cambiar los puntos de vista como se desarrolló en los ejercicios anteriores.

Lo primero que este ejercicio requiere son dos piezas de tubería dibujadas a diferentes elevaciones. Seleccione el modo de línea doble 2D de la barra de herramientas “*settings*”.

Configure el tamaño principal como 6” y la especificación en 150 (150_M). Dibuje una tubería de 6” en cualquier localización dentro del dibujo. Después, dibuje un codo apuntando hacia arriba al final de la tubería. Desde este codo, dibuje otro codo que, estará apuntando hacia abajo (iniciando en la esquina del codo). Finalmente, dibuje otra pieza de tubería desde el final despejado del codo. La secuencia se muestra a continuación y debe ser similar a la figura mostrada a continuación.

Comando: PIPW

6" PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B

Pick start point or [TOP/BOP] <last point>: *seleccione cualquier punto en el dibujo*

Pick end point: *seleccione cualquier otro punto en el dibujo*

Comando: H90LR

6" ELL, 90%%D LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick start point or [Corner] <last point>: *presione enter para conectar con la última tubería ubicada*

Pick corner direction: *seleccione una dirección paralela con la tubería*

Enter direction [Up/Down] <Up>: *presione enter para aceptar la dirección hacia arriba*

Comando: H90LR

6" ELL, 90%%D LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick start point or [Corner] <last point>: **C** *enter para el centro*

Pick corner point: **ENDP** of *seleccione la esquina del último codo*

Pick end direction: *seleccione una dirección paralela con la tubería*

Enter direction [Up/Down] <Up>: **D** *este componente necesita apuntar hacia abajo*

Comando: **PIPW**

6" PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B

Pick start point or [TOP/BOP] <last point>: *presione enter para seleccionar el último codo*

Pick end point: *seleccione una dirección paralela con la tubería previa*

Comando: **_TRIM**

Current settings: Projection=UCS, Edge=None

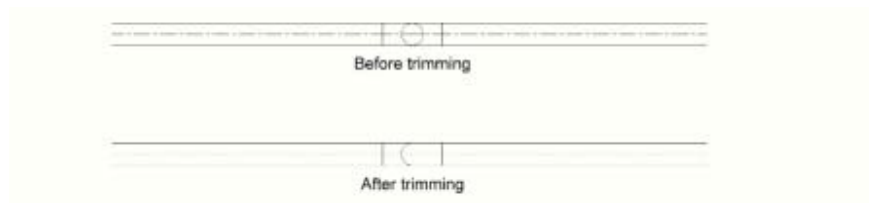
Select cutting edges...

Select objects: *seleccione cualquier lugar en el último codo*

Select objects: *enter para finalizar la selección*

Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]: *seleccione la parte circular del codo anterior*

Figura B.2.30. Modelo de la tubería en la elevación en 2D



Este es un layout muy simple todo dibujado en un espacio bi dimensional – hacia el lado plano del papel.

No hay elevación o ninguna propiedad en tres dimensiones. Si utilizamos el comando de AutoCAD “ID” y seleccione el punto final de la tubería, esto dará como resultado para la coordenada Z el punto 0’-0” (0mm). Pero este no es el modelo en tres dimensiones que es deseado.

Del menú desplegable, seleccione “*Pipe>Utility>Elevation>Change*”. Utilice esta función para elevar la tubería. Eleve el codo izquierdo y la tubería a una elevación de 1'-8” (508mm). Use la misma función para elevar el lado derecho de la tubería a una elevación de 10'-0” (3048mm).

Después de elevar ambos lados, utilice la misma función para aplicar el factor de corrección BOP (eleve toda la tubería seleccionada en la mitad de su diámetro). Como se esperaba, la tubería en la izquierda está elevada en 1'-11 5/16” (592mm) y la tubería de la derecha está elevada hasta 10'-3 5/16” (3132mm).

Comando: CHANGELEVEL

Elevation change [BOP correction/Arbitrary] <Arbitrary>: *enter para seleccionar el valor por defecto*

Enter world elevation: **18' (508mm)**

Select objects: *seleccione la tubería y el codo en el lado izquierdo*

Select objects: *enter para finalizar la selección*

Pick base point: **NEA to** *cualquier punto sobre la tubería en la izquierda*

Comando: CHANGELEVEL

Elevation change [BOP correction/Arbitrary] <Arbitrary>: *enter para seleccionar el valor por defecto*

Enter world elevation: **10' (3048mm)**

Select objects: *seleccione la tubería y el codo en el lado derecho*

Select objects: *enter para finalizar la selección*

Pick base point: **NEA to** *cualquier punto sobre la tubería en la derecha*

Comando: CHANGELEVEL

Elevation change [BOP correction/Arbitrary] <Arbitrary>: **B**

Select objects: *seleccione todos*

Select objects: *enter para finalizar la selección*

Para este ejercicio, la característica de elevación automática de CADWorx Plant será usada. Seleccionaremos los dos codos y se creará una elevación, se modificará y la retornaremos a la vista plana. El primer paso requiere iniciar la función "Pipe>Accessory>Plan to Elevation>North".

Comando: NORTHELEV

Select objects: *seleccione los dos codos en el centro*

Select objects: *enter para finalizar la selección*

Pick reference point: **ENDP** *of la tubería inferior*

Ahora, se necesita seleccionar un punto que es inmediatamente afuera de los componentes seleccionados.

Este punto debe ser un punto que no cambiará (la elevación no será modificada en este punto). Este será un punto de referencia usado para volver la elevación seleccionada de vuelta al plano.

Component information [ON/Off] <Off>: ON

Esta opción habilita la información dentro de los componentes. Esta opción puede ser usada para apagar la información en una elevación que solo proveerá una representación gráfica. Esto volverá a ser útil para prevenir que los componentes de una elevación aparezcan en el "bill of material".

Draw pipe end baseballs [Yes/No] <No>: enter para no

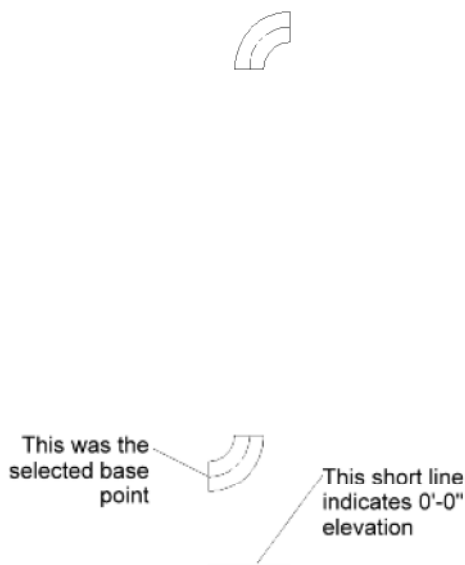
Esta opción proveerá el símbolo en forma de "S" que los dibujantes usan para indicar que la tubería es perpendicular al plano en el cual estamos trabajando.

Delete selection for future replacement [Yes/No] <No>: Y

Borraremos los componentes para reemplazo posterior. Después de modificar los componentes, el área de la planta que requiere ser reemplazada, estará limpia.

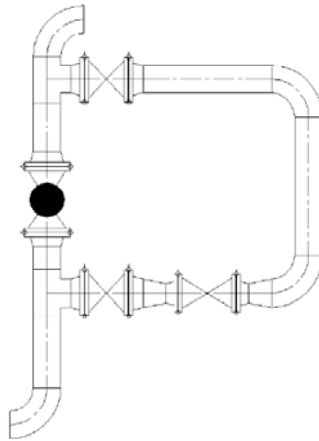
Pick base point for elevation: *seleccione cualquier punto en el dibujo para ubicar la elevación*

Figura B.2.31. Ubicación inicial de los codos en la vista de elevación



Como podemos ver en la figura superior, solo dos codos están disponibles. Esto fue todo lo que fue dibujado en la vista plana. Ahora, adicione un loop de control y luego re inserte la elevación modificada de nuevo en la vista plana. Esto provee una forma de crear un verdadero dibujo tridimensional sin tener que cambiar el punto de vista como se hizo en las sesiones previas. Modifique la elevación adhiriendo los componentes mostrados en la Figura abajo. El tamaño para la reducción de los componentes abajo es 4”.

Figura B.2.32. Vista final del arreglo de tubería



Como en el punto anterior, re inserte la elevación de vuelta a la vista de planta. Hay una opción para salvar la elevación o borrarla con la opción “*Delete*”. Utilice el mismo punto de referencia que fue utilizado arriba con la función “*NORTHELEV*”.

Comando: ELEV2PLAN

Select objects: *seleccione todos los objetos en la elevación*

Select objects: *enter para finalizar la selección*

Pick reference point: **ENDP of** *el mismo punto de referencia usado arriba*

Component information [ON/Off] <Off>: ON

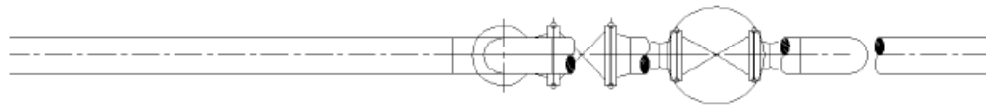
Draw pipe end baseballs [Yes/No] <No>: enter para aceptar el no

Delete selection for future replacement [Yes/No] <No>: Y

Pick base point and rotation: **ENDP of** *el mismo punto de referencia*

En la Figura abajo se muestra el resultado final después de agregar algunas prácticas típicas de dibujo. Los símbolos usados para demostrar la tubería rota se encuentran en el menú desplegable “*Pipe>Utility>Break>Manual-Auto*”.

Figura B.2.33. Vista superior del arreglo de tubería



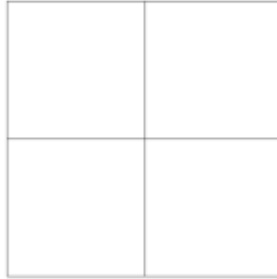
Como se demostró en este ejercicio, el punto de vista nunca cambió ni el dibujo tampoco ha sido dibujado en un sentido tridimensional. Este sistema particular de tubería puede ser enviado automáticamente al generador de isométricos o directo a un modelamiento de análisis de estrés.

La lista de materiales puede ser generada y proveerá una cuenta exacta de los componentes. Pernado automático puede ser generado y aplicado.

B.2.9. Espacio de Trabajo y CADWorx

CADWorx, al igual que AutoCAD, maneja dos espacios para presentar los resultados en la pantalla. Un espacio llamado Modelo (Model) y la otra Presentación (Layout). El espacio para modelar, al cual accedemos haciendo clic en la pestaña Modelo (Model), es el lugar indicado para realizar el dibujo de la planta y demás accesorios. Este espacio puede ser dividido en ventanas no flotantes (no pueden ser movidas). Estas ventanas permiten visualizar el modelo en diferentes vistas (isométrica, superior, etc) y son creadas con el comando de AutoCAD “VPORTS”. La única forma de organizar estas ventanas es una seguida de la otra.

Figura B.2.34. Esquema de Organización de Vistas “View Ports”



Por otro lado la presentación (Layout) es el lugar donde se visualizan los resultados obtenidos. Aquí es cuando las vistas flotantes están disponibles. Estas vistas flotantes se crean con el comando de AutoCAD “*MVIEW*”. A diferencia del comando “*VPORTS*”, estas vistas se pueden sobreponer unas a otras. Estas vistas son muy útiles cuando se requieren hacer anotaciones, detalles de cortes, entre otros.

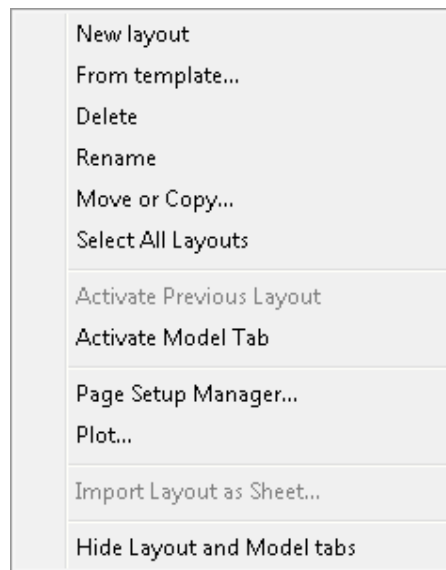
CADWorx Plant automáticamente crea la vista ViewL (installation layer name) layer usada para usar con estas sub ventanas o vistas. El zoom en estas vistas flotantes pueden ser escaladas con función “*Pipe>Utility>Zoom Factor*” y el comando “*PROPERTIES*” de AutoCAD.

El comando “*MSPACE*” es usado para entrar uno de estos puertos creados con el comando “*MVIEW*”. Estas vistas son como cortar un hueco en el papel y mirar a través del espacio de modelado. El comando “*MSPACE*” mostrará un cruce de líneas perpendiculares mientras se esté en la vista y un indicador cuando se esté afuera de la vista. Mientras en esta vista el ícono UCS aparecerá como el ícono tradicional (un lápiz quebrado si se está fuera del plano).

Figura B.2.35. Vista de la Ventana de CADWorx.



Figura B.2.36. Menú Desplegable Clic Derecho.



El tab “*Layout*” en el fondo de la panta de AutoCAD también le permite al usuario entrar al “*paper space*”. El tab “*Model*” como es explico antes, es el espacio de modelo tradicional.

Abra el archivo TUTORR9.DWG (TUTOR9M.DWG). Del menú desplegable “*Pipe>Setup*” seleccione el botón “*Borders*”; haga clic en “*Predefined*” y luego en “*Insert in paper space*”. Luego seleccione el borde 34x22 Ansi D (841x594 ISO-1) de la lista de la derecha. Haga clic en “*OK*” para las restantes ventanas de diálogo y seleccione “*OK*” para la caja “*title*” y “*attributes*”. Esto ubica el borde en el “*paper space*”. El próximo paso es crear los “*view ports*” (llamados más adelante vistas o sub-ventanas) para ver el modelo de diferentes formas.

Comando: **MVIEW**

Specify corner of viewport or [ON/OFF/Fit/Hideplot/Lock/Object/Polygonal/Restore/2/3/4] <Fit>: **4**

Specify first corner or [Fit] <Fit>: **INT** of *seleccione la parte más baja de la esquina izquierda del área interior del borde.*

Specify opposite corner: **INT** of *seleccione la parte superior de la esquina derecha del área interior del borde.*

Regenerating model.

Esto crea cuatro (4) sub-ventanas. Estas sub-ventanas serán usadas para crear la planta y las elevaciones de las bombas. La parte superior derecha será usada para la vista isométrica de las bombas.

La parte superior derecha será usada para la vista plana.

La parte inferior izquierda será usada para una elevación frontal y la inferior derecha será usada para visualizar una elevación lateral.

Comencemos con el isométrico que irá en la parte superior derecha. Actualmente, las cuatro vistas muestran isométricos. Haga doble clic en el botón “*Paper*” (PSPACE) en el fondo. En este punto, elija la vista superior derecha creada anteriormente. Esto proveerá un cruce de líneas perpendiculares a manera de mira de un arma en la vista. Las vistas remanentes no podrán ser accesibles al menos que se haga un clic dentro de una.

Mientras en la vista, utilice el comando “*DDVPOINT*” y digite 315 y 30. Esto debe llevar la vista a una orientación isométrica como se muestra en la Figura abajo.

Ahora lance el comando “*ZOOM*” y elija una ventana alrededor de las bombas.

Esta ventana debe lucir similar a la que se muestra abajo. Esta ventana no tendrá escala.

Saque el cruce de líneas perpendiculares fuera de la presente vista elija la vista superior izquierda. Aquí trabajaremos la vista de planta. El cruce de líneas perpendiculares cambiará al puntero regular del mouse y solo requerirá un clic para activar esta vista. Todo esto es ejecutado mientras el botón "*Model*" está activado (MSPACE). Use el comando de AutoCAD "*PLAN*" y utilice la opción "*Current UCS*". Con la vista superior izquierda activada, escoja "*Pipe>Utility>Zoom Factor>Architect*" y seleccione $3/8 = 1'-0"$ (1:20). Esta función apuntará a un punto central. Seleccione un punto entre las dos bombas. Si es necesario, utilice el comando "*PAN*" dentro de la vista. Esto es logrado con el comando estándar de AutoCAD. Las dos bombas deben estar en una vista plana listas para aplicar anotaciones y dimensiones.

Con el botón "*Model*" activado, saque el cruce de líneas a la vista inferior izquierda (el cruce de líneas cambiará al puntero). Esta vista necesita ser activada con un simple clic del mouse. Después de activar esta vista, lance le comando "*DDVPOINT*" y digite 270 y 0 grados. Esto proveerá una elevación frontal *Pipe>Utility>Zoom Factor>Architect* de las bombas.

Una vez más, en el menú desplegable "*Pipe>Utility>Zoom Factor>Architect*" seleccione $3/8 = 1'-0"$ (1:20). Cuando el programa solicite seleccionar un centro, nuevamente seleccione en medio de las dos bombas. En esta vista el ícono UCS aparece como un lápiz partido dentro de una caja. Esto debe ser cambiado para poder mover la vista dentro de la sub-ventana. Digite "*VIEWNORTH*" para re-localizar las coordenadas UCS y solamente presione enter. Esto posiciona las coordenadas UCS en la planimetría con la vista. Para adicionar anotaciones o dimensiones dentro de esta vista se requerirá este ajuste.

La última vista se convertirá en la vista de lado. Entre a la vista como se ha mencionado antes. Lance el comando “*DDVPOINT*” y seleccione 0 y 0. Esto ajustará la vista mostrando el lado de las bombas. Lance la función “*Pipe>Utility>Zoom Factor*” y seleccione el centro. Igualmente, el comando “*VIEWWEST*” necesitará ser ajustado para incluir anotaciones y dimensionamiento.

El dimensionamiento de estas sub-ventanas o puertos puede ser realizado en cada una de las vistas o dentro del “*paper space*”.

Si se va a realizar en cada una de las vistas, la variable “*DIMSCALE*” de AutoCAD debe estar configurada en 0.

AutoCAD automáticamente ajustará el tamaño de todo el texto, de las cabezas de las flechas, etc.

El último paso requiere la alineación de las vistas dentro de las sub-ventanas. La mejor forma para lograr esto es lanzar el comando de AutoCAD “*MVSETUP*”. Este puede ser localizado debajo del menú desplegable “*Pipe>Utility>MVSetup*”. Este comando tiene una excelente opción para alinear que trabajará en ambas direcciones (horizontal o vertical). La siguiente secuencia de comandos demostrará esta funcionalidad.

Comando: MVSETUP

Enter an option [Align/Create/Scale viewports/Options/Title block/Undo]: **A**

Enter an option [Angled/Horizontal/Vertical alignment/Rotate view/Undo]: **H**

Specify basepoint: **INT** of *columna en el rack de tubería que está en la vista inferior derecha.*

Specify point in viewport to be panned: **INT** of *columna en el rack de tubería en la vista inferior izquierda.*

Enter an option [Angled/Horizontal/Vertical alignment/Rotate view/Undo]: **V**

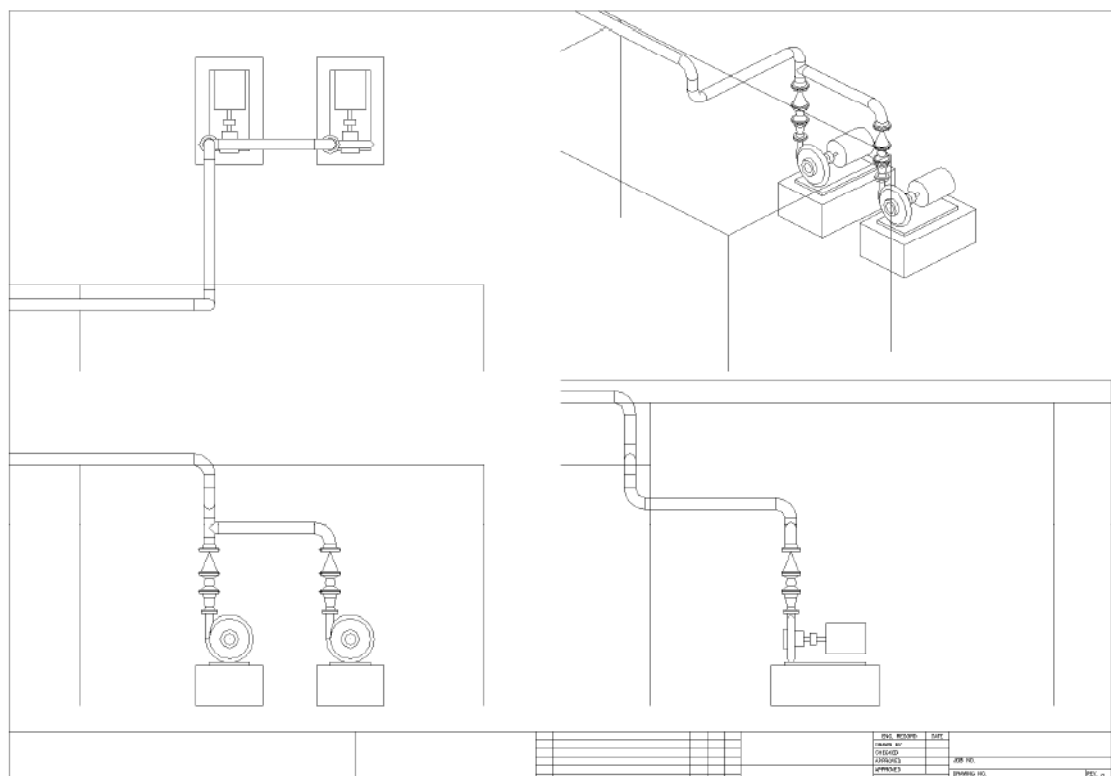
Specify basepoint: **INT** of *parte superior del rack de tubería en la vista superior derecha.*

Specify point in viewport to be panned: **INT** of *parte superior del rack de tubería en la vista inferior izquierda.*

Enter an option [Angled/Horizontal/Vertical alignment/Rotate view/Undo]: *presione enter para terminar*

Enter an option [Align/Create/Scale viewports/Options/Title block/Undo]: *presione enter para terminar*

Figura B.2.37. Vista de Impresión



B.2.10. Creación de Isométricos Manuales

Para crear un isométrico manualmente, abra el archivo TUTOR2.DWG (TUTOR2M.DWG).

Este dibujo ya tiene un borde en el “*paper space*”. Después de abrir el dibujo, la barra estatus indica que el dibujo está en el “*model space*”. Haga un clic sencillo en el tab “*Layout*”, y ubique el dibujo en el “*paper space*”. Este ambiente muestra el borde. Ahora, todo lo que es requerido es activar una vista con el comando “*MVIEW*”.

Comando: **_MVIEW**

Specify corner of viewport or [ON/OFF/Fit/Hideplot/Lock/Object/Polygonal/Restore/2/3/4] <Fit>: **INT** of la parte inferior del borde disponible

Specify opposite corner: **MID** of la parte superior del borde disponible

Regenerating model.

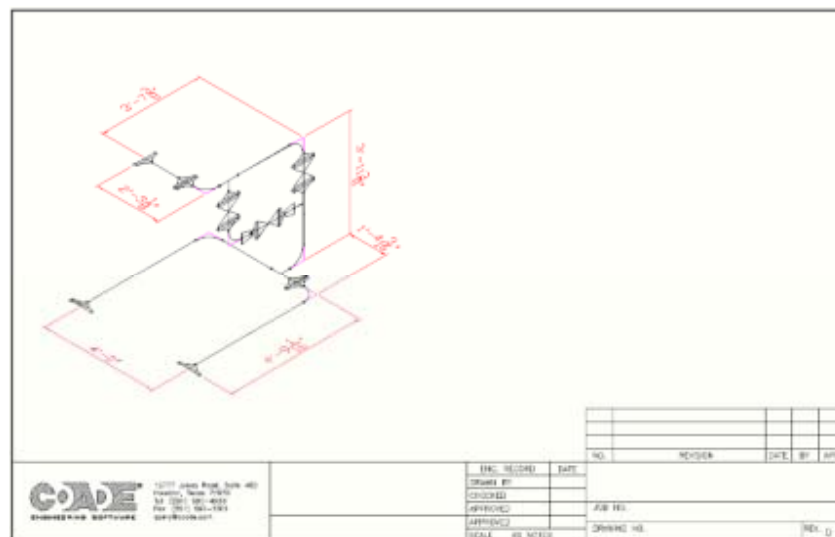
Esto corta un hueco a través del dibujo mostrando el modelo en el fondo. Entre a la vista haciendo doble clic en el botón “*Paper*” de la barra estatus o haga doble clic en un área sobre la vista.

El botón “*Paper*” cambia a “*Model*”. Para propósitos isométricos, utilice el comando “*DDVPOINT*” para ubicar el modelo en línea con una rotación isométrica del papel (el modelo necesita alinearse con el comando de AutoCAD “*ISOPLANE*”. Para lograr esto, ubique el eje X ya sea en 45, 135, 225 o 315 pero el plano XY tiene que ser configurado en 35.3 exactamente. Esto debe ser lo mismo que usar una de las vistas del menú desplegable “*View>3D View*” “*Southeast*”, “*Southwest*”, “*Northeast*”, o “*Northwest*”. Utilice los comandos “*ZOOM*” y “*PAN*” para posicionar mejor el modelo dentro de la vista. Después de haber terminado de posicionar la vista, bloquéela con el comando “*PROPERTIES*” de AutoCAD o con el comando “*ZOOMLOCK*” de CADWorx Plant.

Con la variable de configuración “*DIMSCALE*” en 0, el dimensionamiento es aplicado fácilmente. El único requisito es localizar un punto en CADWorx Plant y orientar las UCS al plano que requiere dimensionamiento. Las opciones “*3 point*” y “*Object*” del comando UCS son también muy útiles. Use la opción “*Object*” para seleccionar una dimensión existente y alienar el UCS. La mayoría de estas opciones no aparecen en la línea de comando, de todas maneras estas están disponibles como “*3P*” y “*OB*”.

Ubique unas pocas dimensiones como se muestra en la siguiente figura. Aumente la variable configurable “*DIMTXT*” a 3/16” para permitir que las dimensiones parezcan como si fueran de 1/8” debido a que están saliendo del plano (30 grados fuera de la vista). Ubicar las dimensiones en la parte superior requerirá mover el UCS a la posición deseada. Por ejemplo, digite “*VIEWFLAT*” y seleccione la esquina en uno de los codos superiores.

Figura B.2.38. Vista de Isométrico generado Manualmente



El comando “*Mode*” convierte el modelo en un isométrico después de configurar

como “on” el menú “*Pipe>Utility>Drawing Control>Elbow Centerline*”. Esto provee esquinas en los codos para facilitar su dimensionamiento.

Para las dimensiones que parecen bocarriba, la opción “*Ztext*” de CADWorx Plant provee una forma de ubicar las dimensiones correctamente. Digite “*VIEWFLAT*” y después digite Z para la opción “*Ztext*”. Cambie a las coordenadas “*VIEWNORTH*” para el dimensionamiento de la parte vertical del modelo. Seleccione un punto en el codo inferior.

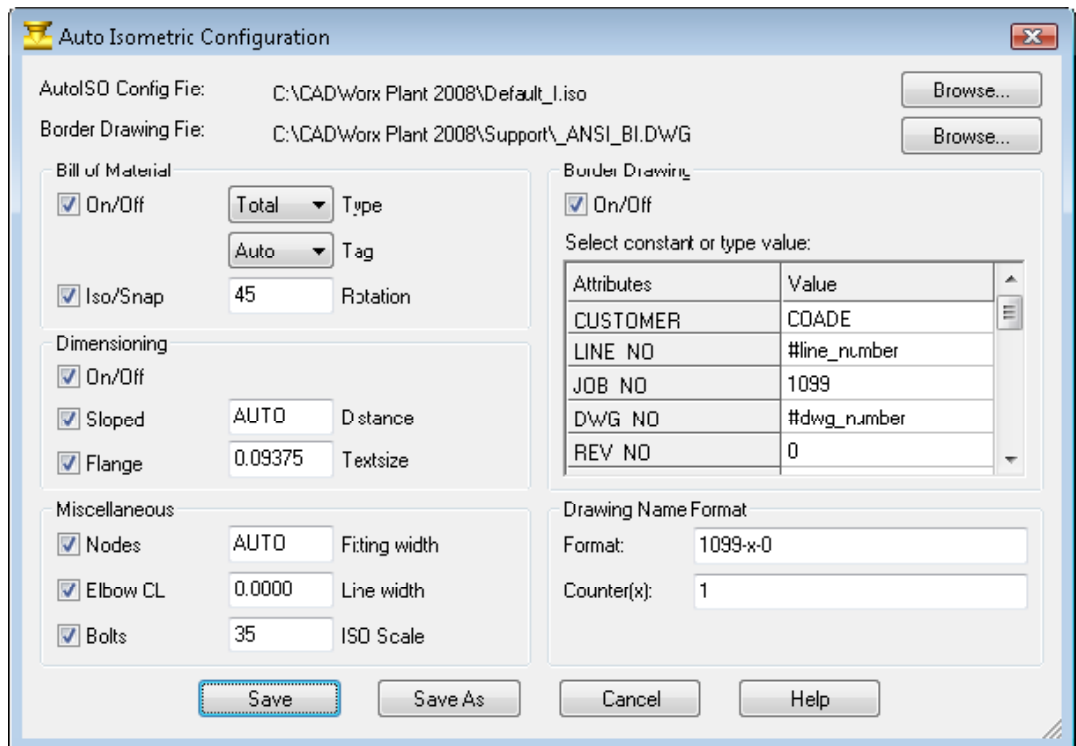
B.2.11. Isométricos Automáticos

Isométricos pueden ser automáticamente generados con CADWorx Plant. Abra el archivo TUTOR9.DWG (TUTOR9M.DWG). Entre el comando “*_PLAN*” y use la opción “*Current UCS*”. El dibujo está ahora listo para crear un isométrico.

La primera vez que la función “*Pipe>Accessory>Automatic Isometric>ISO Out*” (para usar la línea de comando escriba “*ISOOUT*”) es usada dentro de una sesión de dibujo, una ventana de diálogo para la configuración del isométrico aparecerá.

Command line: ISOCFG

Figura B.2.39. Ventana “Auto Isometric Configuration”



Como es la primera vez que se generará un isométrico, se creará un archivo default. Este archivo se llamará “*DEFAULT_I.ISO*” para unidades inglesas o “*DEFAULT_M.ISO*” para el sistema métrico. Esta configuración puede ser renombrada y colocada en cualquier directorio (antes de usarse). La ubicación más lógica sería el mismo directorio en el que se guardarán los archivos de los dibujos isométricos.

- **Border Drawing File:** Este botón de búsqueda provee la selección del borde de dibujo que será asociado al archivo de configuración.
- **Bill of Material - ISO Config:** El check box “*On/Off*” indicará si la generación de la lista de materiales (BOM por sus siglas en inglés) será o no será realizada. Si el BOM está apagado, entonces los menús desplegables para “*Type*”, “*Tag*”, “*Rotation*” y el check box “*ISO/Snap*” estarán deshabilitados.

- El check box “*Iso/Snap*” es muy útil cuando el botón manual es usado. Este configurará cruce de líneas perpendiculares en un único plano y el “*snap*” será encendido.
 - El menú desplegable “Type” ofrece tres tipos de BOM. “Cut lengths” es usado cuando cortes individuales de la tubería son requeridos. Seleccione “Total” para que los cortes de tubería sean combinados en totales. “Single” es para ubicar cada componente individual en una fila en la estructura del BOM.
 - El menú desplegable “Tag” ofrece tres opciones que proveen tags a los materiales automáticamente, manualmente o sin tags. “Automatic” ubicaría los tags en el ángulo y la dirección listados en la caja de edición “Tag rotation”. El usuario tendrá que re-organizar los tags según sea requerido. Esto puede ser asistido con la opción “Tag location” de los menús desplegables. La ubicación “Manual” se detendrá cada vez que un componente necesite ser tageado y preguntará al usuario por la ubicación de la burbuja con el tag. La unión entre la burbuja hacia el componente se dibujará automáticamente cuando la ubicación de la burbuja sea seleccionada. “Off” no provee tags.
 - La caja editable “Rotation” es usada para suministrar el ángulo que llevará la unión desde el componente hasta la burbuja. Este ángulo es usado solamente cuando el botón “Automatic” es seleccionado en la parte superior.
- Dimensioning: Los botones “On-Off” en esta caja determinan si el dimensionamiento en el isométrico será o no será proveído.
 - La opción “Sloped” ubica las dimensiones en forma vertical.
 - La opción “Flange” permite que la rutina de dimensionamiento dimensione hasta y desde la cara de las bridas. La caras de la brida en sus terminaciones serán automáticamente dimensionadas.
 - La caja editable “Distance” permite controlar el espaciamiento (offset) de

la línea de dimensión de los componentes que están siendo dimensionados. Esto es una distancia real en el modelo del isométrico. Por ejemplo, el dimensionamiento de una brida de 12"-150# requerirá que este factor sea mayor de 9.5 desde que el radio de esta brida es 9.5". El valor default es de 25, que trabajará en la mayoría de los casos. Tipiando "AUTO" en esta opción, el programa automáticamente basará esta distancia en el tamaño del texto dentro de la dimensión. Este es el método preferido y el default.

- La caja editable "Textsize" muestra el tamaño del texto a ser usado en el ploteo o en el espacio del papel. Este tamaño debe ser ligeramente mayor que el tamaño normal que se usa, porque el dimensionamiento ubicado en el ambiente del modelo está a un ángulo inclinado (aproximadamente 30 grados).
- Miscellaneous: El check box "Nodes" puede ser seleccionada para indicar si los nodos colocados sobre las capas del modelo serán o no serán proporcionados.
 - La opción "elbow CL" puede ser seleccionada para proveer líneas cuadradas de centro en los codos del modelo isométrico.
 - "Bolts" pueden ser seleccionado para la adición de los pernos. Si los pernos fueron adicionados en el dibujo ortográfico, entonces no se requerirán aquí. Si esto ocurre, los pernos serán duplicados en el dibujo.
 - "Fitting width" es usado para ajustar el ancho de varios componentes. Grandes bridas pueden ser ajustadas donde su relación Diámetro exterior/longitud pueda ser mejor representada lo que será deseado en un verdadero isométrico. Tipiando "AUTO" en esta caja, el programa usa los valores listados en el archivo "ISORATIO.TBL" en el subdirectorío "<INSTALL-DIR>\SYSTEM". Estos valores pueden ser cambiados según las preferencias del usuario.
 - La caja editable "*Line width*" provee el ajuste para el ancho de la línea de

ploteo. Normalmente, configurar este ancho a 0 y utilizar los comandos de las capas para asignar el ancho es lo mejor.

- La opción “*ISO scale*” puede ser usada para ajustar el tamaño escalado del isométrico. En todos los isométricos, los componentes actuales de tubería (no codos o bridas etc.) están escalado. La longitud original será preservada en la generación del componente en la lista de materiales (BOM). Un factor de escalonamiento sugerido es de 35% y parece funcionar en todos los casos generales. Cuando la tubería es inclinada, esta se comporta como un componente rígido, es decir, no será escalada en la componente X, Y, y Z de la pendiente. Múltiples tuberías con pendiente apagarán el algoritmo para el escalamiento.

- Border Drawing: Esta opción ubicará el borde seleccionado (del botón “*border*” que se encuentra encima) en el dibujo isométrico o lo dejará sin el. Cuando la opción “*On/Off*” está apagada, el lado derecho estará totalmente deshabilitado lo cual deshabilita cualquier selección de las siguientes opciones.

- Attributes and Values: La sección “*attributes*” provee una lista de atributos que están definidos en el borde anteriormente seleccionado. Cuando se seleccione un nuevo dibujo por primera vez, esta lista proveerá la lista de atributos en el lado izquierdo y “*na*” a la derecha de la lista. Después de seleccionar un ítem en la lista, la caja “*constants*” se volverá disponible y permitirá cambiar su valor y reemplazarlo con cualquier requerimiento del usuario. La lista de constantes proveerá opciones que pueden ser buscadas durante el proceso de generación automática de isométricos. Por ejemplo escribir “*#line_size*”, cuando se use asociada con un atributo en el dibujo, buscará a través de los componentes y usará el primer número de línea que encuentre. Todas estas variables serán buscadas pero posiblemente no

todas se podrán encontrar. A continuación, se encontrará una lista de nombres para estos comandos y su proceso de búsqueda:

#line_number	Busca componentes
#dwg_number	Nombra el dibujo según la especificación utilizada en la opción " <i>Drawing Name Format</i> "
#name	Utiliza la variable configurada por AutoCAD "LOGINNAME"
#date	Utiliza la variable configurada por AutoCAD "CDATE"
#dwg_reference	Utiliza la variable configurada por UAutoCAD "DWGNAME" del archivo .dwg que servirá de referencia.
#line_size	Busca componentes
#pipe_material	Busca componentes de tubería
#fit_material	Busca componentes de accesorios
#forg_material	Busca componentes forjados
#specification	Busca componentes

#schedule Busca componentes

#rating Busca componentes

- Name: La caja editable “Drawing Name Format” provee un método para nombrar el presente dibujo isométrico y después otros dibujos consecutivos serán incrementados en valor de 1. El nombre provisto en la caja necesitará una “x” en la descripción en cualquier lugar. La opción “counter edit” necesitará un valor para poner en la variable “x” del nombre. A medida que los isométricos son automáticamente generados, la opción “counter (x)” será incrementada en 1.
 - La segunda vez esta función es requerida, el ambiente del dibujo contendrá información acerca de esta configuración y esta ventana de diálogo no aparecerá nuevamente a no ser que sea requerida. Cambios de configuración después del “ISOOUT” inicial, durante la misma sesión de dibujo, requerirán que sea corrida la función del menú desplegable “Pipe>Accessory>Automatic Isometric>Config” (“ISOCFG”).

Las dos reglas más importantes sobre la configuración de un isométrico son las siguientes:

1. Las unidades dentro de la sección “Startup” de la ventana de diálogo “Setup” tienen que coincidir a los bordes del dibujo. En otras palabras, si los bordes ANSI (_ANSI_BI.DWG, _ANSI_C.DWG, etc.) están siendo usados, el prototipo del dibujo necesita ser configurado en unidades Inglesas/pulgadas (SystemMeasure = 1) y el archivo Imperial.dwt debe ser usado como template del dibujo. Si los bordes ISO (_ISO_A3I.DWG, _ISO_A2.DWG, etc.) están siendo usados, el prototipo del dibujo debe ser configurado en unidades Métricas/pulgadas o Métricas/Métricas (SystemMeasure = 0 or 2) y el archivo

Metric.dwt debe ser usado como template de dibujo. Estas unidades de inicio deben ser configuradas antes de iniciar un nuevo dibujo.

2. En el mismo contexto, cualquier cosa que requiera una medida necesita ser configurado correctamente. No deje el comando “*TEXTSIZE*” configurado a 0.125 cuando realice dibujos con bordes en unidades métricas. Este tamaño será tan pequeño que será casi invisible. Este comando debe ser configurado en 3.0 para unidades métricas. El correcto archivo de configuración debe ser usado (corra el comando “*SETUP*” y seleccione el botón “*Edit config file*”).

A continuación se creará un isométrico de la tubería de descarga de las bombas. Termine la selección en el punto en que la tubería se vuelve plana sobre el rack. Del menú desplegable, seleccione la función “*Pipe>Accessory>Automatic Isometric>ISO Out*”. Cuando se le solicite un nombre para el archivo, escriba cualquier nombre sin extensión. Después de que se digitó el nombre del archivo, la ventana de configuración aparecerá.

Comando: ISOOUT

Enter north direction <90>: presione enter para aceptar esta orientación.

La primera línea de comando que aparece requiere la dirección norte expresada en grados. Si una línea ubicando el norte está localizada en el dibujo que tiene el nombre “*N1.DWG*”, esta función automáticamente inspeccionará este bloque y determinará la orientación requerida. Cualquier bloque puede ser usado para indicar la coordenada norte si el nombre es “*N1.DWG*”.

Enter an option [Database/Line number/Select components] <Select components>: presione enter para seleccionar

Select objects: seleccione completamente la tubería de descarga con una ventana.

Select objects: enter para finalizar la selección

El siguiente comando indica el número total de entidades seleccionadas y la cantidad exacta de componentes de CADWorx Plant.

Exported 27 component(s) to <INSTALL-DIR>\Tutorial\Tutor9.pmi...

En este punto, un archivo de datos ha sido escrito el cual generará el isométrico. Antes de generar el isométrico, examinemos el archivo de datos que se ha recientemente escrito. Use el "Window's Notepad" para abrir este archivo de datos. Tendrá la extensión .PMI.

Figura B.2.40. Archivo de datos PMI creado

```
# $ JOB SPECIFIC
3.0000
1 0--MM, 1--ENGLISH, 2--MM (WITH ENGLISH NOMINAL)

# $ AUTO ISO
<INSTALL-DIR>\DEFAULT I.ISO
Tutor9.dwg
1.5703

# $ ELEMENTS
1 18.9700 78.0000 0.2800
0.0000 1806
6.0000 6.6250 0.0000 0.0000 3
3.0000 0.0000 0.0000 0.0000
1180.0000 939.0000 119.8125 1180.0000
861.0000 119.8125
1180.0000 939.0000 119.8125 1180.0000
939.0000 119.8125
1180.0000 900.0000 119.8125 1180.0000
939.0000 119.8125
C"
PIPE
PIPE, 8/40 SMLS, ASTM A-106 GR B

(("76.35.38.280" "3DS" "1T" 2) ("150" "840" "PIP_W") ("PIPW"
6.0000 6.6250) ("0.0 0.0 0.0 0.0"))

.
.
many other components
.
.
# $ END
```

En la parte superior del archivo de datos, note que el sistema de medidas fue

configurado a Inglés, el archivo de configuración fue “<INSTALL-DIR>\DEFAULT_I.ISO”, el nombre del archivo de dibujo originador fue TUTOR9.DWG (TUTOR9M.DWG) y la dirección norte fue 1.5708 radianes que equivale a 90 grados.

El ítem más importante acerca de este “PMI (*piping module isometric*)” es que está asociado con el archivo de configuración “DEFAULT_I.ISO”. Si este archivo es movido, su nombre y ubicación deben ser corregidas en este archivo. Este archivo puede ser creado y localizado en el directorio del proyecto. Un ejemplo del archivo de configuración sería. Examinemos el archivo de configuración.

Figura B.2.41. Archivo de datos PMI creado

```
#S CONFIG
DIM 1
BLOCK 1
DOM 1
MARK 0
TAG 45
ISO-SNAP 1
CUTS 1
F-WIDTH 100
S-WIDTH 0.02
ISO-SCALE 30
NODES 1
CTR-LINE 1
BOLT 1
DISTANCE AUTC
TEXTSIZE 0.125
FRACTION 1
```

```

FLANGE          1
DWG             <INSTALL-DIR>\SUPPORT\_ANSI_BI.DWG
#$ DWG_COUNT
1099-X-0
16
#$ ATTRIBUTE
CUSTOMER       COADE
LINE_NO        #line_number
JOB_NO         1099
DWG_NO         #dwg_number
REV_NO         0
NAME           #name
DATE           #date
SCALE          NONE
TAG            001-A23
DWG_REF        #dwg_reference
LINE_SIZE      #line_size
WELD_PROC      WPC-101
INSULATION     2-CAL
REMARKS        NONE
MATERIAL        #pipe_material
SPEC           #specification
SCHEDULE       #schedule
RATING         #rating
TEMP           245 F
PRESS          210 PSI
#$ END

```

Este archivo contiene todos los ajustes los cuales están en la ventana de configuración. La línea que causa mayores problemas es “*border name*”. Si un archivo de borde es movido a otra ubicación, entonces la función “*AUTOISO*” reportará que hay problemas en este archivo y abortará el comando.

Ahora, inicie un nuevo dibujo y re-importe el archivo isométrico (si no es un nuevo dibujo un error ocurrirá con un mensaje indicando que no es un nuevo dibujo). Asegúrese que el template correcto para el dibujo es usado. La mayoría de las personas apagan la ventana de “*startup*” (comando “*OPTIONS*” debajo del tab “*System*”) que deshabilita la habilidad para seleccionar el template correcto. Solo cierre esta ventana de dialogo si usted conoce que está pasando con el registro y el uso previo de los templates de dibujo. Los desarrolladores de este programa usan el inicio con la ventana de diálogo y el template “*options*” siempre.

Del menú desplegable, seleccione “*Pipe>Accessory>Automatic Isometric>ISO In*”. Esto provee una ventana de selección del archivo a importar. Digite el nombre del archivo que fue exportado anteriormente.

Comando: **AUTOISO**

Drawing preparation...OK

Esto indica que todos los procesos preliminares de arranque fueron completados exitosamente.

Reading and listing component number: 27...finished

El número de componentes indica cuantos componentes fueron leídos y serán usados en el isométrico automático. Si los pernos fueron aplicados en los dibujos ortográficos y re-aplicados en el cuadro de configuración, habrá dobles cantidades de pernos en el BOM. Seleccione la vista deseada

Select desired view...

Southeast view shown

Enter an option [eXit/southEast/Northeast/northWest/Southwest] <next view>: *enter para la vista siguiente*

Southwest view shown

Enter an option [eXit/southEast/Northeast/northWest/Southwest] <next view>: *enter para la vista siguiente*

Northwest view shown

Enter an option [eXit/southEast/Northeast/northWest/Southwest] <next view>: **X**
para salir de la selección de la vista

Enter an option [Pan/+/-/Accept] <Accept>: **+** *esto es usado para agrandar, disminuir o panear la vista.*

Enter an option [Pan/+/-/Accept] <Accept>: **+**

Enter an option [Pan/+/-/Accept] <Accept>: *presione enter para terminar*

Converting components to Isometric single line...finished

Auto Dimensioning...finished

Auto Bolts...finished

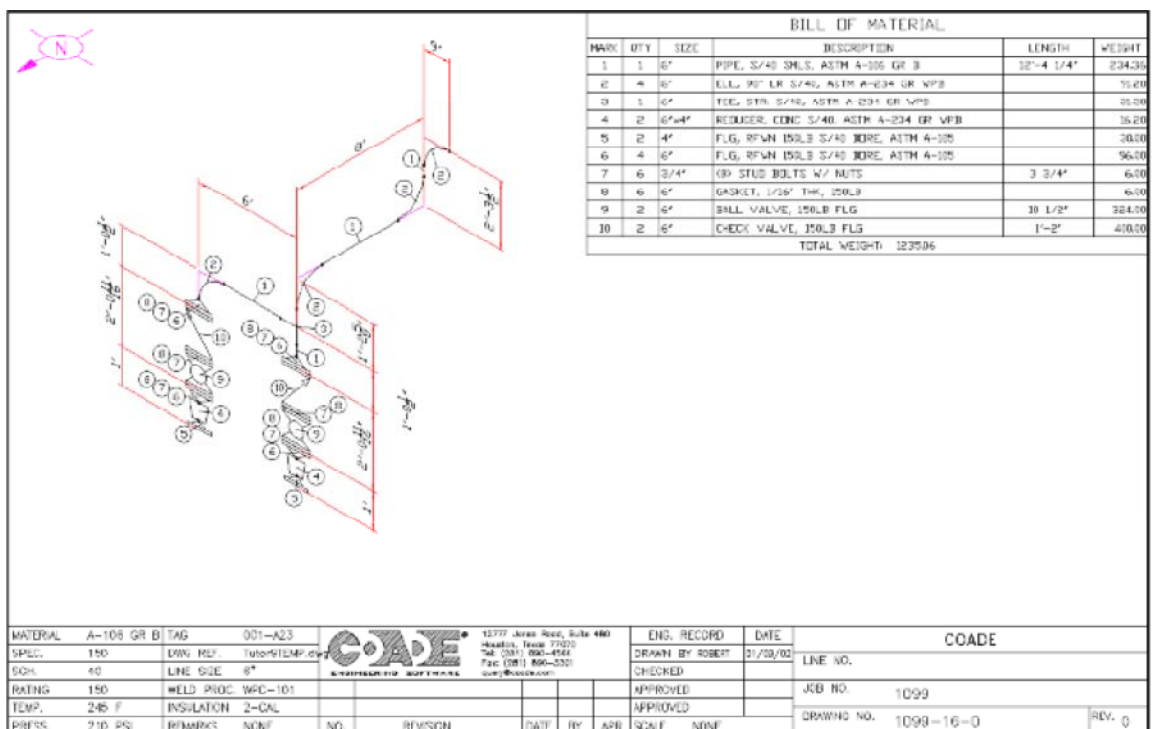
Generating Bill of Material...finished

Paperspace zoom lock toggled on...

La longitud de las tuberías en el “*Bill of Material (BOM)*” está disponible en un solo total o en longitudes individuales. Toda la tubería de 4” puede ser agrupada en un solo ítem. La tubería de 2” será agrupada de la misma manera. Este método es logrado usando como longitud “*Total*” en la configuración. Para listar diferentes piezas de tuberías en filas separadas con sus longitudes individuales requiere el uso del método “*individual cut lengths*”.

A continuación se muestra el isométrico terminado.

Figura B.2.42. Vista isométrico generado automáticamente



B.2.12. Exportar e Importar en CAESAR® II

Las siguientes funciones proporcionan una integración limpia a CAESAR® II (pipe stress analysis). Seleccionando los componentes en el ambiente de modelado del dibujo, un archivo de entrada a CAESAR® II puede ser creado. Después de que el análisis de estrés sea desarrollado, los datos pueden ser transferidos de vuelta al ambiente de dibujo. Los componentes que fueron modificados en CAESAR® II reemplazarán o actualizarán los actuales componentes en el dibujo. Toda la información de CAESAR® II será entonces almacenada en el dibujo permitiendo capacidad de análisis posterior basada en la anterior información (numeración de nodos, temperatura, presión, etc.).

Abra el archivo TUTOR11.DWG (TUTOR11M.DWG) para ser usado con esta sección del tutorial. CAESAR® II es requerido para realizar este tutorial.

El primer paso es exportar la información del dibujo en un archivo de CAESAR® II.

Del menú desplegable, seleccione "*Pipe>Accessory>CAESAR II>System Out*". Después de que se presente el cuadro de dialogo "Input file" de CAESAR® II, use el nombre TUTOR11 para el nombre del archivo de CAESAR® II en la caja editable "file". Siga las siguientes líneas de comando como se indica.

Comando: C2OUT

Enter an option [Database/Line number/Select components] <Select components>:

enter para comenzar la selección

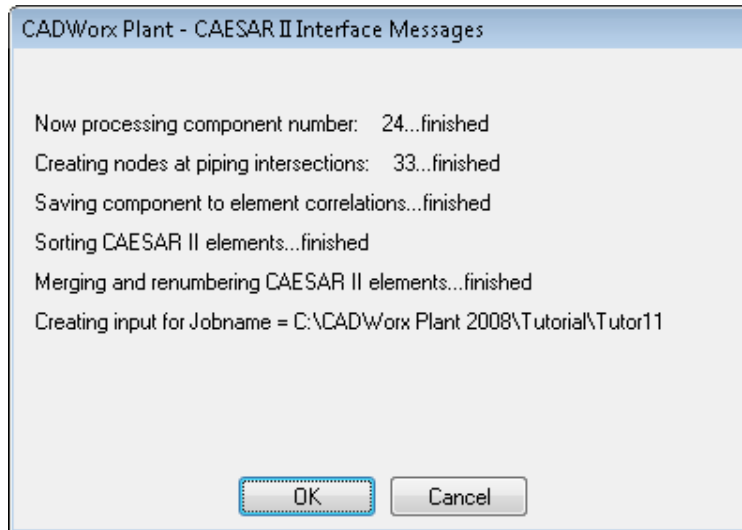
Select objects: *seleccione todos los objetos*

Select objects: *enter para finalizar la selección*

La siguiente línea permite al usuario controlar la secuencia de los nodos en CAESAR® II. Se recomienda hacer la ubicación de los nodos automáticamente.

Provide start locations [Yes/No] <No>: enter **N** para no
Writing component number: 24...finished

Figura B.2.43. Vista de los Mensajes de la Interface con CAESAR® II.



El layout de la tubería ha sido exitosamente transferido a un archivo de salida en CAESAR® II llamado TUTOR11._A.

Arranque CAESAR® II y abra el documento creado. El archivo creado por CADWorx Plant tendrá el mismo input que un archivo requerido por CAESAR® II. En CAESAR® II, el modelo será modificado con un pequeño loop de expansión, anclajes y suspensiones, y por último la presión y temperatura serán agregadas.

Bajo el menú desplegable “*File>Open*”, busque el archive apropiado. Seleccione el menú desplegable “*Input>Piping*” el cual proveerá las hojas de cálculo de trabajo.

Enter [Alt] P o seleccione el menú desplegable “*Plot*” y desde esta pantalla de gráficos seleccione el menú desplegable “*Options>Node Numbers*”. Esto proveerá

una pantalla gráfica que mostrará la misma configuración de tuberías como en CADWorx Plant. Note el arreglo que tiene el sistema de numeración de nodos. Este es exactamente la forma como un analista de estrés experimentado numeraría el sistema. También note como los elementos rígidos continuos han sido combinados en uno solo, y las tes y codos han sido modelados como si hubieran sido dibujados por un analista de estrés.

De la pantalla “*graphics*”, seleccione el menú desplegable “*View>Spread sheet*” para ver las hojas de trabajo. Ahora, haremos algunas modificaciones típicas, como adicionar restricciones, loops, condiciones de operación, etc. En la primera hoja de trabajo, doble clic en la pestaña “*Restraints*” (parte central superior de esta pantalla). Ubique el cursor en la caja editable “*Node*” y digite 10 utilizando el menú desplegable en la opción “*Type*”, ubique un anclaje “*ANC (anchor)*” para este nodo.

Presione la tecla “*page down*” para ir a la siguiente hoja de cálculo. Haga doble clic en la pestaña “*Restraints*” y digite 30 en la caja editable “*Node*”. En la opción “*Type*” seleccione +Y. De esta forma ubicamos un soporte a la estructura.

En este punto, un nuevo loop de expansión de 5'-0" (1524mm) será adherido a la línea. Mueva la página hasta encontrar el elemento 50-60. Seleccione la caja editable “*DY*” y cambie la distancia de 10'-0" a 15'-0" (3048mm to 4572mm).

Este nuevo loop necesita una suspensión. Vaya hasta el elemento 60-70 e introduzca un nodo sencillo para ubicar el nuevo nodo para la suspensión. Digite 62 como el número para el nuevo nodo. Digite 3'-0" (914mm) como las distancia desde el nodo 60. Estas son los únicos datos requeridos. Cuando finalice con este cuadro de diálogo haga clic en el botón “*OK*”.

Ahora adicione la suspensión al nodo 62. Doble clic en la pestaña “*Hanger*” e

ingrese 62 en la opción “*Node*” para la ubicación de la suspensión. Clic OK.

Cree el próximo nodo número 64, que requerirá un codo. Avance hasta el elemento 62-70, y rompa este elemento. Del menú desplegable seleccione “*Model>Break*”, y cree un nodo sencillo llamado 64 a una distancia de 3'-0” (914mm). seleccione el botón “OK” para terminar. Ahora, haga doble clic en la pestaña “*Bend*” y ubique un codo al final de esta locación. Esto construye un codo con radio largo.

Para el último elemento del loop, utilice la opción “*Edit>Insert*” del menú desplegable. Después seleccione la opción “*After*” para ubicar otro elemento después del elemento 62-64. Digite 66 en la caja editable “*To*” y digite -5'-0” (-1524mm) en la caja editable “*DY*” (parte superior izquierda de la pantalla). Esta sección también tendrá un codo, así que haga doble clic en la pestaña “*Bend*”.

Ahora conecte el resto del sistema al nuevo nodo 66. Avance hasta la hoja de datos de los nodos 64-70. Cambie el nodo 64 al nuevo nodo 66. Esto une el loop junto al resto de la tubería.

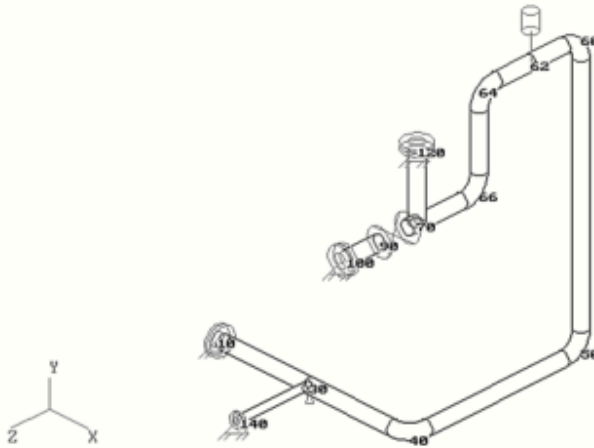
Anclajes serán requeridos en todos los puntos finales restantes. Vaya hacia la hoja de datos para el nodo 100 a 110 y haga doble clic en la pestaña “*Restraints*” y ubique 110 en la caja editable “*Node*” y en “*Type*” seleccione la opción “*ANC*”. Siga hasta encontrar los nodos 120 a 130 y repita el mismo procedimiento para añadir un anclaje al nodo 130. Después realice lo mismo para el nodo 150 en la hoja de trabajo de los nodos 140 a150.

El último requerimiento es configurar las condiciones de operación. Presione la tecla [Home] para ir a la primera hoja de trabajo. Haga doble clic en la pestaña “*Allowable Stress*” e inserte 20,000 PSI (120,000 Kpa) para los límites SC y SH1.

Utilizando el menú desplegable “Code” seleccione B31.1.

Digite 250 F (175 C) en la caja editable “Temp 1” (parte inferior izquierda de la pantalla). Digite 300 PSI (1000 Kpa) en la caja editable “Pressure 1”. Al finalizar, el modelo en CAESAR® II debe lucir como se muestra a continuación.

Figura B.2.44. Modelo en CAESAR® II



El último requisito es chequear el trabajo por errores y salvar el archivo de entrada. Presione [Esc] mientras está en las hojas de trabajo para entrar al menú “PIPING QUIT”. Después, entre en el menú desplegable “Start>Run”. Presione enter en todas las pantallas de estatus restantes. El resultado debe ser 0 errores, 0 advertencias, y 2 notas generadas. Cualquier otro resultado indica que el usuario cometió un error. Presione [Esc] para volver al menú principal.

Una vez terminados los cambios en el análisis de estrés, importe el archivo de salida que fue modificado para actualizar el dibujo de la tubería. Entonces modificaciones menores serán requeridas las cuales serán después enviadas de

vuelta a CAESAR® II una vez más.

Estando en CADWorx, seleccione del menú desplegable “Pipe>Accessory>CAESAR II>System In”. Busque el directorio en el cual el archivo de salida de CAESAR® II está localizado y seleccione TUTOR11 de la lista. La siguiente ventana preguntará por una especificación default. Esta especificación no será usada aquí pero es siempre requerida por el sistema como un backup estándar.

Comando: C2IN

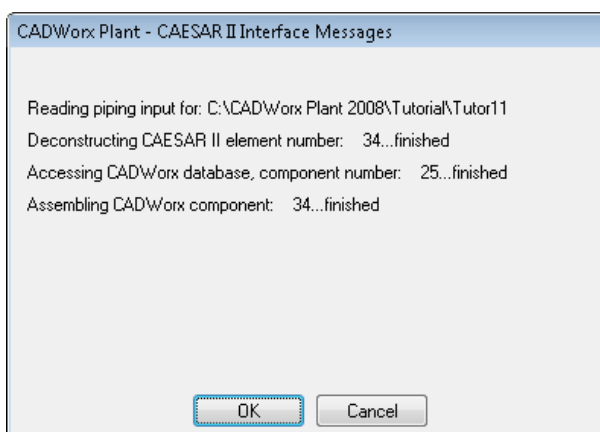
Please set a default Specification <150>: enter para aceptar 150 (150_M para sistema métrico)

Prepared E:\CADWORX PIPE 2002\SPEC\150.spc specification...

Enter an option [Full intervention/Partial/None] <None>: **P**

Working component number: 34

Figura B.2.45. Ventana “CADWorx Plant - CAESAR® II Interface Messages



Del menú desplegable, seleccione “*Pipe>Accessory>Mode Convert>3D Solids*”. Los siguientes comandos convertirán el modelo completo a un modelo sólido de 3D.

Comando: **CONVERTSOLID**

3D solids conversion...

Select objects: **ALL**

Select objects: *enter para finalizar la selección*

Traslade las coordenadas UCS. Digite “VIEWNORTH” y utilice el comando “endpoint of” de AutoCAD para reposicionar las coordenadas UCS. Seleccione el punto más bajo al final de la tubería vertical de 8” a la derecha más lejana.

Comando: **VIEWNORTH**

[Xtext/Ztext/Elevation/Rotate/COordinate/CLip] <Pick point, or enter>: **ENDP** of *el punto más bajo al final de la tubería vertical.*

Del menú desplegable, seleccione “Pipe>Toolbars>Buttweld” para proveer la barra de herramientas requerida para seleccionar la te como se demostró en la parte previa de este tutorial. Siga las siguientes líneas de comando.

Comando: **TESW**

8" TEE, STR. S/STD, ASTM A-234 GR WPB

Pick start point or [Branch/Center] <last point>: **ENDP** of *el fondo soldado del codo superior derecho*

Pick main end direction: **@0,-100**

Pick branch end direction: **@100,0**

De la misma barra de herramientas, seleccione el componente de tubería y responda a las siguientes líneas de comando de AutoCAD.

Comando: **PIPW**

8" PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B

Pick start point or [TOP/BOP] <last point>: **ENDP** of *seleccione el ramal de conexión de la te previamente dibujada.*

Pick end point: **@36,0 (@914,0)**

Del menú desplegable "*Pipe>Toolbars>Flanges*", seleccione la brida soldada y siga los siguientes comando de AutoCAD.

Comando: **FLGW**

8" FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105

Pick start point or [Face end] <last point>: *enter para aceptar el último punto*

Pick direction: **@100,0**

8" GASKET, 1/8" THK, 150LB

Automatically placed...

Para este tutorial es también requerido adicionar al final de la nueva sección una suspensión. Del menú desplegable, seleccione "*Pipe>Toolbars>Restrains*" para acceder a esta barra de herramientas. Seleccione el botón de la suspensión de resorte y siga las líneas de comando como se muestra a continuación.

Comando: **SPRING**

Pick location on component for restraint: **ENDP** of *el final derecho de la nueva tubería horizontal.*

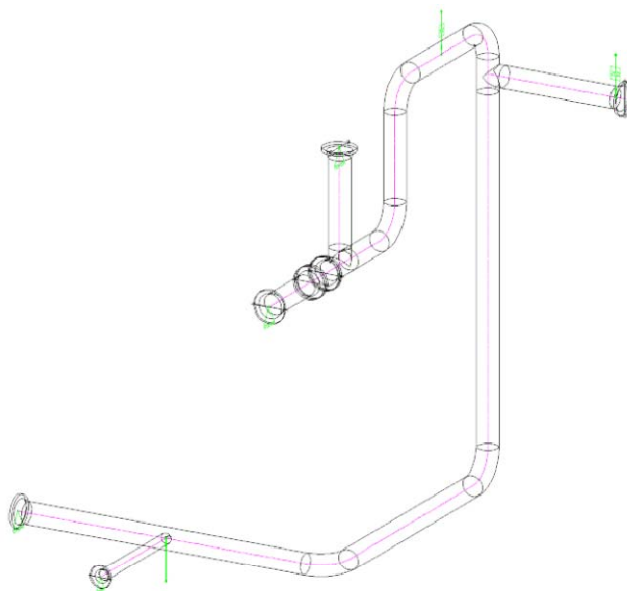
Enter or pick rotation]: **@0,100**

Enter depth: **17 (500)**

Enter length or diameter <1'-5">: *enter para aceptar el valor default*

Enter assembly identification number <17.00-3 SPRING HANGER>: *enter para aceptar el valor default*

Figura B.2.46. Vista del Modelo en CAESAR® II.



Del menú desplegable, seleccione Pipe>Accessory>CAESAR II>System Out. Guarde el archivo con el nombre de TUTOR11 en la caja editable “file”. Después de seleccionar OK, siga a los siguientes comandos de AutoCAD como se indica.

Comando: C2OUT

Enter an option [Database/Line number/Select components] <Select components>:

enter para aceptar la selección

Select objects: **ALL**

Select objects: *enter para finalizar la selección*

Provide start locations [Yes/No] <No>: *enter para aceptar el no*

Writing component number: 39...finished

El layout de la tubería ha sido exitosamente transferido a un archivo de salida con formato de CAESAR® II.

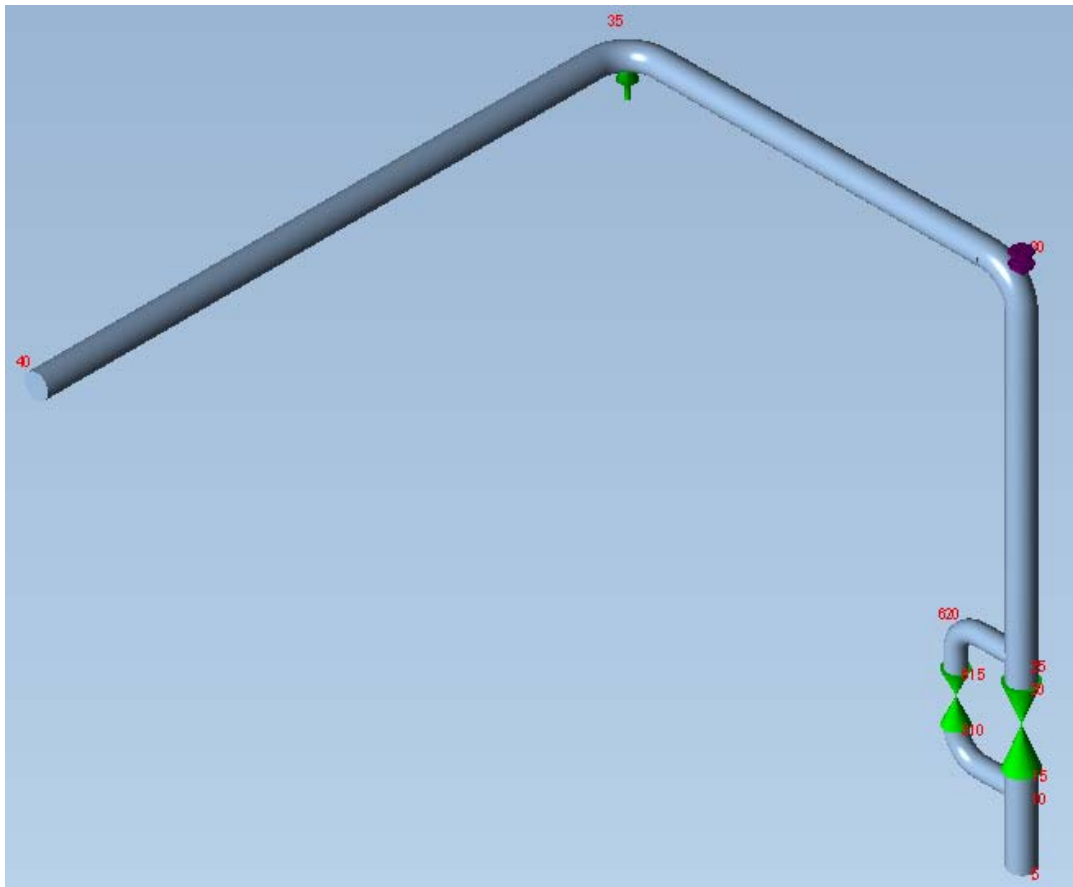
Inicie CAESAR® II y abra el archivo de salida que ha sido recientemente creado.

Bajo el menú desplegable “*File>Open*” busque el archivo apropiado. Seleccione el menú desplegable “*Input>Piping*” lo cual mostrará las hojas de cálculo de trabajo.

Digite [Alt] P (para plotear), V (para volumen) and N (para nodos) para mostrar las gráficas en pantalla mostrando la configuración modificada de la tubería como fue en CADWorx, junto con la nueva suspensión.

B.3. Tutorial aplicación CAESAR® II

Figura B.3.1. Sistema a modelar en CAESAR® II



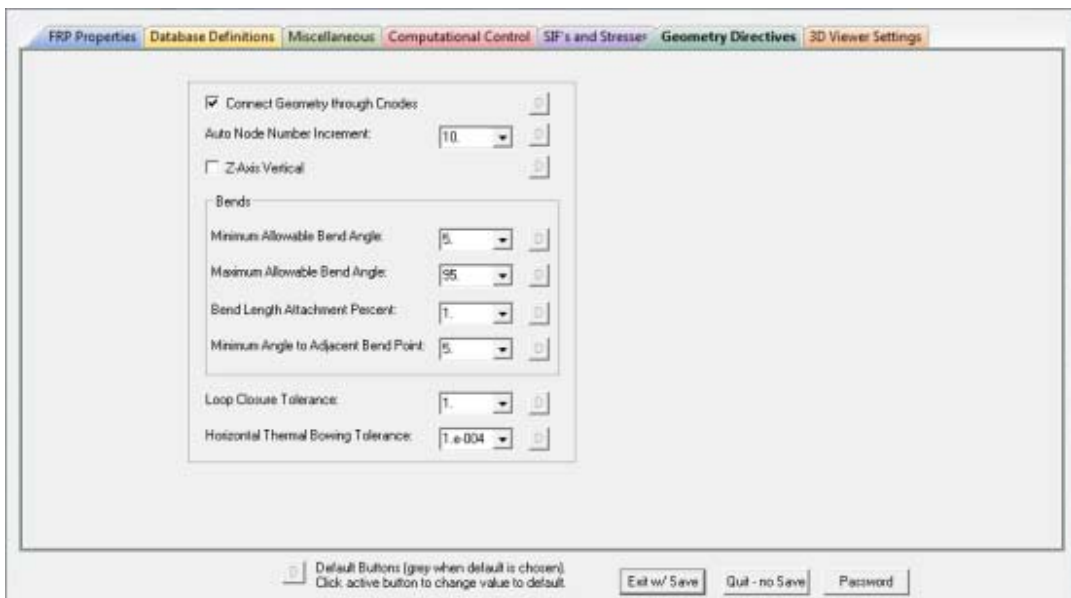
Los límites del sistema que utilizaremos para este tutorial son la boquilla de descarga de la bomba y la boquilla en el recipiente. La boquilla de salida de la bomba es un límite satisfactorio porque el movimiento de ese punto (mientras la bomba se calienta en operación) es bastante certero y fácilmente calculable de la tensión termal entre la boquilla de la bomba y el punto base. La boquilla del recipiente es un límite adecuado debido al crecimiento térmico conocido del recipiente respecto a la tubería de 8 pulgadas.

B.3.1. Generando los datos de entrada en CAESAR® II

Antes de comenzar a generar el modelo, se debe configurar el incremento numérico entre nodos. En este ejemplo, los números de los nodos usarán un incremento de 5 para este modelo. El incremento nodal default es 10 por lo que esta configuración debe ser cambiada.

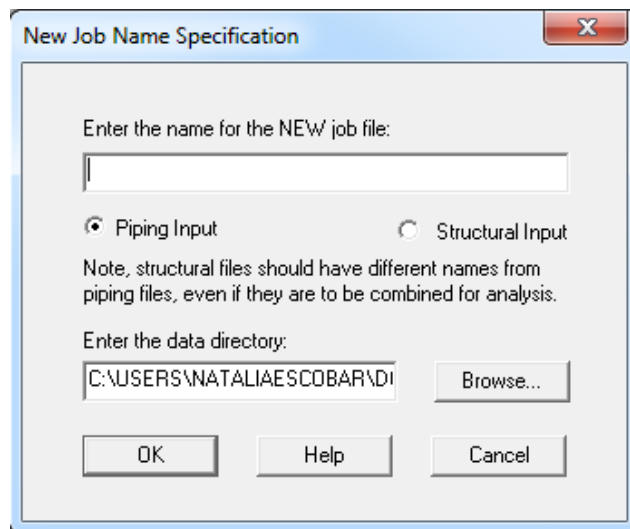
Del menú desplegable de la ventana principal de CAESAR® II, seleccione “Tools>Configure Setup” y la ventana que se muestra a continuación aparecerá. Luego seleccione la pestaña “Geometry Directives”. Seleccione el número 5 de la lista desplegable en la opción “Auto Node Number Increment”. Haga clic en el botón “Exit w/Save” para salvar y cerrar la ventana.

Figura B.3.2. Ventana “Configuration Setup”



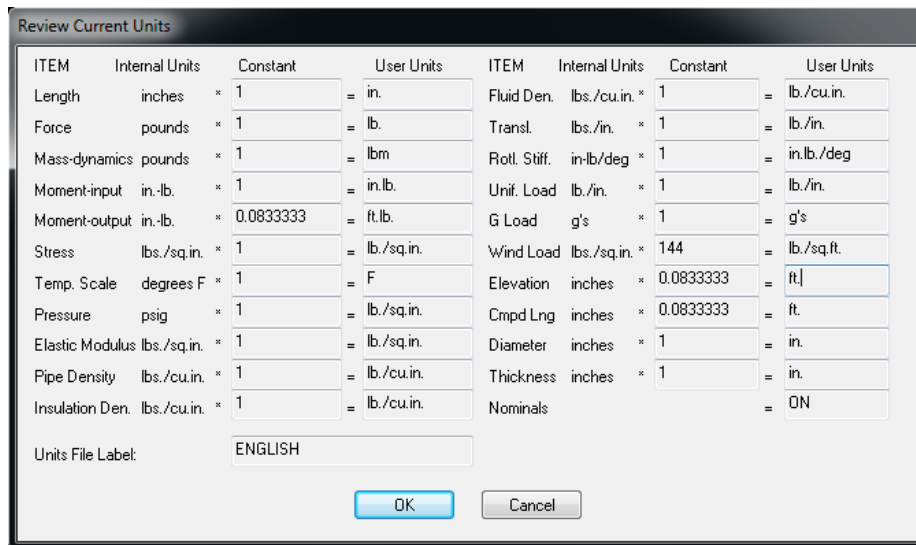
Del menú desplegable seleccione “*File>new*” para crear un nuevo archivo. Asígnele el nombre de “*Tutorial*” y ubique con el botón “*Browse*” el lugar donde debe guardar el documento.

Figura B.3.3. Ventana “New Job Name Specification”



Para iniciar el dibujo, seleccione del menú desplegable “*Input>Piping*”. Si el trabajo es nuevo, CAESAR® II presentará la lista de unidades que serán usadas para los cálculos. Si por el contrario, existe un archivo con el mismo nombre dado en la anterior ventana, se abrirá la hoja de cálculo del primer elemento de tubería a dibujar.

Figura B.3.4. Ventana “Review Current Units”



Si en el campo “Units File Label” (fondo izquierdo de la ventana de diálogo) no muestra las unidades Inglesas, entonces haga clic en “Cancel”. Entonces, seleccione del menú desplegable seleccione “Tools>Configure Setup”, haga clic en la pestaña “Database Definitions” y en el campo “Units File Name” seleccione “ENGLISH.FIL”.

Vuelva a seleccionar del menú desplegable “Input>Piping” y las unidades son Inglesas, haga clic en “OK”. Debe aparecer la siguiente hoja de datos en blanco y el entorno de modelamiento de CAESAR® II. Si esto no ocurre, haga clic en la pestaña “Classic Piping Input” que se encuentra a la izquierda de la pantalla.

Figura B.3.5. Hoja de datos en blanco

CAESAR® II automáticamente genera los nodos desde – hasta cuando se inicia una nueva hoja de datos. El cursor es inicialmente posicionado en el campo “From”. A pesar de que la numeración de nodos es automática, esta puede ser cambiada simplemente posicionando el cursor sobre el cuadro respectivo y digitando el nuevo valor deseado. Todos los datos digitados en esta hoja de datos estarán asociados al elemento desde el nodo 5 hasta el nodo 10.

Navegue hasta la celda “DY” y digite la longitud del elemento que será 2 ft. Digite “2-“. El guión simboliza las unidades pies (ft).

A continuación digite el diámetro nominal de 8”. El software automáticamente reemplaza el diámetro nominal por el real OD. En el campo “Wt/Sch” digite la letra S, lo que se traerá automáticamente el espesor de pared estándar para ese

diámetro de tubería. Continúe digitando el espesor del aislamiento “*Insul Thk*” y la tolerancia a la corrosión con los valores que se muestran a continuación.

Figura B.3.6. Vista de imputación de los datos de la tubería

Diameter: 8.6250
 Wt/Sch: 0.3220
 Seam Welded
 Wl Factor:
 -Mill Tol %: 12.5000
 Corrosion: 0.0313
 Insul Thk: 3.0000

Ahora entre las condiciones de operación de temperatura (600°F) y presión (30psi). Como este es el primer límite de nuestro modelo, se debe definir las restricciones que tendrá este punto. Debido a que va conectado a la boquilla de una bomba y esta tendrá cierto movimiento, le permitiremos un desplazamiento a este punto. Haga doble clic en el check box “*Displacements*” y digite un desplazamiento de 0.077 in en el eje Y y de 0.046 en el eje X.

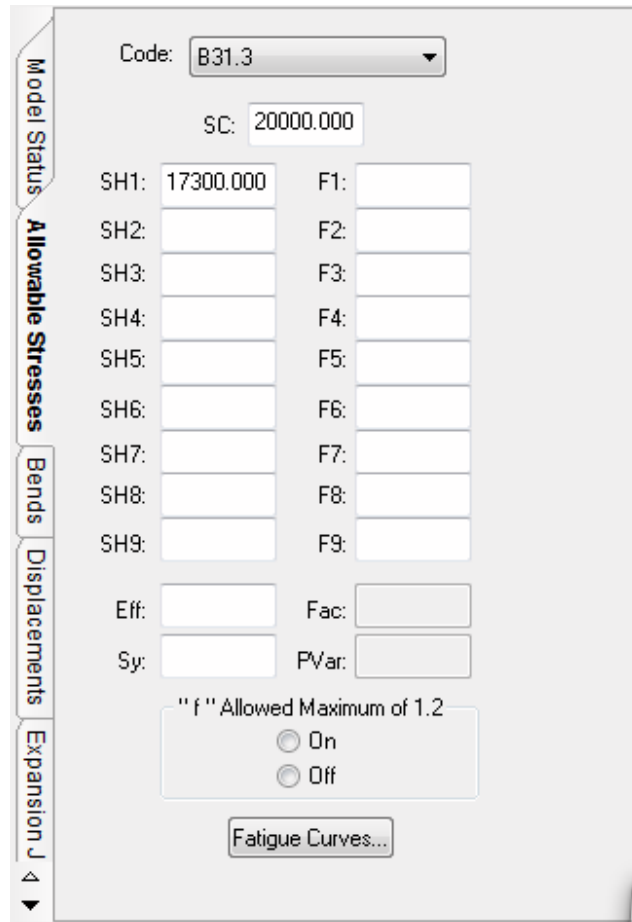
Figura B.3.7. Condiciones de desplazamiento para el nodo 5

Node 1: 5

	Vector 1	Vector 2	Vec
DX	0.0000		
DY	0.0770		
DZ	0.0460		
RX	0.0000		
RY	0.0000		
RZ	0.0000		

Para digitar el material de la tubería, haga clic en el menú desplegable a la derecha del label "*Material*" y seleccione el material (1) "*Low Carbon Steel*". Las propiedades del material se leerán automáticamente de la base de datos de CAESAR® II. Haga doble clic en la caja de chequeo "*Allowable Stress*" para activar el área de datos "*Allowable Stress Auxiliary*" a la derecha. Los primeros 21 materiales son genéricos y no tienen valores de esfuerzo permisible asociados a ellos en la base de datos. De todas maneras, otros materiales en la lista completarán estos valores de los datos que se encuentren en la base de datos. El esfuerzo permisible en frío y caliente (*Sc* y *Sh*) definidos por el código de tubería seleccionado deben ser manualmente digitados ya que no son extraídos desde la base de datos. Use para el *Sc* un esfuerzo de 20000psi y para el *Sh* un esfuerzo de 17300psi. Digite los valores sin comas ni puntos.

Figura B.3.8. Ventana "Allowable Stresses"



El nodo 10 es la intersección de las líneas de 8 y 6 pulgadas. Esta intersección es construida usando una te soldada de 8x6. CAESAR® II reconoce la disminución de esfuerzo de este accesorio incrementando el estrés calculado en este punto del sistema. Para que el software incluya esta intensificación del factor de estrés, el nodo debe estar identificado como una te soldada. Primero, haga doble clic al check box “*SIFs and Tees*” lo cual activara el área de datos auxiliares. Especifique el nodo 10 como el nodo de intersección y seleccione “*3-Welding*” del menú desplegable que se encuentra frente a la opción “*Type*” como se muestra a continuación.

Figura B.3.9 Ventana “SIFs & Tees

<input type="checkbox"/> Bend	<input type="checkbox"/> Reducer
<input type="checkbox"/> Rigid	<input checked="" type="checkbox"/> SIFs & Tees
<input type="checkbox"/> Expansion Joint	

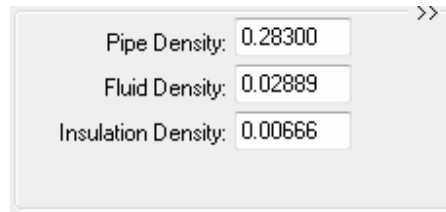
<input type="checkbox"/> Restraints	<input type="checkbox"/> Displacements
<input type="checkbox"/> Hangers	<input type="checkbox"/> Flange
<input type="checkbox"/> Nozzles	

<input type="checkbox"/> Forces/Moments
<input type="checkbox"/> Uniform Loads
<input type="checkbox"/> Wind / Wave


Node Names	Node: 10
Nozzles	Type: 3 - Welding
Offsets	SIF(i):
Reducers	SIF(o):
Restraints	Crotch T:
Rigids	Ftg Ro:
SIFs/Tees	Crotch R:
	Weld(d):
	Fillet:
	Weld ID:
	Wc:
	N/A:

Seguidamente, se debe digitar el valor de la densidad del fluido y del aislamiento. Si el valor de la densidad del aislamiento se deja en blanco, el programa tomará por defecto como material el Silicato de Calcio como aislante que tiene un valor de densidad de 0.6655E-02. Para los propósitos de este ejercicio, este valor se digitará manualmente como 11.5 lbf/ft³. Como este valor debe estar en lbf/in³ debe ser dividido entre 1728 in³/ft³. O sea, digite en el campo “*Insulation Density*” 11.5/1728 y CAESAR® II lo convertirá. Otra conversión capaz es mostrada en la celda “*Fluid Density*”. Para este ejemplo el fluido tendrá una gravedad específica de 0.8, por lo que digitando en esta celda 0.8SG el software lo convertirá a las unidades adecuadas.

Figura B.3.10. Valores de densidad utilizados



Pipe Density:	0.28300
Fluid Density:	0.02889
Insulation Density:	0.00666

Para definir la siguiente pieza de tubería, presione el botón “*continue* ”. Note que en esta nueva hoja de datos, el nodo “*to*” que aparecía en la hoja previa, ahora aparece en la opción “*From*”. También, todos los datos que son iguales a lo largo del diseño, es llevada de un datasheet a otro. Estos datos necesitaran solamente ser re-digitados cuando algún valor cambie. El dato del “Allowable Stress” es llevado de parte en parte a pesar que el check box estará deshabilitado en las hojas de datos subsecuentes. No habilite este campo a no ser que tenga un cambio en el material, código o temperatura. El usuario solo tendrá que digitar valores como la longitud del elemento y cualquier condición de frontera o cambios con respecto al elemento previo.

El segundo elemento va desde el punto de intersección del loop hasta el inicio de la válvula de cheque. La dirección de este elemento es de 7 in en Y y este es el único dato necesario para su definición.


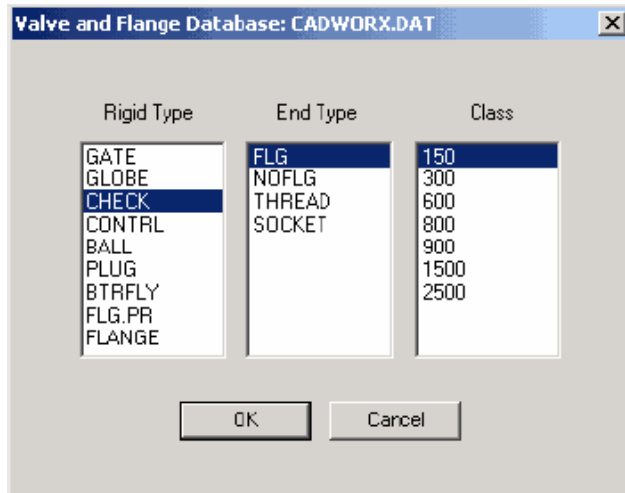
Haga clic en “*continue*”. El elemento 15-20 es la válvula de cheque bridada. CAESAR® II tiene una base de datos muy conveniente que genera automáticamente el peso y la longitud apropiada para este elemento rígido. Para acceder a esta base de datos haga clic en el ícono “*Valve Flange Database* ”. Aparecerá la siguiente ventana. Seleccione los elementos según se muestra a continuación:

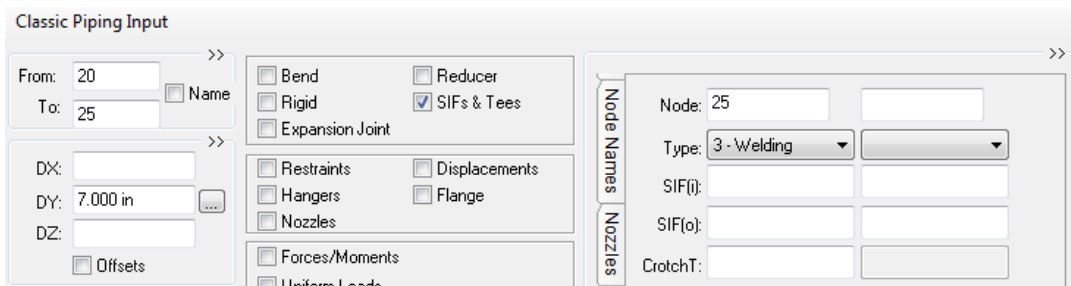
Figura B.3.11 Ventana “Valve and Flange Database “



Al hacer clic en OK se insertará la válvula automáticamente. CAESAR® II automáticamente completará la longitud de la válvula, activará el check box “Rigid” y el peso en el área “Rigid Auxiliary Data”. Cuando se selecciona un final con bridas, el software agrega el peso y la longitud de estas.

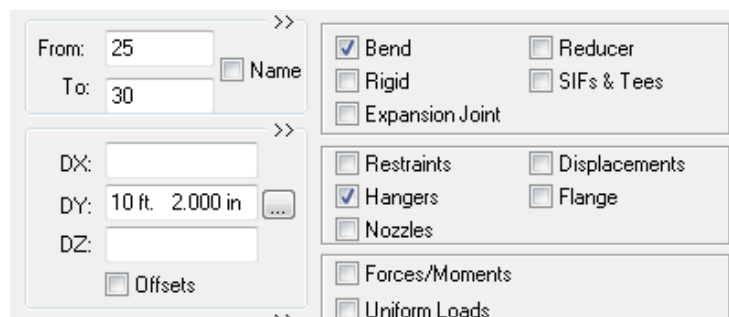
La tubería del bypass se junta nuevamente con la línea principal a través de una segunda tee soldada en la parte superior de la válvula de cheque. Para colocar esta tee, continúe como se muestra a continuación con el siguiente nodo.

Figura B.3.12. Imputación datos para la Tee nodo 25



El siguiente nodo es localizado en la intersección de la línea de centro de la tubería vertical y la línea de centro de la tubería horizontal sobre ella. La dimensión de este tramo de tubería es de 10 ft. 2 in. (digite en DY 10- 2in). Habilite la opción “Bend” para indicar que vendrá un codo y la opción “Hangers” con las siguientes características

Figura B.3.13. Elementos a incluir del nodo 25 al 30



Las características del codo a ubicar serán las siguientes:

Figura B.3.14. Características del codo al final del elemento del nodo 25 al 30

Radius: 12.000

Type: ▼

Angle 1: M Node 1: 29

Angle 2: 0.000 Node 2: 28

Angle 3: Node 3:

Miter Points:

Fitting Thk:

K-factor:

Seam Welded

Wl Factor:

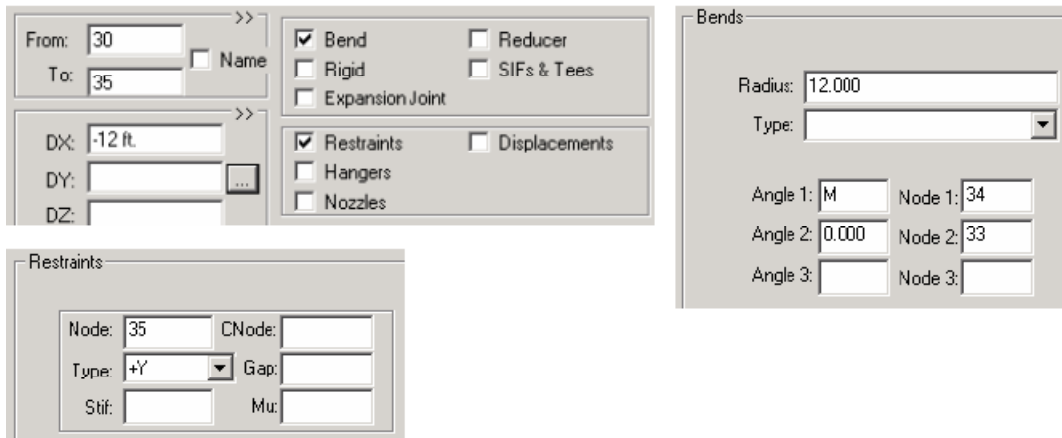
Para insertar las características de la suspensión, haga doble clic en el check box “*Hanger*”. Para este primer análisis, las características de la suspensión será la configuración default como se muestra a continuación:

Figura B.36.15. Características de la suspensión auxiliar

The image shows a software window for specifying hanger data. On the left, a vertical navigation pane lists categories: Nodes, Displacements, Expansion Joints, Flanges, Forces/Moments, and Hangers (which is selected). The main window is titled 'Node: 28'. It contains two sections: 'Design Data' and 'Predefined Hanger Data'. In 'Design Data', there are fields for 'Cnode', 'Hanger Table' (set to '1 - ANVIL'), 'Available Space (neg. for can)', 'Allowable Load Variation (%)' (25.000), 'Rigid Support Displacement Criteria', 'Max. Allowed Travel Limit', 'No. Hangers at Location', 'Allow Short Range Springs' (checked), 'Operating Load (Total at Loc.)', 'Multiple Load Case Design Option', 'Free Restraint at Node' (two fields), and 'Free Code'. The 'Predefined Hanger Data' section includes 'Spring Rate', 'Theoretical Cold (Installation) Load', 'OR', and 'Constant Effort Support Load'.

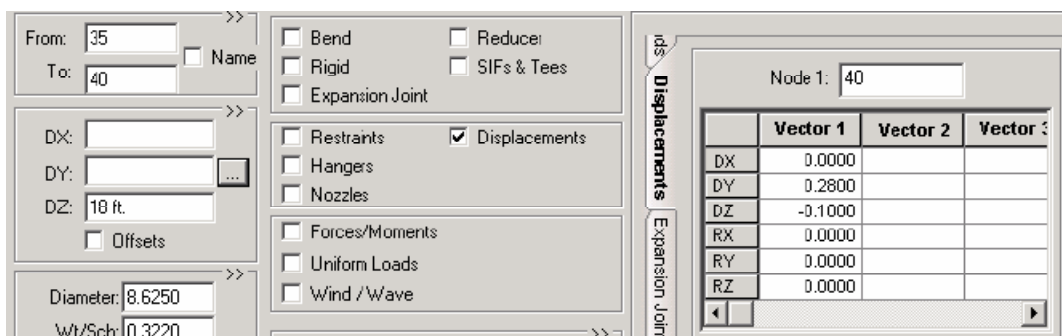
El sistema de tuberías continúa en el codo en el nodo 35. La distancia que se digita en CAESAR® II es la distancia entre las intersecciones de las líneas de centro, no la distancia física de la tubería entre los codos. Para formar la tubería horizontal, digite -12 en la casilla “DX”. Al crear esta tubería se finalizará el codo del nodo 30 creando un giro de 90 grados. Haga doble clic en el check box “*Bend*” para crear un codo finalizando el nodo 35. También se debe ubicar un soporte en este nodo. Haga doble clic en el check box “*Restraints*” y ubique el soporte en el nodo 35 en el eje Y positivo.

Figura B.3.16 Especificación del codo y de la restricción a ubicar en el elemento nodo 30 al 35



Desde el segundo codo, la tubería corre en el sentido del eje Z con una longitud de 18 pies donde termina en la entrada del recipiente. Como lo fue la conexión con la bomba en el nodo 5 el nodo 40 que crearemos también es un límite satisfactorio para este modelo. Para el crecimiento térmico del recipiente en este punto, se supondrán los siguientes valores:

Figura B.3.17 Datos para desplazamiento del nodo 40

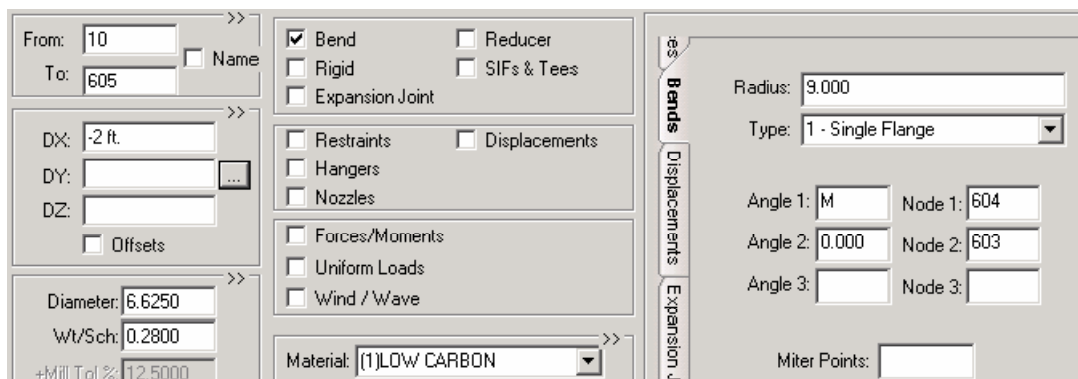


Ahora, debemos devolvemos al by-pass que será de 6 pulgadas alrededor de la válvula de cheque de 8 pulgadas encima de la bomba. Al crear una nueva entrada

en el software, automáticamente la numeración de nodos cambia el nodo previo en “To Node” al actual “From Node”. Como el modelo no va más allá del nodo 40 el campo “From Node” debe ser editado y cambiado a 10 y el nodo “To Node” se configurará como 605, de manera que la serie 600 nos indique la línea de by-pass de 6”.

Haga clic en “Continue” para agregar un nuevo elemento. Modifique los datos “From” “To” de la siguiente manera:

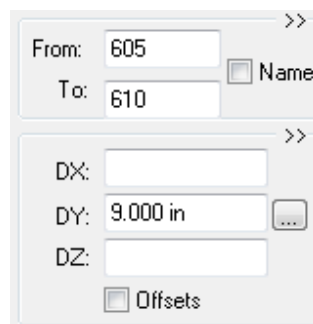
Figura B.3.18 Características del tramo del nodo 10 al 605



Las dimensiones del loop serán de -2 ft desde la línea de centro de la tubería vertical de 8 pulgadas. Seguidamente se modifica el diámetro a 6 in con un Schedule estándar. Se debe especificar un codo en el nodo 605 haciendo doble clic en el check box “Bend”. Automáticamente CAESAR® II genera un codo de radio largo para la línea de 6”. Este codo tiene una brida en uno de sus finales. Esta brida actúa como un anillo de refuerzo, que reduce la flexibilidad de dobles del codo. Esta característica de codos bridados es dirigida por los códigos de tubería como una modificación del factor de flexibilidad y la intensificación del estrés para el codo. Para incluir este efecto, seleccione “Single Flange” del menú desplegable “Type” en el área “Bends”. Este efecto puede ser ignorado en un by-pass simple.

La tubería de 6 in continúa subiendo hacia el nodo 610, que marca el inicio de la válvula de compuerta. La distancia entre la línea de centro horizontal (nodos 30 al 605) y el fondo de la válvula es de 9 in en la dirección Y. Esta longitud hace que se cree un elemento de longitud cero, lo cual es corregido por CAESAR® II agregando una longitud igual al 5% del radio de la curva, lo que le da un valor de 0.45 in.

Figura B.3.19 Longitud en el eje DY para el tramo comprendido entre el nodo 605 al 610

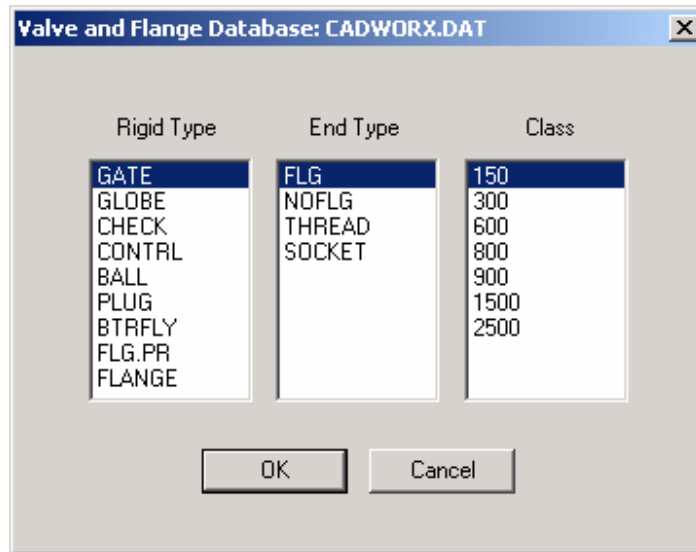


The image shows a software dialog box with the following fields and options:

- From: 605
- To: 610
- Name:
- DX:
- DY: 9.000 in
- DZ:
- Offsets:

El siguiente elemento es de la válvula de compuerta bridada de 6 in y clase 150 que irá del nodo 610 al nodo 615. Use la base de datos "Valve/Flange" para insertar este elemento rígido.

Figura B.3.20 Válvula ANSI 150 bridada seleccionada de la base de datos Valve/Flange de CADWorx



El elemento 615 a 620 es la longitud requerida para elevar la tubería al nivel de la intersección con el nodo 25. Esta distancia es fácil de encontrar utilizando el comando “Distance” de la barra de herramientas. La distancia en el eje Y en este caso entre los nodos 625 y 25.

Figura B.3.21 Ícono “Distance” en la barra de herramientas

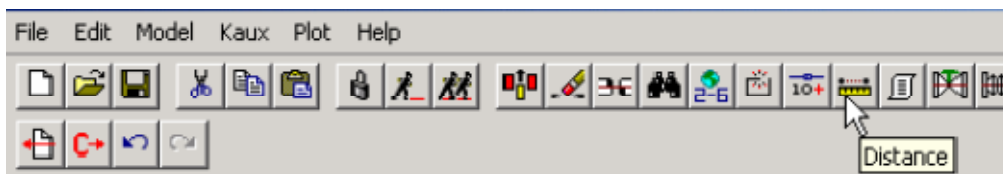


Figura B.3.22 Ventana “Distance”

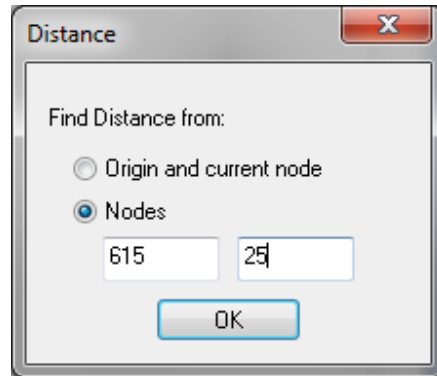
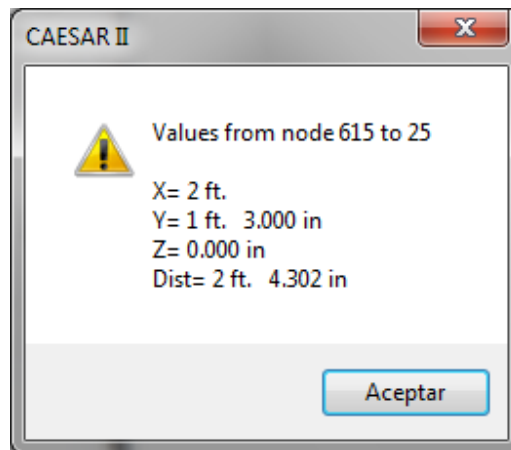
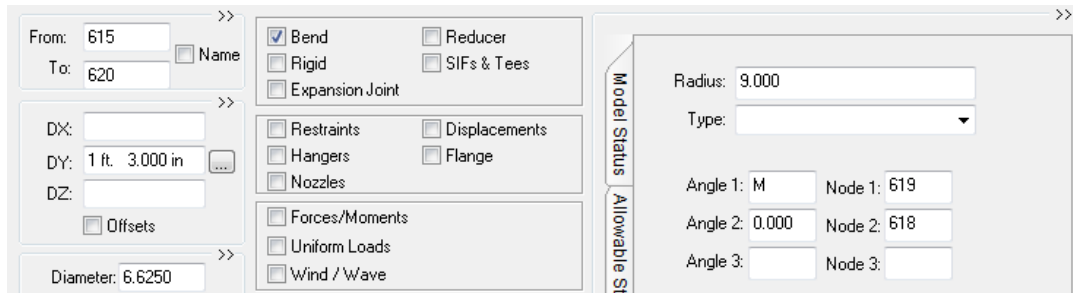


Figura B.3.23 Resultados al evaluar la distancia



La distancia en Y entre los nodos 615 a 25 nos da la longitud del elemento entre los nodos 615 al 620.

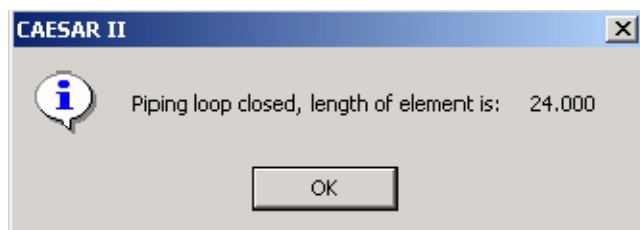
Figura B.3.24 Datos adicionales elemento entre nodos 615 al 620



Para el elemento que iría del nodo 620 al nodo 25, sabemos del comando previo “Distance” que están a 2 ft en la dirección del eje X. Si no se tuviera forma de conocer la distancia entre estos dos puntos, se podría usar el comando “Close Loop” y CAESAR® II calculará esta dimensión y la completará en los campo DX, DY y DZ apropiados.

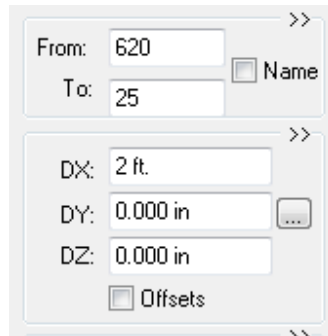
Para usar este comando, cree un nuevo elemento y digite en el campo “To Node” 25. Después de esto, haga clic en el comando “Close Loop” y aparecerá el siguiente mensaje:

Figura B.3.25 Ventana “Close Loop”



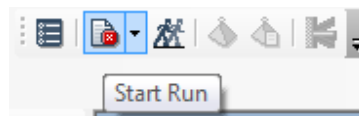
Después de esto, se llenarán las distancias en los campos DX, DY y DZ.

Figura B.3.26 Distancia entre nodos 620 a 25



Ya se ha terminado de realizar el modelo. Se debe correr el comando “*Start Run*” para chequear los errores que tenga el modelo.

Figura B.3.27 Ícono “Start Run”



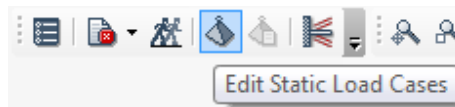
CAESAR® II chequea los errores del trabajo y lista una variedad de notas y advertencias. Este ejemplo debe generar dos notas durante el chequeo de los errores. Ambas notas generadas son notas al usuario sobre el gancho en el modelo – el programa requiere dimensionar este elemento y debe hacer ciertos análisis para lograr este dimensionamiento.

Todos los errores, advertencias y notas son presentadas al usuario en un formato de grilla. El análisis estático puede continuar con notas y con advertencias, pero errores fatales deben ser corregidos antes de continuar. Si al correr el chequeo de errores no se encuentran errores fatales, CAESAR® II construirá los archivos intermedios para el análisis estático.

B.3.2. Desarrollando el Análisis Estático

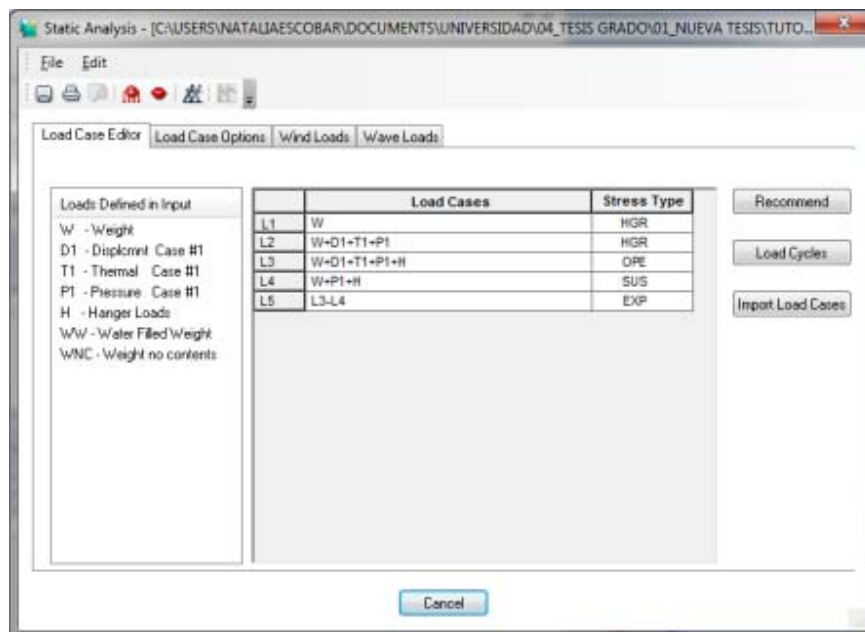
Después de chequear el modelo por errores, se deben revisar los casos de carga que se quieren analizar. Del menú desplegable, seleccione “Edit>Edit Static Load Cases” o haga clic en el siguiente ícono, para acceder al editor.

Figura B.3.28 Ícono “Edit Static Load Cases”



CAESAR® II comenzará con un set de cargas basadas en el código de tubería seleccionado y las cargas definidas en el input del modelo. Los cinco casos de carga recomendados por el software son mostrados a continuación:

Figura B.3.29 Ventana “Static Analysis”

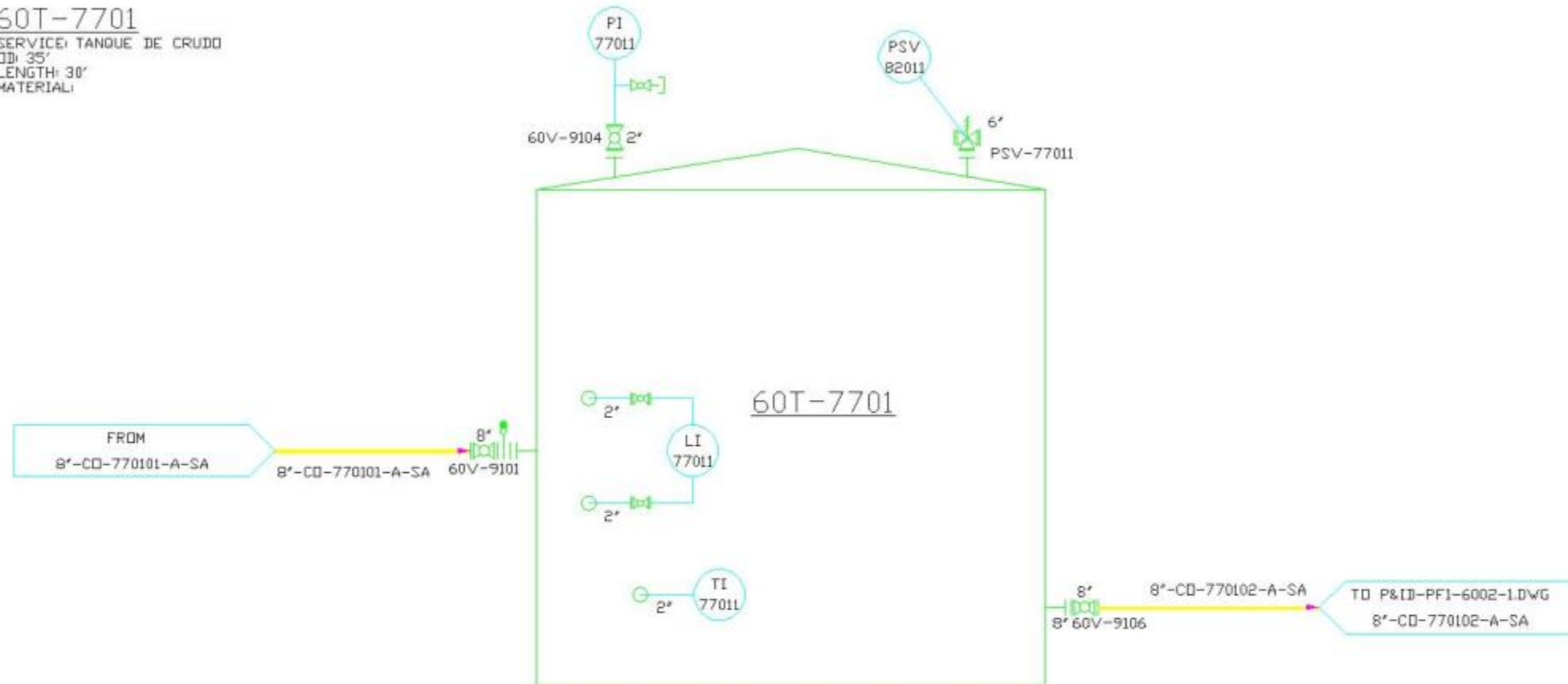


ANEXO C
PLANOS DESARROLLADOS DENTRO
DEL PROYECTO

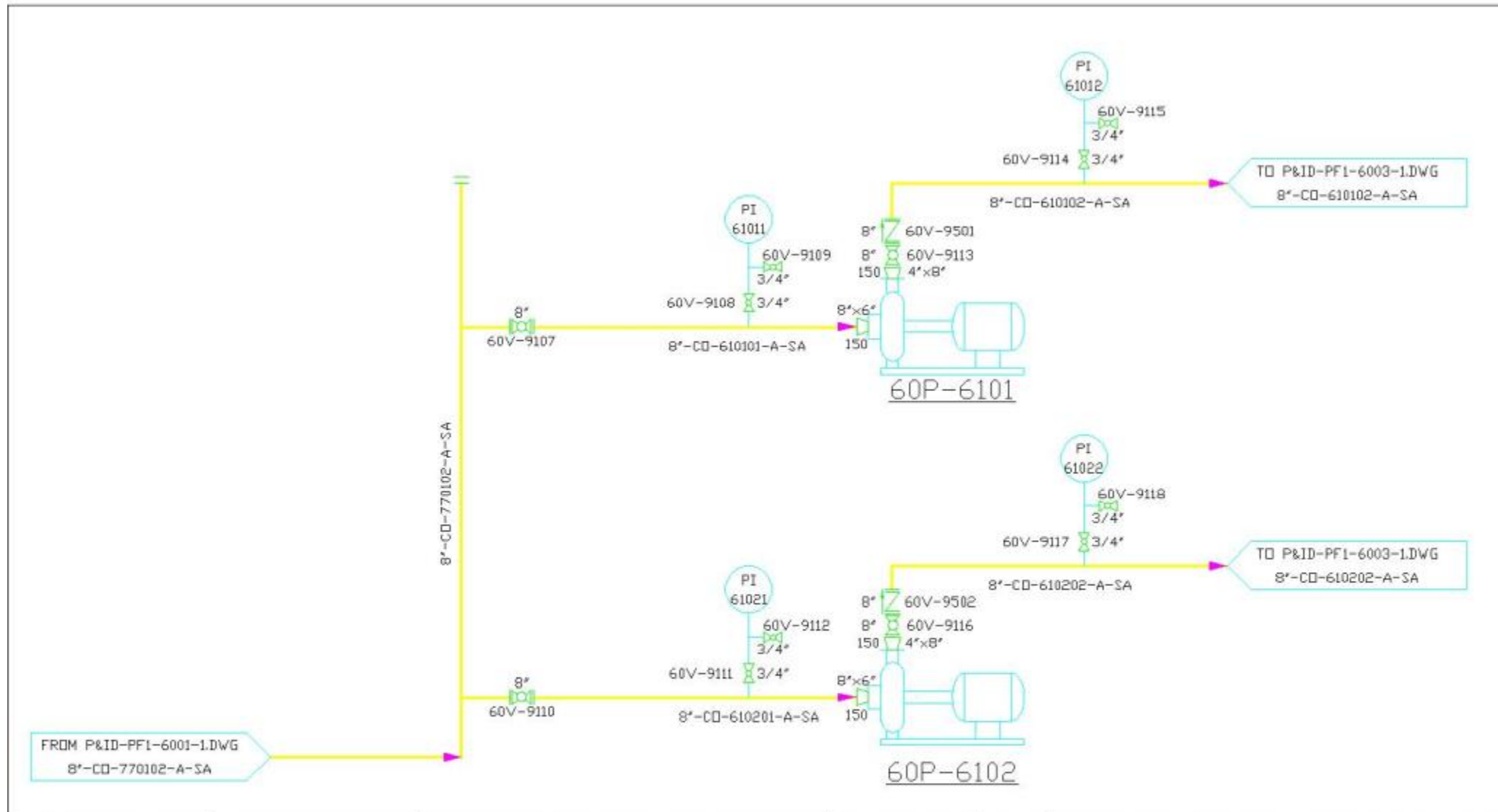
PLANOS P&ID

60T-7701

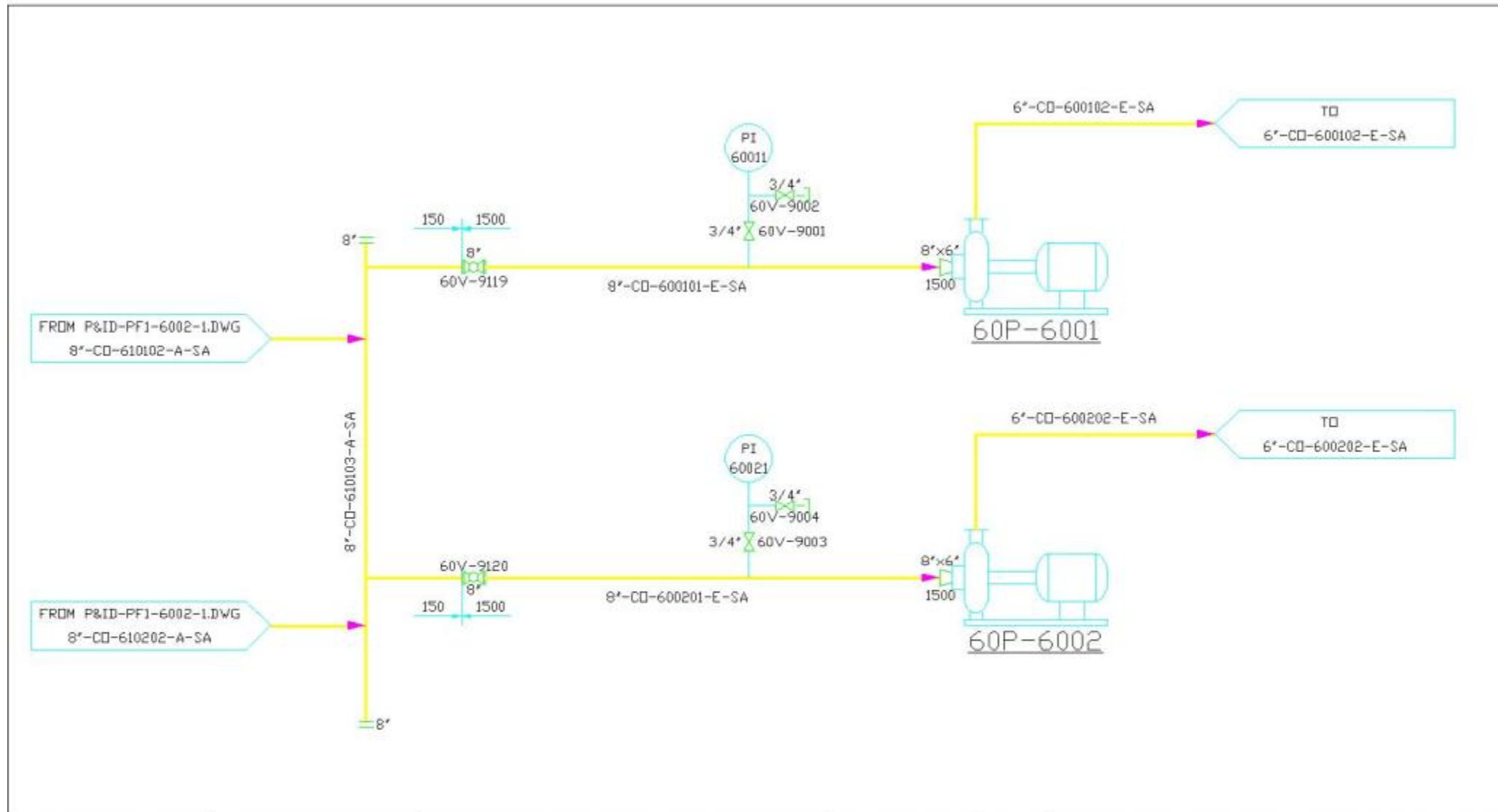
SERVICE: TANQUE DE CRUDO
 IDI: 35"
 LENGTH: 30'
 MATERIAL:



MATERIAL	A-106-B	TAG	60T-7701	CADE ENGINEERING SOFTWARE	ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
SPEC.	AS NOTED	DWG REF.			DRAWN BY	N.E.	03/OCT/10	LINE NO.				
SCH.		LINE SIZE	8"		CHECKED			8"CO-770101-A-SA TO 8"CO-770102-A-SA				
RATING	ANSI 150	WELD PROC.		APPROVED			JOB NO.					
TEMP.	175 F	INSULATION	NONE	APPROVED			DRAWING NO. P&ID-PF1-6001-1					
PRESS.	205 PSI	REMARKS	NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR	SCALE	AS NOTED	REV.	0



MATERIAL	A-106-B	TAG	CODE ENGINEERING SOFTWARE							ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		
SPEC.		DWG REF.								DRAWN BY	N.E.	12/OCT/10	LINE NO.	8"-CO-770102-A-SA TO 8"-CO-610103-A-SA
SCH.	STD	LINE SIZE	8"	CHECKED		JOB NO.								
RATING	ANSI 150	WELD PROC.		APPROVED										
TEMP.	175 F	INSULATION	NONE	APPROVED										
PRESS.	205 PSI	REMARKS	NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR	SCALE	NONE	DRAWING NO.	P&ID-PF1-6002-1	REV.	0

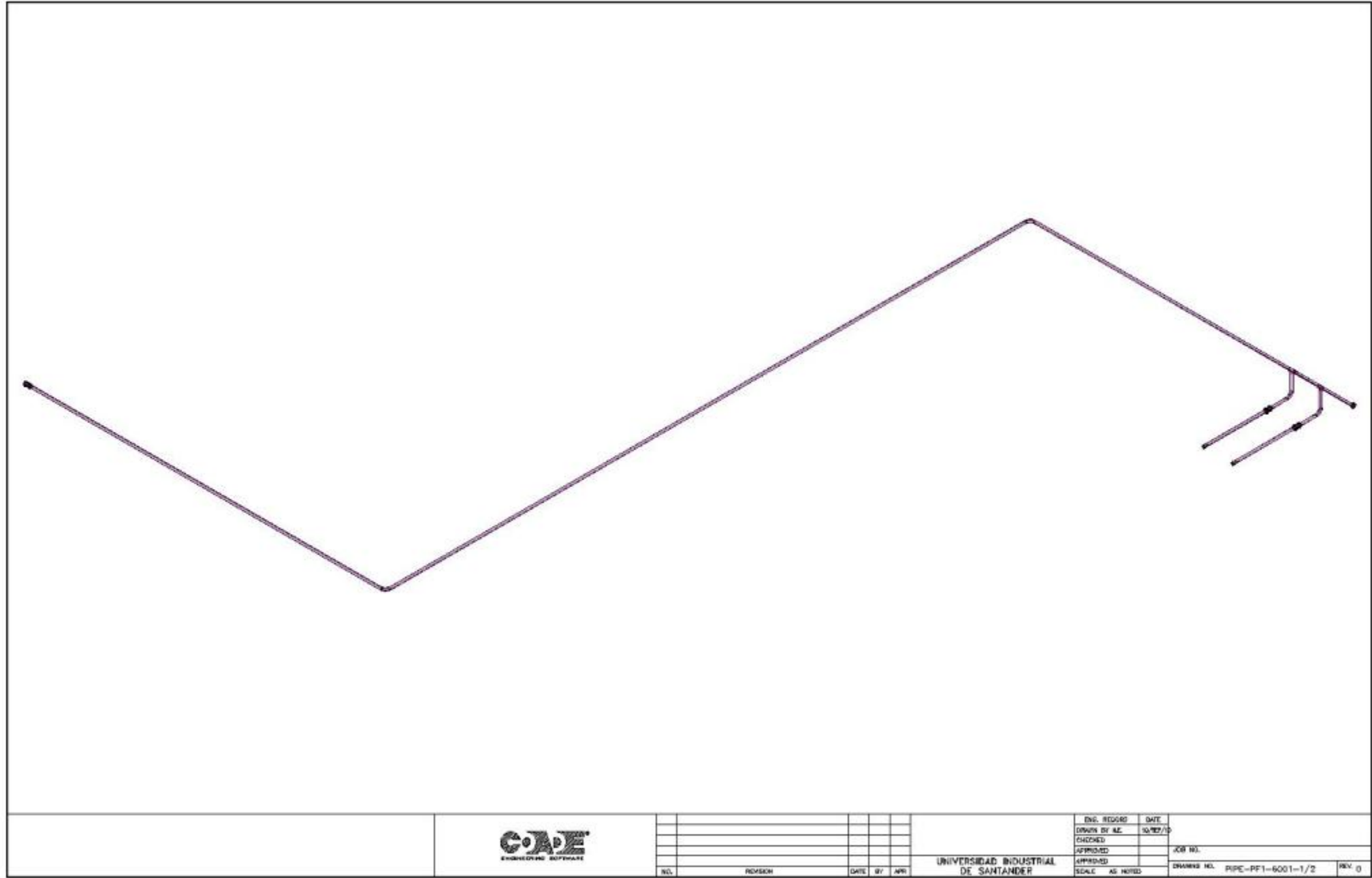


MATERIAL	A-106-B	TAG	CODE ENGINEERING SOFTWARE				ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
SPEC.		DWG REF.					DRAWN BY	N.E.		
SCH.	STD	LINE SIZE	8"	CHECKED		8"CO-610102-A-SA TO 8"CO-600102-E-SA				
RATING	ANSI 150	WELD PROC.		APPROVED						JOB NO.
TEMP.	175 F	INSULATION	NONE	APPROVED		DRAWING NO. P&ID-PF1-6003-1		REV. 0		
PRESS.	202 PSI	REMARKS	NONE	NO.	REVISION					DATE

MODELO 3D

**DESCARGA DE TANQUE A SUCCIÓN
BOMBAS BOOSTER**

LAYOUT PROPUESTO



NO.	REVISION	DATE	BY	APP.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL
DE SANTANDER

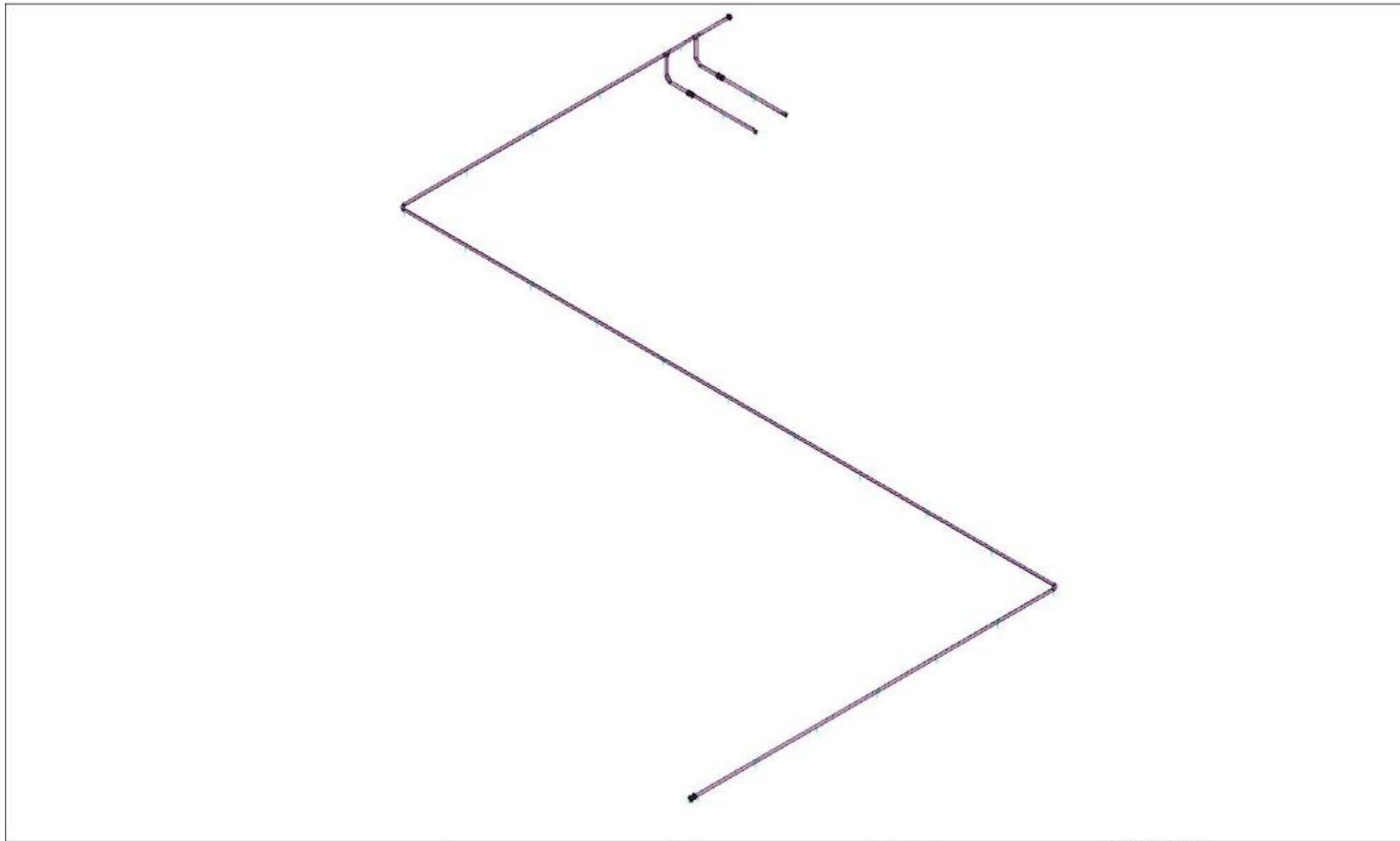
ENG. RECORD	DATE

JOB NO.	DRAWING NO.	PIPE	REV.
	PF1-6001-1/2		0

MODELO 3D

**DESCARGA DE TANQUE A SUCCIÓN
BOMBAS BOOSTER**

**LAYOUT FINAL DESPUÉS DE
ANÁLISIS DE ESFUERZOS**



NO.	REVISION	DATE	BY	APP.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL
DE SANTANDER

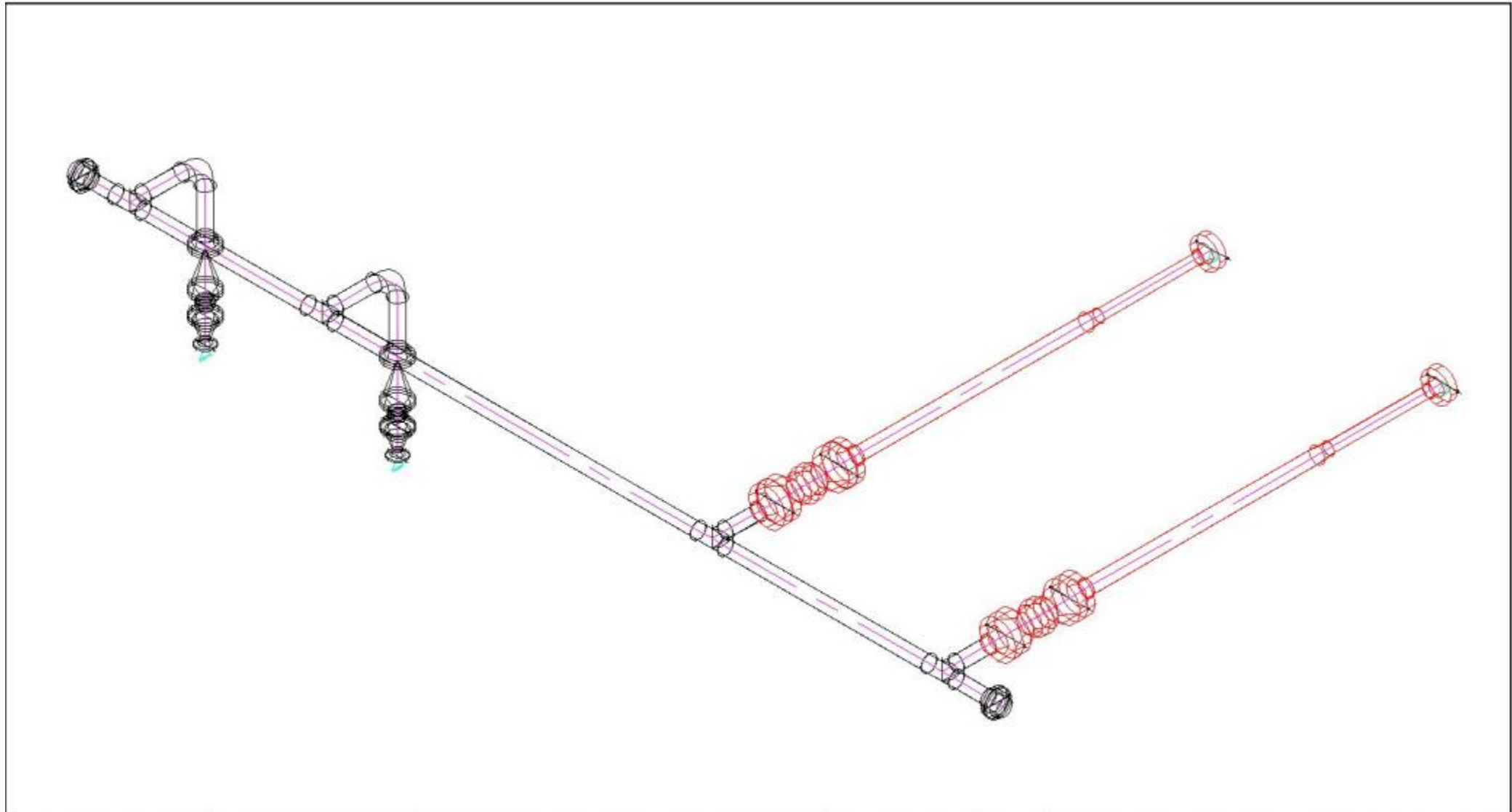
ENG. RECORD	DATE
DRAWN BY: ME	15/02/20
CHECKED	
APPROVED	
SCALE	AS NOTED

JOB NO.	DRAWING NO.	REV.
	PPE-PF1-6002-1/1	0

MODELO 3D

**DESCARGA BOMBAS BOOSTER A
SUCCIÓN BOMBAS PRINCIPALES**

LAYOUT PROPUESTO

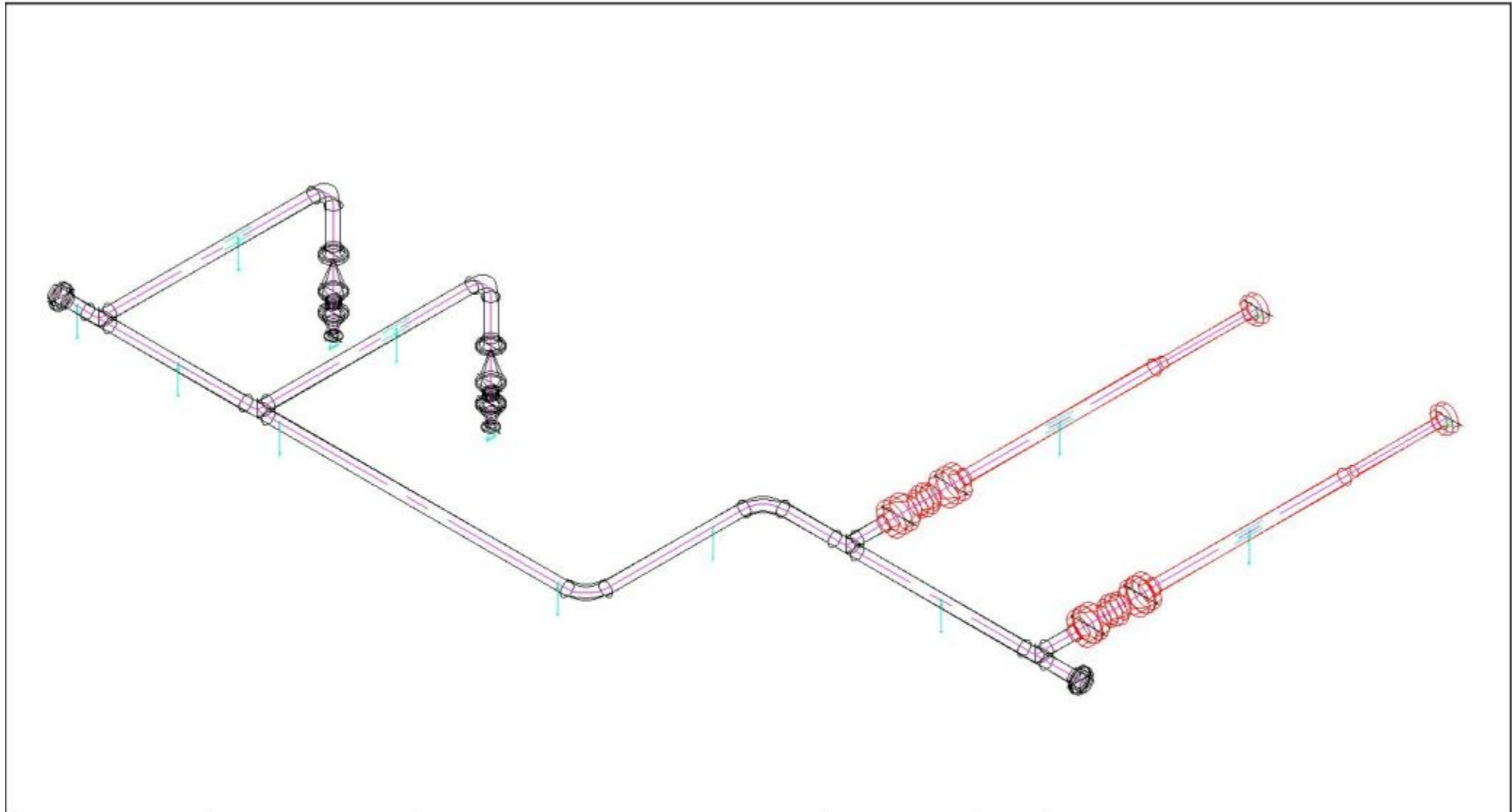


MATERIAL A-108-B	TAG	CODE ENGINEERING SOFTWARE				ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
SPEC. ASTM	DWG REF.					DRAWN BY N.E.	12/NOV/10	LINE NO.	8"-CO-610102-A-SA TO 8"-CO-600101-E-SA
SCH. STD	LINE SIZE 8"				CHECKED		JOB NO.		
RATING 150# / 1500#	WELD PROC.				APPROVED				
TEMP. 175 / 450 F	INSULATION NONE				APPROVED				
PRESS. 205 / 900 PSI	REMARKS NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR	SCALE AS NOTED	DRAWING NO. PIPE-PF1-6003-1/2	REV. 0

MODELO 3D

**DESCARGA BOMBAS BOOSTER A
SUCCIÓN BOMBAS PRINCIPALES**

**LAYOUT FINAL DESPUÉS DE
ANÁLISIS DE ESFUERZOS**



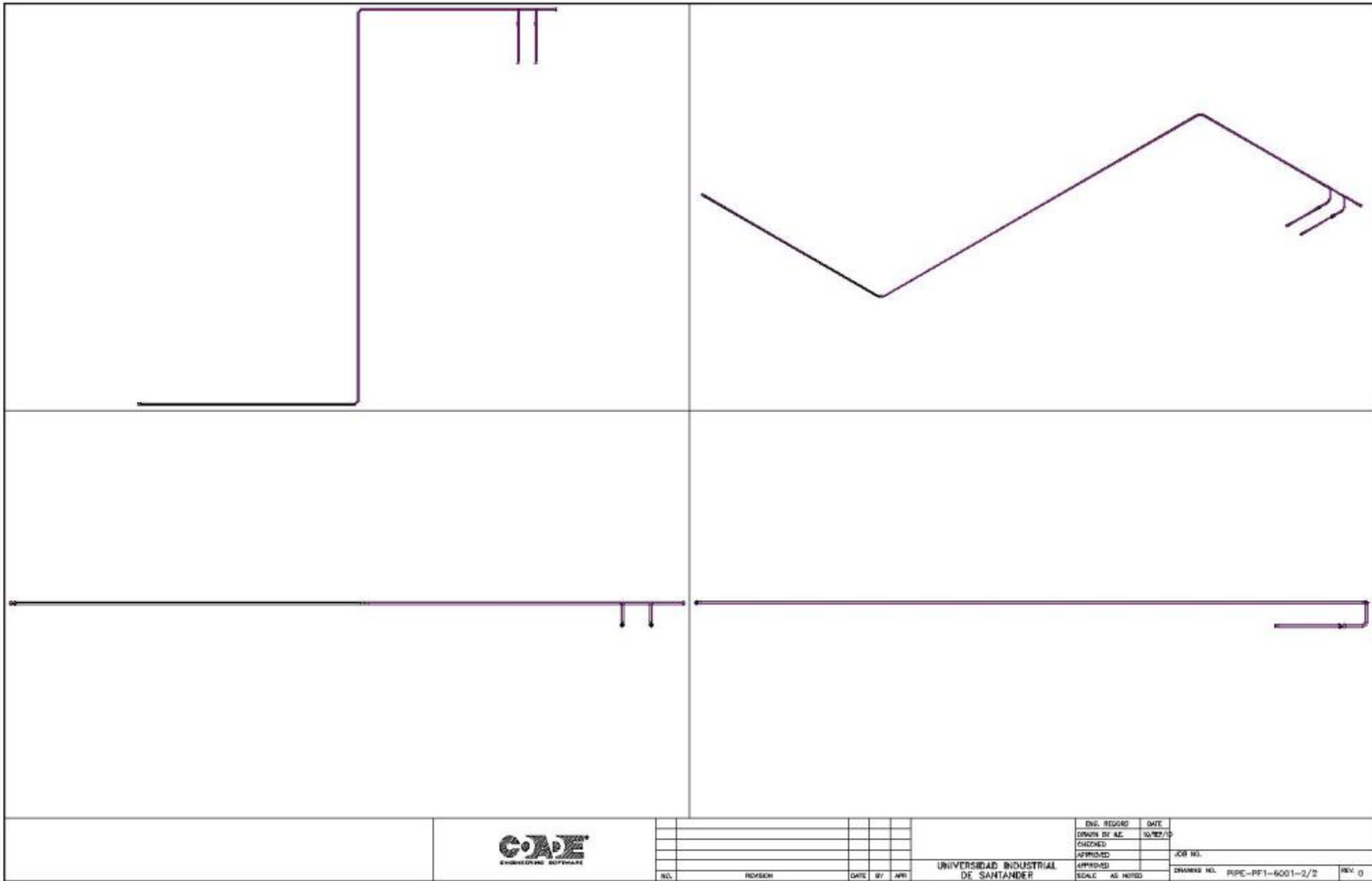
MATERIAL A-108-B	TAG	CODE ENGINEERING SOFTWARE	ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
SPEC. ASTM	DWG REF.		DRAWN BY N.E.	12/DIC/10	LINE NO.			
SCH. STD	LINE SIZE 8"		CHECKED		8"-CO-610102-A-SA TO 8"-CO-600101-E-SA			
RATING 150# / 1500#	WELD PROC.		APPROVED		JOB NO.			
TEMP. 175 / 450 F	INSULATION NONE		APPROVED		DRAWING NO. PIPE-PF1-6004-1/2			
PRESS. 205 / 900 PSI	REMARKS NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR	SCALE AS NOTED	REV. 0

PLANIMETRÍA

DESCARGA DE TANQUE A SUCCIÓN

BOMBAS BOOSTER

LAYOUT PROPUESTO



NO.	REVISION	DATE	BY	APP.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL
DE SANTANDER

ENG. RECORD	DATE
DESIGN BY	10/27/19
CHECKED	
APPROVED	
SCALE	AS NOTED

JOB NO.
 DRAWING NO. PIPE-PF1-6001-2/2
 REV. 0

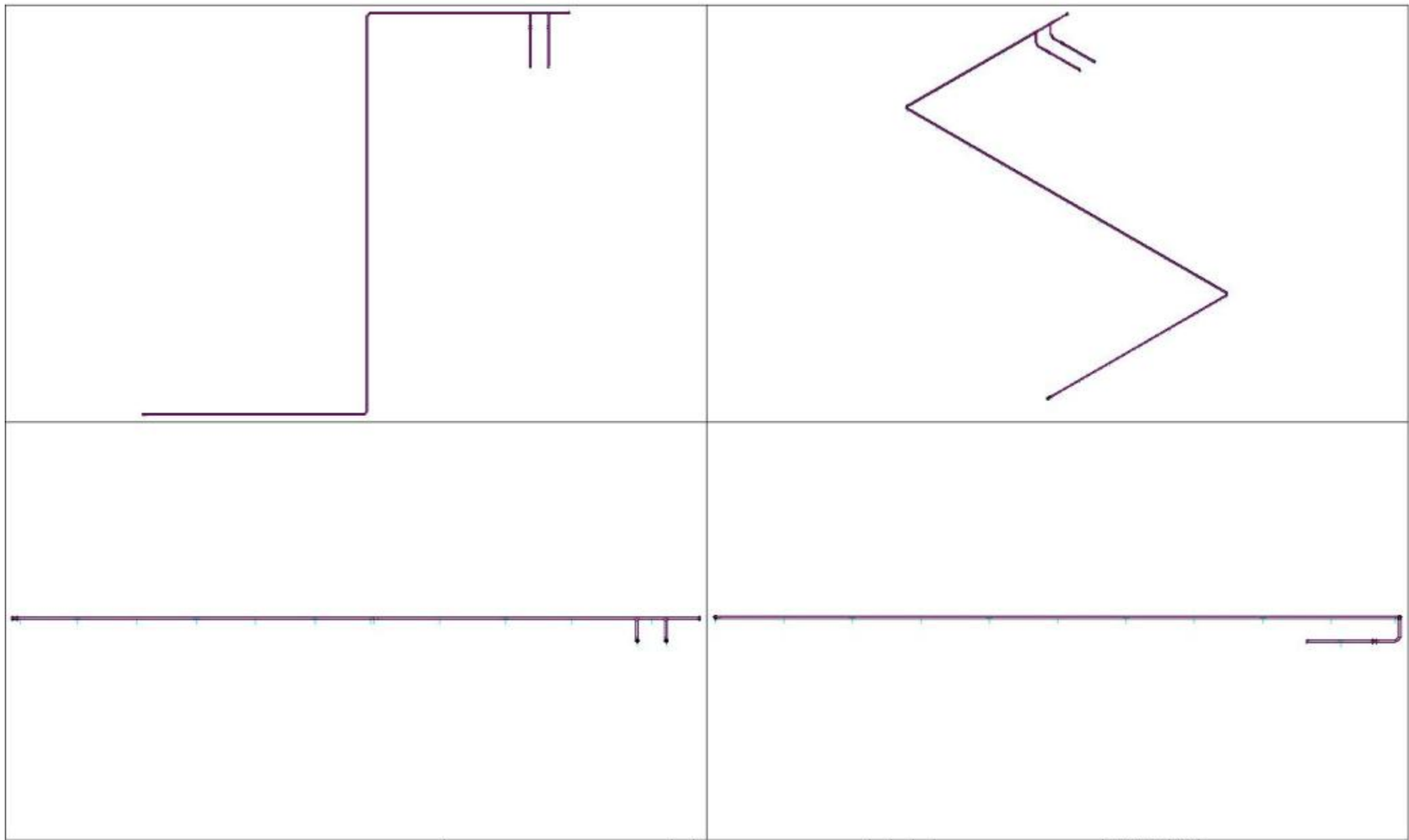
PLANIMETRÍA

DESCARGA DE TANQUE A SUCCIÓN

BOMBAS BOOSTER

LAYOUT FINAL DESPUÉS DE

ANÁLISIS DE ESFUERZOS



NO.	REVISION	DATE	BY	APP.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL
DE SANTANDER

CHK	DATE
DESIGN	15/10/20
CHECKED	
APPROVED	
SCALE	AS NOTED

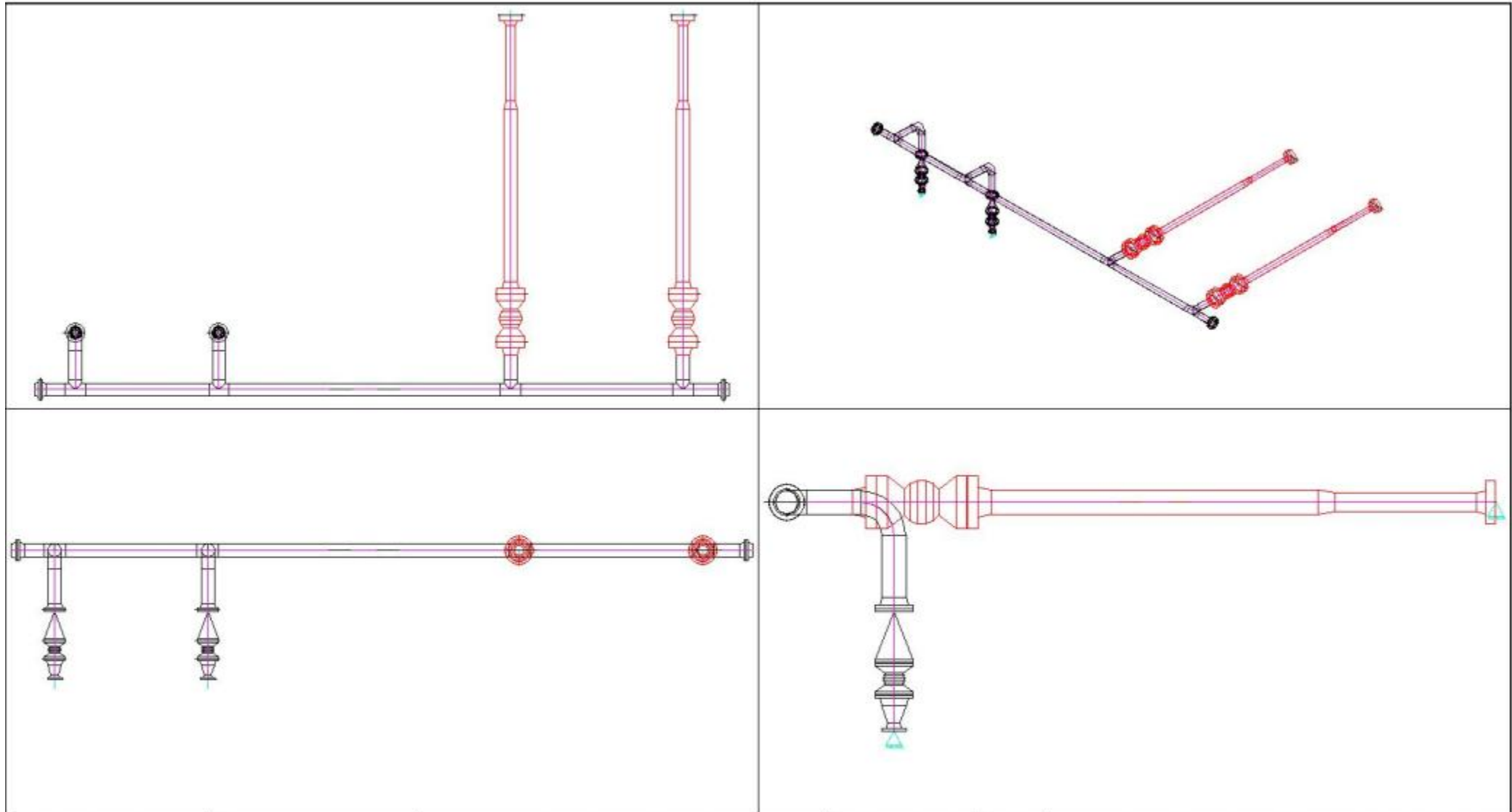
DESIGNER	DATE

DRAWING NO: PPE-PF1-6002-2/2 REV: 0

PLANIMETRÍA

**DESCARGA BOMBAS BOOSTER A
SUCCIÓN BOMBAS PRINCIPALES**

LAYOUT PROPUESTO

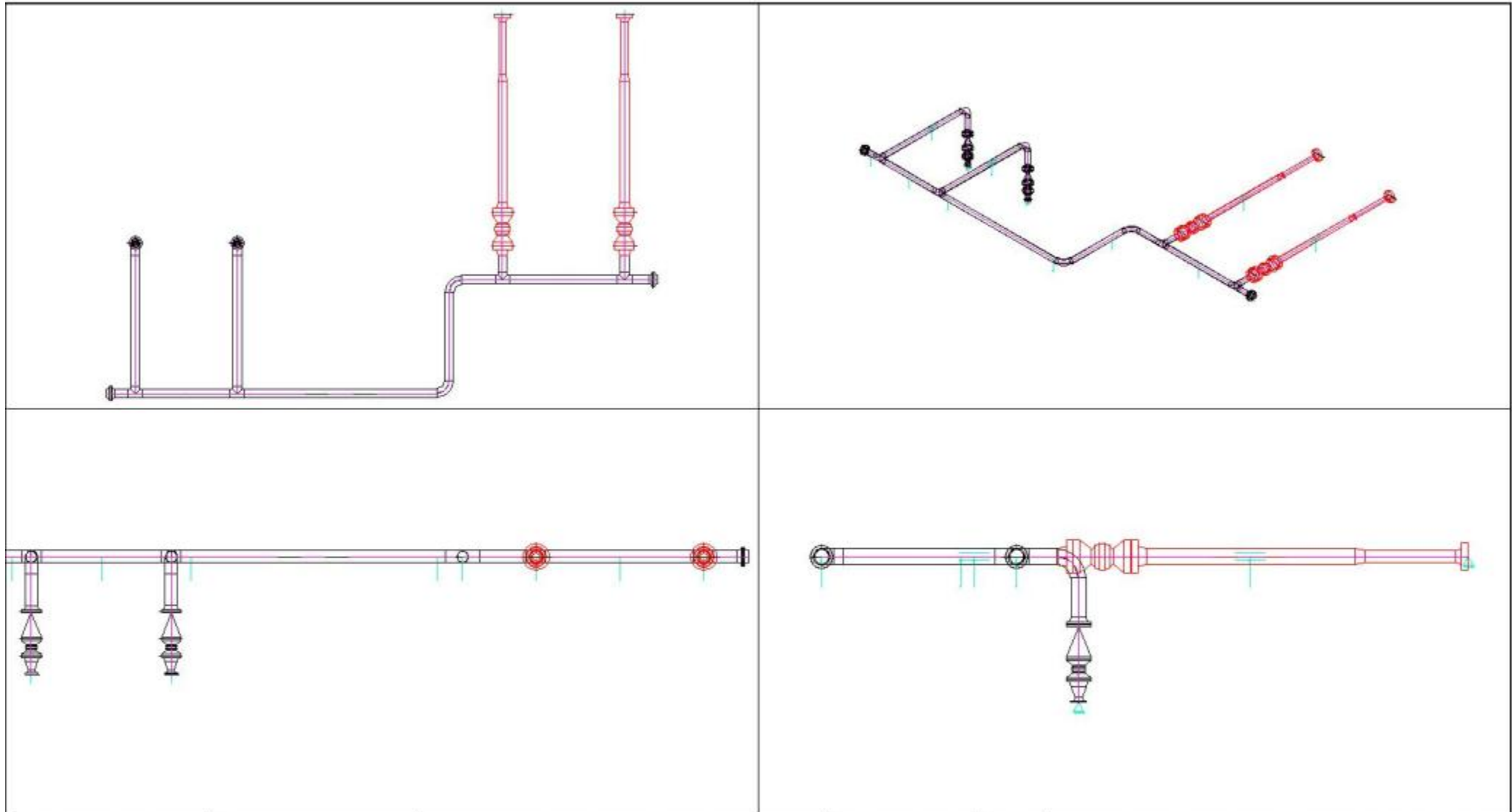


MATERIAL	A-106-B	TAG	CODE ENGINEERING SOFTWARE				ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
SPEC.	ASTM	DWG REF.					DRAWN BY	N.E.		
SCH.	STD	LINE SIZE	8"	CHECKED		APPROVED		JOB NO.		
RATING	150# / 1500#	WELD PROC.		APPROVED		DRAWING NO. PIPE-PF1-6003-2/2		REV. 0		
TEMP.	175 / 450 F	INSULATION	NONE	APPROVED						
PRESS.	205 / 900 PSI	REMARKS	NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR	SCALE	AS NOTED

PLANIMETRÍA

**DESCARGA BOMBAS BOOSTER A
SUCCIÓN BOMBAS PRINCIPALES**

**LAYOUT FINAL DESPUÉS DE
ANÁLISIS DE ESFUERZOS**

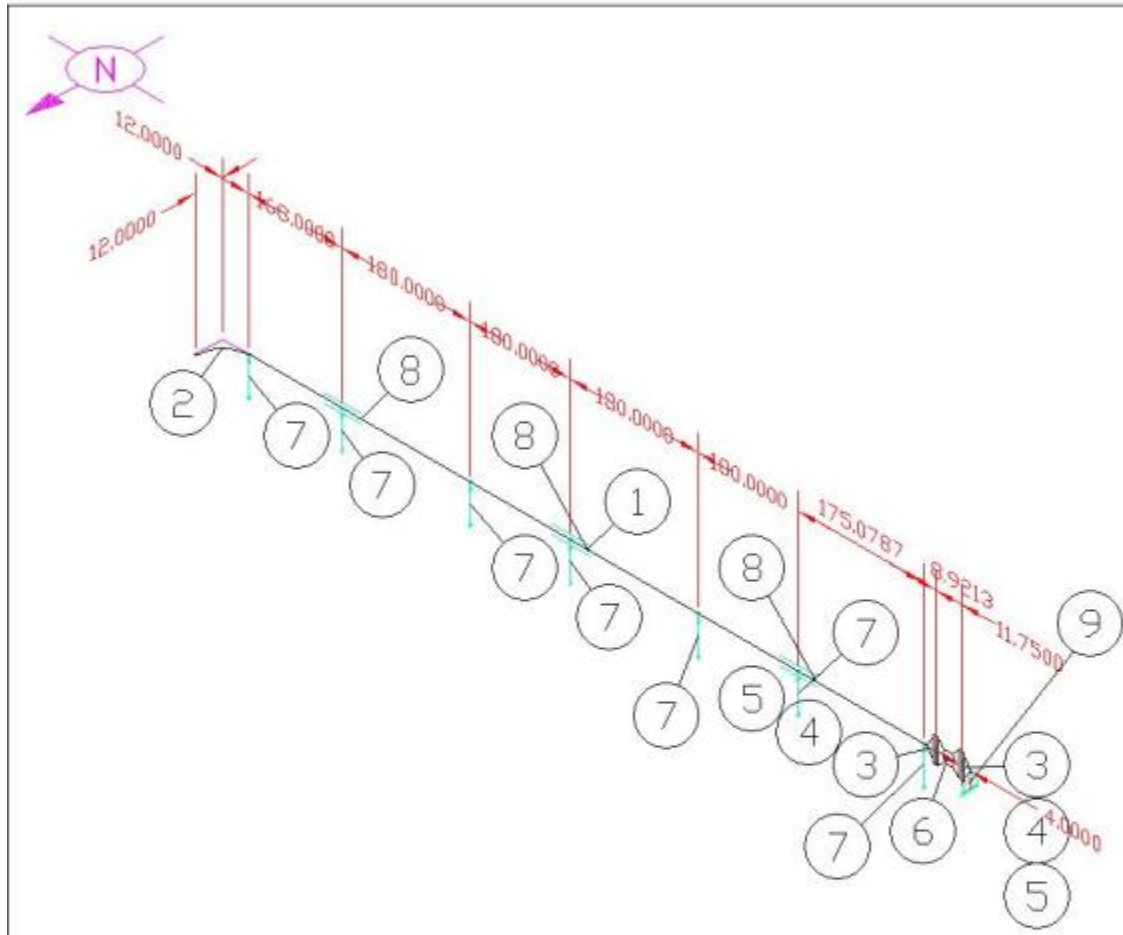


MATERIAL A-108-B	TAG	CODE ENGINEERING SOFTWARE				ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
SPEC. ASTM	DWG REF.					DRAWN BY N.E.	12/DIC/10	LINE NO.	8"-CO-610102-A-SA TO 8"-CO-600101-E-SA
SCH. STD	LINE SIZE 8"				CHECKED		JOB NO.		
RATING 150# / 1500#	WELD PROC.				APPROVED				
TEMP. 175 / 450 F	INSULATION NONE				APPROVED				
PRESS. 205 / 900 PSI	REMARKS NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR	SCALE AS NOTED	DRAWING NO. PIPE-PF1-6004-2/2	REV. 0

PLANOS ISOMÉTRICOS

LAYOUT FINAL DESPUÉS DE

ANÁLISIS DE ESFUERZOS



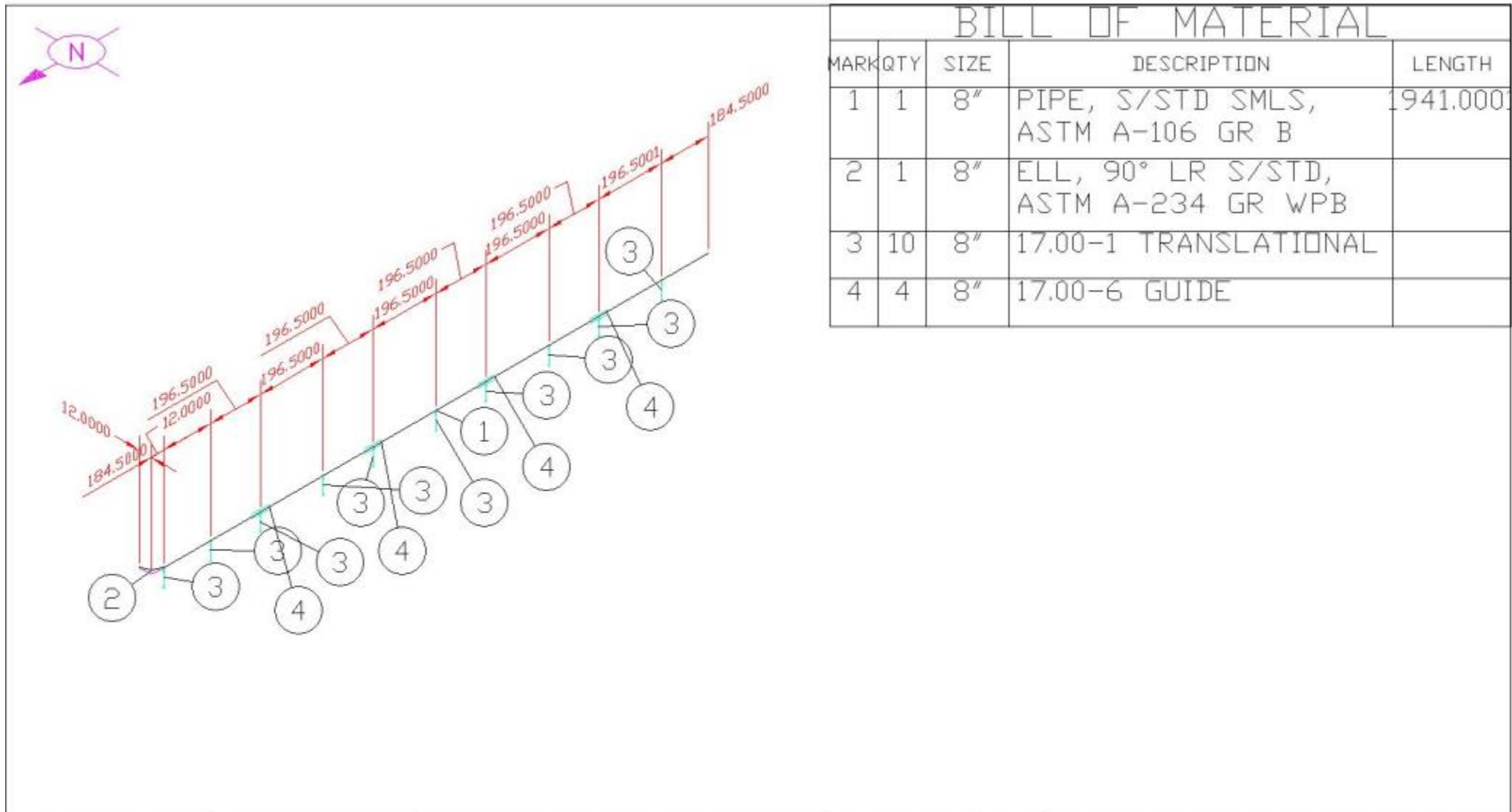
BILL OF MATERIAL				
MARK	QTY	SIZE	DESCRIPTION	LENGTH
1	1	8"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B	1068.0000
2	1	8"	ELL, 90° LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB	
3	2	8"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	
4	2	3/4"	(8) STUD BOLTS W/ NUTS	4.0000
5	2	8"	GASKET, 1/8" THK, 150LB	
6	1	8"	BALL VALVE, 150LB FLG	11.5000
7	7	8"	17.00-1 TRANSLATIONAL	
8	3	8"	17.00-6 GUIDE	
9	1	8"	8.00-2 ANCHOR	

MATERIAL	A-106-B	TAG	
SPEC.		DWG REF.	
SCH.	STD	LINE SIZE	8"
RATING	150	WELD PROC.	
TEMP.	175 F	INSULATION	NONE
PRESS.	205 PSI	REMARKS	NONE

CODE ENGINEERING SOFTWARE				
NO.	REVISION	DATE	BY	APR

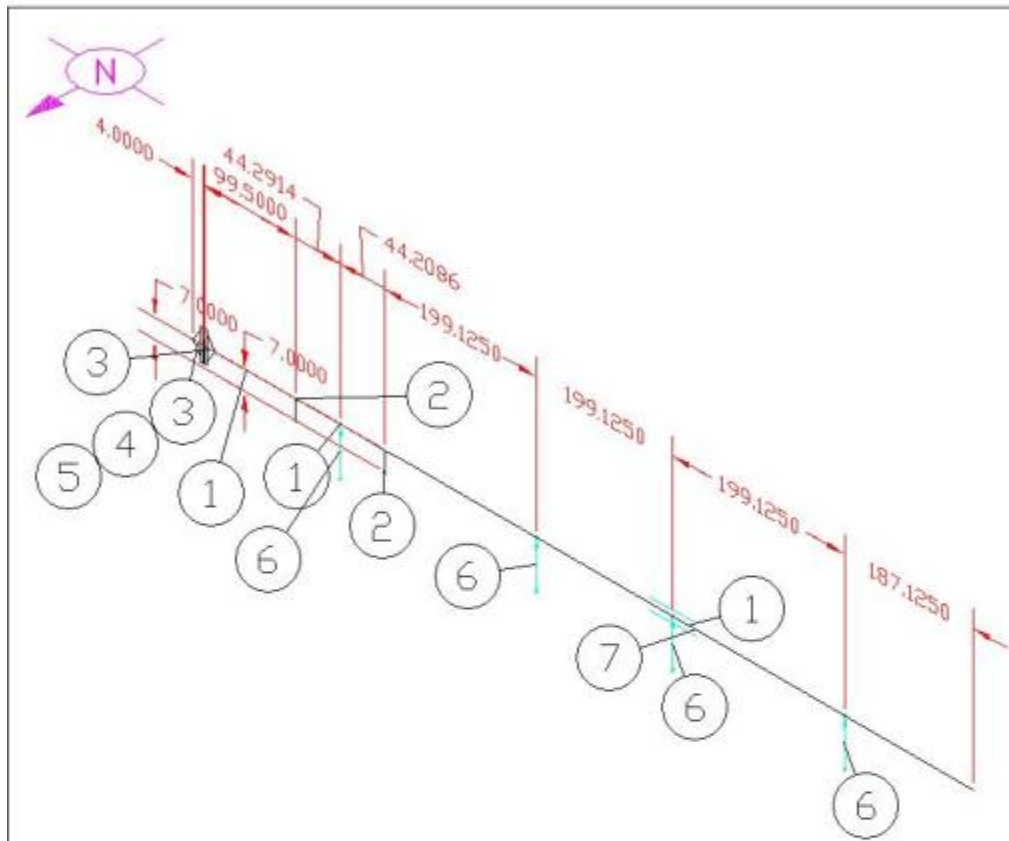
ENG. RECORD	DATE
DRAWN BY N.E.	17/DIC/10
CHECKED	
APPROVED	
APPROVED	
SCALE	NONE

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTADER	
LINE NO.	8"-CO-770102-A-SA
JOB NO.	
DRAWING NO.	ISO-PF1-6002-1/5
REV.	0



BILL OF MATERIAL				
MARK	QTY	SIZE	DESCRIPTION	LENGTH
1	1	8"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B	941.0000
2	1	8"	ELL, 90° LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB	
3	10	8"	17.00-1 TRANSLATIONAL	
4	4	8"	17.00-6 GUIDE	

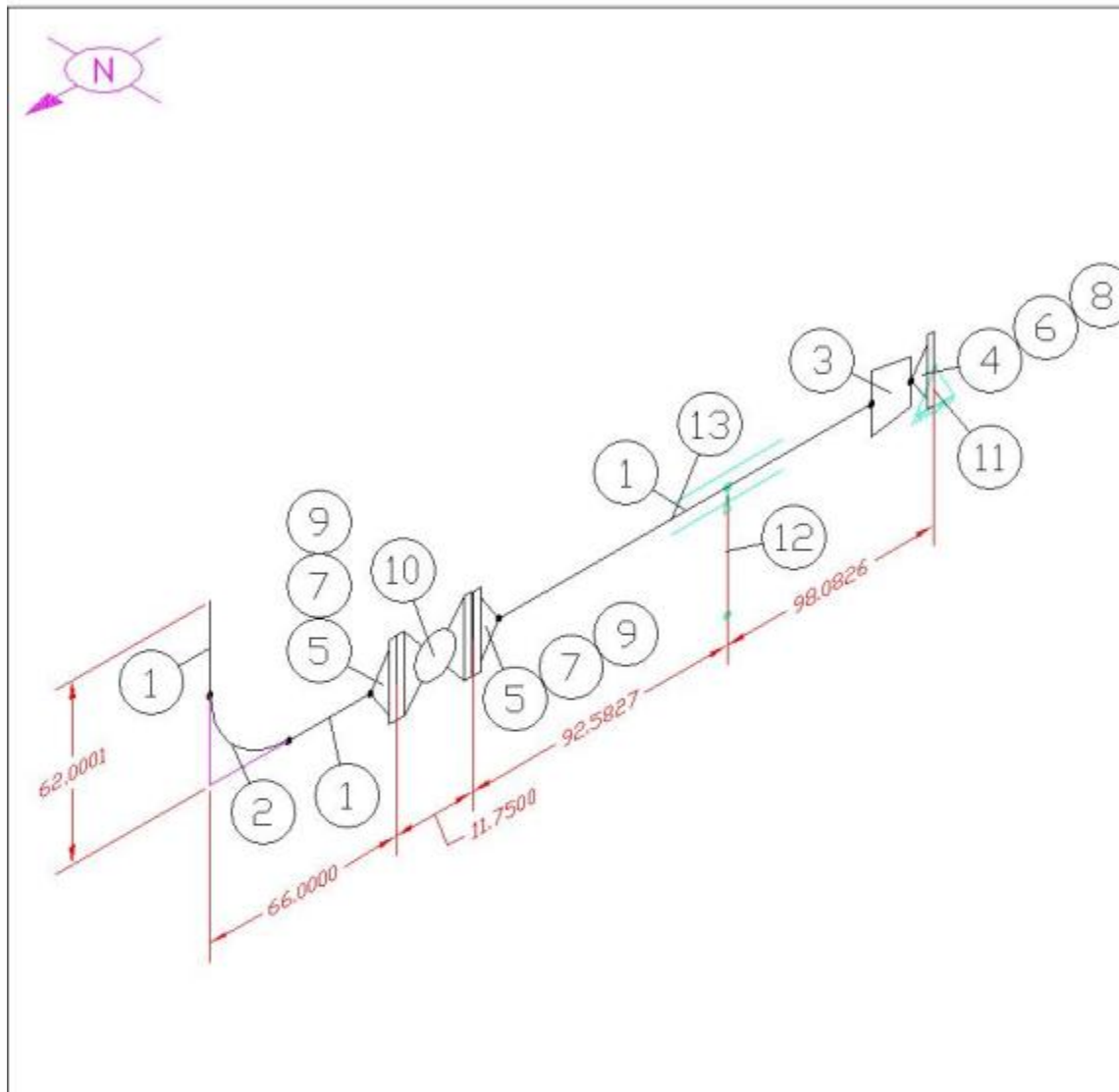
MATERIAL	A-106-B	TAG	CODE ENGINEERING SOFTWARE				ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTADER	
SPEC.		DWG REF.					DRAWN BY	N.E.		
SCH.	STD	LINE SIZE	8"	CHECKED		APPROVED		JOB NO.		
RATING	150	WELD PROC.		APPROVED		DRAWING NO. ISO-PF1-6002-2/5				
TEMP.	175 F	INSULATION	NONE	APPROVED		SCALE		NONE	REV. 0	
PRESS.	205 PSI	REMARKS	NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR		



BILL OF MATERIAL

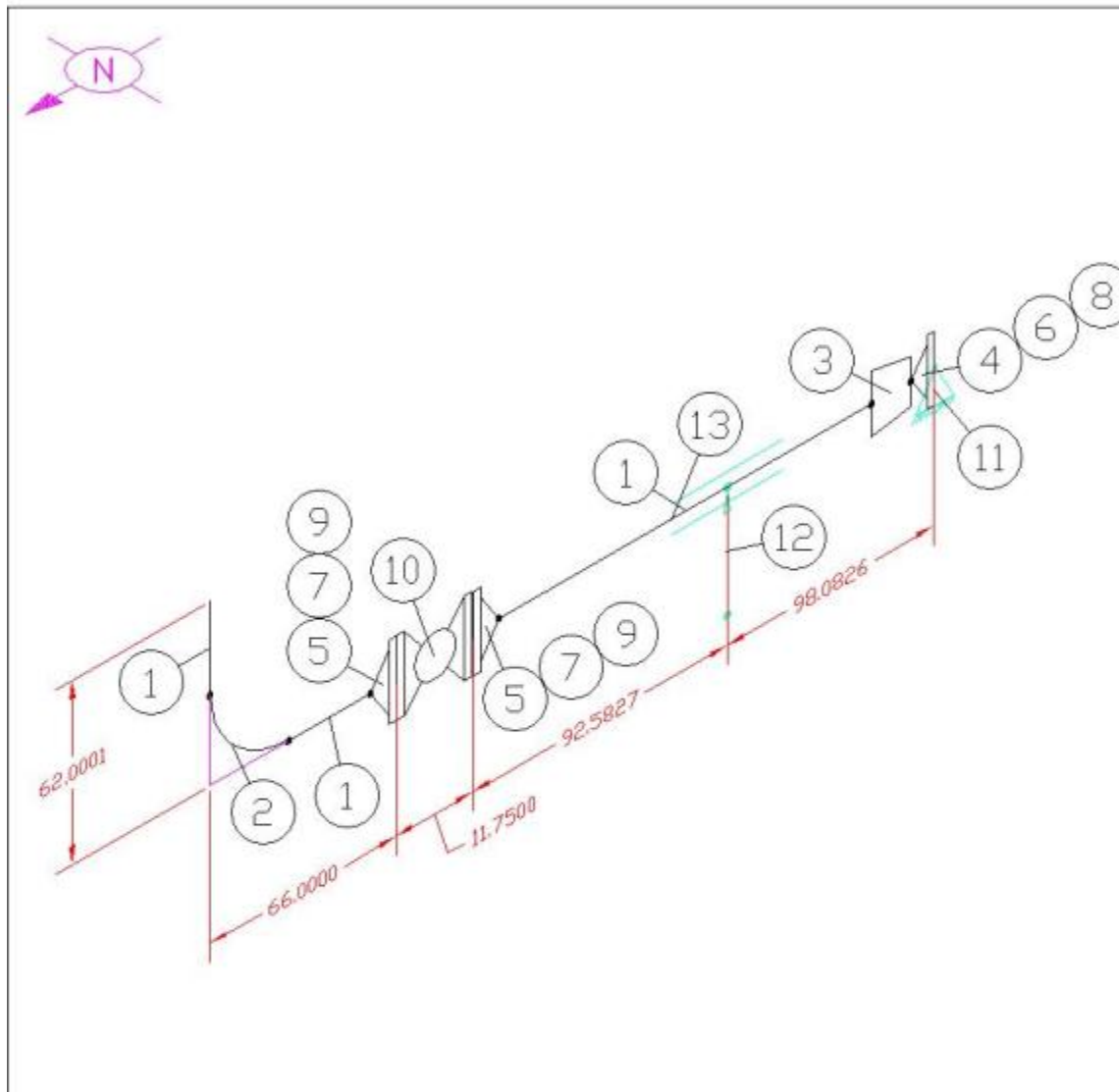
MARK	QTY	SIZE	DESCRIPTION	LENGTH
1	1	8"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B	940.5000
2	2	8"	TEE, STR. S/STD, ASTM A-234 GR WPB	
3	2	8"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	
4	1	3/4"	(8) STUD BOLTS W/ NUTS	4.0000
5	1	8"	GASKET, 1/8" THK, 150LB	
6	4	8"	17.00-1 TRANSLATIONAL	
7	1	8"	17.00-6 GUIDE	

MATERIAL	A-106-B	TAG	CODE ENGINEERING SOFTWARE				ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTADER	
SPEC.		DWG REF.					DRAWN BY	N.E.		
SCH.	STD	LINE SIZE	8"	CHECKED		APPROVED		JOB NO.		
RATING	150	WELD PROC.		APPROVED		DRAWING NO. ISO-PF1-6002-3/5				
TEMP.	175 F	INSULATION	NONE	APPROVED		SCALE		NONE	REV. 0	
PRESS.	205 PSI	REMARKS	NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR		



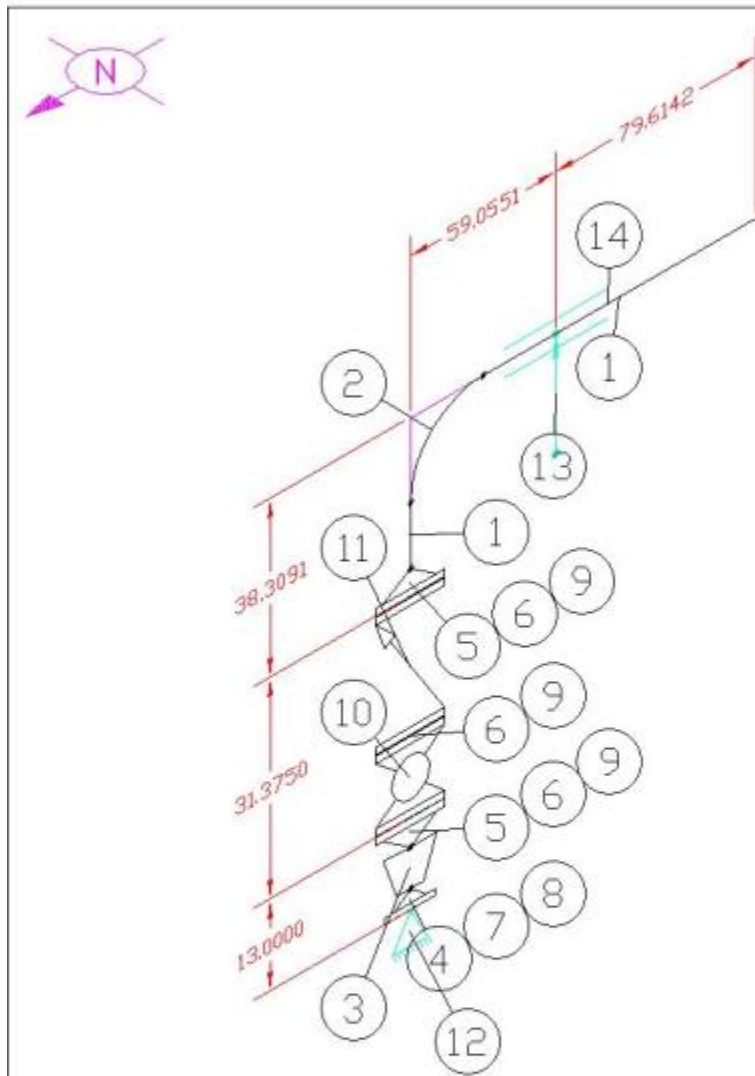
BILL OF MATERIAL				
MARK	QTY	SIZE	DESCRIPTION	LENGTH
1	1	8"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B	277.1653
2	1	8"	ELL, 90° LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB	
3	1	8"x6"	REDUCER, CONC S/STD, ASTM A-234 GR WPB	
4	1	6"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	
5	2	8"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	
6	1	3/4"	(8) STUD BOLTS W/ NUTS	3.7500
7	2	3/4"	(8) STUD BOLTS W/ NUTS	4.0000
8	1	6"	GASKET, 1/8" THK, 150LB	
9	2	8"	GASKET, 1/8" THK, 150LB	
10	1	8"	BALL VALVE, 150LB FLG	11.5000
11	1	6"	6.00-2 ANCHOR	
12	1	8"	17.00-1 TRANSLATIONAL	
13	1	8"	17.00-6 GUIDE	

MATERIAL	A-106-B	TAG	COADE ENGINEERING SOFTWARE				ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTADER	
SPEC.		DWG REF.					DRAWN BY N.E.	17/DIC/10		
SCH.		LINE SIZE 8"			CHECKED			LINE NO. 6"-CO-610101-A-SA		
RATING	150	WELD PROC.			APPROVED					JOB NO.
TEMP.	175 F	INSULATION NONE			APPROVED			DRAWING NO. ISO-PF1-6002-4/5		
PRESS.	205 PSI	REMARKS NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR			SCALE NONE



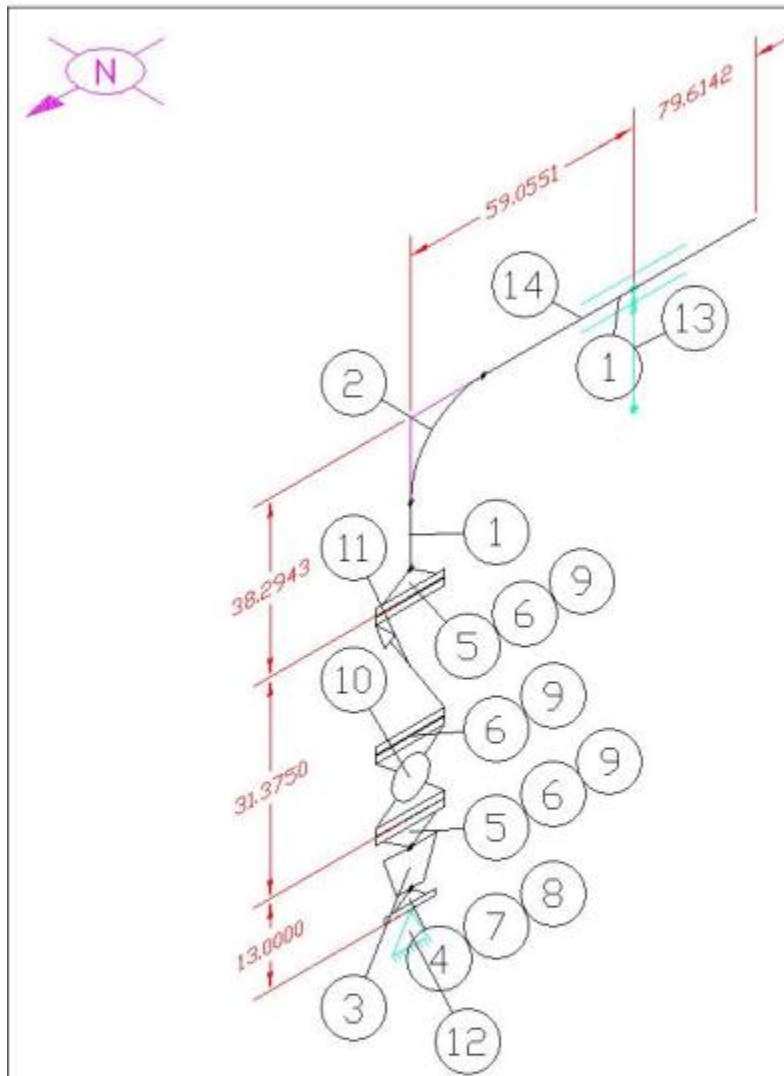
BILL OF MATERIAL				
MARK	QTY	SIZE	DESCRIPTION	LENGTH
1	1	8"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B	277.1653
2	1	8"	ELL, 90° LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB	
3	1	8"x6"	REDUCER, CONC S/STD, ASTM A-234 GR WPB	
4	1	6"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	
5	2	8"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	
6	1	3/4"	(8) STUD BOLTS W/ NUTS	3.7500
7	2	3/4"	(8) STUD BOLTS W/ NUTS	4.0000
8	1	6"	GASKET, 1/8" THK, 150LB	
9	2	8"	GASKET, 1/8" THK, 150LB	
10	1	8"	BALL VALVE, 150LB FLG	11.5000
11	1	6"	6.00-2 ANCHOR	
12	1	8"	17.00-1 TRANSLATIONAL	
13	1	8"	17.00-6 GUIDE	

MATERIAL	A-106-B	TAG					ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTADER		
SPEC.		DWG REF.					DRAWN BY	N.E.	17/DIC/10	CHECKED	
SCH.	STD	LINE SIZE	8"	APPROVED		APPROVED		JOB NO.			
RATING	150	WELD PROC.		APPROVED		APPROVED		DRAWING NO.	ISO-PF1-6002-5/5		
TEMP.	175 F	INSULATION	NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR	SCALE	NONE	
PRESS.	205 PSI	REMARKS	NONE							REV.	0



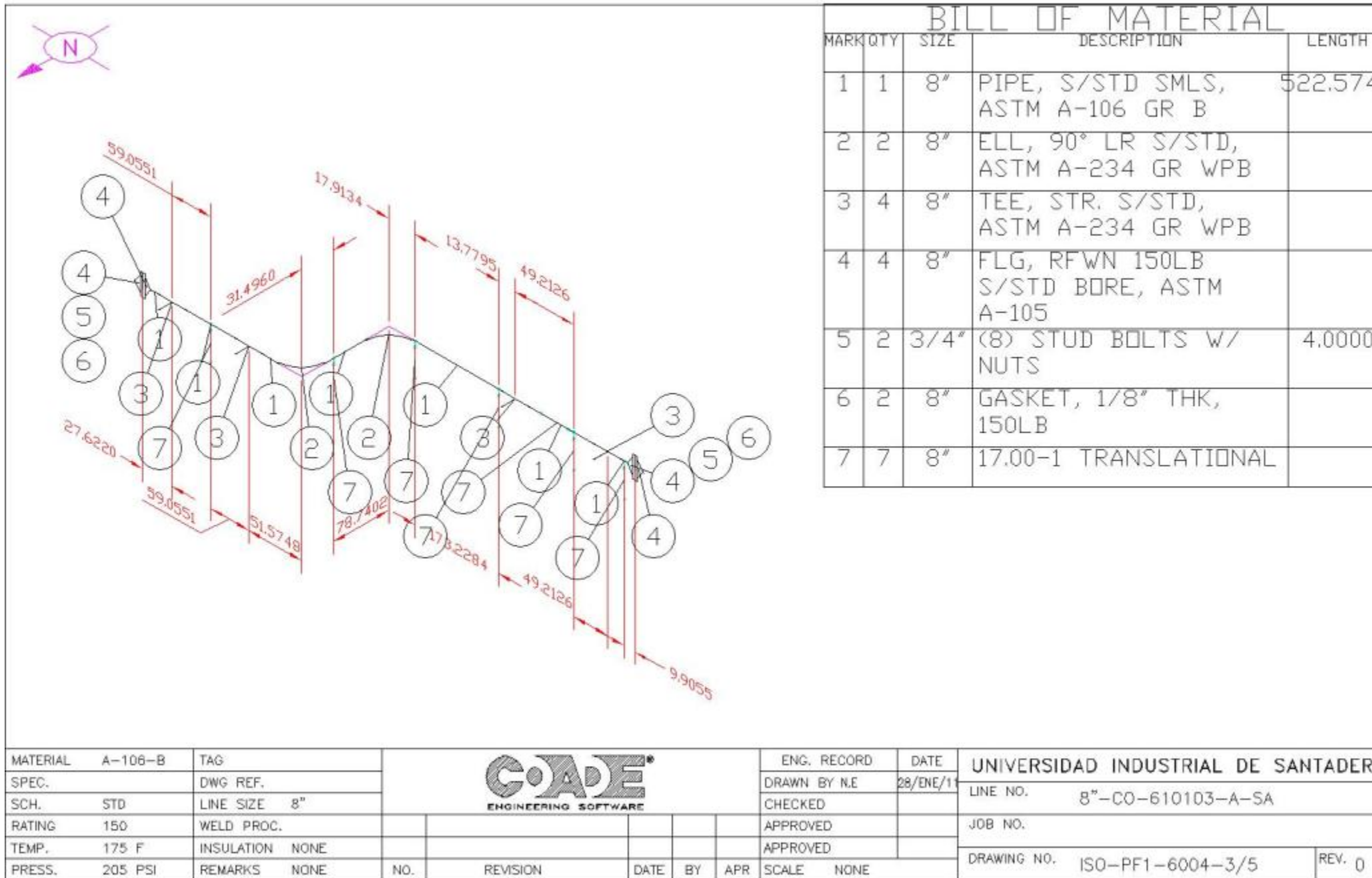
BILL OF MATERIAL				
MARK	QTY	SIZE	DESCRIPTION	LENGTH
1	1	8"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B	48.9784
2	1	8"	ELL, 90° LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB	
3	1	8"x4"	REDUCER, CONC S/STD, ASTM A-234 GR WPB	
4	1	4"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	
5	2	8"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	
6	3	3/4"	(8) STUD BOLTS W/ NUTS	4.0000
7	1	5/8"	(8) STUD BOLTS W/ NUTS	3.5000
8	1	4"	GASKET, 1/8" THK, 150LB	
9	3	8"	GASKET, 1/8" THK, 150LB	
10	1	8"	BALL VALVE, 150LB FLG	11.5000
11	1	8"	CHECK VALVE, 150LB FLG	19.5000
12	1	4"	6.00-2 ANCHOR	
13	1	8"	17.00-1 TRANSLATIONAL	
14	1	8"	17.00-6 GUIDE	

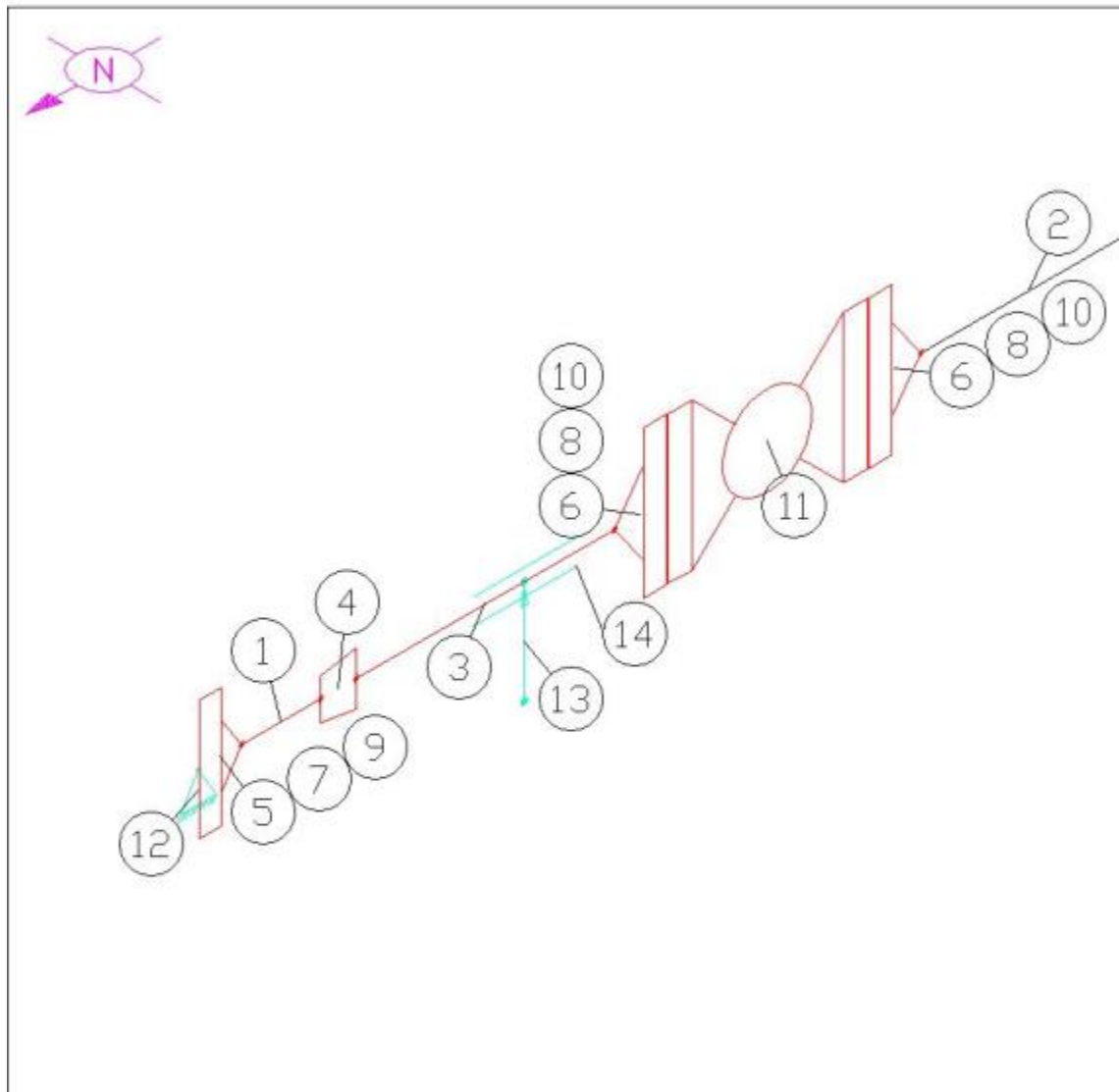
MATERIAL	A-106-B	TAG	CODE ENGINEERING SOFTWARE				ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTADER		
SPEC.		DWG REF.					DRAWN BY	N.E			28/ENE/1
SCH.	STD	LINE SIZE	8"	CHECKED		APPROVED		JOB NO.			
RATING	150	WELD PROC.		APPROVED		APPROVED		DRAWING NO. ISO-PF1-6004-1/5			
TEMP.	175 F	INSULATION	NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR	SCALE	NONE	REV. 0
PRESS.	205 PSI	REMARKS	NONE								



BILL OF MATERIAL				
MARK	QTY	SIZE	DESCRIPTION	LENGTH
1	1	8"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B	148.9636
2	1	8"	ELL, 90° LR S/STD, ASTM A-234 GR WPB	
3	1	8"x4"	REDUCER, CONC S/STD, ASTM A-234 GR WPB	
4	1	4"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	
5	2	8"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	
6	3	3/4"	(8) STUD BOLTS W/ NUTS	4.0000
7	1	5/8"	(8) STUD BOLTS W/ NUTS	3.5000
8	1	4"	GASKET, 1/8" THK, 150LB	
9	3	8"	GASKET, 1/8" THK, 150LB	
10	1	8"	BALL VALVE, 150LB FLG	11.5000
11	1	8"	CHECK VALVE, 150LB FLG	19.5000
12	1	4"	6.00-2 ANCHOR	
13	1	8"	17.00-1 TRANSLATIONAL	
14	1	8"	17.00-6 GUIDE	

MATERIAL	A-106-B	TAG					ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTADER	
SPEC.		DWG REF.					DRAWN BY N.E.	28/ENE/1	LINE NO.	4"-CO-610202-A-SA
SCH.	STD	LINE SIZE 8"				CHECKED		JOB NO.		
RATING	150	WELD PROC.				APPROVED		DRAWING NO. ISO-PF1-6004-2/5		
TEMP.	175 F	INSULATION NONE				APPROVED		REV. 0		
PRESS.	205 PSI	REMARKS NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR	SCALE	NONE	

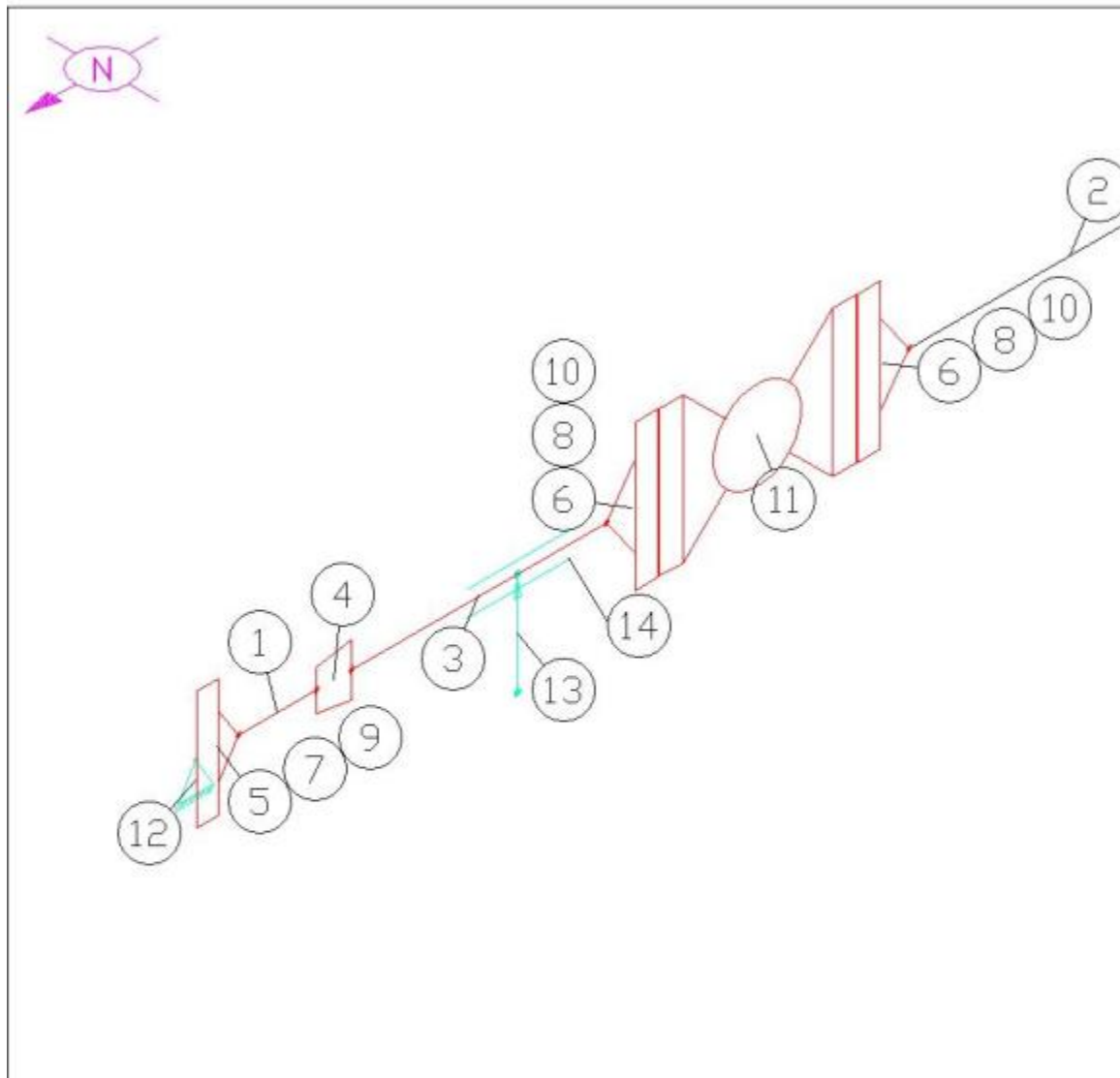




BILL OF MATERIAL

MARK	QTY	SIZE	DESCRIPTION	LENGTH
1	1	6"	PIPE, S/XS SMLS, ASTM A-106 GR B	51.1801
2	1	8"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B	16.6221
3	1	8"	PIPE, S/XS SMLS, ASTM A-106 GR B	118.1102
4	1	8"x6"	REDUCER, CONC S/XS, ASTM A-234-WPB	
5	1	6"	FLG, RFWN 1500LB S/XS BORE A-105	
6	2	8"	FLG, RFWN 1500LB S/XS BORE A-105	
7	1	1	(12) STUD BOLTS W/ 3/8" NUTS	10.0000
8	2	1	(12) STUD BOLTS W/ 5/8" NUTS	11.2500
9	1	6"	GASKET, 1/8" THK, 1500LB	
10	2	8"	GASKET, 1/8" THK, 1500LB	
11	1	8"	BALL VALVE, 1500LB FLG	32.7500
12	1	6"	6.00-2 ANCHOR	
13	1	8"	17.00-1 TRANSLATIONAL	
14	1	8"	17.00-6 GUIDE	

MATERIAL A-106-B	TAG	COADE ENGINEERING SOFTWARE	ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTADER	
SPEC.	DWG REF.		DRAWN BY N.E.	28/ENE/11		
SCH. STD / 80	LINE SIZE 8" / 6"		CHECKED		LINE NO.	8"-CO-600101-A-SA TO 6"-CO-600101-E-SA
RATING 150# / 1500#	WELD PROC.		APPROVED		JOB NO.	
TEMP. 175 / 450 F	INSULATION NONE		APPROVED		DRAWING NO. ISO-PF1-6004-4/5	REV. 0
PRESS. 205 / 900 PSI	REMARKS NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR
			SCALE NONE			



BILL OF MATERIAL

MARK	QTY	SIZE	DESCRIPTION	LENGTH
1	1	6"	PIPE, S/XS SMLS, ASTM A-106 GR B	51.1801
2	1	8"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B	16.6221
3	1	8"	PIPE, S/XS SMLS, ASTM A-106 GR B	118.1102
4	1	8"x6"	REDUCER, CONC S/XS, ASTM A-234-WPB	
5	1	6"	FLG, RFWN 1500LB S/XS BORE A-105	
6	2	8"	FLG, RFWN 1500LB S/XS BORE A-105	
7	1	1	(12) STUD BOLTS W/ 3/8" NUTS	10.0000
8	2	1	(12) STUD BOLTS W/ 5/8" NUTS	11.2500
9	1	6"	GASKET, 1/8" THK, 1500LB	
10	2	8"	GASKET, 1/8" THK, 1500LB	
11	1	8"	BALL VALVE, 1500LB FLG	32.7500
12	1	6"	6.00-2 ANCHOR	
13	1	8"	17.00-1 TRANSLATIONAL	
14	1	8"	17.00-6 GUIDE	

MATERIAL A-106-B	TAG	COADE ENGINEERING SOFTWARE	ENG. RECORD	DATE	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTADER	
SPEC.	DWG REF.		DRAWN BY N.E.	28/ENE/1	LINE NO.	
SCH. STD / 80	LINE SIZE 8" / 6"		CHECKED		8"-CO-600201-A-SA TO 6"-CO-600201-E-SA	
RATING 150# / 1500#	WELD PROC.		APPROVED		JOB NO.	
TEMP. 175 / 450 F	INSULATION NONE		APPROVED		DRAWING NO. ISO-PF1-6004-5/5	
PRESS. 205 / 900 PSI	REMARKS NONE	NO.	REVISION	DATE	BY	APR
			SCALE NONE			REV. 0

ANEXO D
ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN
TUBERÍAS

D.1. Cargas estáticas.

Las cargas afectando el sistema de tubería pueden ser clasificadas como primarias y secundarias. La carga primaria ocurre de cargas sostenidas como el peso muerto. Las cargas primarias son llamadas cargas no auto limitantes. Un ejemplo de carga secundaria (auto limitante) es la carga de expansión térmica.

Las cargas estáticas incluyen:

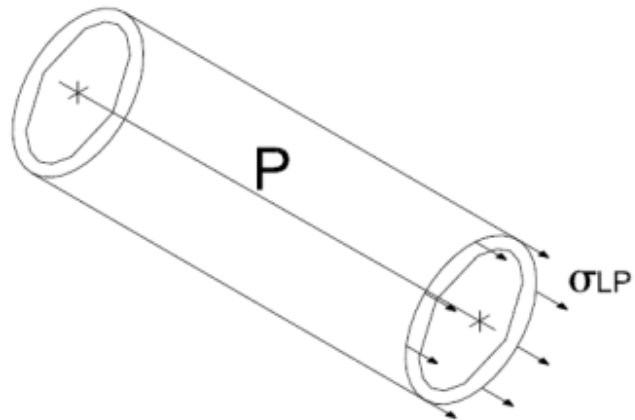
- Efecto peso (cargas vivas y cargas muertas)
- Efectos de expansión y contracción térmica.
- Efectos de soporte, anclaje y movimientos terminales.
- Cargas de presión interna y externa.

Las cargas vivas bajo el efecto del peso incluyen peso del contenido, nieve, y cargas de hielo. Las cargas muertas consisten de pesos de válvulas de tubería, bridas, aislamiento, y otras cargas permanentes sobrepuestas.

D.1.1. Esfuerzos por cargas sostenidas (Gravedad)

Los esfuerzos por cargas sostenidas son aquellos esfuerzos longitudinales producidos por la presión, el peso de la tubería, su contenido, el aislante y otras cargas de gravedad tales como el peso de las válvulas, bridas, filtros, etc.

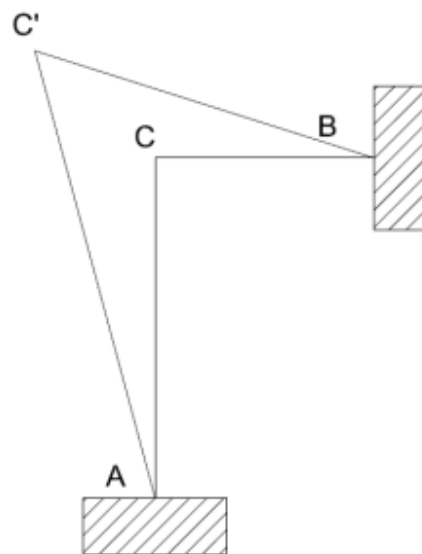
Figura D.1.1 Esfuerzo por cargas sostenidas



D.1.2. Esfuerzos por cargas de expansión

Cuando la temperatura del sistema se eleva desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de operación, la tubería se expande. Debido a que no puede hacerlo libremente por las restricciones impuestas por los equipos y soportes, se dobla y se tuerce.

Figura D.1.2 Esfuerzo por cargas de expansión



D.2. Flexibilidad

Los sistemas de tuberías debieran tener suficiente flexibilidad, de manera tal que la expansión térmica, o la contracción, ó los movimientos de soportes o puntos terminales, no causarían:

- Falla de tubería o soporte desde sobreesfuerzo ó fatiga
- Fuga en las juntas
- Esfuerzos perjudiciales ó distorsiones dañinas en la tubería, ó equipo conectado (bombas, recipientes, válvulas, etc) resultado de un empuje o tracción ó momentos en la tubería excesivos en la tubería.

Cuando una tubería está sujeta a cambios de temperatura y si la tubería no está restringida a la expansión, ningún esfuerzo se desarrolla y la tubería solo se expande y se contrae. Cuando la tubería está restringida, se crean esfuerzos y fuerzas de considerable magnitud.

D.3. Reglas de diseño para soportes de tubería.

La selección y el diseño de soportes para tuberías es una parte importante en el estudio ingenieril de cualquier instalación de procesos industriales. Los problemas para diseñar tuberías para altas presiones y temperaturas, tienden a ser críticos en un punto donde es imperativo qué aspectos de diseño, tales como el efecto de cargas en soportes concentradas en estructuras, cargas sobre equipos conectados debido al peso de la tubería y tolerancias de los soportes respecto a tuberías y estructuras; sean tomados en consideración en las primeras etapas de un proyecto.

Existen métodos eficientes establecidos para ejecutar los trabajos requeridos para arribar a un diseño apropiado de soportes. A continuación se discutirán varios pasos involucrados en el diseño de soportes.

D.3.1. Guías generales sobre ubicación de soportes

La ubicación apropiada de soportes colgantes o soportes fijos involucra consideraciones de la propia tubería, de la estructura a la cual se transmite la carga y de las limitaciones de espacio. Los puntos preferidos de fijación de la tubería son:

- a. Sobre tubería propiamente y no sobre componentes tales como: válvulas, accesorios o juntas de expansión. Bajo cargas concentradas (puntuales), las bridas y juntas roscadas pueden gotear y los cuerpos de válvulas pueden deformarse produciendo goteo, trabazón del vástago o goteo a través del asiento.
- b. Sobre tramos rectos de tuberías en lugar de sobre codos de radios agudos, juntas angulares o conexiones de ramales prefabricados, puesto que en estos sitios se encuentra la tubería ya sometida a esfuerzos altamente localizados, a los cuales se agregarían los efectos locales de la fijación.
- c. Sobre tramos de tuberías que no requieran remoción frecuente para limpieza o mantenimiento.
- d. Tan cerca como sea posible de concentraciones grandes de carga, tales como: tramos verticales, ramales de tubería, válvulas motorizadas o bien válvulas pesadas y recipientes menores, tales como separadores, colabores.

D.3.2. Espaciamientos de soportes

La localización de los soportes depende del tamaño de la tubería, configuración de la misma, localización de las válvulas y accesorios y de la estructura disponible para el soporte de tuberías.

En un tendido de tubería horizontal, sencillo, en campo abierto, el espaciamiento de soportes depende únicamente de la resistencia del tubo.

Dentro de los límites de una unidad de proceso, por otra parte, el espaciamiento de soportes está determinado mayormente por el espaciamiento de columnas convenientemente ubicadas.

Comúnmente el espaciamiento o tramo entre pórticos de un puente de tubería se determinará con base en la tubería más débil. Las líneas de diámetro pequeños pueden apuntalarse a lo largo de extensas luces proveyéndolas de soportes intermedios, sujetos a las tuberías adyacentes más grandes; un grupo de tales líneas pueden también atarse juntas, de manera tal que aumente la inercia combinada. Algunas veces, sin embargo, la solución más práctica es, simplemente, incrementar el diámetro del tubo hasta el punto que sea auto soportante a lo largo de la luz requerida.

Las luces permisibles para líneas horizontales están principalmente limitadas por los esfuerzos longitudinales que deben mantenerse dentro de los límites o, en algunos casos, por la máxima deflexión. De igual manera, en otros casos especiales, puede limitarse la luz para controlar la frecuencia sónica natural de las líneas, de manera de evitar vibraciones indeseables.

El máximo espacio sugerido entre soportes, se encuentra listado en la tabla 10. Este espaciado se basa sobre un esfuerzo de torsión y cortante combinado de 1500 Psi (10.34 MPa), cuando la tubería está llena de agua y se permite una

deflexión entre soportes de 1/10" (2.54 mm). Estos no se aplican cuando existen pesos concentrados tales como presencia de válvulas y otros accesorios pesados o cuando ocurran cambios de dirección en el sistema de tuberías.

En caso que se presenten cargas concentradas, los soportes deberían estar puestos tan cerca como sea posible a la carga, con la intención de mantener el esfuerzo flexionante al mínimo.

En la práctica, un soporte debería ser colocado inmediatamente después de cualquier cambio de dirección en la tubería.

Por economía de los soportes de sistemas de baja presión y temperatura y largas líneas externas de transmisión, la distancia entre soportes se puede basar sobre el esfuerzo total permisible de la tubería y la cantidad de deflexión permisible entre soportes.

Tabla D.3.1 Espaciado Sugerido entre Soportes

φ Exterior Tubería	Pulg	1	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4
	mm	25.4	38.1	50.8	63.5	76.5	88.9	101.6
Espaciado Soportes	Pies	7	9	10	11	12	13	14
	m	2.134	2.743	3.048	3.353	3.658	3.962	4.267
φ Exterior Tubería	Pulg	5	6	8	10	12	14	16
	mm	127	152.4	203.2	254	304.8	355.6	406.4
Espaciado Soportes	Pies	16	17	19	22	23	25	27
	m	4.877	5.182	5.791	6.706	7.01	7.62	8.23

D.3.3. Selección de soportes

La selección del tipo de soporte apropiado para cualquier aplicación dada, es gobernada por la configuración en particular de la tubería y las condiciones de operación. Si se encuentran colocados por encima se denominan colgadores y, si están por debajo se denominan soportes. Los colgadores o soportes a su vez se clasifican en:

D.3.3.1. Flexibles

Cuando una tubería lineal se defleca verticalmente como resultado de la expansión térmica, es necesario proveer soportes flexibles. Estos aplican la fuerza soportante aunque la expansión y contracción ciclen al sistema.

Los soportes flexibles se subdividen en dos tipos: de carga constante y de carga variable.

a. Carga constante

Los soportes flexibles de carga constante, proveen una fuerza constante de apoyo, aunque el mismo esté al máximo rango de la expansión y contracción vertical. Esto es logrado con el uso de un resorte helicoidal trabajando en conjunto con un codo de palanca, de tal manera que la fuerza del resorte, multiplicada por la distancia del brazo pivote se iguale siempre a la carga de la tubería multiplicada por la distancia a la palanca pivote.

Debido a que su efecto de soporte es constante, éstos son usados donde se desea prevenir transferencia de cargas de peso a equipos conectados o

a soportes adyacentes. En consecuencia, generalmente se usan para soportar sistemas de tuberías críticas.

b. Carga variable

Los soportes flexibles de carga variable son usados para tuberías sujetas a movimientos verticales donde los soportes flexibles de carga constante no son requeridos. La característica inherente de un soporte de carga variable es que la fuerza soportadora varía con la deflexión del resorte y con la escala del mismo, por lo tanto, la expansión vertical de la tubería causa una correspondiente tracción o compresión en el resorte y causará un cambio en el efecto de sustentación actual del soporte.

La variación de la carga es igual al producto de la deflexión vertical y la constante del resorte. Puesto que el peso de la tubería es el mismo durante cualquier condición, en frío o en operación, la variación en la carga conlleva a la transferencia del peso de la tubería a equipos y soportes adyacentes y por consecuencia se generan esfuerzos adicionales en el sistema de tuberías. Cuando un soporte flexible de carga variable es usado, el efecto de esta variación debe ser considerado.

Los soportes flexibles de carga variable son para uso general, sobre sistemas de tuberías no críticas y donde el movimiento vertical es de pequeña magnitud con respecto a la criticidad del sistema. Se considera práctico limitar la variación de la fuerza sustentadora a un 25% para sistemas críticos sobre tuberías horizontales.

D.3.3.2. Rígidos

Los soportes rígidos son normalmente usados en puntos donde no ocurren movimientos verticales de la tubería.

Las consideraciones de diseño para un soporte rígido son: la temperatura de la tubería, para seleccionar el material de la abrazadera y la carga para seleccionar los componentes adecuados para el peso de la tubería implicada.

El material de la abrazadera de la tubería es usualmente acero al carbono para temperaturas de hasta 750°F (398.89°C), acero aleado para temperaturas superiores a 750°F (398.89°C) o hierro forjado para temperaturas de hasta 450°F (232.22°C).

Para sistemas de tuberías de baja temperatura de operación, donde la expansión vertical no es considerada, los componentes de ensamblaje del soporte son seleccionados y diseñados sobre el cálculo básico de resistencia de materiales o cargas aproximadas.

En algunas instancias, el soporte rígido además de ser usado como soporte del peso de la tubería, es también adecuado como una restricción del movimiento vertical de la tubería. En estos casos el ingeniero debe ejecutar con sumo cuidado la localización de los soportes rígidos y la carga de diseño que se use para seleccionar los componentes adecuados.

La instalación indiscriminada de un artefacto restrictor sobre un sistema de tubería, podría alterar los esfuerzos y reacciones en la tubería de manera severa, cambiando el diseño del sistema a uno en el cual se exceden los límites de un buen diseño. Es por ello que se deben revisar los valores generados por la

instalación de estos soportes durante el cálculo de los esfuerzos y reacciones, para que no sobrepasen los permisibles recomendados por los códigos ANSI/ASME para el diseño de tuberías.

D.3.4. Restricciones

Se usan para restringir o limitar el movimiento de sistemas de tuberías debido a expansión térmica.

Las restricciones se clasifican en:

- a. Anclajes: Para fijar completamente la tubería en ciertos puntos.
- b. Topes: Para prevenir el movimiento longitudinal de la tubería permitiéndole rotar.
- c. Guías: Para permitir desplazamientos en una dirección específica.
- d. Amortiguadores: Para limitar el movimiento de la tubería debido a fuerzas diferentes al peso y a la expansión térmica.
- e. Clasificación de los Amortiguadores o Snubbers:
- f. Controladores de vibraciones: Para prevenir o disminuir vibraciones.
- g. Amortiguadores hidráulicos o mecánicos: Para suprimir el movimiento debido a terremotos, golpes de ariete, sin restringir la expansión térmica.

D.4. Filosofía del Análisis de Esfuerzos de Tuberías.

Para diseñar un apropiado sistema de bombeo, los ingenieros deben entender el comportamiento de una tubería bajo carga o en condiciones de operación y también comprender los códigos de diseños y estándares adecuadamente.

El comportamiento de los sistemas de bombeo es normalmente descrito por factores como el movimiento /desplazamiento, aceleración, estrés, fuerzas y momentos.

Realizar los análisis de estrés en los sistemas de bombeo es realizado debido principalmente por razones de seguridad. Generalmente, el propósito de un análisis de flexibilidad es por:

- Calcular el estrés dentro del sistema de tubería y validar si excede la tensión del código o no.
- Calcular las fuerzas y momentos en las boquillas de los equipos conectados a la tubería como tanques, bombas, compresores, etc., y luego comparar el valor obtenido con las cargas aceptables.
- Calcular el desplazamiento máximo de la tubería para comprobar si el movimiento causa interferencia o no.
- Resolver análisis dinámicos de vibración de equipo, forja, movimientos sísmicos, etc.
- Optimizar el arreglo general y el layout de la tubería.

La flexibilidad de un sistema de bombeo debe ser suficiente para tener libre movimiento de la tubería bajo expansión o contracción térmica, o movimientos de los soportes y puntos terminales, por lo tanto no producirá los siguientes impactos:

- Falla de la tubería o los soportes por sobre estrés o fatiga.
- Fugas en las juntas
- Acentos perjudiciales o distorsión en la tubería o en el equipo unido a ella (bombas, navíos o válvulas por ejemplo) siendo resultado de empujes excesivos o momentos en la tubería.

La flexibilidad denota la medición de la presencia de necesaria longitud de tubería en la dirección apropiada. En conclusión, el propósito de un análisis de flexibilidad es generar un layout de tubería que no cause ni estrés excesivo ni excesivas reacciones en las terminaciones. Para alcanzar esto, el layout no debe ser rígido (stiff). De todas maneras, un sistema con excesiva flexibilidad también no es deseable porque este requiere exceso de materiales, susceptible a la excitación sísmica, bajas frecuencias naturales e incrementar el costo inicial. Por ejemplo, mayor longitud con muchos codos incrementa las caídas de presión, con un inevitable incremento del costo operacional.

Cuando se analiza la mecánica de las tuberías, los siguientes parámetros deben ser considerados:

- a. El código apropiado que aplique para el sistema. El código delimitará los esfuerzos permisibles.
- b. La presión y la temperatura (de operación y de diseño)
- c. Tipo de material
- d. Tamaño de la tubería y espesor de la pared del material
- e. Geometría de la tubería incluyendo movimientos de anclajes y restricciones.
- f. Limitaciones por fuerzas y momentos en boquillas de equipos determinados por las normas NEMA SM 23, API 617, API 610, WRC 107, o el fabricante del equipo.
- g. Cargas afectando la tubería del sistema deberían ser determinadas primero como casos de carga básicos; ejemplo cargas estáticas (efecto del peso, expansión u contracción térmica, efectos de los soportes, movimientos de anclajes y terminales, cargas de presión internas o externas y cargas dinámicas (fuerzas de impacto, vientos, sísmica, vibración y cargas de descarga).

En un sistema de tubería, estos criterios deben ser considerados y satisfechos como mínimo.

ANEXO E
TUBERÍAS INDUSTRIALES,
VÁLVULAS Y ACCESORIOS

E.1. Tuberías Industriales

Es de gran importancia aclarar la diferencia que existe entre los términos “tubería” y “tubo”, pues comúnmente son confundidos. La Tuberías corresponde al conjunto conformado por el tubo, los accesorios, las válvulas, etc; encargados de transportar los gases o líquidos que así lo necesitan. Mientras que Tubo es aquel producto tubular con dimensiones ya definidas y de material de uso común.

Las tuberías con destinación industrial tienen una muy amplia aplicación, pues es por medio de ellas que se transportan todos los fluidos (gases, mezclas, líquidos, etc) para optimizar y no limitar los procesos industriales.

Existen tubos con costura y sin costura, la diferencia entre ellos radica en el modo de fabricación. Los primeros basan su manufactura en la soldadura, mientras los segundos no.

E.1.1. Modo de Especificación

La denominación o especificación de una tubería es parte fundamental al momento de realizar la lista de materiales. Dentro de la denominación de una tubería se deben tener en cuenta los parámetros que se enuncian a continuación:

- *Diámetro*: Diámetro nominal de la tubería en pulgadas.
- *Costura*: Básicamente existen dos grandes tipos: SMLS (Tubería sin costura), Welded (Tubería con costura).

- *Schedule*: Determina los espesores de pared estándar de una tubería de acuerdo con la Asociación Americana de Estándares ASTM.
- *Material*: Material de la tubería. Ej. ASTM A 106 gr. B

Ejemplo de especificación de una tubería:

Tubería 3"φ, con costura (Welded), Sch 80, extremos para soldadura a tope (BW), según ASTM A120, galvanizada.

E.1.2. Procesos de Manufactura

En la industria existen varios tipos de acabados de tubos utilizados para la instalación de sistemas. Comúnmente, o en su mayoría, los tubos de acero que se fabrican son del tipo sin costura (sin soldadura lateral), los cuales se manufacturan por medio de perforación y forja, torneado y calibración del hueco. Los tubos con costura (producidos por soldadura) se fabrican por soldadura de arco sumergido, por soldadura por resistencia eléctrica y por soldadura eléctrica por fusión.

E.2. Válvulas

Las válvulas son usadas en un sistema de tubería para alcanzar lo siguiente:

- (1) Para detener o comenzar el flujo de fluidos; los ejemplos son: compuerta, pistón (macho), bola o mariposa.
- (2) Para regular flujo; los ejemplos son: globo, Angulo, aguja, y mariposa.
- (3) Para prevenir el retorno del flujo; los ejemplos son: cheques.
- (4) Para regular presión; un ejemplo es el regulador de presión.

(5) Para relevar presión; Los ejemplos son: las válvulas de seguridad de resorte o válvulas pop, las válvulas de alivio.

En general, los análisis preliminares de esfuerzos en tuberías se sacan con el peso aproximado. Las válvulas requieren soporte rígido próximo al centro de gravedad. Es aconsejable evitar soportes sobre los actuadores de las válvulas.

E.2.1. Materiales del Cuerpo de la Válvula

Los cuerpos de las válvulas están hechos de latón o bronce principalmente en los tamaños pequeños y para presiones y temperaturas moderadas. El fierro fundido se usa en la mayoría de los servicios; el acero forjado se usa para servicios severos o altas presiones y temperaturas.

E.2.2. Materiales del Mecanismo de la Válvula

Los materiales del mecanismo de la válvula incluyen el anillo del asiento, disco y vástago; los materiales comunes del mecanismo son monel, bronce, estelita, y acero inoxidable.

E.2.3. Selección de Válvulas

La siguiente corta explicación puede ser usada como unos simples lineamientos.

a. Válvulas de bola

En general, válvulas de bola deben ser usados para servicios de tipo on/off. Las válvulas de bola no deben ser usadas para modulación de flujo u

operación de estrangulación. Válvulas de bola en servicio con fluidos inflamables deben tener un diseño a prueba de incendio de acuerdo con los requerimientos ya sea de la norma API 6FA (for trunnion ball valves) o API 607 (for floating ball valves).

b. Válvulas de Mariposa

Las válvulas de mariposa generalmente no deben ser usadas en fluidos producidos en servicio. Válvulas de mariposa deberían ser solamente usadas en servicios dentro de la clase ASME 150, a no ser que no sean requeridas para proporcionar un cierre ajustado.

Válvulas de mariposa de 8" y más grandes son usualmente "gear operated", por debajo de 8" son equipadas con "locking lever".

c. Válvulas de cheque

Las válvulas de cheque no deben ser instaladas en flujo vertical hacia abajo. Para servicios donde haya pulsaciones de gas o de líquido, deben ser usadas válvulas de cheque tipo pistón o una válvula de cheque especial similarmente diseñada a una válvula de succión de un compresor recíprocante. Recientemente, válvulas de cheque tipo "wafer" son frecuentemente más usadas que las de tipo "swing", debido a que se ahorra mayor espacio y son más livianas.

d. Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta son principalmente válvulas de tipo abierto/cerrado que son usadas para propósitos de aislamiento. Válvulas de compuerta deben

ser usadas para pequeños drenajes y válvulas de venteo; donde estas válvulas pueden ser “socket welded” o “seal welded”. Válvulas de compuertas no son recomendadas para propósitos de estrangulamiento.

e. Válvulas de Globo

Válvulas de globo son generalmente usadas para servicios de estrangulamiento, como por ejemplo bypasses alrededor de válvulas de control, en líneas de drenaje y para conexiones de muestreo. La principal ventaja de esta válvula, adicional a su diseño compacto, es su habilidad para ser usada para estrangulamiento y su capacidad de bloqueo “tight”. Válvulas de globo más grandes de 6” deben ser “avoided” excepto en circunstancias especiales.

E.3. Accesorios de Tuberías

Estos son todos aquellos elementos que instalados en conjunto con el tubo, conforman el sistema de tuberías.

En todo sistema de tuberías se hacen presentes los siguientes elementos:

- Codos de 90° (radio corto o radio largo)
- Codos de 45° (radio corto o radio largo)
- Tee rectas o reductoras
- “Y” laterales
- Bridas
- Empacaduras
- Pernos
- Válvulas de todos los tipos.

Es importante saber que cuando se va a realizar la adquisición de los materiales involucrados en el desarrollo de un Proyecto, se cuenta con una amplia gama especificaciones que definen las características del accesorio.

E.3.1. Tipos de Extremos

E.3.1.1. Extremos Roscados

Se usan generalmente en instalaciones de tuberías de 2 ½ pulgadas de diámetro, o menos. Se usa un compuesto (aceite y plomo) en las conexiones roscadas como lubricante y para sellar cualquier irregularidad. La rosca normalizada americana es de dos clases: cónica y paralela.

La rosca cónica, tiene una conicidad de 1/16 por pulgada en las rocas externas o internas. Con esta conicidad se fija la distancia que la tubería entra en el accesorio y se asegura un acoplamiento ajustado. Se identifica esta rosca en los dibujos como NPT y se pueden dibujar con la conicidad o sin ella.

Las roscas paralelas se identifican en los dibujos NPTS y se usan en casos especiales, así como también tienen el mismo número de filetes por pulgada que las cónicas. Se debe suponer que todas las roscas de tubería son cónicas a menos que se especifiquen lo contrario.

E.3.1.2. Extremos Soldados

Se usan cuando las conexiones deben ser permanentes y en líneas de alta presión y temperatura. Otras ventajas sobre los accesorios de bridas o roscados son: las tuberías soldadas son más fáciles de aislar, se pueden colocar más cerca las unas de las otras y pesan menos. Los extremos de la tubería y los accesorios

se biselan para poder acomodar la soldadura. Se pueden usar anillos de empalme cuando la tubería soldada se debe desmontar periódicamente.

E.3.1.3. Extremos Bridados

Proporcionan una forma rápida de desarmar tuberías. Las bridas se unen a los extremos de las tuberías por medio de soldadura, rosca o solapándolas. Las caras de las bridas se acoplan entonces por medio de pernos, cuyo tamaño y espaciamiento se determina por el tamaño y presión de trabajo de acoplamiento.

E.3.2. Codos

Normalmente, para realizar la denominación de los codos se tienen en cuenta los siguientes aspectos: Angulo, Diámetro, Tipo de Radio. (Sch o Rating), Extremos, Material.

- *Angulo*: Angulo de giro para el Fluido. Ej. 90°.
- *Diámetro*: Diámetro nominal del codo. Ej. 2"φ.
- *Tipo de Radio*: Radio Largo o Radio Corto (no usado en Refinerías).
- *Sch*: Schedule del codo el cual determina el espesor de pared y solo se especifica para codos de diámetro mayor de 2"φ. Ej. Sch40.
- *Rating*: Presión nominal del codo. Solo se especifica para codos de diámetro menor o igual a 2"φ. Ej. 3000#
- *Extremos*: Extremos soldados, bridados o Roscados.
- *Material*: Material de codo. Ej. ASTM A105.

Ejemplo de especificación de un Codo:

Codo 90° ¾"φ, Radio largo, 6000#, extremos bridados, según ASTM A105.

E.3.3. Tee Recta

Para realizar la denominación de una Tee recta se tienen en cuenta los siguientes aspectos: Diámetro, (Sch o Rating), Extremos, Material.

- *Diámetro:* Diámetro nominal de la Tee. Ej. 2"φ.
- *Sch:* Determina el espesor de pared y solo se especifica para tee de diámetro mayor de 2"φ.
- *Rating:* Presión nominal de la Tee. Solo se especifica para tee de diámetro menor o igual a 2"φ.
- *Extremos:* Extremos soldados, bridados o Roscados.
- *Material:* Material de codo. Ej. ASTM A105.

Ejemplo de especificación de una Tee recta:

Tee recta 4"φ, Sch 40, extremos bridados, según ASTM A234 gr.

E.3.4. Tee Reductora

Para realizar la denominación de una Tee reductora se tienen en cuenta los siguientes aspectos: Diámetro, (Sch o Rating), Extremos, Material.

- *Diámetro:* Diámetro nominal de la Tee y del ramal. Ej. 4"φx4"φx2"φ.
- *Sch:* Schedule de la Tee (solo para tee de diámetro mayor de 2"φ)
- *Rating:* Rating de la Tee (solo pata tee de diámetro menor o igual a 2"φ)
- *Extremos:* Extremos soldados, bridados o Roscados.

- *Material:* Material de codo. Ej. ASTM A105.

Ejemplo de especificación de una Tee reductora:

Tee reductora de 4"φx4"φx3"φ, Sch 40, extremos bridados, según ASTM A234 gr.

E.3.5. Reducciones

Para realizar la denominación de una reducción se tienen en cuenta los siguientes aspectos: Tipo, diámetros, extremos, (Sch o Rating), Material.

- *Tipo:* Excéntrica o Concéntrica
- *Diámetro:* Diámetros nominales de la reducción. Ej. 8"φx6"φ.
- *Sch:* Schedule de la Tee (solo para tee de diámetro mayor de 2"φ)
- *Rating:* Rating de la Tee (solo pata tee de diámetro menor o igual a 2"φ)
- *Extremos:* Extremos para encastrar (SW), Biselados (BW), Roscados (THHD).
- *Material:* Material de codo. Ej. ASTM A105.

Ejemplo de especificación de una Tee recta:

Reducción excéntrica 2"φx1"φ, extremos para encastrar (SW), 3000#, según ASTM A105.

E.3.6. Bridas

Son accesorios para conectar tuberías con equipos (Bombas, intercambiadores de calor, calderas, tanques, etc.) o accesorios (codos, válvulas, etc.). La unión se

hace por medio de dos bridas, en la cual una de ellas pertenece a la tubería y la otra al equipo o accesorio a ser conectado. La ventajas de las uniones bridadas radica en el hecho de que por estar unidas por espárragos, permite el rápido montaje y desmontaje a objeto de realizar reparaciones o mantenimiento.

Estas se clasifican en:

- Brida con cuello para soldar.
- Brida deslizante.
- Brida roscada.
- Brida loca con tubo rebordeado.
- Brida ciega.
- Brida con boquilla para soldar.
- Brida de reducción.
- Brida orificio.
- Brida de cuello largo para soldar.

Tabla E.3.1 Plantilla de catalogación de las Bridas

INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN
<i>Tipo de Brida</i>	Las Bridas pueden ser: WN, SW, SLIP-ON, Roscada, Blind, Reductora, LWN y Orificio.
<i>Tipo de cara de junta</i>	Los tipos de cara de junta pueden ser: FF, RF, RTJ.
<i>Tamaño</i>	Se refiere al diámetro nominal del tubo que va a ser empalmado con la brida.
<i>Clase o Rating</i>	Es la relación Presión-Temperatura (125, 150, 250, 300, 600, 900, 1500 Lbs).
<i>Schedule</i>	Se refiere al del tubo que va a ser unido a la brida. Aplica para Bridas WN, SW o Reductoras.
<i>Material</i>	Se debe indicar la norma de fabricación de la Brida.

ANEXO F
ENCUESTA APLICADA A LOS
ESTUDIANTES

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?						
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?						
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?						
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?						
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?						
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?						
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?						
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?						
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?						

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?		X				
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?		X				
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?	X					

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?		X				
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?	X					

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			X			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?	X					

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?		X				
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?		X				
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?	X					

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?		X				
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?		X				
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?	X					

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE / SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?					X	
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?	X					

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?		X				
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?	X					

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?	X					
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitarían su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?	X					

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.
 - Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
 - Divertidos
 - Me hacen pensar
 - Me permiten ver otros puntos de vista
 - Me llevan tiempo pero merecen la pena
 - Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?			X			
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?		X				
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?		X				
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?		X				
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?		X				

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			X			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?		X				

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.
 - Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
 - Divertidos
 - Me hacen pensar
 - Me permiten ver otros puntos de vista
 - Me llevan tiempo pero merecen la pena
 - Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	P					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?		X				
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?	X					
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?		X				
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?		X				
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?		X				

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCASIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			X			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		X				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?		X				
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?		X				

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?		X				
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?		X				

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		✓				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	✓					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?			✓			
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				✓		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		✓				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	✓					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	✓					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	✓					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?		✓				

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE / SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X Si				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	Si					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	Si					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			Si			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	Si					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	Si					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	Si					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	Si					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?		Si				

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			X			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?		X				

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

- ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.
 - Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
 - Divertidos
 - Me hacen pensar
 - Me permiten ver otros puntos de vista
 - Me llevan tiempo pero merecen la pena
 - Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				X		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?		X				
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asodaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?		X				

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?						
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			X			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		X				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?			X			
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?		X				

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				X		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?		X				
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCASIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	✓					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	✓					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		✓				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?	✓					
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	✓					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?		✓				
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	✓					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		✓				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			✓			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				X		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.
 - Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
 - Divertidos
 - Me hacen pensar
 - Me permiten ver otros puntos de vista
 - Me llevan tiempo pero merecen la pena
 - Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				X		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				X		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		X				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCASIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?		X				
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				X		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		X				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.
 - Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
 - Divertidos
 - Me hacen pensar
 - Me permiten ver otros puntos de vista
 - Me llevan tiempo pero merecen la pena
 - Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NUNCA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			X			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?		X				
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tercera opción: encuesta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		✓				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?		✓				
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?			✓			
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?	✓					
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		✓				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?			✓			
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?		✓				
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?			✓			
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			✓			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.
 - Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
 - Divertidos
 - Me hacen pensar
 - Me permiten ver otros puntos de vista
 - Me llevan tiempo pero merecen la pena
 - Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?			X			
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?		X				
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				X		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		X				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE / SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				X		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitarían su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			X			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS/
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			X			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			X			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?		X				
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				X		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				X		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?						
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?		X				
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.
 - Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
 - Divertidos
 - Me hacen pensar
 - Me permiten ver otros puntos de vista
 - Me llevan tiempo pero merecen la pena
 - Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			X			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		X				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?		X				
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?			X			

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.
 - Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
 - Divertidos
 - Me hacen pensar
 - Me permiten ver otros puntos de vista
 - Me llevan tiempo pero merecen la pena
 - Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		✓				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	✓					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	✓					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				✓		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		✓				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?		✓				
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	✓					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		✓				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?				✓		

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				X		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		X				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?				X		

*Facilitar el software para el desarrollo del proyecto final de la materia
SIST. DE TRAMP. Y APROV. DE FUJICO) "STAF"*

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	✓					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	✓					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	✓					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				✓		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	✓					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	✓					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	✓					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		✓				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?				✓		

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	✓					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	✓					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	✓					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				✓		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	✓					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	✓					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	✓					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		✓				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?				✓		

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		X				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?			X			
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?	X					
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			X			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		X				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?		X				
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?				X		

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			X			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		X				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?				X		

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.
 - Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
 - Divertidos
 - Me hacen pensar
 - Me permiten ver otros puntos de vista
 - Me llevan tiempo pero merecen la pena
 - Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS/
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?			X			
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?			X			
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				X		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?				X		

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?		✓				
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	✓					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		✓				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?			✓			
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		✓				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	✓					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	✓					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?		✓				
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?					✓	

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	x					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?		x				
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		x				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				x		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?		x				
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	x					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	x					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	x					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?					x	

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

- Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema
- Divertidos
- Me hacen pensar
- Me permiten ver otros puntos de vista
- Me llevan tiempo pero merecen la pena
- Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	<input checked="" type="checkbox"/>					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	<input checked="" type="checkbox"/>					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		<input checked="" type="checkbox"/>				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?				<input checked="" type="checkbox"/>		
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	<input checked="" type="checkbox"/>					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	<input checked="" type="checkbox"/>					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	<input checked="" type="checkbox"/>					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	<input checked="" type="checkbox"/>					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?					<input checked="" type="checkbox"/>	

Tu opinión cuenta

Por favor, dedica unos minutos a completar este pequeño cuestionario. La información que nos proporciones será utilizada para conocer el nivel de satisfacción de los alumnos con la aplicación presentada para la asignatura en cuestión.

Tus respuestas serán tratadas de forma confidencial. Este cuestionario dura aproximadamente cinco [5] minutos.

1. ¿Qué piensa del contenido y los temas dados en esta aplicación? Selecciona tantas opciones como consideres oportunas.

Interesantes: Me hacen querer saber más sobre el tema

Divertidos

Me hacen pensar

Me permiten ver otros puntos de vista

Me llevan tiempo pero merecen la pena

Ninguno de los anteriores

	TOTALMENTE /SIEMPRE	BASTANTE FRECUENTEMENTE	MEDIANAMENTE OCACIONALMENTE	POCO CASI NUNCA	NADA NUNCA	NS
2. Existe relación entre los conceptos teóricos a desarrollar y las prácticas propuestas?	X					
3. La aplicación de este software permite ilustrar temas vinculados de la carrera con ejemplos reales?	X					
4. El uso de estas aplicaciones establece conexiones entre esta asignatura y otras asignaturas afines de la carrera?		X				
5. La universidad realiza programas de orientación profesional para el alumno?		X				
6. El uso de estas aplicaciones ha aumentado su interés en la materia?	X					
7. Este tipo de herramientas de apoyo aplicadas a la enseñanza están orientadas a la mejora del aprendizaje?	X					
8. Aprender herramientas computacionales durante la academia facilitaría su inserción al mundo laboral cuando sea egresado?	X					
9. Las prácticas presentadas son adecuadas con los objetivos del Programa Formativo?	X					
10. Se realizan acuerdos y relaciones con asociaciones o empresas, que aporten al Programa Formativo con la sociedad?						X

ANEXO G
GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANSI: Instituto Nacional Americano de Estándares.

ASME: Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

API: Instituto Americano del Petróleo.

ANSI B31.4: Sistema de Transporte de HC líquidos y gases licuados del petróleo amoniacos anhídridos y alcoholes.

Abrazadera: Un artificio proyectado primeramente para resistir desplazamiento de la tubería debido a la acción de cualesquier otras fuerzas que las debidas a la expansión térmica o gravedad. Notar que con esta definición, un artificio de amortiguamiento se clasifica como un tipo de abrazadera.

Anclaje: Un empotramiento rígido que provee sustancialmente completa fijación para las tres traslaciones y rotaciones sobre los tres ejes de referencia. Se asume un gran número en el orden de 1000 libras/pulg para el atiesamiento translacional en los programas de computación digital para simular le fijación. Los detalles de un anclaje estructural se pueden obtener de cada uno de los estándares de las compañías de soportes de tubería.

Anclaje Direccional: Es una estructura que restringe el movimiento axial de una tubería dentro de un rango determinado.

Artificio de amortiguamiento: Un amortiguador u otro artefacto de fricción que incrementa el amortiguamiento de un sistema, ofreciendo alta resistencia contra desplazamientos rápidos causados por cargas dinámicas mientras que permiten esencialmente libre movimiento bajo desplazamientos aplicados muy gradualmente (por ejemplo, amortiguador).

Bases de diseño: Es toda la información requerida para el desarrollo adecuado del proyecto.

Cargas Dinámicas: Son aquellas cargas que varían con el tiempo, ejemplo: cargas de viento, terremoto, etc.

Cargas Sostenidas: Son aquellas cargas que después de la deformación del material al que están aplicadas, permanecen constantes. Ejemplo: cargas por peso.

Caudal: Expresado en litros por minuto (l/min) o en metros cúbicos por hora (m^3/hr), el caudal es una medida del volumen de agua que se desplaza a través de un tubo o componente de aspersor a lo largo de un período de tiempo específico.

Colgante: Un soporte por medio de la cual una tubería está suspendida de una estructura.

Conexiones: Tes, bridas, reducciones, codos, etc.

Contratista: Persona física o moral que celebra contratos de Obra Pública.

Corrosión: Es el proceso de naturaleza electroquímica, por medio del cual los metales refinados tienden a formar compuestos (óxidos, hidróxidos, etc.) termodinámicamente estables debido a la interacción con el medio.

Esfuerzo: Es la fuerza resultante en un cuerpo provocada por fuerzas externas, que un cuerpo soporta en su forma y tamaño. Indistintamente se le llama esfuerzo o esfuerzo unitario y se expresa en kg/cm^2 o $lb/pulg^2$.

Fijación: Cualquier artificio que previene, resiste o limita el libre movimiento de la tubería.

Gravedad API: La escala utilizada por el Instituto Americano del Petróleo para expresar la gravedad específica de los aceites.

Gravedad Específica: La relación de la densidad de una sustancia a determinada temperatura con la densidad de agua a 4 °C.

Guías: Son estructuras que dirigen el movimiento de una tubería en la dirección que se desea. Las formas y tamaños de las guías varían mucho. Estas estructuras pueden estar ligadas a otros tipos de soportes de tuberías como las zapatas.

Hidrocarburo: Cualquier compuesto o mezcla de compuestos, sólido, líquido o gas que contiene carbono e hidrógeno (por ejemplo: carbón, aceite crudo y gas natural).

Lazo de Expansión: Es una configuración geométrica determinada de un segmento de tubería que permite que ésta se expanda con una disminución considerable de los esfuerzos.

Limitador: Un artefacto que permite la rotación pero previene el movimiento de traslación en al menos una dirección a lo largo de cualquier eje. Si la prevención es en ambas direcciones a lo largo de un eje, se debe usar el término de limitador de doble acción. El limitador se conoce también como parachoques.

Limitador de dos ejes: Un artefacto que previene el movimiento de traslación en una dirección a lo largo de dos ejes.

Presión de diseño: Es la presión Máxima a la que se puede operar el ducto suponiendo que no contiene defecto alguno. Es la presión que produciría un esfuerzo igual al esfuerzo de cadencia de fabricación, multiplicado por un factor de seguridad.

Presión de operación: Es la presión a la cual se opera el ducto en condiciones normales y estables.

Rating: Clasificación.

Soporte: Artefacto usado específicamente para sostener una porción del peso del sistema de tubería mas cualesquiera cargas verticales sobrepuestas.

Soporte de esfuerzo constante: Un soporte capaz de aplicar un fuerza relativamente constante en cualquier desplazamiento dentro de un rango de operación útil (por ejemplo, contrapeso o artefacto con resorte compensante).

Soporte elástico: Un soporte que incluye uno o más miembros fuertemente elásticos (resortes).

Soporte portador o deslizante: Un artificio que provee soporte debajo de la tubería pero no oponiendo otra resistencia que la fricción al movimiento horizontal.

Soporte rígido (solido): Un soporte que provee fijación en al menos una dirección, la cual sea comparable a la de la tubería.

Temperatura de Diseño: Es la temperatura esperada en el ducto, bajo las condiciones de operación máxima extraordinaria y que puede ser igual o mayor a la temperatura de operación.

Temperatura de Operación: Es la temperatura máxima del ducto en condiciones normales de operación.

Tope limite: Un artefacto que restringe el movimiento translacional a una limitada cantidad a lo largo de un eje definido. Paralelamente se pueden colocar topes de doble acción, topes límites de dos ejes y similares.

Tubería: Componente de diferentes materiales que se utilizan dentro de un sistema de ductos.

Tubo: Porción cilíndrica que se utiliza estructuralmente o como parte de un sistema de conducción

Zapata: Consiste en una estructura metálica vertical soldada a una tubería y otra horizontal que se asienta sobre la viga o arreglo en el que la tubería se apoya. Su función es permitir que la tubería se desplace a causa de la expansión térmica sin sufrir efectos de fricción.