



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Auditoria del Sistema de Generación y Distribución de Vapor de una Planta de Elaborado de Café y Selección de un Sistema de Vapor por el Incremento de Nuevas Líneas de Procesos"

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

INGENIEROS MECÁNICOS

Presentada por:

Alcides Joffre Bayas Medina
Rubén Geovanny Ochoa Castro

GUAYAQUIL-ECUADOR

AÑO: 2014

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a mi Familia, mi Director de Tesis Ing. Ernesto Martínez y a todas las personas que ayudaron en la elaboración de esta tesis.

Alcides Joffre Bayas Medina

Quiero expresar mi agradecimiento a mi Familia, mi Director de Tesis Ing. Ernesto Martínez y a todas las personas que ayudaron en la elaboración de esta tesis.

Rubén Geovanny Ochoa Castro

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, ya que sin su apoyo y fe en mí, nada de esto hubiera sido posible.

Alcides Joffre Bayas Medina

Dedico esta tesis a mi familia, ya que sin su apoyo y fe en mí, nada de esto hubiera sido posible.

Rubén Geovanny Ochoa Castro

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Kleber Barcia V., Ph.D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR

Ing. Gonzalo Zabala O.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Alcides Joffre Bayas Medina

Rubén Geovanny Ochoa Castro

RESUMEN

La presente tesis de grado es una auditoria del sistema de generación y distribución de vapor de una planta de elaborado de café y selección de un sistema de vapor por el incremento de nuevas líneas de procesos, la planta se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil.

El objetivo de este trabajo fue determinar la cantidad total de vapor que consume la planta, la cual se encuentra dividida en tres áreas principales, planta soluble, planta batch y planta continua y calcular la cantidad de perdidas por fugas y aislamiento en mal estado.

En la primera parte de la tesis se realizo el levantamiento de todas las líneas que se encuentran en el área de calderos, planta soluble, planta batch y planta continua, con esta información se elaboraron planos PID. Seguido al levantamiento se determino de manera teórica los flujos de vapor en cada línea. Con el cálculo de todos los flujos de vapor, se logro saber la cantidad de vapor que consume cada parte de la planta, versus la cantidad de vapor que generan los 6 calderos y se encontró que la demanda actual de vapor de toda la planta es de 97,6% de la producción de todos los calderos. Además se realizó una evaluación de pérdidas por fugas y aislamientos.

En la segunda parte de la tesis, se hizo la selección de un nuevo caldero y dimensionamiento de las tuberías, que se necesitan para cubrir la demanda de vapor de la nueva línea de extracción de la planta soluble; esta nueva línea va a tener un incremento de vapor del 19,6% a la producción actual, motivo por el cual se hace la adición de la nueva caldera. Por último se realizó el análisis económico y el plan de mejora. Para esto se hizo el redimensionamiento de una línea de vapor en la planta soluble y se obtuvo el costo de su construcción. Además se determinó el costo por arreglo de aislamiento y fugas, costos por nueva línea de distribución de vapor. y se encontró que el retorno de la inversión por realizar todas las modificaciones y reparaciones va a ser en 4 meses.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICES DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE PLANOS.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. PRINCIPIOS BÁSICOS DE VAPOR.....	3
1.1. Generación.....	3
1.2. Distribución.....	9
1.3. Transporte.....	13
1.4. Condensado.....	15
CAPÍTULO 2	
2. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SISTEMA ACTUAL.....	26
2.1. Descripción General de la Planta.....	26
2.2. Sistema de Generación de Vapor.....	37

2.2.1. Tipos de Calderas instaladas y características.....	37
2.2.2. Levantamiento de la red actual de distribución.....	40
2.2.3. Determinación de las necesidades y consumos reales de vapor	52
2.3. Análisis de pérdidas por Fugas y Aislamiento.....	91

CAPÍTULO 3

3. SELECCIÓN DE UNA NUEVA CALDERA.....	123
3.1. Balance Térmico.....	123
3.1.1. Requerimiento de vapor para los nuevos procesos... ..	124
3.2. Selección de Caldera a utilizarse.....	124
3.3. Demanda de agua en las calderas.....	125
3.4. Capacidad y dimensión del tanque de agua de alimentación.....	126
3.5. Calculo y dimensionamiento de la chimenea.....	128

CAPÍTULO 4

4. DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE TUBERÍA Y TRAMPAS DE VAPOR.....	132
4.1. Dimensionamiento de tuberías de vapor.....	132
4.2. Método de cálculo según norma ASME B31.1.....	140
4.3. Dimensionamiento de tuberías de retorno de condensados.....	142
4.4. Dimensionamiento de aislamiento en líneas de vapor	

y retorno de condensado..... 148

4.5. Selección y Distribución de trampas de vapor..... 150

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS ECONÓMICO..... 155

5.1. Plan de Mejora..... 155

5.1.1. Planos de nueva red de distribución de vapor..... 155

5.1.2. Diagrama de Gantt..... 158

5.2. Costo General de la Optimización del Sistema Actual..... 162

5.3. Costo de la Nueva Red de Distribución de Vapor..... 173

5.4. Ahorro Económico y Tiempo de Retorno de la Inversión..... 193

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 204

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

psi	Libra por pulgada Cuadrada
Bar	Unidad de presión
mm	milímetro
hrs	Horas
km	Kilometro
km/h	Kilómetros por hora
millitorr	Unidad de presión
BHP	Caballos de fuerza de calderas
psig	Libra por pulgada Cuadrada manométrica
lb.	Libra
lb/h	Libras por hora
pulg	Pulgada
pie	pie
min	minuto
pie/min	pie por minuto
Le	Longitud equivalente
kg/m ³	Kilogramo por metro cubico
N/A	No aplica
d	Diámetro del orificio
c	Presión vapor absoluta
MPa	Mega Pascales
Mpag	Mega Pascales manométricos
W/mk	vatio / metro × kelvin
gpm	Galones por minutos
kcal	Kilo calorías
kcal/h	Kilo calorías por hora
Un	Unidad
eq	equivalente
ml	metro lineal
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
ASTM	Sociedad Americana de Pruebas de Materiales
Ec.	Ecuación

SIMBOLOGÍA

°F	Grados Fahrenheit
°C	Grados Centígrados
\$	Dólar americano
Pa	Pascal
KPa	KiloPascal
kg/s	Kilogramo por segundo
tm	Espesor mínimo requerido de la pared de la tubería
P	Presión interna de diseño (Psig)
SE	Tensión máxima permisible de la tubería
A	Espesor adicional
y	Coeficiente
α	Difusividad térmica
Btu	Unidad térmica Británica
Btu/h	Btu por hora
K ⁻¹	Grados kelvin a la menos 1
π	PI
Pr	número de Prandtl
γ	Viscosidad cinemática m ² /2
K	Conductividad térmica W/mK
β	Coeficiente volumétrico de expansión térmica
°K	grados Kelvin
h	coeficiente de transferencia de calor por convección
T _s	temperatura en la superficie°C
T _∞	temperatura ambiente°C
ϵ	emisividad
σ	constante de Stefan Boltzman
T _{alr}	Temperatura ambiente
T _f	Temperatura media
q'	Flujo de calor
RaD	Número de Rayleigh
NuD	Número de Nusselt
m ² /s	metros cuadrados por segundo
W	Vatio
D	Diámetro
°	Grado

hl	Pérdida de energía debido a la fricción
f	Factor de fricción de Darcy
Re	Número de Reynolds
ρ	Densidad
μ	Viscosidad dinámica
ϵ	Rugosidad
ΔP	Caída de Presión
γ	Peso específico
ϵ_0	Rugosidad inicial
t	Número de años
Q	flujo másico
A	Área
E	Exponente
Kg	Kilogramo
m	metro
%	porcentaje
s	segundo
m/s	metro por segundo
"	pulgada
Hg	Mercurio
L	Longitud
V	Velocidad
g	Gravedad
m^3	metro cubico
m^2	metro cuadrado
n	newton

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Caldera de vapor..... 4
Figura 1.2	Circuito de vapor típico..... 13
Figura 1.3	Reductores concéntricos y excéntrico..... 14
Figura 1.4	Línea con purgador colocado incorrectamente.....18
Figura 1.5	Línea con purgador colocado correctamente.....19
Figura 1.6	Información de una bolsa solida de agua..... 20
Figura 1.7	Fuentes potenciales de posibles golpes de ariete..... 22
Figura 1.8	Colocación de derivaciones en parte inferior..... 24
Figura 1.9	Colocación de derivaciones en parte superior..... 25
Figura 2.1	Planta soluble..... 30
Figura 2.2	Planta batch..... 31
Figura 2.3	Planta continua.....35
Figura 2.4	Vista de uno de los calderos..... 38
Figura 2.5	Caldero Fulton..... 39
Figura 2.6	Caldero Cleaver Brooks..... 40
Figura 2.7	Distribuidor de vapor No.1..... 42
Figura 2.8	Distribuidor de vapor No.2..... 43
Figura 2.9	Distribuidor de vapor No.3..... 45
Figura 2.10	Distribuidor de vapor No.4..... 46
Figura 2.11	Medidor 1..... 48
Figura 2.12	Medidor 2..... 49
Figura 2.13	Medidor 3..... 49
Figura 2.14	Medidor 4..... 50
Figura 2.15	Presión de salida..... 53
Figura 2.16	Hoja de cálculo de densidad y viscosidad..... 60

Figura 2.17	Ubicación de pérdidas en tuberías sin aislar.....	95
Figura 2.18	Tubería sin aislamiento.....	97
Figura 2.19	Ubicación de pérdidas en tubería con aislamiento.....	103
Figura 3.1	Balance térmico.....	123
Figura 3.2	Dimensiones del tanque de almacenamiento de agua.....	127
Figura 3.3	Diámetro de la chimenea.....	129
Figura 3.4	Altura de la chimenea.....	130
Figura 4.1	Modelado nueva línea de extracción.....	138
Figura 4.2	Cantidad de condensado producido.....	142
Figura 4.3	Porcentaje de vapor flash.....	146
Figura 4.4	Dimensionamiento de línea de condensado.....	147
Figura 4.5	Selección de trampas.....	151
Figura 4.6	Trampas TD42L y TD42H.....	152
Figura 4.7	Trampas FT44- FT 46- FT 47.....	154

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Temperatura y presión de operación.....	8
Tabla 2	Tipos de calderas instaladas en la planta.....	38
Tabla 3	Descripción del distribuidor número 1.....	42
Tabla 4	Descripción del distribuidor número 2.....	44
Tabla 5	Descripción del distribuidor número 3.....	45
Tabla 6	Descripción del distribuidor número 4.....	47
Tabla 7	Longitud equivalente.....	54
Tabla 8	Planta soluble diámetros presiones y longitudes de cada línea de vapor en planta soluble.....	55
Tabla 9	Planta soluble, densidades, viscosidades y años de servicio.....	60
Tabla 10	Planta soluble, presiones de salida de líneas secundarias, número de Reynolds, factor de Darcy de líneas principales.....	64
Tabla 11	Presiones de descarga y flujo másico de las líneas de la planta soluble.....	66
Tabla 12	Diámetros presiones y longitudes de cada línea de vapor en planta batch.....	72
Tabla 13	Planta batch, densidades, viscosidades y años de servicio.....	74
Tabla 14	Planta bach, presiones de salida de líneas secundarias, número de Reynolds, factor de Darcy de líneas principales.....	75
Tabla 15	Presiones de descarga, flujo másico de las líneas de la planta batch.....	77
Tabla 16	Diámetros presiones y longitudes de cada línea de vapor en planta continua.....	81
Tabla 17	Planta continua, densidades, viscosidades y años de servicio...	82
Tabla 18	Planta continua, presiones de salida de líneas secundarias y número de Reynolds, factor de Darcy de líneas principales.....	84
Tabla 19	Presiones de descarga, flujo másico de las líneas de la planta continua.....	86
Tabla 20	Consumo total de vapor.....	90
Tabla 21	Consumo continuo de vapor.....	91
Tabla 22	Pérdidas por fugas en planta soluble.....	92
Tabla 23	Temperatura y longitud de tubería sin aislar, planta soluble.....	96
Tabla 24	Viscosidad cinemática, conductividad térmica, número de aislamientos y Prandtl, planta soluble.....	98

Tabla 25	Pérdidas de calor en lb/h, planta soluble.....	101
Tabla 26	Valores de la viscosidad cinemática, conductividad térmica, número de aislamientos y Prandtl, para tubería con aislamiento, planta soluble.....	105
Tabla 27	Pérdidas en tuberías aisladas, planta soluble.....	105
Tabla 28	Perdidas por fugas en planta batch.....	107
Tabla 29	Temperatura y longitud de tubería sin aislar, planta batch.....	108
Tabla 30	Viscosidad cinemática, conductividad térmica, número de Prandtl, planta batch.....	130
Tabla 31	Pérdidas de calor en lb./h, planta batch.....	111
Tabla 32	Valores de la viscosidad cinemática, conductividad térmica, número de aislamientos y Prandtl, para tubería con aislamiento, planta batch.....	112
Tabla 33	Pérdidas en tuberías aisladas, planta batch.....	113
Tabla 34	Pérdidas por fugas en planta continua.....	115
Tabla 35	Temperatura y longitud de tubería sin aislar, planta continua...	116
Tabla 36	Viscosidad cinemática, conductividad térmica, número de Prandtl, planta continua.....	117
Tabla 37	Pérdidas de calor en lb/h, planta continua.....	119
Tabla 38	Valores de la viscosidad cinemática, conductividad térmica, número de Prandtl, para tubería con aislamiento planta continua.....	120
Tabla 39	Pérdidas en tuberías aisladas, planta continúa.....	121
Tabla 40	Pérdidas totales en las 3 plantas.....	122
Tabla 41	Nueva línea de extracción flujo de vapor.....	124
Tabla 42	Datos para cálculo de la chimenea.....	128
Tabla 43	Relación peso/caudal chimenea.....	129
Tabla 44	Tiro de la chimenea en Pascal/m.....	131
Tabla 45	Nueva línea de extracción, rango de presiones.....	133
Tabla 46	Nueva línea de extracción, flujo de vapor.....	134
Tabla 47	Diámetro calculados para la nuevas líneas de extracción.....	135
Tabla 48	Flujos de las nuevas líneas de extracción.....	136
Tabla 49	Diámetro calculados para la líneas de ingreso a los distribuidores.....	136
Tabla 50	Flujos de las líneas de ingreso a los distribuidores.....	137
Tabla 51	Longitud equivalente de las nuevas líneas.....	138
Tabla 52	Presión de descarga de las nuevas líneas.....	139
Tabla 53	Espesor mínimo de las nuevas líneas.....	141

Tabla 54	Flujo de condensado de las nuevas líneas.....	144
Tabla 55	Diámetro de las líneas de drenaje de condensado.....	145
Tabla 56	Espesor de aislamiento en líneas de vapor.....	149
Tabla 57	Espesor de aislamiento en líneas de condensado.....	150
Tabla 58	Trampas en cada línea.....	153
Tabla 59	Diagrama de Gantt cambio de diámetro en cada planta.....	158
Tabla 60	Diagrama de Gantt cambio de aislamiento en cada planta.....	159
Tabla 61	Diagrama de Gantt para montaje de nueva línea de extracción	160
Tabla 62	Longitud y accesorios de línea sobredimensionada, planta soluble.....	162
Tabla 63	Listado de materiales línea recalculada, planta soluble.....	163
Tabla 64	Pulgadas diametrales en línea recalculada, planta soluble.....	164
Tabla 65	Tabla de equivalencia para aislamiento.....	165
Tabla 66	Costo de aislamiento en línea redimensionada.....	165
Tabla 67	Costo de nuevo aislamiento en planta soluble.....	166
Tabla 68	Costo de nuevo aislamiento en planta batch.....	167
Tabla 69	Costo de nuevo de aislamiento en planta continua.....	168
Tabla 70	Costo por arreglo de fugas en planta soluble.....	170
Tabla 71	Costo por arreglo de fugas en planta batch.....	171
Tabla 72	Costo por arreglo de fugas en planta continua.....	172
Tabla 73	Listado de materiales línea 1 caldero-distribuidor.....	173
Tabla 74	Listado de materiales línea 2, línea de área de caldero a distribuidor 5.....	174
Tabla 75	Listado de materiales línea 3, línea de distribuidor 5 al distribuidor 6.....	175
Tabla 76	Listado de materiales línea 4, línea hacia el manifold.....	176
Tabla 77	Listado de materiales línea 5, línea hacia calentadores.....	177
Tabla 78	Listado de materiales línea 6, línea hacia limpieza.....	179
Tabla 79	Listado de materiales línea 7, línea de recolección de condensados de 5 líneas	180
Tabla 80	Listado de materiales línea 8, línea de salida de condensados del calentador.....	181
Tabla 81	Pulgadas Diametrales línea 1, caldero-distribuidor.....	183
Tabla 82	Pulgadas Diametrales línea 2, línea de área de caldero a distribuidor 5.....	183
Tabla 83	Pulgadas Diametrales línea 3, línea de distribuidor 5 al distribuidor 6.....	184
Tabla 84	Pulgadas Diametrales línea 4, línea hacia el manifold.....	185

Tabla 85	Pulgadas Diametrales línea 5, línea hacia calentadores.....	186
Tabla 86	Costo de línea 6, línea hacia limpieza.....	187
Tabla 87	Pulgadas Diametrales línea 7, línea de recolección de condensados de 5 líneas.....	188
Tabla 88	Pulgadas Diametrales línea 8, línea de salida de condensados del calentador.....	188
Tabla 89	costo de asilamiento línea 1, caldero-distribuidor.....	190
Tabla 90	costo de asilamiento línea 2, línea asilamiento línea 2, línea de área de caldero a distribuidor 5.....	190
Tabla 91	costo de asilamiento línea 3, línea de distribuidor 5 al distribuidor 6.....	190
Tabla 92	costo de asilamiento Línea 4, línea hacia el Manifold.....	191
Tabla 93	costo de asilamiento línea 5, línea hacia calentadores.....	191
Tabla 94	costo de asilamiento línea 6, línea hacia limpieza.....	191
Tabla 95	costo de asilamiento línea 7, línea de recolección de condensados de 5 líneas.....	192
Tabla 96	costo de asilamiento línea 8, línea de salida de condensados del calentador.....	192
Tabla 97	Costo de la Nueva línea de vapor.....	192

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Diagrama de Procesos.
Plano 2	Área de calderos.
Plano 3	PID área de calderos.
Plano 4	PID de vapor Planta soluble.
Plano 5	Isométrico, línea principal de evaporadores y placas, ISO-AC-1-1.
Plano 6	Isométrico, línea principal de evaporadores y placas, ISO-AC-1-2.
Plano 7	Isométrico, línea Calentador, ISO-AC-2.
Plano 8	Isométrico, línea Jet evaporador tubular, ISO-AC-3.
Plano 9	Isométrico, línea Jet evaporador placas, ISO-AC-4.
Plano 10	Isométrico, línea Principal limpieza de extractores y calentadores, ISO-AC-5-1.
Plano 11	Isométrico, línea Principal limpieza de extractores y calentadores, ISO-AC-5-2.
Plano 12	Isométrico, línea extracción 1, ISO-AC-6.
Plano 13	Isométrico, línea extracción 2, ISO-AC-7.
Plano 14	Isométrico, línea extracción 3, ISO-AC-8.
Plano 15	Isométrico, línea limpieza 1, ISO-AC-9.
Plano 16	Isométrico, línea limpieza 2, ISO-AC-10.
Plano 17	Isométrico, línea limpieza 3, ISO-AC-11-A.
Plano 18	Isométrico, línea limpieza 3, ISO-AC-11-B.
Plano 19	Isométrico, línea 1 de extracción y calentadores, ISO-AC-12-2-1.
Plano 20	Isométrico, línea 1 de extracción y calentadores, ISO-AC-12-2-2.
Plano 21	Isométrico, línea 1 de extracción y calentadores, ISO-AC-12-2-3.
Plano 22	Isométrico, línea 2 de extracción y calentadores, ISO-AC-13-1.
Plano 23	Isométrico, línea 2 de extracción y calentadores, ISO-AC-13-2
Plano 24	Isométrico, línea 3 de extracción y calentadores, ISO-AC-13-3.

Plano 25	Isométrico, línea 2 de extracción y calentadores, ISO-AC-13-4.
Plano 26	Isométrico, línea principal 3 de extracción calentadores, ISO-AC-14-1.
Plano 27	Isométrico, línea principal 3 de extracción calentadores, ISO-AC-14-2.
Plano 28	Isométrico, línea principal 3 de extracción calentadores, ISO-AC-14-3.
Plano 29	Isométrico, línea 1 hacia calentador, ISO-AC-15.
Plano 30	Isométrico, línea 2 hacia calentador, ISO-AC-16.
Plano 31	Isométrico, línea 3 hacia calentador, ISO-AC-17.
Plano 32	Isométrico, línea planta spray, ISO-AC-18-1.
Plano 33	Isométrico, línea planta spray, ISO-AC-18-2.
Plano 34	Isométrico, línea recuperador de aroma, ISO-AC-19.
Plano 35	Isométrico, línea Aglomerado, ISO-AC-20-1.
Plano 36	Isométrico, línea Aglomerado, ISO-AC-20-2.
Plano 37	Isométrico, línea hacia cámara, ISO-AC-21.
Plano 38	Isométrico, línea, hacia bibro, ISO-AC-22.
Plano 39	PID de vapor Planta Batch.
Plano 40	Isométrico línea de llegada de los distribuidores casa de calderas, ISO-AC-23.
Plano 41	Isométrico, línea principal defrots, ISO-AC-24.
Plano 42	Isométrico, línea entrada a bondels Cámara 1, ISO-AC-25.
Plano 43	Isométrico, línea entrada a bondels Cámara 2, ISO-AC-26.
Plano 44	Isométrico, línea entrada a bondels Cámara 3, ISO-AC-27.
Plano 45	Isométrico, línea entrada a bondels Cámara 4, ISO-AC-28.
Plano 46	Isométrico, línea entrada a bondels Cámara 5, ISO-AC-29.
Plano 47	Isométrico, línea entrada a bondels Cámara 6, ISO-AC-30.
Plano 48	Isométrico, línea entrada a bondels Cámara 7, ISO-AC-31.
Plano 49	Isométrico, línea entrada a bondels Cámara 8, ISO-AC-32.
Plano 50	Isométrico, línea Cámara Jet, ISO-AC-33.
Plano 51	Isométrico, línea para calentadores (1, 2,3), ISO-AC-34.
Plano 52	Isométrico, línea entrada al calentador cámara 1, ISO-AC-35-1.
Plano 53	Isométrico, línea entrada al calentador cámara 1, ISO-AC-35-2.
Plano 54	Isométrico, línea entrada a calentadores cámara 2 y 3, ISO-AC-36.

Plano 55	Isométrico, línea para calentadores (4, 5, 6, 7,8), ISO-AC-37.
Plano 56	Isométrico línea entrada a calentadores cámara 4 y 5, ISO-AC-38.
Plano 57	Isométrico, línea entrada a calentadores cámara 6 y 7, ISO-AC-39.
Plano 58	Isométrico, línea entrada a calentadores cámara 8, ISO-AC-40.
Plano 59	PID de vapor Planta continúa
Plano 60	Isométrico línea de vapor de área calderos al distribuidor de planta continua, ISO-AC-41.
Plano 61	Isométrico, línea principal Jet , ISO-AC-42
Plano 62	Isométrico, línea hacia Jet 1,2,3, ISO-AC-43
Plano 63	Isométrico, línea hacia Jet 4,5, ISO-AC-49.
Plano 64	Isométrico, Hogger, ISO-AC-45.
Plano 65	Isométrico, línea principal defrost, ISO-AC-46.
Plano 66	Isométrico, línea entrada al defrost, ISO-AC-47.
Plano 67	Isométrico, línea hacia condensadores 1, ISO-AC-48.
Plano 68	Isométrico, línea hacia condensadores 2, ISO-AC-49.
Plano 69	Isométrico, línea hacia condensadores 3, ISO-AC-50.
Plano 70	Isométrico, línea hacia condensadores 4, ISO-AC-51.
Plano 71	Isométrico, línea hacia condensadores 5, ISO-AC-52.
Plano 72	Isométrico, línea hacia condensadores 6, ISO-AC-53.
Plano 73	Isométrico, chaquetas, ISO-AC-54-1.
Plano 74	Isométrico, chaquetas, ISO-AC-54-2.
Plano 75	Isométrico, línea hacia distribuidores 2 planta continua- 1, ISO-AC-55.
Plano 76	Isométrico, línea hacia distribuidores 2 planta continua- 1, ISO-AC-56.
Plano 77	Isométrico, línea hacia distribuidores 2 planta continua- 1, ISO-AC-57.
Plano 78	Isométrico, mesa vibratoria 1, ISO-AC-58.
Plano 79	Isométrico, mesa vibratoria 2, ISO-AC-59-1.
Plano 80	Isométrico, mesa vibratoria 2, ISO-AC-59-2.
Plano 81	Isométrico, mesa vibratoria 3, ISO-AC-60-1.
Plano 82	Isométrico, mesa vibratoria 3, ISO-AC-60-2.
Plano 83	PID de vapor nueva línea de extracción
Plano 8 4	Isométrico Línea 1 ISO-1

Plano 85	Isométrico Línea 2 ISO-2-1
Plano 86	Isométrico Línea 2 ISO-2-2
Plano 87	Isométrico Línea 3 ISO-3-1
Plano 88	Isométrico Línea 3 ISO-3-2
Plano 89	Isométrico Línea 3 ISO-3-3
Plano 90	Isométrico Línea 4 ISO-4-1
Plano 91	Isométrico Línea 4 ISO-4-2
Plano 92	Isométrico Línea 5 ISO-5-1
Plano 93	Isométrico Línea 5 ISO-5-2
Plano 94	Isométrico Línea 6 ISO-6-1
Plano 95	Isométrico Línea 6 ISO-6-2
Plano 96	Isométrico Línea 6 ISO-6-3
Plano 97	Isométrico Línea 6 ISO-6-4
Plano 98	Isométrico Línea 7 ISO-7
Plano 99	Isométrico Línea 8 ISO-8-1
Plano 100	Isométrico Línea 8 ISO-8-2
Plano 101	Isométrico Línea 8 ISO-8-3
Plano 102	Isométrico Línea 8 ISO-8-4
Plano 103	PID de vapor Redimensionamiento de línea en planta soluble

INTRODUCCIÓN

La Planta de elaboración de café, consta de 3 plantas, planta soluble, planta batch y planta continua. La planta soluble tiene actualmente 3 líneas de extracción, a esta planta se le va añadir una nueva línea. Con el incremento de esta nueva línea va a aumentar el consumo de vapor de toda la planta. Lo que primero se va a realizar es un levantamiento de la red actual de vapor, desde el área de calderos, planta soluble, planta batch y por último planta continua y con esta información se realizará un PID de todas estas áreas. Con la capacidad de producción de vapor de los calderos se obtendrá la cantidad de vapor que la planta produce. Luego de esto se va a obtener el consumo de todas las líneas actuales de vapor en las 3 plantas. Esto se realizará ya que no hay un consumo de vapor por línea. Además se va a calcular la cantidad de pérdidas tanto en aislamiento como en líneas sobredimensionadas.

Con los cálculos de consumo de vapor de la planta soluble y el PID realizado, se obtendrá la información de la cantidad de vapor que se va a necesitar para la nueva línea de extracción. Conociendo la cantidad de vapor que se va a necesitar se va a escoger la capacidad de la nueva caldera, y se van a realizar los planos necesarios para su construcción.

Y por último se va a realizar un análisis de costos de todas las modificaciones por fugas, aislamiento y por construcción de las nuevas líneas.

CAPÍTULO 1

1. PRINCIPIOS BÁSICOS DE VAPOR

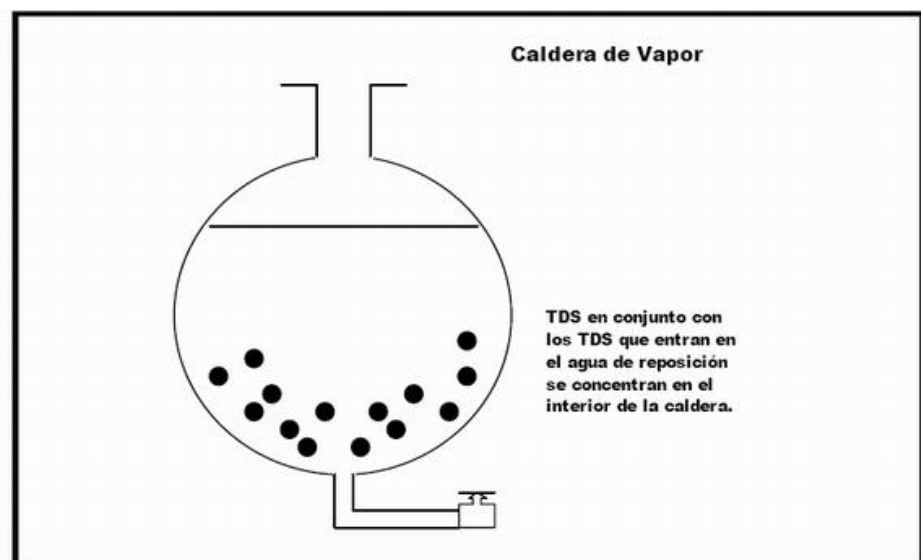
1.1. Generación

El vapor se levanta de la superficie del agua, se vaporiza y es colectada en una o varias cámaras en la caldera. El tamaño de la cámara determina la capacidad de producción de vapor. En la parte superior de la cámara de vapor se encuentra la salida o el llamado "Cabezal de vapor", desde donde el vapor es conducido por tuberías a los puntos de uso.

En la parte superior del hogar mecánico se encuentra una chimenea de metal o de ladrillo, la cual conduce hacia fuera los productos de la combustión como gases. En el fondo de la caldera, normalmente opuesto del hogar mecánico, se encuentra una válvula de salida llamada "purga de fondo", como se lo muestra en

la Fig. 1.1. Por esta válvula salen del sistema la mayoría de los sólidos, lodos y otras sustancias no deseadas, que son purgadas de la caldera.

En conjunto a la caldera existen múltiples controles de seguridad, para aliviar la presión si esta se incrementa mucho, para apagar la flama si el nivel del agua es demasiado bajo o para automatizar el control de nivel del agua. Un tubo de vidrio con una columna de agua generalmente se incluye, para mostrarle al operador el nivel interno del agua en la caldera.



Fuente: Proceso de generación de vapor por Álvaro Duarte

FIGURA 1.1 CALDERA DE VAPOR

El agua de alimentación de las calderas debe ser tratada de lo contrario pudiera causar los siguientes problemas:

1. Formación de costra
2. Corrosión
3. Formación de burbujas de aire
4. Adherencia del vapor al cilindro.

Por los daños que causa utilizar agua no tratada es que existe una unidad de tratamiento de las impurezas del agua. Como ya se mencionó el objetivo fundamental de esta unidad es reducir la dureza del agua potable hasta cero, por los daños que estos generan, con el objeto de utilizarla como agua de alimentación de las calderas. El agua normalmente contiene una cierta cantidad de sales, entre las más importantes para la utilización en la generación del vapor se tienen: carbonato de calcio y carbonato de magnesio. Estas sales de no eliminarse antes de ser usada en las calderas pueden producir incrustaciones en los tubos. Las incrustaciones es la formación de depósitos sólidos y duros sobre la superficie interna de los tubos.

Para evitar esta formación en la planta de tratamiento de agua se tiene el proceso de suavización en caliente que consiste en la formación de flóculos, producto de la reacción de la cal con las sales y lodos que contiene el agua. Este proceso es llamado termocirculador.

Luego del proceso termocirculador, se filtra el agua en filtros de carbón y finalmente se efectúa el intercambio iónico en los suavizadores de zeolita, en donde se disminuye el contenido de carbonato de calcio hasta valores de cero, después de esto el agua se almacena para alimentar las calderas según la demanda de vapor.

Las calderas son los equipos encargados de generar el vapor. El agua tratada se envía a un desaerador en donde se disminuye el contenido de oxígeno disuelto hasta valores muy bajos, luego se envía directamente a las calderas para la producción de vapor. En relación a tratamientos de agua para calderas, se ha estudiado ampliamente en el desarrollo de compuestos inorgánicos tales como: fosfatos, sulfitos, aminas, etc., sin embargo todos estos compuestos se comportan exclusivamente como preventivos, esto significa que cuando una caldera ya se encuentra incrustada, estos productos evitarán que dicha incrustación continúe creciendo, pero la incrustación formada no sufrirá disminución alguna (al contrario, tiende a aumentar cuando existen errores en la dosificación) por tanto la desincrustación se deberá realizar manualmente o por medio de recirculación de ácidos, teniendo estricto control de niveles de pH, durezas, alcalinidad y otros parámetros

recomendados por el proveedor de productos químicos para el tratamiento interno del agua; en ambas opciones se tendrá que parar el funcionamiento del equipo.

Existen también otros procedimientos para el tratamiento del agua entre los cuales destacan los siguientes:

- Destilación: es un proceso de purificación de agua de eficacia comprobada durante mucho tiempo en que el agua es tratada hasta que se evapora y el vapor se condensa y recoge. El equipo necesario no es muy caro, pero consume mucha energía. Además las impurezas volátiles tales como el dióxido de carbono, sílice, amoníaco, y varios compuestos orgánicos pasarán el destilado.
- Intercambio iónico: el intercambio iónico se utiliza en gran medida en los laboratorios para proporcionar agua purificada bajo demanda. Los desionizadores de laboratorio incorporan cartuchos de lecho mixto de resina de intercambio iónico que, o bien pasan a una estación de regeneración para su recarga cuando se agotan o bien se desecha.
- Osmosis inversa: el objetivo de la osmosis inversa es obtener agua purificada partiendo de un caudal de agua que está relativamente impura o salada. Esto se logra separar de este

caudal de agua contaminada con sales, un caudal menor de agua pura. En este proceso se aplica presión que tiene más alta concentración de sales para forzar un caudal menor de agua pura.

Presiones en la caldera

La temperatura y la presión en la operación de cada caldera definitivamente están relacionadas, como se muestra en la Tabla 1:

**TABLA 1.
TEMPERATURA Y PRESIÓN DE OPERACIÓN [9]**

Punto de Ebullición del agua A Diferentes Presiones		
Temperatura		Presión
oF	oC	P.S.I.
212	100	0
300	149	52
400	204	232
500	260	666
600	316	1529
700	371	3080
705	374	3200

A presión atmosférica normal, el agua tiene un punto de ebullición a 100°C, a mayor presión el punto de ebullición se incrementa, hasta alcanzar un máximo punto de ebullición a 374°C a una presión de

3200 libras por pulg² (220.63 bar). Por encima de esta temperatura el agua no existe como líquido.

Capacidades de Caldera

Las calderas son catalogadas, en base a la cantidad de vapor que ellas pueden producir en un cierto periodo de tiempo a una cierta temperatura. Las calderas más grandes producen 1'000,000 de libras por hora o son catalogadas en base a 1 "caballo de fuerza" o "caballo vapor caldera" por cada 34,5 libras de agua que pueden ser evaporadas por hora. Otra definición es 1 "caballo de fuerza" por cada 10 pies² de superficie de calentamiento en una caldera de tubos de agua o 12 pies² de superficie de calentamiento en una caldera de tubos de humo.

1.2. Distribución

El sistema de distribución de vapor es un enlace importante entre la fuente generadora del vapor y el usuario. La fuente generadora del vapor puede ser una caldera o una planta de cogeneración. Esta, debe proporcionar vapor de buena calidad en las condiciones de caudal y presión requeridas, y debe realizarlo con las mínimas pérdidas de calor y atenciones de mantenimiento.

Ahora, se verá la distribución de vapor saturado seco, como un transporte de energía calorífica al lugar de utilización, para aplicaciones de intercambio de calor o de calefacción.

Es imprescindible que desde un principio, se comprenda el circuito de vapor básico, o más bien, el 'circuito de vapor y condensado'. El flujo de vapor en un circuito es debido a la condensación del vapor, que provoca una caída de presión. Esto induce el flujo del vapor a través de las tuberías.

El vapor generado en la caldera debe ser conducido a través de las tuberías, hasta el punto en que se requiere esta energía calorífica. Inicialmente habrá una o más tuberías principales que transporten el vapor de la caldera en la dirección de la planta de utilización del vapor. Otras tuberías derivadas de las primeras pueden transportar el vapor a los equipos individuales.

Cuando la válvula de salida de la caldera está abierta, el vapor pasa inmediatamente de la caldera a las tuberías principales. La tubería está inicialmente fría y por tanto, el vapor le transfiere calor. El aire que rodea las tuberías está más frío que el vapor y en consecuencia, la tubería transfiere calor al aire.

Como el vapor fluye hacia un medio más frío, comenzará a condensar inmediatamente. En la puesta en marcha del sistema, la cantidad de condensado será la mayor, debido a que el vapor se utiliza para el calentamiento de la tubería fría, a esto se le conoce como 'carga de puesta en marcha'. Cuando la tubería se haya calentado, aún habrá condensación, ya que la tubería seguirá cediendo calor al aire que la rodea, esto se conoce por 'carga de funcionamiento'.

El condensado que resulta, va a parar a la parte inferior de la tubería y es arrastrado a lo largo de ésta por el flujo de vapor y por la gravedad, debido al gradiente en la conducción de vapor que normalmente disminuirá en la dirección del flujo de vapor. Deberá entonces purgarse el condensado de los puntos bajos de la tubería de distribución.

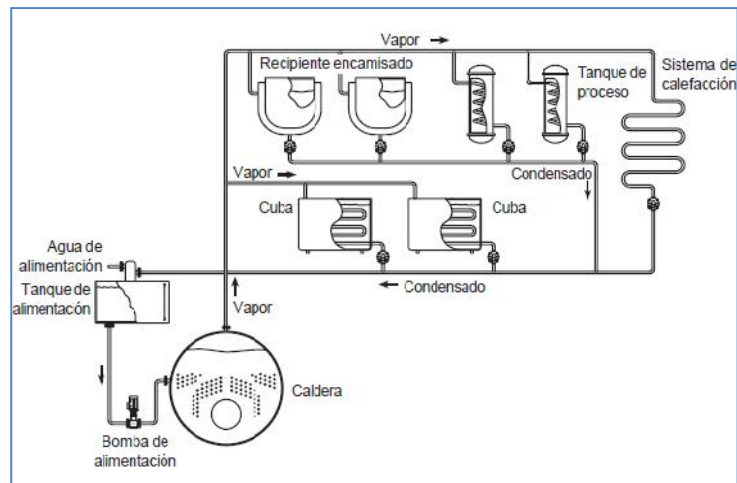
Cuando la válvula de la tubería de vapor que alimenta a un equipo de la planta está abierta, el flujo de vapor que proviene del sistema de distribución entra a la planta y de nuevo entra en contacto con superficies más frías. Entonces el vapor cede su energía para calentar el equipo (carga de puesta en marcha) y continúa

transfiriendo calor al proceso (carga de funcionamiento) y condensando en agua (condensado).

En este momento hay un flujo continuo de vapor desde la caldera para satisfacer la carga conectada y para mantener este suministro deberá generarse más vapor. Para hacerlo, será necesario alimentar la caldera con más combustible y bombear más agua a su interior para reemplazar el agua que ha sido evaporada.

El condensado formado tanto en la tubería de distribución como en los equipos de proceso, es agua ya caliente y preparada para la alimentación de la caldera. Aunque es importante evacuar el condensado del espacio del vapor, se trata de un elemento demasiado valioso como para desaprovecharlo. El circuito de vapor básico, mostrado en la Fig. 1.2., debe completarse con el retorno del condensado al tanque de alimentación de la caldera, siempre que sea factible.

|



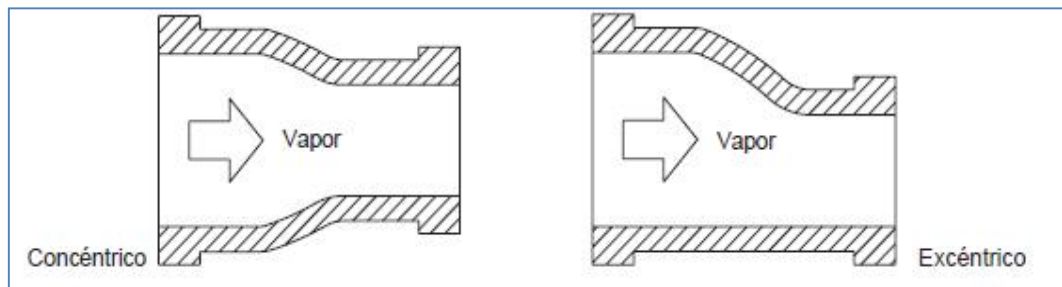
Fuente: Manual Distribución del Vapor de Spirax Sarco.

FIGURA 1.2 CIRCUITO DE VAPOR TÍPICO

1.3. Transporte

Dimensionamiento de tuberías

Existe una tendencia natural cuando se seleccionan los tamaños de tuberías, a guiarse por el tamaño de las conexiones del equipo a las que van a conectarse. Si la tubería se dimensiona de este modo, es posible que no se pueda alcanzar el caudal volumétrico deseado. Para corregir esto y poder dimensionar correctamente la tubería, pueden utilizarse reductores concéntricos y excéntricos, como se lo muestra en la Fig. 1.3.



Fuente: Manual Distribución del Vapor de Spirax Sarco.

FIGURA 1.3 REDUCTORES CONCÉNTRICOS Y EXCÉNTRICO

Las tuberías se pueden seleccionar basándose en una de las dos características:

- Velocidad del fluido.
- Caída de presión.

En cada caso es sensato realizar la comprobación utilizando el método alternativo, para asegurar que no se exceden los límites.

Efectos del sobredimensionamiento y subdimensionamiento

Sobredimensionar las tuberías significa que:

- Las tuberías serán más caras de lo necesario.
- Se formará un mayor volumen de condensado a causa de las mayores pérdidas de calor.
- La calidad de vapor y posterior entrega de calor será más pobre, debida al mayor volumen de condensado que se forma.

- Los costes de instalación serán mayores.

En un ejemplo particular, el coste de instalar una tubería de 80 mm resultó un 44 % más caro que el coste de una de 50 mm, cuya capacidad hubiese sido la adecuada. El calor perdido por la tubería aislada de 80 mm fue un 21 % mayor del que se hubiera perdido en la de 50 mm. Las partes no aisladas hubieran perdido un 50 % más de calor en la línea de 80 mm que en la de 50 mm. Esto se debe a la mayor superficie de transferencia de calor disponible.

Subdimensionar las tuberías significa que:

- La velocidad del vapor y la caída de presión serán mayores, generando una presión inferior a la que se requiere en el punto de utilización.
- El volumen de vapor será insuficiente en el punto de utilización.
- Habrá un mayor riesgo de erosión, golpe de ariete y ruidos, a causa del aumento de velocidad.

1.4. Condensado

En cualquier tubería de vapor, parte del vapor condensará a causa de las pérdidas por radiación. Por ejemplo, una tubería de 100 mm bien aislada, de 30 m de longitud, por la que fluye vapor a 7 bar,

rodeada de aire a 10°C, condensará aproximadamente 16 kg de vapor por hora.

Esto representa probablemente menos del 1 % de la capacidad de transporte del conducto, no obstante significa que al cabo de una hora, el conducto tendrá no sólo vapor, sino 16 litros de agua y progresivamente más a medida que pase el tiempo.

Por tanto, debe preverse la purga del condensado. Si esto no se realiza de forma efectiva, aparecerán problemas de corrosión y golpe de ariete, que se verán más adelante. Además, el vapor se volverá húmedo, pues éste recoge gotitas de agua, reduciendo así su potencial de transferencia de calor. Bajo condiciones, extremas si se permite la acumulación de agua, la sección de tubería disponible para el paso del vapor se ve reducida, de manera que la velocidad del vapor superará los límites recomendados.

Siempre que sea posible, la tubería de distribución debe montarse con un descenso no inferior a 40 mm cada 10 m, en la dirección del flujo. Hay una buena razón para ello. Si la tubería asciende en la dirección del flujo, el condensado tratará de volver hacia abajo. Pero el flujo de vapor en sentido contrario, que puede ir a una

velocidad de hasta 80 km/h, barrería el agua hacia arriba. Esto haría extremadamente difícil la recogida del agua y su evacuación. Es más, esto facilitaría que el agua se mezclase con el vapor produciendo vapor húmedo y que hubiese golpes de ariete.

Montando la tubería con un descenso en la dirección del flujo, tanto el vapor como el condensado, irán en la misma dirección y se pueden colocar puntos de purga en la línea para recoger y evacuar el agua.

Puntos de purgas

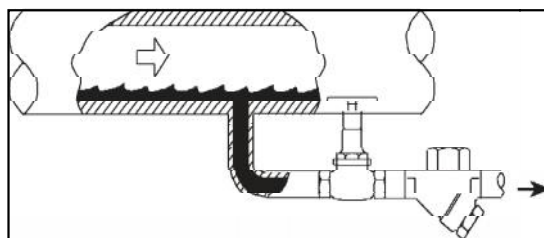
Las ventajas de elegir el tipo de purgador más apropiado para una determinada aplicación será en vano si el condensado no puede encontrar fácilmente el camino hacia el purgador. Por esta razón debe considerarse cuidadosamente el tamaño y la situación del punto de purga.

Debe considerarse también qué le ocurre al condensado en una tubería de vapor cuando se produce una parada y todo el flujo cesa. Este circulará en la dirección descendente de la tubería por efecto de la fuerza de la gravedad, y se acumulará en los puntos bajos del

sistema. Los purgadores deberán, por tanto, montarse en esos puntos bajos.

En cualquier caso, la cantidad de condensado que se forma en una línea de gran tamaño bajo condiciones de puesta en marcha, es suficiente para hacer necesaria la instalación de puntos de purga cada 30 m a 50 m, así como en los puntos bajos del sistema.

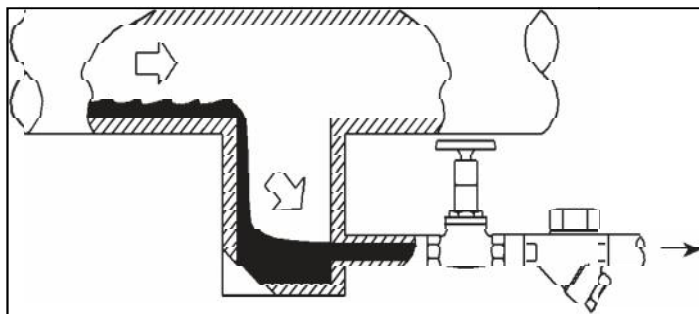
Durante el funcionamiento normal, el vapor puede fluir por las tuberías de distribución a velocidades de hasta 145 km/h, arrastrando condensado con él. La Fig. 1.4 muestra una tubería de 15 mm que conecta la parte inferior de una línea de vapor con el purgador. Aunque la tubería de 15 mm tiene una capacidad suficiente, es poco probable que recoja gran parte del condensado que fluye a gran velocidad por la tubería de distribución. Tal disposición no resultaría efectiva.



Fuente: Manual Distribución del Vapor de Spirax Sarco

FIGURA 1.4 LÍNEA CON PURGADOR COLOCADO INCORRECTAMENTE

En la Fig. 1.5, se muestra una solución más fiable para evacuar el condensado. Se monta una conexión 'T' (el mismo diámetro hasta 150 mm, y un diámetro inmediatamente inferior en tamaños mayores) en la tubería que actúa como un pozo de goteo. Todo el condensado caerá al pozo y recorrerá el camino por la tubería de 15 mm, hasta el purgador. Este pozo de goteo es tan importante en el sistema de purga como el purgador mismo. Observe que la boca de entrada al purgador se coloca usualmente 25/30 mm, por encima del fondo del pozo para evitar que la suciedad de las tuberías pase al purgador. La parte inferior del pozo es normalmente desmontable, lo que permite que se pueda quitar la tapa inferior durante una parada para eliminar la suciedad acumulada.

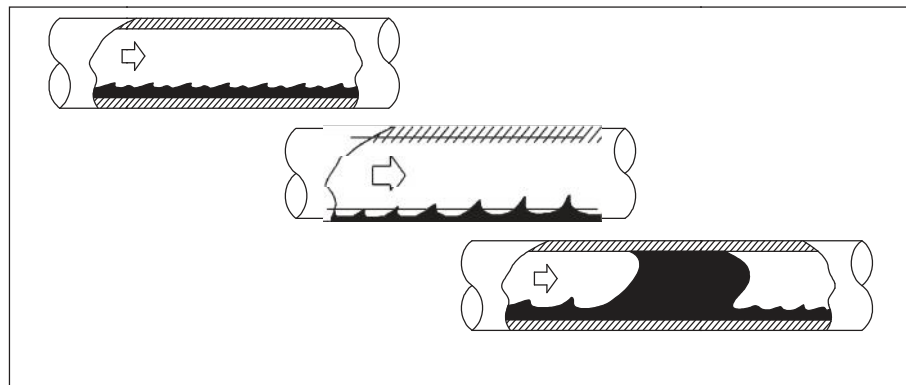


Fuente: Manual Distribución del Vapor de Spirax Sarco.

**FIGURA 1.5 LÍNEA CON PURGADOR COLOCADO
CORRECTAMENTE**

Golpes de ariete

El golpe de ariete se produce cuando el condensado en lugar de ser purgado en los puntos bajos del sistema, es arrastrado por el vapor a lo largo de la tubería, y se detiene bruscamente al impactar contra algún obstáculo del sistema. Las gotitas de condensado acumuladas a lo largo de la tubería, como se muestra en la Fig. 1.6, con el tiempo forman una bolsa 'sólida' de agua que será arrastrada por la tubería a la velocidad del vapor. Estas velocidades pueden ser de 30 km/h. o más. Esta bolsa de agua es densa e incompresible y cuando viaja a una velocidad elevada, tiene una energía cinética considerable.



Fuente: Manual Distribución del Vapor de Spirax Sarco.

FIGURA 1.6 INFORMACIÓN DE UNA BOLSA SOLIDA DE AGUA

Cuando se obstruye su paso, a causa de una 'T' en la tubería o una curva, la energía cinética se convierte en un golpe de presión que

aplicado contra el obstáculo. (Las leyes de la termodinámica establecen que la energía ni se crea ni se destruye, se transforma). Normalmente se produce un ruido de golpe, que puede ir acompañado del movimiento de la tubería. En casos serios, los accesorios pueden incluso romperse con un efecto casi explosivo, con la consecuente pérdida de vapor vivo en la rotura, creando una situación peligrosa.

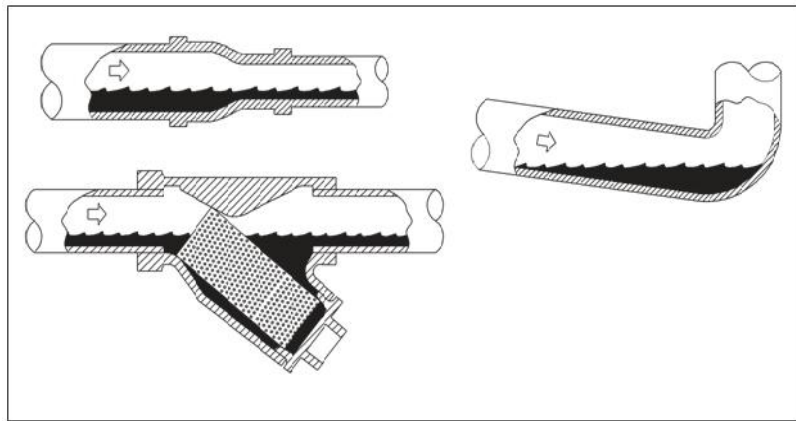
Afortunadamente, el golpe de ariete se puede evitar si se toman las medidas oportunas para que no se acumule el condensado en la tubería.

Evitar el golpe de ariete es una alternativa mejor que intentar contenerlo eligiendo excelentes materiales, y limitando la presión de los equipos.

Las fuentes de problemas de golpe de ariete suelen estar en los puntos bajos de la tubería, como se lo muestra en la Fig. 1.7. Tales áreas son:

- Pandeos en la línea.

- Uso incorrecto de reductores concéntricos y filtros. Por este motivo, en las líneas de vapor es preferible montar filtros con la cesta horizontal.
- Purga inadecuada en líneas de vapor.



Fuente: Manual Distribución del Vapor de Spirax Sarco.

FIGURA 1.7 FUENTES POTENCIALES DE POSIBLES GOLPES DE ARIETE

Resumidamente, para minimizar las posibilidades de golpe de ariete:

- Las líneas de vapor deben montarse con una inclinación descendente en la dirección del flujo, con puntos de purga instalados a intervalos regulares y en los puntos bajos.
- Deben montarse válvulas de retención después de los purgadores, ya que de otro modo se permitiría que el

condensado se introdujera de nuevo en la línea de vapor o la planta durante las paradas.

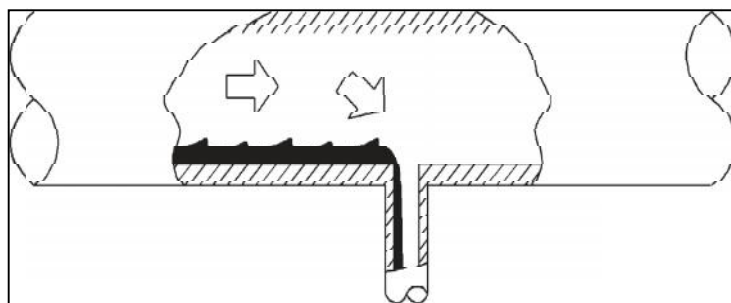
- Las válvulas de aislamiento deben abrirse lentamente para permitir que el condensado que haya en el sistema pueda fluir sin brusquedades hacia, y a través de los purgadores, antes de que el vapor a gran velocidad lo arrastre. Esto es especialmente importante en la puesta en marcha.

Es importante recordar que las derivaciones son normalmente mucho más cortas que las líneas de distribución principales. El dimensionado de las derivaciones basándose en una caída de presión dada es, en consecuencia, menos recomendable en tuberías de poca longitud. Con una tubería principal de 250 m. de longitud, una caída de presión limitada a 0,5 bar puede ser perfectamente válida, aunque conduzca adoptar velocidades inferiores a las esperadas. En un ramal de 5 m. o 10 m. de longitud, la misma velocidad llevaría a valores de sólo 0,01 o 0,02 bar. Son claramente insignificantes, y usualmente las tuberías de las derivaciones se dimensionan para velocidades de vapor mayores. Esto creará una mayor caída de presión, pero con una longitud de tubería más corta, esta caída de presión es aceptable.

Los tamaños de tubería suelen elegirse de una tabla. Cuando se utilizan velocidades de vapor de 25 a 35 m/s en derivaciones cortas a equipos, se observa que el nivel de caída de presión por unidad de longitud puede ser relativamente alto. Se puede crear una gran caída de presión si la tubería cuenta con diversos accesorios, tales como conexiones y codos. En derivaciones de mayor longitud debe limitarse la velocidad a 15 m/s a no ser que se calcule también la caída de presión.

Conexiones de derivaciones

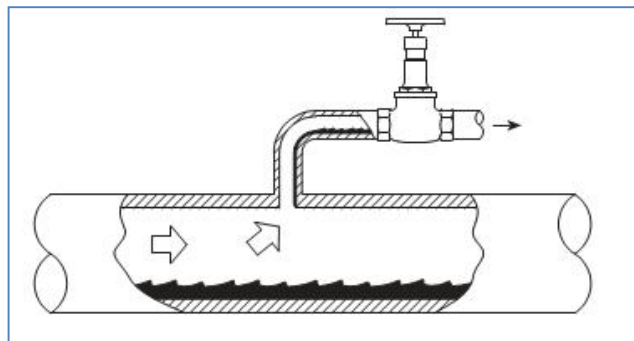
Las derivaciones transportarán el vapor más seco siempre que las conexiones tomen el vapor de la parte superior de la tubería principal. Si la toma es lateral, o peor aún, de la parte inferior como se lo muestra en la Fig. 1.8, transportarán el condensado, comportándose como un pozo de goteo. El resultado de esto es un vapor muy húmedo que llega a los equipos.



INFERIOR Fuente: Manual Distribución del Vapor de Spirax Sarco

FIGURA 1.8 COLOCACIÓN DE DERIVACIONES EN PARTE.

La válvula que se muestra en la Fig. 1.9 debe instalarse tan cerca como sea posible de la derivación para evitar que el condensado se deposite en el ramal si se producen largas paradas del sistema.



Fuente: Manual Distribución del Vapor de Spirax Sarco.

**FIGURA 1.9 COLOCACIÓN DE DERIVACIONES EN
PARTE SUPERIOR**

CAPÍTULO 2

2. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SISTEMA ACTUAL

2.1. Descripción General de la Planta

La planta de elaborados de café está ubicada en la ciudad de Guayaquil y está dividida en tres partes principales:

- Planta soluble
- Planta batch
- Planta continua

Cada una de estas procesa un tipo específico de café.

PROCESO DE PRE-LIMPIEZA DE CAFÉ VERDE.

El café verde (café que no ha sido procesado) es conducido en camiones y depositado en las tolvas de recepción, desde donde es transportado mediante un sistema de transporte (sopladores y

elevadores de cangilones) para enviar el café verde hacia las máquinas de limpieza.

Existen dos líneas de transporte y limpieza de café verde, cada línea posee su sistema de pre-limpieza. El café verde pasa primero por las máquinas de pre-limpieza, luego por las despedregadoras, las catadoras, y finalmente se deposita en la tolva balanza de almacenamiento, de allí es dosificado mediante una pequeña esclusa y se transporta por un sistema neumático que está conformado por un soplador (blower) y compuertas con actuadores para apertura y cierre. Este sistema permite conducir el café hacia los silos de almacenamiento de café verde, cuya línea principal alimenta a 8 silos de café verde.

En la parte inferior de los silos de almacenamiento, existe una tubería de interconexión a unos sopladores que permite enviar el producto hacia los tostadores. Existen tres tostadores de marcas LILA, JOCAR y OPUS, en los cuales se tuestan el grano por paradas. Una vez tostado el café en su punto, es enviado por transporte neumático hacia los silos de almacenamiento de café tostado. Posteriormente se envía hacia la tolva viajera, ubicada en la parte superior del riel de transporte, que se encuentra en el área de las líneas de extracción.

Esta tolva viajera se desplaza mediante un monorraíl eléctrico, que permite desplazar la tolva a lo largo de las líneas de extracción y colocar el grano tostado en el extractor que esté listo para entrar a los diferentes procesos y plantas. Se realizó un diagrama de equipos, el cual se muestra en el Plano 1 del Apéndice A, se incluyen las plantas soluble, batch y continua.

PLANTA SOLUBLE

En la planta soluble, parte de la cual se muestra en la Fig. 2.1, existen tres líneas de extracción constituidas, cada una de ellas, por siete extractores. Cada extractor está interconectado mediante un manifold de tubería de 1-1/4" de diámetro. En dicho manifold hay una entrada de agua caliente a 16 Bar de presión y una temperatura de entre 160°C a 180°C dependiendo del paso. Cada línea de extracción posee su propio calentador para elevar a estas temperaturas el agua de ingreso. Los calentadores de cada línea de extracción son alimentados con vapor de agua a la presión de 230 psi.

Al ingresar el grano tostado dentro del extractor e interactuar con el agua y el vapor enviado desde los distribuidores (manifold), el grano

tiende a cocerse, el diseño del extractor permite que el líquido se extraiga en la parte superior del extractor mientras que el desecho o bagazo solido del café se sedimente en el cono del extractor. Una vez obtenido el extracto, para expulsar el bagazo de café generado durante el proceso de extracción en cada extractor, se aísla de la línea al extractor en mención y se inyecta un flujo de vapor de agua para descargar o transportar lo residuos hacia el silo de bagazo.

Para bajar la temperatura del extracto obtenido en cada línea de extracción, éste atraviesa por un sistema de intercambiadores, luego ingresa a los filtros prensa y a los intercambiadores de placas, marca Alfa Laval, disminuyendo la temperatura a 35 °C. Seguidamente el líquido es enviado al área de centrifugado y su almacenado en tanques, manteniéndose a temperaturas de alrededor de los 28°C a 35°C y con 18 grados brix.

El extracto con 18 grados Brix es enviado hacia el área de evaporación donde se encuentran ubicados dos evaporadores: el evaporador tubular y el evaporador de placas. En estos evaporados se logra concentrar el extracto hasta 58 grados brix, de donde es enviado hacia los tanques balanza. Los evaporadores tubulares son alimentados con vapor de agua y poseen un termocompresor de

vacío que también es alimentado con vapor. Desde los tanques balanza se distribuye el extracto de café.



Fuente: Autores

FIGURA 2.1 PLANTA SOLUBLE

PLANTA BATCH

En la planta batch, parte de la cual se muestra en la Fig. 2.2 llega una fracción del extracto de café del proceso anterior, que se usa en la planta batch y continua. El líquido es enviado hacia la Sala de Tanques de extracto, que se ubica en planta batch, donde se encuentran 7 tanques de almacenamiento, cada tanque tiene una

chaqueta de agua helada que permite mantener refrigerado el líquido a 8°C, allí se encuentra un sistema de bombeo que permite enviar el producto hacia el área de espumación en planta batch, o hacia el área de espumación de planta continua.



Fuente: Autores

FIGURA 2.2 PLANTA BATCH

Espumado

En el Área de Espumado, el líquido almacenado en los tanques pulmón, es bombeado hacia las maquinas espumadoras donde ingresa a 8°C, luego ingresa hacia el dosificador que distribuye el líquido espumado en forma homogénea sobre la banda, la cual transporta el producto a través de todo el túnel y lo congela

logrando en la parte final del túnel una temperatura del orden de -48°C.

El túnel posee 8 evaporadores alojados en 8 zonas que permiten regular las temperaturas a lo largo del túnel mediante una secuencia de temperaturas predeterminadas (seteo), con la finalidad de que la tableta de café llegue a la última zona completamente congelada de preferencia semi-partida. Finalmente es conducida al sistema de molienda y clasificación.

Molienda y clasificación

Una vez congelada la tableta que ingresa a los molinos primarios, secundarios y luego a molinos marca Urshell donde el producto sale en partículas de 3 mm. Seguidamente a través de ductos se envía hacia la zaranda marca Rotex donde se clasifican en finos, gruesos y estándar.

El producto fino se envía al sistema Venturi (para reproceso de polvos y finos). El producto grueso se envía para reproceso a los molinos Urshell, y el producto estándar se almacena en una tolva, previo al llenado de bandejas.

Llenado de bandejas

El producto almacenado en la tolva es colocado en las bandejas de aluminio, las bandejas son deslizadas sobre una mesa y cada bandeja con producto es colocada en un truck, una vez lleno dos trucks se envía hacia las cámaras de vacío.

Cada trucks lleva 208 bandejas, cada cámara se cierra con dos trucks, para el proceso de secado.

Proceso de secado

Una vez ingresado los trucks dentro de cada cámara, ésta se cierra y entra en el proceso de secado compuesto por 7 pasos.

Inicialmente se cierra la tapa de la cámara, se hace vacío a 600 millitorr, (haciendo vacío con el jet de vapor hasta 22" de Hg, luego se encienden las bombas de vacío marca Edwards de proceso y hogging, para llevarlo a 600 millitorr). Una vez en 600 millitorr se apagan las bombas hogging y se mantiene con las de proceso.

Alcanzado el vacío que no debe ser más allá de 15 min, en total, se inicia el ingreso de vapor al sistema de calentamiento de glicol hasta alcanzar los 106°C. Luego se empieza a enfriar el sistema para llevarlo a temperaturas de 30 a un máximo 50°C, cumpliéndose el proceso de secado. Todo este proceso tiene una

duración de alrededor de 6 horas. Una vez alcanzado la tasa de secado se retiran los trucks de las cámaras y se envían hacia el proceso de volteo.

Proceso de volteo

Una vez que salen los trucks de las cámaras, el producto congelado es volteado en las zarandas marca Swecco y transportado mediante los elevadores de cangilones marca Unitrack hacia las tolvas y a los detectores de metales. Luego se envía hacia el área de envase donde se le adiciona aceite girasol y se llena en cajas de 25 kg, para ser enviado luego a control de calidad.

Cuando los lotes pasan el control de calidad se envían a cuarentena para luego ser embarcados.

PLANTA CONTINUA

Espumado

En la planta continua, parte de la cual se muestra en la Fig. 2.3, se encuentra el Área de Espumado en donde el líquido almacenado en los tanques pulmón, son bombeados hacia las maquinas

espumadoras e ingresa a una temperatura de alrededor de 8°C. Luego este espumado ingresa hacia el dosificador que alimenta a la banda de congelamiento donde se distribuye el líquido espumado en forma homogénea sobre la banda, esta transporta el producto a través de todo el túnel y en la parte final lo congela a - 48°C.

El túnel posee 8 evaporadores alojados en 8 zonas que permiten regular las temperaturas a lo largo del túnel mediante una secuencia de temperaturas predeterminadas (seteo). La finalidad es que la tableta de café llegue a la última zona completamente congelada y de preferencia semi-partida.



Fuente: Autores

FIGURA 2.3 PLANTA CONTINUA

Molienda y clasificación

Una vez congelada la tableta ingresa a los molinos primarios, secundarios y luego a Molinos marca Urshell donde el producto sale

en partículas de 3 mm., luego mediante un sistema de transporte de ductos se envía hacia la zaranda marca Rotex donde se clasifican en finos, gruesos y estándar.

El producto fino se envía al sistema Venturi (para reproceso de polvos y finos). El producto grueso se envía para reproceso a los molinos marca Urshell. El producto estándar se almacena en unos tanques tipo silos desde donde se envía hacia la cámara continua. Este sistema desde los tanques hasta el ingreso de la cámara está a una presión de vacío del orden de 22" Hg.

Llenado de bandejas

El producto almacenado en las tolvas es enviado hacia las líneas de la cámara continua, donde internamente esta tiene tres líneas. Debajo de cada línea se ubican las mesas vibratorias que permiten transportar el producto hasta la salida de la cámara.

Este proceso es controlado internamente desde la cabina de mando para controlar las curvas de secado.

Proceso de volteo

Una vez que sale el producto de la cámara, este volteado en las zarandas marcas Swecco y transportado mediante los elevadores

de cangilones marcas Unitrack hacia las tolvas y a los detectores de metales. Luego se envía hacia el área de envase donde se le adiciona aceite girasol y se llena en cajas de 25 kg, para ser enviado luego a control de calidad.

Una vez que los lotes pasan el control de calidad se envían a cuarentena para luego ser embarcados.

2.2. Sistema de Generación de Vapor

2.2.1. Tipos de Calderas instaladas y características.

Equipos de generación de vapor

En la actualidad la fábrica de Elaborados de Café “El Café” cuenta con 5 calderos de 500 BHP y un caldero de 300 BHP, que generan vapor de agua para los diferentes consumidores que exigen los procesos. Los 5 equipos están ubicados en el área de calderos, presentado en el Plano 2 del Apéndice A. En la Fig. 2.4., se aprecia uno de los calderos de vapor.



Fuente: Autores

FIGURA 2.4 VISTA DE UNO DE LOS CALDEROS

Todas las calderas instaladas en la planta son de tipo Piro-tubular y la presión promedio de operación de las mismas es de 230 psig.

En la Tabla 2 se detalla las características básicas de las calderas a vapor:

TABLA 2

TIPOS DE CALDERAS INSTALADAS EN LA PLANTA

Caldero #	Marca	Capacidad (BHP)	Capacidad (lb/h)
1	CLEAVER BROOKS	300	10350
2	CLEAVER BROOKS	500	17250
3	FULTON	500	17250
4	FULTON	500	17250
5	FULTON	500	17250
6	FULTON	500	17250

FUENTE: OPERATIVOS DEL CAFÉ

Como se puede ver en la Tabla 2, existen dos marcas de calderas: Cleaver Brooks y Fulton, mostradas en las figuras 2.5 y 2.6.

El flujo de vapor que generan las seis calderas es de 96600 lb/h, operando al 100% de su capacidad, pero actualmente las calderas están funcionando al 83 % de su capacidad, esto es, 80178 lb/h de flujo de vapor que tiene la planta El café.



Fuente: Autores

FIGURA 2.5 CALDERO FULTON



Fuente: Autores

FIGURA 2.6 CALDERO CLEAVER BROOKS

2.2.2. Levantamiento de la Red Actual de Distribución

Para realizar el levantamiento planimétrico de la red actual de las tuberías de transporte de vapor, se necesita identificar todas las líneas de vapor que ingresan a cada área de trabajo. Las áreas que requieren vapor son las plantas soluble, batch y continua.

Planta Soluble

La planta soluble requiere vapor para las siguientes líneas:

- Línea para evaporadores tubulares y de placas
- Línea para limpieza de extractores y calentadores
- Línea 1 de extracción calentadores
- Línea 2 de extracción calentadores

- Línea 3 de extracción de calentadores
- Línea principal planta Spray
- Línea para recuperador de aroma
- Línea para aglomerado

Planta Batch

La planta batch requiere vapor para las siguientes líneas:

- Línea hacia los calentadores de glicol
- Línea hacia los jet
- Línea hacia los defrost

Planta continua

La planta continua requiere vapor para las siguientes líneas:

- Línea hacia mesas vibratorias
- Línea hacia los jet
- Línea hacia los hoggels
- Línea hacia los condensadores

En el área de calderos se encuentran 4 distribuidores, que envían vapor a toda la planta.

Distribuidor de vapor N°1

El distribuidor de vapor # 1, como se muestra en la Fig. 2.7, consta de 5 líneas de ingreso de vapor que provienen del distribuidor 3, caldero 1, caldero 5, caldero 6 y caldero 4.



Fuente: Autores

FIGURA 2.7 DISTRIBUIDOR DE VAPOR No. 1

Para conocer con más detalle las líneas de ingreso y salida del distribuidor N°1 se presenta la Tabla 3.

TABLA 3

DESCRIPCIÓN DEL DISTRIBUIDOR NÚMERO 1

Línea	Diámetro (pulg)
Ingreso de vapor del distribuidor N° 3	6
Ingreso de vapor del caldero N° 1	6
Ingreso de vapor del caldero N°5	6
Ingreso de vapor del caldero N°6	8
Ingreso vapor del caldero N°4	6
Salida de vapor hacia planta batch	6

Fuente: Operativos del café

Distribuidor de vapor No.2

El distribuidor de vapor # 2, Fig. 2.8, consta de 1 línea de ingreso de vapor provenientes del distribuidor 3, y 8 líneas de salida de vapor hacia los diferentes procesos.



Fuente: Autores

FIGURA 2.8 DISTRIBUIDOR DE VAPOR No. 2

Para conocer con más detalle las líneas de ingreso y salida del distribuidor No. 2 se presenta la Tabla 4.

TABLA 4
DESCRIPCIÓN DEL DISTRIBUIDOR No. 2

Línea	Diámetro (pulg)
Salida de vapor hacia la Planta soluble Línea principal de vapor	6
Salida de vapor hacia la Planta soluble Limpieza de los extractores	2 1/2
Salida de vapor hacia Planta soluble Línea de arrastro de bagazo 1	3
Salida de vapor hacia Planta soluble Línea de arrastro de bagazo 2	3
Entrada de vapor del distribuidor 3	6
Salida de vapor hacia la Planta soluble Línea de arrastro de bagazo 3	3
Salida de vapor hacia la Planta soluble Línea planta Spray	2 1/2
Salida de vapor hacia la Planta soluble Recuperador de aroma	2

Fuente: Operativos del café

Distribuidor de vapor No.3

El distribuidor 3 como se muestra en la Fig. 2.9, consta de 5 línea de ingreso de vapor que provienen de los calderos 1, 2, 3, 4,5 y 2 líneas de salida de vapor, hacia los diferentes procesos.



Fuente: Autores

FIGURA 2.9 DISTRIBUIDOR DE VAPOR No. 3

Para conocer con más detalle, las líneas de ingreso y salida del distribuidor No. 3 se presenta la Tabla 5.

TABLA 5

DESCRIPCIÓN DEL DISTRIBUIDOR No. 3

Línea	Diámetro (pulg)
Ingreso de vapor del caldero N° 1	6
Ingreso de vapor del caldero N° 2	6
Ingreso de vapor del caldero N° 3	6
Ingreso de vapor del caldero N° 4	6
Ingreso de vapor del caldero N° 5	6
Salida de vapor hacia distribuidor N° 1	6
Salida de vapor hacia planta Batch	6

Fuente: Operativos del café

Distribuidor de vapor No. 4

El distribuidor de vapor No.4 como se muestra Fig. 2.10, consta de 4 líneas de ingreso de vapor que provienen de los calderos 2, 3, 4, y una línea de salida de vapor, hacia los diferentes procesos.



Fuente: Autores

FIGURA 2.10 DISTRIBUIDOR DE VAPOR No. 4

Para conocer con más detalle, las líneas de ingreso y salida del distribuidor N°4 se presenta la Tabla 6.

TABLA 6
DESCRIPCIÓN DEL DISTRIBUIDOR No. 4

Línea	Diámetro (pulg)
Ingreso de vapor del caldero N° 4	6
Ingreso de vapor del caldero N° 4	6
Ingreso de vapor del caldero N° 2	6
Ingreso de vapor del caldero N° 3	6
Salida de vapor hacia planta continua	6

Fuente: Operativos del café

Medidores de flujo en el área de calderos

Existen 4 medidores de flujo de vapor ubicados en el área de calderos de la siguiente manera:

Medidor No. 1

Está ubicado en la línea de 6" de diámetro que sale del distribuidor No. 3, mostrado en la Fig. 2.11 y alimenta al distribuidor No. 2, desde donde se envía vapor a la planta soluble.



Fuente: Autores

FIGURA 2.11 MEDIDOR 1

Medidor No. 2

Está ubicado en la línea de vapor de 6" de diámetro que sale del distribuidor No.3, como se muestra en la Fig. 2.12, el medidor 2 se conecta a la línea de 6" que sale del distribuidor No. 1; la unión de estas 2 líneas convergen a un distribuidor de la planta batch.



Fuente: Autores

FIGURA 2.12 MEDIDOR 2

Medidor No. 3

Este medidor mostrado en la Fig. 2.13, está ubicado en la línea de vapor de 6" de diámetro que sale del distribuidor No. 4 y se conecta a un distribuidor ubicado en la planta continua.



Fuente: Autores

FIGURA 2.13 MEDIDOR 3

Medidor No. 4

Este medidor, como se muestra en Fig. 2.14, está ubicado a la salida del caldero 6, en la línea de vapor de 8", que envía vapor al distribuidor No. 1.



Fuente: Autores

FIGURA 2.14 MEDIDOR 4

Flujos de vapor máximo que ha ingresado a cada distribuidor.

Se procedió a la toma de datos de consumo promedio y en horas pico de vapor de agua en cada medidor de flujo (flujómetro) de la planta.

- **El distribuidor 1** es alimentado por la caldera 6; en esta línea se encuentra el medidor número 4, en el cual observo un flujo máximo de vapor de 14000 lb/h.

- **El distribuidor 2** es alimentado por el distribuidor 3, en la línea de ingreso se encuentra ubicado el medidor número 1. Desde este distribuidor se provee de vapor a la planta soluble, donde se observó un flujo máximo en horas pico de 60000 lb/h de vapor en horas pico.
- **El distribuidor 3** es alimentado por el caldero 1, 3,4 y 5. Desde este distribuidor envía vapor al distribuidor 2 y a la planta batch. En la línea que conecta con la planta batch se encuentra ubicado el medidor No. 2, en el cual determinado un flujo máximo 18000 lb/h.
- **El distribuidor 4** es alimentado por el caldero 2,3 y 4, y provee de vapor a la planta continua. En la línea de salida hacia la planta continua se encuentra el medidor No. 3 cuyo flujo máximo fue de 12000 lb/h en hora pico, Esta información fue proporcionada por operarios de la Planta.

El flujo promedio de vapor de los 3 medidores (1, 2, 3) que ingresan a las 3 plantas, da como resultado un consumo de vapor aproximado de 94000 lb/h, que es mayor a la capacidad generadas por las calderas, aunque no todos los procesos son continuos. Los valores de flujos medidos son

en hora pico, sin embargo se hará un detalle minucioso de los flujos de las plantas y los procesos que coinciden.

Con esta información se realizó un Plano PID básico de la distribución de vapor para el área de calderas. Ver Plano 3 Apéndice A.

2.2.3. Determinación de las Necesidades y Consumos Reales de Vapor

Para determinar las necesidades reales en cada planta, se asume la velocidad de flujo de vapor. Las velocidades recomendables son de entre 15 m/s a 40 m/s para vapor saturado seco [10]. La velocidad máxima recomendable que se ha escogido es de 25,4 m/s (5000 pie/min).

CONSUMO PLANTA SOLUBLE

La planta soluble es alimentada de vapor a través del distribuidor 2. Cada distribuidor de vapor tiene un manómetro, mostrado en la Fig. 2.15, de cuyo instrumento se toman las lecturas de las presiones de salida del vapor. Se elaboró un Plano PID del circuito de vapor de la planta soluble, presentado en el Plano 4, Apéndice A. Además se realizaron isométricos del sistema de vapor de la planta

soluble, los cuales se los puede revisar en los Planos 5- 38 en el Apéndice A y de estos isométricos se obtuvo la información de distancia de tuberías y accesorios.



Fuente: Autores

FIGURA 2.15 PRESIÓN DE SALIDA

Para los cálculos es necesario determinar las longitudes equivalentes de las tuberías, ya que en las caídas de presiones, aparte de las tuberías intervienen codos, bridas, tees válvulas, y al calcular la longitud equivalente se toman en cuenta todos estos accesorios que forman el sistema de vapor. En la Tabla 7 se indica la longitud equivalente con respecto al accesorio instalado.

TABLA 7
LONGITUD EQUIVALENTE

Tipo	Longitud equivalente en diámetros de conducto, L/D
Válvula de globo—completamente abierta	340
Válvula de ángulo—completamente abierta	150
Válvula de compuerta—completamente abierta	8
—3/4 abierta	35
—1/2 abierta	160
—1/4 abierta	900
Válvula de verificación—tipo giratorio	100
Válvula de verificación—tipo de bola	150
Válvula de mariposa—completamente abierta	45
Codo estándar de 90°	30
Codo de radio de largo de 90°	20
Codo de calle de 90°	50
Codo estándar de 45°	16
Codo de calle de 45°	26
Codo de devolución cerrada	50
Te estándar—con flujo a través de un tramo	20
Te estándar—con flujo a través de una rama	60

Fuente: Mecánica de Fluidos Aplicada Robert L. Mott

La Tabla 8, muestra los datos de diámetros interiores (Apéndice I [14]), longitud, números de codos, válvulas y presión de salida en cada una de las líneas de vapor de la planta soluble.

TABLA 8
PLANTA SOLUBLE, DIÁMETROS, PRESIONES Y LONGITUDES DE
CADA LÍNEA DE VAPOR EN PLANTA SOLUBLE

Planta Soluble	Diámetro interior (m)	Presión de salida (psi)	Longitud Tubería (m)	Número Codos 90°	Número de válvulas	Longitud equivalente total(m)
Línea principal de evaporadores tubulares y placas	0,154	230	58,75	14	2	95,72
calentador	0,052	N/A	6,10	1	1	8,09
jet evaporador tubular	0,102	N/A	9,86	2	1	16,81
jet evaporador de placas	0,078	N/A	15,00	3	1	10
Línea principal limpieza de extractores y calentadores	0,063	230	65,51	13	1	90,46
línea de extracción 1(manifold)	0,052	N/A	7,00	4	1	13,71
línea de extracción 2(manifold)	0,052	N/A	4,83	7	1	16,27
línea de extracción 3(manifold)	0,052	N/A	5,70	4	1	12,41
línea de limpieza 1	0,052	N/A	10,00	4	2	14,20
línea de limpieza 2	0,052	N/A	10,00	4	2	13,15
línea de limpieza 3	0,052	N/A	10,00	4	2	11,68
Línea 1 de extracción - calentadores	0,078	230	60,00	15	6	98,80
Línea 2 de extracción - calentadores	0,078	230	57,34	26	6	121,86
Línea de ingreso del distribuidor 3	0,255	230	10,00	5	2	52,25
Línea principal 3 de extracción - calentadores	0,078	230	38,41	14	6	62,96
línea 1 hacia calentador	0,078	N/A	14,54	8	1	33,86
línea 2 hacia calentador	0,078	N/A	9,36	9	1	31,02
línea 3 hacia calentador	0,078	N/A	3,70	5	1	16,01
Línea planta spray	0,052	230	47,69	8	2	61,12
Recuperador de aroma	0,063	80	57,23	9	2	75,16
Aglomerado	0,052	230	88,14	19	2	118,88
línea hacia cámara	0,052	N/A	3,90	4	1	10,61
línea hacia bibro	0,041	N/A	6,00	6	1	13,69

Fuente: Autores

De la Tabla 8, la **línea principal de evaporadores tubulares y placas**, corresponde a una línea principal, de la cual se derivan 3 ramales (línea hacia el calentador, línea jet evaporador tubular y línea jet evaporador de placas que corresponden a líneas secundarias), por lo que las presiones de salidas de cada una de estas 3 líneas son evaluadas y mostradas en la Tabla 10. Las presiones de salida en las líneas secundarias dependerán de su ubicación en la línea principal.

Las presiones al final de la línea (caída de presión) dependen del número de Reynolds, de la ecuación de Darcy, rugosidad y flujo máscicos; estas se evalúan utilizando las siguientes ecuaciones:

Ecuación de Darcy-Weisbach

$$h_l = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (2.1)$$

Donde:

h_l = pérdida de energía debido a la fricción (m)

L=Longitud de la corriente de flujo (m)

D= Diámetro de la tubería (m)

V= Velocidad de flujo promedio (25.4 m/s)

g = Constante gravitacional en (m/s^2)

f = Factor de fricción de Darcy

Número de Reynolds

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad (2.2)$$

Donde:

Re = Número de Reynolds (adimensional)

ρ =Densidad (kg/m^3)

V =velocidad (m/s)

D = Diámetro (m)

μ = Viscosidad dinámica($N*s/m^2$)

Ecuación Explicita para el Factor de Darcy

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left| \frac{1}{3.7 \left(\frac{D}{\epsilon} \right)} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right| \right]^2} \quad (2.3)$$

Donde:

f = Factor de fricción de Darcy

ϵ =Rugosidad (mm)

D =Diámetro (mm)

Re = Número de Reynolds (a dimensional)

Ecuación de Caída de presión

$$\Delta P = \gamma h_L \quad 0.000145 \quad (2.4)$$

$$\gamma = \rho \ g \quad (2.5)$$

Donde:

ΔP = Caída de Presión (psi)

γ = Peso específico ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}^2$)

ρ =Densidad (kg/m^3)

Al reemplazar la fórmula de caída de presión, queda:

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \rho \frac{V^2}{2} \quad 0,000145 \quad (2.6)$$

Ecuación de rugosidad ϵ

$$\epsilon = \epsilon_0 + a \cdot t \quad (2.7)$$

Donde:

ϵ = rugosidad (mm)

ϵ_0 = Rugosidad inicial (mm)

a = Coeficiente de proporcionalidad (mm/año)

t = Número de años de servicio de la tubería

Ecuación de flujo másico

$$Q = V \ A \ \rho \ 3600 \ 2,204 \quad (2.8)$$

Donde:

Q = flujo másico (lb/h)

A = área (m^2)

Para realizar los cálculos se debe considerar los parámetros de densidad y viscosidad dinámica, a la presión de salida del vapor de agua de cada línea. Además en este tipo de plantas industriales se requiere conocer los años de servicio de las tuberías, ya que la rugosidad depende del tiempo.

En la Tabla 9 se muestra los parámetros como densidad, viscosidad, años de servicio y longitudes. La densidad y viscosidad fueron obtenidas de un programa computacional de la compañía Siprax Sarco. En este programa se ingresa la presión de salida del vapor y se obtiene la densidad y viscosidad del vapor, Fig.2.16.

Entradas	Presión	Presión
Salida	<input checked="" type="radio"/> valor individual <input type="radio"/> tabla	
Presión	230	psi manométrico
	Calcular	Reset Imprimir
Temperatura de Saturación	203.976	°C
Entalpía Específica del Agua (h_f)	870.355	kJ/kg
Entalpía Específica de Evaporación (h_{fg})	1924.45	kJ/kg
Entalpía Específica del Vapor (h_g) (h_f)	2794.80	kJ/kg
Densidad del Vapor	8.50727	kg/m ³
Volumen Específico del Vapor (v_g)	0.117546	m ³ /kg
Entropía Específica del Agua (s_f)	2.38825	kJ/kg K
Entropía Específica de Evaporación (s_{fg})	4.03342	kJ/kg K
Entropía Específica del Vapor (s_g)	8.40167	kJ/kg K
Calor Específico del Vapor (c_v)	1.94783	kJ/kg K
Calor Específico del Vapor (c_p)	2.85265	kJ/kg K
Velocidad del sonido	506.778	m/s
Viscosidad Dinámica del Vapor	1.59513E-05	N s/m ²
Coefficiente Isentrópico (k) (k)	1.29355	
Factor de Compresibilidad del Vapor	0.900596	

Fuente: Programa de Spirax Sarco

FIGURA 2.16 HOJA DE CÁLCULO DE DENSIDAD Y VISCOSIDAD SPIRAX SARCO

**TABLA 9
PLANTA SOLUBLE,
DENSIDADES, VISCOSIDADES Y AÑOS DE SERVICIO**

Planta Soluble	Densidad línea principal (kg/m ³)	Viscosidad dinámica línea principal (n*s/m ²)	Años de servicio	Distancia a línea principal (m)
Línea principal de evaporadores tubulares y placas	8,507	1,57E-05	15	N/A
Calentador	N/A	N/A	15	45,40
jet evaporador tubular	N/A	N/A	15	50,00
jet evaporador de placas	N/A	N/A	15	N/A
Línea principal de limpieza de extractores y calentadores	8,507	1,57E-05	15	N/A

línea de extracción 1 (manifold)	N/A	N/A	15	27,83
línea de extracción 2 (manifold)	N/A	N/A	15	37,83
línea de extracción 3 (manifold)	N/A	N/A	5	58,83
línea de limpieza 1	N/A	N/A	15	32,5
línea de limpieza 2	N/A	N/A	15	43
línea de limpieza 3	N/A	N/A	5	64
Línea 1 de extracción - calentadores	8,507	1,57E-05	15	N/A
Línea 2 de extracción - calentadores	8,507	1,57E-05	15	N/A
Línea de ingreso del distribuidor	8,507	1,57E-05	7	N/A
Línea 3 de extracción - calentadores	8,507	1,57E-05	5	N/A
línea 1 hacia calentador (by pass)	N/A	N/A	5	62,961
línea 2 hacia calentador (by pass)	N/A	N/A	5	62,961
línea 3 hacia calentador	N/A	N/A	5	62,961
Línea planta spray	8,507	1,57E-05	15	N/A
Recuperador de aroma	3,432	1,44e-05	5	N/A
Línea principal aglomerado	8,507	1,57e-05	5	N/A
línea hacia cámara	N/A	N/A	5	118,881
línea hacia bibro	N/A	N/A	5	118,881

Fuente: Autores

Los parámetros cuyas celdas contienen N/A, serán calculados más adelante, debido a dependen de su línea principal.

Se va a reemplazar los datos de la Tabla 9, en las fórmulas anteriores, para calcular la presión de salida de la línea secundaria del **calentador** de la Tabla 6. Pero primero se calcularán el número de Reynolds y factor de Darcy de las líneas principales; como se mencionó anteriormente, las presiones en estas líneas secundarias dependen de la línea principal.

Para el cálculo se tomó como ϵ_0 el valor de 0,26 mm (para hierro fundido [3]) y el valor de a de 0,025 [2].

Número de Reynolds

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad (2.2)$$

$$Re = \frac{8,5705 \cdot 25,4 \cdot 0,15406}{1,57E - 05}$$

$$Re = 2,11E + 06$$

Rugosidad equivalente

$$\epsilon = \epsilon_0 + a \cdot t \quad (2.9)$$

$$\epsilon = 0,26 + 0,025 \cdot 15$$

$$\epsilon = 6,35E-01 \text{ mm}$$

Factor de Darcy

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left| \frac{1}{3.7 \left(\frac{D}{\epsilon} \right) + \frac{5.74}{Re^{0.9}}} \right| \right]^2} \quad (2.3)$$

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left| \frac{1}{3.7 \left(\frac{0,15406}{6,35E-01} \right) + \frac{5.74}{4,99E+06^{0.9}}} \right| \right]^2}$$

$$f = 0,028754817$$

Ecuación de Caída de presión

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \rho \frac{V^2}{2} \quad 0,000145 \quad (2.6)$$

$$\Delta P = 0,02875 \frac{45,4}{0,15406} 8.5 \frac{25,4^2}{2} 0,000145$$

$$\Delta P = 3,368 \text{ psi}$$

A la presión de 3,368 psi se le disminuye la presión de salida (presión de vapor al final de la línea) en la línea principal (230 psi) quedando 226,632 psi como presión de salida en la línea secundaria calentador.

En la Tabla 10 se muestra todas las presiones para las demás líneas secundarias. La línea jet evaporador de placas

tiene una estación reductora de presión de 230 a 150 psi; cuyo valor se muestra en la respectiva celda.

TABLA 10
PLANTA SOLUBLE, PRESIONES DE SALIDA DE LÍNEAS
SECUNDARIAS, NÚMERO DE REYNOLDS, FACTOR DE
DARCY, DE LÍNEAS PRINCIPALES

Planta Soluble	Número Reynolds línea principal	Factor de Darcy línea principal	Presión de salida líneas secundarias (psi)
Línea principal de evaporadores tubulares y placas	2,11E+06	0,029	N/A
calentador	N/A	N/A	226,63
jet evaporador tubular	N/A	N/A	226,29
jet evaporador de placas	N/A	N/A	150,00
Línea principal limpieza de extractores y calentadores	8,60E+05	0,038	N/A
línea de extracción 1 (manifold)	N/A	N/A	223,25
línea de extracción 2 (manifold)	N/A	N/A	220,827
línea de extracción 3 (manifold)	N/A	N/A	215,73
línea de limpieza 1	N/A	N/A	222,11
línea de limpieza 2	N/A	N/A	219,57
línea de limpieza 3	N/A	N/A	214,48
Línea 1 de extracción - calentadores	1,07E+06	0,036	N/A
Línea 2 de extracción - calentadores	1,07E+06	0,036	N/A
Línea de ingreso del distribuidor	3,49E+06	0,023	N/A
Línea principal 3 de extracción - calentadores	1,07E+06	0,030	N/A
línea 1 hacia calentador (by pass)	N/A	N/A	220,22
línea 2 hacia calentador (by pass)	N/A	N/A	220,22
línea 3 hacia calentador	N/A	N/A	220,22

Línea planta spray	7,20E+05	0,041	N/A
Recuperador de aroma	3,79E+05	0,033	N/A
Línea principal de aglomerado	7,20E+05	0,034	N/A
línea hacia cámara	N/A	N/A	198,98
línea hacia bibro	N/A	N/A	198,98

Fuente: Autores

Con las presiones de salida de las líneas secundarias, mostradas en la Tabla 10, se puede obtener la densidad y factor de Darcy a esta presión. Con estos datos, se calcula la presión de descarga y flujos de todas las líneas de la planta soluble.

Se va a calcular el consumo de vapor para la línea principal de evaporadores tubulares y placas.

$$Q = V A \rho \quad 3600 \quad 2,204 \quad (2.8)$$

$$Q = 25,4 \left[\pi \left(\frac{0,15406}{2} \right)^2 \right] * 8,50727 \quad 3600 \quad 2,204$$

$$Q = 31960 \text{ lb/h}$$

La Tabla 11 muestra las presiones de salida, densidades, viscosidades, número de Reynolds, factor de Darcy de las líneas secundarias, presión de descarga y flujo de todas las líneas de la planta soluble.

TABLA 11
PRESIONES DE DESCARGA Y FLUJO MÁSICO DE LAS LÍNEAS DE LA PLANTA SOLUBLE

Planta Soluble	Presión de salida líneas secundarias (psi)	Densidad líneas secundarias (kg/m ³)	Viscosidad dinámica líneas secundarias (n*sm ²)	Número Reynolds líneas secundarias	Factor de Darcy líneas secundarias	Presión de descarga (psi)	Flujo (lb/h)
Línea principal de evaporadores tubulares y placas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	222,89	31960,07
calentador	211,216	7,874	1,57E-05	6,67E+05	0,041	208,908	3429,77
jet evaporador tubular	209,216	7,806	1,57E-05	1,29E+06	0,033	207,357	12920,65
jet evaporador de placas	150	5,809	1,52E-05	7,56E+05	0,036	148,759	5582,57
Línea principal limpieza de extractores y calentadores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	208,066	5290,37
línea de extracción 1 (manifold)	223,252	8,279	1,58E-05	6,98E+05	0,041	219,140	3606,63
línea de extracción 2 (manifold)	220,827	8,198	1,58E-05	6,92E+05	0,041	215,998	3571,00
línea de extracción 3 (manifold)	215,735	8,026	1,58E-05	6,79E+05	0,034	212,678	3496,17
línea de limpieza 1	222,119	8,241	1,58E-05	6,95 E+05	0,041	217,882	3589,99
línea de limpieza 2	219,574	8,155	1,58E-05	6,88 E+05	0,041	215,690	3552,58
línea de limpieza 3	214,482	7,984	1,57E-05	6,75 E+05	0,034	211,621	3477,76
Línea 1 de extracción - calentadores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	212,076	8175,72

Línea 2 de extracción - calentadores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	207,893	8175,72
Línea de ingreso del distribuidor	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	228,156	87245
Línea principal 3 de extracción - calentadores	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	220,223	8175,72
línea 1 hacia calentador (by pass)	220,224	8,177	1,58E-05	1,03E+06	0,030	215,168	7858,70
línea 2 hacia calentador (by pass)	220,224	8,177	1,58E-05	1,03E+06	0,030	215,592	7858,70
línea 3 hacia calentador	220,224	8,177	1,58E-05	1,03E+06	0,030	217,833	7858,70
Línea planta spray	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	211,173	3705,82
Recuperador de aroma	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	73,709	2134,08
Línea principal de aglomerado	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	198,981	3705,82
línea hacia cámara	198,982	2,985	1,42E-05	2,80E+05	0,035	198,003	1300,24
línea hacia bibro	198,982	2,985	1,42E-05	2,18E+05	0,038	197,226	791,11

Fuente: Autores

Para evaluar el consumo máximo de vapor de la planta soluble en horas pico, se analiza a través de la Tabla 11, y todas las líneas que pueden coincidir en sus procesos.

Línea principal de evaporadores tubulares y placas

Esta línea envía un flujo máximo de vapor de 31960,07 lb/h.

La línea tiene 3 ramificaciones:

- Calentador con un flujo de vapor de 3429,77 lb/h, el flujo es continuo.
- Jet evaporador tubular con un flujo de vapor de 12920,65 lb/h, el flujo es continuo.
- Jet evaporador de placas con un flujo de vapor de 5582,57 lb/h, el flujo es continuo.

Estas ramificaciones pueden coincidir en sus procesos. Por lo que se deben sumar para obtener el máximo consumo de vapor en la **línea principal de evaporadores**, alcanzando una cifra de 21932,99 lb/h.

Línea principal limpieza de extractores y calentadores

Esta línea envía un flujo de vapor de 5290,37 lb/h.

La línea tiene 6 ramificaciones:

- La línea de extracción 1(manifold), con un flujo de vapor de 3606,63 lb/h, el flujo no es continuo.
- La línea de extracción 2(manifold), con un flujo de vapor de 3571,00 lb/h, el flujo no es continuo.
- La línea de extracción 3(manifold), con un flujo de vapor de 3496,17 lb/h, el flujo no es continuo.
- La línea de limpieza 1, con un flujo de vapor de 3589,99 lb/h, el flujo no es continuo.
- La línea de limpieza 2, con un flujo de vapor de 3552,58 lb/h, el flujo no es continuo.
- La línea de limpieza 3, con un flujo de vapor de 3477,76 lb/h, el flujo no es continuo.

Estas ramificaciones no coinciden en sus procesos, por lo tanto el valor máximo que consumirá la **Línea principal limpieza de extractores y calentadores** será la de la línea de limpieza 1, con un flujo de **3589,99 lb/h**, por ser el de mayor flujo.

Línea 1 de extracción - calentadores

Esta línea tiene un flujo de vapor de **8175,72 lb/h**, el flujo es continuo.

Línea 2 de extracción - calentadores

Esta línea tiene un flujo de vapor de **8175,72 lb/h**, el flujo es continuo.

Línea principal 3 de extracción - calentadores

Esta línea envía un flujo máximo de vapor de **8175,72 lb/h**, la línea tiene 3 ramificaciones:

- Línea 1 hacia el calentador, con un flujo de vapor 7858,70 lb/h.
- Línea 2 hacia el calentador, con un flujo de vapor 7858,70 lb/h.
- Línea 3 hacia el calentador, con un flujo de vapor 7858,70 lb/h.

Estas ramificaciones no coinciden en sus procesos, de ahí que el valor máximo que consumirá la **Línea principal 3 de extracción - calentadores** será **8175,72 lb/h**.

Línea planta sphy

Esta línea tiene un flujo de vapor de **3705,82 lb/h**, el flujo no es continuo.

Recuperador de aroma

Esta línea tiene un flujo de vapor de **2134,08 lb/h**, el flujo no es continuo.

Línea principal de aglomerado

Esta línea puede enviar un flujo de vapor de **3705,82 lb/h**, la línea tiene 2 ramificaciones:

- Línea hacia cámara tiene un flujo de vapor de 1300,24 lb/h.
- Línea hacia bibro tiene un flujo de vapor de 791,11 lb/h.

La línea principal de aglomerado, termina en un distribuidor de vapor, por lo que se considera a este como el flujo total de la línea **3705,82 lb/h**, el flujo no es continuo.

La suma de todos los flujos alcanza **59595,86 lb/h**, que se utilizaría en la planta soluble del distribuidor 2 del área de calderos.

CONSUMO PLANTA BATCH

La planta batch es alimentada de vapor a través del distribuidor 1 y con un bypass del distribuidor 3. Se elaboró un Plano PID del circuito de vapor de la planta batch, el cual se presenta en el Plano 39 del Apéndice A. Además se realizaron isométricos del sistema de vapor de la planta batch, los cuales se los puede revisar en los Planos 40-58 en el Apéndice A y de estos isométricos se obtuvo la información de distancia de tuberías y accesorios.

La Tabla 12 se presenta las características de cada una de las líneas de vapor de la planta batch.

TABLA 12
DIÁMETROS PRESIONES Y LONGITUDES DE CADA LÍNEA DE
VAPOR EN PLANTA BATCH

Planta Batch	Diámetro (m)	Presión de salida líneas principales (psi)	Longitud tubería (m)	Número Codos 90°	Número de Válvulas	Longitud total equivalente (m)
Línea que llega de los distribuidores de casa de calderos	0,154	230	52	6	2	82,20
Línea principal de defrots	0,102	15	55	1	1	58,89
Línea de entrada a bondels de la cámara 1	0,102	N/A	6	5	2	22,98

Línea de entrada a bondels de la cámara 2	0,102	N/A	6	5	2	22,98
Línea de entrada a bondels de la cámara 3	0,102	N/A	6	5	2	22,98
Línea de entrada a bondels de la cámara 4	0,102	N/A	6	5	2	22,98
Línea de entrada a bondels de la cámara 5	0,102	N/A	6	5	2	22,98
Línea de entrada a bondels de la cámara 6	0,102	N/A	6	5	2	22,98
Línea de entrada a bondels de la cámara 7	0,102	N/A	6	5	2	22,98
Línea de entrada a bondels de la cámara 8	0,102	N/A	6	5	2	22,98
LÍNEA CÁMARA JET	0,102	175	27	4	2	40,91
LÍNEA PARA CALENTADORES(1, 2,3)	0,102	40	51	6	1	70,22
Línea de entrada al calentador cámara 1	0,102	N/A	13	4	2	26,91
Línea de entrada a calentadores cámara 2 y 3	0,102	N/A	13	6	2	33,04
LÍNEA PARA CALENTADORES(4, 5,6,7,8)	0,102	40	24	4	1	37,09
Línea de entrada a calentadores cámara 4 y 5	0,102	N/A	13	4	2	26,91
Línea de entrada al calentador cámara 6y 7	0,102	N/A	13	4	2	26,91
Línea de entrada a calentadores cámara 8	0,102	N/A	13	4	2	26,91

Fuente: Autores

El mismo procedimiento de cálculo realizado con la planta soluble, se aplica para la planta batch, es decir, primero se

obtiene la densidad y viscosidad a la presión de salida de cada línea principal. La Tabla 13 muestra estos valores, así como años de servicio y la distancia a la línea principal.

TABLA 13
PLANTA BATCH, DENSIDADES, VISCOSIDADES Y AÑOS
DE SERVICIO

Planta Batch	Densidad línea principal (kg/m³)	Viscosidad dinámica línea principal (n*s/m²)	Años de servicio	Distancia a línea principal (m)
Línea que llega de los distribuidores de casa de calderos	8,507	1,58E-05	12	N/A
línea principal de defrots	1,153	1,29E-05	12	N/A
línea de entrada a bondels de la cámara 1	N/A	N/A	12	46
línea de entrada a bondels de la cámara 2	N/A	N/A	12	40,2
línea de entrada a bondels de la cámara 3	N/A	N/A	12	36
línea de entrada a bondels de la cámara 4	N/A	N/A	12	30
línea de entrada a bondels de la cámara 5	N/A	N/A	12	25
línea de entrada a bondels de la cámara 6	N/A	N/A	12	19
línea de entrada a bondels de la cámara 7	N/A	N/A	12	13
línea de entrada a bondels de la cámara 8	N/A	N/A	12	9
Línea cámara jet	6,652	1,54E-05	12	N/A
Línea para calentadores(1,2,3)	2,046	1,37E-05	12	N/A
línea de entrada al calentador cámara 1	N/A	N/A	12	47
línea de entrada a calentadores cámara 2 y 3	N/A	N/A	12	35,7

Línea para calentadores(4,5,6,7,8)	2,046	1,37E-05	12	N/A
línea de entrada a calentadores cámara 4 y 5	N/A	N/A	12	22,7
línea de entrada al calentador cámara 6y 7	N/A	N/A	12	13,4
línea de entrada a calentadores cámara 8	N/A	N/A	12	6

Fuente: Autores

En la Tabla 14 se muestra todas las presiones de salida para las líneas secundarias. El número de Reynolds y el factor de Darcy, se evaluaron con los datos de la Tabla 13.

TABLA 14
PLANTA BACH,
PRESIONES DE SALIDA DE LÍNEAS SECUNDARIAS,
NÚMERO DE REYNOLDS, FACTOR DE DARCY DE LÍNEAS
PRINCIPALES

Planta Batch	Número Reynolds línea principal	Factor de Darcy línea principal	Presión de salida líneas secundarias (psi)
Línea que llega de los distribuidores de casa de calderos	2,10E+06	0,028	N/A
Línea principal de defrots	2,31E+05	0,032	N/A
línea de entrada a bondels de la cámara 1	N/A	N/A	14,229
línea de entrada a bondels de la cámara 2	N/A	N/A	14,326
línea de entrada a bondels de la cámara 3	N/A	N/A	14,396
línea de entrada a bondels de la cámara 4	N/A	N/A	14,497
línea de entrada a bondels de	N/A	N/A	14,581

la cámara 5			
línea de entrada a bondels de la cámara 6	N/A	N/A	14,681
línea de entrada a bondels de la cámara 7	N/A	N/A	14,782
línea de entrada a bondels de la cámara 8	N/A	N/A	14,849
Línea cámara jet	1,12E+06	0,031	N/A
Línea para calentadores(1,2,3)	3,88E+05	0,032	N/A
línea de entrada al calentador cámara 1	N/A	N/A	38,612
línea de entrada a calentadores cámara 2 y 3	N/A	N/A	38,945
Línea para calentadores(4,5,6,7,8)	3,88E+05	0,032	N/A
línea de entrada a calentadores cámara 4 y 5	N/A	N/A	39,241
línea de entrada al calentador cámara 6y 7	N/A	N/A	39,604
línea de entrada a calentadores cámara 8	N/A	N/A	39,823

Fuente: Autores

La Tabla 15 muestra las presiones de salida, densidades, viscosidades, número de Reynolds, factor de Darcy de las líneas secundarias, presión de descarga y flujo de todas las líneas de la planta batch.

TABLA 15
PRESIONES DE DESCARGA, FLUJO MÁSICO DE LAS LÍNEAS DE LA PLANTA BATCH

Planta Batch	Presión de salida(psi) líneas secundarias	Densidad líneas secundarias (kg/m ³)	Viscosidad dinámica líneas secundarias (n*s/m ²)	Número Reynolds líneas secundarias	Factor de Darcy líneas secundarias	Presión de descarga	Flujo (lb/h)
línea que llega de los distribuidores de casa de calderos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	224,112	31960,067
línea principal de defrots	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14,013	1909,947
línea de entrada a bondels de la cámara 1	14,229	1,126	1,29E-05	2,26E+05	0,032	13,853	1863,469
línea de entrada a bondels de la cámara 2	14,326	1,129	1,29E-05	2,26E+05	0,032	13,949	1869,345
línea de entrada a bondels de la cámara 3	14,396	1,132	1,29E-05	2,27E+05	0,032	14,018	1873,582
línea de entrada a bondels de la cámara 4	14,497	1,136	1,29E-05	2,27E+05	0,032	14,118	1879,656
línea de entrada a bondels de la cámara 5	14,581	1,139	1,29E-05	2,28E+05	0,032	14,201	1884,705
línea de entrada a bondels de la cámara 6	14,681	1,142	1,29E-05	2,29E+05	0,032	14,300	1890,763
línea de entrada a bondels de la cámara 7	14,782	1,146	1,29E-05	2,29E+05	0,032	14,399	1896,820
línea de entrada a bondels de la cámara 8	14,8491	1,148	1,29E-05	2,29E+05	0,032	14,465	1900,859
línea cámara jet	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	171,097	11011,154
línea para calentadores(1,2,3)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	37,926	3386,364
línea de entrada al calentador cámara 1	38,612	1,997	1,36E-05	3,79E+05	0,032	37,836	3305,558
línea de entrada a calentadores	38,945	2,009	1,36E-05	3,81E+05	0,032	37,987	3325,006

cámara 2 y 3							
línea para calentadores(4,5,6,7,8)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	38,904	3386,364
línea de entrada a calentadores cámara 4 y 5	39,241	2,019	1,36E-05	3,83E+05	0,032	38,456	3342,154
línea de entrada al calentador cámara 6 y 7	39,604	2,032	1,36E-05	3,85E+05	0,032	38,815	3363,340
línea de entrada a calentadores cámara 8	39,823	2,040	1,36E-05	3,86E+05	0,032	39,030	3376,052

Fuente: Autores

El cálculo del consumo de vapor de la planta batch se realiza analizando la Tabla 15.

Línea principal de defrosts

Esta línea realiza el defrost en los bondels, cada ocho horas, una cámara a la vez, el flujo de vapor es de 1909,9 lb/h. Las ocho líneas secundarias, tienen un flujo promedio de 1882,4 lb/h. Por lo que el flujo máximo de vapor será el de la línea principal **1909,9 lb/h.**

Línea cámara jet

Esta línea es utilizada para el arranque de la planta y vacío en las cámaras cada 30 minutos, y el flujo de vapor en esta línea es de **11011 lb/h.**

Línea principal hacia calentadores (1, 2, 3)

La línea principal hacia los calentadores 1, 2 y 3 transporta un flujo de vapor de 3386 lb/h. Las dos líneas secundarias tienen un flujo promedio de 3315,28 lb/h, por lo que el flujo máximo de vapor a escoger será el de la línea principal de **3386 lb/h.**

Línea principal hacia calentadores (4, 5, 6, 7, 8)

Las línea principal hacia los calentadores 4, 5, 6, 7 y 8 transporta un flujo de vapor de 3386 lb/h. Las tres líneas secundarias tienen un flujo promedio de 3360 lb/h. Por lo que el flujo máximo de vapor a escoger será el flujo de la línea principal, es decir, **3386lb/h**. En la línea de los calentadores unas líneas funcionan al 100% y otros al 50%, lo que da en flujo de vapor de, **5079 lb/h**. Que es el valor que se toma en cuenta en la suma total de la planta batch.

Sumando todos los flujos da una cifra de **17999,9 lb/h**, que llegan a la planta batch.

CONSUMO PLANTA CONTINUA

La planta de proceso continuo es alimentada por el distribuidor 4, hacia otro que está ubicado en la misma planta. Se elaboró un Plano PID del circuito de vapor de la planta Continua, presentado en el Plano 59 del Apéndice A. Además se realizaron isométricos del sistema de vapor de la planta continua, los cuales se los puede revisar en los Planos 60-82 en el Apéndice A y de estos isométricos se obtuvo la información de distancia de tuberías y accesorios.

El mismo procedimiento de cálculo realizado con la planta soluble y batch, se aplica para la planta continua. La Tabla 16, indica los datos de diámetro, longitud, números de codos, válvulas y presión de salida en cada una de las líneas de vapor de la planta continua.

TABLA 16
DIÁMETROS, PRESIONES Y LONGITUDES DE CADA LÍNEA DE
VAPOR EN PLANTA CONTINUA

Planta continua	Diámetro (m)	Presión de salida líneas principales (psi)	Longitud tubería (m)	Número codos 90°	Número de válvulas	Longitud total equivalente (m)
Línea de vapor de área de calderos al distribuidor 1 planta continua	0,154	230	70	5	2	95,57
Línea principal Jet	0,052	165	16,3	7	2	28,21
Línea hacia Jet 1,2,3	0,052	N/A	5,7	5	1	14,04
Línea hacia Jet 4,5	0,052	N/A	15,2	4	1	21,95
Hogger	0,063	230	27,9	2	2	32,68
Línea principal Defrost	0,078	230	47,7	2	1	52,99
Línea de entrada al Defrost	0,154	15	23,1	1	1	29,01
Línea hacia condensadores 1	0,154	N/A	1,47	1	1	7,32
Línea hacia condensadores 2	0,154	N/A	1,47	1	1	7,32
Línea hacia condensadores 3	0,154	N/A	1,47	1	1	7,32
Línea hacia condensadores 4	0,154	N/A	1,47	1	1	7,32
Línea hacia condensadores 5	0,154	N/A	1,47	1	1	7,32

Línea hacia condensadores 6	0,154	N/A	1,47	1	1	7,32
Chaquetas	0,078	25	28,3	5	1	40,69
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	0,078	230	39	6	1	53,65
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	0,052	230	36,6	5	1	44,94
Línea principal hacia distribuidor 2 planta continua	0,102	50	5	1	1	8,89
Mesas vibratorias 1	0,052	50	24,0	3	1	29,16
Mesas vibratorias 2	0,052	50	26,7	3	1	31,86
Mesas vibratorias 3	0,052	50	28,3	3	1	33,49

Fuente: Autores

La Tabla 17 muestra los parámetros de la densidad, viscosidad, años de servicio y la distancia a la línea principal, para la planta continua.

TABLA 17
PLANTA CONTINUA, DENSIDADES, VISCOSIDADES Y
AÑOS DE SERVICIO

Planta continua	Densidad línea principal (kg/m ³)	Viscosidad dinámica línea principal (n*s/m ²)	Años de servicio	Distancia a línea principal (m)
Línea de vapor de área de calderos al distribuidor 1 planta continua	8,507	1,58E-05	6	N/A
Línea principal Jet	6,315	1,53E-05	6	N/A
Línea hacia Jet 1,2,3	N/A	N/A	6	16

Línea hacia Jet 4,5	N/A	N/A	6	16
Hogger	8,507	1,58E-05	6	N/A
Línea principal Defrost	8,507	1,58E-05	6	N/A
Línea de entrada al Defrost	1,154	1,30E-05	6	N/A
Línea hacia condensadores 1	N/A	N/A	6	5,228
Línea hacia condensadores 2	N/A	N/A	6	9,814
Línea hacia condensadores 3	N/A	N/A	6	12,210
Línea hacia condensadores 4	N/A	N/A	6	15,782
Línea hacia condensadores 5	N/A	N/A	6	18,184
Línea hacia condensadores 6	N/A	N/A	6	21,725
Chaquetas	1,5144	1,33E-05	6	47
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	8,507	1,59E-05	6	N/A
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	8,507	1,59E-05	6	N/A
Línea principal hacia distribuidor 2 planta continua	2,396	1,39E-05	6	N/A
Mesas vibratorias 1	2,396	1,39E-05	6	N/A
Mesas vibratorias 2	2,396	1,39E-05	6	N/A
Mesas vibratorias 3	2,396	1,39E-05	6	N/A

Fuente: Autores

En la Tabla 18 se muestra todas las presiones de salida para las líneas secundarias. El número de Reynolds y el factor de Darcy, se evaluó con los datos de las Tablas 16 y 17.

TABLA 18
PLANTA CONTINUA, PRESIONES DE SALIDA DE LÍNEAS
SECUNDARIAS, NÚMERO DE REYNOLDS, FACTOR DE
DARCY DE LÍNEAS PRINCIPALES

Planta continua	Número Reynolds línea principal	Factor de Darcy línea principal	Presión de salida líneas secundarias (psi)
Línea de vapor de área de calderos al distribuidor 1 planta continua	2,10E+06	0,025	N/A
Línea principal Jet	5,48E+05	0,035	N/A
Línea hacia Jet 1,2,3	N/A	N/A	161,834
Línea hacia Jet 4,5	N/A	N/A	161,834
Hogger	8,54E+05	0,033	N/A
Línea principal Defrost	1,06E+06	0,031	N/A
Línea de entrada al Defrost	3,48E+05	0,026	N/A
Línea hacia condensadores 1	N/A	N/A	14,953
Línea hacia condensadores 2	N/A	N/A	14,911
Línea hacia condensadores 3	N/A	N/A	14,889
Línea hacia condensadores 4	N/A	N/A	14,857
Línea hacia condensadores 5	N/A	N/A	14,835
Línea hacia condensadores 6	N/A	N/A	14,803
Chaquetas	2,25E+05	0,031	N/A
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	1,06E+06	0,031	N/A
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	7,15E+05	0,035	N/A
Línea principal hacia distribuidor 2 planta continua	4,47E+05	0,029	N/A
Mesas vibratorias 1	2,29E+05	0,035	N/A
Mesas vibratorias 2	2,29E+05	0,035	N/A
Mesas vibratorias 3	2,29E+05	0,035	N/A

Fuente: Autores

En la Tabla 19, se muestra las presiones de salida, densidades, viscosidades, número de Reynolds, factor de Darcy de las líneas secundaria, presión de descarga y flujo de todas las líneas de la planta continua.

TABLA 19

PRESIONES DE DESCARGA, FLUJO MÁSSICO DE LAS LÍNEAS DE LA PLANTA CONTINUA

Planta continua	Presión de salida líneas secundarias (psi)	Densidad líneas secundarias (kg/m ³)	Viscosidad dinámica líneas secundarias (n*s/m ²)	Número Reynolds líneas secundarias	Factor de Darcy líneas secundarias	Presión de descarga	Flujo (lb/h)
Línea de vapor de área de calderos al distribuidor 1 planta continua	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	223,725	31960,068
Línea principal Jet	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	159,418	2750,945
Línea hacia Jet 1,2,3	161,834	6,208	1,53E-05	5,39E+05	0,035	159,103	2704,358
Línea hacia Jet 4,5	161,834	6,208	1,53E-05	5,39E+05	0,035	157,563	2704,358
Hogger	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	223,121	5290,368
Línea principal Defrost	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	221,614	8175,716
Línea de entrada al Defrost	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	14,737	4335,003
Línea hacia condensadores 1	14,953	1,152	1,29E-05	3,47E+05	0,026	14,886	4328,203
Línea hacia condensadores 2	14,911	1,151	1,29E-05	3,47E+05	0,026	14,845	4322,718
Línea hacia condensadores 3	14,889	1,149	1,29E-05	3,46E+05	0,026	14,823	4318,436
Línea hacia condensadores 4	14,857	1,148	1,29E-05	3,46E+05	0,026	14,791	4314,303
Línea hacia condensadores 5	14,835	1,148	1,29E-05	3,46E+05	0,026	14,769	4311,673
Línea hacia condensadores	14,803	1,147	1,29E-05	3,46E+05	0,026	14,737	4307,691

6							
Chaquetas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	23,838	1455,418
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	221,511	8175,716
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	218,037	3705,821
Línea principal hacia distribuidor 2 planta continua	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	49,719	3965,517
Mesas vibratorias 1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	47,796	1043,626
Mesas vibratorias 2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	47,592	1043,626
Mesas vibratorias 3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	47,469	1043,626

Fuente: Autores

El cálculo del consumo de vapor de la planta Continua se realiza utilizando la información de la Tabla 19.

Línea principal Jet

El flujo de vapor de agua en esta línea es de **2750,94 lb/h**.

Este flujo es continuo en todo el proceso.

Hogger

El flujo de vapor de agua en esta línea es de **5290,36 lb/h**.

Este equipo solo se lo utiliza para el arranque de la planta, por lo que su flujo no es continuo.

Línea principal Defrost

Esta línea se ramifica en dos: línea entrada defrost y línea hacia las chaquetas. **La línea entrada al defrost** tiene 6 ramificaciones hacia los condensadores y envía un flujo de vapor de 4335 lb/h. Los condensadores operan con un flujo máximo de 3500 lb/h y trabajan dos equipos a la vez, uno al 100% (3500 lb/h) y otro al 20 % (800 lb/h). **La chaqueta** tiene un flujo de vapor de 1455 lb/h. El flujo máximo a considerar es el de la línea principal defrost cuyo flujo es de **5790 lb/h**,

que es la suma de los consumos de la línea entrada al defrost y el de la chaqueta

Línea principal hacia distribuidor 2 planta continua

La línea principal hacia el distribuidor 2 recibe el flujo de vapor de las líneas hacia el distribuidor 2. La línea principal conecta al distribuidor 2 con un diámetro de 4 pulgadas y una presión de 50 psi. Teniendo un flujo a la entrada de 3965,5 lb/h.

De este distribuidor salen 3 líneas hacia las mesas vibratorias, con un flujo de 1043,62 lb/h, cada una. El flujo total de las tres líneas será el máximo consumo de vapor del distribuidor 2, cuya cifra es **3130,86 lb/h**.

El consumo total de la planta continua será **16962,16 lb/h**.

La Tabla 20 muestra el consumo total de todas las tres plantas.

TABLA 20
CONSUMO TOTAL DE VAPOR

Planta	Consumo total de vapor (lb/h)
Planta Soluble	59595,86
Planta Bach	17999,9
Planta Continua	16962
TOTAL	94557,76

Fuente: Autores

Se debe destacar que no todos los procesos son continuos, por ejemplo en la planta soluble, las líneas spray, recuperador de aroma y aglomerado, cuya suma de flujo da 9545,72 lb/h no tienen un flujo continuo, por lo que se debe restar del flujo total de la planta soluble; en la planta Batch la línea de jet con un flujo de 11011 lb/h, solo se lo utiliza para el arranque, por lo que no sería un flujo continuo. La planta continua tiene la línea de Hoggers con un flujo de 5290 lb/h, también se la utiliza solo para el arranque, su flujo tampoco es continuo. Estos valores se restarían de cada planta para obtener el flujo continuo de vapor como se puede ver en la Tabla 21.

TABLA 21
CONSUMO CONTINUO DE VAPOR

Planta	Consumo continuo de vapor (lb/h)
Planta Soluble	50050,14
Planta Bach	6988,9
Planta Continua	11672
TOTAL	68711,04

Fuente: Autores

2.3. Análisis de Pérdidas por Fugas y Aislamiento

A continuación se analiza dos tipos de pérdidas en cada planta, por fugas y por aislamiento.

Pérdidas en Planta Soluble

Pérdidas por fugas

Se detectaron ciertas fugas en las líneas a la planta soluble, y para su evaluación se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Flujo de vapor} = 8,8d^2c \quad (2.10)$$

Donde:

d= Diámetro del orificio (mm)

c= Presión vapor absoluta (MPa)

En la Tabla 22 se presenta el sitio en las líneas donde se ha detectado las fugas diámetro de los orificios aproximados, y los flujos de vapor que se escapan.

TABLA 22
PÉRDIDAS POR FUGAS EN PLANTA SOLUBLE

PLANTA SOLUBLE	Presión de salida (psi)	Presión de salida en MPag	Diámetro del orificio (mm)	Fuga de vapor (lb/h)
Línea principal de evaporadores tubulares y placas	230	1,59	0	0,0
calentador	211	1,46	0	0,0
jet evaporador tubular	209	1,44	0	0,0
jet evaporador de placas	150	1,03	0	0,0
limpieza de extractores y calentadores	230	1,59	0	0,0
línea de extracción 1 limpieza	223	1,54	0,5	3,4
línea de extracción 2 limpieza	221	1,52	0,7	6,6
línea de extracción 3 limpieza	216	1,49	0,5	3,3
línea hacia calentador 1	222	1,53	0	0,0
línea hacia calentador 2	220	1,52	0	0,0
línea hacia calentador 3	214	1,48	0	0,0
línea 1 de extracción - calentadores	230	0,69	0,5	1,5
línea 2 de extracción - calentadores	230	0,69	0	0,0
línea de ingreso del distribuidor	230	1,59	0	0,0
línea 3 de extracción - calentadores	230	1,59	0,7	6,8
línea 1 hacia calentador	220	1,48	0	0,0
línea 2 hacia calentador	220	1,48	0	0,0
Línea 3 hacia calentador	220	1,48	0	0,0
Línea planta sphy	230	1,59	0	0,0
Recuperador de aroma	80	0,55	0,5	1,2
Aglomerado	230	1,59	0,5	3,5
Línea hacia cámara	199	1,37	0,5	3,0
Línea hacia bibro	199	1,37	0,5	3,0

Fuente: Autores

Las fugas de vapor en la planta Soluble son del orden de **32,3 lb/h** de vapor.

Pérdidas por falta de aislamiento en la planta soluble

Primero se va a realizar el cálculo de las pérdidas en lb/h, de vapor por falta de aislamiento o aislamiento en mal estado, en cada línea de la planta soluble, estas se evalúan utilizando las siguientes formulas.

$$q' = h\pi D l(T_S - T_\infty) + \varepsilon\pi D l c(T_S^4 - T_{air}^4) \quad (2.11)$$

$$Ra_D = \frac{g\beta(T_S - T_\infty)D^3}{\nu\alpha} \quad (2.12)$$

$$\overline{Nu}_D = \left\{ 0.6 + \frac{0.387(Ra_D)^{\frac{1}{4}}}{\left[1 + \left(\frac{0.559}{Pr}\right)^{\frac{9}{16}}\right]^{\frac{1}{4}}}\right\}^2 \quad (2.13)$$

$$\bar{h} = \frac{K}{D}\overline{Nu}_D \quad (2.14)$$

$$T_f = \frac{T_S + T_{\infty}}{2} \quad (2.15)$$

$$\beta = \frac{1}{T_f} \quad (2.16)$$

Donde:

q' =Flujo de calor (w)

Ra_D =Número de Rayleigh

Nu_D =Número de Nusselt

Pr =Número de Prandtl

γ =Viscosidad cinemática (m^2/s)

K =Conductividad térmica (W/mK)

β =Coeficiente volumétrico de expansión térmica (K^{-1})

h =Coeficiente de transferencia de calor por convección ($W/m^2 K$)

D =Diámetro de tubería (m)

l =Longitud de tubería sin aislar (m)

T_s =Temperatura en la superficie ($^{\circ}C$)

T_{∞} =Temperatura ambiente ($^{\circ}C$)

ϵ =Emisividad (0.85)

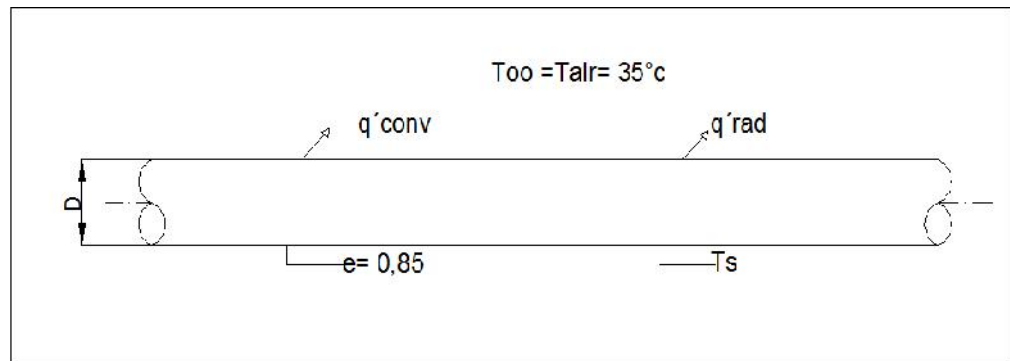
σ =Constante de Stefan Boltzman ($5.67 \times 10^{-8} W/(m^2 K)$)

T_{air} =Temperatura ambiente ($^{\circ}C$)

T_f = Temperatura media ($^{\circ}K$)

= Difusividad térmica

La figura 2.17 muestra un esquema, en donde se puede visualizar la ubicación de las temperaturas.



Fuente: Fundamentos de Transferencia de Calor Frank P. Incropera David P. DeWitt

FIGURA 2.17 UBICACIÓN DE PÉRDIDAS EN TUBERÍAS SIN ASILAR

Para todos los cálculos se necesita conocer el valor de la temperatura media (T_f). A continuación se va a obtener esta temperatura, para la **Línea principal de evaporadores tubulares y placas**, La temperatura en la superficie (T_s) se la determino con las presiones en cada línea, utilizando las Tablas del Apéndice B. Los valores de la temperatura en el ambiente (T_{alr}, T_{oo}), son las temperaturas dentro de la planta, en este caso de 35°C , Estos datos se los va a evaluar en la siguiente ecuación:

$$T_f = \frac{T_s + T_{oo}}{2} \quad (215)$$

$$T_f = \frac{(204 + 273) + (35 + 273)}{2} \quad (215)$$

$$T_f = 392,5 \text{ } ^\circ\text{K}$$

La Tabla 23 indica los datos de presión (tomados de las Tablas 8 y 10), temperatura y longitud sin aislar (la cual se midió en sitio).

TABLA 23
TEMPERATURA Y LONGITUD DE TUBERÍA SIN AISLAR,
PLANTA SOLUBLE

Planta soluble	Presión de salida (psi)	Temperatura Ts °C	Too °C	Talr °C	Tf °K	Longitud sin aislar (m)
Línea principal de evaporadores tubulares y placas	230	204	35	35	392,5	6
calentador	211	200	35	35	390,5	2
jet evaporador tubular	209	199	35	35	390	2
jet evaporador de placas	150	186	35	35	383,5	3
Limpieza de extractores y calentadores	230	204	35	35	392,5	7
línea de extracción 1 limpieza	223	203	35	35	392	0,5
línea de extracción 2 limpieza	221	202	35	35	391,5	0,75
línea de extracción 3 limpieza	216	201	35	35	391	1
línea hacia calentador 1	222	202	35	35	391,5	9
línea hacia calentador 2	220	202	35	35	391,5	9
línea hacia calentador 3	214	200	35	35	390,5	9
línea 1 de extracción - calentadores	230	204	35	35	392,5	8
línea 2 de extracción - calentadores	230	204	35	35	392,5	8
línea de ingreso del distribuidor	230	204	35	35	392,5	0
línea 3 de extracción - calentadores	230	204	35	35	392,5	8
línea 1 hacia calentador	220	202	35	35	391,5	0

línea 2 hacia calentador	220	202	35	35	391,5	0
línea 3 hacia calentador	220	202	35	35	391,5	1
línea planta spray	230	204	35	35	392,5	1
recuperador de aroma	80	162	35	35	371,5	1,75
aglomerado	230	204	35	35	392,5	5
línea hacia cámara	199	198	35	35	389,5	1
línea hacia bibro	199	198	35	35	389,5	1

Fuente: Autores

De la Tabla 23, la celda de ***longitud sin aislar***, muestra los valores, de las distancia en metros, de las tubería que actualmente en la planta se encuentran sin aislamiento. En la Fig. 2.18, se muestra un ejemplo, de tuberías en la planta que ya no tienen aislamiento o están en mal estado.



Fuente: Autores

FIGURA 2.18 TUBERÍA SIN AISLAMIENTO

Los valores de *Viscosidad cinemática*, *conductividad térmica*, *número de Prandtl* y *difusividad térmica* se obtienen de la Tabla del Apéndice C. Se ingresa a la Tabla con los valores de la temperatura media (T_f) En la Tabla 24 se muestra todos estos valores, para cada línea de la planta soluble. La Tabla del Apéndice C, no indica valores intermedios, por lo que estos fueron interpolados.

TABLA 24
VISCOSIDAD CINEMÁTICA, CONDUCTIVIDAD TÉRMICA,
NÚMERO DE PRANDTL, PLANTA SOLUBLE

PLANTA SOLUBLE	k (W/mk)	ν (m ² /s)	α (m ² /s)	Pr
LÍNEA PRINCIPAL DE EVAPORADORES TUBULARES Y PLACAS	0,033	2,56E-05	3,70E-05	0,692
Calentador	0,033	2,53E-05	3,67E-05	0,692
Jet evaporador tubular	0,033	2,53E-05	3,66E-05	0,692
Jet evaporador de Placas	0,033	2,46E-05	3,55E-05	0,693
LIMPIEZA DE EXTRACTORES Y CALENTADORES	0,033	2,56E-05	3,70E-05	0,692
Línea de extracción 1 limpieza	0,033	2,55E-05	3,69E-05	0,692
Línea de extracción 2 limpieza	0,033	2,55E-05	3,68E-05	0,692
Línea de extracción 3 limpieza	0,033	2,42E-05	3,68E-05	0,692
Línea hacia calentador 1	0,033	2,55E-05	3,69E-05	0,692
Línea hacia calentador 2	0,033	2,55E-05	3,69E-05	0,692
Línea hacia calentador 3	0,033	2,54E-05	3,67E-05	0,692
LÍNEA 1 DE EXTRACCIÓN - CALENTADORES	0,033	2,36E-05	3,39E-05	0,692

LÍNEA 2 DE EXTRACCIÓN - CALENTADORES	0,033	2,36E-05	3,39E-05	0,692
LÍNEA DE INGRESO DEL DISTRIBUIDOR	0,033	2,56E-05	3,70E-05	0,692
LÍNEA 3 DE EXTRACCIÓN - CALENTADORES	0,03323	2,56E-05	3,70E-05	0,692
Línea 1 hacia calentador	0,03312	2,42E-05	3,68E-05	0,692
Línea 2 hacia calentador	0,03312	2,42E-05	3,68E-05	0,692
Línea 3 hacia calentador	0,03312	2,42E-05	3,68E-05	0,692
LÍNEA PLANTA SPRY	0,03323	2,56E-05	3,708E-05	0,692
RECUPERADOR DE AROMA	0,03163	2,33E-05	3,358E-05	0,696
AGLOMERADO	0,03323	2,56E-05	3,708E-05	0,692
Línea hacia cámara	0,03300	2,53E-05	3,65E-05	0,692
Línea hacia bibro	0,03300	2,52E-05	3,65E-05	0,692

Fuente: Autores

A continuación, se realiza el cálculo de las pérdidas para la **Línea principal de evaporadores**.

Coefficiente térmico de expansión volumétrica

$$\beta = \frac{1}{T_f} \quad (2.16)$$

$$\beta = \frac{1}{392.5^\circ K}$$

$$\beta = 2.54777E - 3 \text{ } ^\circ K^{-1}$$

Número de Rayleigh

$$R_{GD} = \frac{g\beta(T_s - T_\infty) L^3}{\gamma\alpha} \quad (2.12)$$

$$Rc_D = \frac{9.8 \cdot 2.5477E-3 \cdot (204 - 35) \cdot 0,15406^3}{2,5587E-05 \cdot 3,7040E-05}$$

$$Rc_D = 1,6280E+07$$

Número Nusselt

$$\overline{Nu_D} = \left\{ 0.6 + \frac{0.387(Rc_D)^{\frac{1}{6}}}{\left[1 + \left(\frac{0.559}{Pr} \right)^{\frac{4}{9}} \right]^{\frac{1}{4}}} \right\}^2 \quad (2.13)$$

$$\overline{Nu_D} = \left\{ 0.6 + \frac{0.387(1,6280E+07)^{\frac{1}{6}}}{\left[1 + \left(\frac{0.559}{0,6915} \right)^{\frac{4}{9}} \right]^{\frac{1}{4}}} \right\}^2$$

$$\overline{Nu_D} = 32.5380211$$

Coefficiente de transferencia de calor por convección

$$\bar{h} = \frac{K}{D} \overline{Nu_D} \quad (2.14)$$

$$\bar{h} = \frac{0,03323}{0,15406} \cdot 32.5380211$$

$$\bar{h} = 7,018294438 \text{ W/m}^2 \text{ k}$$

Flujo de calor

$$q' = h\pi D l (T_S - T_{\infty}) + \varepsilon \pi D l \sigma (T_S^4 - T_{air}^4) \quad (2.11)$$

$$q' = 7,01829 \cdot \pi \cdot 0,15406 \cdot 6 \cdot (204 - 35) + 0,85 \cdot \pi \cdot 0,15406 \cdot 6 \cdot 5,67 \times 10^{-8} \cdot ((204 + 273)^4 - (35 + 273)^4)$$

$$q' = 9430,34202 \text{ W}$$

La unidad del flujo de calor (q') es W, para una mejor comprensión, este valor se lo convierte a lb/h, con ayuda de las siguientes relaciones:

$$1 \text{ W} = 3,414135 \text{ Btu/h}$$

$$1 \text{ Bhp} = 34500 \text{ Btu/h}$$

$$1 \text{ Bhp} = 34,5 \text{ lb/h}$$

$$q' = 9430,34202 \text{ w} \frac{3,414135 \text{ Btu/h}}{1 \text{ w}} \frac{1 \text{ BHP}}{34500 \text{ Btu/h}} \frac{34,5 \text{ Lb/h}}{1 \text{ BHP}}$$

$$q' = 32,19646076 \text{ lb/h.}$$

La Tabla 25, muestra las pérdidas para todas las líneas de la planta soluble.

TABLA 25

PÉRDIDAS DE CALOR EN LB/HR, PLANTA SOLUBLE

Planta soluble	β (K^{-1})	Rad	Nud	h ($W/m^2 k$)	q' (lb/h)
Línea principal de evaporadores tubulares y placas	0,003	1,63E+07	32,5	7,0	32,2
Calentador	0,003	6,42E+05	12,8	8,1	3,7
Jet evaporador tubular	0,003	4,75E+06	22,6	7,3	6,9

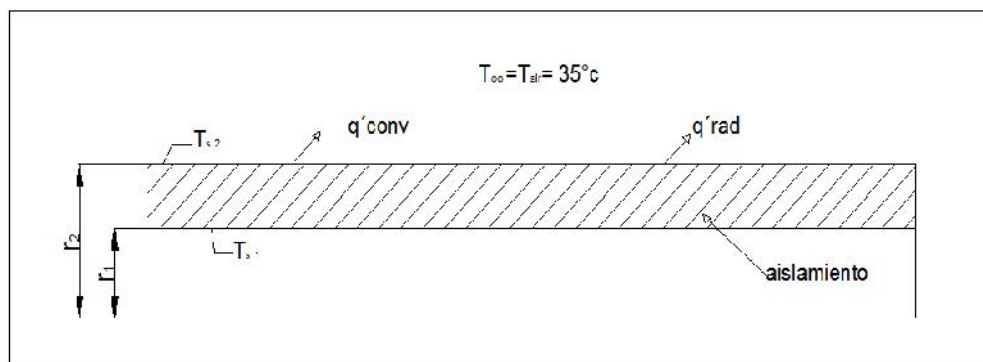
Jet evaporador de Placas	0,003	2,09E+06	17,9	7,5	7,1
Limpieza de extractores y calentadores	0,003	1,10E+06	14,9	7,9	16,0
Línea de extracción 1 limpieza	0,003	6,43E+05	12,8	8,1	1,0
Línea de extracción 2 limpieza	0,003	6,42E+05	12,8	8,1	1,4
Línea de extracción 3 limpieza	0,003	6,74E+05	13,0	8,2	1,9
Línea hacia calentador 1	0,003	6,42E+05	12,8	8,1	17,1
Línea hacia calentador 2	0,003	6,42E+05	12,8	8,1	17,1
Línea hacia calentador 3	0,003	6,42E+05	12,8	8,1	16,8
Línea 1 de extracción - calentadores	0,003	2,49E+06	18,78	8,012	22,8
Línea 2 de extracción - calentadores	0,003	2,49E+06	18,78	8,012	22,8
Línea de ingreso del distribuidor	0,003	1,63E+07	32,5	7,0	0,0
Línea 3 de extracción - calentadores	0,003	2,11E+06	17,89	7,6	22,4
Línea 1 hacia calentador	0,003	2,11E+06	17,89	7,6	0
Línea 2 hacia calentador	0,003	2,11E+06	17,89	7,6	0
Línea 3 hacia calentador	0,003	2,11E+06	17,89	7,6	2,75
Línea planta spray	0,003	6,43E+05	12,8	8,1	1,9
Recuperador de aroma	0,003	1,06E+06	14,7	7,4	2,6
Aglomerado	0,003	6,43E+05	12,8	8,1	9,7
Línea hacia cámara	0,0025674	6,4163E+05	12,8	8,1	1,8
Línea hacia bibro	0,0025674	3,0451E+05	10,4	8,4	1,5

Fuente: Autores

La cifra total de todas las pérdidas por falta de aislamiento es de **209,422 lb/h.**

Pérdidas en aislamiento en la planta Soluble

Para el cálculo de este tipo de pérdidas, se realiza otro tipo de procedimiento, debido a que se tiene un espesor adicional, por el aislamiento que va a cubrir la tubería. En la figura 2.19 se observa un esquema de la tubería con el aislamiento.



Fuente: Fundamentos de Transferencia de Calor Frank P. Incropera David P. DeWitt

FIGURA 2.19 UBICACIÓN DE PÉRDIDAS EN TUBERÍA CON AISLAMIENTO

La temperatura en la superficie ($T_{s,2}$) es de 41°C , esta temperatura es un promedio en la parte superior del aislamiento. El espesor del aislamiento en las tuberías es de $0,0508 \text{ m}$. La ecuación que se va a utilizar para evaluar los datos es:

$$q' = h(2m_2)l(T_{s,2} - T_{oo}) + \varepsilon 2m_2 l \sigma (T_S^4 - T_{atm}^4) \quad (2.17)$$

Donde:

r_1 = Radio de la tubería (m)

r_2 = Radio de la tubería con aislamiento (m)

l = Longitud de tubería con aislamiento (m)

El radio r_2 es la suma del diámetro más el espesor del aislamiento

El vapor de T_f , es constante para todas las líneas.

$$T_f = \frac{(41 + 273) + (35 + 273)}{2}$$

$$T_f = 311 \text{ } ^\circ K$$

Con el valor obtenido de la temperatura media (T_f) se determinan los valores de **K , γ , α , β , Pr** , utilizando la Tabla del Apéndice C, estos valores son constantes para todas las líneas, en la tabla 26 se muestra estas cifras.

TABLA 26
VALORES DE LA VISCOSIDAD CINEMÁTICA, CONDUCTIVIDAD
TÉRMICA, NÚMERO DE PRANDTL, PARA TUBERÍA CON
 AISLAMIENTO, PLANTA SOLUBLE

k (W/mk)	ν (m²/s)	α (m²/s)	β (K⁻¹)	Pr
0,02711	1,70E-05	2,41E-05	0,003	0,705

Fuente: Autores

Con los datos anteriores y utilizando la ecuación 2.17, se calcula las pérdidas, para cada línea de la planta soluble, estos valores se los puede ver en la Tabla 27.

TABLA 27
PÉRDIDAS EN TUBERÍAS AISLADAS, PLANTA SOLUBLE

Planta soluble	Rad	Nud	h (W/m² k)	q' (lb/h)
Línea principal de evaporadores tubulares y placas				
Calentador	1,69E+06	16,8	3,0	7,6
Jet evaporador tubular	6,66E+04	7,0	3,6	0,4
Jet evaporador de Placas	4,93E+05	11,9	3,2	0,9
	2,18E+05	9,6	3,3	1,3
Limpieza de extractores y calentadores				
Limpieza de extractores y calentadores	1,14E+05	8,0	3,5	5,7
Línea de extracción 1 limpieza	6,66E+04	7,0	3,6	0,6
Línea de extracción 2 limpieza	6,66E+04	7,0	3,6	0,4
Línea de extracción 3 limpieza	6,66E+04	7,0	3,6	0,4
Línea hacia calentador 1	6,66E+04	7,0	3,6	0,1
Línea hacia calentador 2	6,66E+04	7,0	3,6	0,1

Línea hacia calentador 3	6,66E+04	7,0	3,6	0,1
Línea 1 de extracción - calentadores	2,18E+05	9,6	3,3	5,5
línea 2 de extracción - calentadores	2,18E+05	9,6	3,3	5,2
Línea de ingreso del distribuidor	1,69E+06	16,8	3,0	1,4
Línea 3 de extracción - calentadores	2,18E+05	9,5	3,3	3,2
Línea 1 hacia calentador	2,18E+05	9,5	3,3	1,5
Línea 2 hacia calentador	2,18E+05	9,5	3,3	0,98
Línea 3 hacia calentador	2,18E+05	9,5	3,3	0,28
Línea planta spray	6,66E+04	7,0	3,6	4,4
recuperador de aroma	1,14E+05	8,0	3,5	5,4
aglomerado	6,66E+04	7,0	3,6	7,8
Línea hacia cámara	6,66E+04	7,0	3,6	0,3
Línea hacia bibro	3,16E+04	5,8	3,8	0,4

Fuente: Autores

La suma de todas las pérdidas, en tuberías con aislamiento en la planta soluble es de **54,02 lb/h**.

Pérdidas en Planta Batch

Para calcular las pérdidas por fugas y falta de aislamiento en la planta batch, se va a utilizar el mismo procedimiento de cálculo, que se realizó en la planta soluble.

Pérdidas por fugas planta batch

La Tabla 28 se presenta el sitio, en las líneas donde se ha detectado las fugas, sus diámetros aproximados, y los flujos de vapor que se escapan, en cada una de ellas.

TABLA 28
PÉRDIDAS POR FUGAS EN PLANTA BATCH

Planta batch	Presión de salida (psi)	Presión de salida en MPag	Diámetro del orificio (mm)	Fuga de vapor (lb/h)
Línea que llega de los distribuidores de casa de calderos	230	1,59	0,5	3,49
Línea principal de defrots	15	0,10	0,7	0,45
Línea de entrada a bondels de la cámara 1	14	0,10	0,5	0,22
Línea de entrada a bondels de la cámara 2	14	0,10	0,5	0,22
Línea de entrada a bondels de la cámara 3	14	0,10	0	0,00
Línea de entrada a bondels de la cámara 4	14	0,10	0	0,00
Línea de entrada a bondels de la cámara 5	15	0,10	0	0,00
Línea de entrada a bondels de la cámara 6	15	0,10	0	0,00
Línea de entrada a bondels de la cámara 7	15	0,10	0	0,00
Línea de entrada a bondels de la cámara 8	15	0,10	0	0,00
Línea cámara jet	175	1,21	0	0,00
Línea para calentadores(1,2,3)	40	0,28	0	0,00
Línea de entrada al calentador cámara 1	39	0,27	0,7	1,15
Línea de entrada a calentadores cámara 2 y 3	39	0,27	0,5	0,59
LÍNEA PARA CALENTADORES(4,5,6,7,8)	40	0,28	0	0,00
Línea de entrada a calentadores cámara 4 y 5	39	0,27	0	0,00
Línea de entrada al calentador cámara 6 y 7	40	0,27	0	0,00
Línea de entrada a calentadores cámara 8	40	0,27	0	0,00

Fuente: Autores

El total de pérdidas por fugas en la planta batch es de **6,11 lb/h** de vapor

Pérdidas por falta de aislamiento en la planta batch

La Tabla 29 se presenta, los datos de presiones (tomados de la Tabla 12 y 14), temperaturas, y las longitudes sin aislar, de las tuberías de la planta batch.

TABLA 29
TEMPERATURA Y LONGITUD DE TUBERÍA SIN AISLAR,
PLANTA BATCH

Planta batch	Presión de salida (psi)	Ts C°	Too C°	Talr C°	Tf K°	Longitud sin aislar (m)
Línea que llega de los distribuidores de casa de calderos	230	204	35	35	392,5	3
Línea principal de defrots	15	121	35	35	351	6
Línea de entrada a bondels de la cámara 1	14	310	35	35	445,5	0,5
Línea de entrada a bondels de la cámara 2	14	311	35	35	446	0,5
Línea de entrada a bondels de la cámara 3	14	311	35	35	446	0,5
Línea de entrada a bondels de la cámara 4	14	311	35	35	446	0,5
Línea de entrada a bondels de la cámara 5	15	312	35	35	446,5	0,5
Línea de entrada a bondels de la cámara 6	15	312	35	35	446,5	0,5
Línea de entrada a bondels de la cámara 7	15	313	35	35	447	0,5
Línea de entrada a bondels de la cámara 8	15	313	35	35	447	0,5
Línea cámara jet	175	192	35	35	386,5	0,5

Línea para calentadores(1,2,3)	40	142	35	35	361,5	3
Línea de entrada al calentador cámara 1	39	141	35	35	361	6
Línea de entrada a calentadores cámara 2 y 3	39	141	35	35	361	2
Línea para calentadores(4,5,6,7,8)	40	142	35	35	361,5	3
Línea de entrada a calentadores cámara 4 y 5	39	141	35	35	361	2
Línea de entrada al calentador cámara 6y 7	40	141	35	35	361	2
Línea de entrada a calentadores cámara 8	40	141	35	35	361	2

Fuente: Autores

La Tabla 30 se muestra los valores de *Viscosidad cinemática*, *conductividad térmica*, *número de Prandtl* y *difusividad térmica* para cada línea de la planta batch.

TABLA 30
VISCOSIDAD CINEMÁTICA, CONDUCTIVIDAD TÉRMICA,
NÚMERO DE PRANDTL, PLANTA BATCH

PLANTA BATCH	k (W/mk)	γ (m ² /s)	α (m ² /s)	Pr
Línea que llega de los distribuidores de casa de calderos	0,033	2,56E-05	3,71E-05	0,69
Línea principal de defrots	0,031	2,10E-05	3,01E-05	0,69
Línea de entrada a bondels de la cámara 1	0,037	3,19E-05	4,65E-05	0,69

Línea de entrada a bondels de la cámara 2	0,037	3,19E-05	4,65E-05	0,69
Línea de entrada a bondels de la cámara 3	0,037	3,19E-05	4,65E-05	0,69
Línea de entrada a bondels de la cámara 4	0,037	3,19E-05	4,65E-05	0,69
Línea de entrada a bondels de la cámara 5	0,037	3,20E-05	4,67E-05	0,69
Línea de entrada a bondels de la cámara 6	0,037	3,20E-05	4,67E-05	0,69
Línea de entrada a bondels de la cámara 7	0,037	3,20E-05	4,67E-05	0,69
Línea de entrada a bondels de la cámara 8	0,037	3,20E-05	4,67E-05	0,69
Línea cámara jet	0,033	2,49E-05	3,61E-05	0,69
Línea para calentadores(1,2,3)	0,031	2,22E-05	3,19E-05	0,69
Línea de entrada al calentador cámara 1	0,031	2,21E-05	3,17E-05	0,69
Línea de entrada a calentadores cámara 2 y 3	0,031	2,22E-05	3,17E-05	0,69
Línea para calentadores(4,5,6,7,8)	0,031	2,22E-05	3,19E-05	0,692
Línea de entrada a calentadores cámara 4 y 5	0,031	2,21E-05	3,17E-05	0,692
Línea de entrada al calentador cámara 6y 7	0,031	2,21E-05	3,17E-05	0,692
Línea de entrada a calentadores cámara 8	0,031	2,21E-05	3,17E-05	0,692

Fuente: Autores

La Tabla 31 se muestra las pérdidas por falta de aislamiento, para todas las líneas de la planta batch.

TABLA 31

PÉRDIDAS DE CALOR EN LB/H, PLANTA BATCH

PLANTA BATCH	Rad	Nud	h (W/m ² k)	q' (lb/h)
Línea que llega de los distribuidores de casa de calderos	1,62E+07	32,54	7,03	16,11
Línea principal de defrots	4,06E+06	21,61	6,50	8,47
Línea de entrada a bondels de la cámara 1	4,36E+06	22,06	7,99	4,02
Línea de entrada a bondels de la cámara 2	4,37E+06	22,08	7,99	4,05
Línea de entrada a bondels de la cámara 3	4,37E+06	22,08	7,99	4,05
Línea de entrada a bondels de la cámara 4	4,37E+06	22,08	7,99	4,05
Línea de entrada a bondels de la cámara 5	4,35E+06	22,05	8,00	4,07
Línea de entrada a bondels de la cámara 6	4,35E+06	22,05	8,00	4,07
Línea de entrada a bondels de la cámara 7	4,36E+06	22,06	8,00	4,10
Línea de entrada a bondels de la cámara 8	4,36E+06	22,06	8,00	4,10
Línea cámara jet	4,72E+06	22,61	7,25	1,62
Línea para calentadores(1,2,3)	4,37E+06	22,09	6,68	5,63
Línea de entrada al calentador cámara 1	4,38E+06	22,10	6,67	11,11
Línea de entrada a calentadores cámara 2 y 3	4,38E+06	22,10	6,67	3,70
Línea para calentadores(4,5,6,7,8)	4,37E+06	22,09	6,68	5,63
Línea de entrada a calentadores cámara 4 y 5	4,38E+06	22,10	6,67	3,70
Línea de entrada al calentador cámara 6 y 7	4,38E+06	22,10	6,67	3,70
Línea de entrada a calentadores cámara 8	4,38E+06	22,10	6,67	3,70

Fuente: Autores

El total de pérdidas por falta de aislamiento en la planta batch es de **95,88 lb/h** de vapor

Pérdidas en aislamiento en la planta batch

Para las pérdidas en aislamiento en la planta batch se utilizó como temperatura media T_{s2} 41°C y temperatura ambiente T_{∞} 35°C, con estos datos se obtuvieron los valores de **K , γ , α , β , Pr** , con ayuda de la Tabla del Apéndice C, estos valores se los puede ver en la Tabla 32.

TABLA 32
VALORES DE LA VISCOSIDAD CINEMÁTICA, CONDUCTIVIDAD
TÉRMICA, NÚMERO DE PRANDTL, PARA TUBERÍA CON
 AISLAMIENTO, PLANTA BATCH

k (W/mk)	γ (m²/s)	α (m²/s)	β (K⁻¹)	Pr
0,02711	1,69E-05	2,41E-05	0,003	0,705

Fuente: Autores

Con los datos anteriores se calculó las pérdidas en tuberías aisladas en la planta batch, estos valores se los puede ver en la Tabla 33

TABLA 33

PÉRDIDAS EN TUBERÍAS AISLADAS, PLANTA BATCH

Planta batch	Rad	Nud	h (W/m ² k)	q' (lb/h)
Línea que llega de los distribuidores de casa de calderos	1,69E+06	16,84	2,96	7,06
Línea principal de defrots	4,93E+05	11,93	3,16	5,76
Línea de entrada a bondels de la cámara 1	4,93E+05	11,93	3,16	0,65
Línea de entrada a bondels de la cámara 2	4,93E+05	11,93	3,16	0,65
Línea de entrada a bondels de la cámara 3	4,93E+05	11,93	3,16	0,65
Línea de entrada a bondels de la cámara 4	4,93E+05	11,93	3,16	0,65
Línea de entrada a bondels de la cámara 5	4,93E+05	11,93	3,16	0,65
Línea de entrada a bondels de la cámara 6	4,93E+05	11,93	3,16	0,65
Línea de entrada a bondels de la cámara 7	4,93E+05	11,93	3,16	0,65
Línea de entrada a bondels de la cámara 8	4,93E+05	11,93	3,16	0,65
Línea cámara jet	4,93E+05	11,93	3,16	3,12
Línea para calentadores(1,2,3)	4,93E+05	11,93	3,16	5,64
Línea de entrada al calentador cámara 1	4,93E+05	11,93	3,16	0,82
Línea de entrada a calentadores cámara 2 y 3	4,93E+05	11,93	3,16	1,29
Línea para calentadores(4,5,6,7,8)	4,93E+05	11,93	3,16	2,47
Línea de entrada a calentadores cámara 4 y 5	4,93E+05	11,93	3,16	1,29
Línea de entrada al calentador cámara 6 y 7	4,93E+05	11,93	3,16	1,29
Línea de entrada a calentadores cámara 8	4,93E+05	11,93	3,16	1,29

Fuente: Autores

La suma de todas las pérdidas de calor en el aislamiento en la planta batch es de **35,22 lb/h**.

Pérdidas en Planta Continua

Para calcular las pérdidas por fugas y falta de aislamiento en la planta continua, se va a utilizar el mismo procedimiento de cálculo, que se realizó en la planta soluble.

Pérdidas por fugas planta Continua

La Tabla 34 se presenta el sitio, en las líneas donde se ha detectado las fugas, sus diámetros aproximados, y los flujos de vapor que se escapan, en cada una de ellas.

TABLA 34

PÉRDIDAS POR FUGAS EN PLANTA CONTINUA

Planta continua	Presión de salida (psi)	Presión de salida en MPag	Diámetro del orificio (mm)	Fuga de vapor (lb/h)
Línea de vapor de área de calderos al distribuidor 1 planta continua	230	1,59	0	0,00
Línea principal Jet	165	1,14	0	0,00
Línea hacia Jet 1,2,3	162	1,12	0	0,00
Línea hacia Jet 4,5	162	1,12	0,5	2,46
Hogger	230	1,59	0,7	6,84
Línea principal Defrost	230	1,59	0,5	3,49
Línea de entrada al Defrost	15	0,10	0	0,00
Línea hacia condensadores 1	15	0,10	0	0,00

Línea hacia condensadores 2	15	0,10	0	0,00
Línea hacia condensadores 3	15	0,10	0,7	0,44
Línea hacia condensadores 4	15	0,10	0,5	0,23
Línea hacia condensadores 5	15	0,10	0	0,00
Línea hacia condensadores 6	15	0,10	0	0,00
Chaquetas	25	0,17	0	0,00
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	230	1,59	0	0,00
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	230	1,59	0,5	3,49
Línea principal hacia distribuidor 2 planta continua	50	0,34	0,5	0,76
Mesas vibratorias 1	50	0,34	0,7	1,49
Mesas vibratorias 2	50	0,34	0	0,00
Mesas vibratorias 3	50	0,34	0	0,00

Fuente: Autores

El total de pérdidas por fugas en la planta continua es de **19,19 lb/h** de vapor.

Pérdidas por falta de aislamiento planta continua

La Tabla 35 se presenta los datos de presiones, temperaturas y longitudes sin aislar en la planta continua.

TABLA 35
TEMPERATURA Y LONGITUD DE TUBERÍA SIN AISLAR,
PLANTA CONTINUA

Planta continua	Diámetro (m)	Presión de salida (psi)	Ts C°	Too C°	Talr C°	Tf K°	longitud sin aislar (m)
Línea de vapor de área de calderos al distribuidor 1 planta continua	0,154	230	204	35	35	392,5	5
Línea principal Jet	0,052	165	189	35	35	385	2
Línea hacia Jet 1,2,3	0,052	162	189	35	35	385	1,5
Línea hacia Jet 4,5	0,052	162	189	35	35	385	1
Hogger	0,063	230	204	35	35	392,5	3
Línea principal Defrost	0,078	230	204	35	35	392,5	2
Línea de entrada al Defrost	0,154	15	121	35	35	351	0,75
Línea hacia condensadores 1	0,154	15	121	35	35	351	0,75
Línea hacia condensadores 2	0,154	15	121	35	35	351	0,75
Línea hacia condensadores 3	0,154	15	121	35	35	351	0,75
Línea hacia condensadores 4	0,154	15	121	35	35	351	0,75
Línea hacia condensadores 5	0,154	15	121	35	35	351	0,75
Línea hacia condensadores 6	0,154	15	121	35	35	351	0,75
Chaquetas	0,078	25	130	35	35	355,5	1
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	0,078	230	204	35	35	392,5	2
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	0,052	230	204	35	35	392,5	2
Línea principal hacia distribuidor 2 planta continua	0,102	50	148	35	35	364,5	0
Mesas vibratorias 1	0,052	50	148	35	35	364,5	2
Mesas vibratorias 2	0,05246	50	148	35	35	364,5	2
Mesas vibratorias 3	0,05246	50	148	35	35	364,5	2

Fuente: Autores

La Tabla 36 se muestra los valores de *Viscosidad cinemática*, *conductividad térmica*, *número de Prandtl* y *difusividad térmica* para cada línea de la planta continúa.

TABLA 36
VISCOSIDAD CINEMÁTICA, CONDUCTIVIDAD TÉRMICA,
NÚMERO DE PRANDTL, PLANTA CONTINUA

Planta continua	k (W/mk)	ν (m ² /s)	α (m ² /s)	β (k ⁻¹)	Pr
Línea de vapor de área de calderos al distribuidor 1 planta continua	0,033	2,56E-05	3,70E-05	0,003	0,699
Línea principal Jet	0,033	2,48E-05	3,58E-05	0,003	0,697
Línea hacia Jet 1,2,3	0,033	2,48E-05	3,58E-05	0,003	0,697
Línea hacia Jet 4,5	0,033	2,48E-05	3,58E-05	0,003	0,697
Hogger	0,033	2,56E-05	3,70E-05	0,003	0,699
Línea principal Defrost	0,03323	2,56E-05	3,70E-05	0,0025	0,699
Línea de entrada al Defrost	0,030	2,10E-05	3,01E-05	0,003	0,690
Línea hacia condensadores 1	0,030	2,10E-05	3,01E-05	0,003	0,690
Línea hacia condensadores 2	0,030	2,10E-05	3,01E-05	0,003	0,690
Línea hacia condensadores 3	0,030	2,10E-05	3,01E-05	0,003	0,690
Línea hacia condensadores 4	0,030	2,10E-05	3,01E-05	0,003	0,690
Línea hacia condensadores 5	0,030	2,10E-05	3,01E-05	0,003	0,690
Línea hacia condensadores 6	0,030	2,10E-05	3,01E-05	0,003	0,690
Chaquetas	0,030	2,15E-05	3,08E-05	0,003	0,691

Línea hacia distribuidor 2 planta continua	0,033	2,56E-05	3,70E-05	0,003	0,699
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	0,033	2,56E-05	3,70E-05	0,0025	0,699
Línea principal hacia distribuidor 2 planta continua	0,031102	2,25E-05	3,23E-05	0,0027	0,693
Mesas vibratorias 1	0,031102	2,25E-05	3,23E-05	0,0027	0,693
Mesas vibratorias 2	0,031102	2,25E-05	3,23E-05	0,0027	0,693
Mesas vibratorias 3	0,031102	2,25E-05	3,23E-05	0,0027	0,693

Fuente: Autores

La Tabla 37 se muestra las pérdidas para todas las líneas de la planta continua.

TABLA 37

PÉRDIDAS DE CALOR EN LB/H, PLANTA CONTINUA

Planta continua	Rad	Nud	h (W/m² k)	q' (lb/h)
línea de vapor de área de calderos al distribuidor 1 planta continua	1,63E+07	32,58	7,03	26,84
línea principal jet	6,39E+05	12,80	7,97	3,36
línea hacia jet 1,2,3	6,39E+05	12,80	7,97	2,52
línea hacia jet 4,5	6,39E+05	12,80	7,97	1,68
hogger	1,09E+06	14,89	7,89	6,85
línea principal defrost	2,10E+06	17,92	7,64	5,60
línea de entrada al defrost	1,39E+07	31,02	6,06	1,55
línea hacia condensadores 1	1,39E+07	31,02	6,06	1,55
línea hacia condensadores 2	1,39E+07	31,02	6,06	1,55
línea hacia condensadores 3	1,39E+07	31,02	6,06	1,55

línea hacia condensadores 4	1,39E+07	31,02	6,06	1,55
línea hacia condensadores 5	1,39E+07	31,02	6,06	1,55
línea hacia condensadores 6	1,39E+07	31,02	6,06	1,55
chaquetas	1,87E+06	17,29	6,75	1,24
línea hacia distribuidor 2 planta continua	2,11E+06	17,92	7,64	5,60
línea hacia distribuidor 2 planta continua	6,43E+05	12,82	8,12	3,86
línea principal hacia distribuidor 2 planta continua	4,46E+06	22,23	6,76	0,00
mesas vibratorias 1	6,03E+05	12,58	7,46	2,16
mesas vibratorias 2	6,03E+05	12,58	7,46	2,16
mesas vibratorias 3	6,03E+05	12,58	7,46	2,16

Fuente: Autores

El total de pérdidas por falta de aislamiento en la planta continua es de **74,89 lb/h** de vapor.

Pérdidas en aislamiento en la planta continúa

Para las pérdidas en aislamiento en la planta continua se utilizó como temperatura T_{s2} 41°C y T_{∞} 35°C, con estos datos se obtuvieron los valores de **K , γ , α , β , Pr** , de la Tabla del Apéndice C. Los valores para la planta continua se los puede ver en la Tabla 38.

TABLA 38
VALORES DE LA VISCOSIDAD CINEMÁTICA, CONDUCTIVIDAD
TÉRMICA, NÚMERO DE PRANDTL, PARA TUBERÍA CON
 AISLAMIENTO, PLANTA CONTINUA

k (W/mK)	ν (m ² /s)	α (m ² /s)	β (K ⁻¹)	Pr
0,02711	1,69E-05	2,41E-05	0,003	0,705

Fuente: Autores

Con los datos anteriores se calculó las pérdidas por cada línea, estos valores se los puede ver en la Tabla 39.

TABLA 39
PÉRDIDAS EN TUBERÍAS AISLADAS, PLANTA CONTINUA

PLANTA CONTINUA	Rad	Nud	h (W/m ² k)	q' (lb/h)
Línea de vapor de área de calderos al distribuidor 1 planta continua	1,69E+06	16,84	2,96	13,06
Línea principal Jet	6,66E+04	6,99	3,61	2,45
Línea hacia Jet 1,2,3	6,66E+04	6,99	3,61	1,17
Línea hacia Jet 4,5	6,66E+04	6,99	3,61	1,96
Hogger	1,14E+05	8,03	3,48	2,91
Línea principal Defrost	2,18E+05	9,56	3,33	5,38
Línea de entrada al Defrost	1,69E+06	16,84	2,96	4,07
Línea hacia condensadores 1	1,69E+06	16,84	2,96	0,95

Línea hacia condensadores 2	1,69E+06	16,84	2,96	0,95
Línea hacia condensadores 3	1,69E+06	16,84	2,96	0,95
Línea hacia condensadores 4	1,69E+06	16,84	2,96	0,95
Línea hacia condensadores 5	1,69E+06	16,84	2,96	0,95
Línea hacia condensadores 6	1,69E+06	16,84	2,96	0,95
Chaquetas	2,18E+05	9,56	3,33	4,18
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	2,18E+05	9,56	3,33	5,44
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	6,66E+04	6,99	3,61	4,01
Línea principal hacia distribuidor 2 planta continua	4,93E+05	11,93	3,16	1,04
Mesas vibratorias 1	6,66E+04	6,99	3,61	2,53
Mesas vibratorias 2	6,66E+04	6,99	3,61	2,79
Mesas vibratorias 3	6,66E+04	6,99	3,61	2,94

Fuente: Autores

El total de pérdidas en el aislamiento en la planta continua es de **59,62 lb/h** de vapor.

En la Tabla 40 se hace un resumen de las pérdidas tanto por fugas como por aislamiento de las tres plantas.

TABLA 40
PÉRDIDAS TOTALES EN LAS 3 PLANTAS

Plantas	Pérdidas por Fugas (lb/h)	Pérdidas por falta de aislamiento (lb/h)	Pérdidas en aislamientos (lb/h)
Planta Soluble	32,3	187,13	53,33
Planta Batch	6,11	95,88	35,22
Planta Continua	19,19	74,89	59,62

Fuente: Autores

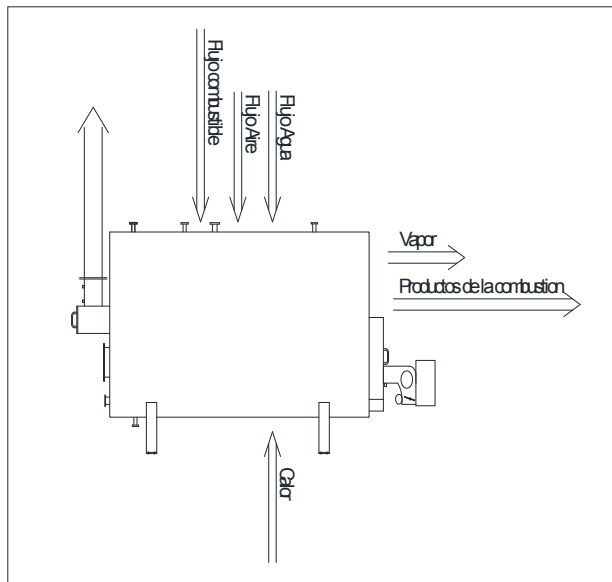
El total en pérdidas es de 563,67 lb/h de vapor. De los cuales 415,495 lb/h de vapor se los puede recuperar, realizando reparaciones tanto en fugas como en aislamiento.

CAPÍTULO 3

3. SELECCIÓN DE UNA NUEVA CALDERA

3.1. Balance Térmico

En la Fig. 3.1 se muestra el balance térmico simplificado, en donde se observa los flujos de mayor relevancia que intervienen en la caldera.



Fuente: TLV Compañía especialista en Vapor
FIGURA 3.1 BALANCE TÉRMICO

3.1.1. Requerimiento de vapor para los nuevos procesos

La nueva línea de extracción contara con 3 líneas de vapor, el requerimiento de vapor es similar a las ya existentes en la planta soluble. En la Tabla 41 se muestra los valores de flujo másico de vapor en las líneas.

TABLA 41

NUEVA LÍNEA DE EXTRACCIÓN FLUJO DE VAPOR

Nueva línea de extracción	Flujo másico (lb/h)
Línea hacia el manifold	3606,63
Línea hacia calentadores	8175,72
Línea hacia limpieza	3589,99

Fuente: Autores

El flujo másico de vapor de las 3 líneas alcanza las 15372,34 lb/h requerida para la nueva línea de extracción.

3.2. Selección de Caldera a utilizarse

Existen 2 tipos de calderas entre cuales están:

Calderas Acuotubulares en las cuales el fluido circula por el interior de los tubos sumergidos en una masa de humos.

Calderas Piro tubulares en estas los humos calientes circulan por el interior de los tubos sumergidos en el fluido.

Para la nueva línea de extracción se necesita un flujo de vapor con una presión máxima de 230 psi, y las calderas tipo piro tubulares tienen este rango de presión, por lo cual se seleccionó este tipo, ya que las acu tubulares operan a presiones de operación son mucho mayores.

El flujo másico de vapor que se requiere es de 15372,34 lb/h, que corresponde a una potencia de 445 BHP. Las calderas se manejan en un rango de eficiencia del 85 %, por lo que se selecciona una caldera de 650 BHP, que producirá 552,5 BHP, que se asume operará con la eficiencia antes indicada.

La marca a escoger es Fulton de 650 BHP, para tener una uniformidad con las calderas de la planta. En el **apéndice D** se detalla la característica de la caldera.

3.3. Demanda de agua en las calderas

Se utiliza las siguientes relaciones para calcular la cantidad de agua en las calderas [6]:

1lb/h vapor = 0,002 gpm.

1 BHP= 33479 Btu/h.

1 BHP= 34,5 lb/h.

1 Btu/h= 0,252 kcal/h.

La nueva caldera es de 650 BHP, por lo que la demanda de flujo de agua de la caldera, en galones/min, será:

$$650\text{BHP} \frac{34,5 \frac{\text{lb}}{\text{h}}}{1\text{BHP}} \frac{0,002\text{gpm}}{\frac{1\text{lb}}{\text{h}}} = 44,85 \text{ gpm}$$

3.4. Capacidad y Dimensión del Tanque de Agua de Alimentación

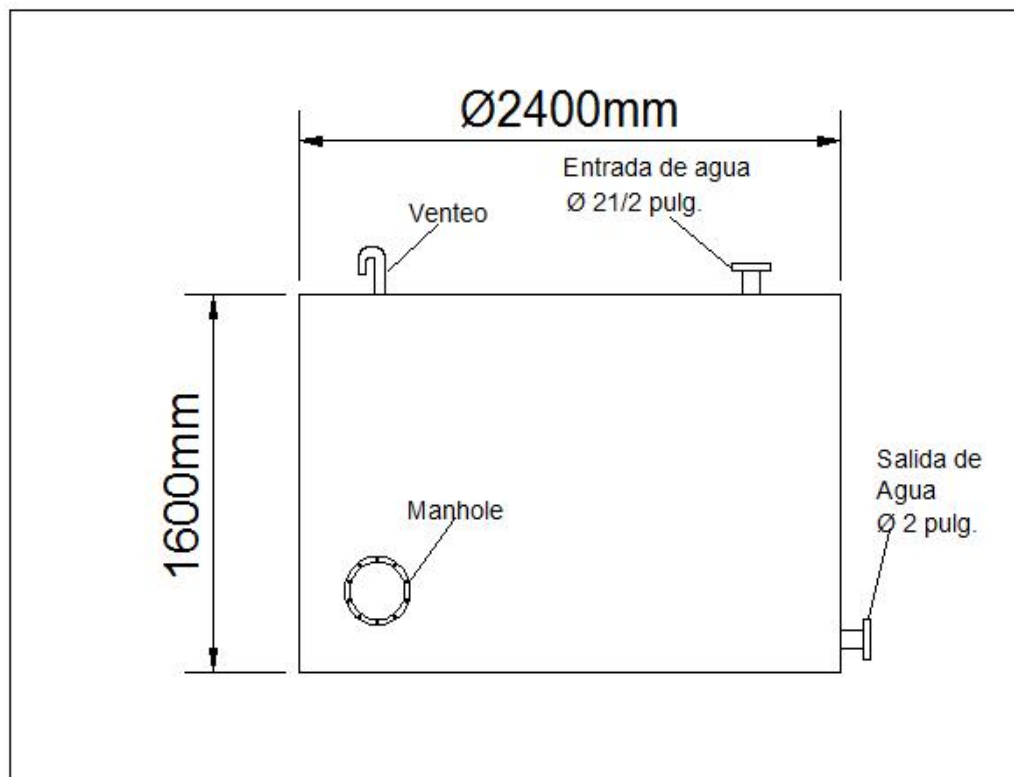
El flujo de vapor de la caldera dependerá de la cantidad de agua de alimentación que llegue a esta. Se recomienda que el tanque de agua de alimentación pueda almacenar una cantidad mínima de agua para sostener la evaporación en la caldera de por lo menos 20 minutos.

La cantidad de agua que se necesita es de 44,85 gpm, es decir 0,17 m³/min. El volumen del tanque se dimensiona con un volumen extra de 45%, debido al cambio de presión del vapor dentro de este.

La capacidad del tanque será:

$$\text{Capacidad} = 0,17 \text{ m}^3/\text{min} * 20 \text{ min} * 1,45 = 4,93 \text{ m}^3$$

Las dimensiones del tanque de almacenamiento se presentan a través de la Fig. 3.2



Fuente: Autores

**FIGURA 3.2 DIMENSIONES DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
DE AGUA**

3.5. Cálculo y Dimensionamiento de la Chimenea

Para el dimensionamiento de la chimenea se aplica el concepto de TIRO, que es la diferencia de presión entre los gases de la chimenea y el aire exterior.

Para el proceso de cálculo de las dimensiones de la chimenea se utilizan los datos mostrados en la Tabla 42.

TABLA 42
DATOS PARA CÁLCULO DE LA CHIMENEA

TIPO	DESCRIPCIÓN
Combustible	Bunker
Vapor generado	22425 lb/h (10193,2 kg/h)
Temperatura media de los gases de la chimenea	200°C
Tiro teórico recomendado	0,27559 pulg. de agua (0,068 kPa)

Fuente: Procesos de generación de vapor por Álvaro Duarte

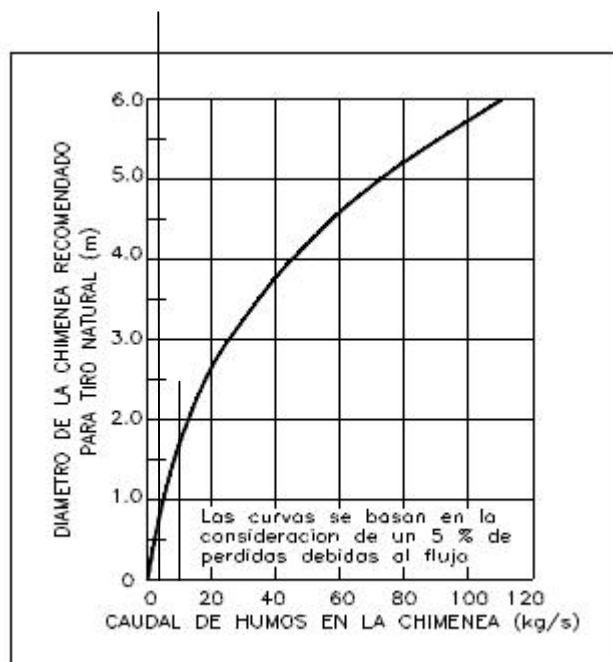
Además de la Tabla 42, se utilizan las relaciones que se muestran en la Tabla 43.

TABLA 43
RELACIÓN PESO/CAUDAL CHIMENEA

<i>Tipo de hogar</i>	<i>Relación en peso Caudal de humos/Caudal de vapor</i>
Combustible líquido o gaseoso	1,15
Carbón pulverizado	1,25
Parrilla	1,50

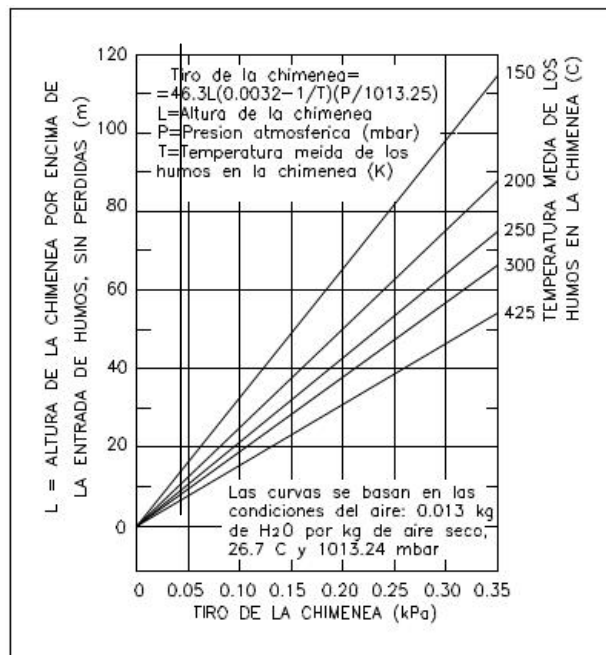
Fuente: Proceso de generación de vapor por Álvaro Duarte

El caudal de humo correspondiente es del orden de $1,15 \times 10193,2$
 $\text{kg/h} = 11722,2 \text{ kg/h}$, que corresponde a $3,256 \text{ kg/s}$



Fuente: Proceso de generación de vapor por Álvaro Duarte
FIGURA 3.3 DIÁMETRO DE LA CHIMENEA

Para el cálculo del diámetro de la chimenea se utiliza la Fig. 3.3, así con un caudal de 3,256 kg/s se requiere una chimenea de 40 cm de diámetro.



Fuente: Proceso de generación de vapor por Álvaro Duarte

FIGURA 3.4 ALTURA DE LA CHIMENEA

Para calcular la altura aproximada de la chimenea se utiliza la Fig. 3.4, tomando el tiro de la chimenea (0,068 kPa) hasta la temperatura de salida de los gases aproximadamente 200°C, se tiene una altura aproximada de 18 m.

Con el diámetro y la altura de la chimenea determinadas, se procede a calcular el tiro real, utilizando la Tabla 44.

TABLA 44
TIRO DE LA CHIMENEA EN PASCAL/M

TEMPERATURA DE HUMOS		VOLUMEN ESPECIFICO HUMOS m ³ /kg	TEMPERATURA DEL AIRE, K			
			277,55	288,75	299,85	310,95
C	K		VOLUMEN ESPECIFICO DEL AIRE, m ³ /kg			
			0,78872	0,82055	0,85209	0,88363
121,1	394,25	1,08352	3,38543	2,90279	2,46004	2,04890
260	533,15	1,46526	5,74515	5,26252	4,81976	4,40862
537,8	810,95	2,22874	8,03955	7,55691	7,11416	6,70302
815,5	1088,65	2,99195	9,16279	8,68016	8,23740	7,82626
1093,6	1366,75	3,75626	9,83022	9,34758	8,90483	8,49369
1371,1	1644,25	4,51891	10,27116	9,78853	9,34578	8,93464

Fuente: Proceso de generación de vapor por Álvaro Duarte

Utilizando la Tabla 44 y considerando la temperatura de los humos de 200 °C y la del aire es de 26°C (299 K), se procede al cálculo del tiro real mediante interpolación, dando como resultado el valor de 3,8 Pa/m, que multiplicándolo por la altura de la chimenea (18 m que se calculó anterior mente) se obtiene 68,4 Pa (0,0684 kPa), que se aproxima al tiro teórico mostrado en la Tabla 42.

CAPÍTULO 4

4. DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE TUBERÍAS Y TRAMPAS DE VAPOR

4.1. Dimensionamiento de tuberías de vapor

La planta de Café agregara una nueva línea de extracción en la planta soluble. Previa a la implantación se realizó un Plano PID básico de las líneas de vapor, presentado en el Plano 83 **apéndice A** para los nuevos equipos. Para el dimensionamiento de las tuberías se tomara como datos conocidos los flujos, velocidades y presiones en las líneas de vapor.

Las líneas de vapor necesarias, para la nueva línea de extracción, se las muestran en la Tabla 45.

TABLA 45
NUEVA LÍNEA DE EXTRACCIÓN, RANGO DE PRESIONES

Nueva línea de extracción	Rango de Presiones de (psig)
Línea de caldero que ingresa al distribuidor 5	230
Línea de distribuidor 5 que ingresa al distribuidor 6	230
Línea hacia el manifold	230-220
Línea hacia calentadores	230-220
Línea hacia limpieza	230-220

Fuente: Autores

La velocidad máxima, como se indicó en el **capítulo 2**, será de 25,4 m/s (5,000 pie/min). El flujo mínimo de vapor necesario en cada línea, en la nueva línea de extracción, se presenta en la Tabla 46. Estos valores fueron obtenidos en el capítulo 2, donde se incrementó un porcentaje debido a las pérdidas.

TABLA 46
NUEVA LÍNEA DE EXTRACCIÓN, FLUJO DE VAPOR

Nueva línea de extracción	Flujo másico (lb/h)
Línea hacia el manifold	3700
Línea hacia calentadores	8200
Línea hacia limpieza	3700

Fuente: Autores

Con la presión de salida de 230 psi, se obtiene la densidad del vapor 8,50727 kg/m³, y se procede al cálculo del caudal:

$$Q = V A \rho \quad 3600 \quad 2,204 \quad (2.8)$$

Para el cálculo del diámetro de la tubería se utiliza la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt[2]{\frac{Q^4}{V \rho \quad 3600 \quad 2,204 \quad \pi}} \quad (4.1)$$

A continuación se calcula el diámetro para la ***línea hacia el manifold.***

$$D = \sqrt[2]{\frac{3700^4}{25,4 \quad 8,50727 \quad 3600 \quad 2,204 \quad \pi}} \quad (4.1)$$

$$D = 0,05241878 \text{ m}$$

Como este valor no es un diámetro comercial se escoge el 0,05246 m que corresponde a 2 pulgadas. La Tabla 47 muestra los 3 diámetros calculados y el diámetro comercial al que corresponde.

TABLA 47
DIÁMETROS CALCULADOS PARA LA NUEVAS LÍNEAS DE
EXTRACCIÓN

Nueva línea de extracción	Diámetro calculado (m)	Diámetro en el mercado(m)	Diámetro (pulg)
Línea hacia el manifold	0,050	0,052	2
Línea hacia calentadores	0,078	0,078	3
Línea hacia limpieza	0,051	0,052	2

Fuente: Autores

Con los diámetros mostrados en la Tabla 47, se calcula el flujo real de vapor que será conducido a través de las líneas, utilizando las fórmulas de flujo dadas en el capítulo 2. La Tabla 48 muestra los flujos de las 3 líneas.

TABLA 48
FLUJOS DE LAS NUEVA LÍNEA DE EXTRACCIÓN

Nueva línea de extracción	Flujo (lb/h)
Línea hacia el manifold	3705,82
Línea hacia calentadores	8200,00
Línea hacia limpieza	3705,82

Fuente: Autores

Los 3 flujos de vapor serán de 15611,64 lb/h, que para efectos de cálculo de los diámetros de las líneas de ingreso a los distribuidores se aproxima a 15700 lb/h. La Tabla 49 muestra los diámetros calculados y el diámetro de tubería disponible en el mercado.

TABLA 49
DIÁMETRO CALCULADOS PARA LA LÍNEAS DE INGRESO A LOS DISTRIBUIDORES

Nueva línea de extracción	Diámetro calculado (m)	Diámetro en el mercado(m)	Diámetro (pulg)
Línea de caldero a distribuidor 5	0,108	0,128	5
Línea de distribuidor 5 al distribuidor 6	0,108	0,128	5

Fuente: Autores

Con los resultados de los diámetros calculados y mostrados en la Tabla 49, se realizó el cálculo del flujo de vapor que atravesarán las líneas. La Tabla 50 muestra estos valores.

TABLA 50
FLUJOS DE LAS LÍNEAS DE INGRESO A LOS DISTRIBUIDORES

Nueva línea de extracción	Flujo (lb/h)
Línea de caldero a distribuidor 5	22124,24
Línea de distribuidor 5 al distribuidor 6 (línea 1)	22124,24

Fuente: Autores

Para realizar el cálculo de la caída de presión en las 5 nuevas líneas de conducción de vapor, se sigue el mismo procedimiento que en el capítulo 2, para esto se realizó un modelado, parte del cual se muestra en la Fig. 4.1. Se realizaron los isométricos que se los puede observar en los Planos 84-102 del Apéndice **A**, efectuado por medio del programa **AUTO CAD PLANT 3D 2013**, con el cual se determinaron la cantidad de tuberías y accesorios.



Fuente: Autores

FIGURA 4.1 MODELADO NUEVA LÍNEA DE EXTRACCIÓN

En la Tabla 51 se muestra la longitud de cada línea con los accesorios correspondientes, y la longitud equivalente.

TABLA 51

LONGITUD EQUIVALENTE DE LAS NUEVAS LÍNEAS

Nueva línea de extracción	Longitud tubería (m)	Codos 90°	Válvulas	Longitud total equivalente (m)
Línea de caldero a distribuidor 5 (línea 2)	30	9	2	66,66
Línea de distribuidor 5 al distribuidor 6 (línea 3)	25,6	9	2	56,80
Línea hacia el manifold (línea 4)	5,2	5	2	13,90
Línea hacia calentadores (línea 5)	3,3	2	2	9,23
Línea hacia limpieza (línea 6)	8,4	4	2	15,53

Fuente: Autores

Para el cálculo de la rugosidad se utiliza la ecuación 2.9 del capítulo 2, de igual manera se utiliza el valor de la rugosidad relativa ϵ_0 de 0,26 mm (para hierro fundido) y el valor del coeficiente de proporcionalidad a (mm/año) es de 0,025. Para los cálculos se estima una vida útil de 15 años de servicio.

En la Tabla 52, se muestra los valores obtenidos de la presión de descarga en cada línea.

TABLA 52
PRESIÓN DE DESCARGA DE LAS NUEVAS LÍNEAS

Nueva línea de extracción	Viscosidad dinámica línea principal (n*s/m ²)	Número Reynolds línea principal	Años de servicio	ϵ	ϵ/d	Factor de Darcy línea principal	Presión de descarga psig
Línea de caldero a distribuidor 5	1,59E-05	1,75E+06	15	0,64	0,005	0,030	224
Línea de distribuidor 5 al distribuidor 6	1,59E-05	1,75E+06	15	0,64	0,005	0,030	225
Línea hacia el manifold	1,59E-05	7,15E+05	15	0,635	0,012	0,041	226
Línea hacia calentadores	1,59E-05	1,06E+06	15	0,64	0,008	0,036	228
Línea hacia limpieza	1,59E-05	7,15E+05	15	0,635	0,012	0,041	225

Fuente: Autores

4.2. Método de Cálculo según Norma ASME B31.1

Utilizando la Norma ASME B31.1 se realiza el cálculo del espesor mínimo de la pared de la tubería, utilizando la ecuación (4.2).

$$tm = \frac{Pd + 2SEA + 2yPA}{2(SE - Py - P)} \quad (4.2)$$

Donde

tm= espesor mínimo requerido de la pared de la tubería (pulg.)

P= Presión interna de diseño (psig)

d= diámetro interno de la tubería (pulg.)

SE=Tensión máxima permisible de la tubería (psi) [7]

A=Espesor adicional (según norma es de 1/64 pulg.) [7]

y= Coeficiente (Según norma es de 0.4) [7]

A manera de ejercicio se calcula el espesor para la ***línea de caldero al distribuidor 5.***

P= 230 psi

d= 5,046 pulg (0,12818 m)

SE= 17100 psi

A=1/64

y= 0,4

$$tm = \frac{230 \cdot 5,046 + [2 * 17100(\frac{1}{64})] + (2[0,4 \cdot 230(\frac{1}{64})])}{2(17100 - (230 \cdot 0,4) - 230)} \quad (4.2)$$

$$tm = 0,0686 \text{ pulg.}$$

$$tm = 1,74 \text{ mm}$$

El cálculo del espesor mínimo da como resultado 1,74 mm, y que por conveniencia y facilidad de adquisición en el mercado se selecciona una tubería de cedula 40, cuyo espesor es de 6,56 mm. La Tabla 53 muestra el resto de valores de espesores mínimos para las demás líneas.

TABLA 53
ESPESOR MÍNIMO DE LAS NUEVAS LÍNEAS

Nueva línea de extracción	Presión de diseño (psi)	Diámetro en el mercado (pulg)	SE (psi)	A (pulg)	y	tm (pulg)	tm (mm)
Línea de caldero a distribuidor 5	230	5,046	17100	0,02	0,4	0,069	1,74
Línea de distribuidor 5 al distribuidor 6	230	5,046	17100	0,02	0,4	0,069	1,74
Línea hacia el manifold	230	2,065	17100	0,02	0,4	0,038	0,96
Línea hacia calentadores	230	3,071	17100	0,02	0,4	0,048	1,22
Línea hacia limpieza	230	2,065	17100	0,02	0,4	0,038	0,96

Fuente: Autores

Como se mencionó anteriormente, se escoge tuberías de cedula 40 cuyo espesor es mayor al espesor mínimo calculado, para toda la nueva línea de extracción.

4.3. Dimensionamiento de Tuberías de Retorno de Condensados.

Para el dimensionamiento de las tuberías de condensado, se considera como punto crítico la puesta en marcha de la planta, es en donde hay mayor producción de condensados que son descargados por las trampas de vapor.

Para determinar la cantidad de condensado de cada línea, se utiliza la Tabla de Spirax Sarco, mostrada en la Fig. 4.2, la cual indica la producción de condensado por cada 100 pies (30,48 m) de longitud de tubería, a temperatura ambiente.

Table 4: Warm-Up Load in Pounds of Steam per 100 Ft of Steam Main															
Ambient Temperature 70°F. Based on Sch. 40 pipe to 250 psi, Sch. 80 above 250 except Sch. 120 5" and larger above 800 psi															
Steam Pressure psi	Main Size													O°F Correction Factor†	
	2"	2½"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"		24"
0	6•2	9•7	12•8	18•2	24•6	31•9	48	68	90	107	140	176	207	308	1•50
5	6•9	11•0	14•4	20•4	27•7	35•9	48	77	101	120	157	198	233	324	1•44
10	7•5	11•8	15•5	22•0	29•9	38•8	58	83	109	130	169	213	251	350	1•41
20	8•4	13•4	17•5	24•9	33•8	44	66	93	124	146	191	241	284	396	1•37
40	9•9	15•8	20•6	30•3	39•7	52	78	110	145	172	225	284	334	465	1•32
60	11•0	17•5	22•9	32•6	44	57	86	122	162	192	250	316	372	518	1•29
80	12•0	19•0	24•9	35•3	48	62	93	132	175	208	271	342	403	561	1•27
100	12•8	20•3	26•6	37•8	51	67	100	142	188	222	290	366	431	600	1•26
125	13•7	21•7	28•4	40	55	71	107	152	200	238	310	391	461	642	1•25
150	14•5	23•0	30•0	43	58	75	113	160	212	251	328	414	487	679	1•24
175	15•3	24•2	31•7	45	61	79	119	169	224	265	347	437	514	716	1•23
200	16•0	25•3	33•1	47	64	83	125	177	234	277	362	456	537	748	1•22
250	17•2	27•3	35•8	51	69	89	134	191	252	299	390	492	579	807	1•21
300	25•0	30•3	51	75	104	143	217	322	443	531	682	854	1045	1102	1•20
400	27•8	43	57	83	116	159	241	358	493	590	759	971	1163	1650	1•18
500	30•2	46	62	91	126	173	262	389	535	642	825	1033	1263	1793	1•17
600	32•7	50	67	98	136	187	284	421	579	694	893	1118	1367	1939	1•16
800	38	58	77	113	203	274	455	670	943	1132	1445	1835	2227	3227	1•156
1000	45	64	86	126	227	305	508	748	1052	1263	1612	2047	2485	3601	1•147
1200	52	72	96	140	253	340	566	833	1172	1407	1796	2280	2767	4010	1•140
1400	62	79	106	155	280	376	626	922	1297	1558	1988	2524	3064	4440	1•135
1600	71	87	117	171	309	415	692	1018	1432	1720	2194	2786	3382	4901	1•130
1750	78	94	126	184	333	448	746	1098	1544	1855	2367	3006	3648	5285	1•128
1800	80	97	129	189	341	459	764	1125	1584	1902	2427	3082	3741	5420	1•127

†For outdoor temperature of 0°F, multiply load value in table for each main size by correction factor shown.

Fuente: Design of Fluid Systems Spirax Sarco

FIGURA 4.2 CANTIDAD DE CONDENSADO PRODUCIDO

Seguidamente se procede a calcular la cantidad de condensado producido por la **línea de caldero al distribuidor 5**, para lo cual se utiliza la ecuación 4.3.

$$\text{Cond. Producido} = \frac{\text{LbsCondensado(figura4.2)} \times 60}{\text{Tiempodecalentamientoenminutos}} \quad (4.3)$$

Para el calentamiento de todas las líneas se asume un tiempo de 30 minutos.

Los datos de la Fig. 4.2 no indica la cantidad de condensado producido para una presión de 230 psi, por lo que se realiza la interpolación de los valores. Para la tubería de 5" de diámetro, la interpolación se realiza entre las presiones de 200 psi y 250 psi; esta interpolación da como resultado 66,5 lb de condensado. Este valor se reemplaza en la ecuación 4.3, dando como resultado lo siguiente:

$$\text{CondensadoProducido} = \frac{66,5 \times 60}{30} = 133 \text{ lb/h.}$$

Al resultado anterior se incrementa un porcentaje, por ejemplo al condensado en la **línea de caldero al distribuidor 5** se lo multiplica por un factor de seguridad, que se obtiene interpolando los valores de la Fig. 4.2, es decir 1,216, obteniéndose 161,7 lb/h de condensado.

A este resultado se le aplica un factor de seguridad de 2, para el dimensionamiento de las trampas, obteniendo 323,4 lb/h de condensado producido en la tubería de 5" de diámetro a 230 psi.

El mismo procedimiento se utiliza para el resto de líneas. La Tabla 54 muestra estos valores.

TABLA 54
FLUJO DE CONDENSADO DE LAS NUEVAS LÍNEAS

Nueva línea de extracción	Flujo de vapor lb/h	Flujo de condensado lb/h
Línea de caldero a distribuidor 5	22124,24	323,456
Línea de distribuidor 5 al distribuidor 6	22124,24	325,89
Línea hacia el manifold	3705,82	81,33
Línea hacia calentadores	8192,51	168,88
Línea hacia limpieza	3705,82	81,33

Fuente: Autores

Una vez obtenido el flujo de condensado de cada línea, el siguiente paso es dimensionarlas, para lo cual se utiliza la ecuación 4.1. Al reemplazar el caudal en la ecuación 4.1, se obtienen los diámetros mostrados a través de la Tabla 55. La velocidad del flujo de condensado es de 25,4 m/s; la densidad se determina a la presión de salida del condensado de la línea principal, la misma que es de 8,5 kg/m³.

TABLA 55

DIÁMETRO DE LAS LÍNEAS DE DRENAJE DE CONDENSADO

Nueva línea de extracción	Flujo de condensado lb/h	Diámetros calculados mm	Diámetros en el mercado pulg.
Línea de caldero a distribuidor 5	325,89	15,56	1/2
Línea de distribuidor 5 al distribuidor 6	325,89	15,56	1/2
Línea hacia el manifold	81,33	7,77	1/4
Línea hacia calentadores	168,88	11,20	1/2
Línea hacia limpieza	81,33	7,77	1/4

Fuente: Autores

Las cinco tuberías descargan en un solo cabezal, por lo que la suma del condensado alcanza las 983,31 lb/h. Para calcular el vapor flash, que es la re vaporización del condensado, se usa las Tablas de Spirax Sarco, en la que se indica el porcentaje de vapor flash que se crea, esto es, a una presión de 15 psig que es la presión en el tanque flash.

Utilizando la Fig. 4.3 se calcula el porcentaje de vapor flash.

Steam Pressure psig	Flash Tank Pressure										
	Atmosphere 0	2	5	10	15	20	30	40	60	80	100
5	1.7	1.0	0								
10	2.9	2.2	1.4	0							
15	4.0	3.2	2.4	1.1	0						
20	4.9	4.2	3.4	2.1	1.1	0					
30	6.5	5.8	5.0	3.8	2.6	1.7	0				
40	7.8	7.1	6.4	5.1	4.0	3.1	1.3	0			
60	10.0	9.3	8.6	7.3	6.3	5.4	3.6	2.2	0		
80	11.7	11.1	10.3	9.0	8.1	7.1	5.5	4.0	1.9	0	
100	13.3	12.6	11.8	10.6	9.7	8.8	7.0	5.7	3.5	1.7	0
125	14.8	14.2	13.4	12.2	11.3	10.3	8.6	7.4	5.2	3.4	1.8
160	16.8	16.2	15.4	14.1	13.2	12.4	10.6	9.5	7.4	5.6	4.0
200	18.6	18.0	17.3	16.1	15.2	14.3	12.8	11.5	9.3	7.5	5.9
250	20.6	20.0	19.3	18.1	17.2	16.3	14.7	13.6	11.2	9.8	8.2
300	22.7	21.8	21.1	19.9	19.0	18.2	16.7	15.4	13.4	11.8	10.1
350	24.0	23.3	22.6	21.6	20.5	19.8	18.3	17.2	15.1	13.5	11.9
400	25.3	24.7	24.0	22.9	22.0	21.1	19.7	18.5	16.5	15.0	13.4

Percent flash for various initial steam pressures and flash tank pressures.

Fuente: Design of Fluid Systems Spirax Sarco

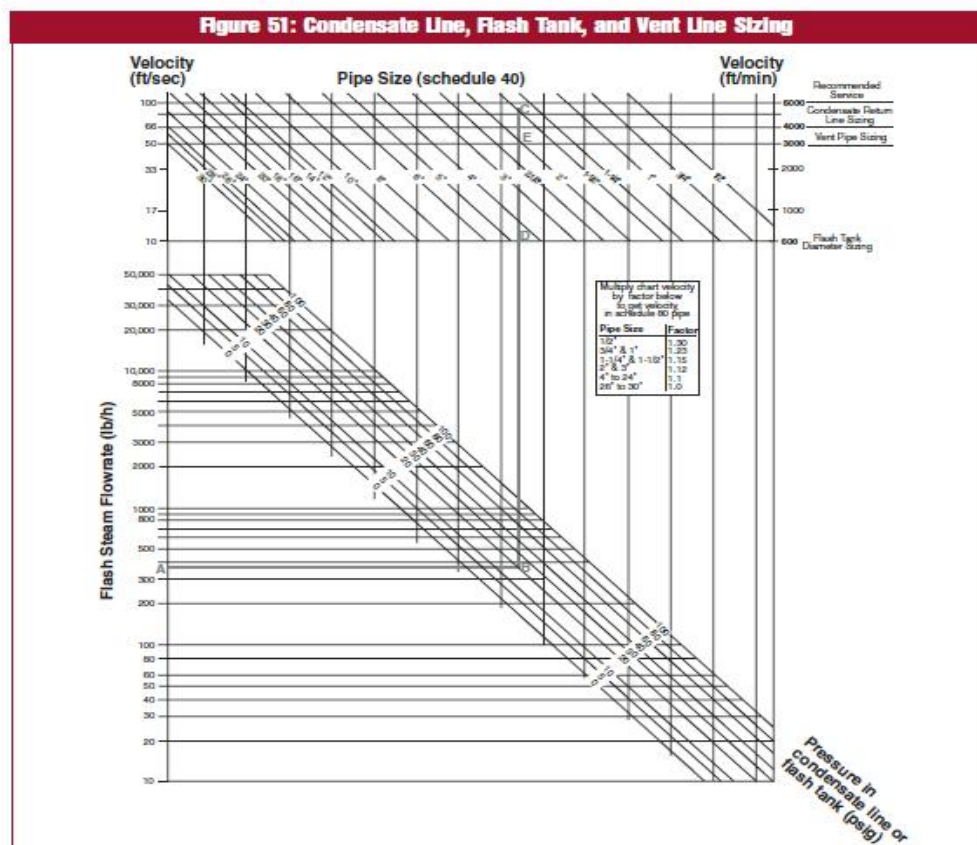
FIGURA 4.3 PORCENTAJE DE VAPOR FLASH

El procedimiento es el siguiente, se utiliza a la Figura 4.3 como dato conocido que es la presión de las líneas principales (230 psi) e interceptada con la presión de 15 psi, que es la presión de descarga del flujo de condensado al tanque de vapor flash (presión atmosférica).

Como no se encuentra en la Fig. 4.3 el valor de 230 psi, se interpola utilizando las presiones de 200 y 250 psi. La interpolación da un valor de 16,4 como porcentaje de vapor flash. El producto del flujo másico de condensado por este porcentaje tomado por interpolación de la Figura 4.3 (983,314 lb/h por 16,4%) da como

resultado 161,26 lb/h que es la cantidad de vapor flash que se produce en la línea.

Obtenido el flujo másico de vapor flash, se obtiene el diámetro necesario de tubería, utilizando la Tabla de spirax sarco mostrada en la Fig. 4.4. La velocidad del condensado se ha considerado de 5000 pie/min (25,4 m/s)



Fuente: Design of Fluid Systems Spirax Sarco
**FIGURA 4.4 DIMENSIONAMIENTO DE LÍNEA DE
 CONDENSADO**

Seguidamente se ingresa en la Fig. 4.4 con el valor de 161,26 lb/h de condensado, hacia la derecha a 15 psi (presión de descarga hacia el tanque), de ahí se intercepta hasta la velocidad del flujo de condensado, y se determina el diámetro de tubería que es de 1".

La ***línea hacia calentadores*** tiene su trayectoria final en el calentador, por lo que a la salida del equipo se requiere una tubería de recolección de condensados. Esta línea tiene un flujo de condensado aproximado de 315 lb/h, cuyo valor fue obtenido de la planta existente. Se calcula el vapor flash que se produce, y se utilizara el mismo porcentaje de 16,4 %, que se calculo anteriormente, el cual al multiplicarlo con el valor de 315 lb/h, da como resultado 51,66 lb/h. Utilizando la Fig. 4.3, este valor de flujo y la presión de 15 psi, se obtiene el diámetro de la tubería que es de 1/2", que recolecta el condensado a la salida del calentador.

4.4. Dimensionamiento de Aislamiento en Líneas de Vapor y Retorno de Condensado

Como material de aislamiento se utilizara lana de vidrio, que es el más frecuente para aislar tuberías con sistemas de vapor y retorno de condensado debido a que su instalación es muy sencilla.

Las características del producto se pueden revisar en el **Apéndice E**, donde al utilizar estas Tablas se obtiene el espesor de aislamiento para cada diámetro nominal de las tuberías.

La Tabla 56 muestra el aislamiento recomendable para cada tubería de vapor.

TABLA 56
ESPESOR DE AISLAMIENTO EN LÍNEAS DE VAPOR

Nueva línea de extracción	Temperatura (°C)	Diámetro (pulg)	Espesor del aislamiento (mm)
Línea de caldero a distribuidor 5	204	5	63,5
Línea de distribuidor 5 al distribuidor 6	204	5	63,5
Línea hacia el manifold	204	2	50,8
Línea hacia calentadores	204	3	50,8
Línea hacia limpieza	204	2	50,8

Fuente: Autores

La Tabla 57 muestra el aislamiento recomendable para cada tubería de condensado.

TABLA 57
ESPESOR DE AISLAMIENTO EN LÍNEAS DE CONDENSADO

Nueva línea de extracción	Temperatura (°C)	Diámetro (pulg.)	Espesor del aislamiento (mm)
Línea de caldero a distribuidor 5	121	1/2	25,4
Línea de distribuidor 5 al distribuidor 6	121	1/2	25,4
Línea hacia el manifold	121	1/4	25,4
Línea hacia calentadores	121	1/2	25,4
Línea hacia limpieza	121	1/4	25,4
Línea de recolección de condensado de las 5 líneas	121	1	25,4
Línea de salida de condensado del calentador	121	1/2	25,4

Fuente: Autores

4.5. Selección y Distribución de Trampas de Vapor

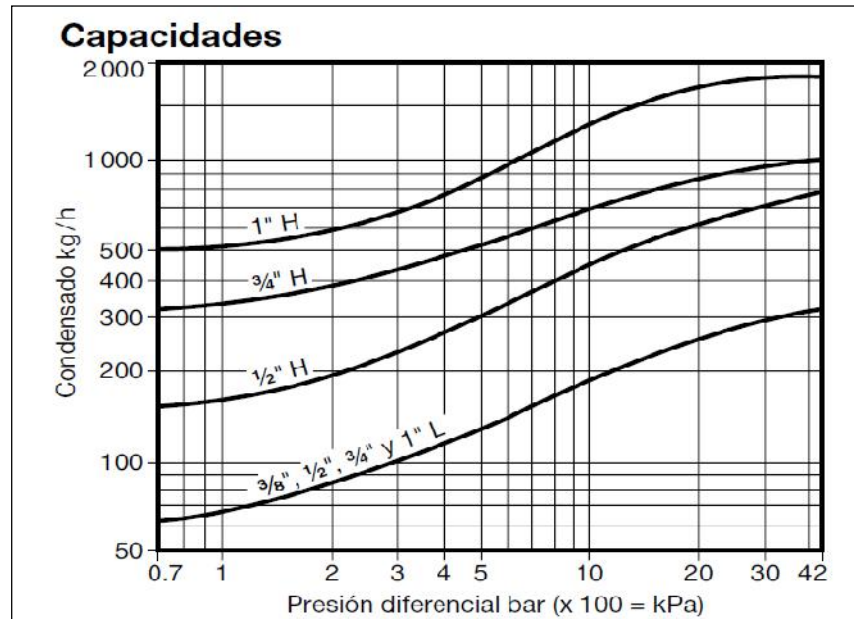
Para la selección de las trampas se utiliza la **guía de referencia técnica de spirax sarco en purgas**, mostrada en la Fig. 4.5, la cual indica que para tuberías horizontales la mejor elección es la trampa termodinámica.

Tuberías de vapor							
	Boya cerrada termostático	Boya cerrada FT-C	Termodinámico	Presión equilibrada	Bimetálico	Expansión líquida	Cubeta invertida
Tramos horizontales	B		A				B
Separadores	A		B				B
Finales de línea	B		A1				B1
Drenaje para paradas (protección contra heladas)				B ³	B	A	
Drenaje de calentadores	A		B ⁶				B

Fuente: Purgas de Vapor y Eliminación de Aire de Spirax Sarco

FIGURA 4.5 SELECCIÓN DE TRAMPAS

Las trampas termodinámicas TD42L o TD42H han sido seleccionadas para el nuevo sistema de vapor, cuyas características se muestran en el **apéndice F**. La Fig. 4.6 muestra su rango de operación.



Fuente: Catalogo de Trampas de Spirax Sarco

FIGURA 4.6 TRAMPAS TD42L Y TD42H

Para utilizar la Fig. 4.6 se debe conocer la diferencia de presión en las líneas de condensado, que es la presión en la línea principal (230 psi) menos la presión de descarga en el tanque flash (15 psi) lo cual da 215 psi que equivalen a 15 Bar. Con esta diferencia de presión y el flujo de condensado de cada línea se aplica la Fig. 4.6 partiendo desde la diferencia de presión (15 bar) verticalmente hasta las diagonales. La Tabla 58 muestra las trampas seleccionadas.

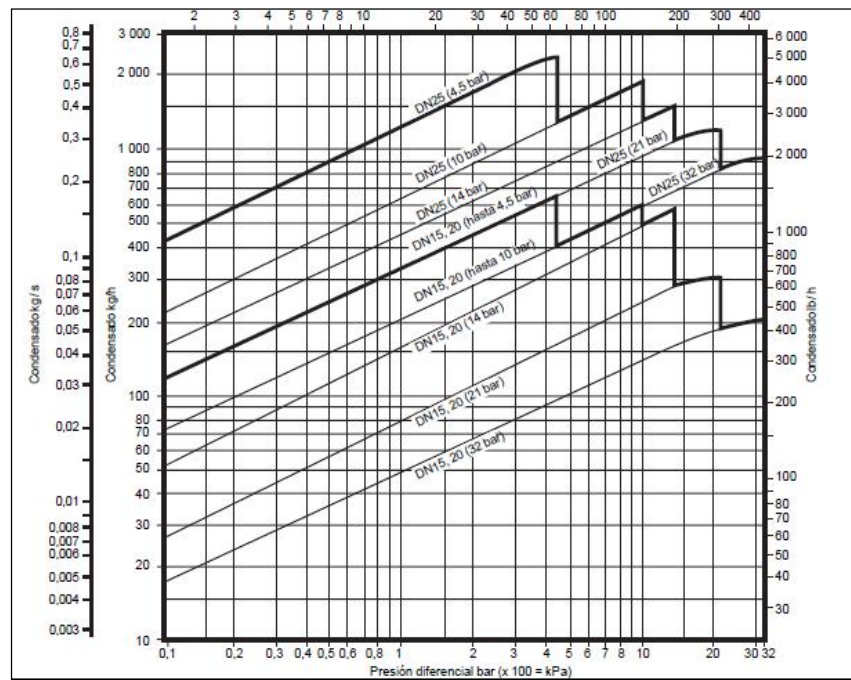
TABLA 58
TRAMPAS EN CADA LÍNEA

Nueva línea de extracción	Flujo de condensado lb/h	Flujo de condensado kg/h	Diámetros en el mercado pulg.	Trampa a utilizar
Línea de caldero a distribuidor 5	325,89	148,13	1/2	TD42L-1/2"
Línea de distribuidor 5 al distribuidor 6	325,89	148,13	1/2	TD42L-1/2"
Línea hacia el manifold	81,33	36,97	1/4	TD42L-3/8"
Línea hacia calentadores	168,88	76,76	1/2	TD42L-1/2"
Línea hacia limpieza	81,33	36,97	1/4	TD42L-3/8"

. Fuente: Autores

Para el cálculo de la trampa para la línea de condensado a la salida del calentador, se utiliza la Fig. 4.7, tomando en cuenta la diferencia de presión igual al caso anterior (15 Bar). Según la guía de spirax sarco (Fig. 4.5), la mejor opción es una boya cerrada termostática.

La Fig. 4.7 muestra las capacidades de las trampas FT44- FT46- FT47, ingresando con la presión y capacidad (15 bar, 51,66 lb/h), se encuentra que la trampa que seleccionada será la FT44 DN15.



Fuente: Catalogo de Trampas de Spirax Sarco

FIGURA 4.7 TRAMPAS FT44- FT 46- FT 47

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1. Plan de Mejora

El plan de mejora se enfoca en los siguientes puntos:

- Redimensionamientos de tubería de vapor en la planta soluble.
- Mantenimiento de fugas y aislamientos

5.1.1. Planos de nueva Red de Distribución de Vapor

Se redimensiona la *línea principal de evaporadores tubulares y placas*, de la planta soluble, cuyo flujo es de **31960lb/h** de vapor y del cual se ramifican 3 líneas con un flujo total máximo de **21932,99 lb/h** de vapor. Esta línea se encuentra sobredimensionada, teniendo un flujo de vapor innecesario, provocando una mayor cantidad de condensados.

El flujo máximo de circulación por la línea se asume de **23000 lb/h** de vapor, valor que se utiliza para el redimensionamiento de esta. Para los cálculos se toma la misma presión y velocidad utilizadas anteriormente, 25,4 m/s como velocidad y 8,5 kg/m³ como densidad a una presión de 230 psi.

Con la fórmula aplicada en el capítulo 4, se obtiene el diámetro de la línea a ser redimensionada:

$$D = \sqrt[2]{\frac{Q^4}{V \rho 3600 2,204 \pi}} \quad (4.1)$$

El cálculo da como resultado D=0,13 m que equivale a una tubería de 5" de diámetro.

A continuación se realiza una relación entre la cantidad de condensado de la línea actual (6") y la redimensionada (5"). La cantidad de condensado que se produce en la línea de 6", se la calcula de la misma forma como se lo realizó en el capítulo anterior. De la Fig. 4.1 se obtiene 86 lb. Este valor se utiliza en la siguiente fórmula:

$$\text{Condensado Producido} = \frac{86 \times 60}{30} \quad (4.3)$$

$$\text{Condensado Producido} = 172 \text{ lb/h.}$$

El resultado es para tuberías cuya longitud máxima es de 30,4 m, pero la línea tiene una longitud de 96 m, por lo que se multiplica por el valor de 3,16, además se debe multiplicar por un factor de seguridad que se encuentra interpolando los valores de la Fig. 4.1., este valor es de 1,216, dando como resultado el flujo másico de condensado:

$$172 \text{ lb/h} * 3,16 * 1,216 = 661 \text{ lb/h}$$

Igual procedimiento se emplea para calcular la cantidad de condensado de la tubería de 5", cuyo resultado da 221,36 lb/h. Al restar los flujos de condensado de la tubería de 6" y de la de 5" da como resultado 439,64 lb/h de consumo menor de condensado.

Se elaboró el plano 103 de la línea redimensionada, el cual se presenta en el **apéndice A**.

5.1.2. Diagrama de Gantt

Se realiza 3 diagramas de Gantt, donde el primer diagrama dado en la Tabla 59, muestra el cambio de la línea a redimensionarse, además, muestra las actividades a realizar de manera global.

TABLA 59
DIAGRAMA DE GANTT CAMBIO DE DIÁMETRO EN CADA
PLANTA

Actividades	Semana 1							Semana 2							Semana 3							Semana 4											
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D					
Paro de Planta Soluble																																	
Desmontaje de Línea Actual																																	
Prefabricado																																	
Montaje en Campo																																	
Ensayos no destructivos																																	
Soplado de Tuberías																																	
Pruebas de Presión																																	
Prefabricación de tambores de aluminio																																	
Colocación de aislamiento de la nueva línea																																	

Fuente: Autores

El diagrama de la Tabla 60 muestra el arreglo del aislamiento actual en la planta.

TABLA 60
DIAGRAMA DE GANTT CAMBIO DE AISLAMIENTO EN CADA
PLANTA

Actividades	Semana 1						
	L	M	M	J	V	S	D
Paro de planta soluble							
Prefabricación de tambores de aluminio							
Cambio de Aislamiento en mal estado							
Colocación de aislamiento en líneas sin aislar							
Paro de planta batch							
Prefabricación de tambores de aluminio							
Cambio de aislamiento en mal estado							
Colocación de aislamiento en líneas sin aislar							
Paro de planta continua							
Prefabricación de tambores de aluminio							
Cambio de aislamiento en mal estado							
Colocación de aislamiento en líneas sin aislar							

Fuente: Autores

El último diagrama de la Tabla 61 muestra la construcción y montaje de la nueva línea, así mismo de manera global.

TABLA 61
DIAGRAMA DE GANTT PARA MONTAJE DE NUEVA LÍNEA DE
EXTRACCIÓN

Actividades	Semana 1							Semana 2							Semana 3							Semana 4							Semana 5							Semana 6														
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D								
Montaje de distribuidores de vapor																																																		
Prefabricación de soportes para tubería																																																		
Prefabricación de Tubería de 4" del área de calderos a distribuidor 1																																																		
Prefabricación de tubería de 4" del distribuidor 1 al distribuidor 2																																																		
Prefabricación de Tubería de 2" del distribuidor 2 al manifold																																																		
Prefabricación de tubería de 2" del distribuidor 2 al calentador																																																		
Prefabricación de tubería de 2" del distribuidor 2 a limpieza de extractor																																																		
Prefabricación de tubería de 1" de condensado																																																		
Prefabricación de tubería de 1 1/2" de																																																		

condensad o							
Montaje de soportes para tuberías							
Montaje de tubería de 4" del área de calderos a distribuidor 1							
Montaje de Tubería de 4" del distribuidor 1 al distribuidor 2							
Montaje de tubería de 2" del distribuidor 2 al manifold							
Montaje de tubería de 2" del distribuidor 2 al calentador							
Montaje de tubería de 2" del distribuidor 2 a limpieza de extractor							
Montaje de tubería de 1" de condensad o							
Montaje de tubería de 1 1/2" de condensad o							
Ensayos no destructivo s							
Soplado de tuberías							
Pruebas de presión							
Prefabricaci ón de tambores de aluminio							
Colocación de aislamiento							

Fuente: Autores

5.2. Costo General de la Optimización del Sistema Actual

Para realizar el cálculo del costo general, se elaboró un listado de materiales de la línea que fue redimensionada en la sección 5.1.1. Las distancias y trayectorias serán iguales a la línea original, por lo que la longitud y cantidad de accesorios serán iguales, las cuales se muestran en la Tabla 62.

TABLA 62
LONGITUD Y ACCESORIOS DE LÍNEA REDIMENSIONADA,
PLANTA SOLUBLE

Planta soluble	Diámetro Re calculado pulg	longitud tubería (m)	codos 90°	válvulas
Línea principal de evaporadores tubulares y placas	5"	58,75	14	2

Fuente: Autores

En la Tabla 63 se muestra el listado de materiales de la línea re calculada en la planta soluble

TABLA 63
LISTADO DE MATERIALES LÍNEA RECALCULADA, PLANTA
SOLUBLE

ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Tubería de 5" cedula 40 ASTM-A106 gr b	m	70	\$40	\$2880
2	Codo de 5" 90° cedula 40 ASTM-A106 gr b	UN	14	\$30	\$420
3	Tee de 5" ch 40 ASTM-A106 gr b	UN	3	\$40	\$120
4	Válvula de compuerta 5", , 150# rf flg ends per ASME b 16.5,	UN	2	\$250	\$500
5	Reductor concéntrico 5" x 2", cedula 40, bw, ASTM-A234 gr wpb	UN	1	\$35	\$35
6	Reductor concéntrico 5" x 3", cedula 40, bw, ASTM-A234 gr wpb	UN	1	\$35	\$35
7	Reductor concéntrico 5" x 4", cedula 40, bw, ASTM-A234 gr wpb	UN	1	\$35	\$35
8	Bridas SO 5", 150lb, rf, cedula estándar, ASTM-A105	UN	5	\$82	\$410
9	Empaques 5", 150# rf, thk 1/8",	UN	5	\$45	\$225
10	Brida ciega 5", 150lb, rf, ASTM-A105	UN	1	\$80	\$80
11	Espárragos, 3/4 X 4,: ASTM-A193 GR B7, Fluorocarbon Coated; Nuts: ASTM-A194 GR 2H, Fluorocarbon Coated Heavy Hex Nuts	UN	40	\$3,90	\$156
				TOTAL	US\$4896

Fuente: Autores

Seguidamente se procede a calcular el costo de la mano de obra, que por lo general este tipo de trabajos tiene un costo por pulgada diametral, que sería la cantidad juntas (puntos de soldadura) multiplicado por el diámetro de la tubería en pulgadas. La Tabla

64 muestra la cantidad de pulgadas por tubería y accesorios de la línea redimensionada en la planta soluble.

TABLA 64
PULGADAS DIAMETRALES, EN LÍNEA RECALCULADA, PLANTA SOLUBLE

Descripción	Diámetro pulg	Cantidad De pegas	Cantidad de pulgadas diametrales
Tubería	5	12	60
Codos	5	28	140
Tee	5	9	45
Reductor concéntrico 5" x 2",	2	1	2
Reductor concéntrico 5" x 3",	3	1	3
Reductor concéntrico 5" x 4",	4	1	4
Bridas Slip on	5	10	50
Brida Ciega 5",	5	2	10
		Total de Pulgadas diametrales	314

Fuente: Autores

El precio por pulgada diametral varía dependiendo del contratista, pero este valor está en un rango de 12-13 dólares. Para propósitos de este proyecto se toma los 13 dólares, obteniendo un costo total de US\$**4082** en mano de obra.

El aislamiento será efectuado con material de lana mineral. Este trabajo tiene un costo por metro lineal. En la Tabla 65 se muestra la equivalencia del metro lineal con respecto a los accesorios.

TABLA 65

TABLA DE EQUIVALENCIA PARA AISLAMIENTO

Accesorios	m
Metro lineal	1,00
Codo	1,00
Tee	0,70
Reducción	0,30
Válvulas	2,00
Bridas	1,00

Fuente: Autores

En la Tabla 66 se muestra el costo por metro lineal para la línea redimensionada.

TABLA 66

COSTO DE AISLAMIENTO EN LÍNEA REDIMENSIONADA

Descripción	ml	Codo	Tee	Reducción	Bridas	Válvulas	Total ml- eq	US\$/ ml-eq	US\$ TOTAL
Tubería de 5"	70	14	2,3	0,9	6	4	97,2	49,14	4776,4

Fuente: Autores

Costo de material de línea redimensionada = US\$ **4896**

Costo de mano de obra de línea redimensionada = US\$ **4082**

Costo de aislamiento de línea redimensionada = US\$ **4776,4**

El total por la modificación de esta línea es de US\$ **13754,4**

Costo de Arreglo de Aislamiento

En este capítulo se incluye el costo del arreglo del aislamiento en mal estado en cada planta.

La Tabla 67 muestra el costo de aislamiento en la planta soluble.

TABLA 67

COSTO DE NUEVO ASILAMIENTO EN PLANTA SOLUBLE

Planta soluble	Diámetro (pulg)	Longitud sin aislar (m)	US\$/ ML-EQ	Total
Línea principal de evaporadores tubulares y placas	6	6	52,04	\$ 312,24
calentador	2	2	38,66	\$ 77,32
jet evaporador tubular	4	2	46,46	\$ 92,92
jet evaporador de placas	3	3	42,36	\$ 127,08
Limpieza de extractores y calentadores	2,5	7	39,05	\$ 273,35
línea de extracción 1 limpieza	2	0,5	38,66	\$ 19,33
línea de extracción 2 limpieza	2	0,75	38,66	\$ 29
línea de extracción 3 limpieza	2	1	38,66	\$ 38,66
línea hacia calentador 1	2	9	38,66	\$ 347,94
línea hacia calentador 2	2	9	38,66	\$ 347,94
línea hacia calentador 3	2	9	38,66	\$ 347,94

Línea 1 de extracción - calentadores	3	8	42,36	\$ 338,88
Línea 2 de extracción - calentadores	3	8	42,36	\$ 338,88
Línea de ingreso del distribuidor	6	0	52,04	0
Línea 3 de extracción - calentadores	3	8	42,36	338,88
línea 1 hacia calentador	3	0	42,36	0
línea 2 hacia calentador	3	0	42,36	0
línea 3 hacia calentador	3	1	42,36	\$ 42,36
Línea planta spray	2	1	38,66	\$ 42,36
Recuperador de aroma	2,5	1,75	39,05	\$ 68,34
Aglomerado	2	5	38,66	\$ 193,3
línea hacia cámara	2	1	38,66	\$ 38,66
línea hacia bibro	1,5	1	32,15	\$ 32,15
			TOTAL	\$ 3447,53

Fuente: Autores

En la Tabla 68 se presenta el costo de aislamiento en la planta batch.

TABLA 68

COSTO DE NUEVO AISLAMIENTO EN PLANTA BATCH

Planta batch	Diámetro (pulg)	Longitud sin aislar (m)	US\$/ML-EQ	Total
Línea que llega de los distribuidores de casa de calderos	6	3	52,04	\$ 156,12
Línea principal de defrots	4	6	46,46	\$ 278,76
línea de entrada a bondels de la cámara 1	4	0,5	46,46	\$ 23,23
línea de entrada a bondels de la cámara 2	4	0,5	46,46	\$ 23,23
línea de entrada a bondels de la cámara 3	4	0,5	46,46	\$ 23,23

línea de entrada a bondels de la cámara 4	4	0,5	46,46	\$ 23,23
línea de entrada a bondels de la cámara 5	4	0,5	46,46	\$ 23,23
línea de entrada a bondels de la cámara 6	4	0,5	46,46	\$ 23,23
línea de entrada a bondels de la cámara 7	4	0,5	46,46	\$ 23,23
línea de entrada a bondels de la cámara 8	4	0,5	46,46	\$ 23,23
Línea cámara jet	4	0,5	46,46	\$ 23,23
Línea para calentadores(1,2,3)	4	3	46,46	\$ 139,38
línea de entrada al calentador cámara 1	4	6	46,46	\$ 278,76
línea de entrada a calentadores cámara 2 y 3	4	2	46,46	\$ 92,92
Línea para calentadores(4,5,6,7,8)	4	3	46,46	\$ 139,38
línea de entrada a calentadores cámara 4 y 5	4	2	46,46	\$ 92,92
línea de entrada al calentador cámara 6y 7	4	2	46,46	\$ 92,92
línea de entrada a calentadores cámara 8	4	2	46,46	\$ 92,92
			TOTAL	\$ 1573,15

Fuente: Autores

En la Tabla 69 se muestra el costo de aislamiento en la planta continua.

TABLA 69**COSTO DE NUEVO ASILAMIENTO EN PLANTA CONTINUA**

Planta continua	Diámetro (pulg)	Longitud sin aislar (m)	US\$/ML-EQ	Total
Línea de vapor de área de calderos al distribuidor 1 planta continua	6	5	52,04	\$ 260,2
Línea principal Jet	2	2	38,66	\$ 77,32
Línea hacia Jet 1,2,3	2	1,5	38,66	\$ 57,99

Línea hacia Jet 4,5	2	1	38,66	\$ 38,66
Hogger	21/2	3	39,05	\$ 117,15
Línea principal Defrost	3	2	42,36	\$ 84,72
Línea de entrada al Defrost	6	0,75	52,04	\$ 39,03
Línea hacia condensadores 1	6	0,75	52,04	\$ 39,03
Línea hacia condensadores 2	6	0,75	52,04	\$ 39,03
Línea hacia condensadores 3	6	0,75	52,04	\$ 39,03
Línea hacia condensadores 4	6	0,75	52,04	\$ 39,03
Línea hacia condensadores 5	6	0,75	52,04	\$ 39,03
Línea hacia condensadores 6	6	0,75	52,04	\$ 39,03
Chaquetas	3	1	42,36	\$ 42,36
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	3	2	42,36	\$ 84,72
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	2	2	38,66	\$ 77,32
Línea principal hacia distribuidor 2 planta continua	4	0	46,46	0
Mesas vibratorias 1	2	2	38,66	\$ 77,32
Mesas vibratorias 2	2	2	38,66	\$ 77,32
Mesas vibratorias 3	2	2	38,66	\$ 77,32
			TOTAL	\$ 1345,61

Fuente: Autores

El costo total del arreglo del aislamiento = US\$ **6366,29**

Costo de Reparación de Fugas

Para la reparación de cada fuga se fija como precio referencial el valor de US\$ 6,5, que es el costo de 1/2 pulgada diametral.

Costo Planta Soluble

En la Tabla 70 se muestra el costo por mantenimiento de las fugas para la planta soluble.

TABLA 70
COSTO POR REPARACIÓN DE FUGAS EN PLANTA SOLUBLE

Planta soluble	Diámetro del orificio (mm)	Costo Total
Línea principal de evaporadores tubulares y placas	0	0
Calentador	0	0
Jet evaporador tubular	0	0
Jet evaporador de placas	0	0
Limpieza de extractores y calentadores	0	0
Línea de extracción 1 limpieza	0,5	\$ 6,5
Línea de extracción 2 limpieza	0,7	\$ 6,5
Línea de extracción 3 limpieza	0,5	\$ 6,5
Línea hacia calentador 1	0	0
Línea hacia calentador 2	0	0
Línea hacia calentador 3	0	0
Línea 1 de extracción - calentadores	0,5	\$ 6,5
Línea 2 de extracción - calentadores	0	0
Línea de ingreso del distribuidor	0	0
Línea 3 de extracción - calentadores	0,7	\$ 6,5
Línea 1 hacia calentador	0	0
Línea 2 hacia calentador	0	0
Línea 3 hacia calentador	0	0
Línea planta spray	0	0
Recuperador de aroma	0,5	\$ 6,5
Aglomerado	0,5	\$ 6,5
Línea hacia cámara	0,5	\$ 6,5
Línea hacia bibro	0,5	\$ 6,5
Total		\$ 58,5

Fuente: Autores

Costo Planta Batch

En la Tabla 71 se muestra el costo por reparación de las fugas para la planta batch.

TABLA 71
COSTO POR REPARACIÓN DE FUGAS EN PLANTA BATCH

Planta batch	Diámetro del orificio (mm)	Costo Total
Línea que llega de los distribuidores de casa de calderos	0,5	\$ 6,5
Línea principal de defrots	0,7	\$ 6,5
Línea de entrada a bondels de la cámara 1	0,5	\$ 6,5
Línea de entrada a bondels de la cámara 2	0,5	\$ 6,5
Línea de entrada a bondels de la cámara 3	0	0
Línea de entrada a bondels de la cámara 4	0	0
Línea de entrada a bondels de la cámara 5	0	0
Línea de entrada a bondels de la cámara 6	0	0
Línea de entrada a bondels de la cámara 7	0	0
Línea de entrada a bondels de la cámara 8	0	0
Línea cámara jet	0	0
Línea para calentadores(1,2,3)	0	0
Línea de entrada al calentador cámara 1	0,7	\$ 6,5
Línea de entrada a calentadores cámara 2 y 3	0,5	\$ 6,5
Línea para calentadores(4,5,6,7,8)	0	0
Línea de entrada a calentadores cámara 4 y 5	0	0
Línea de entrada al calentador cámara 6y 7	0	0
Línea de entrada a calentadores cámara 8	0	0
Total		\$ 39

Fuente: Autores

Costo Planta Continua

En la Tabla 72 se muestra el costo de reparación de las fugas para la planta continua.

TABLA 72
COSTO POR ARREGLO DE FUGAS EN PLANTA CONTINUA

Planta continua	Diámetro del orificio (mm)	Costo Total
Línea de vapor de área de calderos al distribuidor 1 planta continua	0	0
Línea principal Jet	0	0
Línea hacia Jet 1,2,3	0	0
Línea hacia Jet 4,5	0,5	\$ 6,5
Hogger	0,7	\$ 6,5
Línea principal Defrost	0,5	\$ 6,5
Línea de entrada al Defrost	0	0
Línea hacia condensadores 1	0	0
Línea hacia condensadores 2	0	0
Línea hacia condensadores 3	0,7	\$ 6,5
Línea hacia condensadores 4	0,5	\$ 6,5
Línea hacia condensadores 5	0	0
Línea hacia condensadores 6	0	0
Chaquetas	0	0
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	0	0
Línea hacia distribuidor 2 planta continua	0,5	\$ 6,5
Línea principal hacia distribuidor 2 planta continua	0,5	\$ 6,5
Mesas vibratorias 1	0,7	\$ 6,5
Mesas vibratorias 2	0	0
Mesas vibratorias 3	0	0
	Total	\$52

Fuente: Autores

El costo total por arreglo de fugas es de **US\$ 149,5**.

El costo total por arreglo de fugas y aislamiento es de **US\$ 6515,79**

5.3. Costo de la Nueva Red de Distribución de Vapor

En el capítulo anterior se realizó el cálculo de la tubería de vapor de la nueva línea de extracción. A continuación se muestra el listado de materiales para cada línea con su respectivo costo.

En la Tabla 73 se muestra el listado de materiales de la línea 1 que conecta desde el caldero hacia el distribuidor.

TABLA 73

LISTADO DE MATERIALES LÍNEA 1, CALDERO-DISTRIBUIDOR

LISTA DE MATERIALES					
ID	CAN	DN	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	15,0m	6"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 44	\$ 660
2	3	6"	Codo 90 lr, bw, ASME b16.9, ASTM A234 gr wpb smls, cedula 40	\$ 29,03	\$ 87,09
3	4	6"	Bridas SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 85,55	\$ 342,2
4	32	3/4"x102	Esparragos rf, 150 lb.	\$ 3,90	\$ 124,8
5	4	6"	Empaques, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 48,50	\$194
6	2	6"	Válvula de compuerta, disco doble, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216.	\$145,20	\$ 290,4
				Subtotal	\$ 1698,49

Fuente: Autores

En la Tabla 74 se muestra el listado de la línea 2, que conecta desde el área de caldero al distribuidor 5.

TABLA 74
LISTADO DE MATERIALES LÍNEA 2, LÍNEA DE ÁREA DE CALDERO A DISTRIBUIDOR 5

LISTA DE MATERIALES					
ID	CAN	DN	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	30,1m	5"	Tubería sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 40	\$ 1204
2	9	5"	Codo 90 lr, bw, ASME b16.9, ASTM A234 gr wpb smls, cedula 40	\$ 30	\$ 270
3	1	5"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 80	\$ 80
4	1	5"	Tee, bw, ASME b16.9, ASTM A234 gr wpb smls, sch 40	\$ 40	\$ 40
5	5	5"	Bridas SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 82	\$ 410
6	40	5/8"x89	Esparrago, rf, 150 lb, stud bolt	\$ 3,90	\$ 156
7	5	5"	Empaques, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 45	\$ 225
8	2	5"	Válvula de compuerta, doble disco, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb.	\$ 250	\$ 500
9	2,3m	1/2"	Tubería sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 6,55	\$ 15,065
10	5	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 8,55	\$ 42,75
11	2	1/2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 12,20	\$ 24,4
12	4	1/2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 13,12	\$ 52,48
13	24	1/2"x58	Esparrago, rf, 150 lb, stud bolt	\$ 1,90	\$ 45,6
14	6	1/2"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 3,30	\$ 19,8
15	4	1/2"	Válvula de compuerta, cuña sólida, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, volante	\$ 50	\$ 200
16	1	1/2"	trap td42l-1/2"	\$ 65	\$ 65
				Subtotal	\$ 3350,1

Fuente: Autores

En la Tabla 75 se muestra el listado de la línea 3, que va desde el distribuidor 5 al distribuidor 6.

TABLA 75
LISTADO DE MATERIALES LÍNEA 3, LÍNEA DE DISTRIBUIDOR 5
AL DISTRIBUIDOR 6

LISTA DE MATERIALES					
ID	CAN	DN	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	15,8m	5"	Tubería, sin costura, pe, B36.10de ASME, ASTM A106 gr b LME, cedula 40	\$ 40	\$ 632
2	5	5"	Codo 90 lr, bw, ASME b16.9, ASTM A234 gr wpb smls, cedula 40	\$ 30	\$ 150
3	2	5"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 82	\$ 164
4	16	5/8"x89	Esparrago, rf, 150 lb.	\$ 3,90	\$ 62,4
5	2	5"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 45	\$ 90
6	1	5"	Válvula de compuerta, doble disco 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, volante	\$ 250	\$ 250
7	9.8m	5"	Tubería sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 40	\$ 392
8	4	5"	Codo 90 lr, bw, ASME b16.9, ASTM A234 gr wpb smls, sch 40	\$ 30	\$ 120
9	1	5"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 80	\$ 80
10	1	5"	Tee, bw, ASME b16.9, ASTM A234 gr wpb smls, cedula 40	\$ 40	\$ 40
11	3	5"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 82	\$ 246
12	24	5/8"x89	Esparrago , rf, 150 lb.	\$ 3,48	\$ 83,52
13	3	5"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 45	\$ 135
14	1	5"	Valvula compuerta, doble disco, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, volante	\$ 250	\$ 250
15	1.9m	1/2"	Tubería sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 6,55	\$ 12,45
16	5	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 8,55	\$ 42,75
17	2	1/2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 12,20	\$ 24,4

18	4	1/2"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 13,12	\$ 52,48
19	24	1/2"x58	Esparrago, rf, 150 lb, stud bolt	\$ 1,90	\$ 45,6
20	6	1/2"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 3,30	\$ 19,8
21	3	1/2"	Valvula de compuerta, cuña sólida, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, volante	\$ 50	\$ 150
22	1	1/2"	Trampa td42I-1/2"	\$ 65	\$ 65
				Subtotal	\$ 3107,4

Fuente: Autores

La Tabla 76 se muestra el listado de la línea 4, que va desde el distribuidor 6 hacia el manifold.

TABLA 76

LISTADO DE MATERIALES LÍNEA 4, LÍNEA HACIA EL MANIFOLD

LISTA DE MATERIALES					
ID	CAN	DN	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	0,7m	1/4"	Tubería, sin costura pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$4,40	\$ 3,08
2	5,2m	2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 9	\$ 46,8
3	1	1/4"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$6,3	\$ 6,3
4	5	2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 7,20	\$ 36
5	1	2"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$7,50	\$ 7,5
6	1	1/4"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 8	\$ 8
7	1	2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 21,50	\$ 21,5
8	2	1/4"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 8,1	16,2
9	4	2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 19,80	\$ 79,2
10	24	1/2"x58	Esparrago, rf, 150 lb.	\$ 1,90	\$ 45,6

11	12	5/8"x83	Esparrago, rf, 150 lb.	\$ 3,48	\$ 41,76
12	6	1/4"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 3,20	\$ 19,2
13	3	2"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 9,22	\$ 27,66
14	3	1/4"	Valvula compuerta, doble disco, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, volante	\$ 40	\$ 120
15	1	2"	Valvula compuerta, Doble disco, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, volante	\$ 75	\$ 75
16	1	3/8"	Trampa td42l-3/8"	\$ 60	\$ 60
17	9,2m	1/4"	Tubería, sin costura ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$4,40	\$ 40,48
18	6	1/4"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$6,3	\$ 37,8
19	1	1/4"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 8	\$ 8
20	2	1/4"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 8,1	\$ 16,2
Subtotal				\$ 716,28	

Fuente: Autores

En la Tabla 77 se muestra el listado de la línea 5, que va desde el distribuidor 6 hacia la línea de calentadores.

TABLA 77
LISTADO DE MATERIALES LÍNEA 5, LÍNEA HACIA
CALENTADORES

LISTA DE MATERIALES					
ID	CAN	DN	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	7,7m	1/2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 6,55	\$ 50,44
2	4	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 8,55	\$ 34,2
3	1	1/2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 12,20	\$ 12,2
4	2	1/2"	Brida sw, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM	\$ 12,20	\$ 24,4

			A234 gr wpb		
5	8	1/2"x58	Esparrago , rf, 150 lb, stud bolt	\$ 1,90	\$ 15,2
6	2	1/2"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 3,30	\$ 6,6
7	1	1/2"	Válvula compuerta, doble disco, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, hand wheel	\$ 50	\$ 50
8	1,1m	1/2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 6,55	\$ 7,21
9	3,3m	3 "	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 17,5	\$ 57,75
10	1	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 8,55	\$ 8,55
11	2	3"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$12,11	\$ 24,22
12	1	3"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 22	\$ 22
13	1	1/2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 12,20	\$ 12,2
14	1	3"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 18,5	\$ 18,5
15	3	1/2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 12,20	\$ 36,6
16	3	3"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 44,05	\$ 132,15
17	16	1/2"x58	Esparrago, rf, 150 lb.	\$ 1,90	\$ 30,4
18	12	5/8"x83	Esparrago, rf, 150 lb, stud bolt	\$ 3,48	\$ 41,76
19	4	1/2"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 3,30	\$ 13,2
20	3	3"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 18,22	\$ 54,66
21	2	1/2"	Válvula de compuerta, disco doble, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, hand wheel	\$ 50	\$ 100
22	1	3"	Válvula de compuerta, disco doble, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, hand wheel	\$ 180	\$180
23	1	1/2"	Trampa td42I-1/2"	\$65	\$ 65
				Subtotal	\$ 997,24

Fuente: Autores

En la Tabla 78 se muestra el listado de la línea 6, que va desde el distribuidor 6 hacia la línea de limpieza.

TABLA 78
LISTADO DE MATERIALES LÍNEA 6, LÍNEA HACIA LIMPIEZA

LISTA DE MATERIALES					
IT	CAN	DN	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	1,0m	2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 9	\$ 9
2	2	2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 7,20	\$ 14,4
3	1	2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 21,50	\$ 21,5
4	1	2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 19,80	\$ 19,8
5	7,3m	2"	Tubería sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, sch 40	\$ 9	\$ 65,7
6	2	2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 7,20	\$ 14,4
7	2	2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 19,80	\$ 39,6
8	8	5/8"x83	Esparrago , rf, 150 lb, stud bolt	\$ 3,48	\$ 27,84
9	2	2"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 9,22	\$ 18,44
10	1	2"	Válvula de compuerta, disco doble, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, volante	\$ 75	\$ 75
11	1,4m	1/4"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$4,40	\$ 6,16
12	0,1m	2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, sch 40	\$ 9	\$ 0,9
13	1	1/4"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$6,3	\$ 6,3
14	1	2"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$7,50	\$ 7,5
15	1	1/4"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$6,3	\$ 6,3
16	2	1/4"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 8,1	\$ 16,2
17	1	2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 19,80	\$ 19,8
18	4	5/8"x83	Esparrago , rf, 150 lb, stud bolt	\$ 3,48	\$13,92
19	1	2"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 9,22	\$9,22
20	2,3m	1/4"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, sch 40	\$4,40	\$ 10,12

21	4	1/4"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$6,3	\$ 25,2
22	1	1/4"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$6,3	\$ 6,3
23	2	1/4"	Brida sw, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 8,1	\$ 16,2
24	24	1/2"x58	Esparrago , rf, 150 lb, stud bolt	\$ 1,90	\$ 45,6
25	6	1/4"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 3,20	\$ 19,2
26	3	1/4"	Valvula compuerta, disco doble, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, volante.	\$ 40	\$ 120
27	1	3/8"	Trampa td42l-3/8"	\$60	\$ 60
				Subtotal	\$ 694,6

Fuente: Autores

En la Tabla 79 se muestra el listado de la línea 7, que es la línea de recolección de condensados de las 5 líneas.

TABLA 79
LISTADO MATERIALES LÍNEA7,
LÍNEA DE RECOLECCIÓN DE CONDENSADOS DE 5 LÍNEAS

LISTA DE MATERIALES					
IT	CAN	DN	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	48,8m	1"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 6	\$ 292,8
2	8	1"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 10,55	\$ 84,4
3	2	1"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 5,50	\$ 11
4	1	1"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 12	\$ 12
5	2	1"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 6	\$ 12
6	8	1/2"x64	Esparrago, rf, 150 lb, stud bolt	\$ 2,34	\$ 18,72
7	2	1"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 4,80	\$ 9,6
				Subtotal	\$ 440,52

Fuente: Autores

La Tabla 80 muestra el listado de la línea 8, que es la línea de salida de condensado del calentador.

TABLA 80
LISTADO MATERIALES LÍNEA8,
LÍNEA DE SALIDA DE CONDENSADOS DEL CALENTADOR

LISTA DE MATERIALES					
IT	CAN	DN	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	29,5m	1/2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 6,55	\$ 193,23
2	6	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 8,55	\$ 51,3
3	1	1/2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 12,20	\$ 12,2
4	4	1/2"x58	Esparrago, rf, 150 lb.	\$ 1,90	\$ 7,6
5	1	1/2"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 3,30	\$ 3,3
6	11,4m	1/2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 6,55	\$ 74,67
7	3	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 8,55	\$ 25,65
8	1	1/2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 12,20	\$ 12,2
9	2	1/2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 12,20	\$ 24,4
10	12	1/2"x58	Esparrago, rf, 150 lb, stud bolt	\$ 1,90	\$ 22,8
11	3	1/2"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 3,30	\$ 9,9
12	2	1/2"	Válvula de compuerta, disco doble, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, volante.	\$ 50	\$ 100
13	1	1/2"	Trampa ft44 DN15	\$60	\$ 60
14	0,6m	1/2"	Tubería sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 6,55	\$ 3,93
15	1	1/2"	Costura 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 8,55	\$ 8,55
16	1	1/2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 12,20	\$ 12,2

17	1	1/2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 12,20	\$ 12,2
18	8	1/2"x58	Esparrago, rf, 150 lb.	\$ 1,90	\$ 15,2
19	2	1/2"	Empaque, swg, 1/8" thk, rf, 150 lb, ASME b16.20, cs/ptfe	\$ 3,30	\$ 6,6
20	1	1/2"	Válvula de compuerta, disco doble, 150 lb, rf, ASME b16.10, ASTM A216 gr wpb, volante	\$ 50	\$ 50
21	5,3m	1/2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	\$ 6,55	\$ 34,72
22	3	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	\$ 8,55	\$ 25,65
23	1	1/2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	\$ 12,20	\$ 12,2
Subtotal					\$ 778,5

Fuente: Autores

Costo Total de Material= US\$ 11783,13

Con la información de costos de los materiales se procede a calcular el costo de la mano de obra, del montaje de la red de distribución de vapor para la nueva línea.

En las Tablas 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87 y 88 se muestran la cantidad de pulgadas diametrales de todas las nuevas líneas a construir, información importante para calcular el costo total de la mano de obra.

TABLA 81

PULGADAS DIAMETRALES LÍNEA 1, CALDERO-DISTRIBUIDOR

CAN	DN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE PEGAS	CANTIDAD DE PULGADAS DIAMETRALES
15,0m	6"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	4	24
3	6"	Codo 90 lr, bw, ASME b16.9, ASTM A234 gr wpb smls, cedula 40	6	36
4	6"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	8	48
Subtotal				108

Fuente: Autores

TABLA 82

PULGADAS DIAMETRALES LÍNEA 2,
LÍNEA DE ÁREA DE CALDERO A DISTRIBUIDOR 5

CAN	DN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE PEGAS	CANTIDAD DE PULGADAS DIAMETRALES
30,1m	5"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	6	30
9	5"	Codo 90 lr, bw, ASME b16.9, ASTM A234 gr wpb smls, sch 40	18	90
1	5"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	2	10
1	5"	Tee, bw, ASME b16.9, ASTM A234 gr wpb smls, sch 40	3	15
5	5"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	10	50
2,3m	1/2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	2	1
5	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	10	5
2	1/2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	6	3
4	1/2"	Brida sw, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	8	4
Subtotal				208

Fuente: Autores

TABLA 83
PULGADAS DIAMETRALES LÍNEA 3,
LÍNEA DE DISTRIBUIDOR 5 AL DISTRIBUIDOR 6

CAN	ND	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE PEGAS	CANTIDAD DE PULGADAS DIAMETRALES
15,8m	5"	Tubería, sin costura , pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, sch 40	4	20
5	5"	Codo 90 lr, bw, ASME b16.9, ASTM A234 gr wpb smls, sch 40	10	50
2	5"	Brida sw, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	4	20
9,8m	5"	Tubería, sin costura , pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	3	15
4	5"	Codo 90 lr, bw, ASME b16.9, ASTM A234 gr wpb smls, sch 40	8	40
1	5"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	2	10
1	5"	Tee, bw, ASME b16.9, ASTM A234 gr wpb smls, cedula 40	3	15
3	5"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	6	30
1,9m	1/2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	2	1
5	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	10	5
2	1/2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	6	3
4	1/2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	8	4
			Subtotal	213

Fuente: Autores

TABLA 84

PULGADAS DIAMETRALES LÍNEA 4, LÍNEA HACIA EL MANIFOLD

CAN	DN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE PEGAS	CANTIDAD DE PULGADAS DIAMETRALES
0,7m	1/4"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	2	0,5
5,2m	2"	Tubería, sn costuras, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	2	4
1	1/4"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	2	0,5
5	2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	10	20
1	2"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	2	4
1	1/4"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	3	0,75
1	2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	3	6
2	1/4"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	4	1
4	2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	16	32
9.2m	1/4"	Tubería sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	4	1
6	1/4"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	12	3
1	1/4"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	3	0,75
2	1/4"	Brida, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	4	1
			Subtotal	74,5

Fuente: Autores

TABLA 85
PULGADAS DIAMETRALES LÍNEA 5,
LÍNEA HACIA CALENTADORES

CAN	DN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE PEGAS	CANTIDAD DE PULGADAS DIAMETRALES
7.7m	1/2"	Tubería sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, sch 40	3	1,5
4	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	8	4
1	1/2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	3	1,5
2	1/2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	4	2
1.1m	1/2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, sch 40	2	1
3.3m	3"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, sch 40	2	6
1	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	2	1
2	3"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	4	12
1	3"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	2	6
1	1/2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	3	1,5
1	3"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	3	9
3	1/2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	6	3
3	3"	Brida So, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	6	18
Subtotal				66,5

Fuente: Autores

TABLA 86
COSTO LÍNEA 6, LÍNEA HACIA LIMPIEZA

CAN	DN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE PEGAS	CANTIDAD DE PULGADAS DIAMETRALES
1.0m	2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	2	4
2	2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	4	8
1	2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	3	6
1	2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	2	4
7.3m	2"	Tubería, sin costuraseamless, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	3	6
2	2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	4	8
2	2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	4	8
1.4m	1/4"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	2	0,5
0.1m	2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	2	4
1	1/4"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	2	0,5
1	2"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	2	4
1	1/4"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	3	0,75
2	1/4"	flange sw, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	4	1
1	2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	2	4
2.3m	1/4"	Tubería sin costura , pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	3	0,75
4	1/4"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	8	2
1	1/4"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	3	0,75
2	1/4"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	4	1
			Subtotal	63,25

Fuente: Autores

TABLA 87
PULGADAS DIAMETRALES LÍNEA 7,
LÍNEA DE RECOLECCIÓN DE CONDENSADOS DE 5 LÍNEAS

CAN	DN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE PEGAS	CANTIDAD DE PULGADAS DIAMETRALES
48.8m	1"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, sch 40	9	9
8	1"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	16	16
2	1"	Brida ciega, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	4	4
1	1"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	3	3
2	1"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	4	4
			Subtotal	36

Fuente: Autores

TABLA 88
PULGADAS DIAMETRALES LÍNEA 8, LÍNEA DE SALIDA DE
CONDENSADOS DEL CALENTADOR

CAN	DN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE PEGAS	CANTIDAD DE PULGADAS DIAMETRALES
29.5m	1/2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	6	3
6	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	12	6
1	1/2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	2	1
11.4m	1/2"	Tubería, sin costura pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, cedula 40	3	1,5
3	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	6	3
1	1/2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	3	1,5

2	1/2"	Brida SO , 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	4	2
0.6m	1/2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, sch 40	2	1
1	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	2	1
1	1/2"	Tee, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	3	1,5
1	1/2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	2	1
5.3m	1/2"	Tubería, sin costura, pe, ASME b36.10, ASTM A106 gr b smls, sch 40	3	1,5
3	1/2"	Codo 90, 3000 lb, sw, ASME b16.11, ASTM A105	6	3
1	1/2"	Brida SO, 150 lb, rf, ASME b16.5, ASTM A234 gr wpb	2	1
			Subtotal	28

Fuente: Autores

El número total de pulgadas diametrales asciende a 797,25, por lo que el costo Mano de Obra se calcula como $797,25 * \$13$, dando un valor de **US\$ 10364,25 (dólares americanos)**

Para el cálculo del costo del aislamiento de la red de distribución de vapor para la nueva línea se utiliza el mismo procedimiento antes efectuado. En las Tablas 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95 y 96 se presentan el costo de aislamiento incluido el material.

TABLA 89

COSTO DE ASILAMIENTO LÍNEA 1, CALDERO-DISTRIBUIDOR

Descripción	ml	Codo	Tee	Reducción	Bridas	Válvulas	Total ML- eq	US\$/m l-eq	US\$ TOTAL
Tubería de 6"	15	3	0	0	4	4	26	52,04	1353,04
								Total	1353,04

Fuente: Autores

TABLA 90

COSTO DE ASILAMIENTO LÍNEA 2, LÍNEA DE ÁREA DE CALDERO A
DISTRIBUIDOR 5

Descripción	ml	Codo	Tee	Reducción	Bridas	Válvulas	Total ML- eq	US\$/ml-eq	US\$ TOTAL
Tubería de 5"	30,1	9	0,70	0	6	4	49,8	49,14	2447,17
Tubería de 1/2"	2,3	5	1,4	0	4	8	20,7	15,50	320,85
								Total	2768,02

Fuente: Autores

TABLA 91

COSTO DE ASILAMIENTO LÍNEA 3, LÍNEA DE
DISTRIBUIDOR 5 AL DISTRIBUIDOR 6

Descripción	ml	Codo	Tee	Reducción	Bridas	Válvulas	Total ml- eq	US\$/ml-eq	US\$ TOTAL
Tubería de 5"	25,6	9	0,7	0	8	4	47,3	49,14	2324,32
Tubería de 1/2"	1,9	5	1,4	0	4	8	20,3	15,50	314,65
								Total	2638,97

Fuente: Autores

TABLA 92

COSTO DE ASILAMIENTO LÍNEA 4, LÍNEA HACIA EL MANIFOLD

Descripción	ml	Codo	Tee	Reducción	Bridas	Válvulas	Total ml- eq	US\$/ ml-eq	US\$ TOTAL
Tubería de 1/4"	9,9	7	1,4	0	2	6	26,3	12	315,6
Tubería de 2"	5,2	5	0,7	0	7	2	19,9	38,66	769,33
								Total	1084,93

Fuente: Autores

TABLA 93

COSTO DE ASILAMIENTO LÍNEA 5, LÍNEA HACIA CALENTADORES

Descripción	ml	Codo	Tee	Reducción	Bridas	Válvulas	Total ml- eq	US\$/ ml-eq	US\$ TOTAL
Tubería de 1/2"	8,8	5	1,4	0	5	6	26,2	15,50	406,1
Tubería de 3"	3,3	2	0,7	0	4	2	12	42,36	508,32
								Total	914,42

Fuente: Autores

TABLA 94

COSTO DE ASILAMIENTO LÍNEA 6, LÍNEA HACIA LIMPIEZA

Descripción	ml	Codo	Tee	Reducción	Bridas	Válvulas	Total ml- eq	US\$/ ml-eq	US\$ TOTAL
Tubería de 1/4"	3,7	5	1,4	0	4	8	22,1	12	265,2
Tubería de 2"	8,4	4	0,7	0	6	2	20,6	38,66	796,396
								Total	1061,59

Fuente: Autores

TABLA 95
COSTO DE ASILAMIENTO LÍNEA 7,
LÍNEA DE RECOLECCIÓN DE CONDENSADOS DE 5 LÍNEAS

Descripción	ml	Codo	Tee	Reducción	Bridas	Válvulas	Total ml- eq	US\$/ ml-eq	US\$ TOTAL
Tubería de 1"	48,8	8	0,7	0	4	0	61,5	28,15	1731,22
Total									1731,22

Fuente: Autores

TABLA 96
COSTO DE ASILAMIENTO LÍNEA 8,
LÍNEA DE SALIDA DE CONDENSADOS DEL CALENTADOR

Descripción	ml	Codo	Tee	Reducción	Bridas	Válvulas	Total ml- eq	US\$/ ml-eq	US\$ TOTAL
Tubería de 1/2"	46,8	13	1,4	0	5	8	74,2	15,50	1150,1
Total									1150,1

Fuente: Autores

La tabla 97 se muestra el costo total de la nueva línea de vapor.

TABLA 97
COSTO DE LA NUEVA LÍNEA DE VAPOR

Descripción	US\$
Costo de Material	11783,13
Costo Mano de Obra	10364,25
Costo de aislamiento+ material	12702,29
Costo total de nueva línea de vapor	34849,67

Los rubros, costos de material US\$ 11783,13 y costo de aislamiento+material US\$ 12702,29, pueden variar y dependen del costo de los accesorios en el mercado, el costo de mano de obra depende de la cantidad de pulgadas diametrales que se realizan, y su valor es US\$ 10364,25, con lo que el costo total de la nueva línea de vapor da un valor de US\$ 34849,67.

5.4. Ahorro Económico y Tiempo de Retorno de la Inversión

El costo total del redimensionamiento de la línea en la planta soluble es de **US\$ 13754,40**, sumado al costo del arreglo del aislamiento y fugas en las 3 plantas cuyo valor es **US\$ 6515,79**, esto da un total de **US\$ 20270,19**.

Las pérdidas por el sobredimensionamiento de la ***línea principal de evaporadores tubulares y placas***, hecha en la sección 5.1.1 es de 439,64 lb/h de vapor y las perdidas por aislamiento en mal estado y fugas hechas en la sección 2.3, es de 415,495 lb/h, de vapor. La suma de estos dos flujos da 855,135 lb/h. Las pérdidas anuales de vapor se calculan de la siguiente manera:

$$855,135 \text{ lb/h} \times 24 \text{ horas} \times 30 \text{ días} \times 12 \text{ meses} = 7388366,4 \text{ lb/h}$$

El valor de 7388366,4 lb/h de vapor es la cantidad que la empresa pierde por fugas y aislamiento en mal estado y corresponde al 1,066% de producción anual de vapor que tiene la planta.

A continuación se va a determinar el costo de producir 1 lb/h de vapor, tomando como referencia la caldera de 500 BHP que se encuentra actualmente en la fábrica, esta produce 14317,5 lb/h y consume 160 gph de bunker. El costo del galón de bunker es de US\$0,70, por lo que producir 14317,5 lb/h, tiene un costo de US\$ 112, es decir producir 1 lb/h de vapor cuesta US\$ 0,0078225. Este valor al multiplicarlo por 7388366,4 lb/h de vapor da un costo total anual de US\$ 57795,5 que la empresa perdería. Esta cifra al dividirlo por los 12 meses da un costo mensual por pérdidas de US\$ 4816,29.

El costo total por la modificación de la línea principal de evaporadores tubulares y placas y reparación de aislamiento y fugas es de US\$ 20120,69, el costo mensual por pérdidas en vapor es de US\$ 4816,29, por lo tanto si se realizan los arreglos necesarios, el retorno de la inversión será en 4 meses y la empresa tendrá un ahorro de US\$ 38530,34 el primer año.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En la presente tesis se puede concluir lo siguiente:

1. Del análisis de la red actual de vapor instalada en la fábrica de elaborados de café, se logró verificar que el consumo continuo de vapor es del 85,7% de la producción total de vapor de las 6 calderas instaladas, y por la adición de la nueva línea de extracción va a ver un incremento de vapor del 19,6%, lo que amerita la adición de una nueva caldera, que pueda cubrir la nueva demanda.
2. Del análisis de pérdidas de vapor, por aislamiento en mal estado, fugas de vapor y línea sobredimensionada, se obtuvo que el costo anual de todas estas pérdidas corresponden al 1,066% y el costo de

las reparaciones y redimensionamiento de la nueva línea equivalen al 0,37 %, del costo total de la producción anual de vapor, y el tiempo en que se recobraría la inversión será de 4 meses.

RECOMENDACIONES

1. El aislamiento dañado o aislamiento con humedad debe repararse o reemplazarse de inmediato y así evitar pérdidas de energía, también se debe eliminar cualquier foco que cause la humedad en la aislación para que no se vuelva a repetir el daño. Causas típicas de humedad en la aislación se deben a goteo de válvulas y llaves, cañerías con pérdidas o equipos con pérdidas en las cercanías de las cañerías y cuyas fugas las afecten. El estudio de costo, se reflejó que es factible económicamente el arreglo del aislamiento.
2. La revisión de todas las trampas de vapor para verificar su buen funcionamiento, esto se lo debería hacer por lo menos cada 6 meses.
3. Adquirir la caldera de 650 BHP en vez de una de 500 BHP, para poder tener una reserva de flujo de vapor adicional y así realizar mantenimientos urgentes de calderas, sin la necesidad de esperar algún paro de planta.

4. Construcción de un acumulador de vapor para evitar caídas excesivas de presión en las calderas en horas pico. En el apéndice H se muestra un esquema del acumulador. Este debería colocarse a la salida del distribuidor 2 que alimenta de vapor a la planta soluble en donde hay mayor caída de presión.

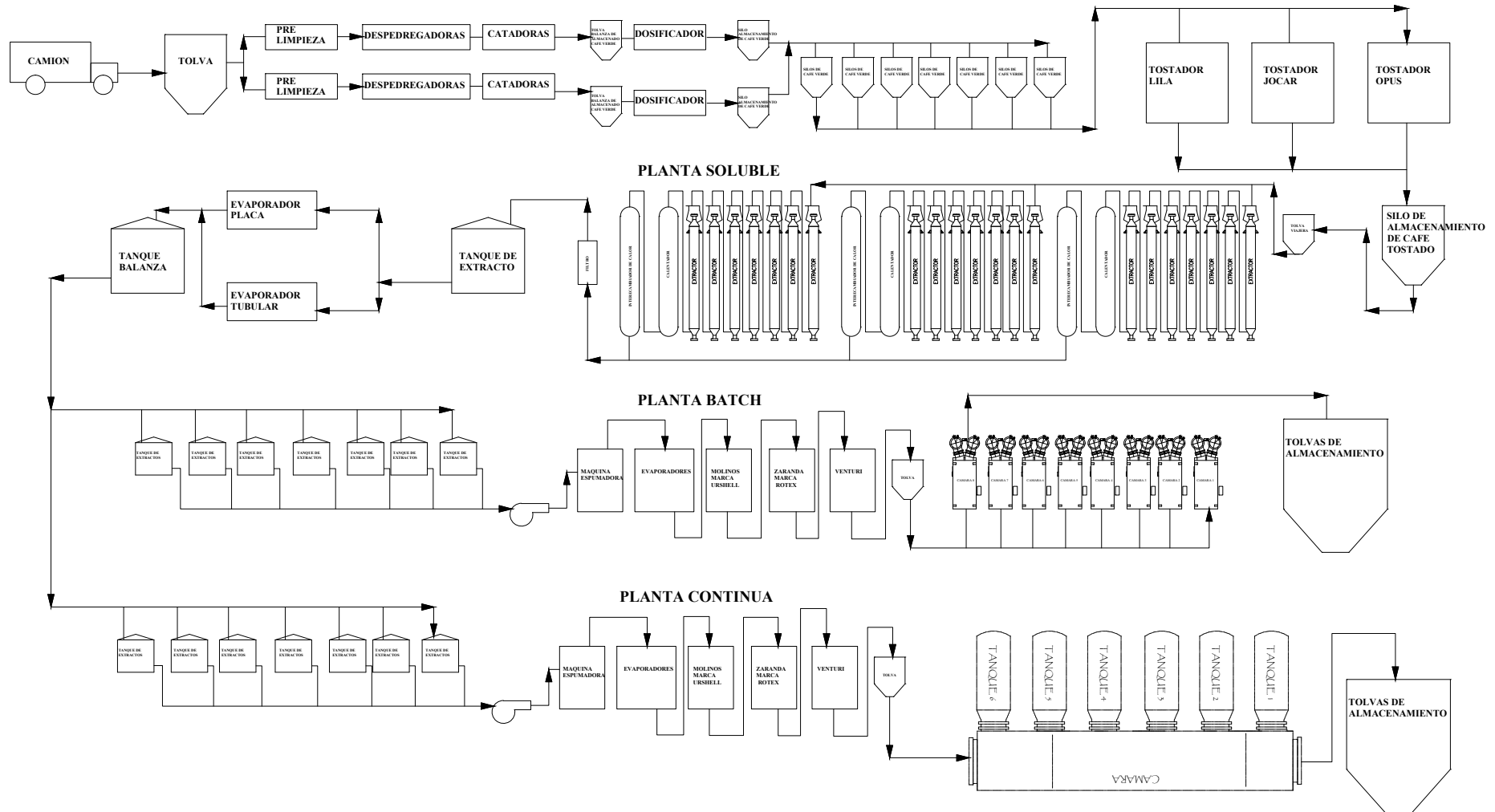
5. Unir las dos purgas de los calderos a una sola línea y colocar una válvula de purga automática que cense los TDS (sólidos totales disueltos) en la calderas para que se abra y se cierre automáticamente. Actualmente los operadores abren y cierran manualmente según su criterio, pero en ocasiones el tiempo que dejan abierta la válvula es mayor al necesario, ocasionando caídas de presión en las calderas.

APÉNDICES

APÉNDICE A

PLANOS

DIAGRAMA DE PROCESOS



FIMCP-ESPOL

FECHA:	01/12/2013	NOMBRE:	J. Boyas
Dibujar:	01/12/2013	Revisor:	01/12/2013

PROYECTO
CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE

PLANO No
01

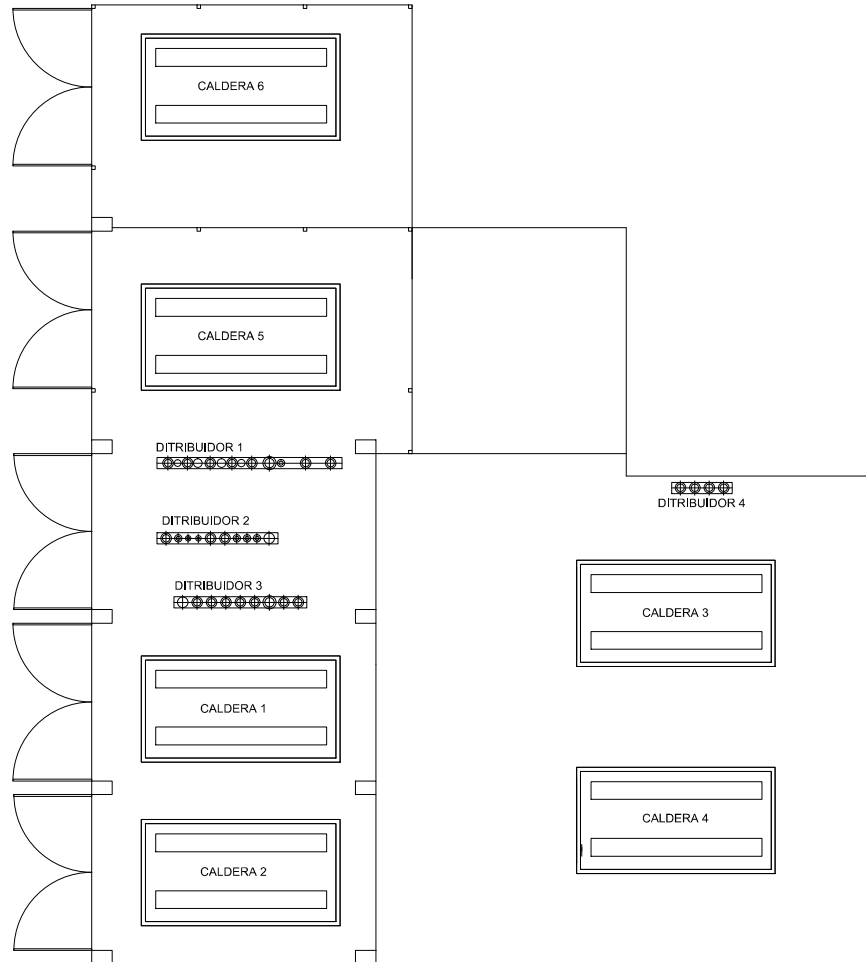
ESCALA :
1:1

CONTIENE:
DIAGRAMA DE PROCESOS

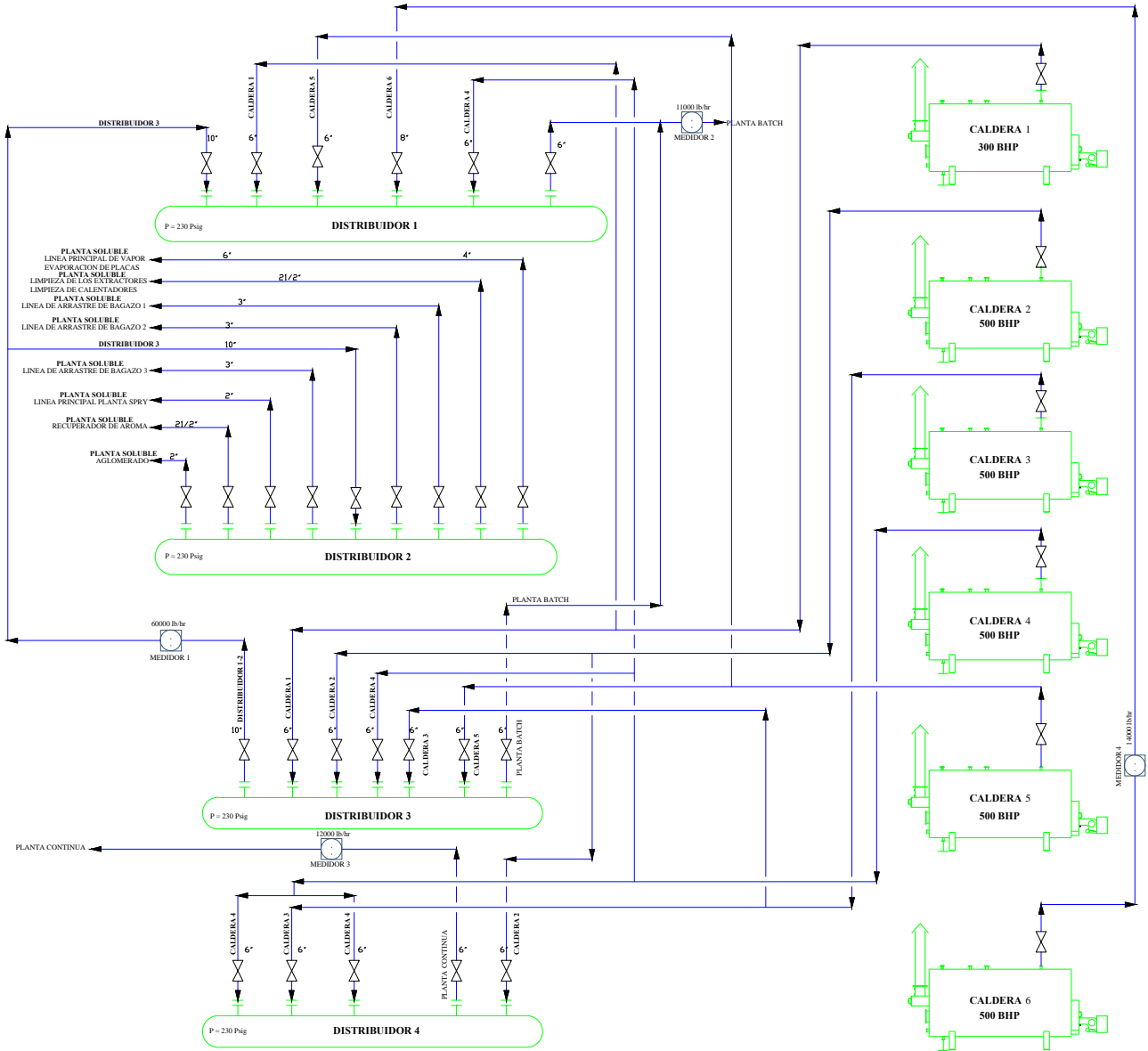


MATERIALES:

SALA DE CALDERAS



FIMCP-ESPOL		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
	ESCALA : 1:1	02	
	CONTIENE: AREA DE CALDEROS		
MATERIALES:			



FIMCP-ESPOL

PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE

ESCALA : SN



CONTIENE: PID AREA DE CALDEROS

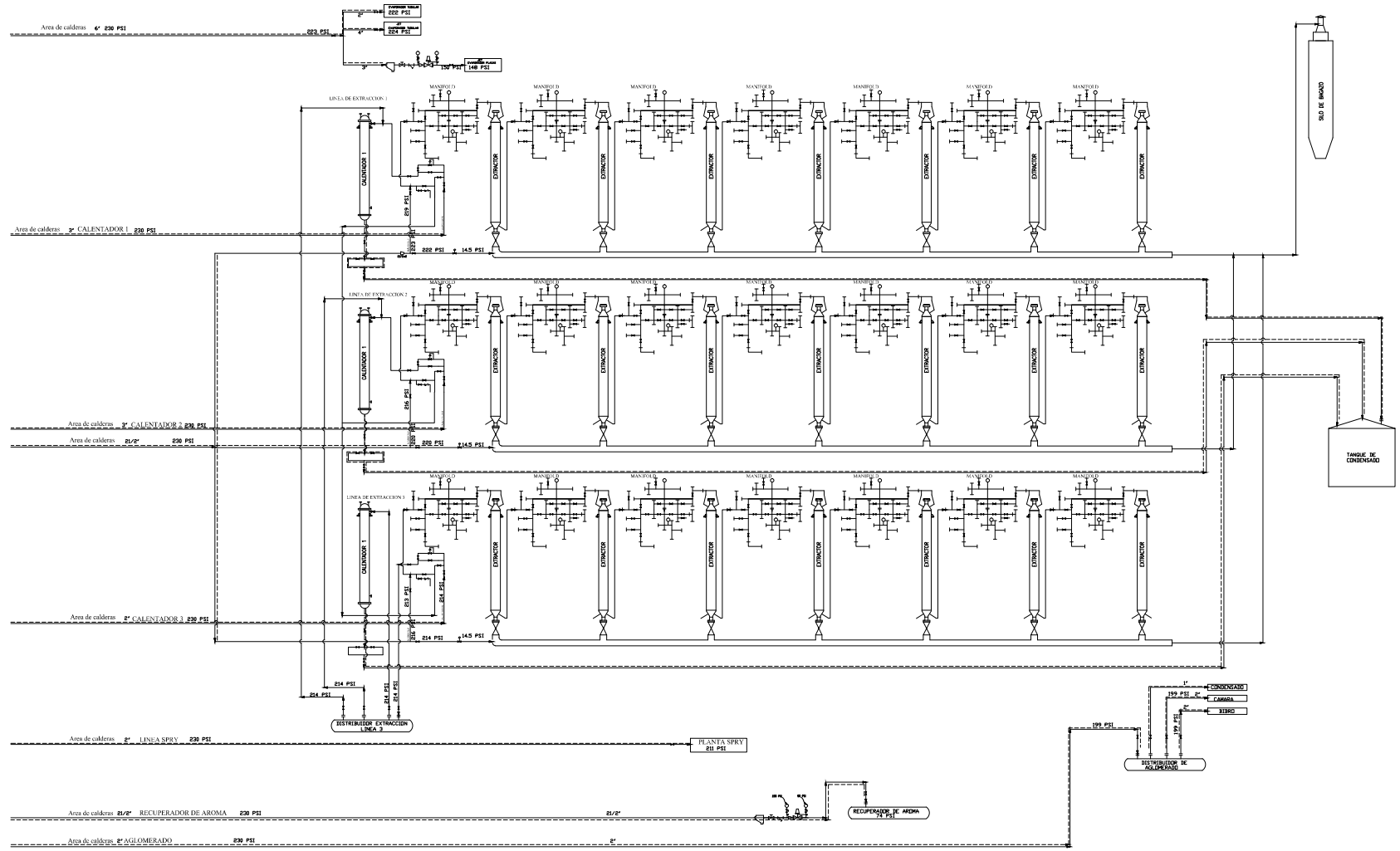
MATERIALES:

FECHA:	01/12/2013	NDMBRE:	J. Bayas
Dibujó:			
Revisó:	01/12/2013		

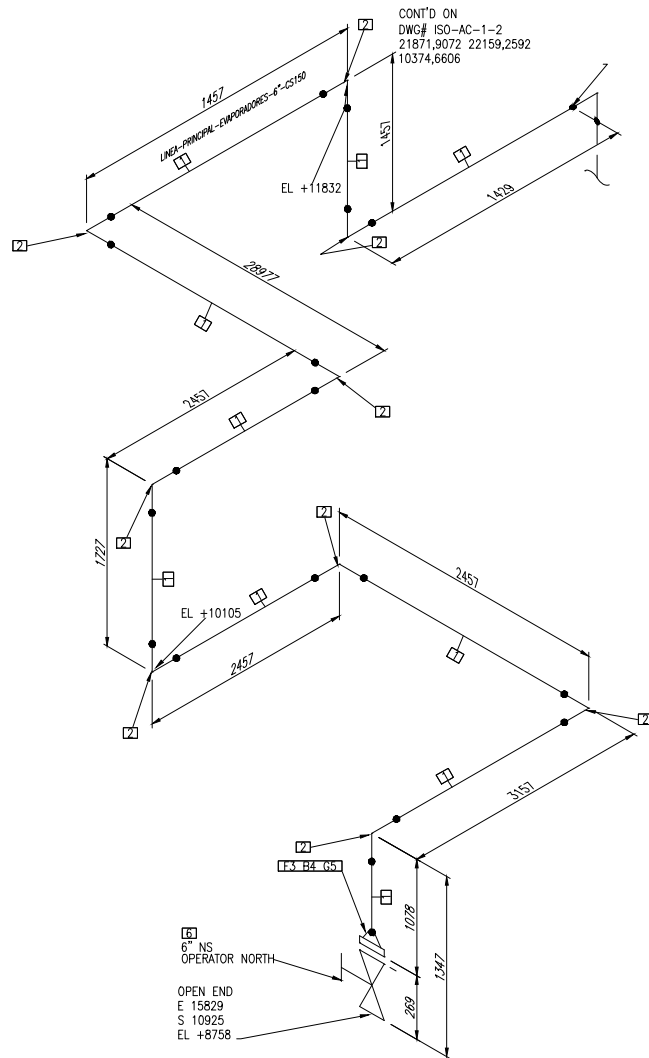
PLAND No : 3

ISO-1

PLANTA SOLUBLE
LINEA DE EXTRACCION 1, 2 y 3



<h1 style="text-align: center;">FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujó:	01/12/2013 J. Bayas
PROYECTO: CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Revisor:	01/12/2013
ESCALA: SN		PLANO No: 4	
CONTIENE: P&D DE VAPOR PLANTA SOLUBLE			
MATERIALES:			



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	42.45M	6"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	9	6"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	1	6"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	3/4"x102	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	1	6"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	6"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**



ESCALA :
1:1

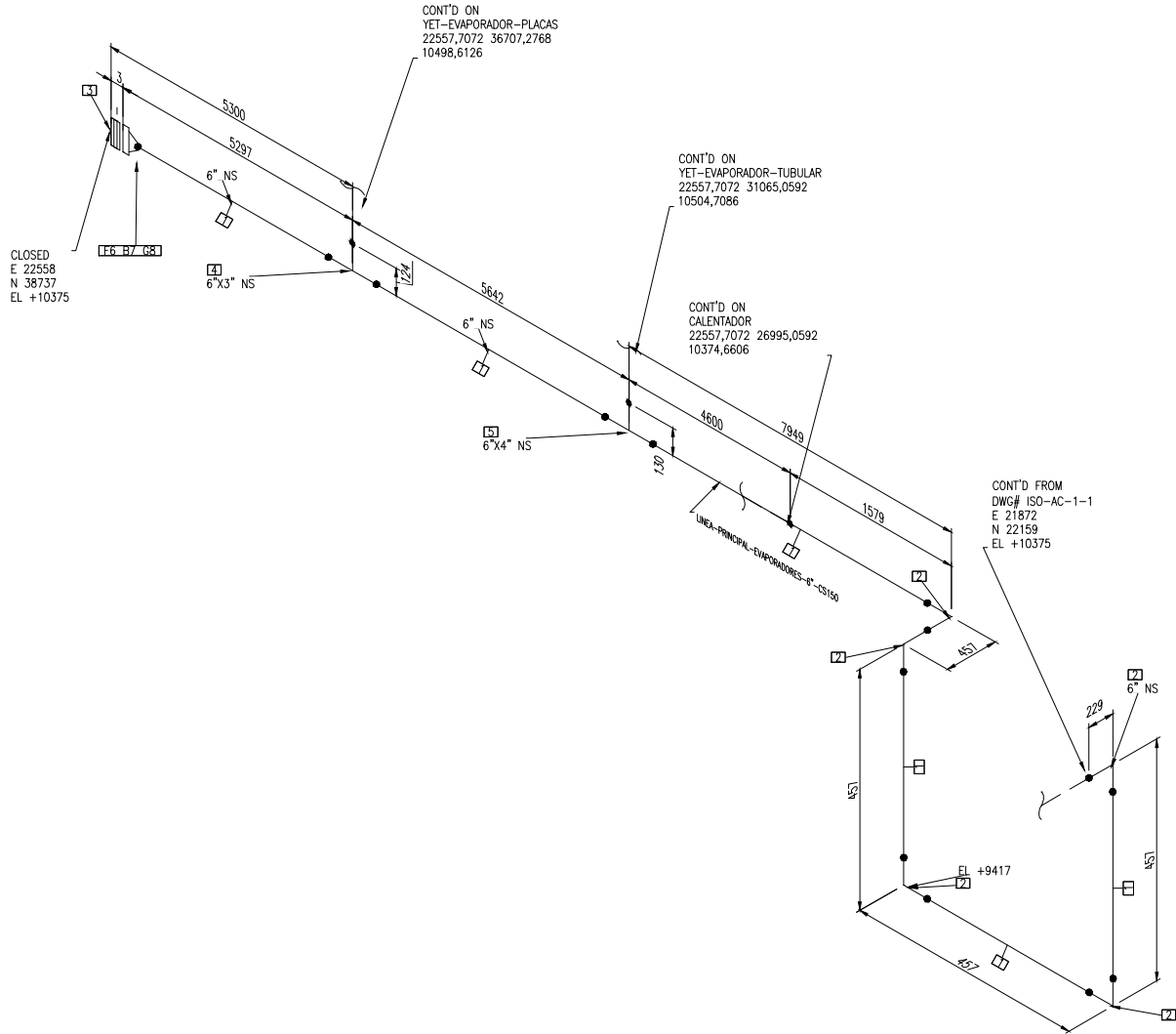
CONTIENE:
PLANTA SOLUBLE
Línea principal de evaporadores y placas

MATERIALES:

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

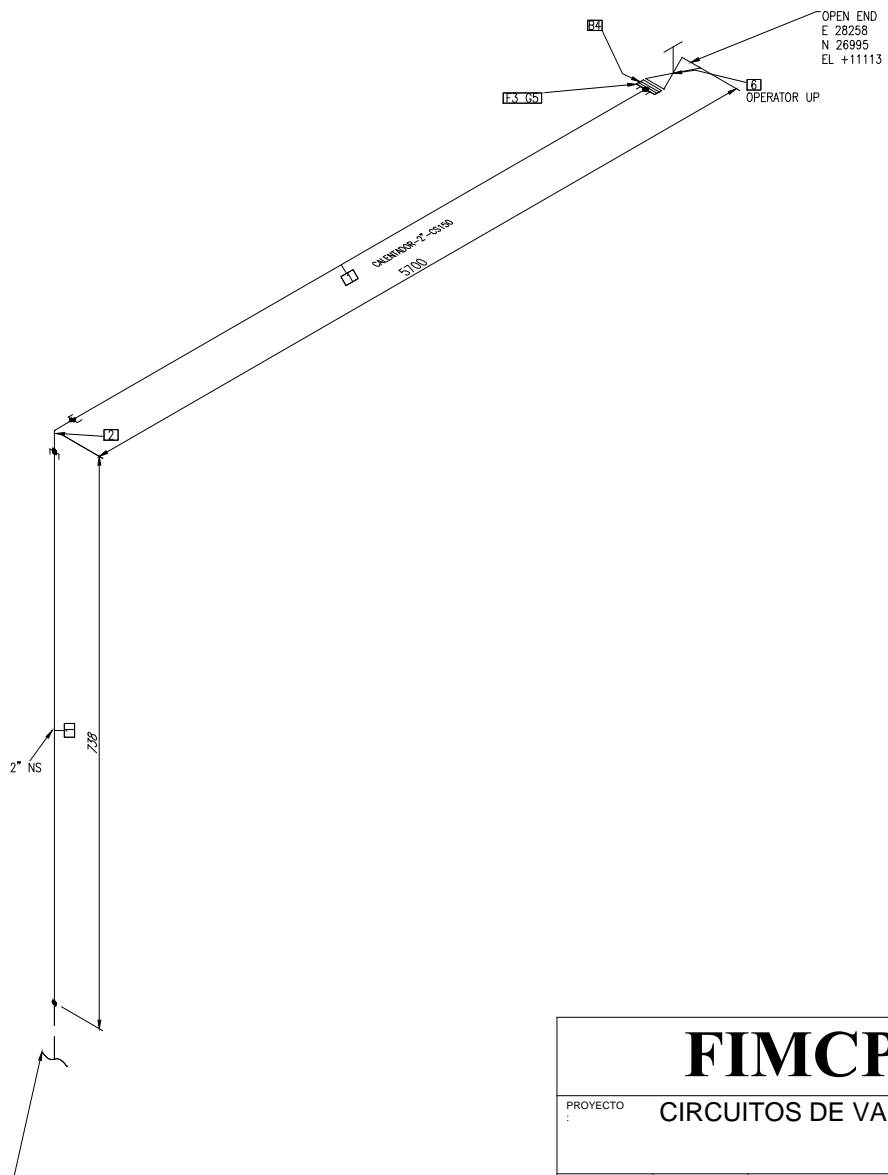
PLANO No :
5

ISO-AC-1-1



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	16.3M	6"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	6"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	1	6"	FLANGE BLIND, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	1	6"x3"	TEE (RED), BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
5	1	6"x4"	TEE (RED), BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
6	1	6"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
7	8	3/4"x102	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
8	1	6"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE

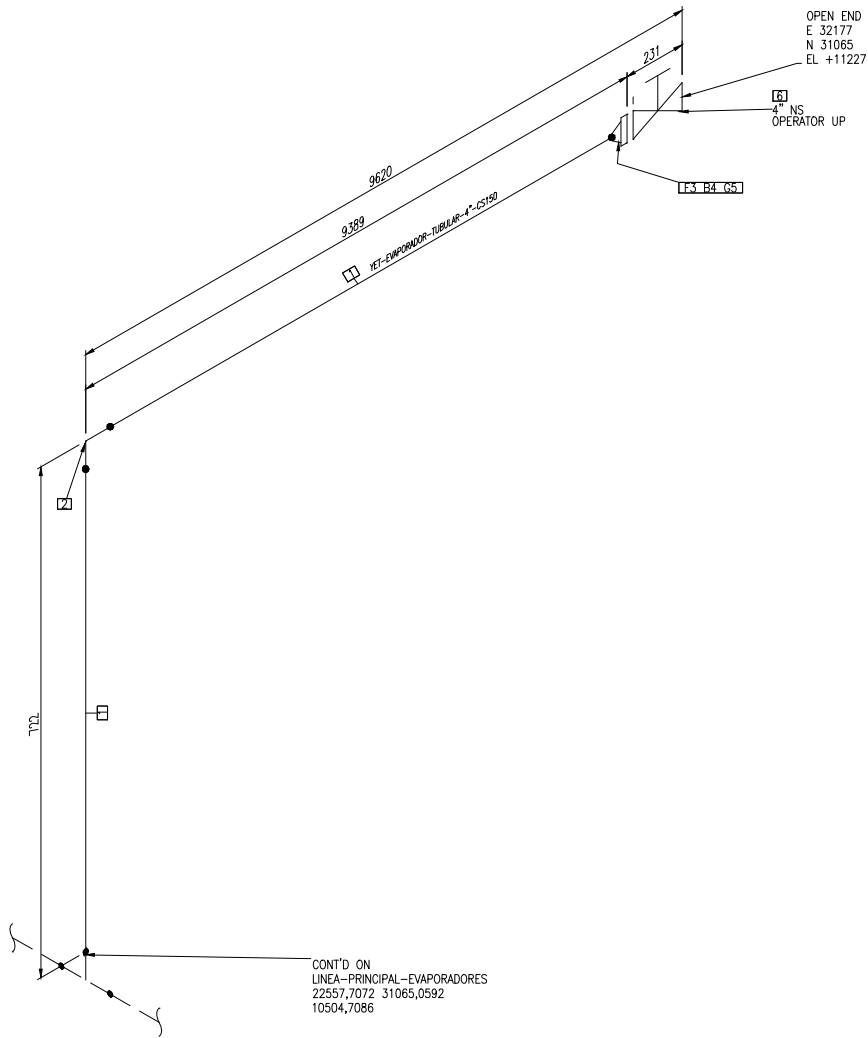
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : <h2 style="text-align: center;">CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</h2>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">6</h1>	
	ESCALA : <h2 style="text-align: center;">1:1</h2>	CONTIENE: <h3 style="text-align: center;">PLANTA SOLUBLE</h3> <h4 style="text-align: center;">Linea principal de evaporadores y placas</h4>	
		MATERIALES: 	
		<h2 style="font-size: 2em;">ISO-AC-1-2</h2>	



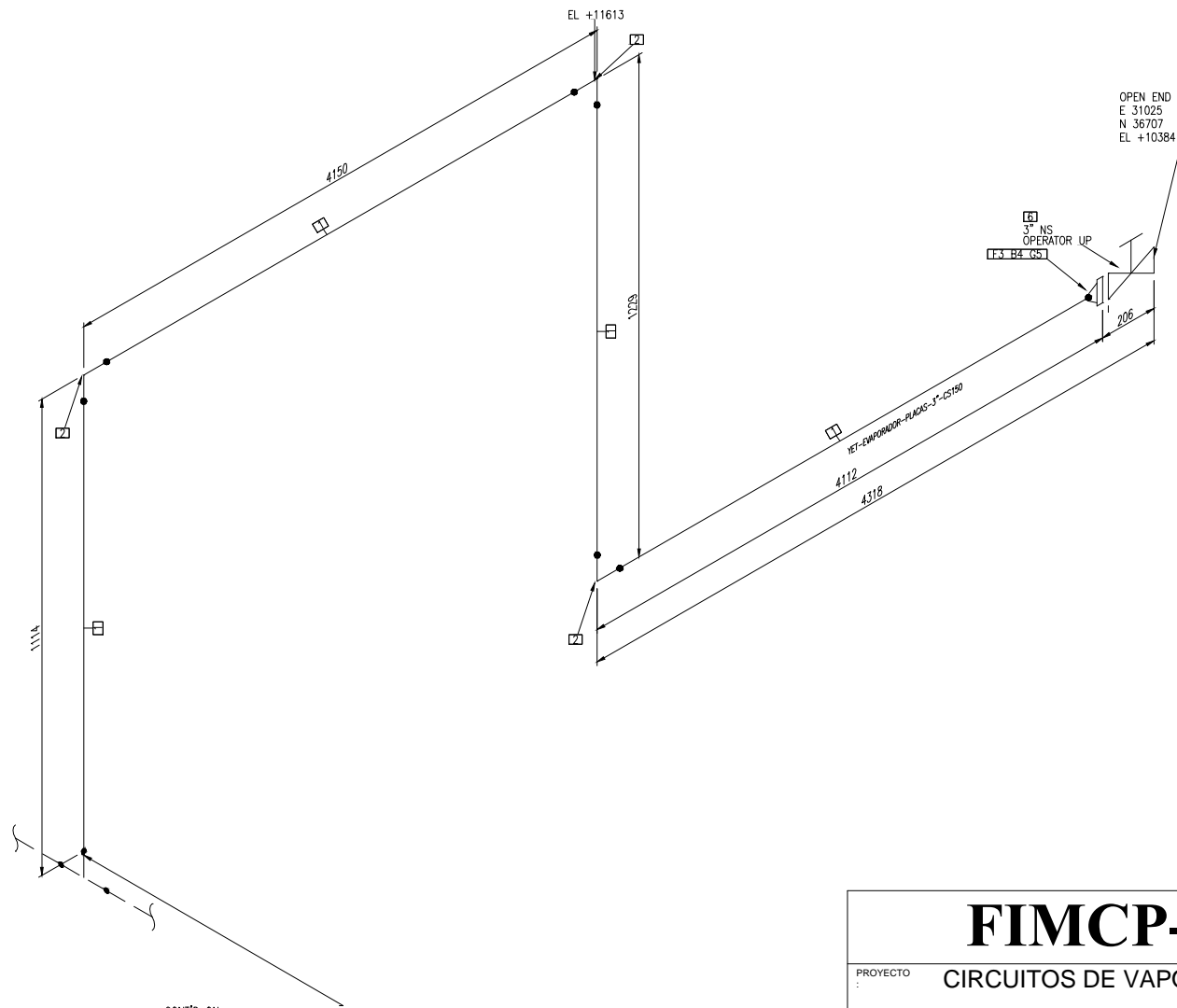
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6.1M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	4	5/8"x8.3	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	1	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

CONT'D ON
 LINEA-PRINCIPAL-EVAPORADORES
 22557,7072 26995,0592
 10374,6606

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1>7</h1>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA SOLUBLE CALENTADOR	
	1:1		
		ISO-AC-2	



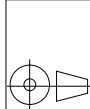
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
	ESCALA :	<h1>8</h1>	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA SOLUBLE JET EVAPORADOR TUBULAR		<h1>ISO-AC-3</h1>	
MATERIALES:			



CONT'D ON
 LINEA-PRINCIPAL-EVAPORADORES
 22557,7072 36707,2768
 10498,6126

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	10M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	3	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	1	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	4	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	1	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	3"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		<h1>9</h1>	
		ISO-AC-4	

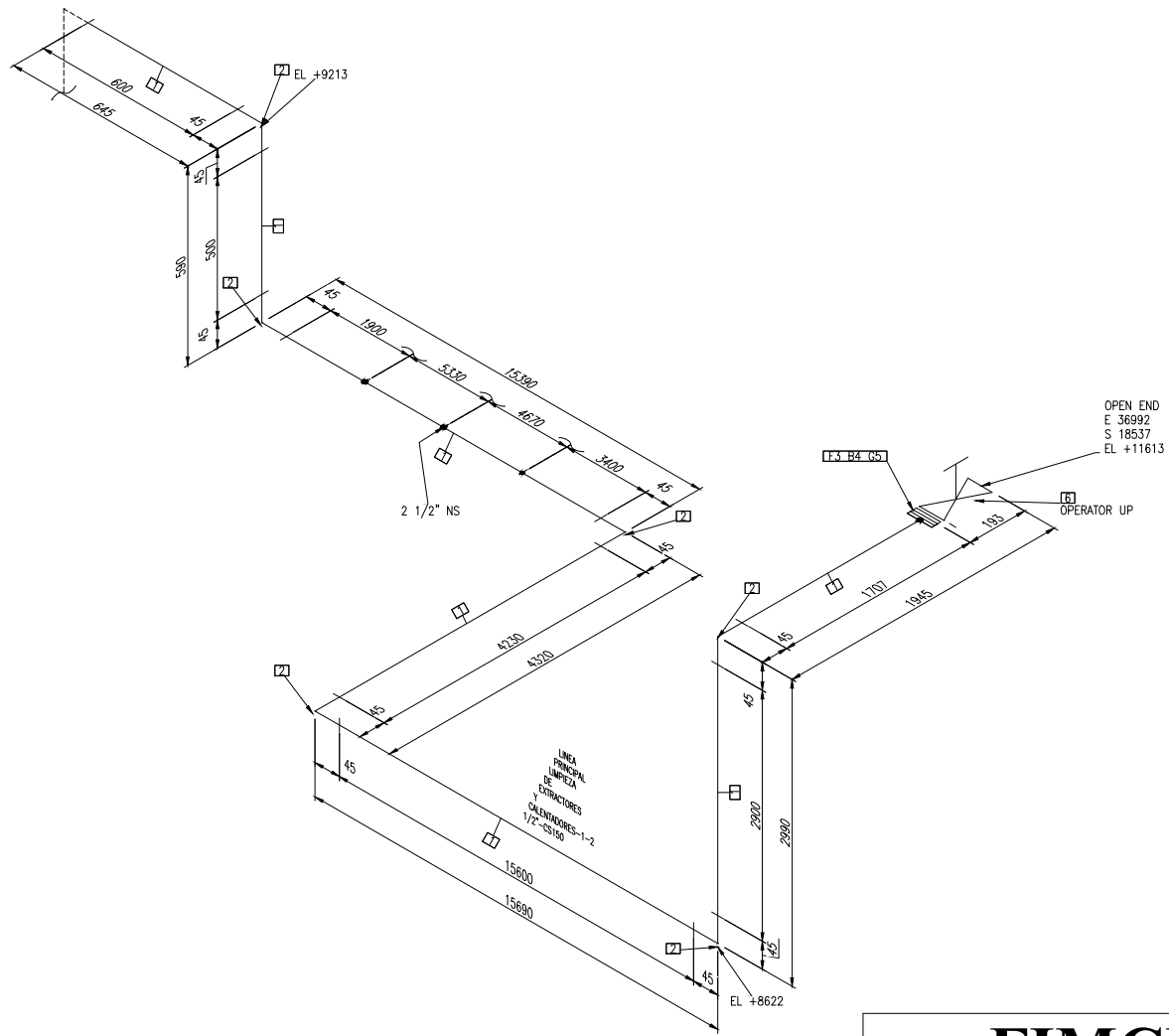


ESCALA :
1:1

CONTIENE:
**PLANTA SOLUBLE
JET EVAPORADOR PLACAS**

MATERIALES:

PLANO No :
9
ISO-AC-4



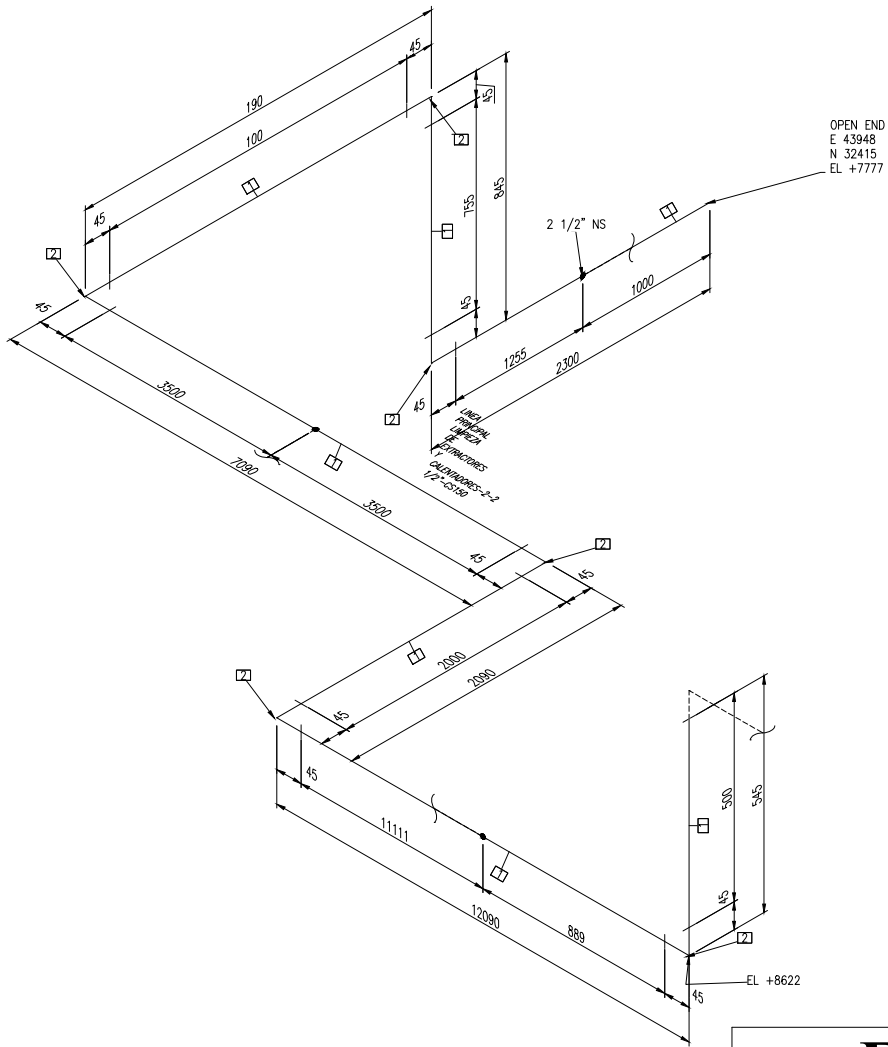
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	40.9M	2 1/2"	PIPE, SEAMLESS, 40, PE, ASTM A106
2	6	2 1/2"	ELBOW 90, 125 LB, FPT, ASME B16.4
3	1	2 1/2"	FLANGE SO, 150 LB, RF, ASME B16.5
4	4	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	1	2 1/2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2 1/2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
 ESCALA : 1:1		<h1>10</h1>	
		ISO-AC-5-1	

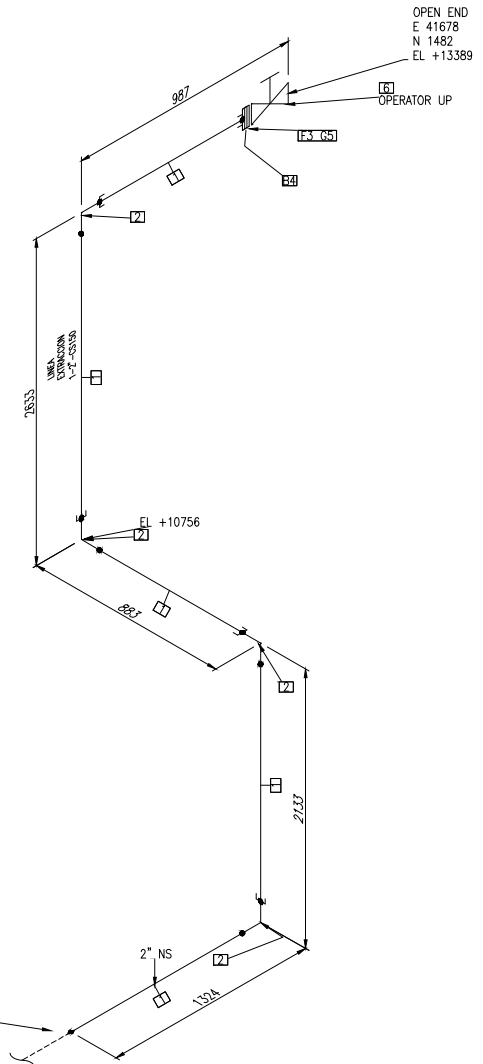
CONTIENE: **PLANTA SOLUBLE LINEA PRINCIPAL LIMPIEZA DE EXTRACCTORES Y CALENTADORES**

MATERIALES:

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	24.7M	2 1/2"	PIPE, SEAMLESS, 40, PE, ASTM A106
2	6	2 1/2"	ELBOW 90, 125 LB, FPT, ASME B16.4




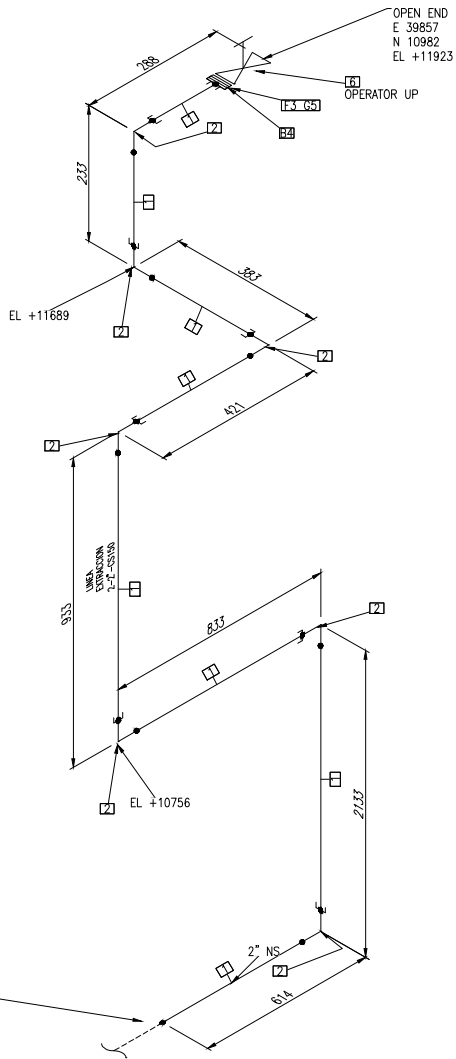
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	11
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA PRINCIPAL LIMPIEZA DE EXTRACCTORES Y CALENTADORES MATERIALES:	
	1:1		



CONT'D ON LINEA PRINCIPAL LIMPIEZA DE EXTRACTORES Y CALENTADORES E 35092 S 2846 EL +8622


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	7.3M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	2"	ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	4	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	1	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

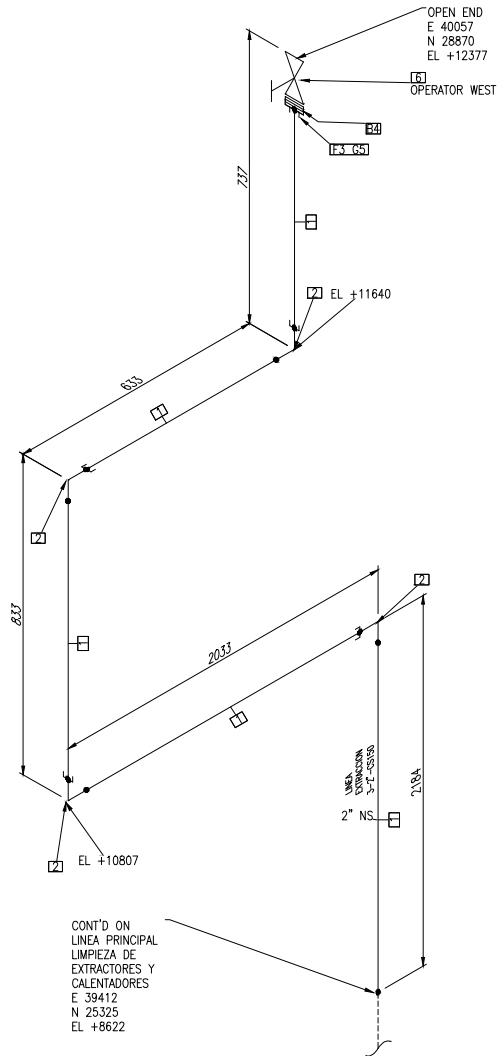
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
 ESCALA : 1:1		CONTIENE: <h2>PLANTA SOLUBLE LINEA EXTRACCION 1</h2>	
		MATERIALES: <h1>12</h1>	
		PLANO No : <h1>ISO-AC-6</h1>	



CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL
LIMPIEZA DE
EXTRACTORES Y
CALENTADORES
E 35092
S 2846
EL +8622

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	4.8M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	7	2"	ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	4	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	1	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PFGE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
<h2>PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</h2>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
 ESCALA : 1:1		<h1>13</h1>	
		ISO-AC-7	



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	5.7M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	2"	ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	4	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	1	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

FECHA:	01/12/2013	NOMBRE:	J. Bayas
Dibujo:	01/12/2013		
Reviso:	01/12/2013		

PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE

PLANO No :



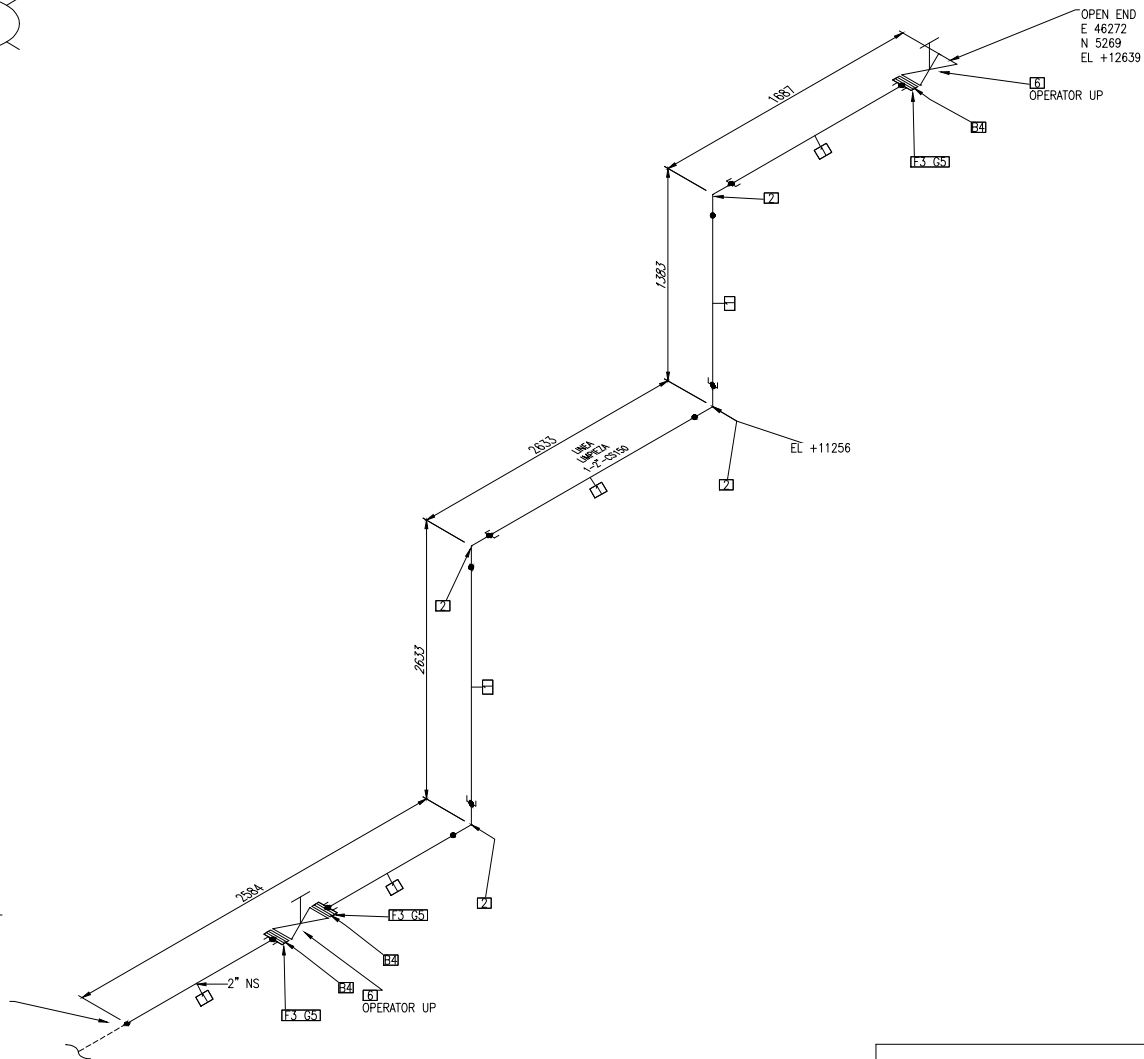
ESCALA :
1:1

CONTIENE:
PLANTA SOLUBLE
LINEA EXTRACCION 3

MATERIALES:

14

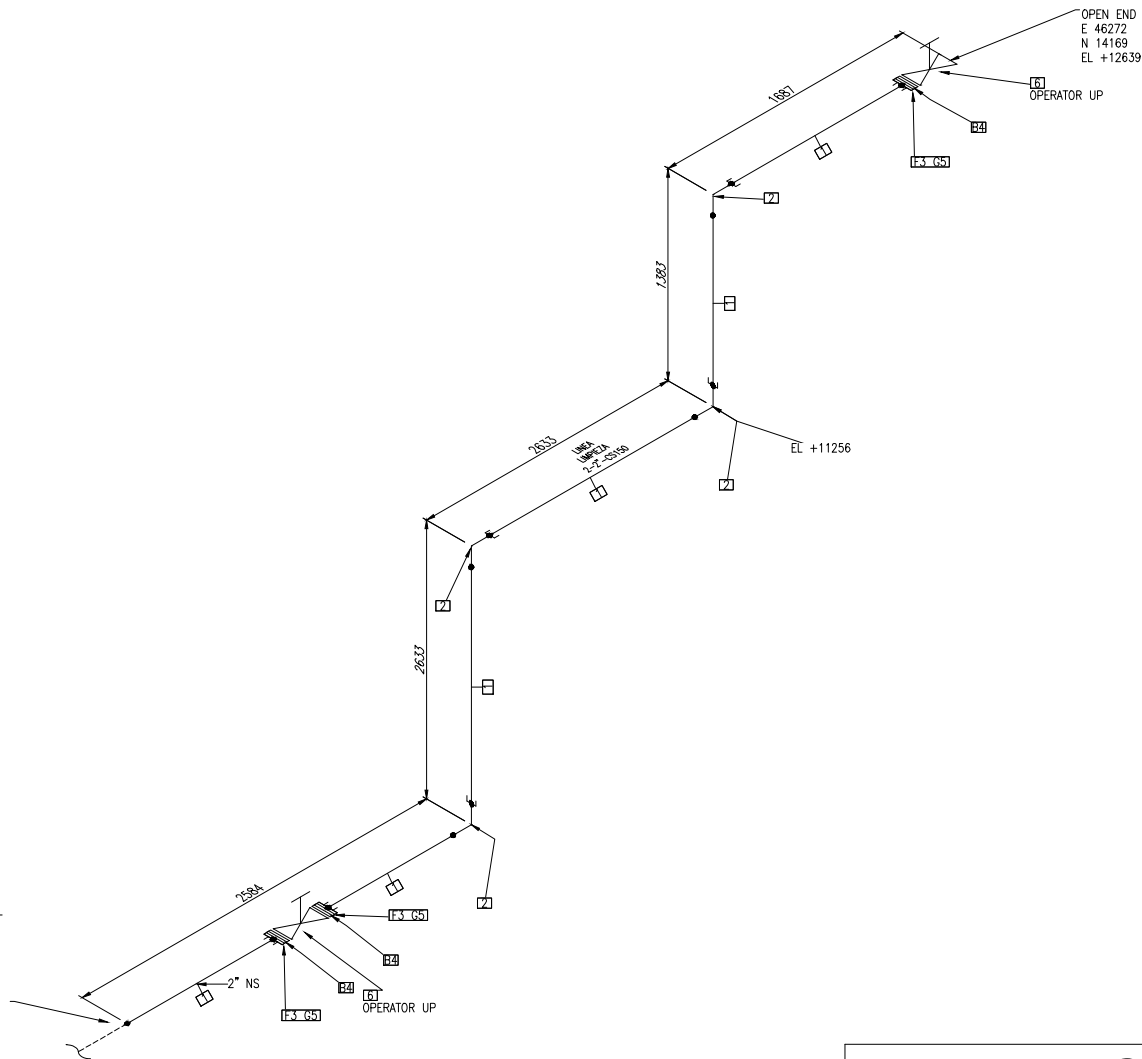
ISO-AC-8



CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL
LIMPIEZA DE
EXTRACTORES Y
CALENTADORES
E 35092
S 2846
EL +8622

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	10.1M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH. 40
2	4	2"	ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	3	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	12	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	3	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/P1FE
6	2	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">15</div>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA LIMPIEZA 1	
	1:1		
		ISO-AC-9	



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	10.1M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	2"	ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	3	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	12	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	3	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	2	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL
LIMPIEZA DE
EXTRACTORES Y
CALENTADORES
E 39367
N 13235
EL +9168

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">16</div>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA LIMPIEZA 2	
	1:1		
		ISO-AC-10	

OPEN END
E 42948
N 39320
EL +11794

2" NS
OPERATOR UP

E4

E3 (G5)

1887

1985

E2

2037

LINEA LIMPIEZA
1.5" x 1.5" x 1.5"

EL +10410

2053

CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL LIMPIEZA
DE EXTRACTORES Y
CALENTADORES
42947,8234 32415,4997
7777,0646

OPERATOR UP

E2

E3 (G5)

E2

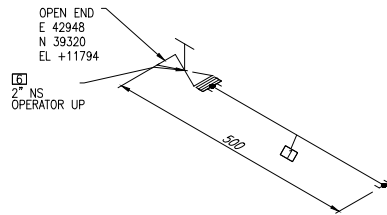
E3 (G5)

2294

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	10.1M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	2"	ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	3	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	12	5/8"x8.3	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	3	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	2	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
ESCALA :  1:1		PLANO No : <h1>17</h1>	
		CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA LIMPIEZA 3	
MATERIALES:		ISO-AC-11-A	

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	0,5M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40



<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		<h1>18</h1>	
		ISO-AC-11-B	

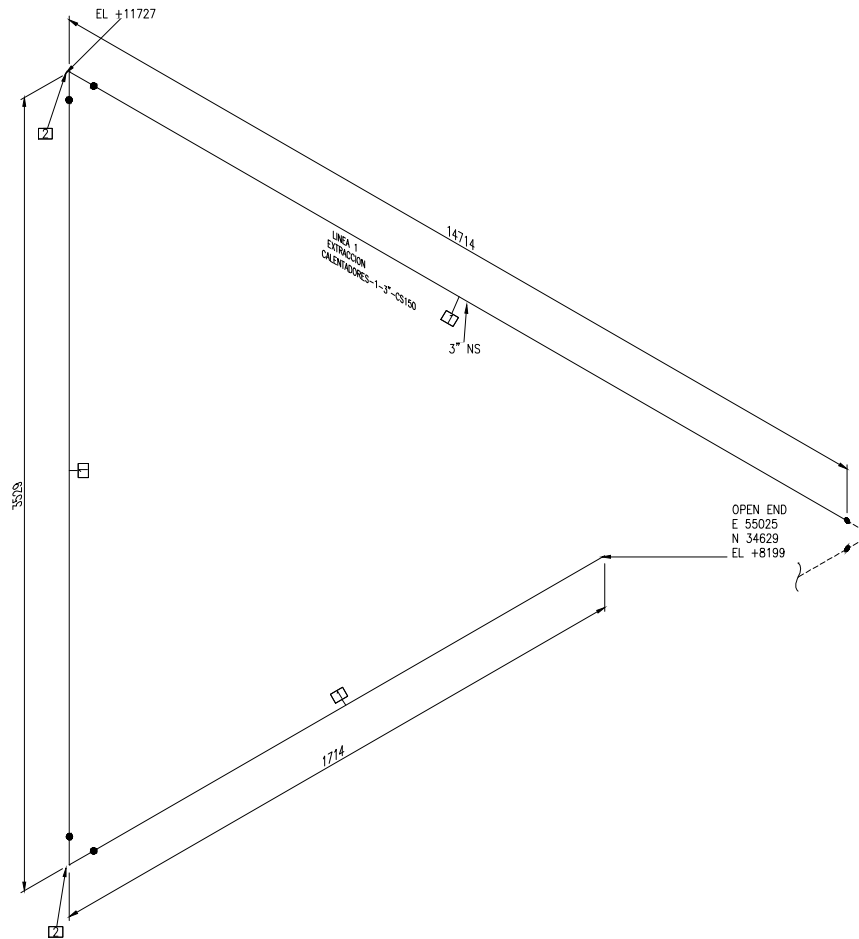
ESCALA : 1:1

CONTIENE:
PLANTA SOLUBLE
LINEA LIMPIEZA 3

MATERIALES:

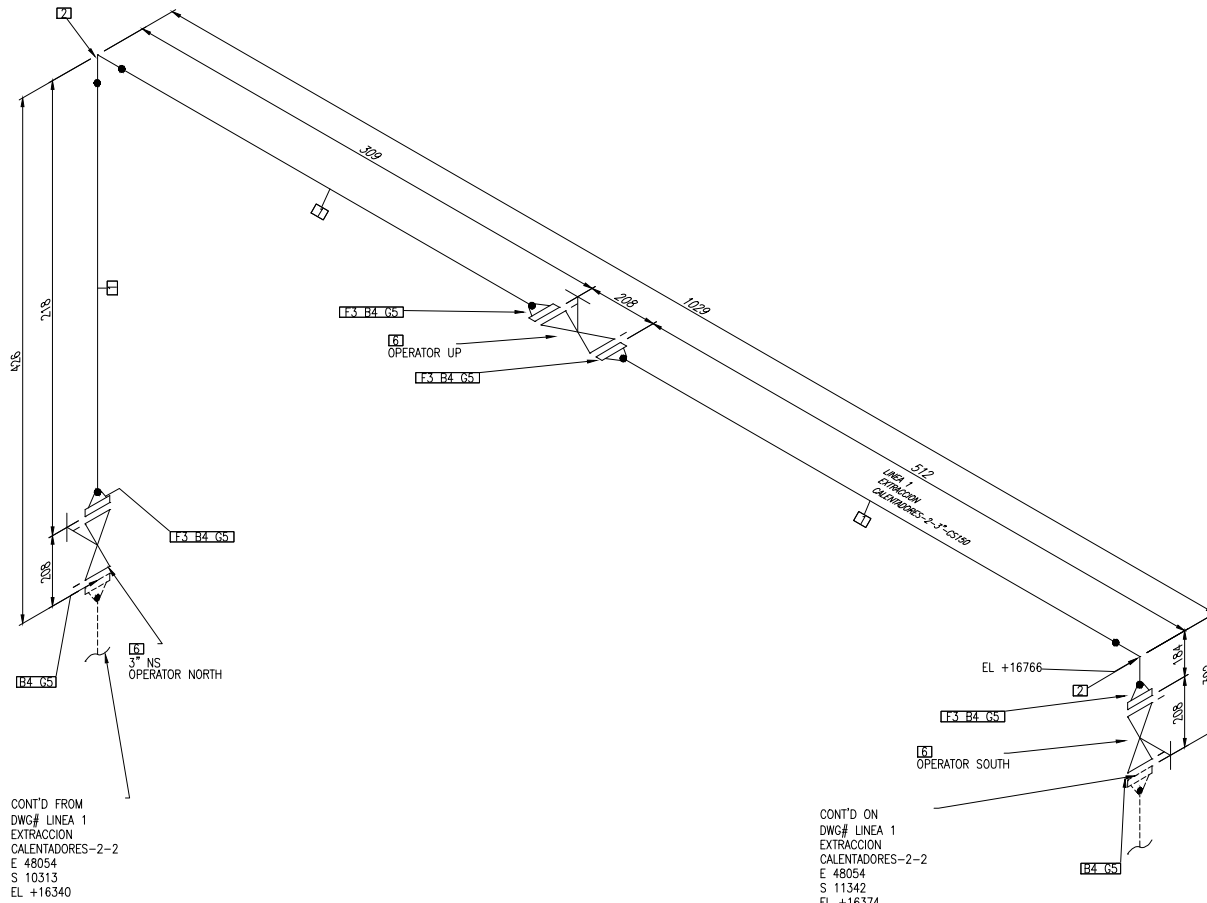
PLANO No :

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	19.5M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40



<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
		19	
ESCALA :	CONTIENE:	ISO-AC-12-2-1	
1:1	PLANTA SOLUBLE LINEA 1 DE EXTRACCION Y CALENTADORES		
MATERIALES:			

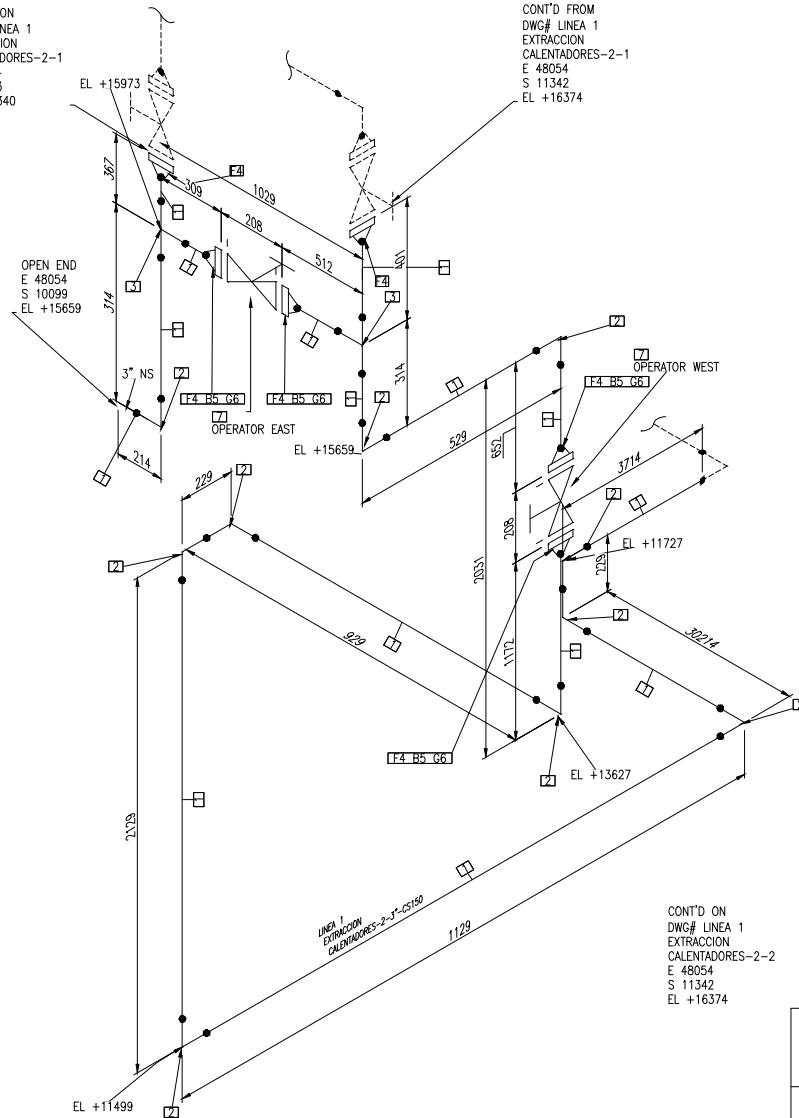
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	0.5M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	4	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	24	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	6	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	3	3"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL



<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	<h1>20</h1>	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA 1 DE EXTRACCION Y CALENTADORES		<h1>ISO-AC-12-2-2</h1>	
MATERIALES:			



CONT'D ON
DWG# LINEA 1
EXTRACCION
CALENTADORES-2-1
E 48054
S 10313
EL +16340



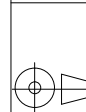
CONT'D FROM
DWG# LINEA 1
EXTRACCION
CALENTADORES-2-1
E 48054
S 11342
EL +16374

CONT'D ON
DWG# LINEA 1
EXTRACCION
CALENTADORES-2-2
E 48054
S 11342
EL +16374

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	40.2M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	10	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	3"	TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
4	6	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
6	4	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
7	2	3"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE



ESCALA :
1:1

CONTIENE:
**PLANTA SOLUBLE
LINEA 1 DE EXTRACCION
Y CALENTADORES**

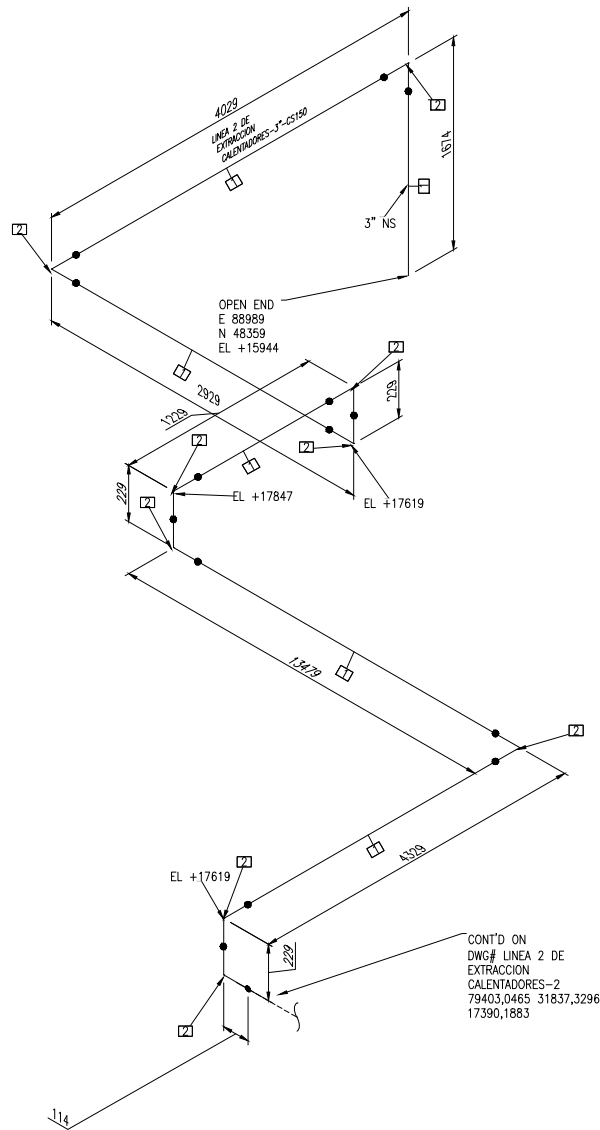
MATERIALES:

FECHA: 01/12/2013
NOMBRE: J. Bayas

Reviso: 01/12/2013

PLANO No :
21

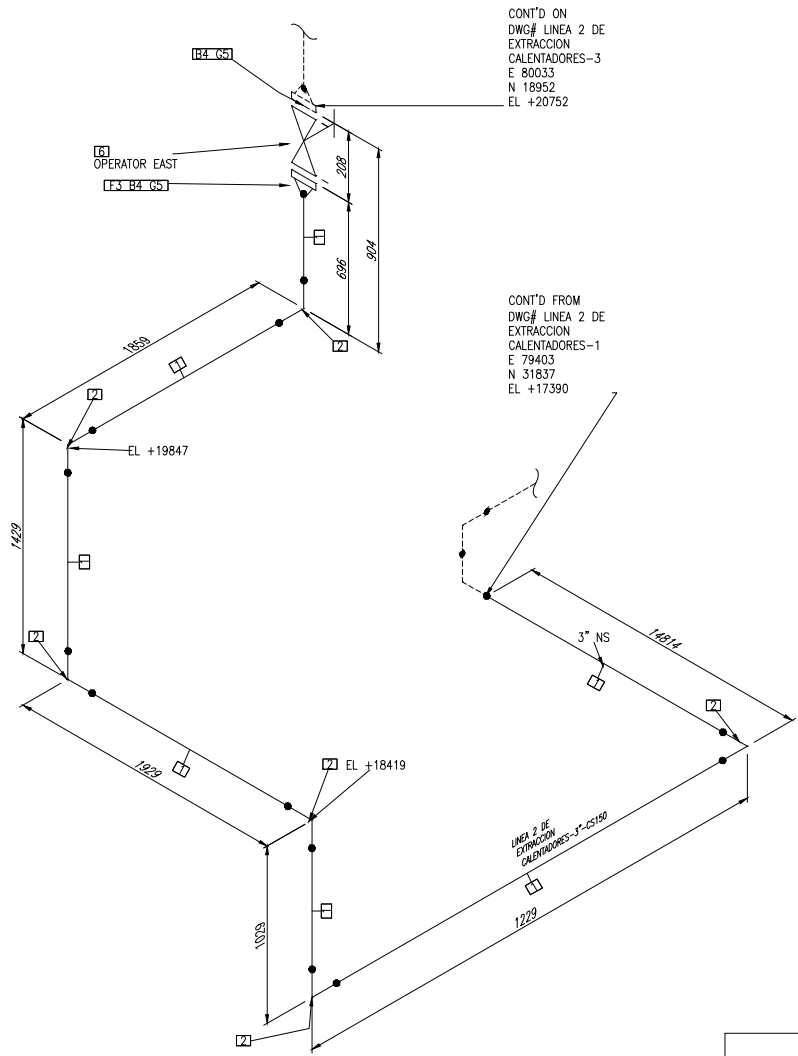
ISO-AC-12-2-3



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	26.5M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	9	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40

<h1 style="text-align: center;">FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
		Reviso:	01/12/2013
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		PLANO No :	
	ESCALA :	22	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA 2 DE EXTRACCION Y CALENTADORES		ISO-AC-13-1	
MATERIALES:			

CONT'D ON
 DWG# LINEA 2 DE
 EXTRACCION
 CALENTADORES-2
 79403,0465 31837,3296
 17390,1883

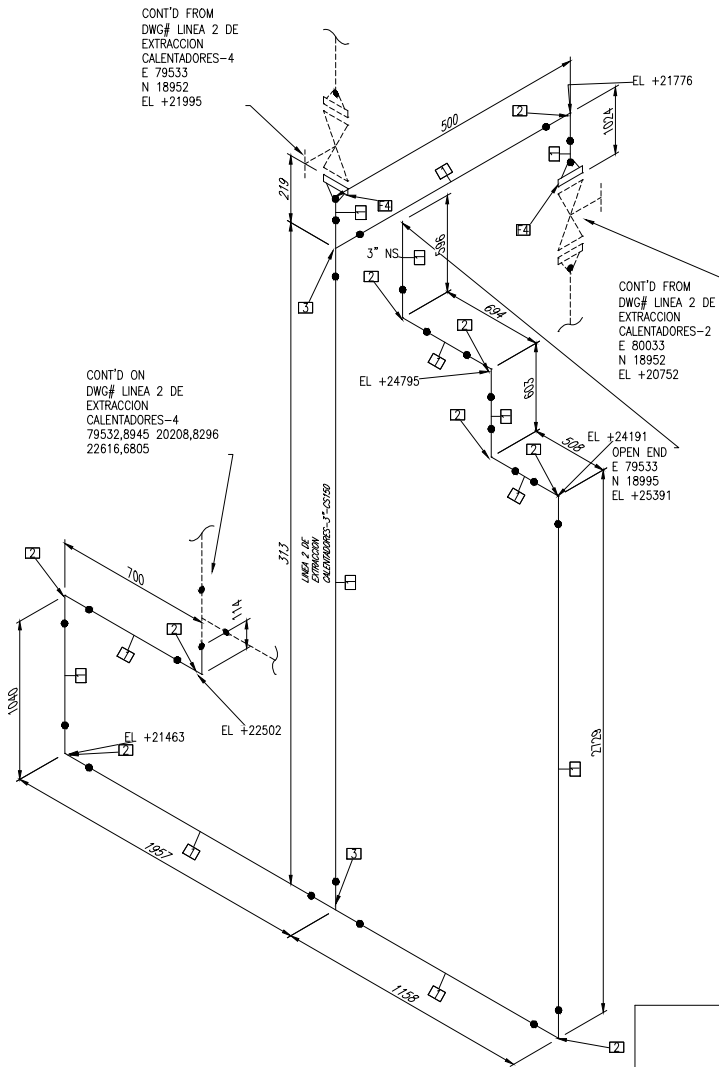


CONT'D ON
 DWG# LINEA 2 DE
 EXTRACCION
 CALENTADORES-3
 E 80033
 N 18952
 EL +20752

CONT'D FROM
 DWG# LINEA 2 DE
 EXTRACCION
 CALENTADORES-1
 E 79403
 N 31837
 EL +17390

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	18.94M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	6	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	1	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	3"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">23</div>	
	ESCALA :	PLANTA SOLUBLE LINEA 2 DE EXTRACCION Y CALENTADORES	
	1:1		
		ISO-AC-13-2	



CONT'D FROM
DWG# LINEA 2 DE
EXTRACCION
CALENTADORES-4
E 79533
N 18952
EL +21995

CONT'D ON
DWG# LINEA 2 DE
EXTRACCION
CALENTADORES-4
79532,8945 20208,8296
22616,6805

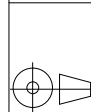
CONT'D FROM
DWG# LINEA 2 DE
EXTRACCION
CALENTADORES-2
E 80033
N 18952
EL +20752

EL +24191
OPEN END
E 79533
N 18995
EL +25391

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	9.5M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	9	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	3"	TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
4	2	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**



ESCALA :
1:1

CONTIENE:
**PLANTA SOLUBLE
LINEA 3 DE EXTRACCION
Y CALENTADORES**

MATERIALES:

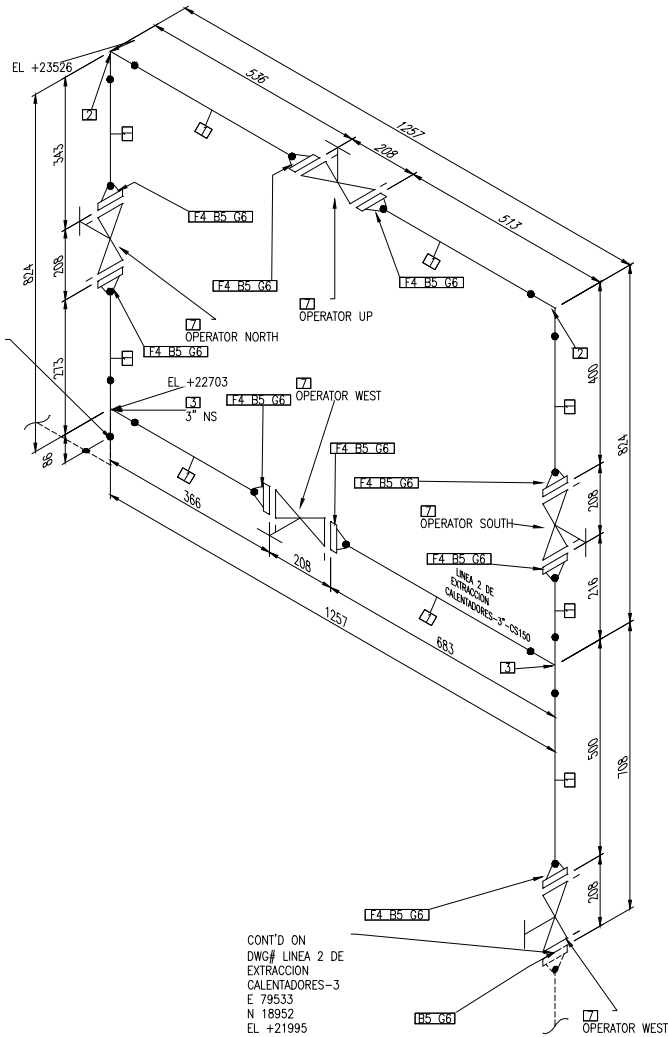
FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

PLANO No :

24

ISO-AC-13-3

CONT'D FROM
 DWG# LINEA 2 DE
 EXTRACCION
 CALENTADORES-3
 E 79533
 N 20209
 EL +22617



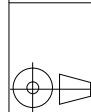
CONT'D ON
 DWG# LINEA 2 DE
 EXTRACCION
 CALENTADORES-3
 E 79533
 N 18952
 EL +21995

BILL OF MATERIALS

ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	2.4M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	3"	TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
4	9	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	40	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
6	10	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
7	5	3"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**



ESCALA :
1:1

CONTIENE:
**PLANTA SOLUBLE
 LINEA 2 DE EXTRACCION
 Y CALENTADORES**

MATERIALES:

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

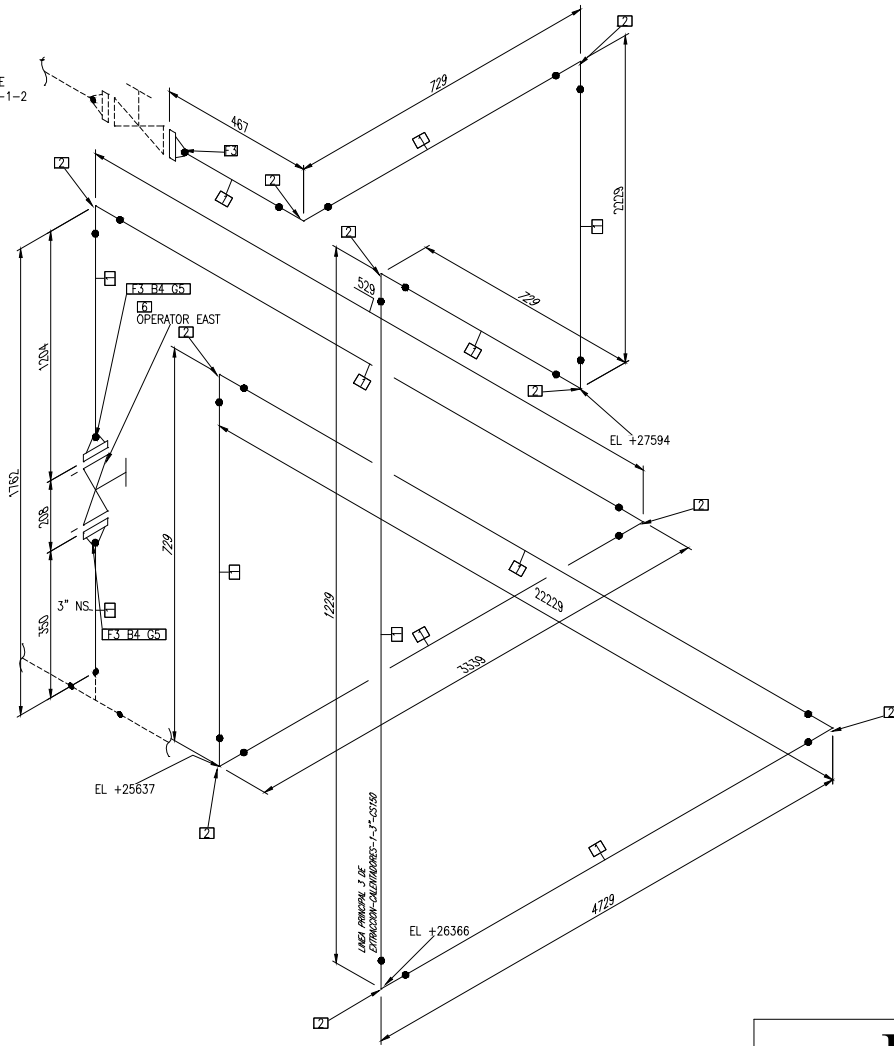
PLANO No :

25

ISO-AC-13-4



CONT'D ON
 DWG# LINEA PRINCIPAL 3 DE
 EXTRACCION-CALENTADORES-1-2
 E 102736
 N 35582
 EL +29823

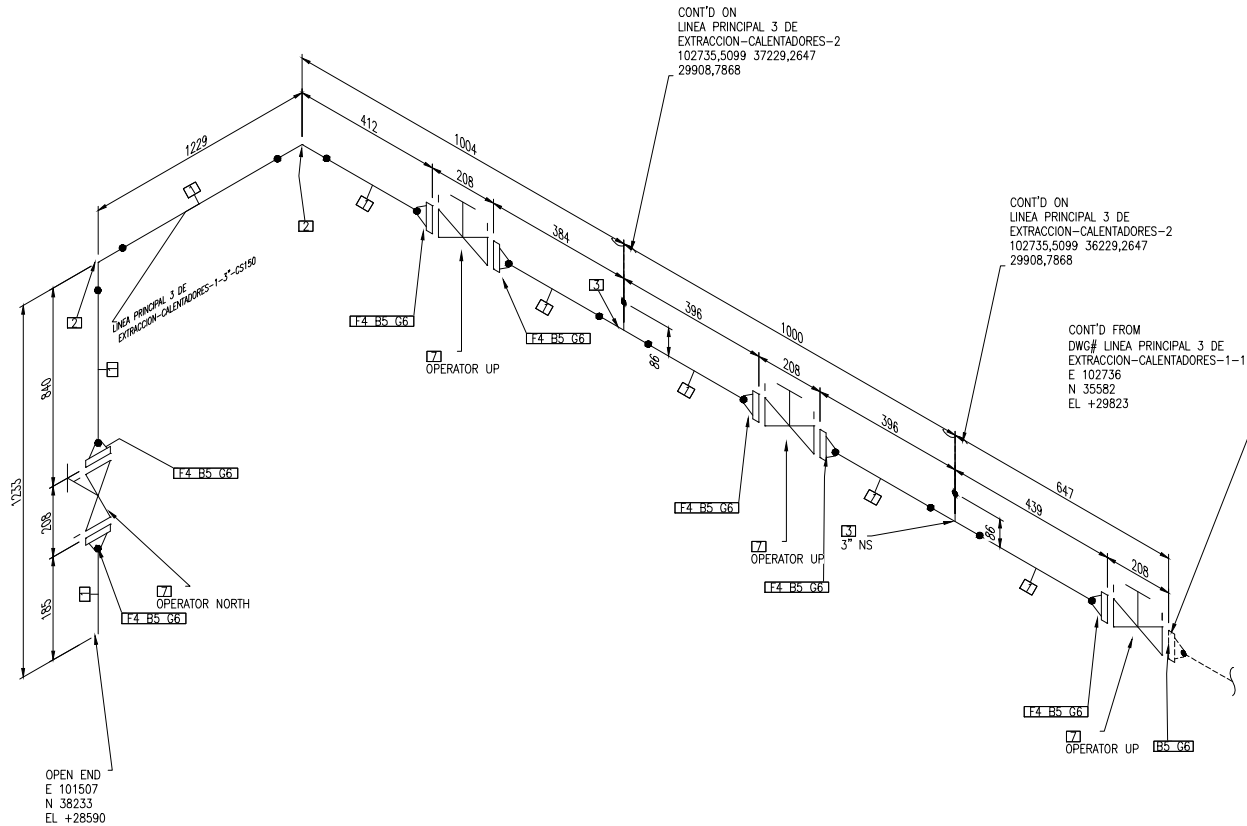


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	36.0M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	10	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	3	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	3"	GATE VALVE, SOLID WEDGE, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

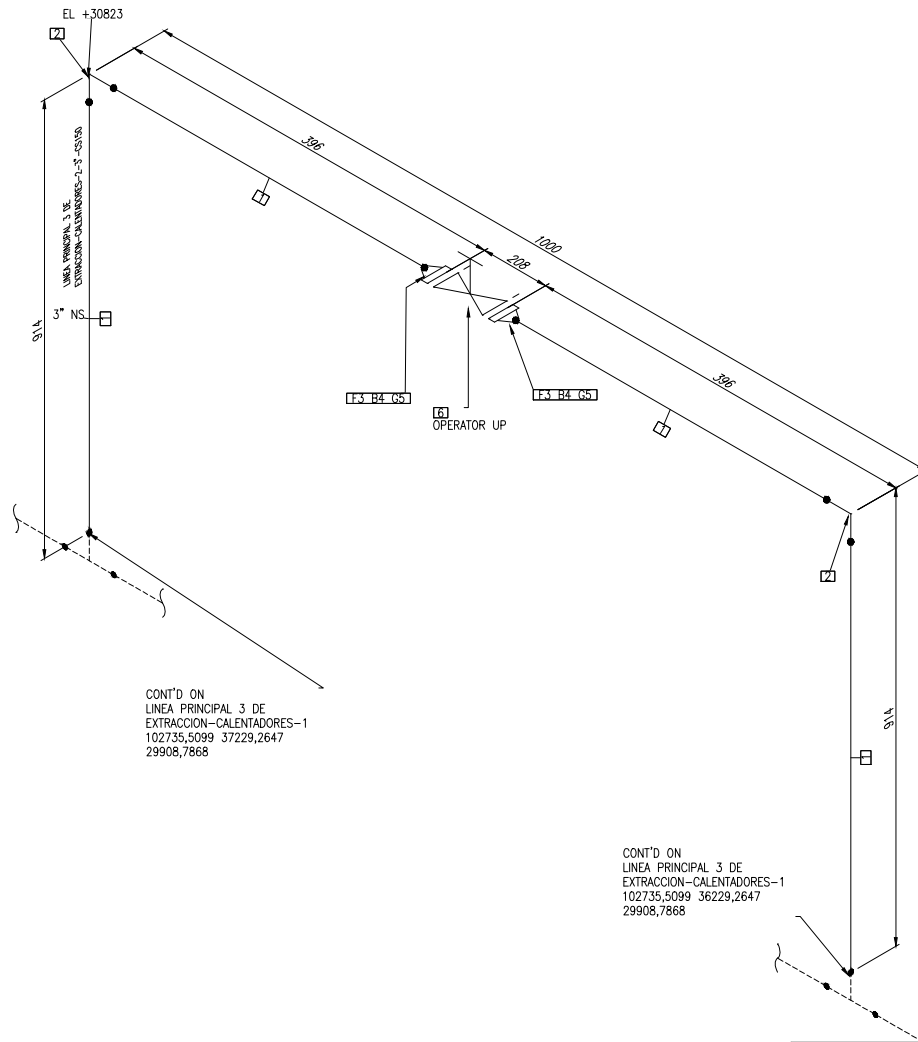
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">26</div>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA PRINCIPAL 3 DE EXTRACCION CALENTADORES	
	1:1		
		ISO-AC-14-1	



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	3.0M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	3"	TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
4	7	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	32	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
6	8	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
7	4	3"	GATE VALVE, SOLID WEDGE, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL



<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
		Reviso: 01/12/2013	
PROYECTO :	CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		PLANO No :
ESCALA :		CONTIENE:	<h2>27</h2>
1:1		PLANTA SOLUBLE LINEA PRINCIPAL 3 DE EXTRACCION CALENTADORES	
MATERIALES:			ISO-AC-14-2

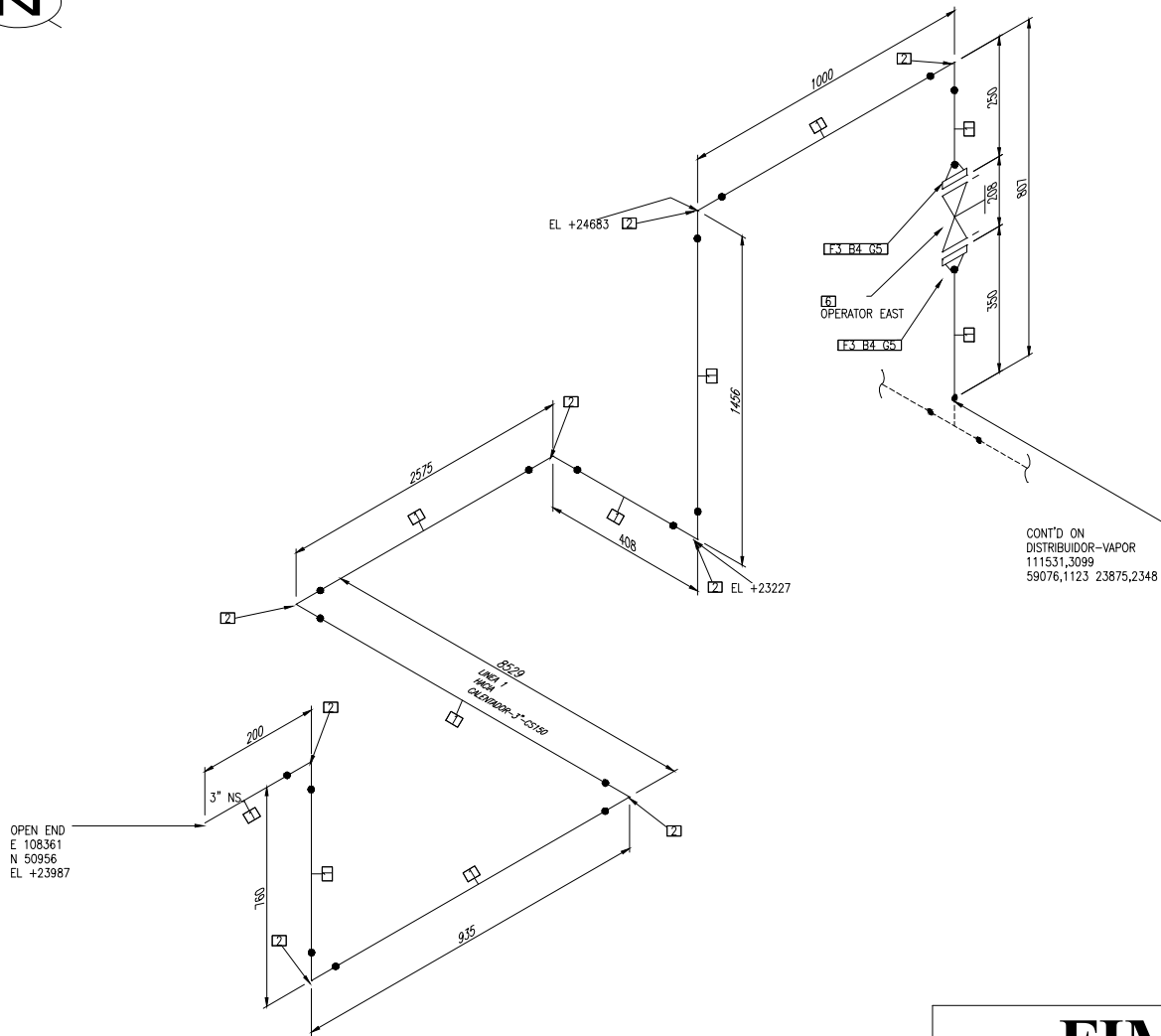


CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL 3 DE
EXTRACCION-CALENTADORES-1
102735,5099 37229,2647
29908,7868

CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL 3 DE
EXTRACCION-CALENTADORES-1
102735,5099 36229,2647
29908,7868

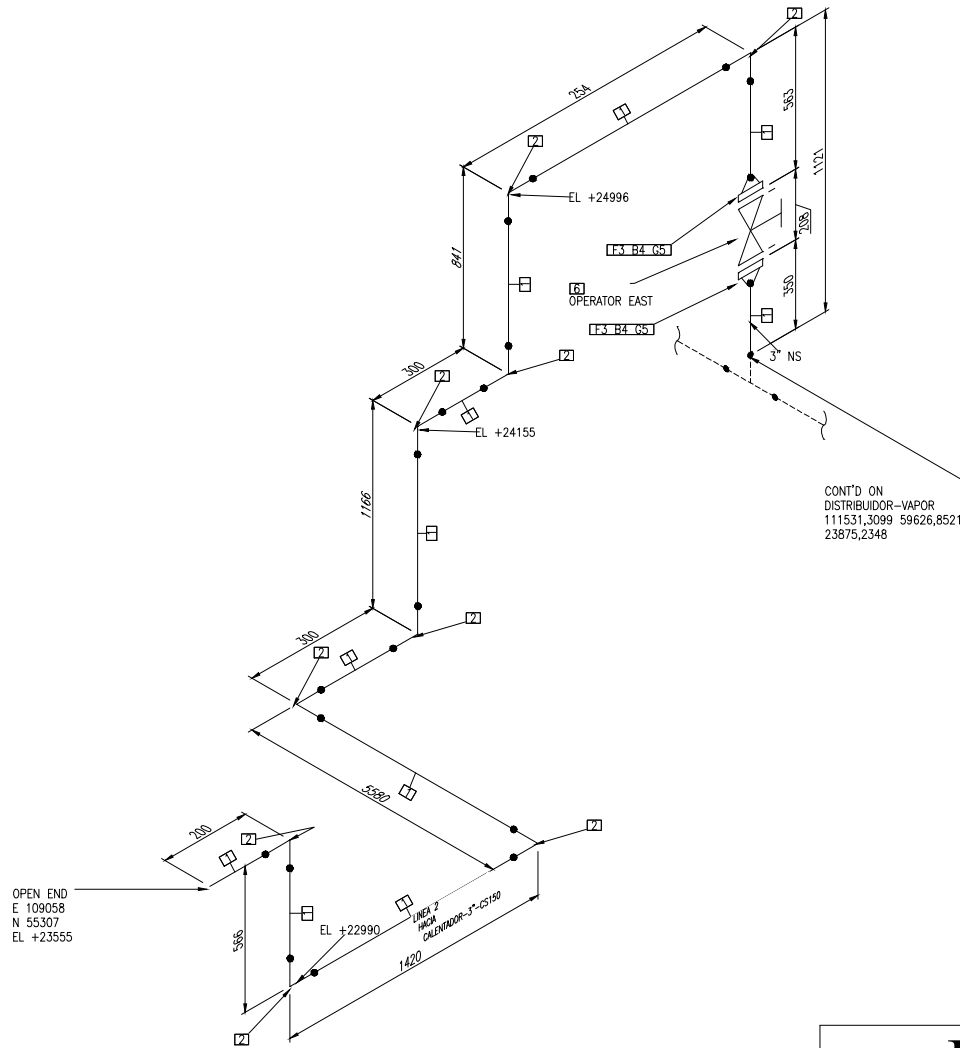
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	2.1M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	3"	GATE VALVE, SOLID WEDGE, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	<h1>28</h1>	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA PRINCIPAL 3 DE EXTRACCION CALENTADORES		<h1>ISO-AC-14-3</h1>	
MATERIALES:			



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	14.54M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	8	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	3"	GATE VALVE, SOLID WEDGE, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

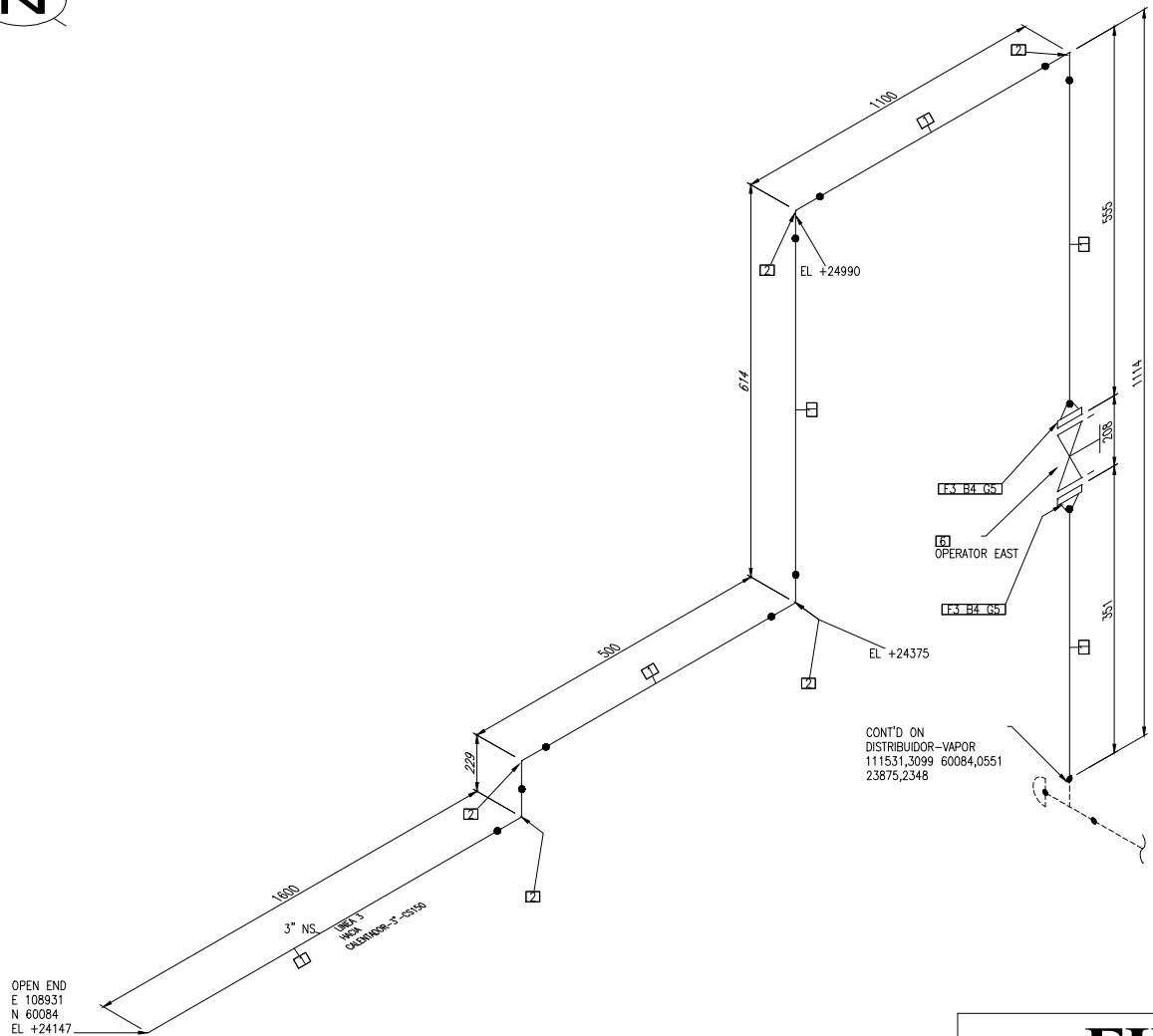
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
		Reviso:	01/12/2013
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		PLANO No :	
	ESCALA : 1:1	CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA 1 HACIA CALENTADOR	
			29
		ISO-AC-15	



CONT'D ON
DISTRIBUIDOR-VAPOR
111531,3099 59626,8521
23875,2348

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	9.36M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	9	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	3"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
<p>PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</p>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
<p>ESCALA : 1:1</p>	<p>CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA 2 HACIA CALENTADOR</p>		30
	<p>MATERIALES:</p>		ISO-AC-16



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	3,7M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	3"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

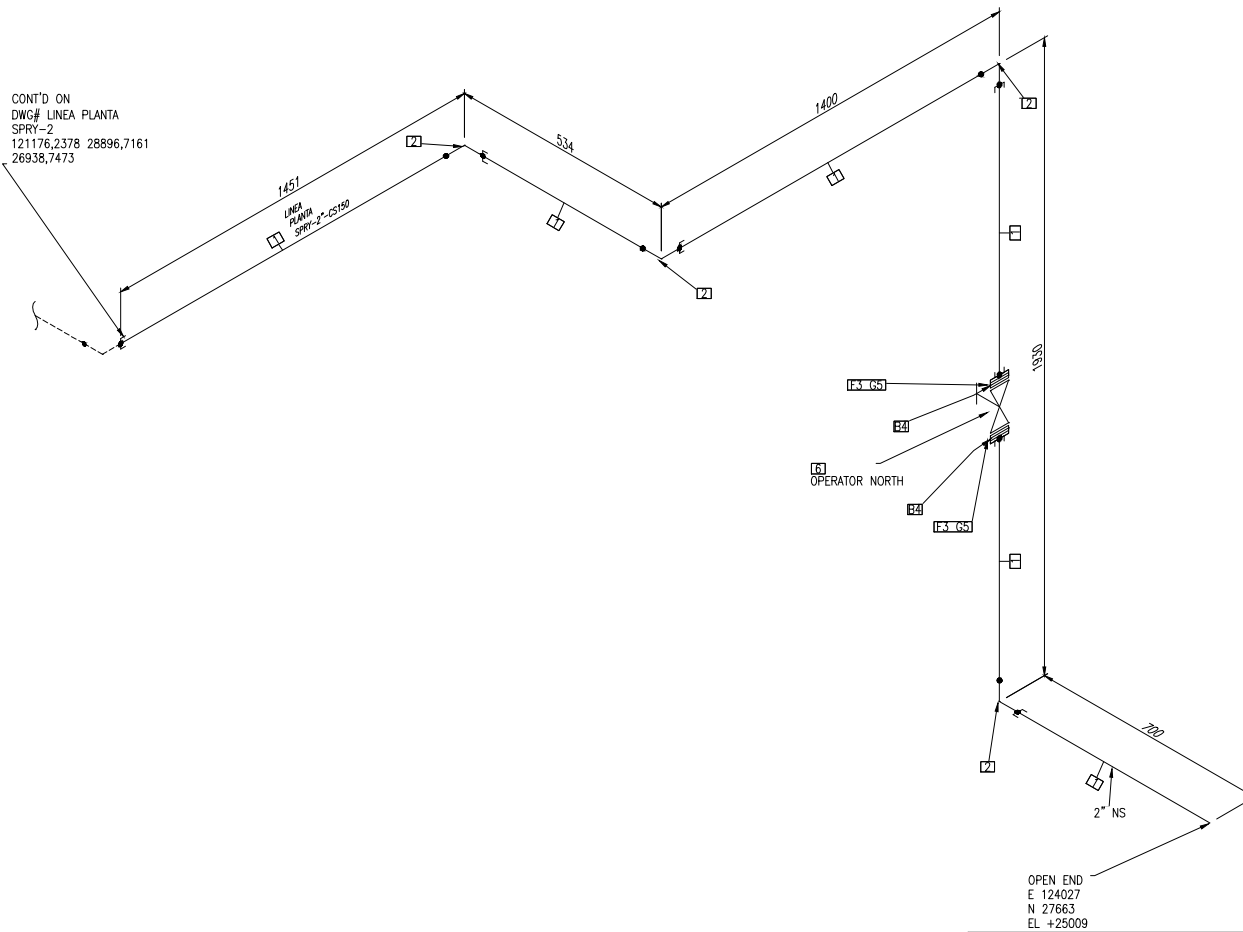
CONT'D ON
DISTRIBUIDOR-VAPOR
111531,3099 60084,0551
23875,2348

OPEN END
E 108931
N 60084
EL +24147

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
<p>PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</p>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
<p>ESCALA : 1:1</p>	<p>CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA 3 HACIA CALENTADOR</p>		31
	<p>MATERIALES:</p>		ISO-AC-17

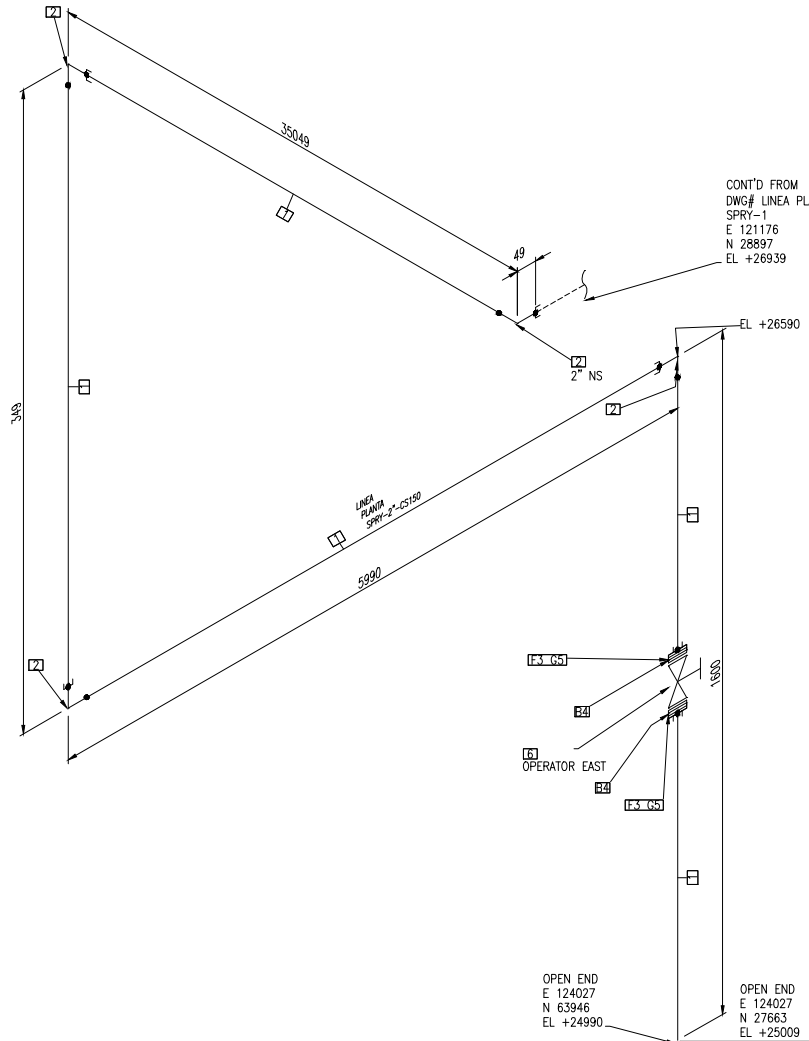


CONT'D ON
 DWG# LINEA PLANTA
 SPRY-2
 121176,2378 28896,7161
 26938,7473



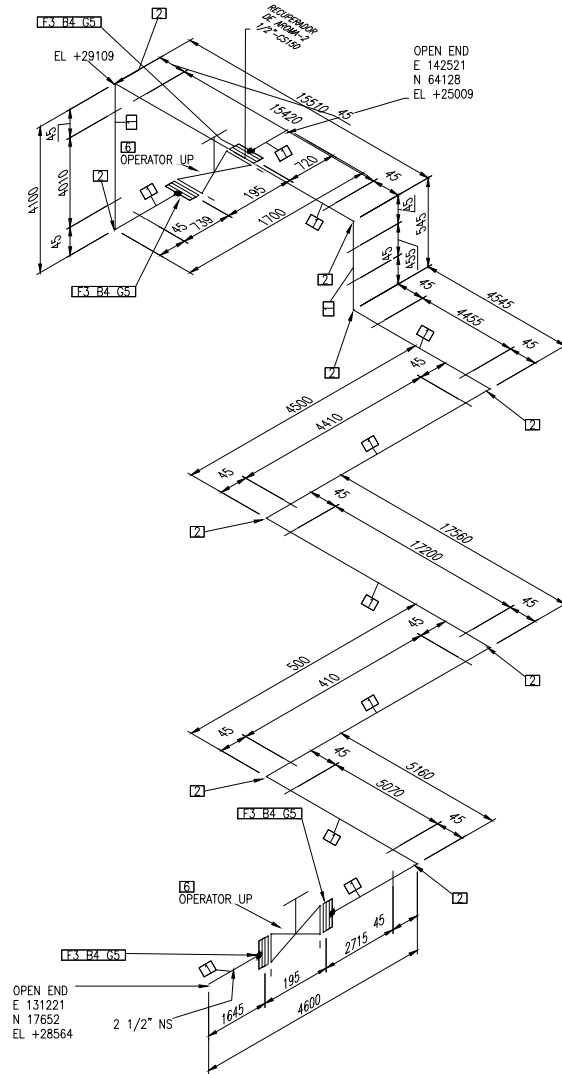
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	5.3M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	<h1>32</h1>	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA PLANTA SPRY		<h1>ISO-AC-18-1</h1>	
MATERIALES:			



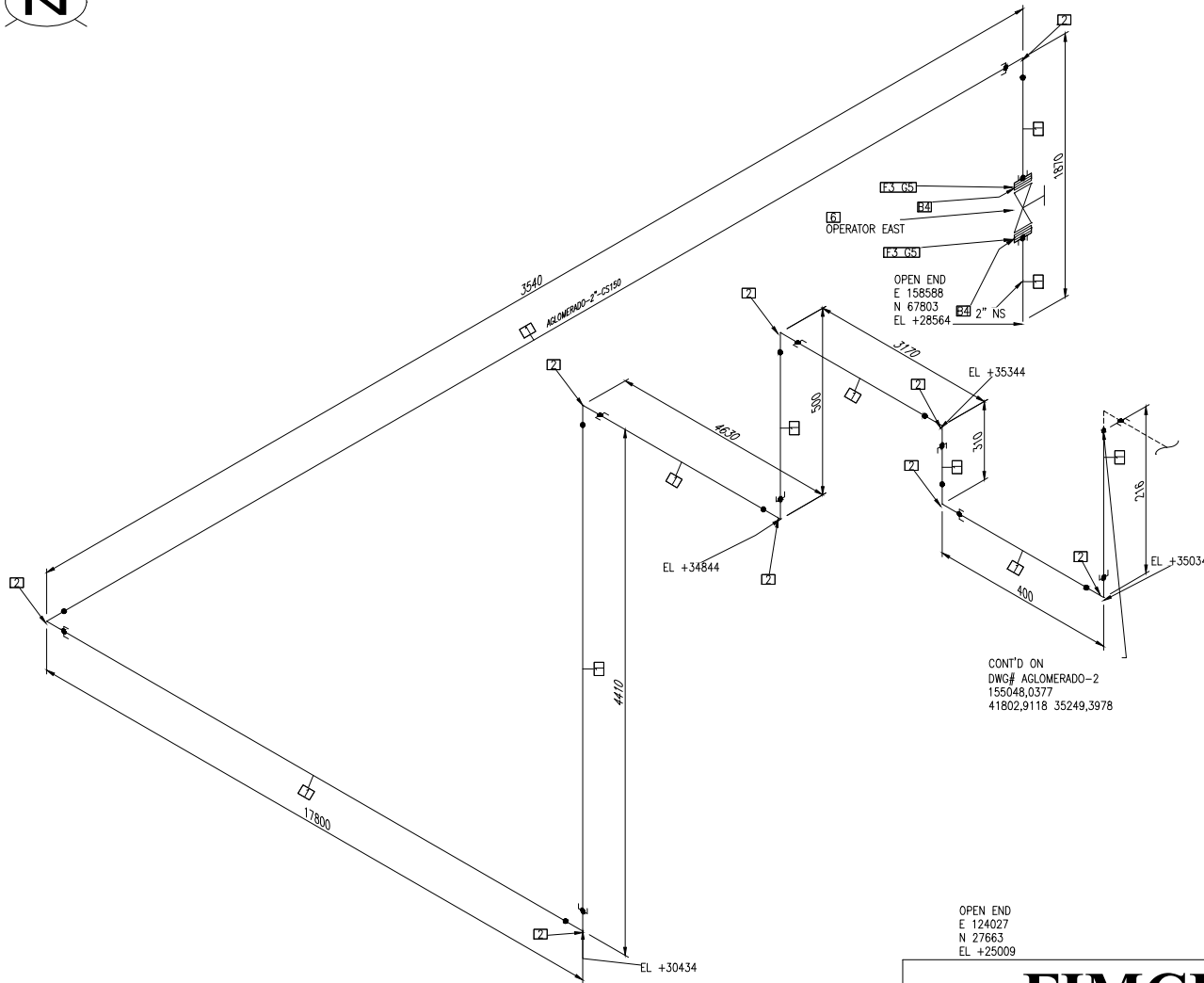
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	42.39M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x8.3	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	<h1>33</h1>	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA PLANTA SPRY		ISO-AC-18-2	
MATERIALES:			



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	57.23M	2 1/2"	PIPE, SEAMLESS, 40, PE, ASTM A106
2	9	2 1/2"	ELBOW 90, 125 LB, FPT, ASME B16.4
3	4	2 1/2"	FLANGE SO, 150 LB, RF, ASME B16.5
4	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	4	2 1/2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	2	2 1/2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<p>OPEN END E 124027 N 27663 EL +25009</p>		<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013	J. Bayas	
<p>PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</p>		Reviso:	01/12/2013	PLANO No :	
	ESCALA :	<p>CONTIENE: PLANTA SOLUBLE RECUPERADOR DE AROMA</p>		34	
	<p>1:1</p>	MATERIALES:		ISO-AC-19	

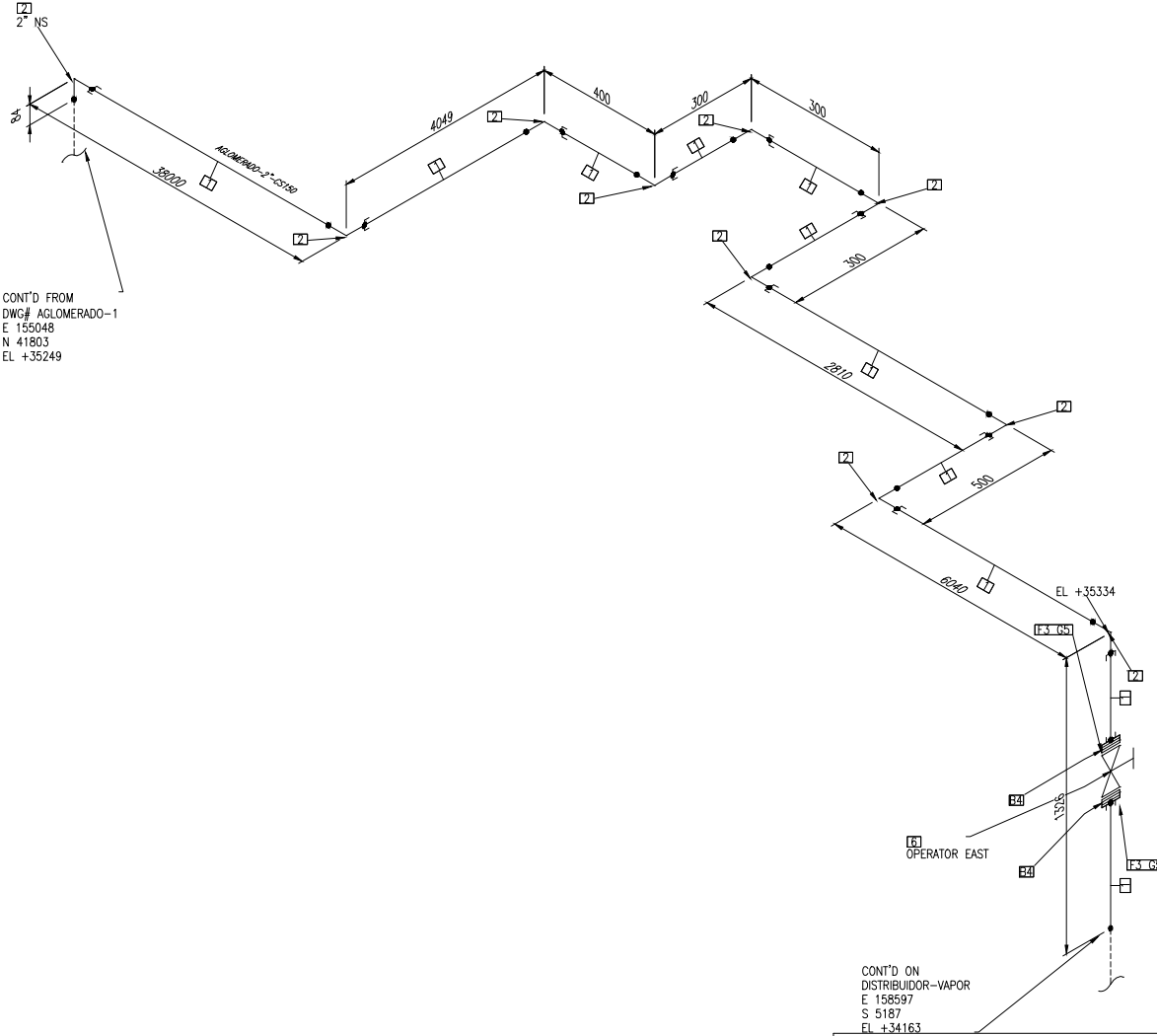


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	35.5M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	9	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

CONT'D ON
 DWG# AGLOMERADO-2
 155048,0377
 41802,9118 35249,3978

OPEN END
 E 124027
 N 27663
 EL +25009

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013 J. Bayas
<p>PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</p>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	<h1>35</h1>	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA SOLUBLE AGLOMERADO		<h1>ISO-AC-20-1</h1>	
MATERIALES:			

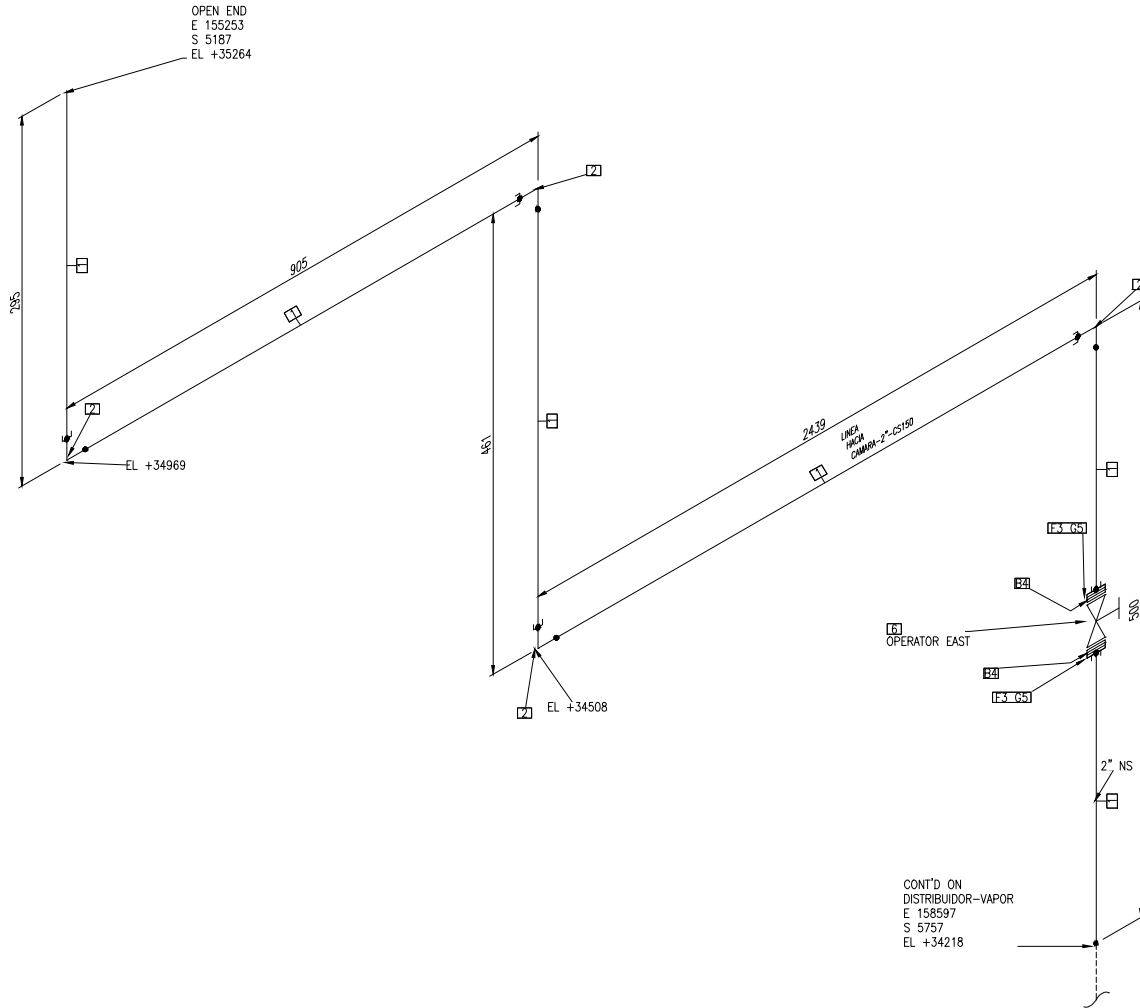


CONT'D FROM
DWG# AGLOMERADO-1
E 155048
N 41803
EL +35249

CONT'D ON
DISTRIBUIDOR-VAPOR
E 158597
S 5187
EL +34163

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	52.64M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	10	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">36</h1>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA SOLUBLE AGLOMERADO	
	1:1		
		ISO-AC-20-2	

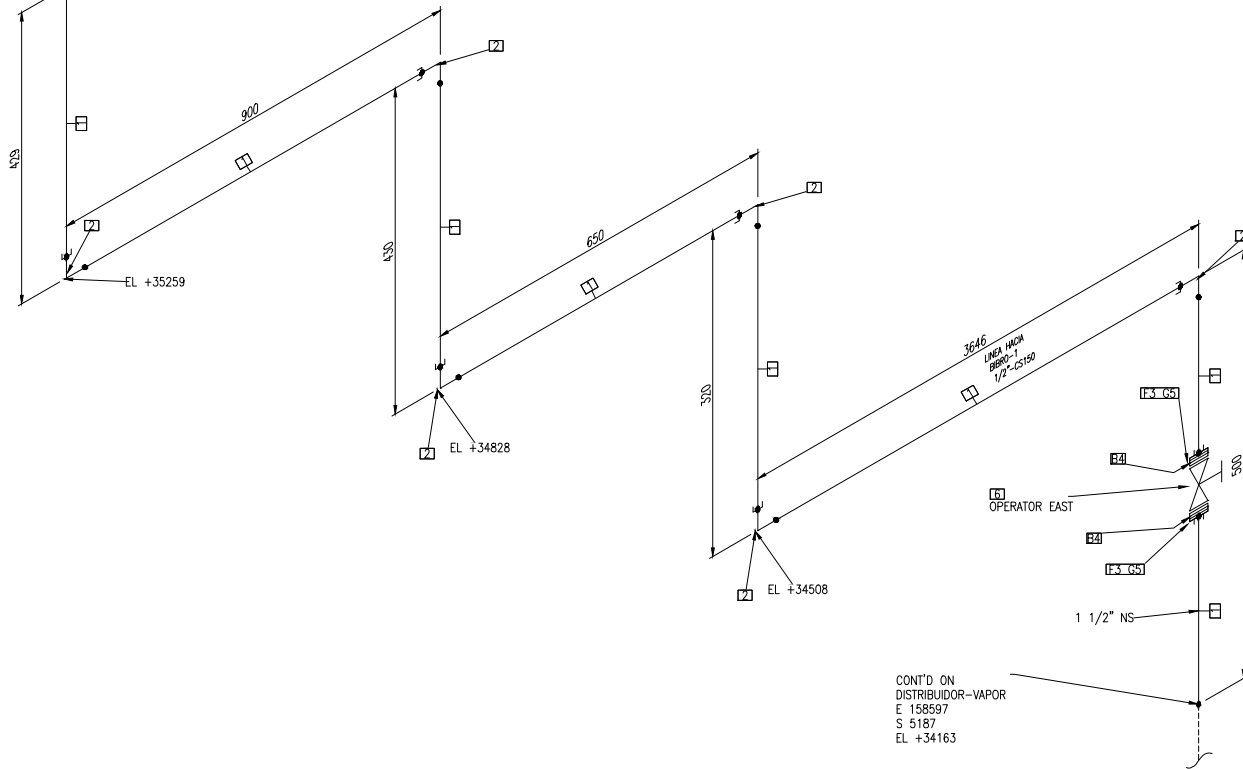


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	3.9M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, SOLID WEDGE, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013 J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">37</h1>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA SOLUBLE LINEA HACIA CAMARA	
	1:1		
		ISO-AC-21	



OPEN END
E 155401
S 5757
EL +35688



CONT'D ON
DISTRIBUIDOR-VAPOR
E 158597
S 5187
EL +34163

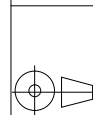
BILL OF MATERIALS

ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6.0M	1 1/2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	6	1 1/2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	1 1/2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	1/2"x70	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	1 1/2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	1 1/2"	GATE VALVE, SOLID WEDGE, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	



ESCALA :
1:1

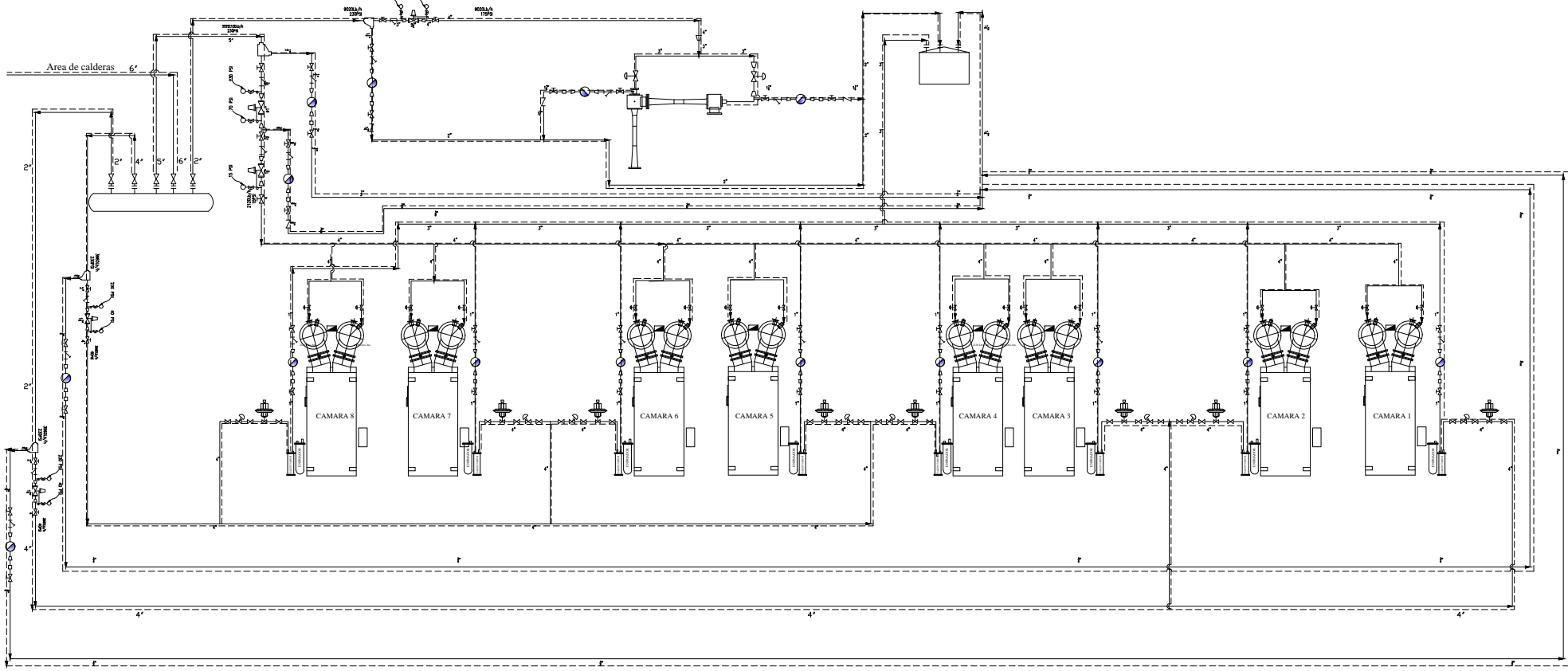
CONTIENE: **PLANTA SOLUBLE
LINEA HACIA BIBRO**

MATERIALES:

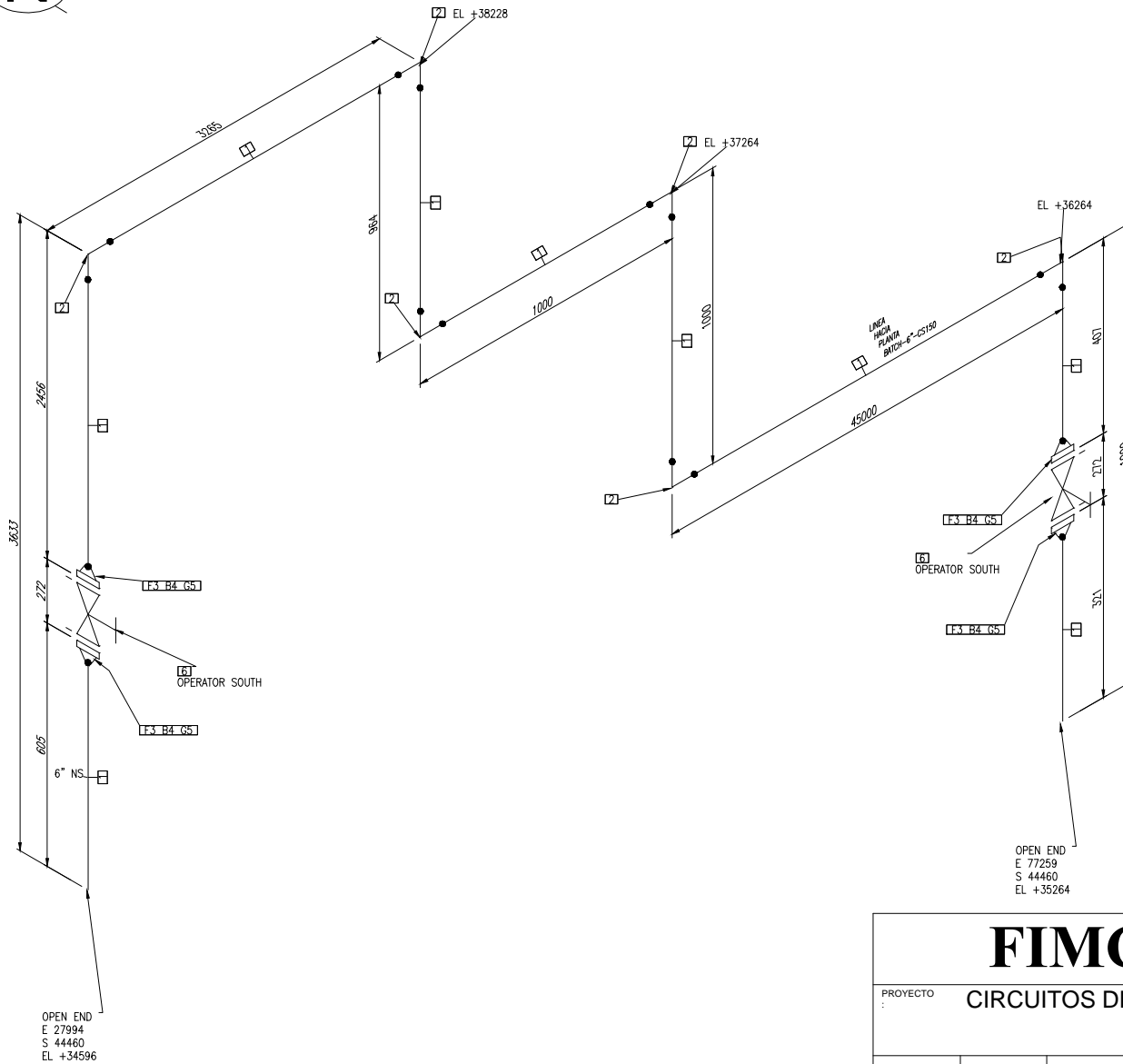
PLANO No : **38**

ISO-AC-22

PLANTA BATCH



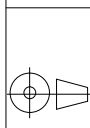
FIMCP-ESPOL CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		ESCALA: 1:1000 1:500 1:250 1:125	NÚMERO: 39
PROYECTO: PLANTA P&D DE VAPOR PLANTA BATCH		PLAN N.º: 39	NÚMERO: 39
SERIA: SN	METROS	39	



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	52 M	6"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	6	6"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	4	6"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	32	3/4"x102	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	4	6"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	2	6"	GATE VALVE, SOLID WEDGE, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**



ESCALA :
1:1

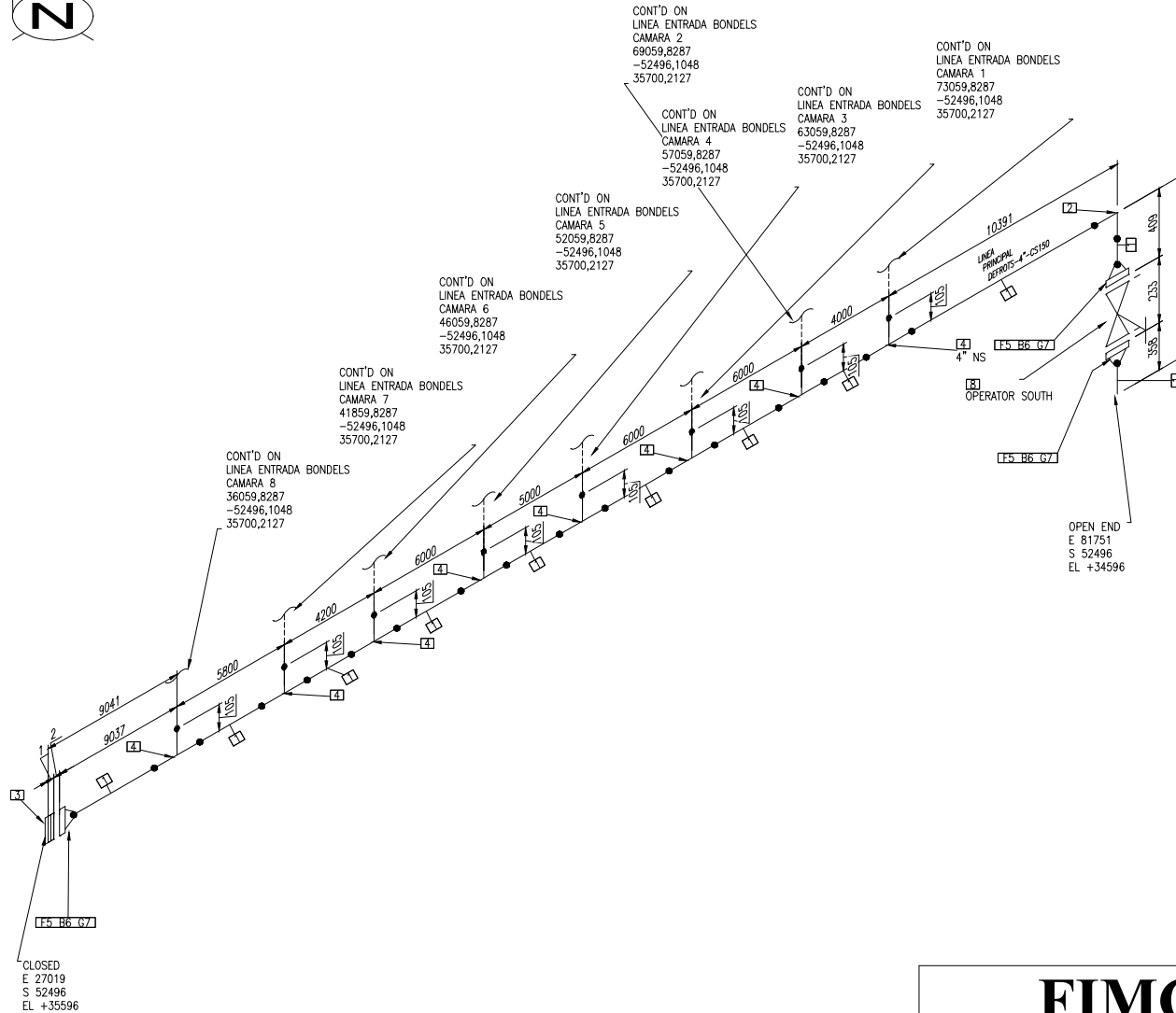
CONTIENE:
**PLANTA BATCH
LINEA DE LLEGADA DE LOS
DISTRIBUIDORES CASA DE CALDEROS**

MATERIALES:

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

PLANO No :
40

ISO-AC-23

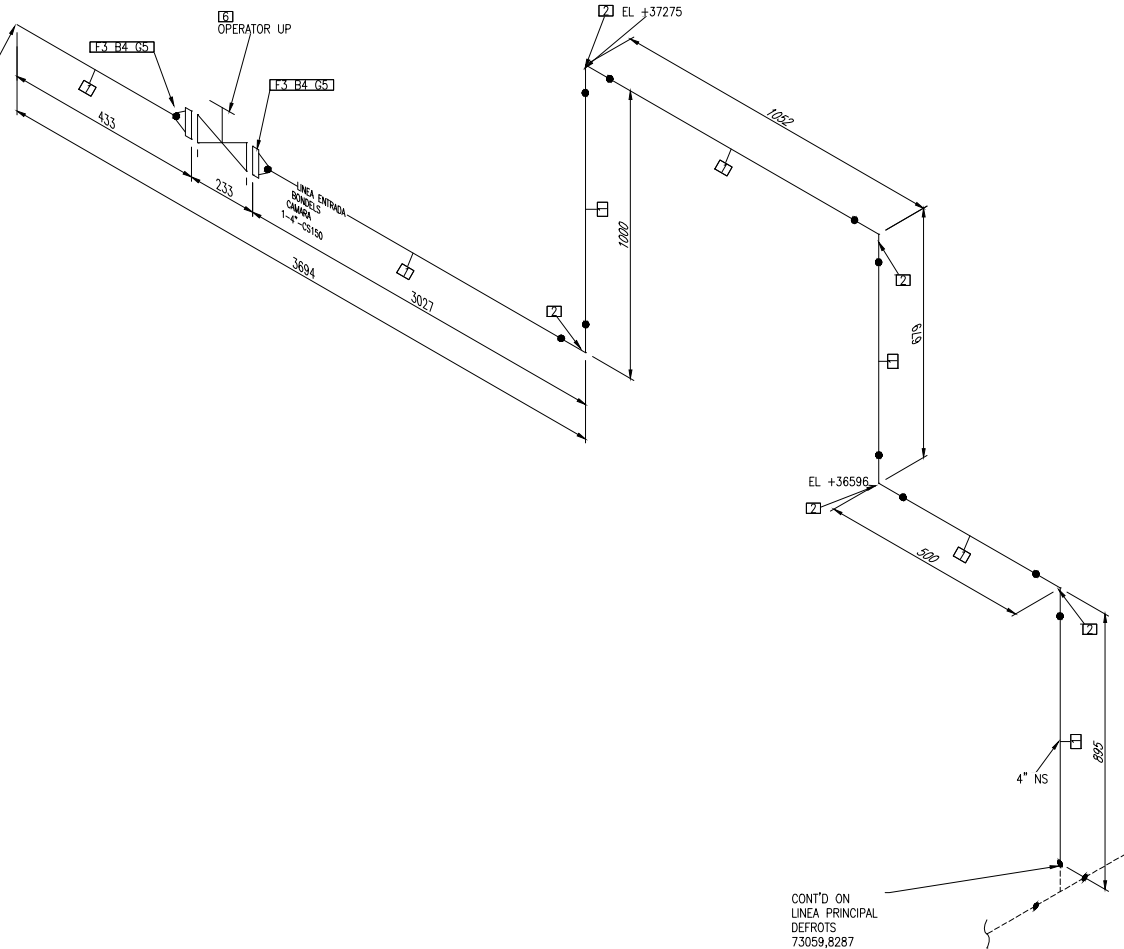


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	55M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	1	4"	FLANGE BLIND, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	4"	TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
5	3	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
6	24	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
7	3	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
8	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013 J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	<h1>41</h1>	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA BATCH LINEA PRINCIPAL DEFROTS		<h1>ISO-AC-24</h1>	
MATERIALES:			



OPEN END
E 73060
S 47150
EL +36275

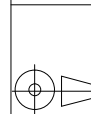


CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL
DEFROTS
73059,8287
-52496,1048
35700,2127

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**



ESCALA :
1:1

CONTIENE:
**PLANTA BATCH
LINEA ENTRADA A BONDELS CAMARA 1**

MATERIALES:

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

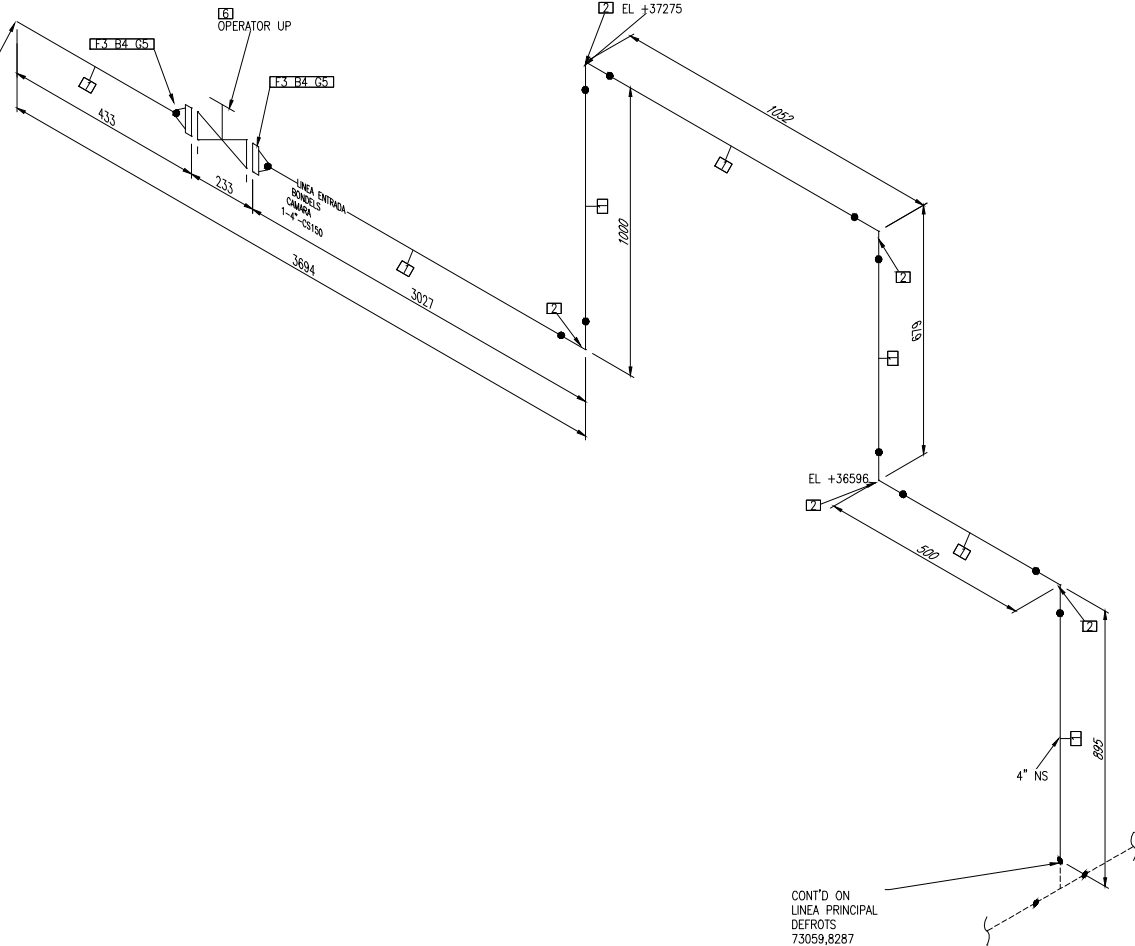
PLANO No :

42

ISO-AC-25



OPEN END
E 73060
S 47150
EL +36275



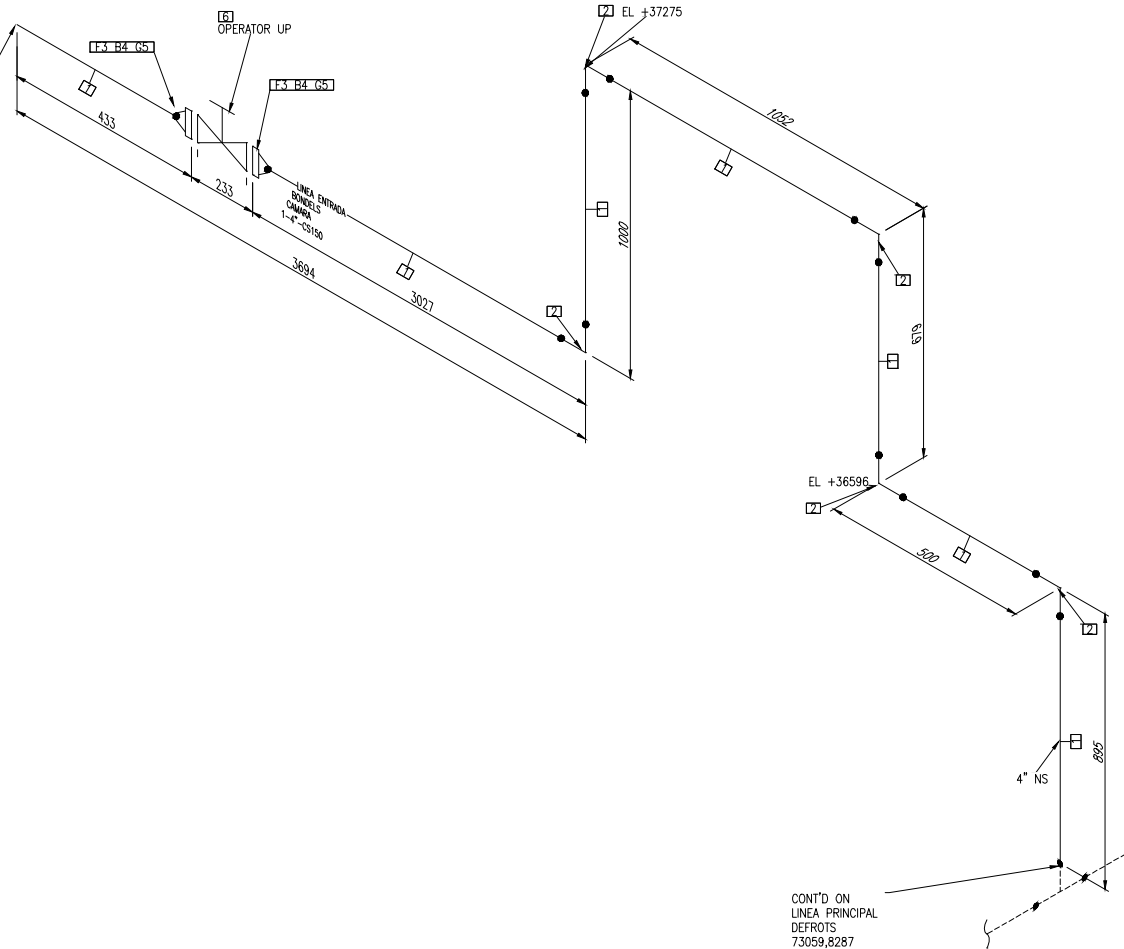
CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL
DEFROTS
73059,8287
-52496,1048
35700,2127

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
<p>PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</p>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	<h1>43</h1>	
	1:1		
<p>CONTIENE: PLANTA BATCH LINEA ENTRADA A BONDELS CAMARA 2</p>		<h1>ISO-AC-26</h1>	
<p>MATERIALES:</p>			



OPEN END
E 73060
S 47150
EL +36275

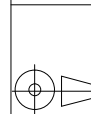


CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL
DEFROTS
73059,8287
-52496,1048
35700,2127

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**



ESCALA :
1:1

CONTIENE:
**PLANTA BATCH
LINEA ENTRADA A BONDELS CAMARA 3**

MATERIALES:

FECHA:	01/12/2013	NOMBRE:	J. Bayas
Dibujo:	01/12/2013	Reviso:	01/12/2013

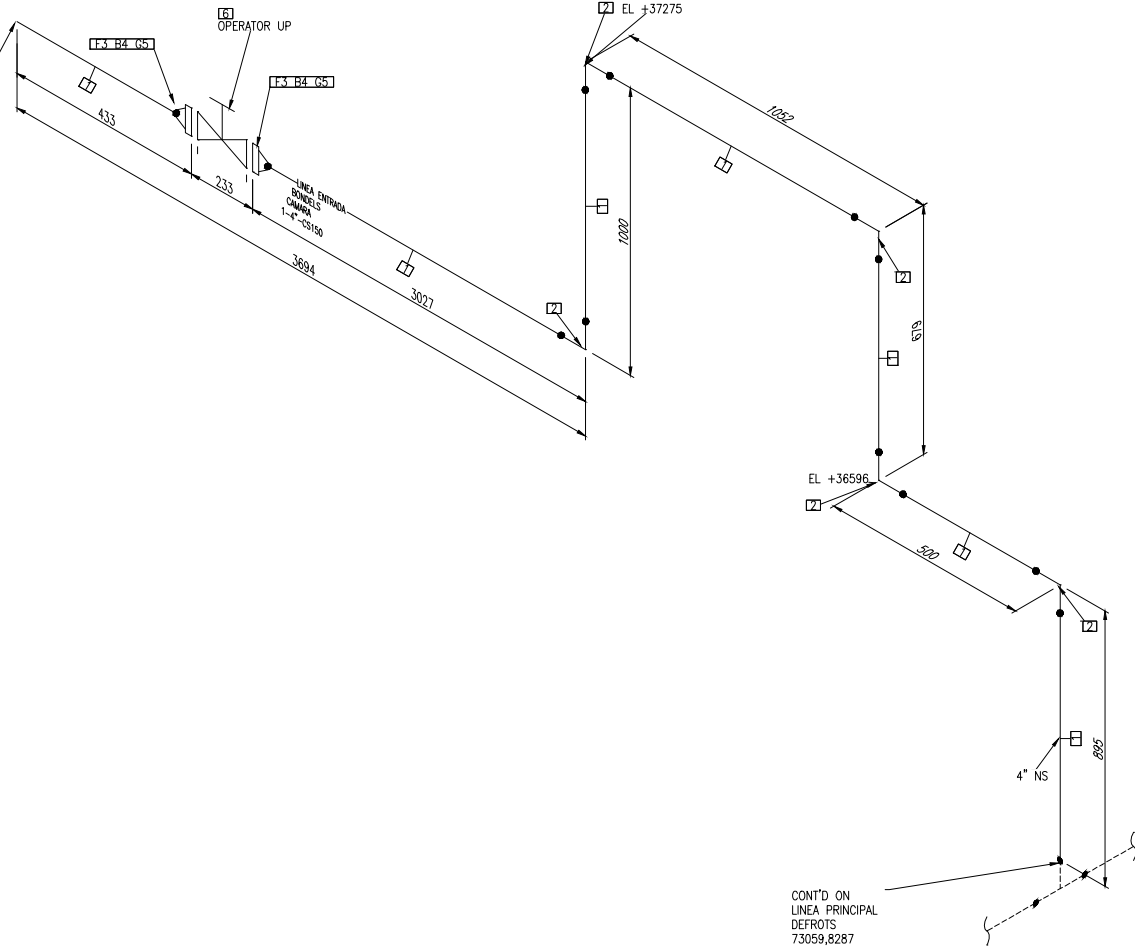
PLANO No :

44

ISO-AC-27



OPEN END
E 73060
S 47150
EL +36275



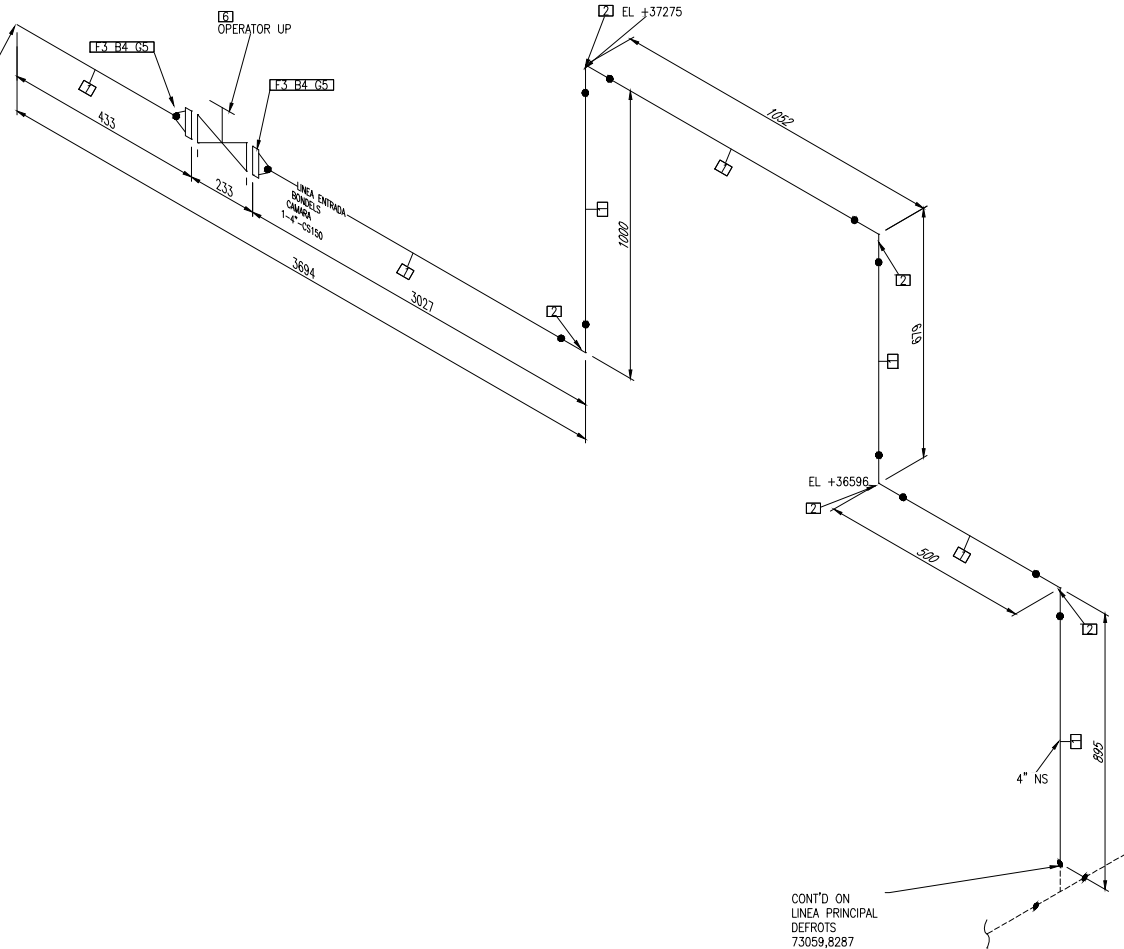
CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL
DEFROTS
73059,8287
-52496,1048
35700,2127

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
<p>PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</p>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	<h1>45</h1>	
	1:1		
<p>CONTIENE: PLANTA BATCH LINEA ENTRADA A BONDELS CAMARA 4</p>		<h1>ISO-AC-28</h1>	
<p>MATERIALES:</p>			



OPEN END
E 73060
S 47150
EL +36275

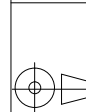


CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL
DEFROTS
73059,8287
-52496,1048
35700,2127

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**



ESCALA :
1:1

CONTIENE:
**PLANTA BATCH
LINEA ENTRADA A BONDLS CAMARA 5**

MATERIALES:

FECHA:	01/12/2013	NOMBRE:	J. Bayas
Dibujo:	01/12/2013	Reviso:	01/12/2013

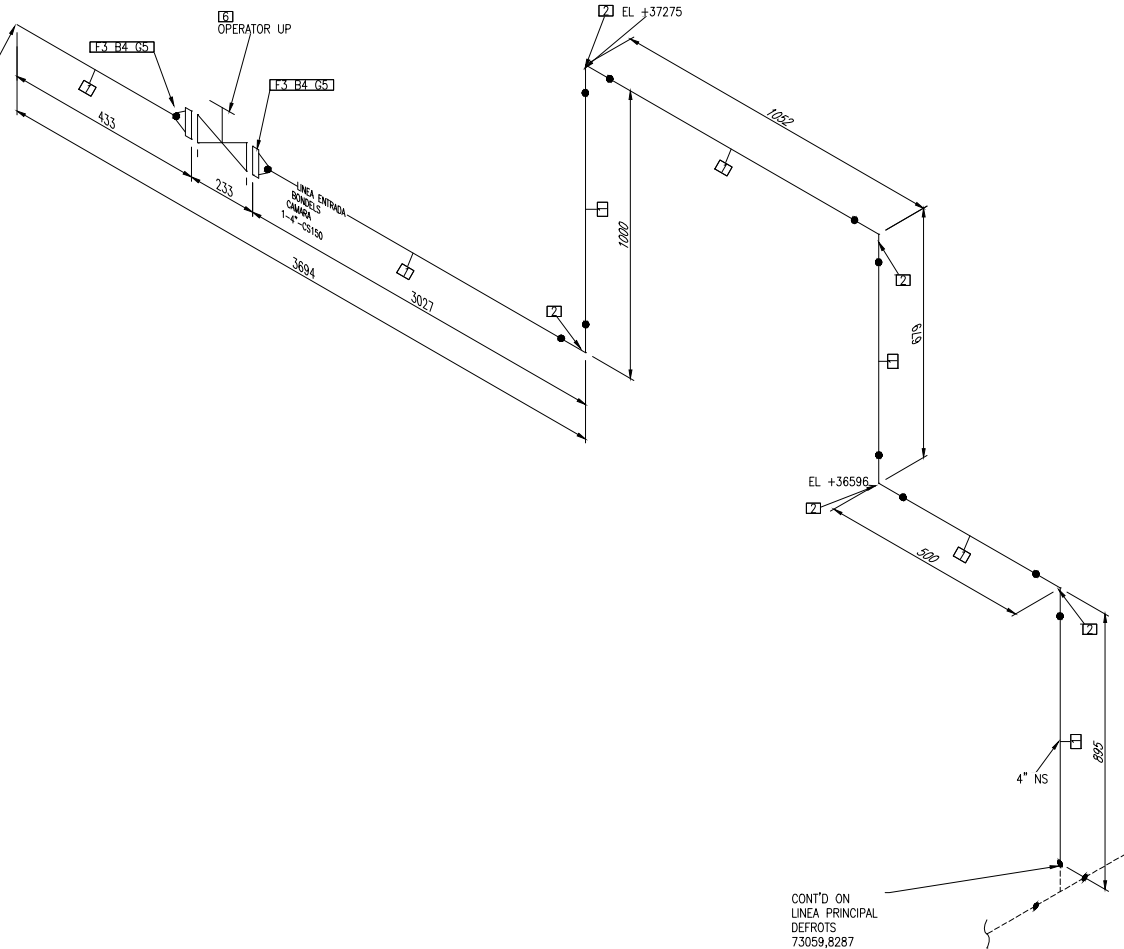
PLANO No :

46

ISO-AC-29



OPEN END
E 73060
S 47150
EL +36275

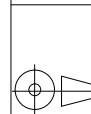


CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL
DEFROTS
73059,8287
-52496,1048
35700,2127

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**



ESCALA :
1:1

CONTIENE:
**PLANTA BATCH
LINEA ENTRADA A BONDLS CAMARA 6**

MATERIALES:

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

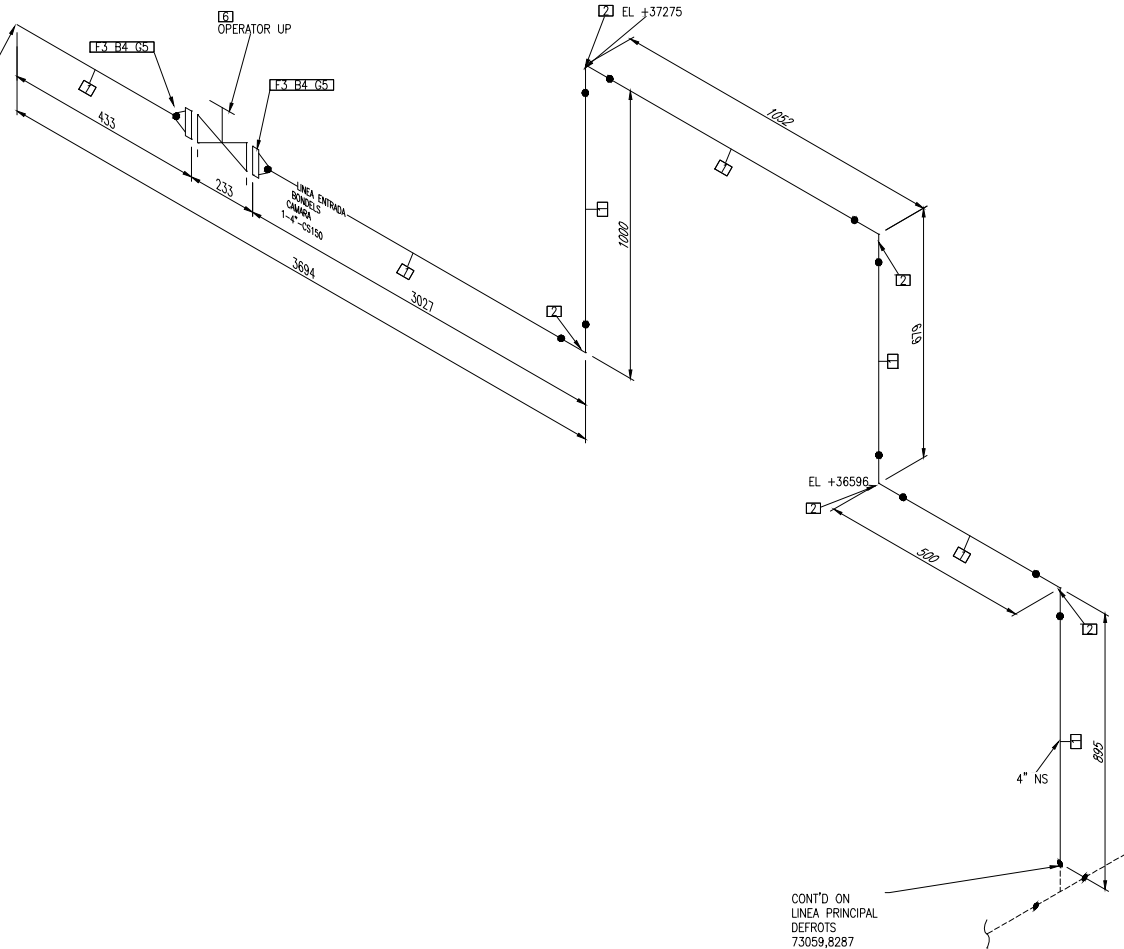
PLANO No :

47

ISO-AC-30



OPEN END
E 73060
S 47150
EL +36275

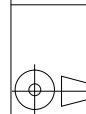


CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL
DEFROTS
73059,8287
-52496,1048
35700,2127

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**



ESCALA :
1:1

CONTIENE:
**PLANTA BATCH
LINEA ENTRADA A BONDELS CAMARA 7**

MATERIALES:

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

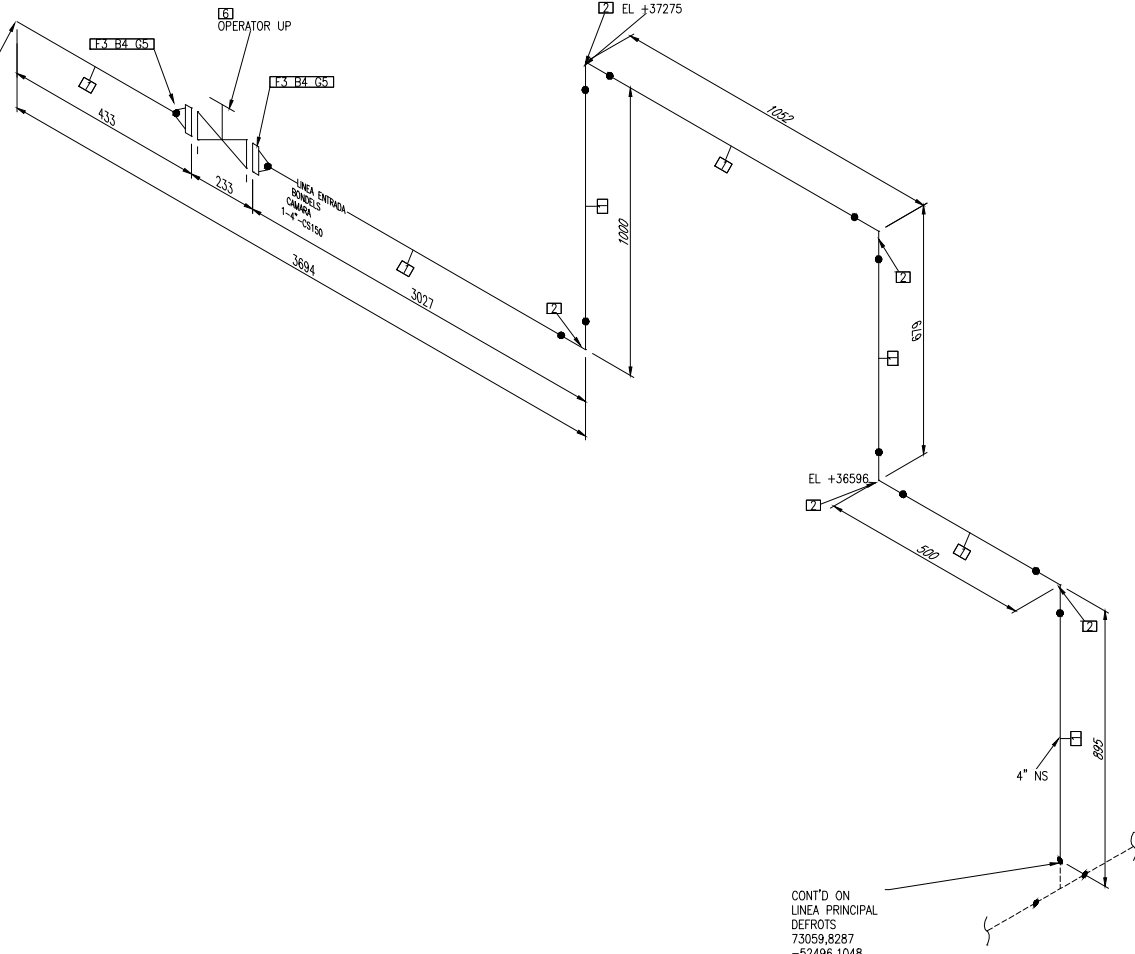
PLANO No :

48

ISO-AC-31



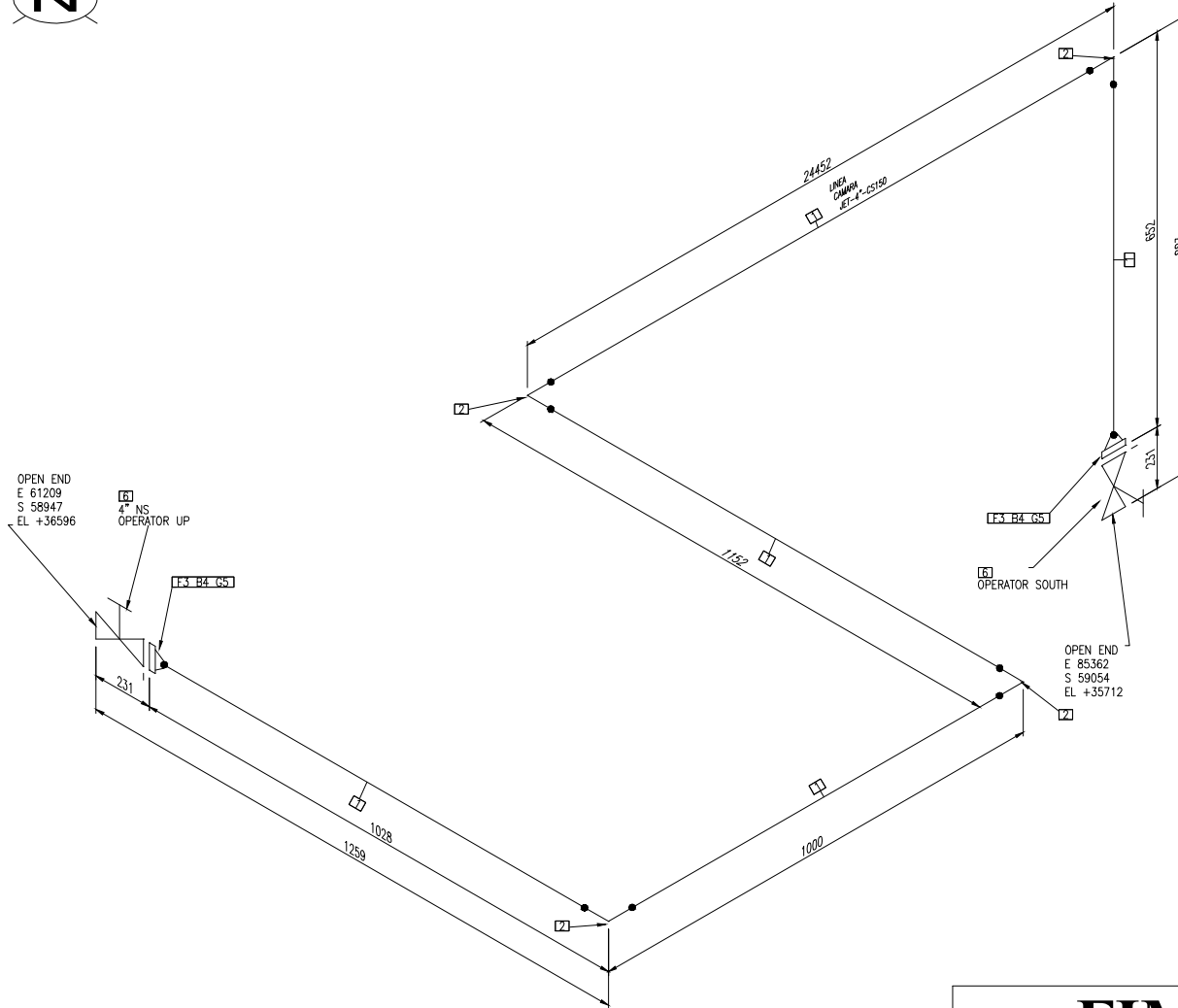
OPEN END
E 73060
S 47150
EL +36275



CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL
DEFROTS
73059,8287
-52496,1048
35700,2127

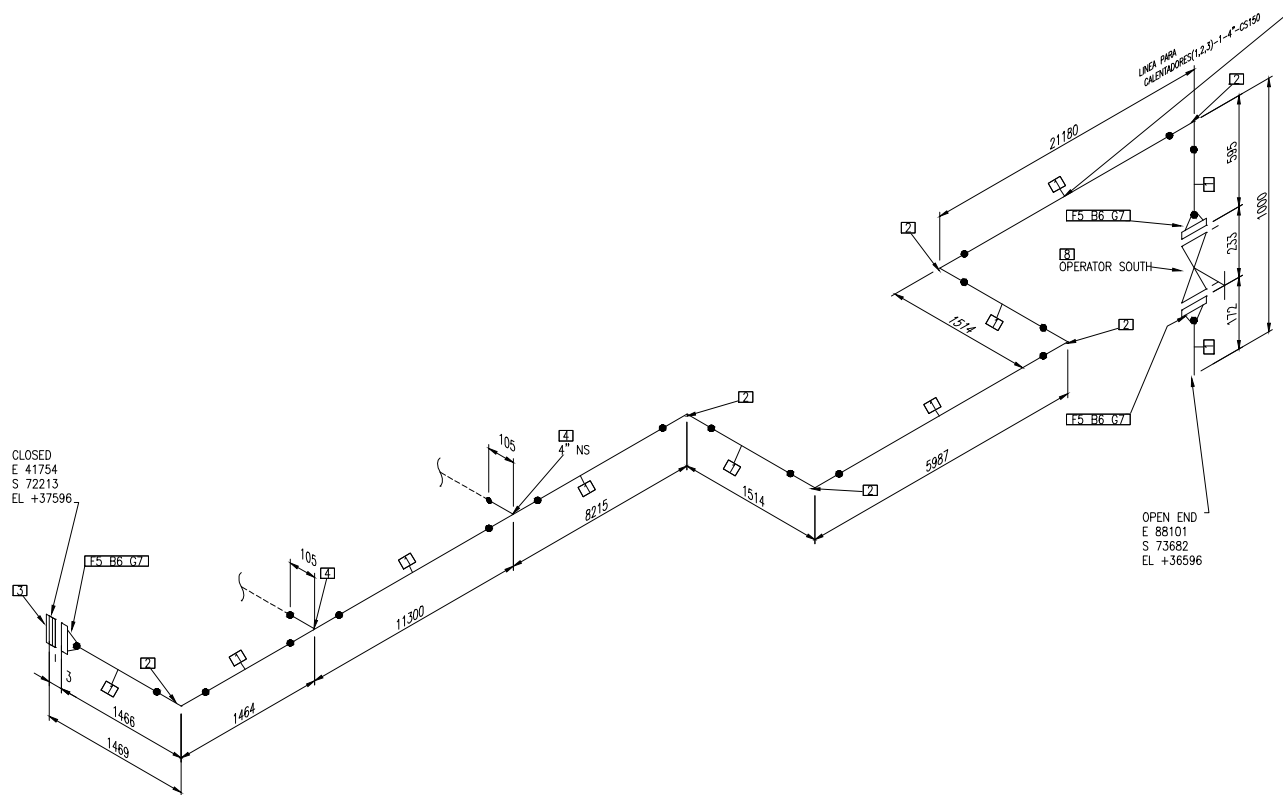
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	<h1>49</h1>	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA BATCH LINEA ENTRADA A BONDELS CAMARA 8		<h1>ISO-AC-32</h1>	
MATERIALES:			



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	27M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"X89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	2	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">50</div>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA BATCH LINEA CAMARA JET	
	1:1		
		ISO-AC-33	

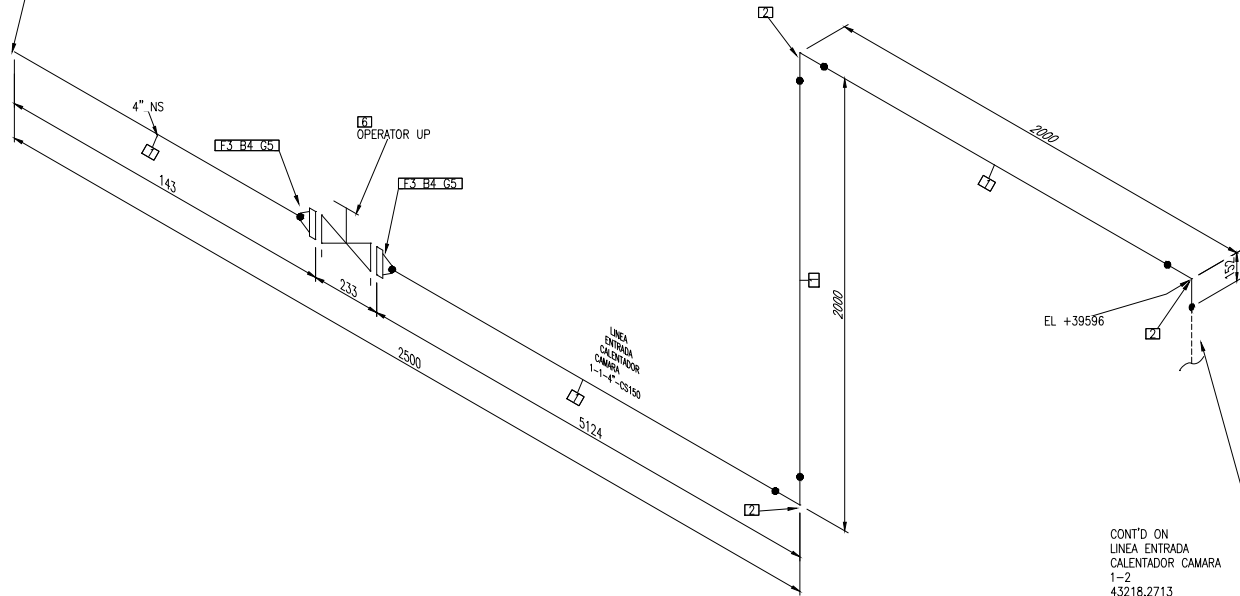


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	51M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	6	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	1	4"	FLANGE BLIND, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	2	4"	TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
5	3	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
6	24	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
7	3	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
8	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1 style="text-align: center;">FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013
Reviso:	01/12/2013		
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		PLANO No : <div style="font-size: 48pt; text-align: center; margin-top: 20px;">51</div>	
	ESCALA : 1:1	CONTIENE: PLANTA BATCH LINEA PARA CALENTADORES (1,2,3)	
	MATERIALES:		ISO-AC-34



OPEN END
E 43218
S 65682
EL +37596



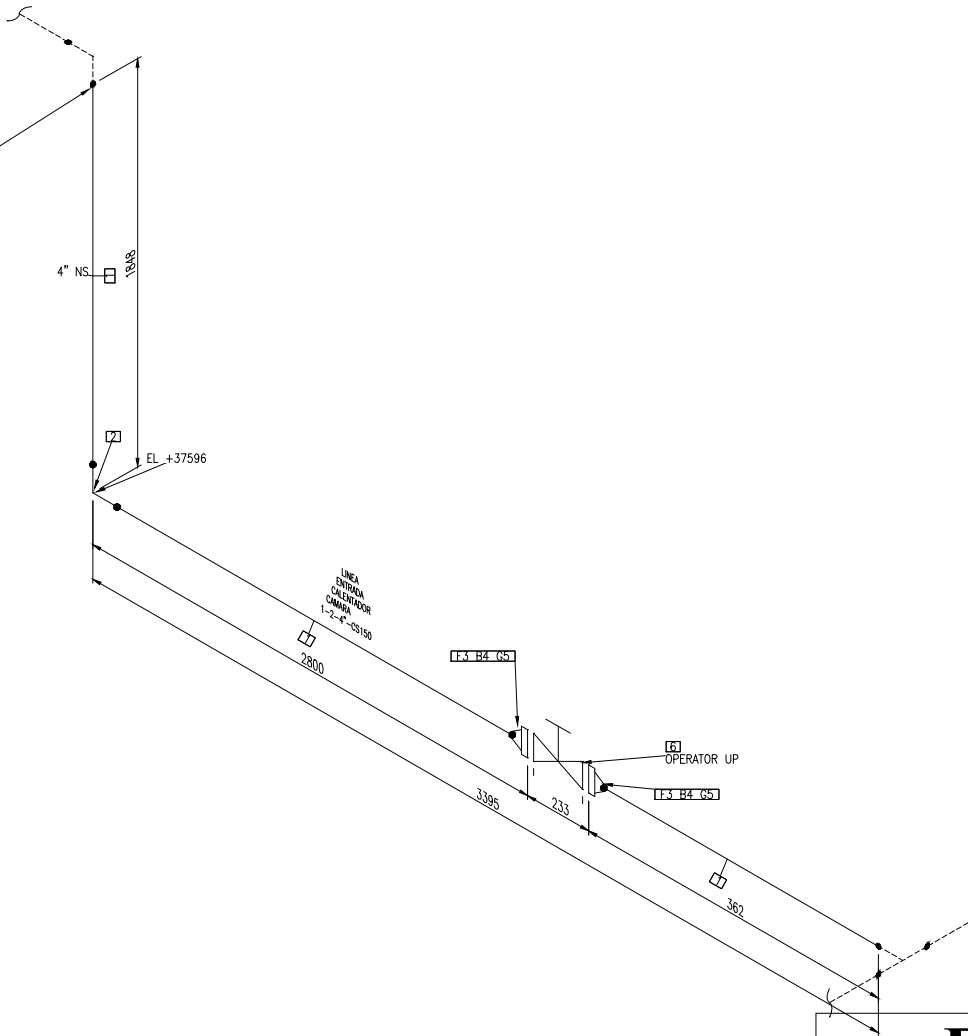
CONT'D ON
LINEA ENTRADA
CALENTADOR CAMARA
1-2
43218,2713
-70182,3648 39443,12

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	8.4M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	3	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">52</h1>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA BATCH LINEA ENTRADA AL CALENTADOR CAMARA 1	
	1:1		
		ISO-AC-35-1	

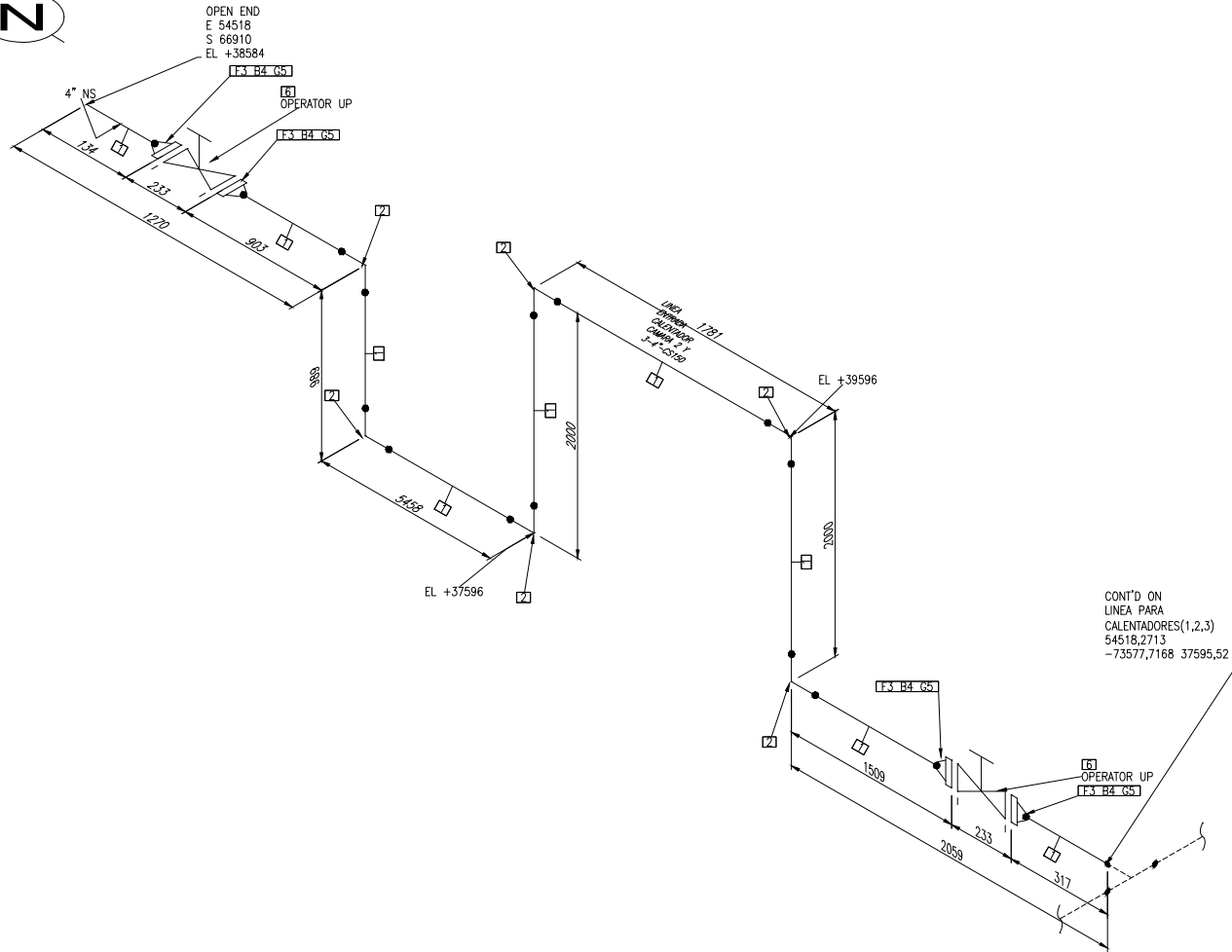


CONT'D ON
LINEA ENTRADA
CALENTADOR CAMARA
1-1
43218,2713
-70182,3648 39443,12



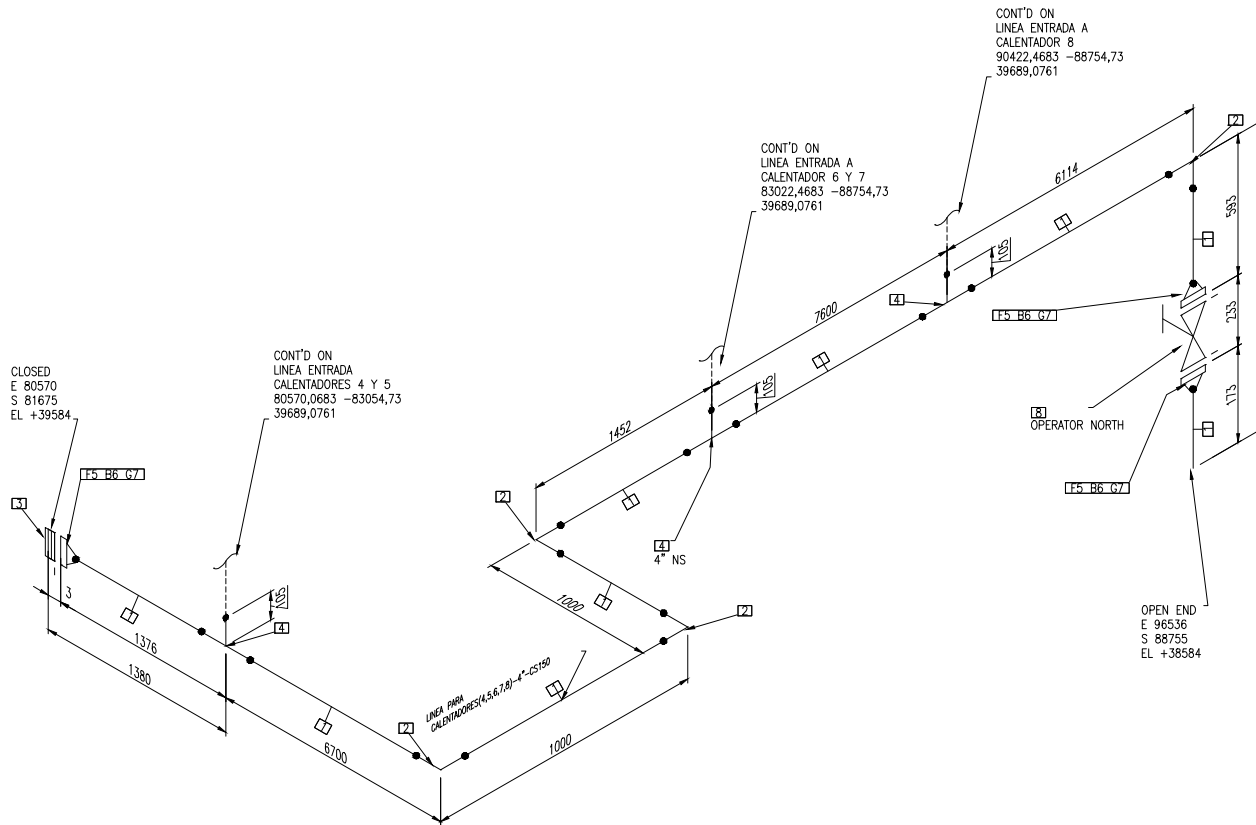
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	4.6M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1 style="text-align: center;">FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
ESCALA : 1:1		PLANO No : <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">53</div>	
CONTIENE: PLANTA BATCH LINEA ENTRADA AL CALENTADOR CAMARA 1		ISO-AC-35-2	
MATERIALES:			

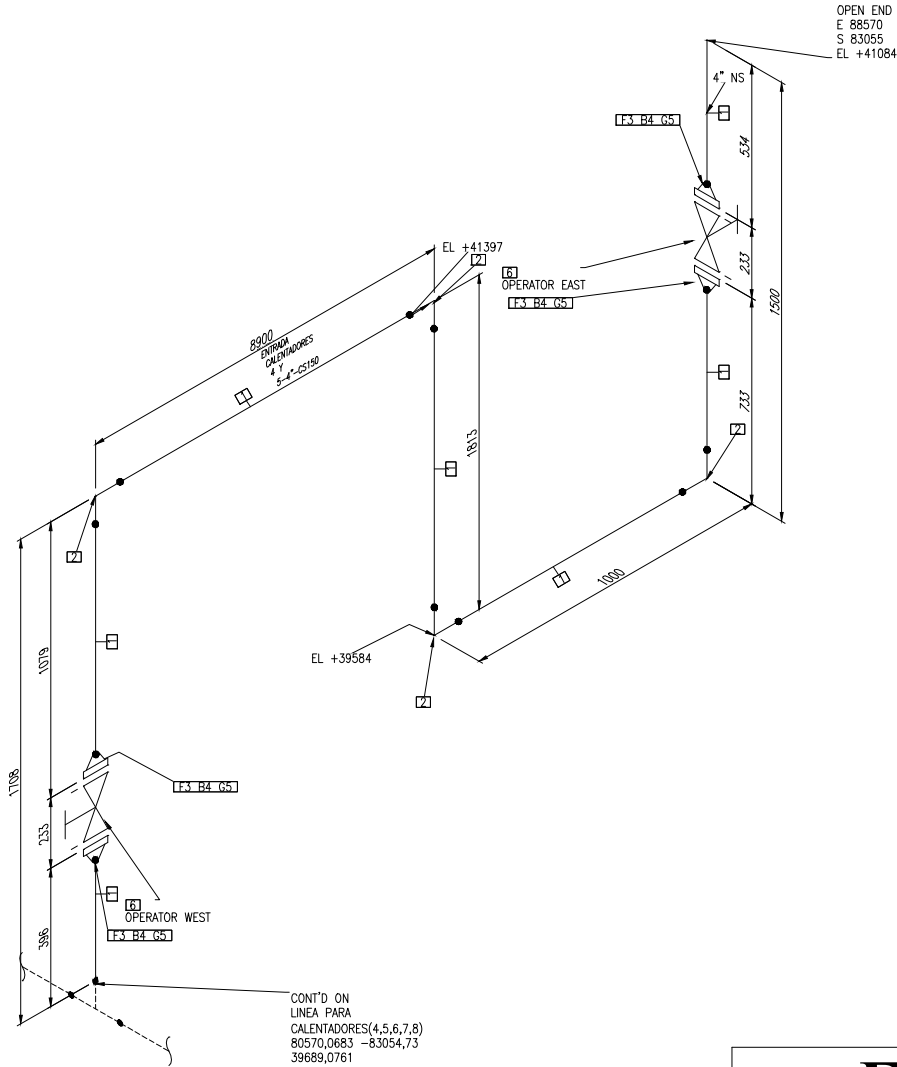


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	13M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	6	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	4	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	32	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	4	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	2	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">54</h1>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA BATCH LINEA ENTRADA A CALENTADORES CAMARA 2 Y3	
	1:1		
		ISO-AC-36	



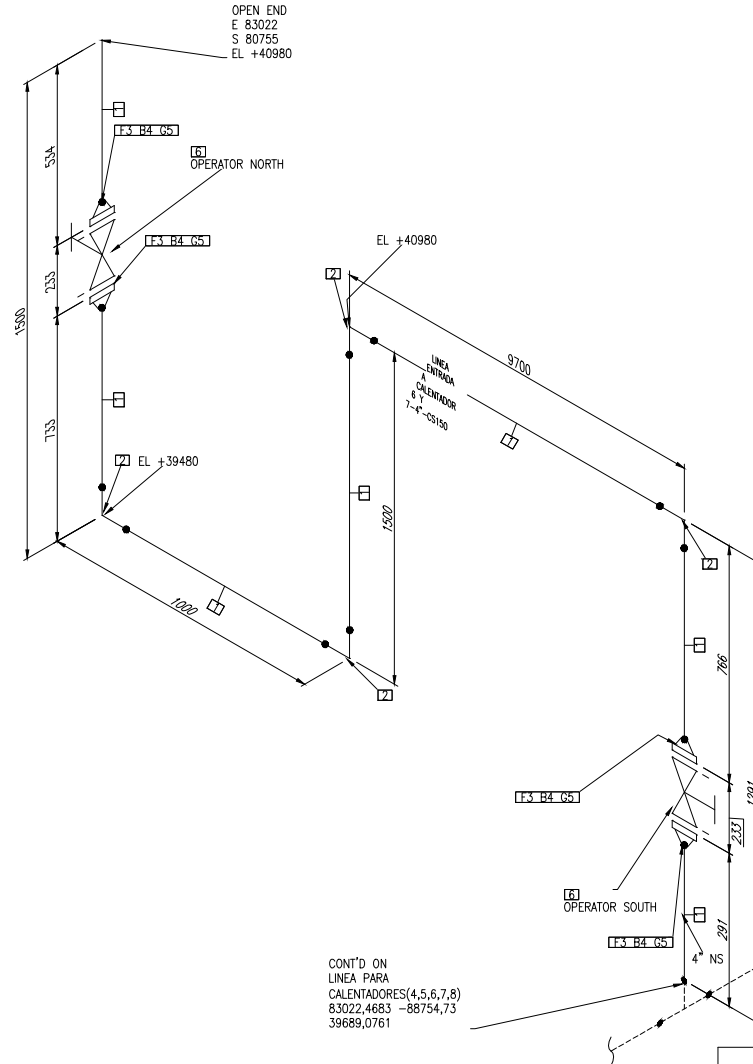
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">55</h1>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA BATCH LINEA PARA CALENTADORES(4,5,6,7,8)	
	1:1		
		ISO-AC-37	



CONT'D ON LINEA PARA CALENTADORES(4,5,6,7,8) 80570,0683 -83054,73 39689,0761

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	13M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	4	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	32	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	4	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	2	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013 J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">56</div>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA BATCH LINEA DE ENTRADA A CALENTADORES CAMARA 4 Y 5	
	1:1		
		ISO-AC-38	



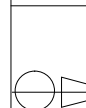
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	13M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	4	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	32	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	4	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	2	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE

PLANO No :



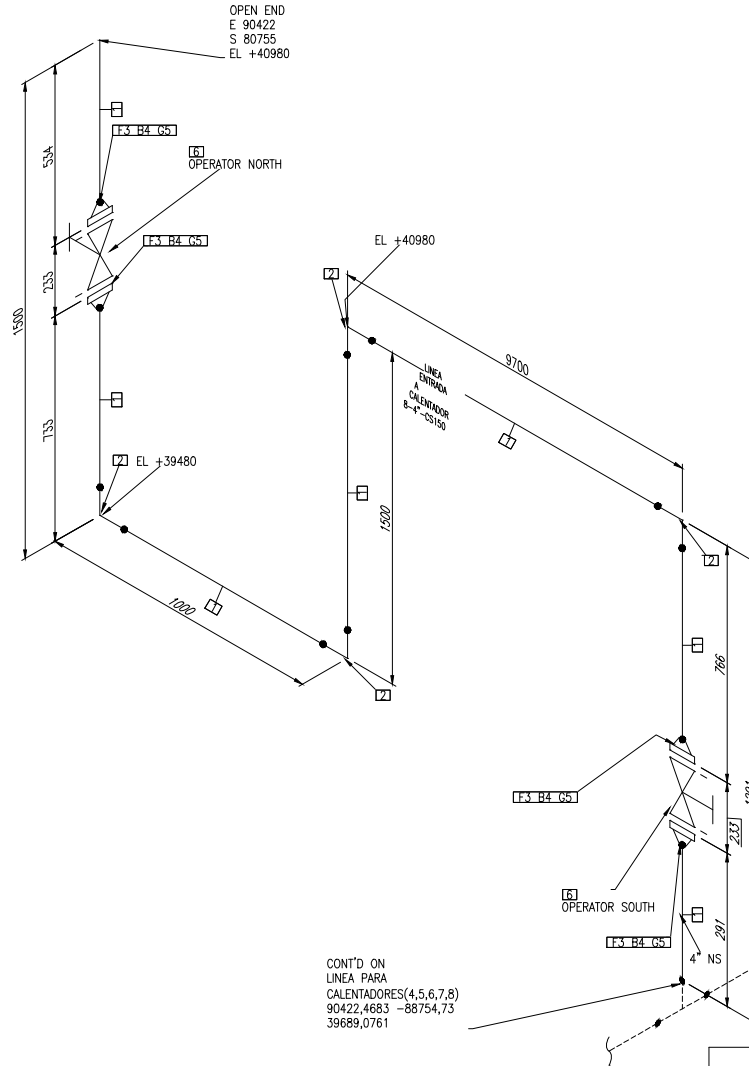
ESCALA :
1:1

CONTIENE:
PLANTA BATCH
LINEA DE ENTRADA AL CALENTADOR CAMARA
6 Y 7

MATERIALES:

57

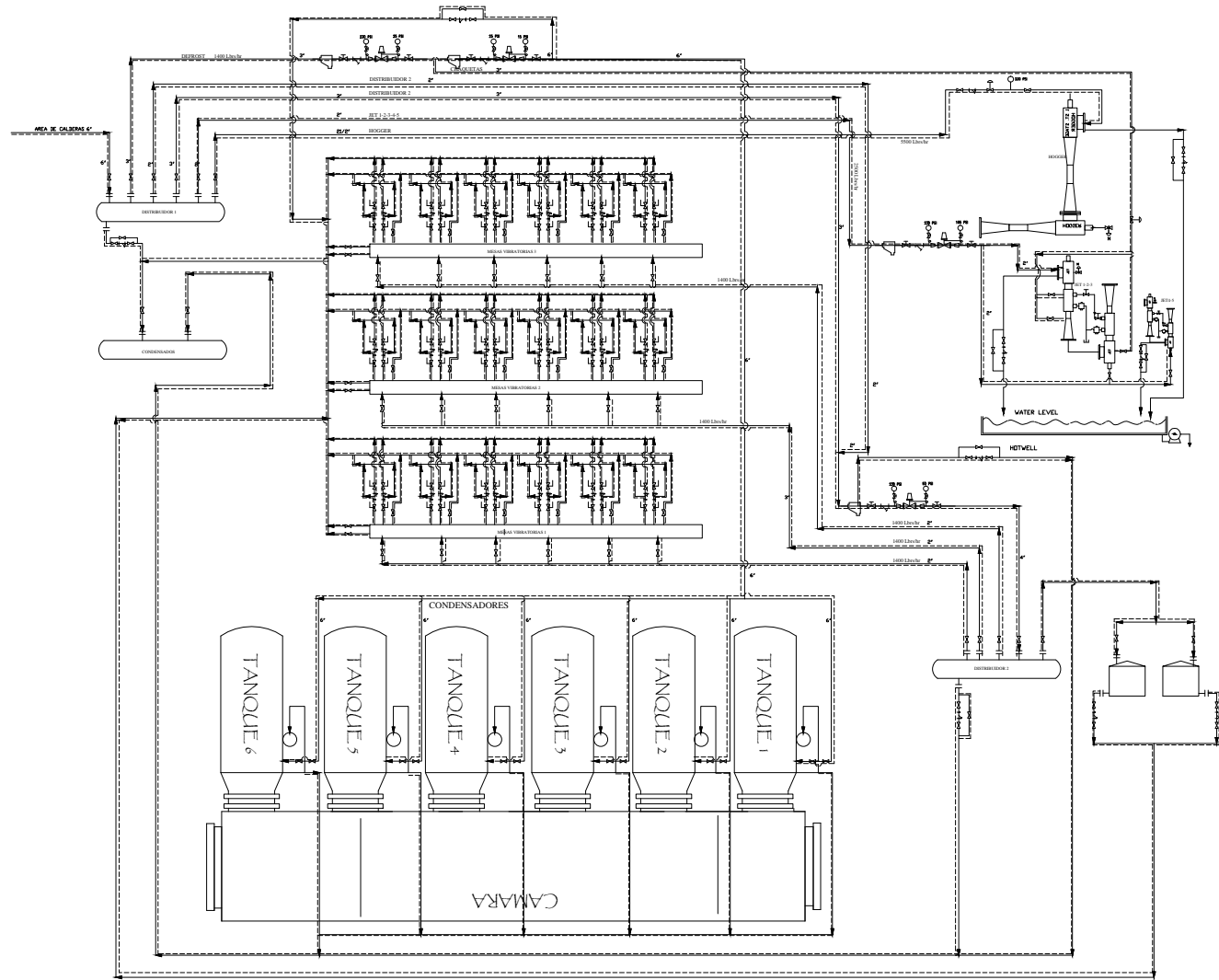
ISO-AC-39



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	13M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	4	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	32	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	4	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	2	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

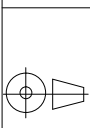
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">58</h1>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA BATCH LINEA DE ENTRADA A CALENTADORES CAMARA 8	
1:1		MATERIALES:	
		ISO-AC-40	

PLANTA CONTINUA



FIMCP-ESPOL

PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE



ESCALA :
SN

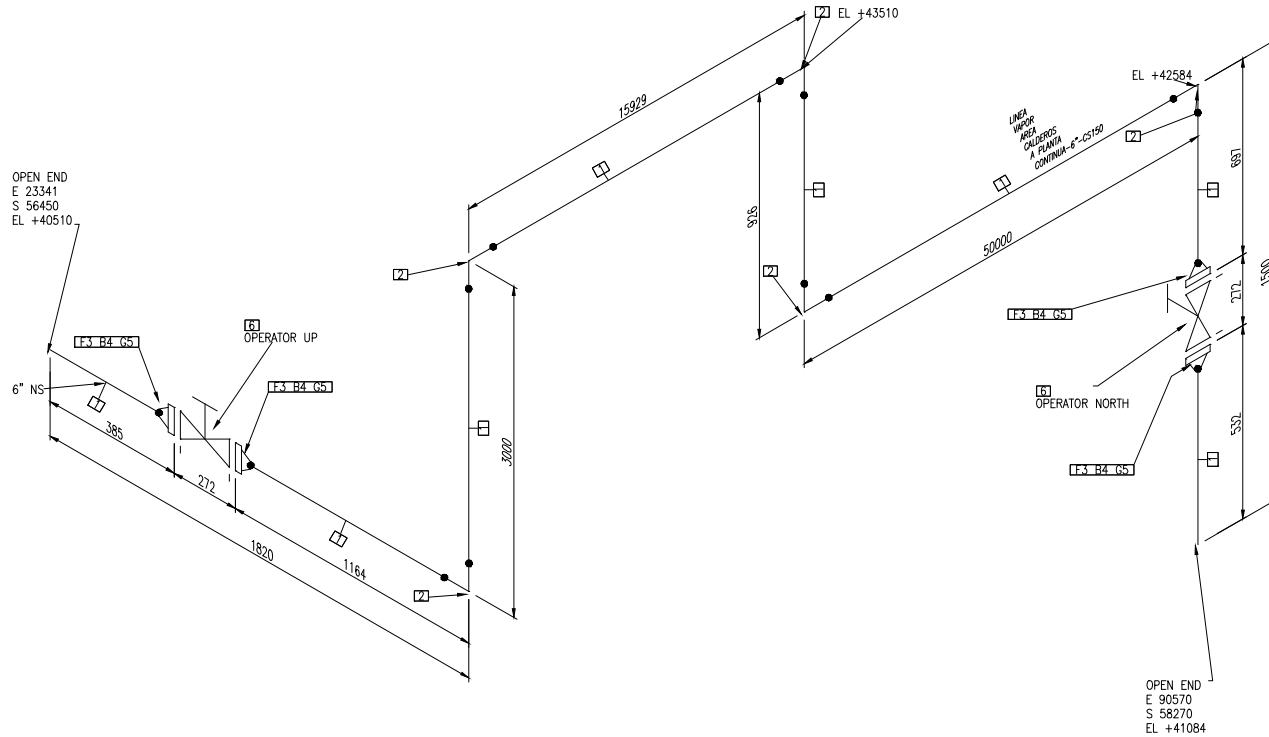
CONTIENE: P&D DE VAPOR PLANTA CONTINUA

MATERIALES:

FECHA:	01/12/2013	NOMBRE:	J. Bayas
Dibujó:			
Revisó:	01/12/2013		

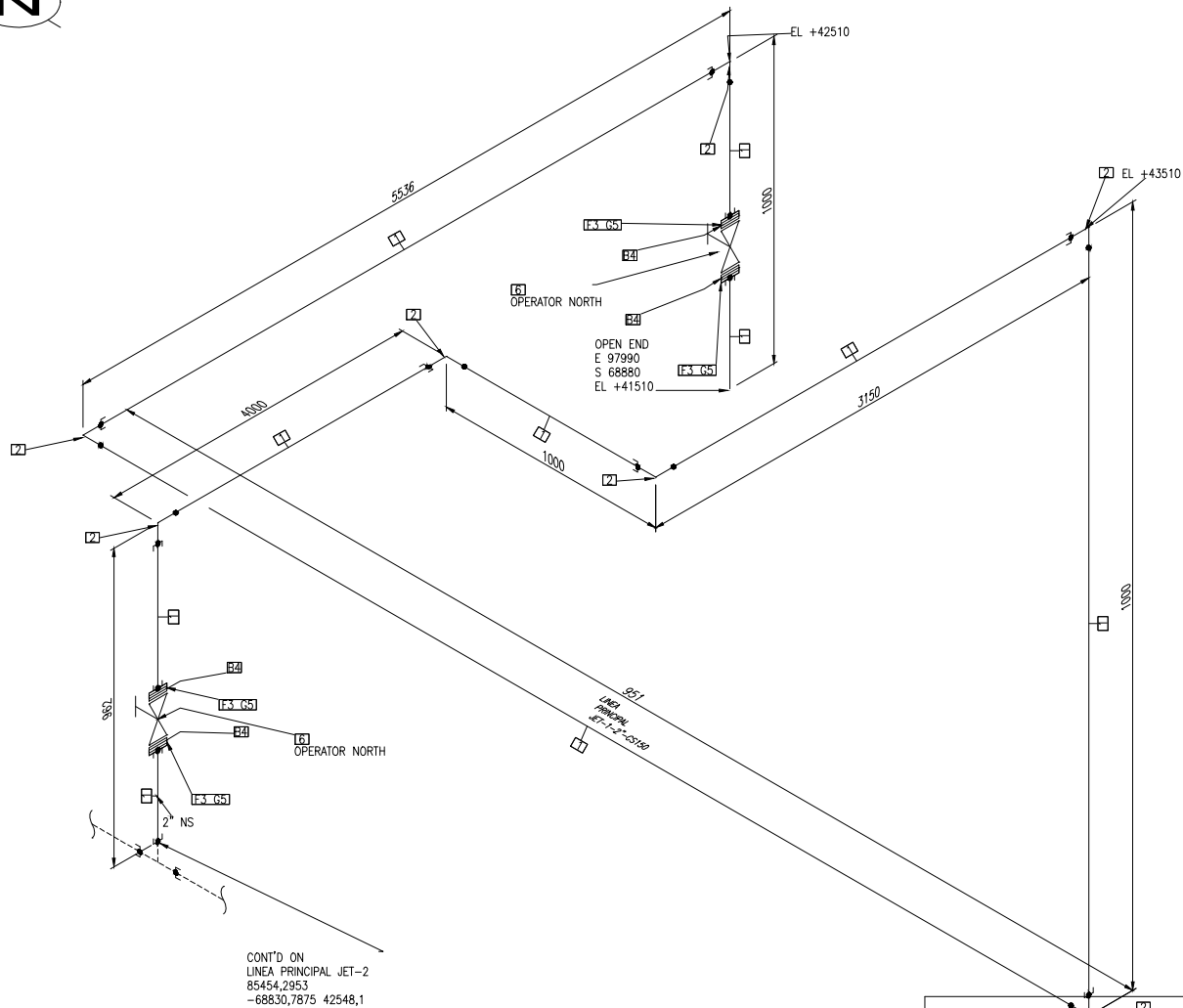
PLAND No :

59



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	70M	6"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	6"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	4	6"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	32	3/4"x102	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	4	6"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	2	6"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
		Reviso:	01/12/2013
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		PLANO No :	
	ESCALA : 1:1	60	
	CONTIENE: PLANTA CONTINUA LINEA DE VAPOR DE AREA CALDEROS AL DISTRIBUIDOR DE PLANTA CONTINUA		ISO-AC-41
MATERIALES:			



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	16.35M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	7	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	4	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	4	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	2	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL JET-2
85454,2953
-68830,7875 42548,1

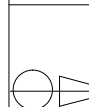
FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

PLANO No :

61



ESCALA :
1:1

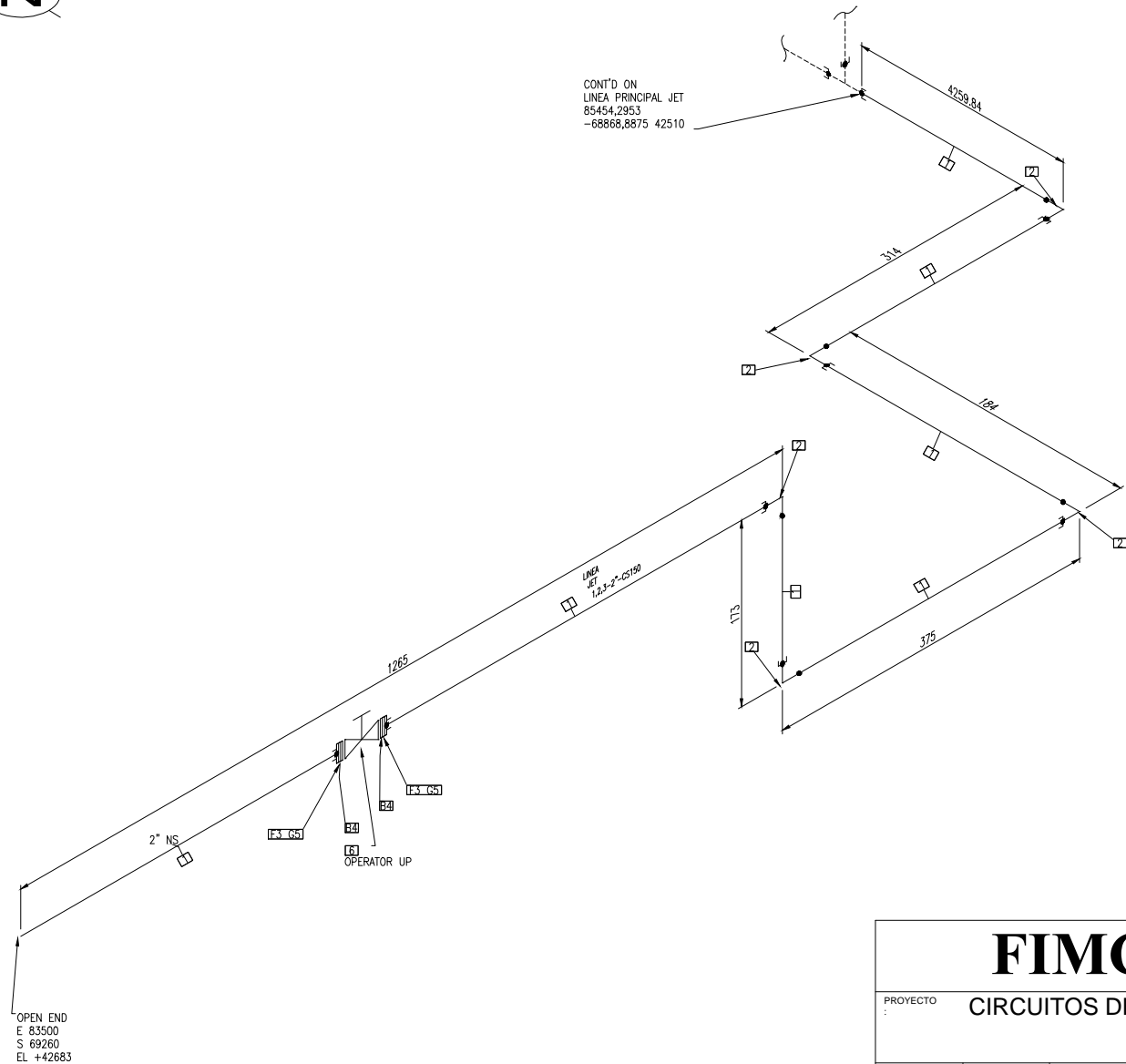
CONTIENE: **PLANTA CONTINUA
LINEA PRINCIPAL JET**

MATERIALES:

ISO-AC-42



CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL JET
85454,2953
-68868,8875 42510

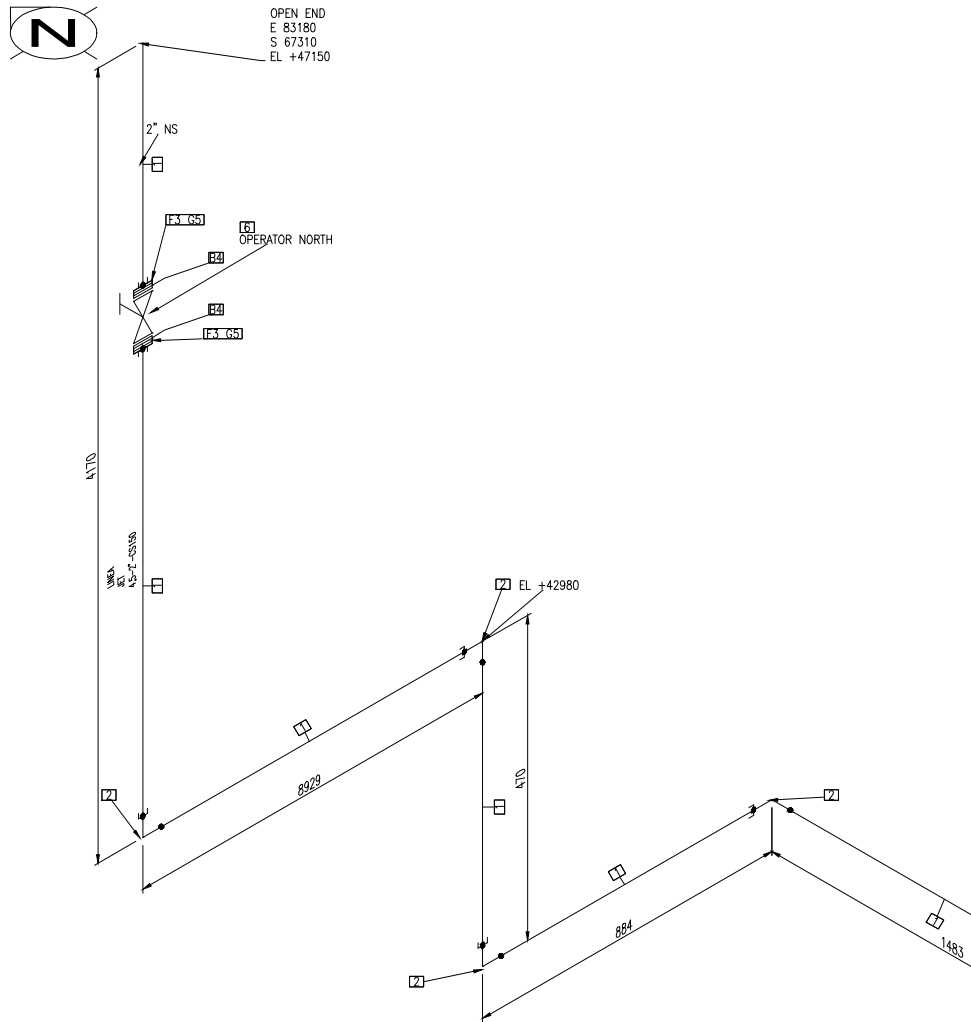


OPEN END
E 83500
S 69260
EL +42683

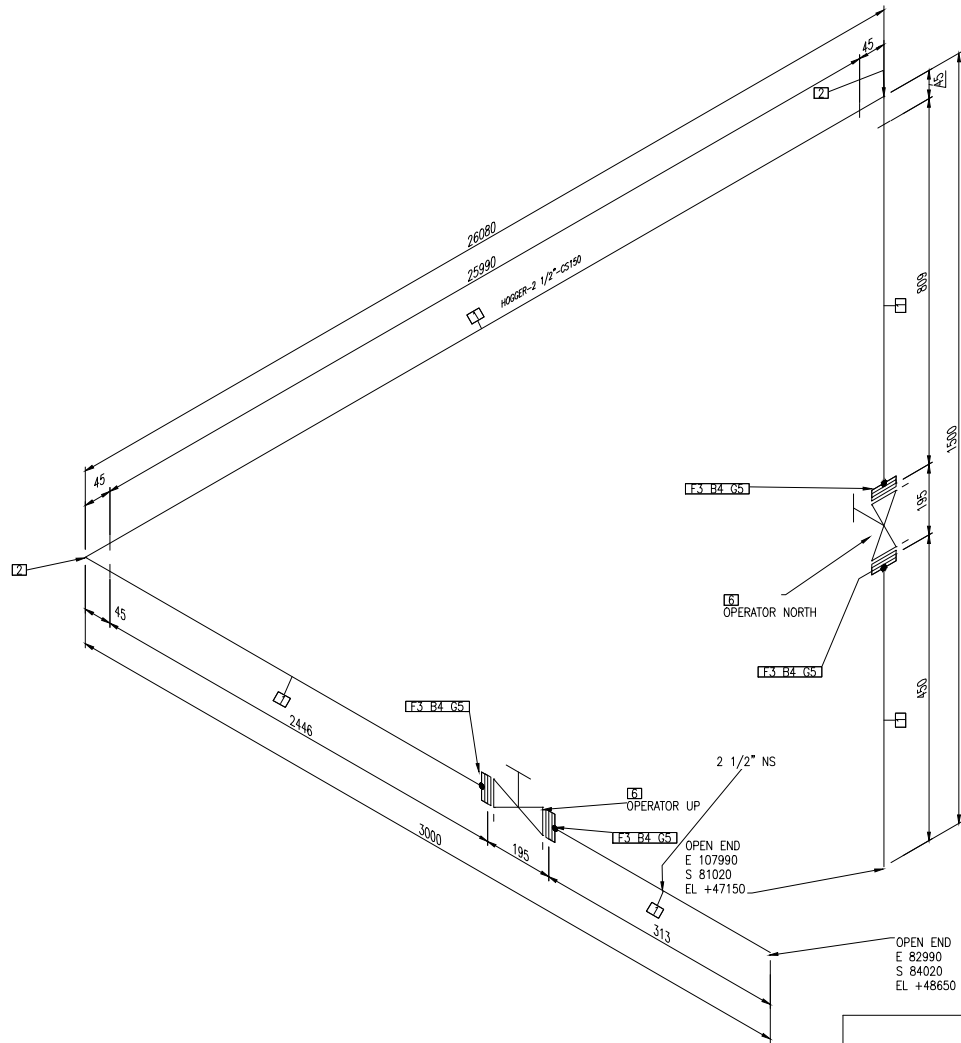
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	5.752M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	62	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA CONTINUA LINEA HACIA JET 1,2,3		ISO-AC-43	
MATERIALES:			

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	15.239M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

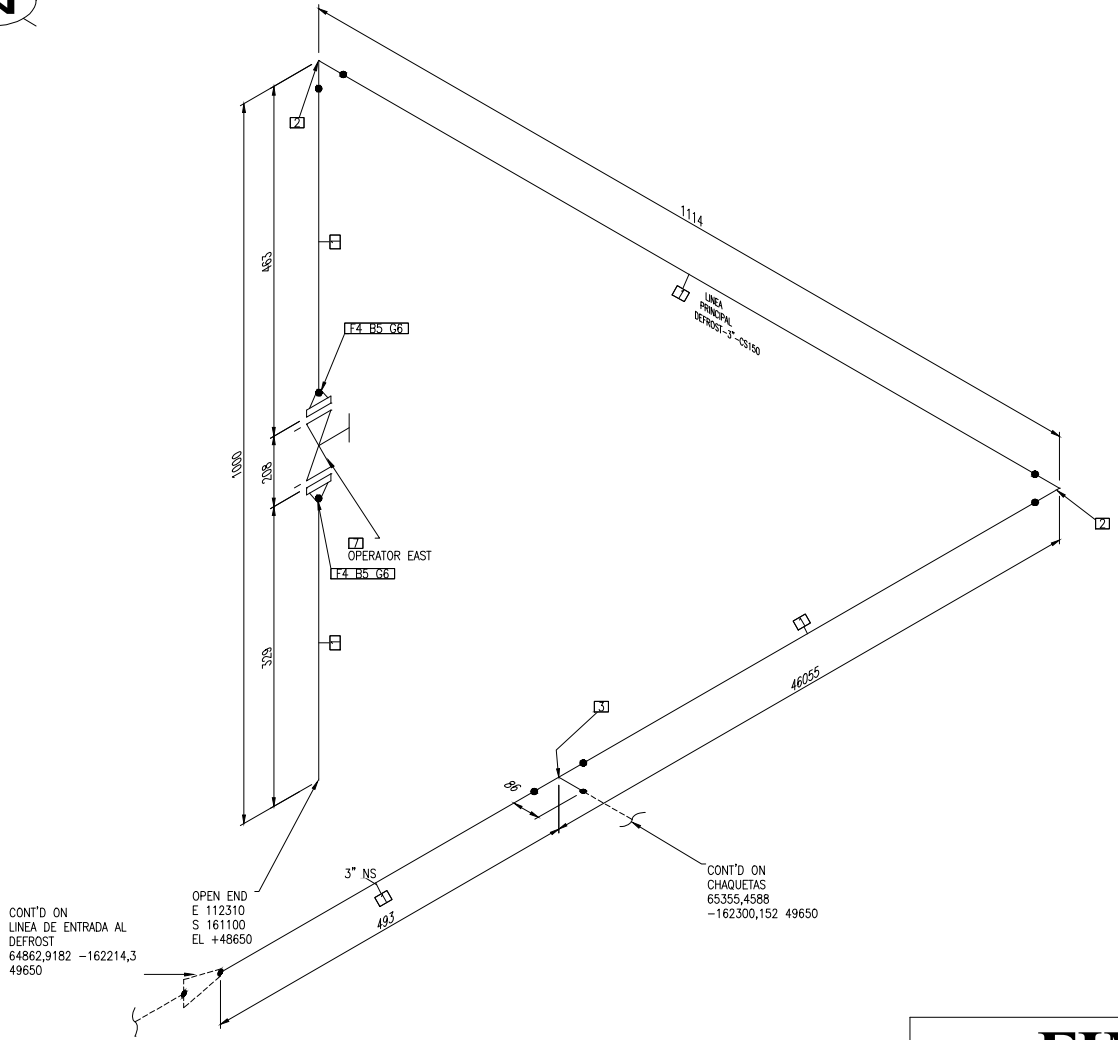


<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	<h1>63</h1>	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA CONTINUA LINEA HACIA JET 4,5		<h1>ISO-AC-49</h1>	
MATERIALES:			



BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	ND	DESCRIPTION		
1	29.0M	2 1/2"	PIPE, SEAMLESS, 40, PE, ASTM A106		
2	2	2 1/2"	ELBOW 90, 125 LB, FPT, ASME B16.4		
3	4	2 1/2"	FLANGE SO, 150 LB, RF, ASME B16.5		
4	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT		
5	4	2 1/2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE		
6	2	2 1/2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL		

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
<p>PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</p>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	<p>CONTIENE: PLANTA CONTINUA HOGGER</p>	
	<p>1:1</p>	<p>MATERIALES:</p>	
		<h1>64</h1>	
		<p>ISO-AC-45</p>	



CONT'D ON
LINEA DE ENTRADA AL
DEFROST
64862,9182 -162214,3
49650

OPEN END
E 112310
S 161100
EL +48650

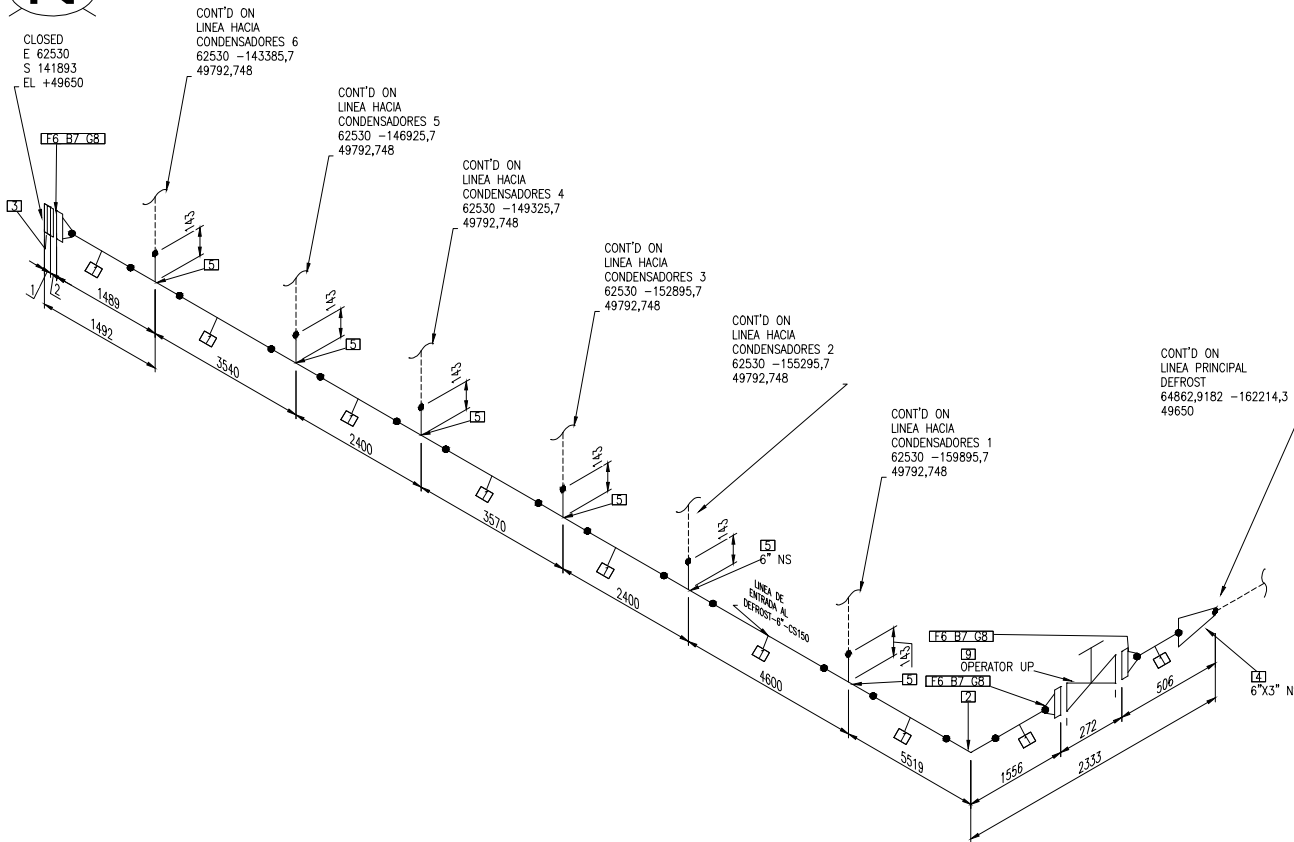
CONT'D ON
CHAQUETAS
65355,4588
-162300,152 49650

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	47.7M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	1	3"	TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
4	2	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	8	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
6	2	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
7	1	3"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
<p>PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</p>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
<p>ESCALA : 1:1</p>		<p>CONTIENE: PLANTA CONTINUA LINEA PRINCIPAL DEFROST</p>	
		<p>MATERIALES:</p>	
		<h1>65</h1>	
		<p>ISO-AC-46</p>	



CLOSED
E 62530
S 141893
EL +49650



BILL OF MATERIALS

ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	23.1M	6"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	6"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	1	6"	FLANGE BLIND, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	1	6"x3"	REDUCER (CONC), BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
5	6	6"	TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
6	3	6"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
7	24	3/4"x102	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
8	3	6"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
9	1	6"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	



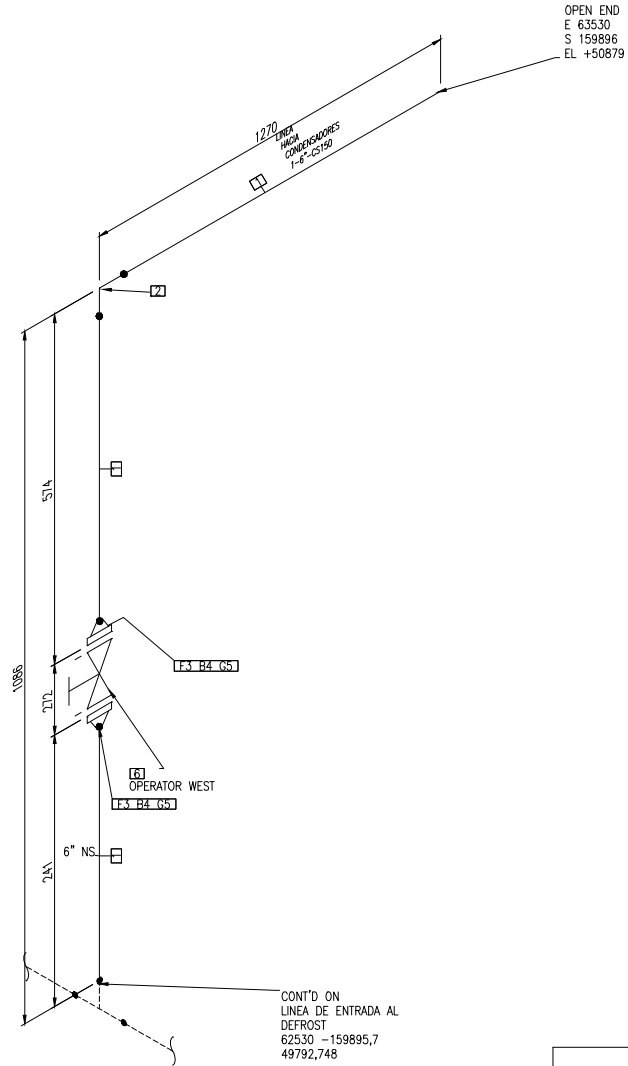
ESCALA :
1:1

CONTIENE:
**PLANTA CONTINUA
LINEA ENTRADA AL DEFROST**

MATERIALES:

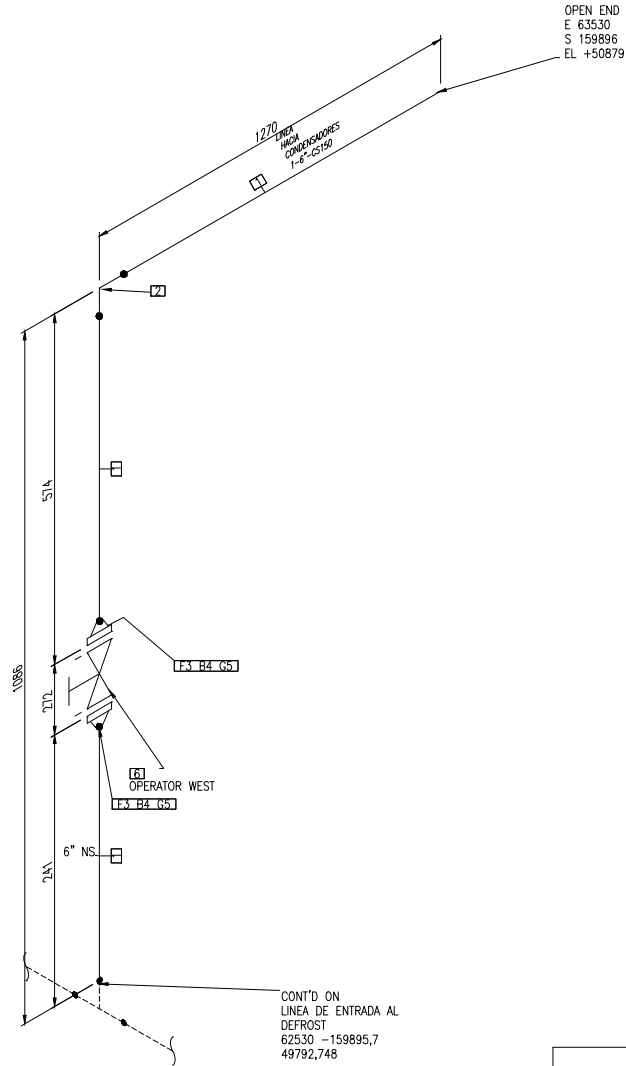
PLANO No : **66**

ISO-AC-47



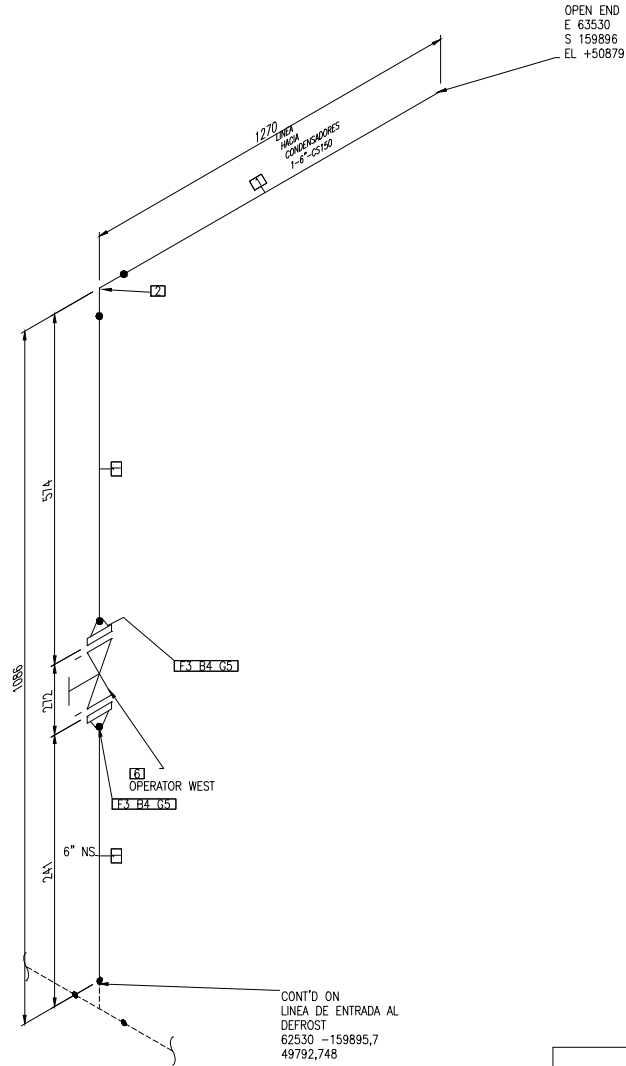
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1.47M	6"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	6"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	6"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	3/4"x102	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	6"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	6"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : 67	
	ESCALA :	1:1	
	CONTIENE:		
MATERIALES:		ISO-AC-48	



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1.47M	6"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	6"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	6"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	3/4"x102	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	6"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	6"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">68</div>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA CONTINUA LINEA HACIA CONDENSADORES 2	
	1:1		
		ISO-AC-49	



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1.47M	6"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	6"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	6"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	3/4"x102	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	6"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	6"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

PLANO No :

69

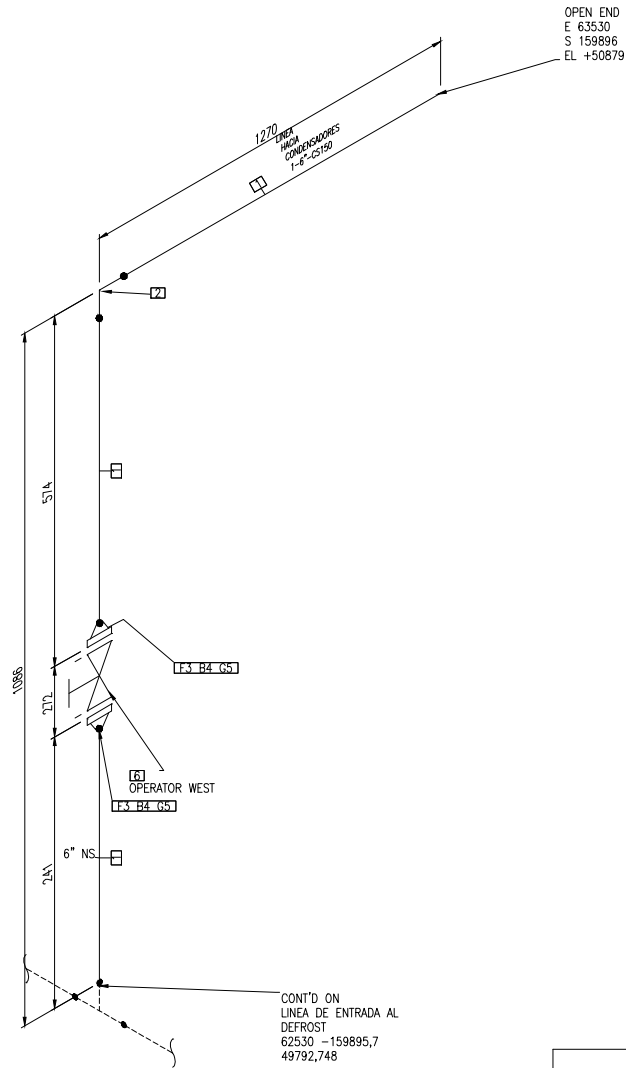


ESCALA :
1:1

CONTIENE:
PLANTA CONTINUA
LINEA HACIA CONDENSADORES 3

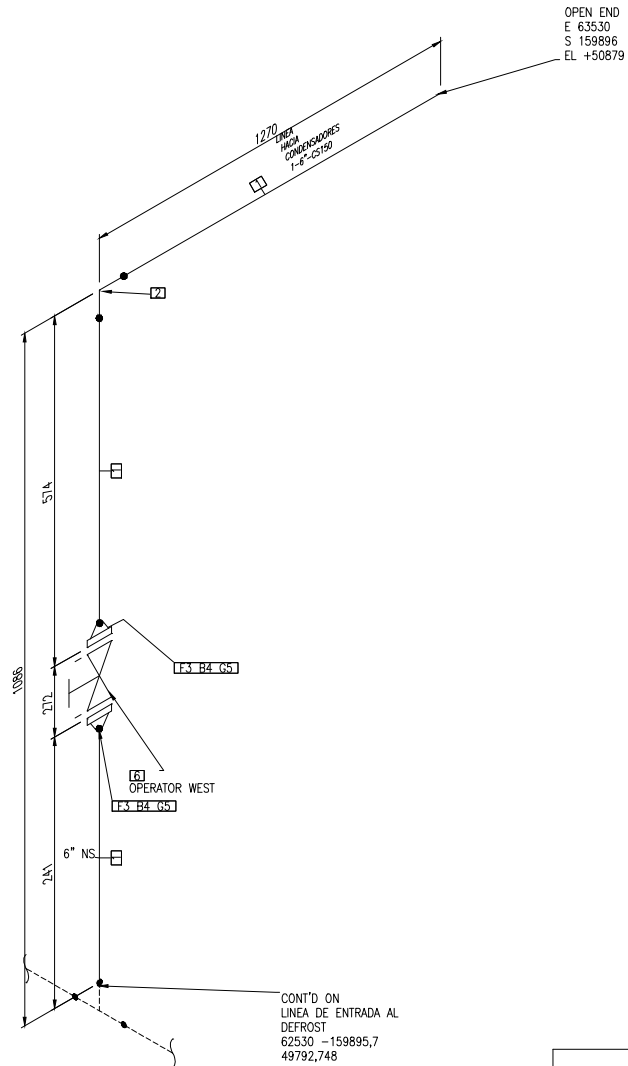
MATERIALES:

ISO-AC-50



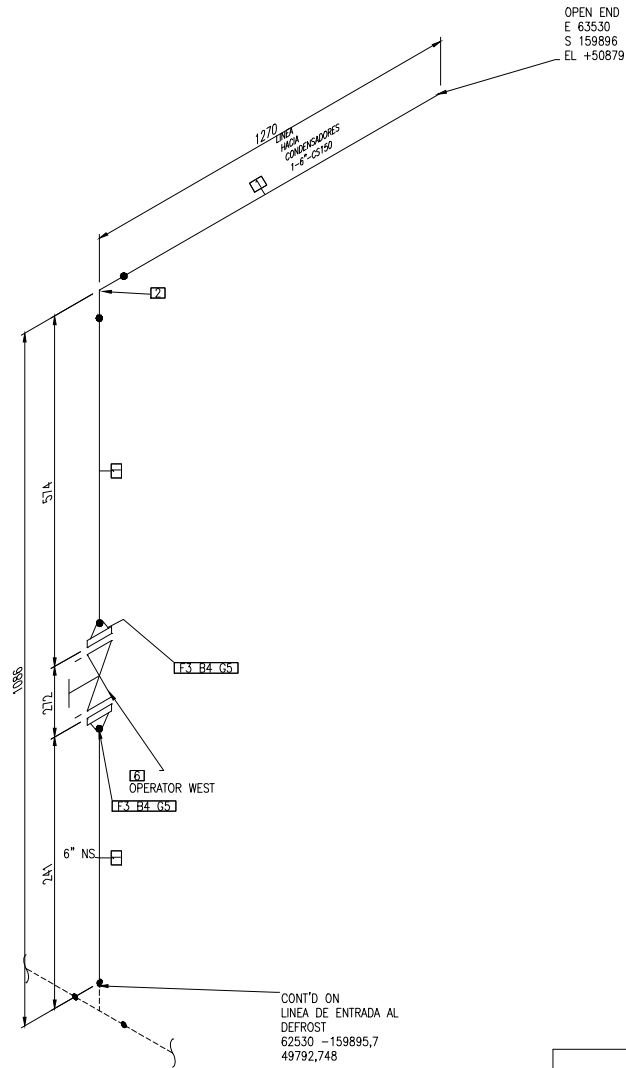
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1.47M	6"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	6"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	6"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	3/4"x102	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	6"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	6"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
	ESCALA :	<h1>70</h1>	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA CONTINUA LINEA HACIA CONDENSADORES 4		<h1>ISO-AC-51</h1>	
MATERIALES:			



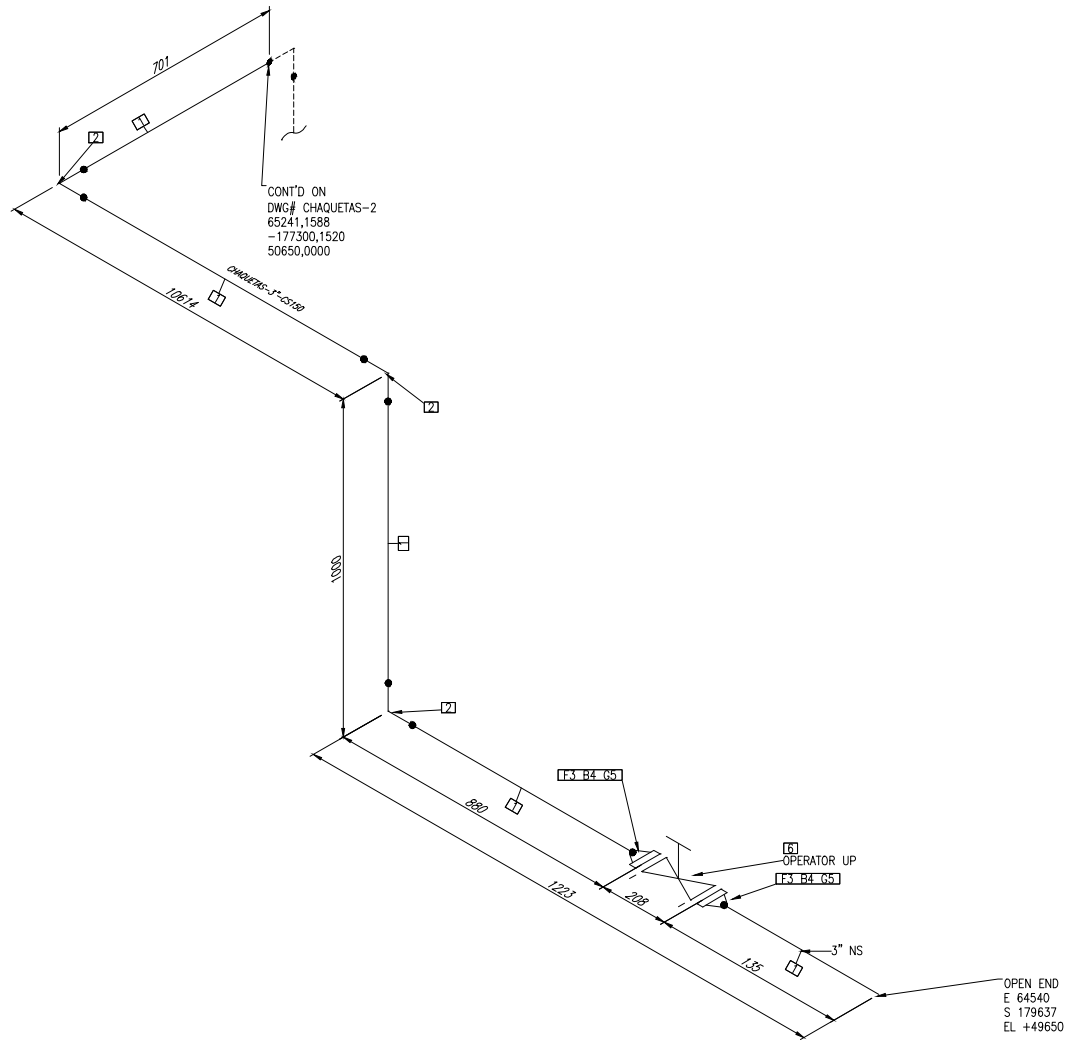
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1.47M	6"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	6"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	6"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	3/4"x102	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	6"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	6"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013 J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
	ESCALA :	<h1>71</h1>	
	1:1		
CONTIENE: PLANTA CONTINUA LINEA HACIA CONDENSADORES 5		<h2>ISO-AC-52</h2>	
MATERIALES:			



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1.47M	6"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	6"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	6"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	3/4"x102	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	6"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	6"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013 J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1>72</h1>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA CONTINUA LINEA HACIA CONDENSADORES 6	
	1:1	MATERIALES:	
		ISO-AC-53	



CONT'D ON
 DWG# CHAQUETAS-2
 65241,1588
 ~177300,1520
 50650,0000

OPEN END
 E 64540
 S 179637
 EL +49650

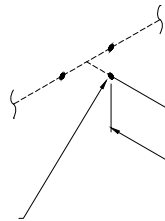
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	12.6M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	3	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	3"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	3"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1>73</h1>	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA CONTINUA CHAQUETAS	
	1:1		
		ISO-AC-54-1	

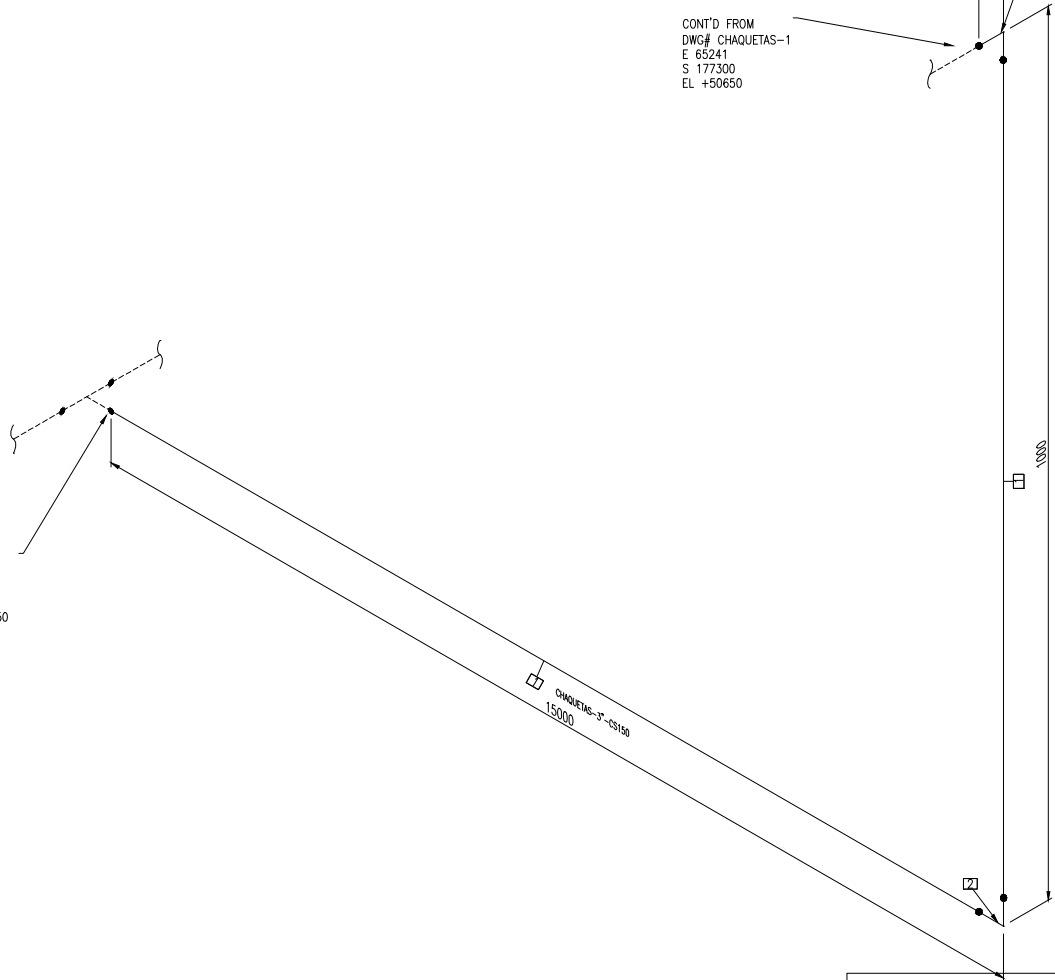


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	15.7M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	3"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40

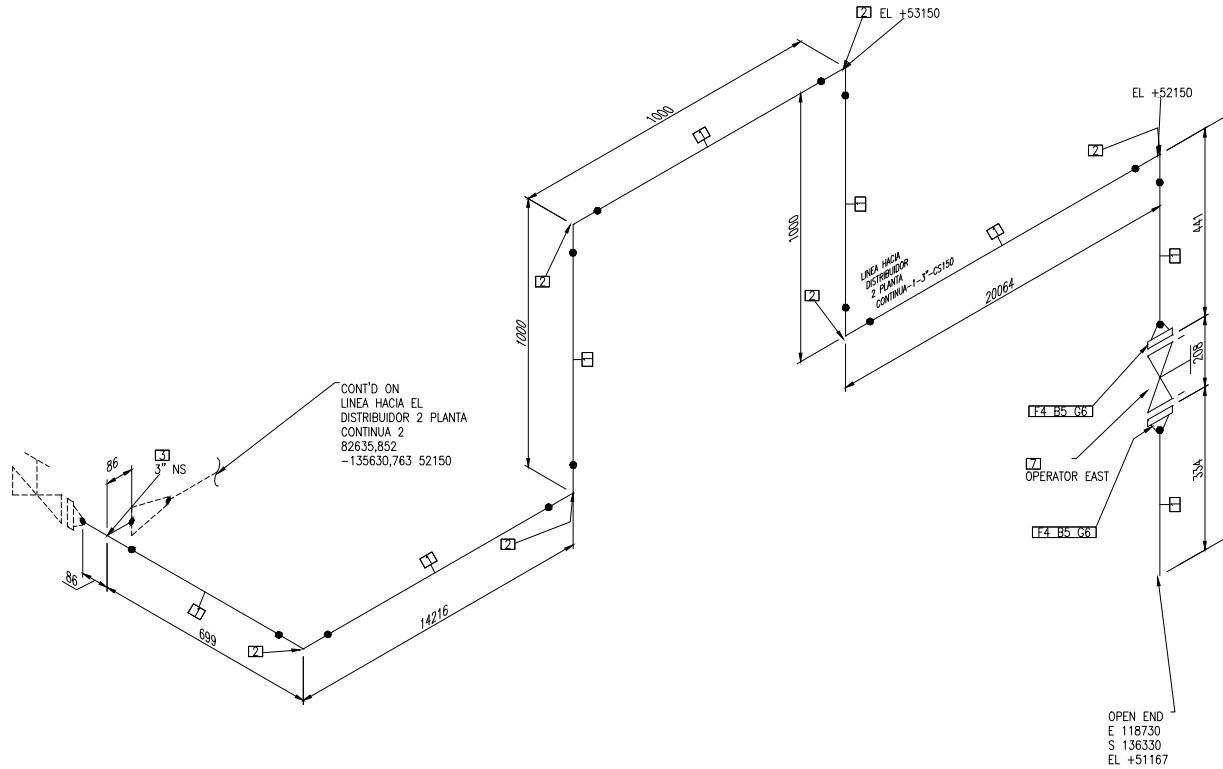
CONT'D FROM
DWC# CHAQUETAS-1
E 65241
S 177300
EL +50650



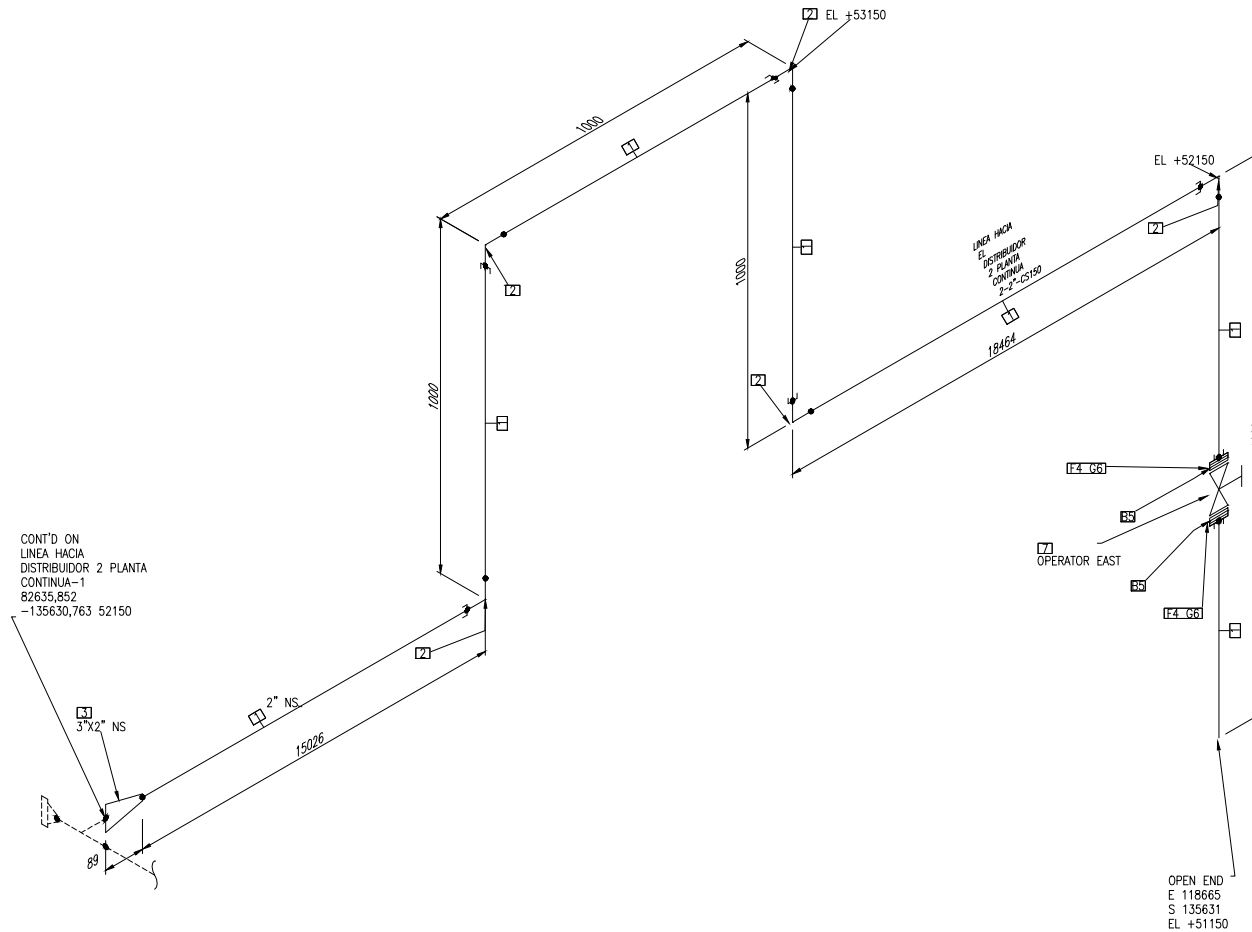
CONT'D ON
LINEA PRINCIPAL
DEFROST
65355.4588
-162300.152 49650



FIMCP-ESPOL		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
ESCALA : 1:1		PLANO No : 74	
CONTIENE: PLANTA CONTINUA CHAQUETAS		ISO-AC-54-2	
MATERIALES:			



<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013 J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
	ESCALA :	<h1>75</h1>	
	CONTIENE:		
MATERIALES:		ISO-AC-55	



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	36.65M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	3"x2"	REDUCER (CONC), BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
4	2	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	8	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
6	2	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
7	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

CONT'D ON
LINEA HACIA
DISTRIBUIDOR 2 PLANTA
CONTINUA-1
82635,852
-135630,763 52150

OPEN END
E 118665
S 135631
EL +51150

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**



ESCALA :
1:1

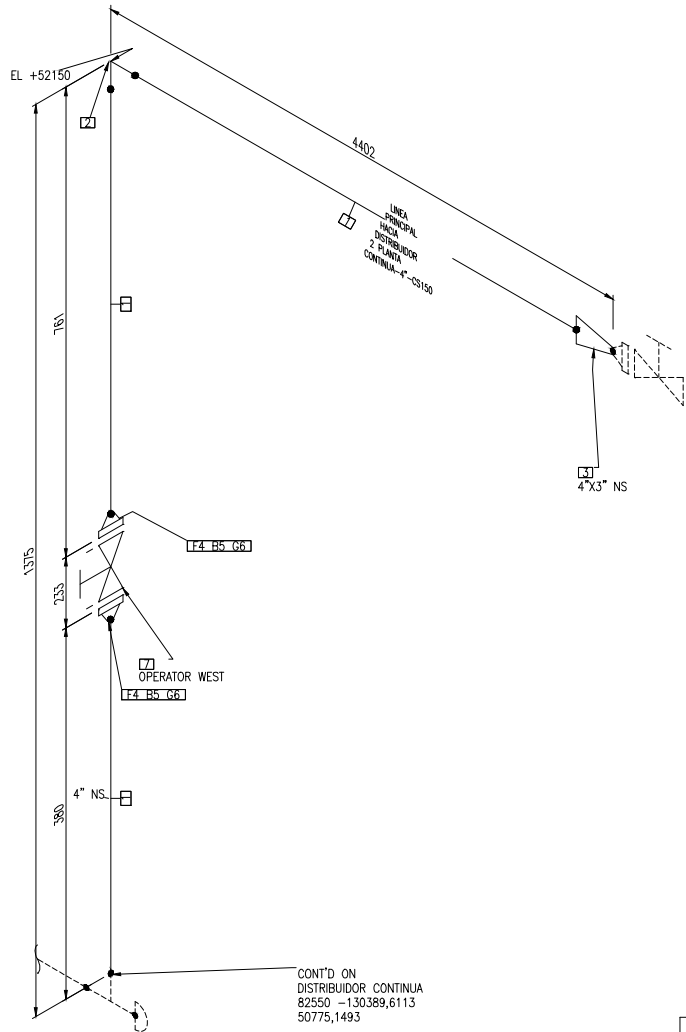
CONTIENE:
**PLANTA CONTINUA
LINEA HACIA DISTRIBUIDOR 2 PLANTA CONTINUA
2**

MATERIALES:

FECHA:	01/12/2013	NOMBRE:	J. Bayas
Dibujo:	01/12/2013	Reviso:	01/12/2013

PLANO No :
76

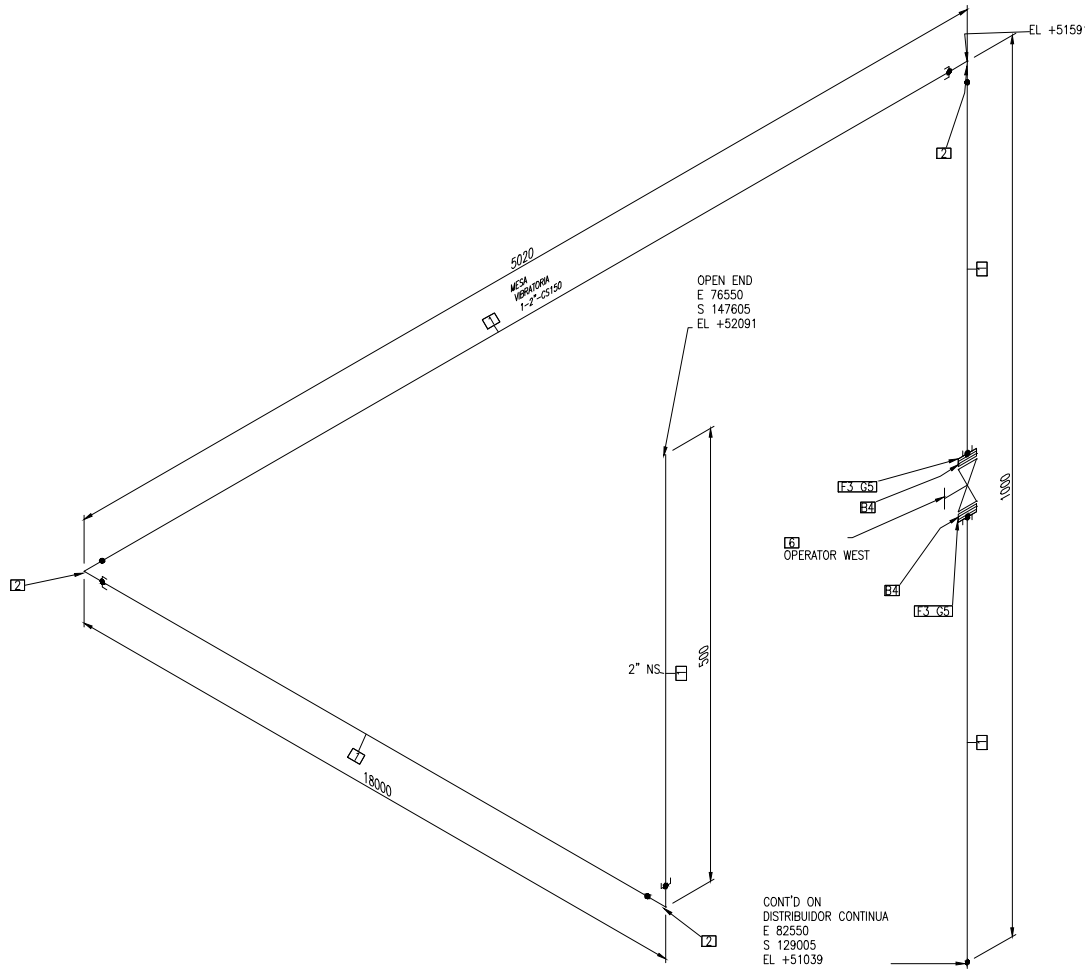
ISO-AC-56



CONT'D ON
DISTRIBUIDOR CONTINUA
82550 -130389,6113
50775,1493

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	5M	4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	4"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	1	4"x3"	REDUCER (CONC), BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
4	2	4"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	16	5/8"x89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
6	2	4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
7	1	4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : 77	
	ESCALA :	CONTIENE: PLANTA CONTINUA LINEA PRINCIPAL HACIA EL DISTRIBUIDOR 2 PLANTA CONTINUA	
	1:1	MATERIALES:	
		ISO-AC-57	



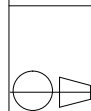
BILL OF MATERIALS					
ID	QTY	ND	DESCRIPTION		
1	24.02	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40		
2	3	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105		
3	2	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB		
4	8	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT		
5	2	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE		
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL		

FIMCP-ESPOL

FECHA:	01/12/2013	NOMBRE:	J. Bayas
Dibujo:	01/12/2013	Reviso:	01/12/2013

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**

PLANO No :



ESCALA :
1:1

CONTIENE: **PLANTA CONTINUA
MESA VIBRATORIA 1**

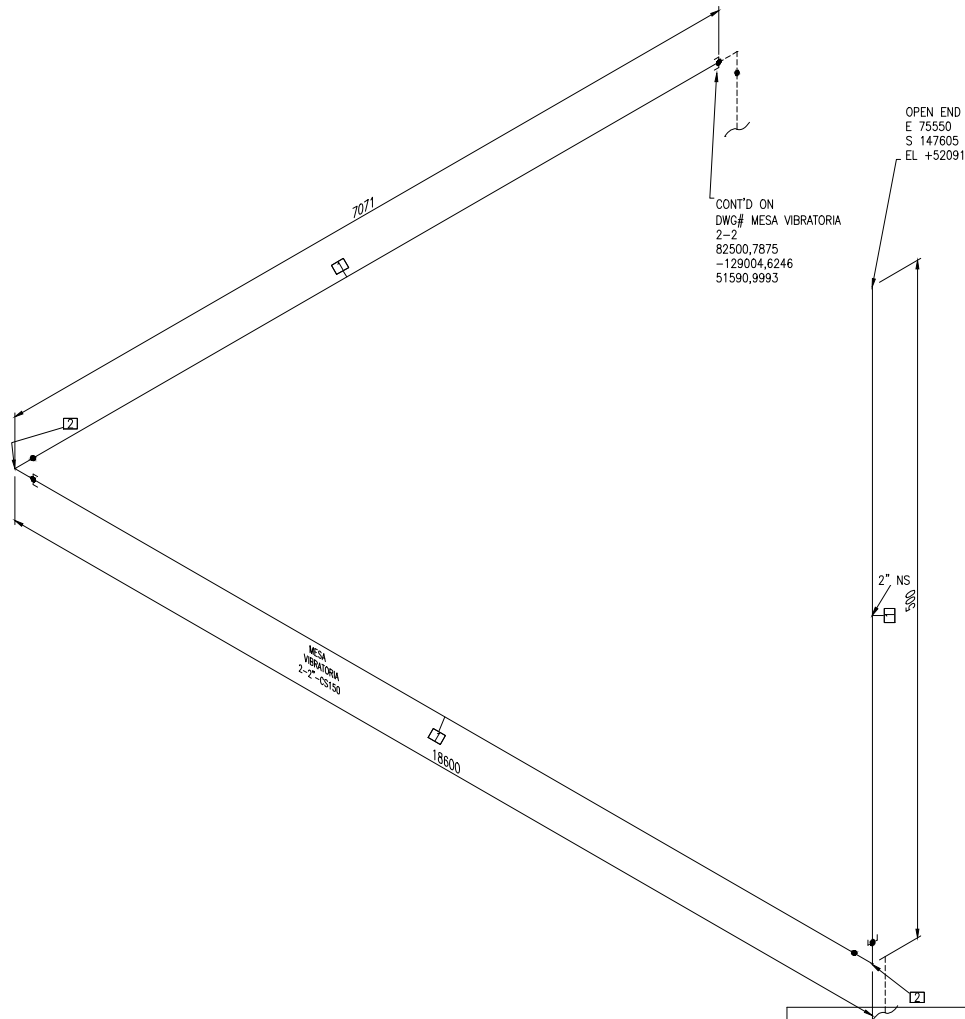
MATERIALES:

78

ISO-AC-58



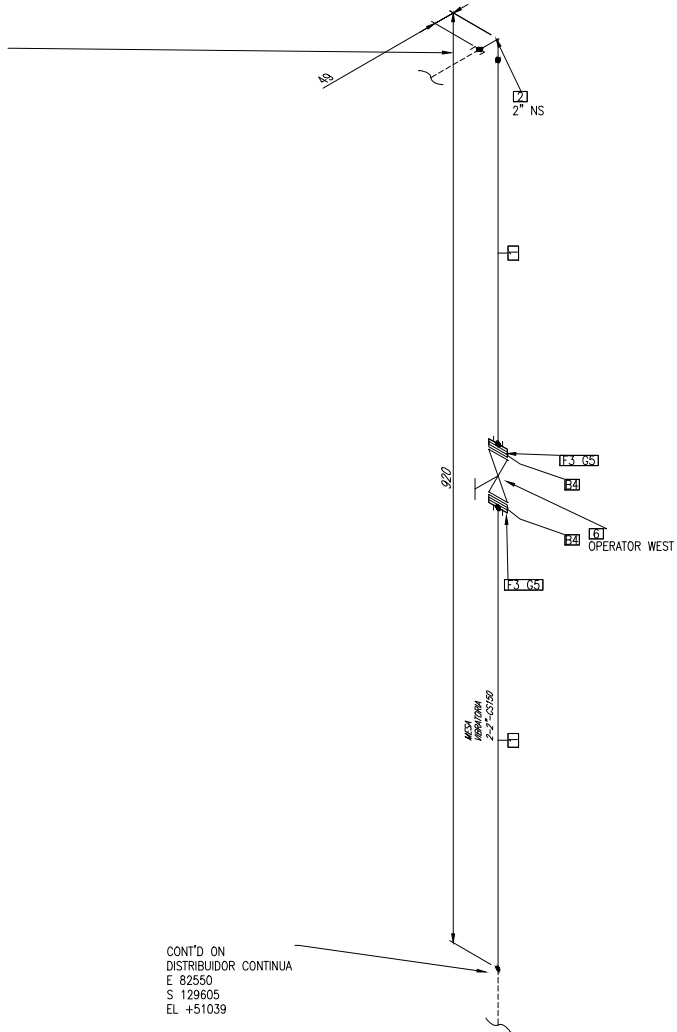
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	26M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105



FIMCP-ESPOL		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013 J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
	ESCALA : 1:1	CONTIENE:	PLANTA CONTINUA MESA VIBRATORIA 2
	MATERIALES:	PLANO No : 79 ISO-AC-59-1	



CONT'D FROM
 DWG# MESA VIBRATORIA
 2-1
 E 82501
 S 129005
 EL +51591



CONT'D ON
 DISTRIBUIDOR CONTINUA
 E 82550
 S 129605
 EL +51039

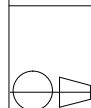
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	0.72M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**

PLANO No :



ESCALA :
1:1

CONTIENE: **PLANTA CONTINUA
 MESA VIBRATORIA 2**

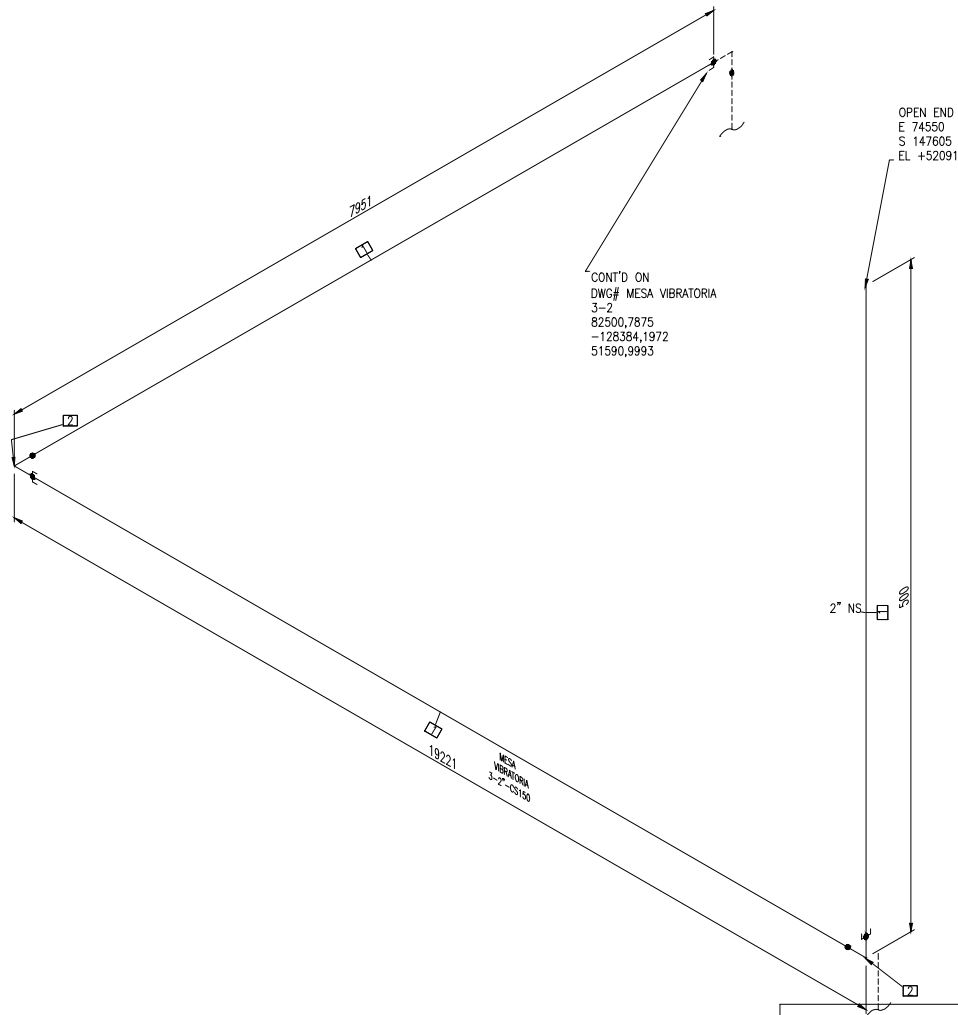
MATERIALES:

80

ISO-AC-59-2



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	27.5M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105



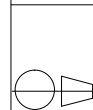
FIMCP-ESPOL

PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

PLANO No :

81



ESCALA :
1:1

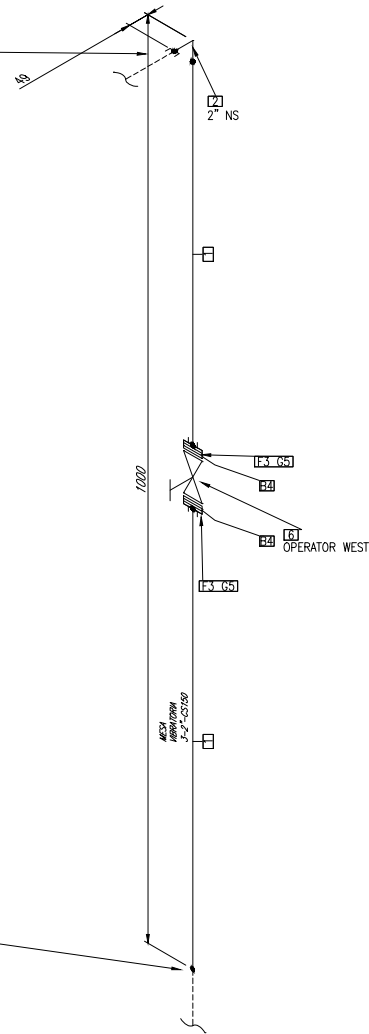
CONTIENE: PLANTA CONTINUA
MESA VIBRATORIA 3

MATERIALES:

ISO-AC-60-1



CONT'D FROM
 DWG# MESA VIBRATORIA
 3-1
 E 82501
 S 128384
 EL +51591

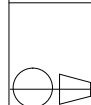


CONT'D ON
 DISTRIBUIDOR CONTINUA
 E 82550
 S 129605
 EL +51039

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	0.8M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	2"	STREET ELL, 3000 LB, PEXSW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**



ESCALA :
1:1

CONTIENE: **PLANTA CONTINUA
MESA VIBRATORIA 3**

MATERIALES:

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

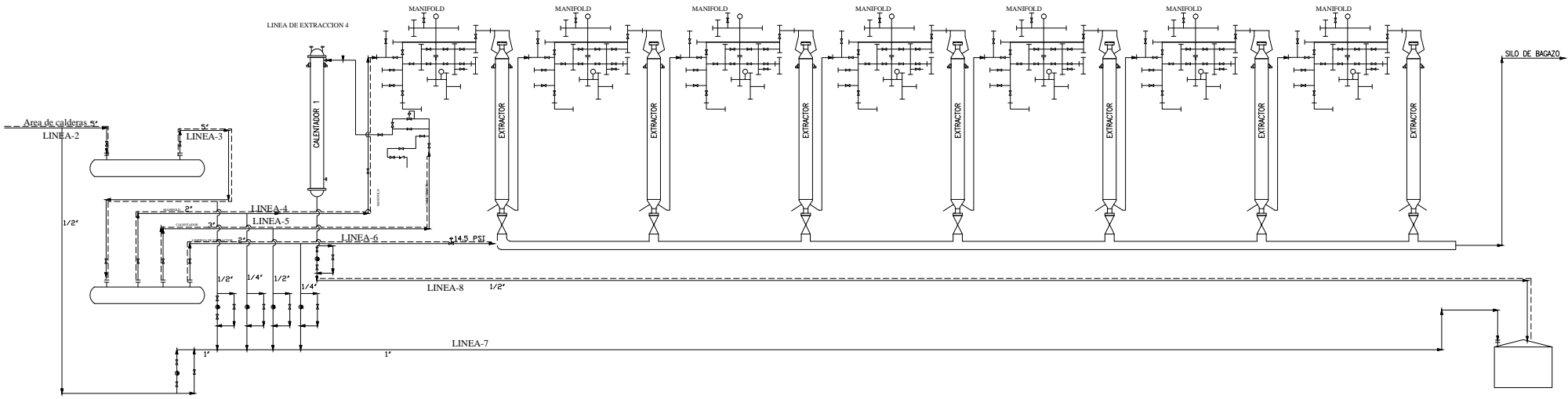
PLANO No :

82

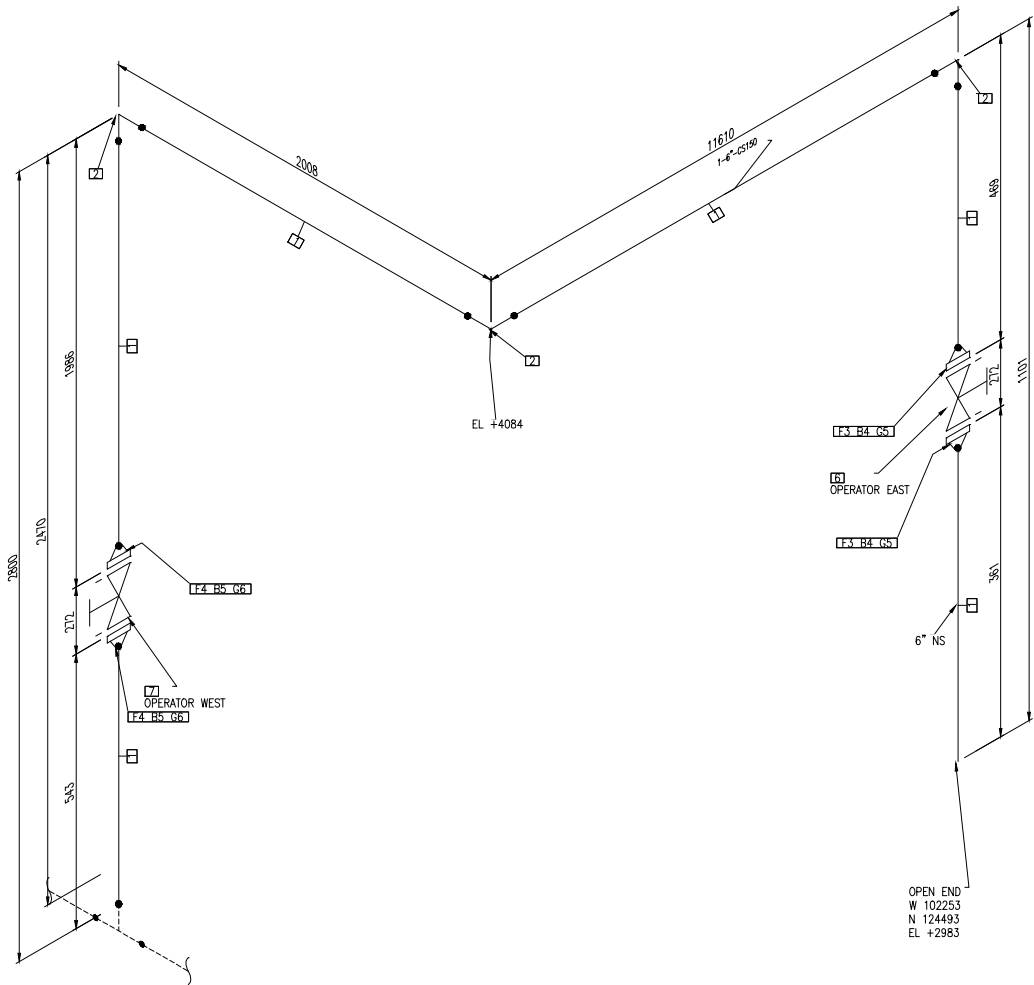
ISO-AC-60-2

PLANTA SOLUBLE

LINEA DE EXTRACCION 4



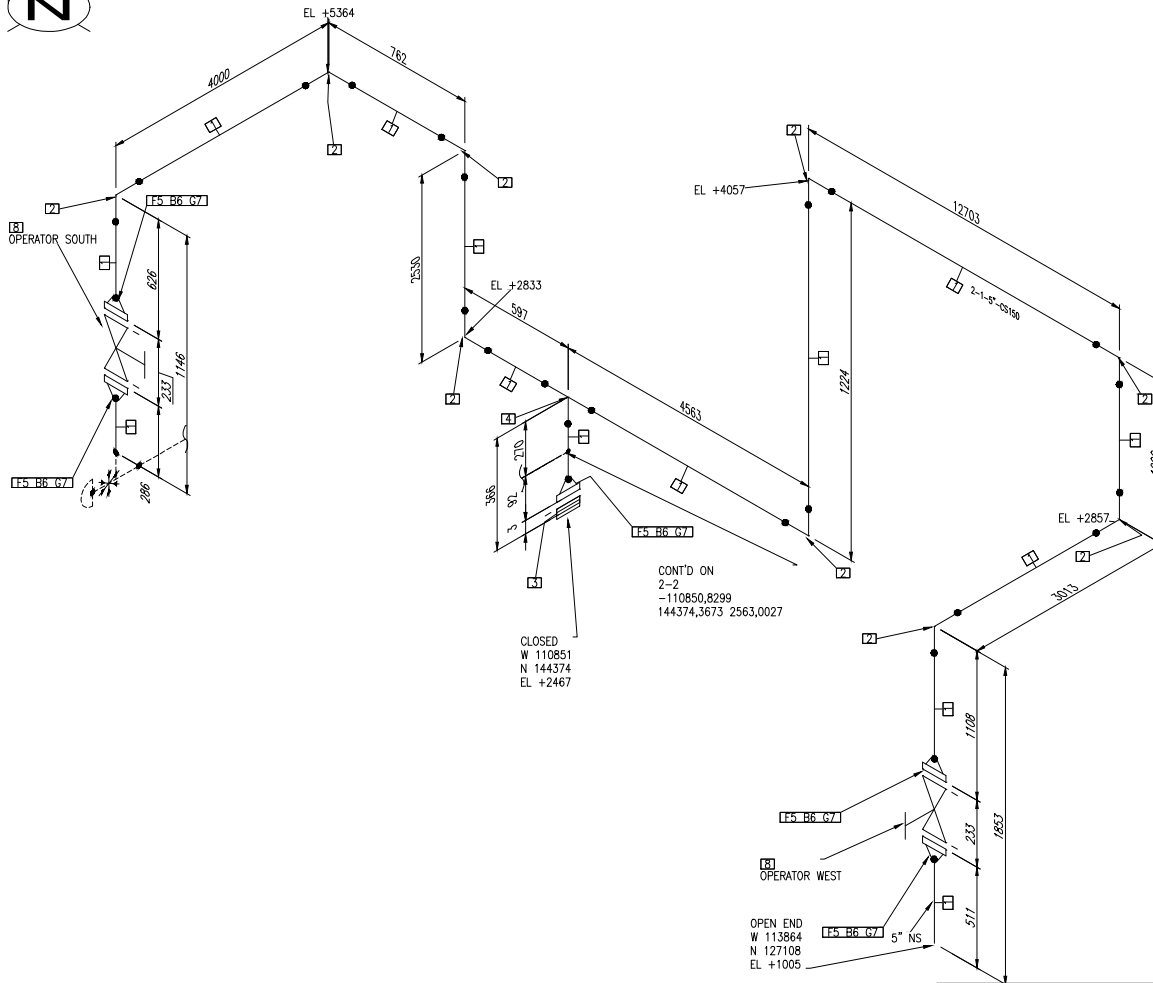
PROYECTO	FECHA	ESTADO	ESCALA
FIMCP-ESPOL	13/05/2010	3. Nueva	1:1
CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE			
CONTIENE: P&ID DE VAPOR, NUEVA LINEA DE EXTRACCION			
OPERA	INSTRUMENTAL	83	
SN			



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	15.0M	6"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	3	6"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	4	6"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	32	3/4"x102	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	4	6"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	2	6"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
<p>PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</p>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">84</h1>	
	ESCALA : SN	CONTIENE: ISOMETRICO LINEA 1	
		MATERIALES:	
		ISO-1	

OPEN END
W 102253
N 124493
EL +2983



CONT'D ON
2-2
-110850,8299
144374,3673 2563,0027

CLOSED
W 110851
N 144374
EL +2467

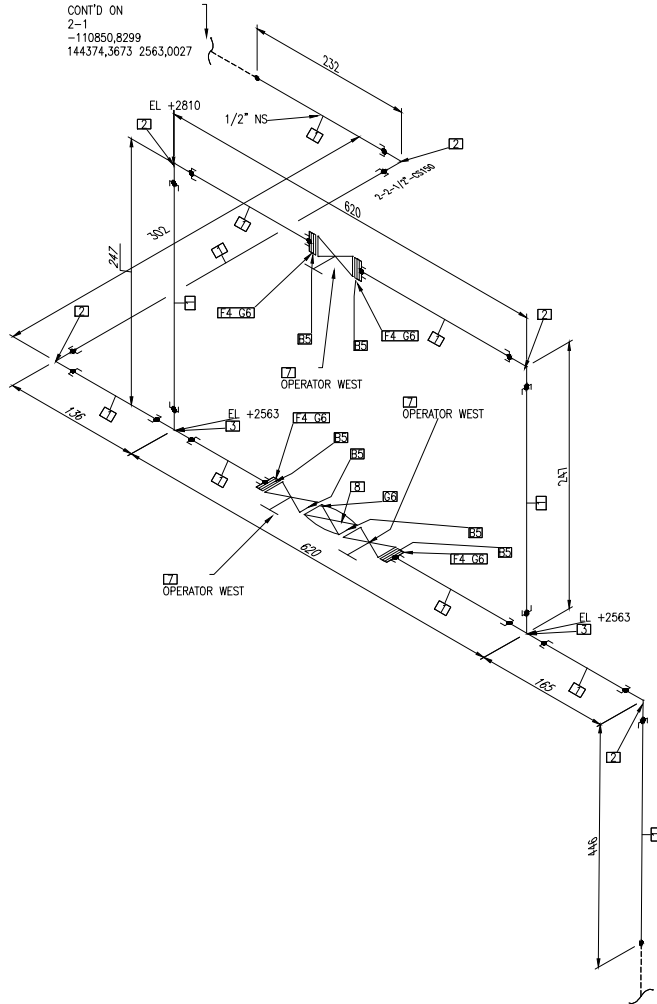
OPEN END
W 113864
N 127108
EL +1005

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	30.1M	5"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	9	5"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	1	5"	FLANGE BLIND, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	1	5"	TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
5	5	5"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
6	40	5/8"X89	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
7	5	5"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTEE
8	2	5"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : <h2>CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</h2>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1>85</h1>	
	ESCALA :	CONTIENE: <h3>ISOMETRICO LINEA 2</h3>	
	<h2>SN</h2>		
		<h3>ISO-2-1</h3>	



CONT'D ON
2-1
-110850,8299
144374,3673 2563,0027

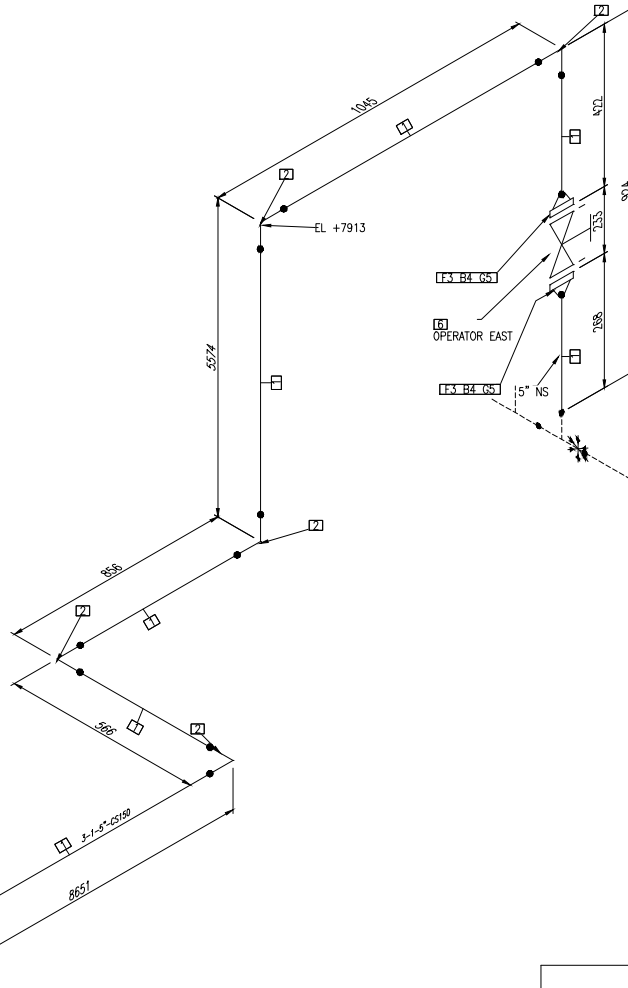


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	2.3M	1/2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	1/2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	1/2"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	4	1/2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	24	1/2"x5/8	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
6	6	1/2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
7	3	1/2"	GATE VALVE, SOLID WEDGE, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL
8	1	1/2"	TRAP TD42L-1/2"

<h1 style="text-align: center;">FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
		Reviso:	01/12/2013
PROYECTO: <h2 style="text-align: center;">CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</h2>		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">86</h1>	
	ESCALA :	CONTIENE:	
	SN	ISOMETRICO LINEA 2	
		MATERIALES:	
		ISO-2-2	



CONT'D ON
 DWG# 3-1-2
 -110692,1428
 140287,3068 2338,8586



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	15.8M	5"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	5"	ELL 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 GR WPB SMLS, SCH 40
3	2	5"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	16	5/8"XB9	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	5"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	5"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

FIMCP-ESPOL

PROYECTO :
CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE



ESCALA :
SN

CONTIENE:
ISOMETRICO LINEA 3

MATERIALES:

FECHA:	NOMBRE:
Dibujo: 01/12/2013	J. Bayas
Reviso: 01/12/2013	

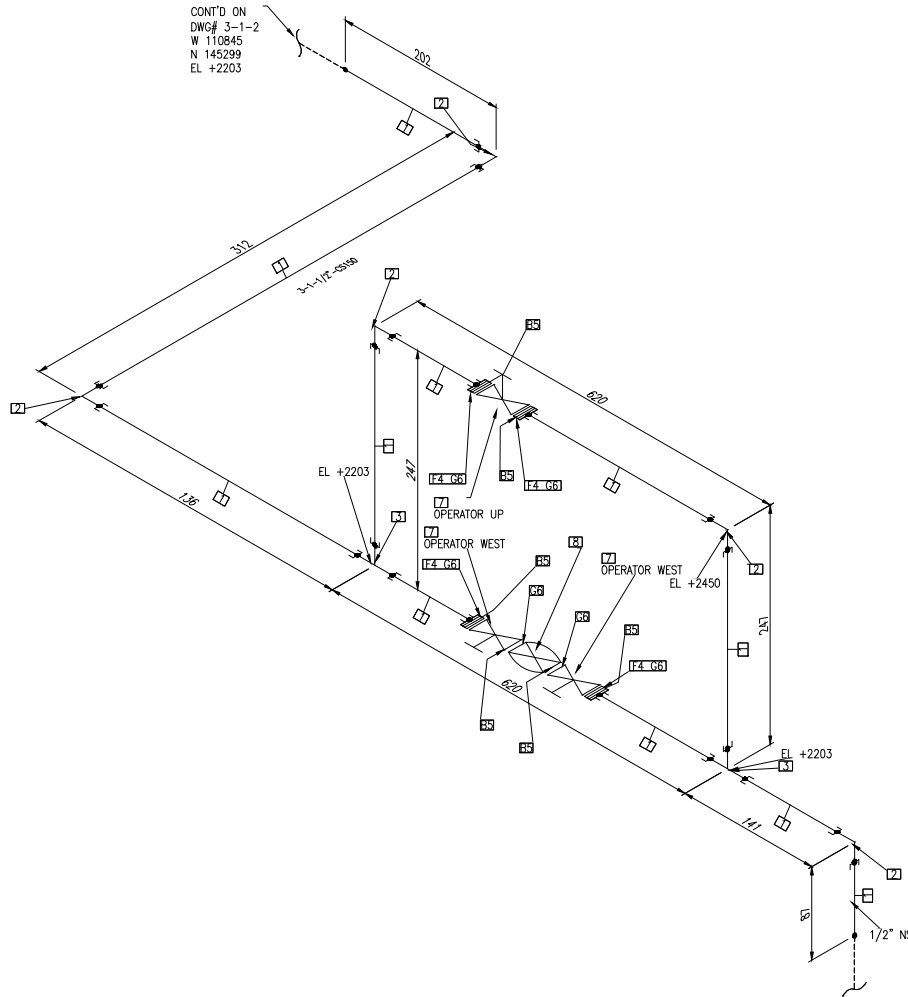
PLANO No :

87

ISO-3-1

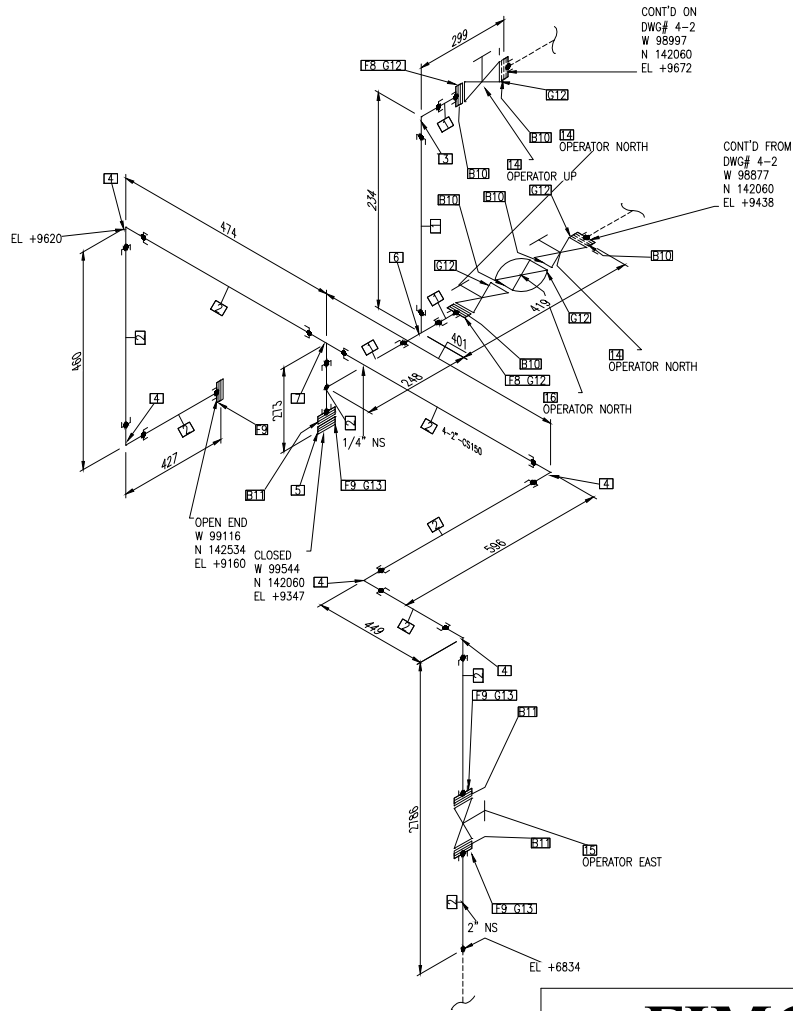


CONT'D ON
 DWG# 3-1-2
 W 110845
 N 145299
 EL +2203



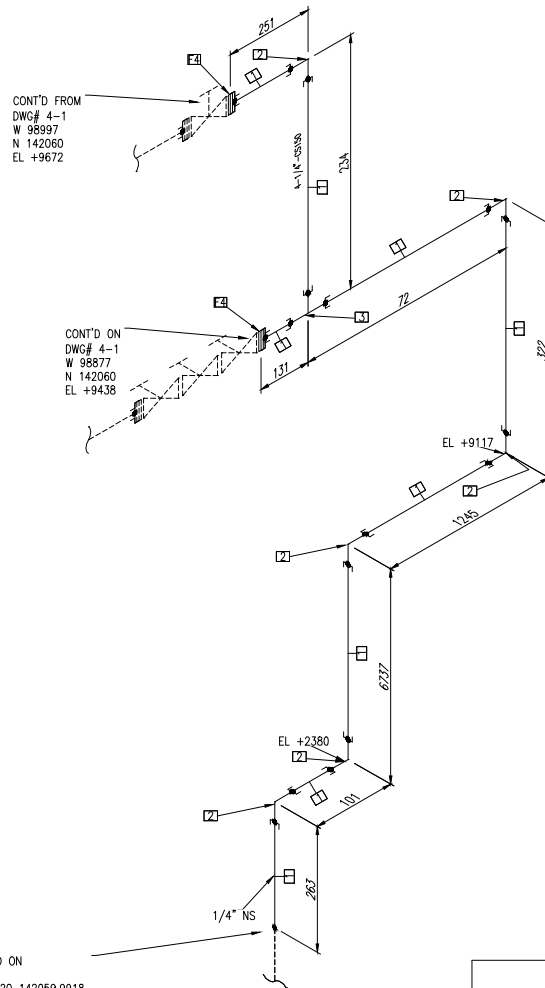
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1.9M	1/2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5	1/2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	1/2"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	4	1/2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	24	1/2"x58	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
6	6	1/2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
7	3	1/2"	GATE VALVE, SOLID WEDGE, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL
8	1	1/2"	TRAP TD42L-1/2"

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : <h2 style="text-align: center;">CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</h2>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">89</h1>	
 ESCALA : <h2 style="text-align: center;">SN</h2>	CONTIENE:	<h2 style="text-align: center;">ISOMETRICO LINEA 3</h2>	
	MATERIALES:	<h2 style="text-align: center;">ISO-3-3</h2>	



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	0.7M	1/4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	5.2M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
3	1	1/4"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	5	2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
5	1	2"	FLANGE BLIND, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
6	1	1/4"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
7	1	2"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
8	2	1/4"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
9	4	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
10	24	1/2"x58	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
11	12	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
12	6	1/4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
13	3	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
14	3	1/4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL
15	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL
16	1	3/8"	TRAP TD42L-3/8"

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
<p>PROYECTO :</p> <h2>CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</h2>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
<p>ESCALA :</p> <h1>SN</h1>		<p>CONTIENE:</p> <h2>ISOMETRICO LINEA 4</h2>	
		<p>MATERIALES:</p> <h1>ISO-4-1</h1>	



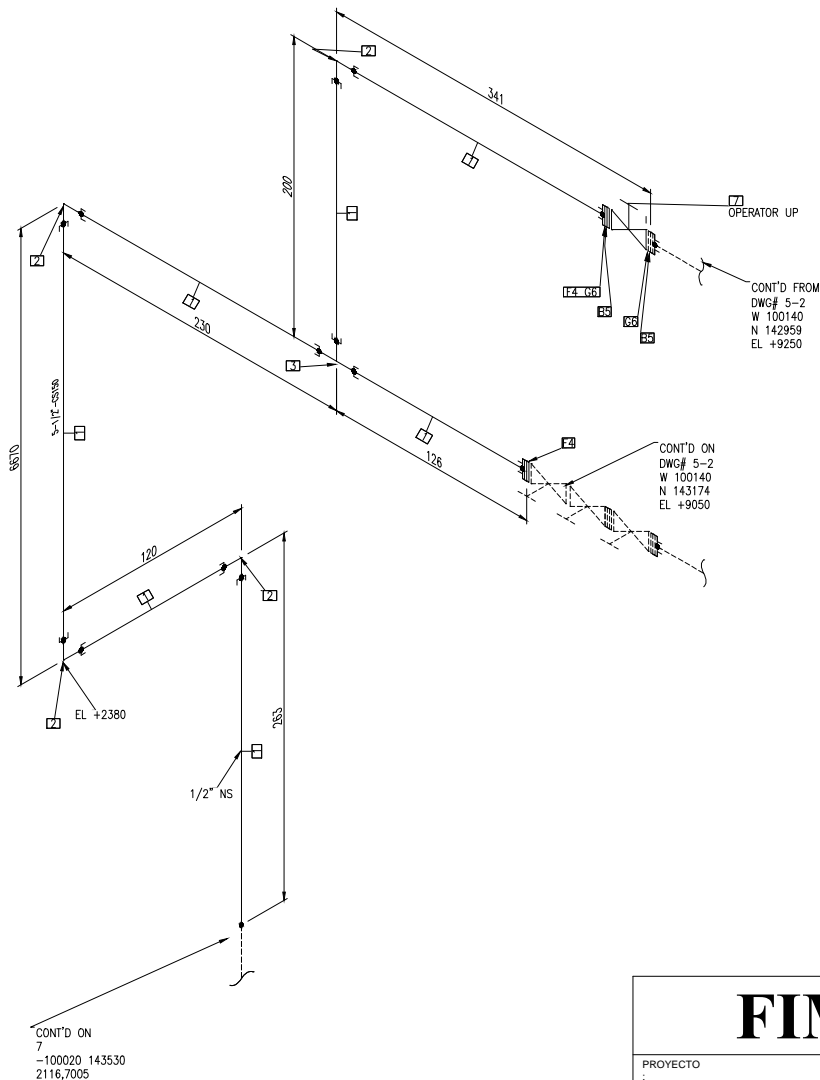
CONT'D FROM
DWG# 4-1
W 98997
N 142060
EL +9672

CONT'D ON
DWG# 4-1
W 98877
N 142060
EL +9438

CONT'D ON
7
-100020 142059,9918
2116,7005

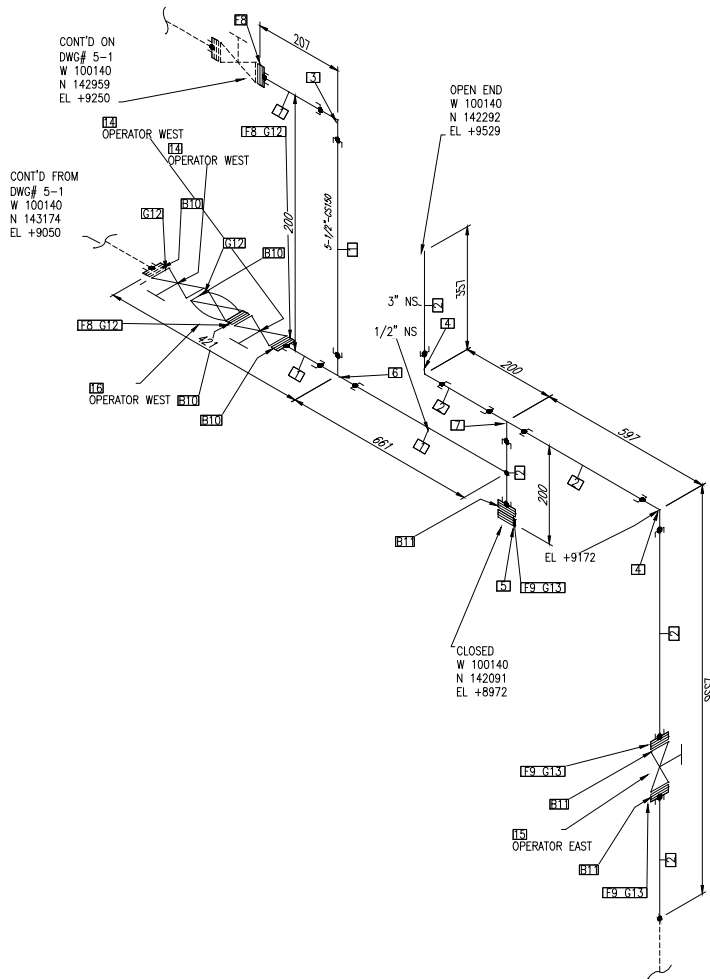
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	9.2M	1/4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	6	1/4"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	1/4"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	2	1/4"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB

<h1 style="text-align: center;">FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
ESCALA : SN		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">91</h1>	
CONTIENE: ISOMETRICO LINEA 4		ISO-4-2	
MATERIALES:			



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	7.7M	1/2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	1/2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	1/2"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	2	1/2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	8	1/2"X58	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
6	2	1/2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
7	1	1/2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
<p>PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</p>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1 style="font-size: 2em;">92</h1>	
	ESCALA :	<p>CONTIENE: ISOMETRICO LINEA 5</p>	
	SN		
		<p>ISO-5-1</p>	

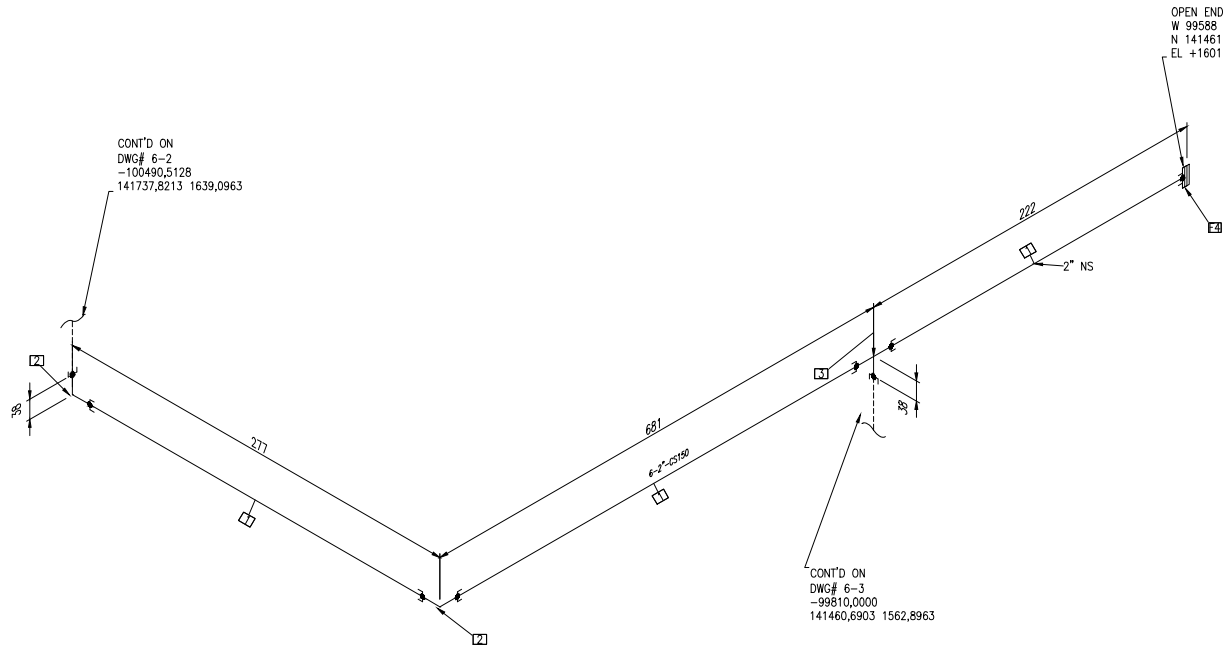


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1.1M	1/2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	3.3M	3"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
3	1	1/2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	2	3"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
5	1	3"	FLANGE BLIND, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
6	1	1/2"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
7	1	3"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
8	3	1/2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
9	3	3"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
10	16	1/2"x58	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
11	12	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
12	4	1/2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
13	3	3"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
14	2	1/2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL
15	1	3"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL
16	1	3/8"	TRAP TD42L-3/8"

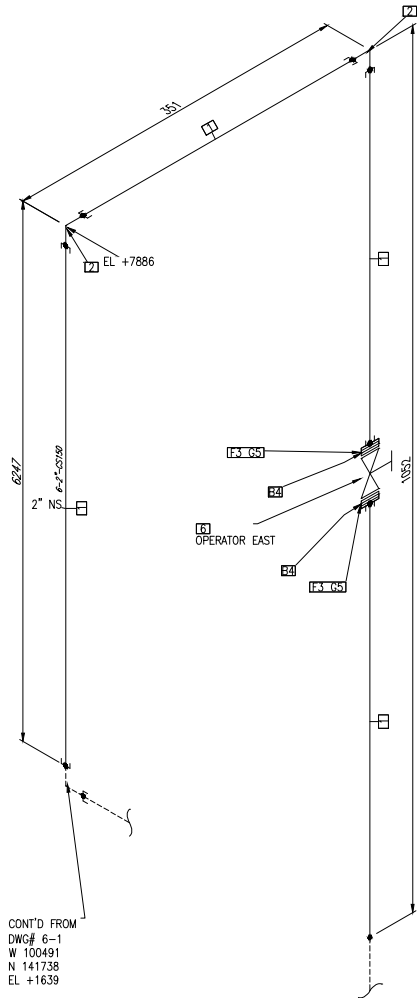
<h1 style="text-align: center;">FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : <h2 style="text-align: center;">CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</h2>		Reviso:	01/12/2013
ESCALA : <div style="display: flex; align-items: center;"> SN </div>		<h1 style="font-size: 48px;">93</h1>	
CONTIENE: <h2 style="text-align: center;">ISOMETRICO LINEA 5</h2>			
MATERIALES:		PLANO No : <h1 style="font-size: 36px;">93</h1>	
		ISO-5-2	



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1.0M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	2"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	1	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB



<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1>94</h1>	
	ESCALA :	CONTIENE: ISOMETRICO LINEA 6	
	SN		
		ISO-6-1	



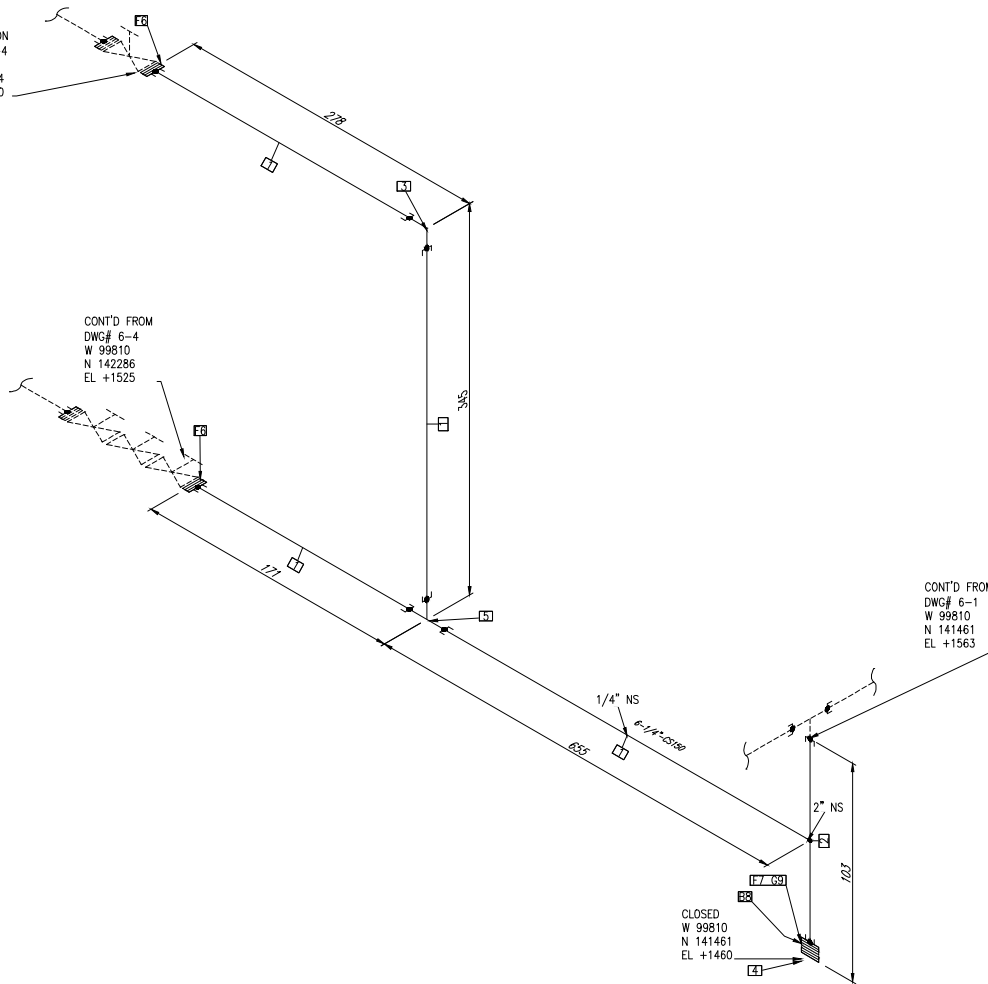
CONT'D FROM
 DWG# 6-1
 W 100491
 N 141738
 EL +1639

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	7.3M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	2	2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	8	5/8"x8.3	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	2	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
6	1	2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL

<h1 style="text-align: center;">FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : <h2 style="text-align: center;">CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</h2>		Reviso:	01/12/2013
ESCALA : <h1 style="text-align: center;">SN</h1>		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">95</h1>	
CONTIENE: <h2 style="text-align: center;">ISOMETRICO LINEA 6</h2>		ISO-6-2	
MATERIALES:			



CONT'D ON
DWG# 6-4
W 99810
N 142394
EL +1870



CONT'D FROM
DWG# 6-4
W 99810
N 142286
EL +1525

CONT'D FROM
DWG# 6-1
W 99810
N 141461
EL +1563

CLOSED
W 99810
N 141461
EL +1460

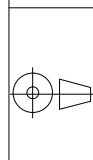
BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1.4M	1/4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	0.1M	2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
3	1	1/4"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	1	2"	FLANGE BLIND, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	1	1/4"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
6	2	1/4"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
7	1	2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
8	4	5/8"x83	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
9	1	2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE

FIMCP-ESPOL

FECHA:	01/12/2013	NOMBRE:	J. Bayas
Dibujo:	01/12/2013	Reviso:	01/12/2013

PROYECTO : **CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE**

PLANO No : **96**

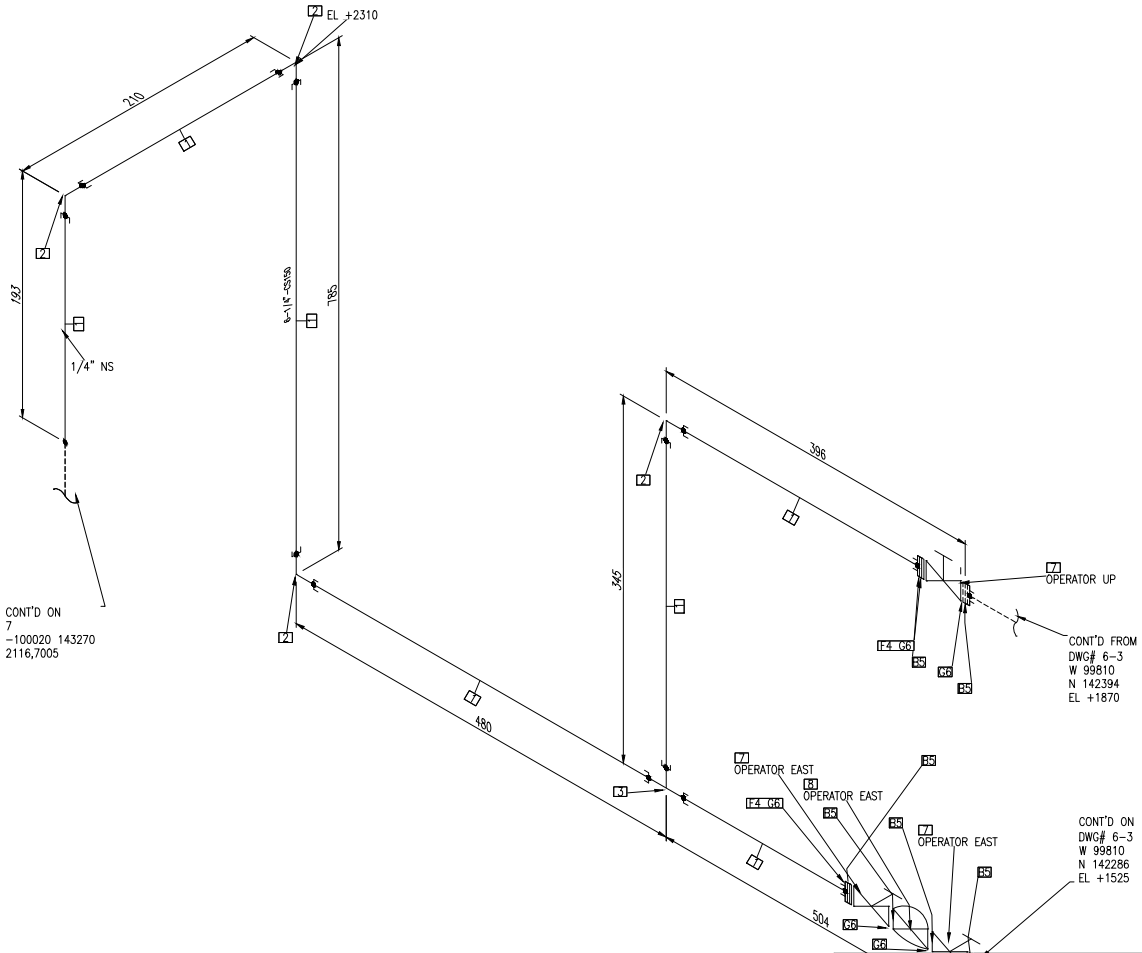


ESCALA :
SN

CONTIENE:
ISOMETRICO LINEA 6

MATERIALES:

ISO-6-3



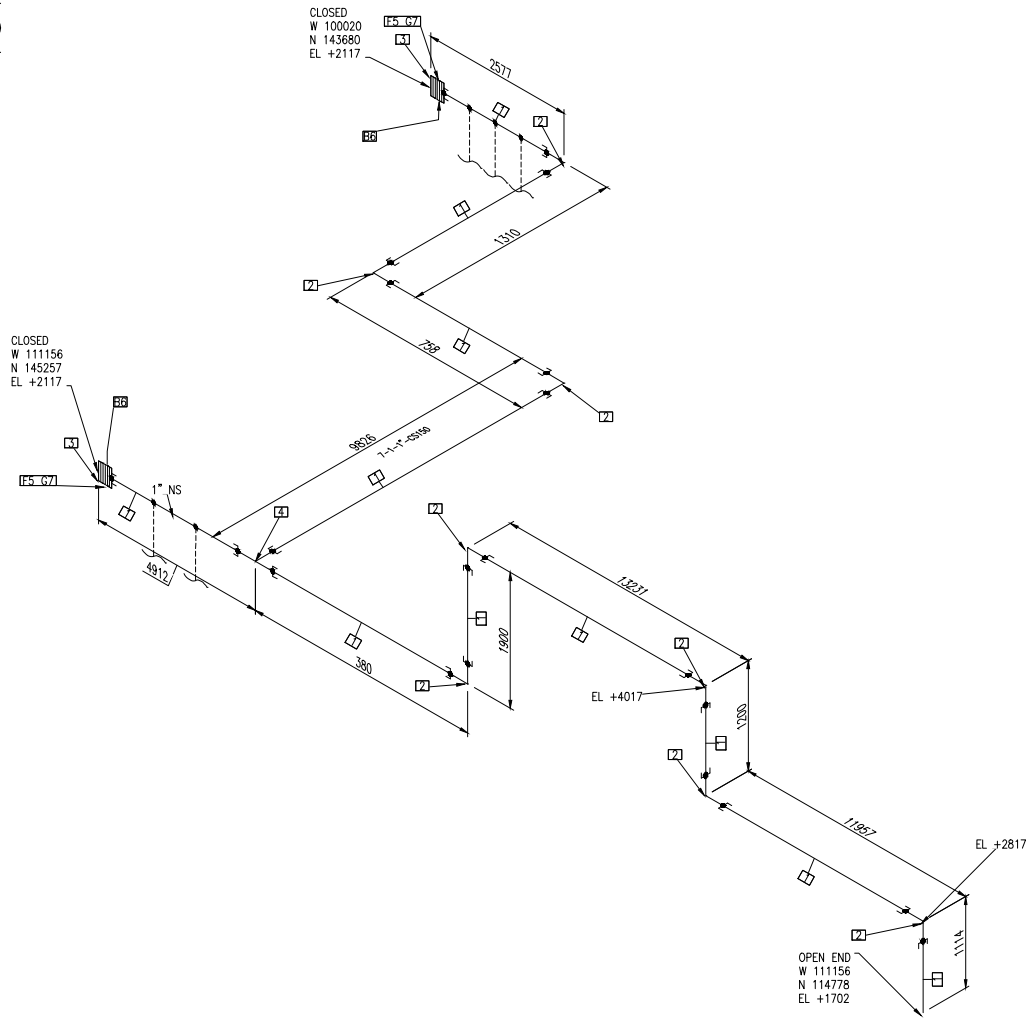
CONT'D ON
7
-100020 143270
2116,7005

CONT'D FROM
DWG# 6-3
W 99810
N 142394
EL +1870

CONT'D ON
DWG# 6-3
W 99810
N 142286
EL +1525

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	2.3M	1/4"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	4	1/4"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	1/4"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	2	1/4"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	24	1/2"x5/8	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
6	6	1/4"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
7	3	1/4"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL
8	1	3/8"	TRAP TD42L-3/8"

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
		Reviso:	01/12/2013
PROYECTO: CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		PLANO No : <h1 style="font-size: 48px;">97</h1>	
ESCALA : SN	CONTIENE: ISOMETRICO LINEA 6	ISO-6-4	
MATERIALES:			

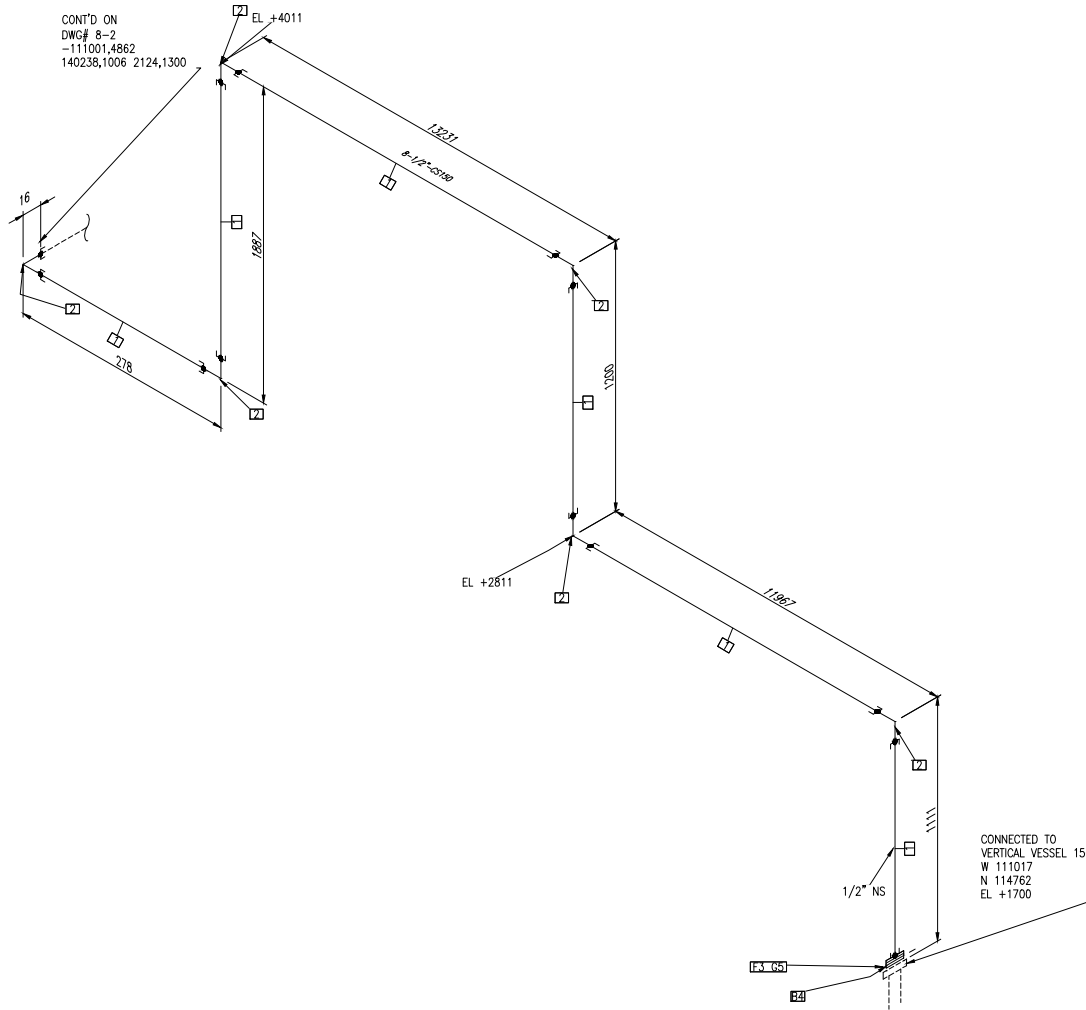


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	48.8M	1"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR. B SMLS, SCH 40
2	8	1"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	2	1"	FLANGE BLIND, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	1	1"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
5	2	1"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
6	8	1/2"x64	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD. BOLT
7	2	1"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">98</h1>	
ESCALA : SN	CONTIENE:	ISO-7	
	MATERIALES:		

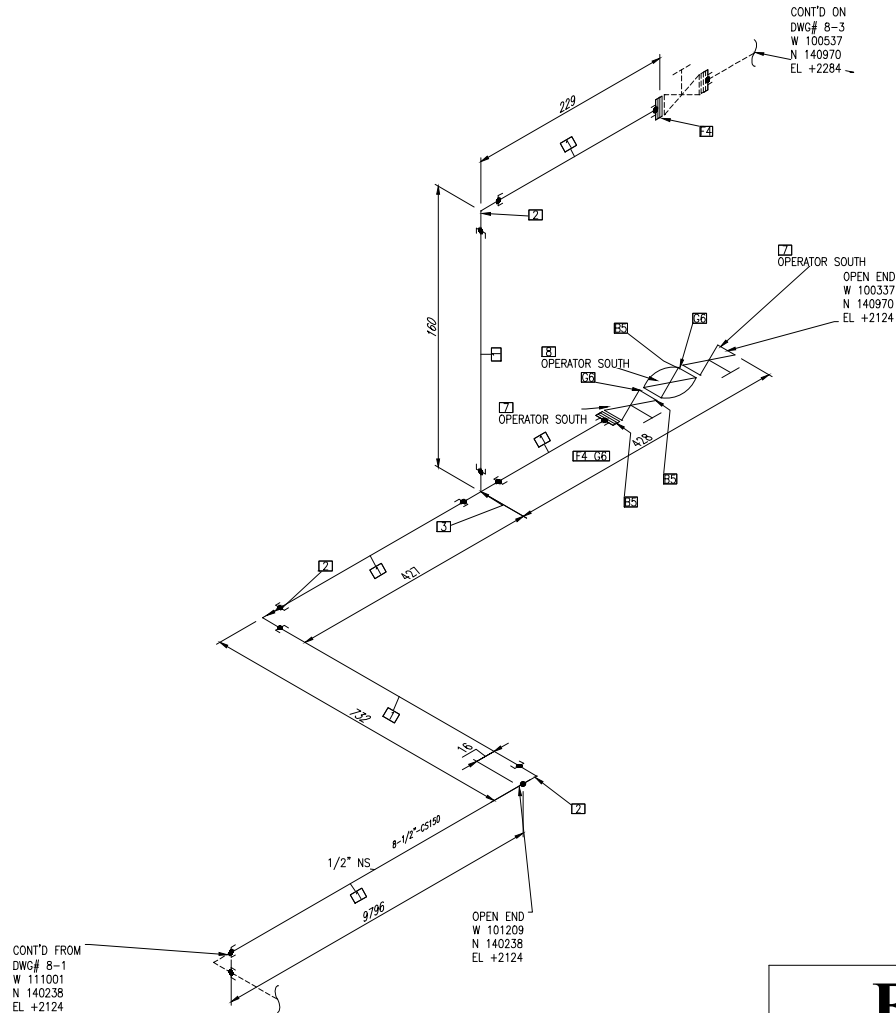


CONT'D ON
 DWG# 8-2
 -111001,4862
 140238,1006 2124,1300



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	29.5M	1/2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	6	1/2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	1/2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
4	4	1/2"x58	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
5	1	1/2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE

<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
<p>PROYECTO : CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</p>		Reviso:	01/12/2013
		<p>PLANO No : 99</p>	
	ESCALA : SN	CONTIENE: ISOMETRICO LINEA 8	
		MATERIALES:	ISO-8-1

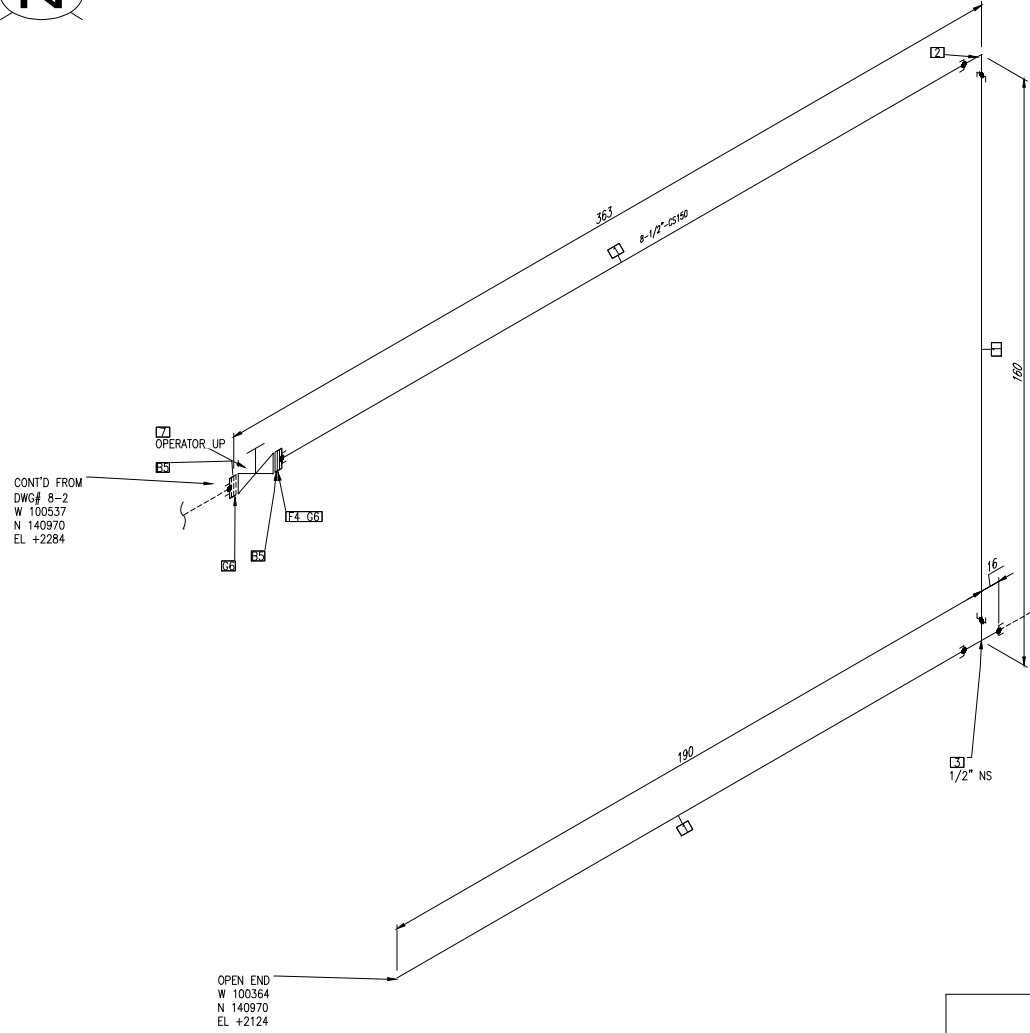


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	11.4M	1/2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	3	1/2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	1/2"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	2	1/2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	12	1/2"x58	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
6	3	1/2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
7	2	1/2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL
8	1	1/2"	TRAP FT44 DN15

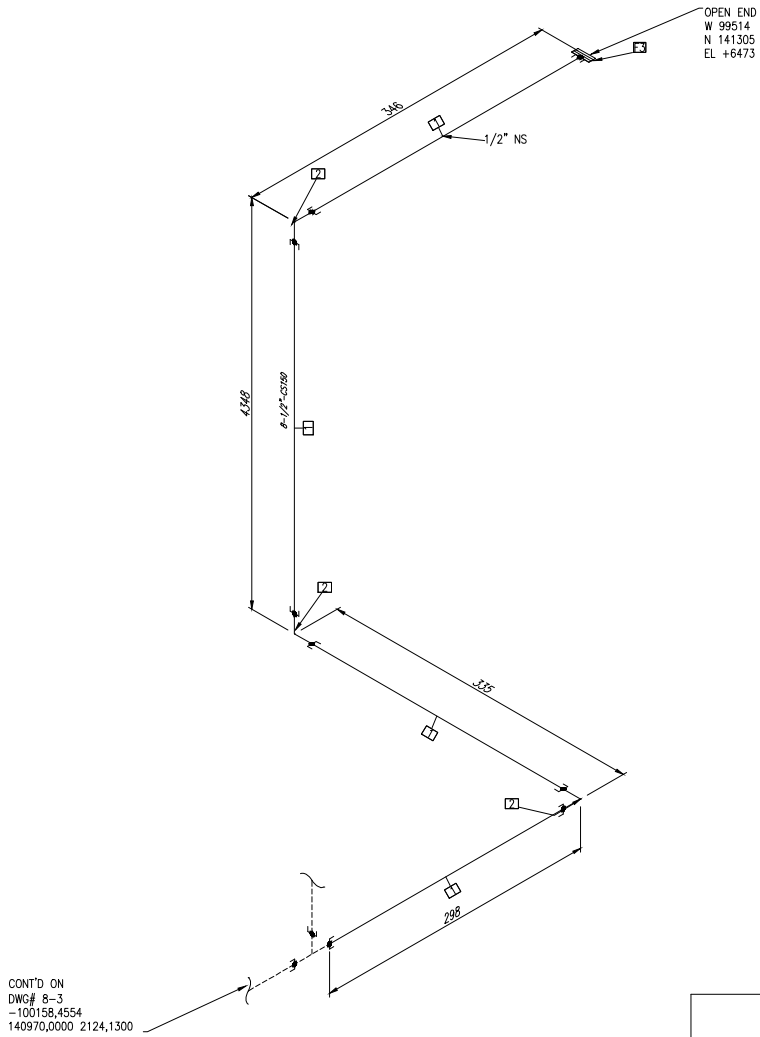
<h1>FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	J. Bayas
<p>PROYECTO :</p> <h2>CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</h2>		Reviso:	01/12/2013
		PLANO No :	
<p>ESCALA :</p> <h3>SN</h3>		<p>CONTIENE:</p> <h2>ISOMETRICO LINEA 8</h2>	
		<p>MATERIALES:</p>	
		<h1>100</h1>	
		<p>ISO-8-2</p>	



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	0.6M	1/2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	1	1/2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	1/2"	TEE, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
4	1	1/2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB
5	8	1/2"X58	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
6	2	1/2"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
7	1	1/2"	GATE VALVE, DOUBLE DISC, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 GR WPB, HAND WHEEL



<h1 style="text-align: center;">FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013 J. Bayas
PROYECTO : <h2 style="text-align: center;">CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</h2>		Reviso:	01/12/2013
ESCALA : SN		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">101</h1>	
CONTIENE: <h3 style="text-align: center;">ISOMETRICO LINEA 8</h3>		ISO-8-3	
MATERIALES:			



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	5.3M	1/2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 GR B SMLS, SCH 40
2	3	1/2"	ELL 90, 3000 LB, SW, ASME B16.11, ASTM A105
3	1	1/2"	FLANGE SW, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 GR WPB

CONT'D ON
 DWG# 8-3
 -100158,4554
 140970,0000 2124,1300

<h1 style="text-align: center;">FIMCP-ESPOL</h1>		FECHA:	NOMBRE:
		Dibujo:	01/12/2013 J. Bayas
PROYECTO : <h2 style="text-align: center;">CIRCUITOS DE VAPOR PLANTA EL CAFE</h2>		Reviso:	01/12/2013
ESCALA : SN		PLANO No : <h1 style="text-align: center;">102</h1>	
CONTIENE: <h3 style="text-align: center;">ISOMETRICO LINEA 8</h3>		ISO-8-4	
MATERIALES:			

APÉNDICE B

TABLAS DE PROPIEDADES DEL VAPOR

TABLA A-5

Agua saturada. Tabla de presiones

Pres., <i>P</i> kPa	Temp. sat., <i>T</i> _{sat} °C	Volumen específico, m ³ /kg		Energía interna, kJ/kg			Entalpía, kJ/kg			Entropía, kJ/kg · K		
		Liq. sat., <i>v</i> _l	Vapor sat., <i>v</i> _g	Liq. sat., <i>u</i> _l	Evap., <i>u</i> _{lg}	Vapor sat., <i>u</i> _g	Liq. sat., <i>h</i> _l	Evap., <i>h</i> _{lg}	Vapor sat., <i>h</i> _g	Liq. sat., <i>s</i> _l	Evap., <i>s</i> _{lg}	Vapor sat., <i>s</i> _g
1.0	6.97	0.001000	129.19	29.302	2355.2	2384.5	29.303	2484.4	2513.7	0.1059	8.8690	8.9749
1.5	13.02	0.001001	87.964	54.686	2338.1	2392.8	54.688	2470.1	2524.7	0.1956	8.6314	8.8270
2.0	17.50	0.001001	66.990	73.431	2325.5	2398.9	73.433	2459.5	2532.9	0.2606	8.4621	8.7227
2.5	21.08	0.001002	54.242	88.422	2315.4	2403.8	88.424	2451.0	2539.4	0.3118	8.3302	8.6421
3.0	24.08	0.001003	45.654	100.98	2306.9	2407.9	100.98	2443.9	2544.8	0.3543	8.2222	8.5765
4.0	28.96	0.001004	34.791	121.39	2293.1	2414.5	121.39	2432.3	2553.7	0.4224	8.0510	8.4734
5.0	32.87	0.001005	28.185	137.75	2282.1	2419.8	137.75	2423.0	2560.7	0.4762	7.9176	8.3938
7.5	40.29	0.001008	19.233	168.74	2261.1	2429.8	168.75	2405.3	2574.0	0.5763	7.6738	8.2501
10	45.81	0.001010	14.670	191.79	2245.4	2437.2	191.81	2392.1	2583.9	0.6492	7.4996	8.1488
15	53.97	0.001014	10.020	225.93	2222.1	2448.0	225.94	2372.3	2598.3	0.7549	7.2522	8.0071
20	60.06	0.001017	7.6481	251.40	2204.6	2456.0	251.42	2357.5	2608.9	0.8320	7.0752	7.9073
25	64.96	0.001020	6.2034	271.93	2190.4	2462.4	271.96	2345.5	2617.5	0.8932	6.9370	7.8302
30	69.09	0.001022	5.2287	289.24	2178.5	2467.7	289.27	2335.3	2624.6	0.9441	6.8234	7.7675
40	75.86	0.001026	3.9933	317.58	2158.8	2476.3	317.62	2318.4	2636.1	1.0261	6.6430	7.6691
50	81.32	0.001030	3.2403	340.49	2142.7	2483.2	340.54	2304.7	2645.2	1.0912	6.5019	7.5931
75	91.76	0.001037	2.2172	384.36	2111.8	2496.1	384.44	2278.0	2662.4	1.2132	6.2426	7.4558
100	99.61	0.001043	1.6941	417.40	2088.2	2505.6	417.51	2257.5	2675.0	1.3028	6.0562	7.3589
101.325	99.97	0.001043	1.6734	418.95	2087.0	2506.0	419.06	2256.5	2675.6	1.3069	6.0476	7.3545
125	105.97	0.001048	1.3750	444.23	2068.8	2513.0	444.36	2240.6	2684.9	1.3741	5.9100	7.2841
150	111.35	0.001053	1.1594	466.97	2052.3	2519.2	467.13	2226.0	2693.1	1.4337	5.7894	7.2231
175	116.04	0.001057	1.0037	486.82	2037.7	2524.5	487.01	2213.1	2700.2	1.4850	5.6865	7.1716
200	120.21	0.001061	0.88578	504.50	2024.6	2529.1	504.71	2201.6	2706.3	1.5302	5.5968	7.1270
225	123.97	0.001064	0.79329	520.47	2012.7	2533.2	520.71	2191.0	2711.7	1.5706	5.5171	7.0877
250	127.41	0.001067	0.71873	535.08	2001.8	2536.8	535.35	2181.2	2716.5	1.6072	5.4453	7.0525
275	130.58	0.001070	0.65732	548.57	1991.6	2540.1	548.86	2172.0	2720.9	1.6408	5.3800	7.0207
300	133.52	0.001073	0.60582	561.11	1982.1	2543.2	561.43	2163.5	2724.9	1.6717	5.3200	6.9917
325	136.27	0.001076	0.56199	572.84	1973.1	2545.9	573.19	2155.4	2728.6	1.7005	5.2645	6.9650
350	138.86	0.001079	0.52422	583.89	1964.6	2548.5	584.26	2147.7	2732.0	1.7274	5.2128	6.9402
375	141.30	0.001081	0.49133	594.32	1956.6	2550.9	594.73	2140.4	2735.1	1.7526	5.1645	6.9171
400	143.61	0.001084	0.46242	604.22	1948.9	2553.1	604.66	2133.4	2738.1	1.7765	5.1191	6.8955
450	147.90	0.001088	0.41392	622.65	1934.5	2557.1	623.14	2120.3	2743.4	1.8205	5.0356	6.8561
500	151.83	0.001093	0.37483	639.54	1921.2	2560.7	640.09	2108.0	2748.1	1.8604	4.9603	6.8207
550	155.46	0.001097	0.34261	655.16	1908.8	2563.9	655.77	2096.6	2752.4	1.8970	4.8916	6.7886
600	158.83	0.001101	0.31560	669.72	1897.1	2566.8	670.38	2085.8	2756.2	1.9308	4.8285	6.7593
650	161.98	0.001104	0.29260	683.37	1886.1	2569.4	684.08	2075.5	2759.6	1.9623	4.7699	6.7322
700	164.95	0.001108	0.27278	696.23	1875.6	2571.8	697.00	2065.8	2762.8	1.9918	4.7153	6.7071
750	167.75	0.001111	0.25552	708.40	1865.6	2574.0	709.24	2056.4	2765.7	2.0195	4.6642	6.6837

Agua saturada. Tabla de presiones (conclusión)

Pres., P kPa	Temp. sat., T _{sat} °C	Volumen específico, m ³ /kg		Energía interna, kJ/kg			Entalpía, kJ/kg			Entropía, kJ/kg · K		
		Liq. sat., v _f	Vapor sat., v _g	Liq. sat., u _f	Evap., u _{fg}	Vapor sat., u _g	Liq. sat., h _f	Evap., h _{fg}	Vapor sat., h _g	Liq. sat., s _f	Evap., s _{fg}	Vapor sat., s _g
800	170.41	0.001115	0.24035	719.97	1856.1	2576.0	720.87	2047.5	2768.3	2.0457	4.6160	6.6616
850	172.94	0.001118	0.22690	731.00	1846.9	2577.9	731.95	2038.8	2770.8	2.0705	4.5705	6.6409
900	175.35	0.001121	0.21489	741.55	1838.1	2579.6	742.56	2030.5	2773.0	2.0941	4.5273	6.6213
950	177.66	0.001124	0.20411	751.67	1829.6	2581.3	752.74	2022.4	2775.2	2.1166	4.4862	6.6027
1000	179.88	0.001127	0.19436	761.39	1821.4	2582.8	762.51	2014.6	2777.1	2.1381	4.4470	6.5850
1100	184.06	0.001133	0.17745	779.78	1805.7	2585.5	781.03	1999.6	2780.7	2.1785	4.3735	6.5520
1200	187.96	0.001138	0.16326	796.96	1790.9	2587.8	798.33	1985.4	2783.8	2.2159	4.3058	6.5217
1300	191.60	0.001144	0.15119	813.10	1776.8	2589.9	814.59	1971.9	2786.5	2.2508	4.2428	6.4936
1400	195.04	0.001149	0.14078	828.35	1763.4	2591.8	829.96	1958.9	2788.9	2.2835	4.1840	6.4675
1500	198.29	0.001154	0.13171	842.82	1750.6	2593.4	844.55	1946.4	2791.0	2.3143	4.1287	6.4430
1750	205.72	0.001166	0.11344	876.12	1720.6	2596.7	878.16	1917.1	2795.2	2.3844	4.0033	6.3877
2000	212.38	0.001177	0.099587	906.12	1693.0	2599.1	908.47	1889.8	2798.3	2.4467	3.8923	6.3390
2250	218.41	0.001187	0.088717	933.54	1667.3	2600.9	936.21	1864.3	2800.5	2.5029	3.7926	6.2954
2500	223.95	0.001197	0.079952	958.87	1643.2	2602.1	961.87	1840.1	2801.9	2.5542	3.7016	6.2558
3000	233.85	0.001217	0.066667	1004.6	1598.5	2603.2	1008.3	1794.9	2803.2	2.6454	3.5402	6.1856
3500	242.56	0.001235	0.057061	1045.4	1557.6	2603.0	1049.7	1753.0	2802.7	2.7253	3.3991	6.1244
4000	250.35	0.001252	0.049779	1082.4	1519.3	2601.7	1087.4	1713.5	2800.8	2.7966	3.2731	6.0696
5000	263.94	0.001286	0.039448	1148.1	1448.9	2597.0	1154.5	1639.7	2794.2	2.9207	3.0530	5.9737
6000	275.59	0.001319	0.032449	1205.8	1384.1	2589.9	1213.8	1570.9	2784.6	3.0275	2.8627	5.8902
7000	285.83	0.001352	0.027378	1268.0	1323.0	2581.0	1267.5	1505.2	2772.6	3.1220	2.6927	5.8148
8000	295.01	0.001384	0.023525	1306.0	1264.5	2570.5	1317.1	1441.6	2758.7	3.2077	2.5373	5.7450
9000	303.35	0.001418	0.020489	1350.9	1207.6	2558.5	1363.7	1379.3	2742.9	3.2866	2.3925	5.6791
10,000	311.00	0.001452	0.018028	1393.3	1151.8	2545.2	1407.8	1317.6	2725.5	3.3603	2.2556	5.6159
11,000	318.08	0.001488	0.015988	1433.9	1096.6	2530.4	1450.2	1256.1	2706.3	3.4299	2.1245	5.5544
12,000	324.68	0.001526	0.014264	1473.0	1041.3	2514.3	1491.3	1194.1	2685.4	3.4964	1.9975	5.4939
13,000	330.85	0.001566	0.012781	1511.0	985.5	2496.6	1531.4	1131.3	2662.7	3.5606	1.8730	5.4336
14,000	336.67	0.001610	0.011487	1548.4	928.7	2477.1	1571.0	1067.0	2637.9	3.6232	1.7497	5.3728
15,000	342.16	0.001657	0.010341	1585.5	870.3	2455.7	1610.3	1000.5	2610.8	3.6848	1.6261	5.3108
16,000	347.36	0.001710	0.009312	1622.6	809.4	2432.0	1649.9	931.1	2581.0	3.7461	1.5005	5.2466
17,000	352.29	0.001770	0.008374	1660.2	745.1	2405.4	1690.3	857.4	2547.7	3.8082	1.3709	5.1791
18,000	356.99	0.001840	0.007504	1699.1	675.9	2375.0	1732.2	777.8	2510.0	3.8720	1.2343	5.1064
19,000	361.47	0.001926	0.006677	1740.3	598.9	2339.2	1776.8	689.2	2466.0	3.9396	1.0860	5.0256
20,000	365.75	0.002038	0.005862	1785.8	509.0	2294.8	1826.6	585.5	2412.1	4.0146	0.9164	4.9310
21,000	369.83	0.002207	0.004994	1841.6	391.9	2233.5	1888.0	450.4	2338.4	4.1071	0.7005	4.8076
22,000	373.71	0.002703	0.003644	1951.7	140.8	2092.4	2011.1	161.5	2172.6	4.2942	0.2496	4.5439
22,064	373.95	0.003106	0.003106	2015.7	0	2015.7	2084.3	0	2084.3	4.4070	0	4.4070

APÉNDICE C

TABLAS DE PROPIEDADES DEL AIRE


TABLA A.4 Propiedades termofísicas de gases a presión atmosférica*

T (K)	ρ (kg/m ³)	c_p (kJ/kg · K)	$\mu \cdot 10^7$ (N · s/m ²)	$\nu \cdot 10^6$ (m ² /s)	$k \cdot 10^3$ (W/m · K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	Pr
Aire							
100	3.5562	1.032	71.1	2.00	9.34	2.54	0.786
150	2.3364	1.012	103.4	4.426	13.8	5.84	0.758
200	1.7458	1.007	132.5	7.590	18.1	10.3	0.737
250	1.3947	1.006	159.6	11.44	22.3	15.9	0.720
300	1.1614	1.007	184.6	15.89	26.3	22.5	0.707
350	0.9950	1.009	208.2	20.92	30.0	29.9	0.700
400	0.8711	1.014	230.1	26.41	33.8	38.3	0.690
450	0.7740	1.021	250.7	32.39	37.3	47.2	0.686
500	0.6964	1.030	270.1	38.79	40.7	56.7	0.684
550	0.6329	1.040	288.4	45.57	43.9	66.7	0.683
600	0.5804	1.051	305.8	52.69	46.9	76.9	0.685
650	0.5356	1.063	322.5	60.21	49.7	87.3	0.690
700	0.4975	1.075	338.8	68.10	52.4	98.0	0.695
750	0.4643	1.087	354.6	76.37	54.9	109	0.702
800	0.4354	1.099	369.8	84.93	57.3	120	0.709
850	0.4097	1.110	384.3	93.80	59.6	131	0.716
900	0.3868	1.121	398.1	102.9	62.0	143	0.720
950	0.3666	1.131	411.3	112.2	64.3	155	0.723
1000	0.3482	1.141	424.4	121.9	66.7	168	0.726
1100	0.3166	1.159	449.0	141.8	71.5	195	0.728
1200	0.2902	1.175	473.0	162.9	76.3	224	0.728
1300	0.2679	1.189	496.0	185.1	82	238	0.719
1400	0.2488	1.207	530	213	91	303	0.703
1500	0.2322	1.230	557	240	100	350	0.685
1600	0.2177	1.248	584	268	106	390	0.688
1700	0.2049	1.267	611	298	113	435	0.685
1800	0.1935	1.286	637	329	120	482	0.683
1900	0.1833	1.307	663	362	128	534	0.677
2000	0.1741	1.337	689	396	137	589	0.672
2100	0.1658	1.372	715	431	147	646	0.667
2200	0.1582	1.417	740	468	160	714	0.655
2300	0.1513	1.478	766	506	175	783	0.647
2400	0.1448	1.558	792	547	196	869	0.630
2500	0.1389	1.665	818	589	222	960	0.613
3000	0.1135	2.726	955	841	486	1570	0.536

APÉNDICE D


ESPECIFICACIONES DE LA CALDERA FULTON

Product Center



Name: Horizontal 3-pass/4-pass steam boiler
Number: [FB-C](#)
Manufactured by: Fulton China
Steam output: 5t/h-25t/h (300BHP-1650BHP)
Standard MWP: 1.0/1.25MPa, other pressure upon to customer's request
Fuel Option: Diesel, heavy oil, NG, Dual-fuel, diesel/heavy oil/NG three fuel
Boiler code: Chinese/ASME/PED
Views : [1034](#)

[Enlarge Image](#)

[Previous](#)  [Next](#)

Browse similar products
Previous : Horizontal 3-pass wet-back steam boiler
Page : boiler
Next : Horizontal fuel-fired reverse flame wet-back steam boiler

Details

The standard model for FB-C boiler features 3 pass, wet back, and corrugated furnace, with maximum working pressure of 1.0 MPa or 1.25 Mpa. The factory also supplies 4-pass, wet back corrugated furnace boiler upon customer's request.

FB-C boiler is equipped with high efficient Industrial Combustion burner. This quality forced draft burner has a reputation for long life, trouble-free performance and highly efficient operation. Full modulation provides optimum performance to meet varying load demand. Multi-fuel versatility is available by just the flip of a switch to select between gas or oil on combination burners.

APÉNDICE E

ESPECIFICACIONES DEL AISLAMIENTO

Fiberglas® Aislamiento para Tubería

Mejor Desempeño Térmico con un Producto más Ligero, Manejable y 0% de shot.*

Descripción

Los materiales aislantes para Tuberías, Fiberglas® de Owens Corning están fabricados con fibras de vidrio inorgánicas aglutinadas con resina. Se presentan en preformados abisagrados de 36 pulg. (91.4 cm) de largo para su fácil y rápida instalación, sólo se tienen que abrir, colocar sobre la tubería, cerrar y fijar.

El aislamiento para Tubería, Fiberglas® está disponible en preformados con un corte longitudinal **abisagrado** en presentación **ASJ** (All Service Jacket), **FSK** (Foil Scrim Kraft) y **sin recubrimiento**.

La tubería ASJ y FSK cuentan con una barrera de vapor de foil de aluminio y papel kraft reforzado con fibra de vidrio con un cierre autoadhesivo doble DOUBLESURE+ que viene aplicado de fábrica, proporcionando un sello mecánico y una barrera de vapor para la junta longitudinal. Se recomienda usar cinta adhesiva transversal para lograr un sellado hermético e impedir la entrada de vapores, eliminando así la necesidad de adhesivos o flejes adicionales.

A partir de 18" de diámetro, el aislante para tuberías Fiberglas® ASJ y FSK viene con una solapa adhesiva.

Usos y Aplicaciones

El aislamiento para tubería con y sin recubrimiento que funciona con temperaturas de 0°F (-18°C) a 850°F (454°C), son aislamientos térmicos ideales para



tuberías de proceso y servicio, que conducen vapor, agua caliente, agua helada, refrigerantes, gases y toda clase de fluidos en que se requiera ahorrar energía. Por sus características, los preformados de fibra de vidrio son los de mayor uso en las áreas de: petroquímica básica, petroquímica secundaria, refinación, gas, farmacéutica, alimenticia, química y generación de electricidad. Además de aplicaciones en hoteles, hospitales, edificios comerciales, restaurantes y clubes deportivos.

Ventajas

- **Máxima eficiencia térmica**

Garantiza la menor pérdida de calor del sistema, lo que se traduce en un ahorro en el consumo de energéticos y por consiguiente, se reduce la emisión de contaminantes.

- **Resistencia a la vibración**

El diámetro y la longitud de nuestra fibra, además del tipo de fibrado, hacen que **no tenga shot (0% de shot)**. Esto impide que el aislamiento se asiente en los equipos sujetos a vibraciones. Al conservar su forma original se garantiza uniformidad en la conductividad térmica y flujo de calor en cualquier lugar.

- **Baja conductividad térmica**

Al tener la más baja conductividad térmica que cualquier otro aislante de su tipo garantiza menores pérdidas de calor y ahorro en combustible, por ello requiere menor espesor aislante, lo que hace que se tenga ahorro en productos de recubrimiento (aluminio, lámina galvanizada, fieltro) y un menor peso muerto en la tubería.

* Material no comercializado en Fibra.

* Marca Registrada de Morgan Adhesives Company.

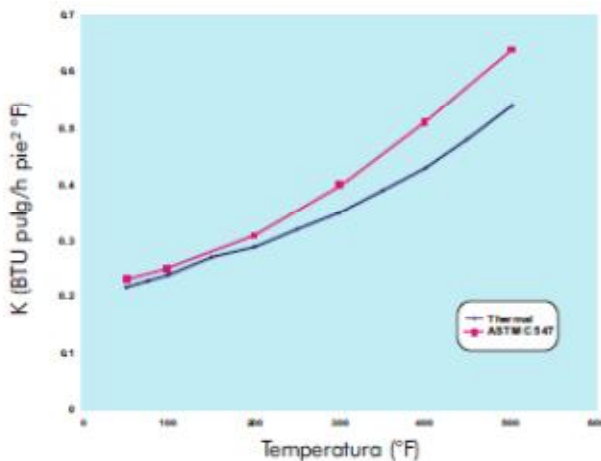
- Incombustible**
 Su naturaleza y componentes no combustibles evitan el riesgo de propagación del fuego, lo que reduce el costo de las primas de los seguros contra incendio.
- Fácil de instalar y manejar**
 No crea hongos ni bacterias, con lo que se evita la aparición de olores y se alarga la vida útil del material.
- Dimensionalmente estable**
 La fibra de vidrio no se expande ni se contrae al estar expuesta a bajas o altas temperaturas, con lo cual se evita la formación de aberturas que permitan la fuga o entrada de calor.
- Inorgánico e inodoro**
 No favorece la formación de hongos, ni bacterias con lo que se evita la aparición de olores y se alarga la vida útil del material.
- Resiliente**
 El diámetro y la longitud de la fibra le permiten al material recuperar su forma y espesor siempre y cuando la presión que lo de forma se retire, asegurando su valor R (resistencia térmica).
- Bajos costos de operación**
 Al utilizar un material de alta eficiencia térmica se incrementa la productividad de los equipos, ahorrando mayor energía que se traduce en la baja de costos de operación.
- Bajo mantenimiento y larga duración**
 La fibra de vidrio se caracteriza por su larga duración, por lo que los gastos de mantenimiento son mínimos y la reposición del aislamiento en un sistema bien instalado, es a largo plazo.
- Ligero**
 Es el material más ligero de su tipo en el mercado de los termoaislantes.
- No favorece la corrosión**
 La naturaleza no ferrosa de la fibra de vidrio no favorece la corrosión en acero, cobre y aluminio. Resultado: Mayor vida útil en equipos e instalaciones.
- Flexible**
 El diámetro y la longitud de nuestra fibra, lo vuelve resistente al impacto e irrompible, lo cual le permite conservar sus propiedades inclusive en tuberías sujetas a vibraciones.

Propiedades físicas

Propiedades Físicas	Método de Prueba	Valor
Límites de temperatura de uso	ASTM C 411	0°F a 850°F (-18°C a 454°C)*
Límites de temperatura de la barrera de vapor	ASTM C 1136	-20°F a 160°F (-29°C a 66°C)
Permeancia del ASJ barrera de vapor	ASTM E 96, Proc. A	0.02 perm.
Resistencia a la perforación	ASTM D 781	50 unidades
Características de combustión superficial	UL 723 o CAN/ULC-S102-M	Propagación de las llamas 25** Desprendimiento de humo 50**

Gráfica de Conductividad Térmica

Gráfica de Conductividad Térmica (Aislamiento para Tubería vs. ASTM C 547)



Temp. Media °F	k BTU pulg/h pie² °F	Temp. Media °C	W/m·°C
50	0.22	10	0.032
75	0.23	25	0.034
100	0.24	50	0.037
150	0.27	100	0.043
200	0.30	125	0.047
250	0.32	150	0.051
300	0.36	175	0.056
350	0.38	200	0.062
400	0.43	225	0.068
450	0.48	250	0.075
500	0.54	275	0.082

▲ Temperatura promedio de la temperatura de operación y la temperatura superficial.

FACTOR DE CONVERSIÓN: BTU pulg/h pie² °F = 0.146 W/m°C

Conductividad térmica aparente obtenida de acuerdo con la Práctica C 1045 de ASTM, obteniéndose por el Método de Prueba C 177 de ASTM.

Los valores son nominales y están sujetos a las tolerancias normales de ensayo y fabricación.

Normatividad

- **NRF-034-PEMEX-2004**, Aislamientos Térmicos para altas temperaturas en equipos, recipientes y tubería superficial.
- **ASTM C 547**, Preformado de Fibra Mineral para aislamiento de tuberías Tipo I a 850°F (454°C).
- **ASTM C 1136**, Aislamiento térmico flexible de baja densidad retardante al vapor Tipo I y II.
- **ASTM C 795**, Aislamiento térmico para el uso sobre acero inoxidable*
- **Mil Spec. MIL-1-22344D**, Aislamiento térmico de fibra de vidrio para tubería .
- **CAN/CGSB-519 - Tipo I**, Clase 2.
- **ASTM C 411**, Método de prueba para el comportamiento de superficie caliente de aislantes térmicos para alta temperatura (Standard Test Method for Hot-Surface Performance of High-Temperature Thermal Insulation).
- **ASTM E 96 Proc A**, Método de prueba de transmisión de vapor de agua de materiales (Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials).
- **ASTM D 781**, Resistencia a la perforación en presentaciones ASJ y FSK.
- **UL 723 (SBC 25/50)**, Prueba de características de combustibilidad de superficies de materiales de construcción (Test for Surface Burning Characteristics of Building Materials).
- **ULC/CAN-S-102M (SBC 25/50)**, Características de combustibilidad de superficies de materiales de construcción y ensambles (Surface Burning Characteristics of Building Materials and Assemblies).
- **ASTM E 84 (SBC 25/50)**, Método de Prueba de características de combustibilidad de superficies de materiales de construcción (Standard Test Método for Surface Burning Characteristics of Building Materials).
- **NOM-009-ENER**, Eficiencia Energética en aislamientos térmicos industriales.
- **CFE-D-4500-04**, Aislamiento térmico.
- **NFPA 90A**, (National Fire Protection Agency) Materiales suplementarios en sistemas de aire acondicionado y ventilación.

Espesores Recomendados
Aislamiento para Tubería Fiberglas®
Tuberías Calientes Ta= 25 °C (77 °F)¹

TEMP. OPERACION DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO	HASTA 65°C (150°F)				HASTA 121°C (250°F)				HASTA 177°C (350°F)				HASTA 232°C (450°F)											
	E.S.	PC.	T.S.	W/m	E.S.	PC.	T.S.	W/m	E.S.	PC.	T.S.	W/m	E.S.	PC.	T.S.	W/m								
1/2 12.7	1	25.4	7.44	7.15	28.7	83.6	1	25.4	20.0	19.23	33.8	92.9	1	25.4	36.2	34.80	45.9	44.13	36.9	102.0				
3/4 19.1	1	25.4	8.95	8.60	29.4	84.9	1	25.4	24.2	23.27	35.4	95.8	1	25.4	43.7	42.01	42.2	108.0	112	38.0	106.0			
1 25.4	1	25.4	9.28	8.92	28.8	83.9	1	25.4	24.0	24.03	34.2	93.5	1	25.4	43.2	43.45	40.6	105.0	2	50.8	48.7	47.76	36.4	97.5
1 1/2 38.0	1	25.4	12.1	11.63	29.3	84.8	1	25.4	32.5	31.24	35.3	95.6	1	25.4	46.5	44.70	36.8	98.2	2	50.8	57.6	55.37	36.2	97.2
2 51.0	1	25.4	14.1	13.56	29.5	85.1	1	25.4	38.2	36.72	35.8	96.5	1	25.4	53.0	50.95	37.3	98.7	2	50.8	70.2	67.49	36.3	101.0
3 76.0	1	25.4	19.1	18.36	29.9	85.9	1	25.4	51.6	49.61	36.8	98.2	1	25.4	70.3	67.56	38.3	101.0	2	50.8	91.6	88.06	40.0	104.0
4 102.0	1	25.4	23.9	22.02	30.3	86.5	1	25.4	63.1	59.70	37.0	98.6	2	50.8	89.7	87.01	35.7	96.2	2	50.8	109.3	105.06	40.5	105.0
6 152.0	1	25.4	33.9	32.99	30.6	87.1	1	25.4	86.6	84.03	34.3	93.8	2	50.8	143.0	141.52	37.2	96.6	2	50.8	149.0	142.28	42.2	108.0
8 203.0	1	25.4	42.3	40.87	30.7	87.3	1	25.4	108.0	105.75	34.3	93.8	2	50.8	190.0	187.52	37.2	96.6	2	50.8	200.0	197.28	38.9	102.0
10 254.0	1	25.4	54.6	52.49	31.2	88.2	1	25.4	142.0	139.34	34.2	93.8	2	50.8	250.0	247.51	37.3	98.7	2	50.8	260.0	257.28	38.4	103.0
12 304.0	1	25.4	66.9	64.63	31.9	89.0	1	25.4	180.0	177.00	34.2	93.8	2	50.8	330.0	327.00	37.3	98.7	2	50.8	340.0	337.00	40.0	104.0
14 356.0	1	25.4	81.3	78.87	32.6	89.8	2	50.8	220.0	217.00	34.2	93.8	2	50.8	420.0	417.00	37.3	98.7	2	50.8	430.0	427.00	40.6	105.0
16 408.0	1	25.4	98.8	96.13	33.1	90.4	2	50.8	270.0	267.00	34.2	93.8	2	50.8	520.0	517.00	37.3	98.7	2	50.8	530.0	527.00	41.3	106.0
18 460.0	1	25.4	118.3	115.33	33.6	91.0	2	50.8	330.0	327.00	34.2	93.8	2	50.8	630.0	627.00	37.3	98.7	2	50.8	640.0	637.00	41.9	107.0
20 512.0	1	25.4	140.8	137.52	34.1	91.6	2	50.8	400.0	397.00	34.2	93.8	2	50.8	750.0	747.00	37.3	98.7	2	50.8	760.0	757.00	42.5	108.0
24 610.0	1	25.4	180.8	177.00	34.9	92.4	2	50.8	510.0	507.00	34.2	93.8	2	50.8	900.0	897.00	37.3	98.7	2	50.8	910.0	907.00	43.1	109.0
26 660.0	1	25.4	210.8	206.52	35.3	93.0	2	50.8	600.0	597.00	34.2	93.8	2	50.8	1050.0	1047.00	37.3	98.7	2	50.8	1060.0	1057.00	43.7	110.0
28 710.0	1	25.4	240.8	236.52	35.7	93.6	2	50.8	700.0	697.00	34.2	93.8	2	50.8	1200.0	1197.00	37.3	98.7	2	50.8	1210.0	1207.00	44.3	111.0
30 762.0	2	50.8	270.8	260.52	36.2	94.2	2	50.8	810.0	807.00	34.2	93.8	2	50.8	1350.0	1347.00	37.3	98.7	2	50.8	1360.0	1357.00	44.9	112.0

TEMP. OPERACION DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO	HASTA 287°C (550°F)				HASTA 343°C (650°F)				HASTA 399°C (750°F)				HASTA 454°C (850°F)											
	E.S.	PC.	T.S.	W/m	E.S.	PC.	T.S.	W/m	E.S.	PC.	T.S.	W/m	E.S.	PC.	T.S.	W/m								
1/2 12.7	2	50.8	67.0	64.41	44.4	112.0	2	50.8	82.2	79.02	44.4	112.0	2	50.8	110.00	105.75	50	122.0	2	50.8	145.0	142.28	42.2	108.0
3/4 19.1	2	50.8	77.7	74.70	47.2	117.0	2	50.8	93.6	89.98	46.7	116.0	2	50.8	120.00	115.75	52.8	127.0	2	50.8	160.0	157.28	43.9	110.0
1 25.4	2	50.8	79.5	76.70	44.1	106.0	2	50.8	100.7	96.91	46.1	115.0	2	50.8	125.00	120.75	46.7	116.0	3	76.0	147.0	144.32	47.8	118.0
1 1/2 38.0	2	50.8	83.9	80.66	40.6	105.0	2	50.8	116.6	112.10	45.6	114.0	2	50.8	142.00	136.51	46.7	116.0	3	76.0	171.0	168.36	48.3	119.0
2 51.0	2	50.8	102.0	96.06	43.3	110.0	2	50.8	142.1	136.61	49.4	121.0	2	50.8	169.00	162.47	50.6	123.0	3	76.0	201.0	198.29	51.7	125.0
3 76.0	2	50.8	134.0	128.82	45.6	114.0	2	50.8	191.1	185.26	47.2	117.0	3	76.0	230.00	223.51	48.3	119.0	3	76.0	270.0	267.00	51.1	124.0
4 102.0	2	50.8	159.4	153.24	46.7	116.0	2	50.8	224.4	218.73	46.1	115.0	3	76.0	270.00	263.53	52.2	126.0	3	76.0	310.0	307.00	52.6	125.0
6 152.0	2	50.8	217.0	208.82	43.9	111.0	3	76.0	319.3	313.34	46.1	115.0	3	76.0	390.00	383.00	48.3	120.0	4	102.0	450.0	447.00	51.1	124.0
8 203.0	2	50.8	264.0	253.80	45.0	113.0	3	76.0	379.3	373.16	47.8	118.0	3	76.0	450.00	442.50	50.6	122.0	4	102.0	510.0	507.00	52.6	125.0
10 254.0	2	50.8	304.0	292.26	45.6	114.0	3	76.0	438.3	432.04	48.3	119.0	3	76.0	510.00	502.50	51.1	123.0	4	102.0	570.0	567.00	53.1	126.0
14 356.0	3	76.0	328.0	316.33	43.3	110.0	3	76.0	498.3	491.98	49.4	121.0	3	76.0	570.00	562.50	48.3	120.0	4	102.0	630.0	627.00	52.6	125.0
16 408.0	3	76.0	362.0	348.02	43.9	111.0	3	76.0	558.3	551.98	46.7	116.0	4	102.0	630.00	622.50	48.3	120.0	4	102.0	690.0	687.00	52.8	126.0
18 457.0	3	76.0	396.0	381.52	41.7	107.0	3	76.0	618.3	611.98	47.2	117.0	4	102.0	690.00	682.50	48.3	120.0	4	102.0	750.0	747.00	53.3	128.0
20 508.0	3	76.0	430.0	415.02	41.7	107.0	4	102.0	678.3	671.98	44.4	112.0	4	102.0	750.00	742.50	50.6	122.0	4	102.0	810.0	807.00	53.9	129.0
24 610.0	3	76.0	490.0	475.02	41.7	107.0	4	102.0	746.3	739.98	42.8	109.0	4	102.0	810.00	802.50	50.6	123.0	4	102.0	870.0	867.00	53.9	129.0
26 660.0	3	76.0	530.0	515.02	41.7	107.0	4	102.0	796.3	789.98	42.8	109.0	4	102.0	870.00	862.50	50.6	123.0	4	102.0	930.0	927.00	53.9	129.0
28 710.0	3	76.0	570.0	555.02	42.2	108.0	4	102.0	846.3	839.98	44.4	110.0	4	102.0	930.00	922.50	50.6	123.0	4	102.0	990.0	987.00	53.9	129.0
30 762.0	4	102.0	610.0	595.02	40.0	104.0	4	102.0	896.3	889.98	43.3	110.0	4	102.0	990.00	982.50	48.3	119.0	5	127.0	1050.0	1047.00	51.7	126.0

E.P.: ESPESOR RECOMENDADO PC.: PÉRDIDA DE CALOR
T.S.: TEMPERATURA DE SUPERFICIE APROXIMADA T_a: TEMPERATURA AMBIENTE

¹ Estos valores son una referencia para cálculos específicos con los valores indicados. Para mayor información, favor de consultar a su representante de ventas, que con gusto responderá a todas sus preguntas.

Espesores Recomendados
Aislamiento para Tubería Fiberglas®
Tuberías Frías Ta= 25 °C (77 °F)²

Humedad relativa 80%

TEMP. OPERACION DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO	112.22°C (10°F)				-6.66°C (20°F)				-1.11°C (30°F)				4.44°C (40°F)				10°C (50°F)								
	E.S.	P.C.	T.S.	W/m	E.S.	P.C.	T.S.	W/m	E.S.	P.C.	T.S.	W/m	E.S.	P.C.	T.S.	W/m	E.S.	P.C.	T.S.	W/m					
10	127	1	25.4	5.0	5.07	21.9	71.5	1	25.4	5.1	4.00	20.3	72.2	1	25.4	5.3	3.17	23.2	73.8	1	25.4	5.5	2.40	23.7	74.6
12	138	1	30.5	5.6	5.86	23.8	78.8	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.0	3.85	22.8	75.0	1	25.4	3.0	3.68	23.4	74.1
34	151	1	38.0	5.6	5.86	23.8	78.8	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.2	4.04	23.1	73.6	1	25.4	3.1	3.68	23.8	74.5
1	25.4	1	38.0	5.1	5.86	23.8	78.8	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.2	4.04	23.1	73.6	1	25.4	3.1	3.68	23.8	74.5
1102	38.0	1	38.0	7.6	7.31	22.6	72.7	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	5.4	5.19	22.9	73.2	1	25.4	4.0	3.65	23.4	74.1
2	81.0	1	38.0	8.7	8.36	22.6	72.8	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	5.4	5.19	22.9	73.2	1	25.4	4.0	3.65	23.4	74.1
3	76.0	1	38.0	11.5	11.06	22.3	72.1	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
4	132.0	1	38.0	15.9	15.36	22.1	71.8	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
6	152.0	1	38.0	18.7	18.04	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
8	228.0	1	38.0	25.8	25.06	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
10	254.0	1	38.0	27.9	26.90	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
12	304.0	1	38.0	30.4	29.15	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
14	348.0	2	50.8	30.4	29.15	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
16	406.0	2	50.8	30.0	28.76	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
18	469.0	2	50.8	30.7	29.28	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
20	539.0	2	50.8	31.4	30.34	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
24	630.0	2	50.8	47.7	45.96	22.2	72.0	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
26	690.0	2	50.8	51.5	49.56	22.2	72.0	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
28	711.0	2	50.8	54.1	52.01	22.2	72.0	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
30	732.0	2	50.8	56.7	54.49	22.2	72.0	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0

Humedad relativa 90%

TEMP. OPERACION DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO	112.22°C (10°F)				-6.66°C (20°F)				-1.11°C (30°F)				4.44°C (40°F)				10°C (50°F)								
	E.S.	P.C.	T.S.	W/m	E.S.	P.C.	T.S.	W/m	E.S.	P.C.	T.S.	W/m	E.S.	P.C.	T.S.	W/m	E.S.	P.C.	T.S.	W/m					
10	127	1	25.4	5.0	5.07	21.9	71.5	1	25.4	5.1	4.00	20.3	72.2	1	25.4	5.3	3.17	23.2	73.8	1	25.4	5.5	2.40	23.7	74.6
12	138	1	30.5	5.6	5.86	23.8	78.8	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.0	3.85	22.8	75.0	1	25.4	3.0	3.68	23.4	74.1
34	151	1	38.0	5.6	5.86	23.8	78.8	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.2	4.04	23.1	73.6	1	25.4	3.1	3.68	23.8	74.5
1	25.4	1	38.0	5.1	5.86	23.8	78.8	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.2	4.04	23.1	73.6	1	25.4	3.1	3.68	23.8	74.5
1102	38.0	1	38.0	7.6	7.31	22.6	72.7	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	5.4	5.19	22.9	73.2	1	25.4	4.0	3.65	23.4	74.1
2	81.0	1	38.0	8.7	8.36	22.6	72.8	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	5.4	5.19	22.9	73.2	1	25.4	4.0	3.65	23.4	74.1
3	76.0	1	38.0	11.5	11.06	22.3	72.1	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
4	132.0	1	38.0	15.9	15.36	22.1	71.8	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
6	152.0	1	38.0	18.7	18.04	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
8	228.0	1	38.0	25.8	25.06	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
10	254.0	1	38.0	27.9	26.90	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
12	304.0	1	38.0	30.4	29.15	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
14	348.0	2	50.8	30.4	29.15	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
16	406.0	2	50.8	30.0	28.76	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
18	469.0	2	50.8	30.7	29.28	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
20	539.0	2	50.8	31.4	30.34	21.8	71.2	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
24	630.0	2	50.8	47.7	45.96	22.2	72.0	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
26	690.0	2	50.8	51.5	49.56	22.2	72.0	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
28	711.0	2	50.8	54.1	52.01	22.2	72.0	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0
30	732.0	2	50.8	56.7	54.49	22.2	72.0	1	25.4	5.1	4.30	22.3	72.2	1	25.4	4.5	4.13	24.2	75.6	1	25.4	4.7	4.62	23.3	74.0

Presentación

Material	Presentación	Espesor*	Diámetro*	Longitud	
				cm	pies
Aislamiento para Tubería	Corte Longitudinal Abisagrado	De 1" a 3"	De ½" a 30"	91.4	3

* Los materiales aislantes de tuberías FIBERGLAS® están fabricados con dimensiones nominales de acuerdo con la norma ASTM C585 para diámetros interiores y esteos de Aislamiento Térmico Rígido para dimensiones nominales de ductos y tuberías.

Si requiere espesores de aislamiento mayores a 3" y/o diámetros de más de 30" ó longitudes especiales, consulte a su Representante de Ventas de Owens Corning.

Instalación

1. Antes de iniciar la instalación del aislamiento, limpie y seque perfectamente la superficie de la tubería. Se recomienda aplicar una mano de pintura anticorrosiva a la superficie (Fig.1).
2. Consulte las tablas de espesores recomendados para seleccionar el espesor adecuado para aislar tuberías frías o calientes.
3. Coloque el aislamiento para tubería Fiberglas® en torno a la tubería y sujételo con cinchos de alambre galvanizado calibre 16 y colóquelos a 30 cm de distancia para retener firmemente el aislamiento (Fig 2).
4. Aplique los acabados finales tomando en cuenta las siguientes consideraciones de acuerdo al tipo de servicio de la tubería que va a aislar (Fig 3).

Servicio Caliente

a) Instalación bajo techo y sin a buso mecánico.

Si desea dar mayor protección al aislamiento, utilice un acabado de lámina galvanizada o de aluminio; se recomienda utilizar Aislamiento para Tubería "No-wrap" de Fiberglas®, ya que no requiere ningún otro acabado. También puede utilizar Aislamiento para Tubería, "No wrap" de Fiberglas® y como acabado final le puede colocar una manta y aplicar dos manos de pintura impermeable.

b) Instalación bajo techo con a buso mecánico.

Se recomienda proteger el aislamiento con un recubrimiento rígido como lámina galvanizada o de aluminio. El calibre de la lámina puede ser de 24 a 28 de acuerdo a su preferencia.

Procure que los traslapes de las láminas sean por lo menos 2" (5.08 cm). Sujete las láminas con flejes de aluminio o de acero inoxidable de ¾" (1.9 cm) y colóquelos a una distancia no menor a 12" (22.9 a 30.5 cm) de centro a centro.

APÉNDICE F

CATALOGO DE TRAMPAS TD42L O TD42H



Cart. No. LRQ 0963008

ISO 9001

spirax/sarco

TI-S01-03
ST Issue 9

Purgador termodinámico para vapor TD42L y TD42H

Descripción

Los TD42L y TD42H son purgadores termodinámicos con mantenimiento. El TD42L está específicamente diseñado para pequeños caudales de condensado y es ideal para drenaje de líneas. Para procesos se dispone del TD42H. Para aplicaciones donde hay presencia de arena, se pueden suministrar con disco eliminador de arena y la versión se denomina TD42LA y TD42HA. Todos los purgadores tienen la superficie externa rugulada que proporciona resistencia a la oxidación y ahorro de energía.

Normativas

Este producto cumple totalmente con los requisitos de la Directiva Europea de Equipos a Presión 97/23/EC.

Certificados

Dispone de certificado de inspección final del fabricante.

Nota: Los certificados/requerimientos de inspección deben solicitarse con el pedido.

Tamaños y conexiones

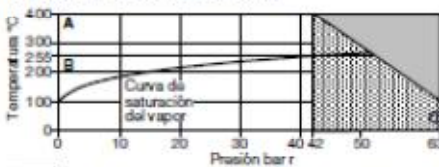
TD42L	3/4", 1/2", 3/4" y 1"	rosca BSP o NPT
TD42H	1/2", 3/4" y 1"	rosca BSP o NPT
TD42LA	3/4", 1/2", 3/4" y 1"	rosca BSP o NPT
TD42HA	1/2" y 3/4"	rosca BSP o NPT

Extras opcionales

Tapa aislante: para evitar que el purgador sea influido indbidadamente por una pérdida excesiva de calor tal como la que tiene lugar cuando está sometido a temperaturas exteriores bajas, viento, lluvia, etc.

Válvula de purga: puede montar una válvula de purga BDN1 o BDN2 en la tapa del filtro, también puede ser taladrado y roscado a 1/2" BSP o NPT para montar un tapón.

Rango de operación (ISO 6552)

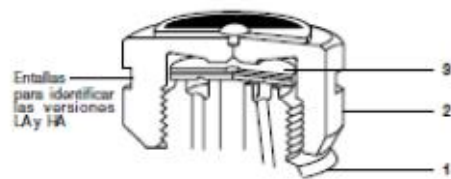
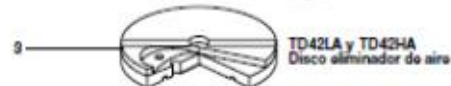
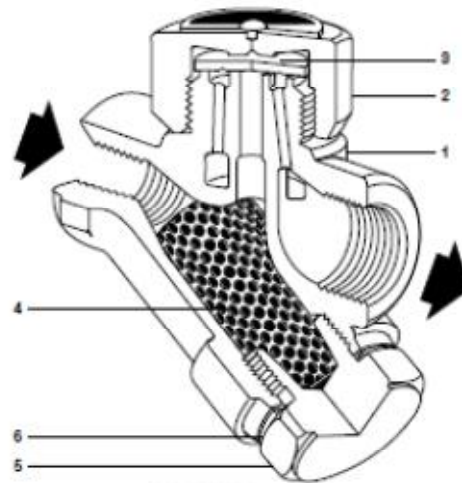


El purgador no puede trabajar en esta zona.

Para un rendimiento óptimo del purgador el PMO no debe superar los 42 bar r.

A - C TD42L y TD42H
B - D TD42LA y TD42HA

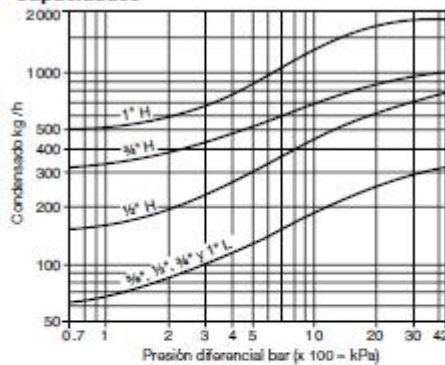
Condiciones de diseño del cuerpo		PN63
PMA	Presión máxima admisible	63 bar r a 120°C
TMA	Temperatura máxima admisible	400°C a 42 bar r
Temperatura mínima admisible		0°C
PMO	Presión máxima de trabajo para vapor saturado	42 bar r
TMO	Temperatura máxima TD42L y TD42H de trabajo	400°C a 42 bar r
	TD42LA y TD42HA	255°C a 42 bar r
Temperatura mínima de trabajo		0°C
Presión mínima entrada para TD42L y TD42H funcionamiento satisfactorio		0,25 bar r
TD42LA y TD42HA		0,80 bar r
PMOB		Contrapresión máxima de trabajo no debe exceder el 80% de la presión de entrada.
Prueba hidráulica:		95 bar r



Materiales

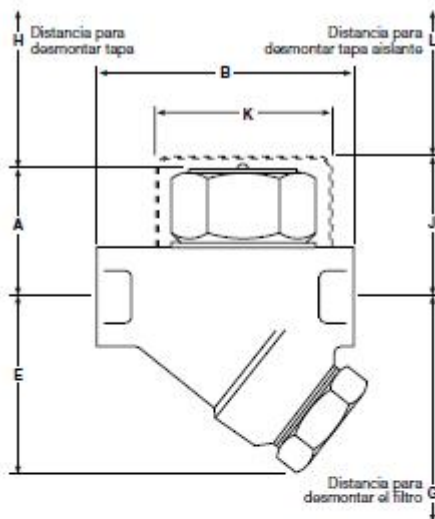
No. Part	Material
1	Cuerpo Acero inoxidable ASTM A743 Gr. CA 40 F (acabado niquelado)
2	Tapa Acero inoxidable AISI 416
3	Disco Acero inoxidable BS 1449-420 S45
4	Tamiz Acero inoxidable BS 1449-304 S16
5	Tapón tamiz Acero inoxidable AISI 416
6	Junta tapón Acero inoxidable BS 1449-304 S16
7	Tapa aislante (extra opcional) Aluminio

Capacidades



Dimensiones/ peso (aproximado) en mm y kg

Tamaño	A	B	E	G	H	J	K	L	Peso
1/8" L	41	78	55	85	20	52	57	38	0,80
1/4" L	41	78	55	85	20	52	57	38	0,75
3/8" L	44	85	60	100	20	52	57	38	0,95
1" L	48	95	65	100	20	58	57	38	1,50
1/8" H	41	78	55	85	41	57	57	38	0,80
1/4" H	47	90	60	100	41	63	57	38	1,00
1" H	53	96	66	100	41	-	-	-	1,50



Seguridad, Instalación y Mantenimiento

Para información de seguridad, instalación y mantenimiento ver instrucciones que acompañan al equipo (IM-PosB-24).

Nota de instalación:

Los TD42L y TD42H deben instalarse en tubería horizontal y a ser posible precedido de un codo.

Eliminación

Este producto es totalmente reciclable. No es perjudicial con el medio ambiente si se elimina con las precauciones adecuadas.

Como pasar pedido

Ejemplo: 1 Purgador termodinámico Spirax Sarco TD42L de 1/2" con conexiones roscadas BSP.

spirax sarco

Purgador termodinámico para vapor TD42L y TD42H

TI-S01-03 6T Issue 9

Recambios

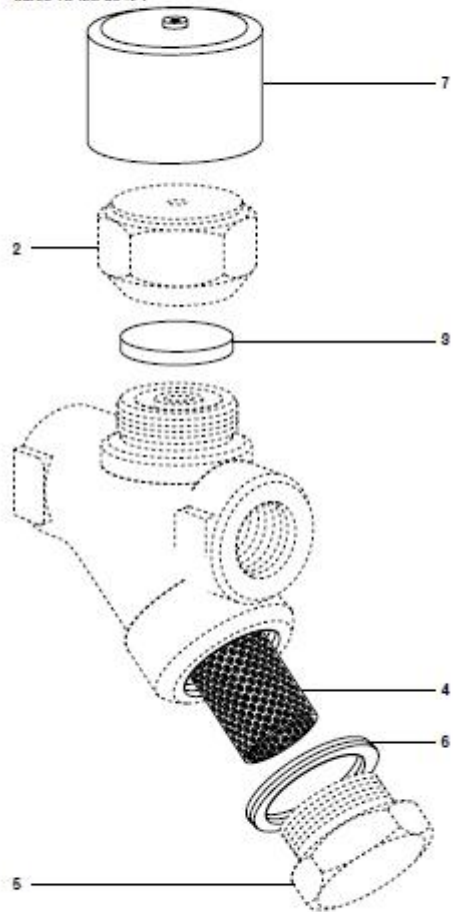
Las piezas de recambio disponibles están indicadas con líneas de trazo continuo. Las piezas dibujadas con líneas de trazos, no se suministran como recambio.

Recambios disponible

Disco (3 unidades)	(TD42L o TD42H)	3
Disco y tamiz	(TD42LA o TD42HA)	3, 4, 6
Tamiz y junta tapón tamiz	(TD42L o TD42H)	4, 6
Tapa aislante		7
Junta tapón tamiz (3 unidades)		6

Como pasar pedido de recambios

Al pasar pedido debe usarse la nomenclatura señalada en el cuadro anterior, indicando el tamaño y tipo de purgador.
Ejemplo: 1 - Tamiz y junta para purgador termodinámico Spirax Sarco TD42L de 1/2" .



Paros de apriete recomendados

Item	mm	N m
(TD42L - todos)	36 E/C	135 - 150
2 (TD42H - 1/2", 3/4")	41 E/C	180 - 200
(TD42H - 1")	55 E/C	250 - 275
5	32 E/C M28	170 - 190

APÉNDICE G

CATALOGO DE TRAMPAS FT44- FT 46- FT 47

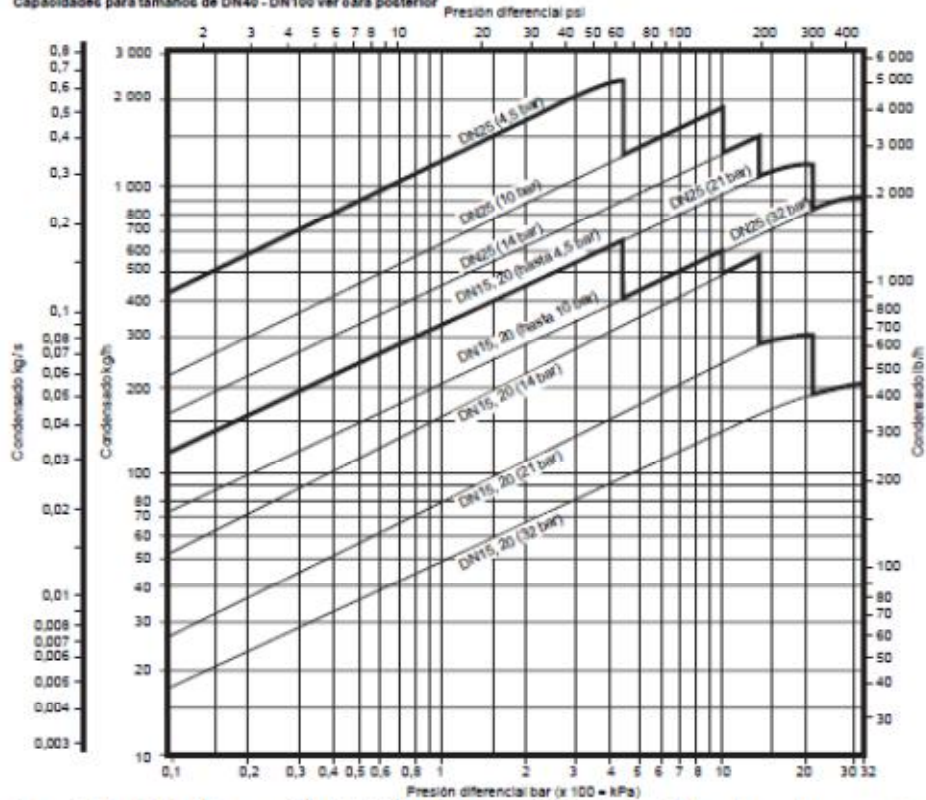


TI-S02-36
ST Issue 1

Gráfico capacidades para purgadores de boya cerrada FT44, FT46 y FT47

DN15, DN20, DN25 FT44 (antes FT20) - Acero GS C25N (TI-S02-14)
 DN15, DN20, DN25 FT46 - Acero inoxidable austenítico 1.4581 (TI-P143-01)
 DN15, DN20, DN25 FT47 - Fundición nodular GGG 40.3 (TI-P142-01)
 Nota: Todas las capacidades mostradas lo son para los FT44, FT46, y FT47 salvo indicaciones.

Capacidades para tamaños de DN40 - DN100 ver oara posterior



Capacidad adicional de agua fría del eliminador termostático de aire (TV) en la puesta en marcha
 Las capacidades mostradas en el gráfico están basadas en condensado a la temperatura de saturación. En condiciones de puesta en marcha el condensado está frío y el eliminador termostático de aire (TV) está abierto proporcionando una capacidad adicional a la válvula principal. La tabla siguiente muestra la capacidad mínima adicional de condensado a través del elemento termostático.

ΔP (bar)	0,5	1	2	3	4,5	7	10	14	21	32
Capacidad adicional mínima de condensado frío (kg/h)										
DN15, DN20 (hasta 21 bar)	460	600	780	1 040	1 140	1 350	1 530	1 750	2 300	-
DN15, DN20 (solo 32 bar)	170	250	380	520	600	780	860	1 140	1 170	1 200
DN25 (hasta 21 bar)	460	680	900	1 080	1 300	1 600	1 980	2 050	2 600	-
DN25 (solo 32 bar)	90	120	350	460	600	850	900	1 020	1 200	1 300

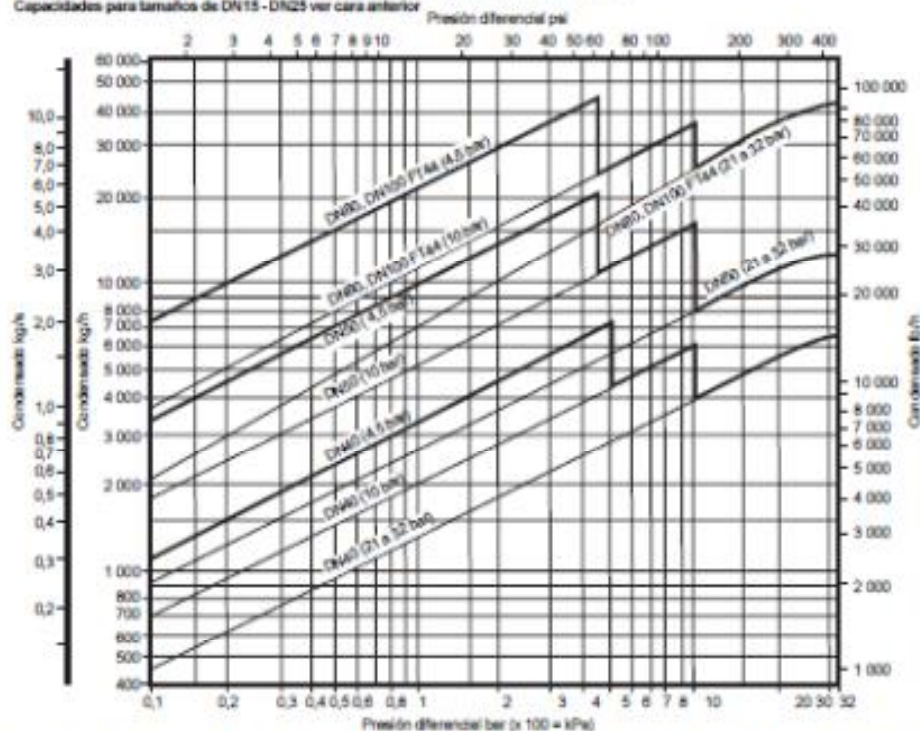
DN40, DN50, DN80, DN100 FT44 (antes FT20) - Acero GS-C25N (TI-S02-21)

DN40, DN50 FT46 - Acero Inoxidable austenítico 1.4581 (TI-P143-01)

DN40, DN50 FT47 - Fundición nodular GGG 40.3 (TI-P142-01)

Nota: Todas las capacidades mostradas lo son para los FT44, FT46, y FT47 salvo indicaciones.

Capacidades para tamaños de DN15 - DN25 ver cara anterior



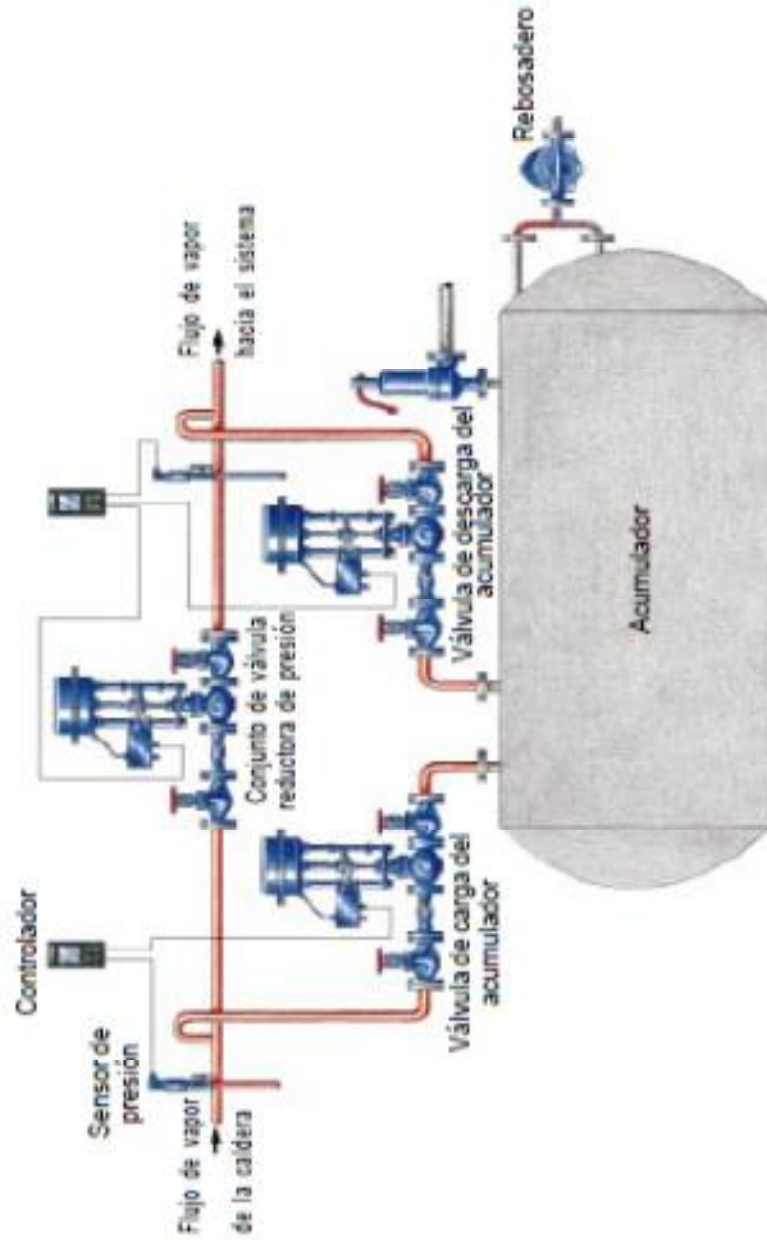
Capacidad adicional de agua fría del eliminador termostático de aire (TV) en la puesta en marcha

Las capacidades mostradas en el gráfico están basadas en condensado a la temperatura de saturación. En condiciones de puesta en marcha el condensado está frío y el eliminador termostático de aire (TV) está abierto proporcionando una capacidad adicional a la válvula principal. La tabla siguiente muestra la capacidad mínima adicional de condensado a través del elemento termostático.

dP (bar)	0,5	1	2	3	4,5	7	10	14	21	32
Capacidad adicional mínima de condensado frío (kg/h)										
DN40, DN50 (hasta 21 bar)	400	680	900	1 080	1 300	1 600	1 980	2 050	2 600	-
DN40, DN50 (sólo 32 bar)	90	120	250	400	600	850	930	1 020	1 200	1 300
DN80, DN100 (hasta 21 bar)	920	1 360	1 800	2 160	2 600	3 200	3 960	4 100	5 200	-
DN80, DN100 (sólo 32 bar)	190	240	700	920	1 200	1 700	1 800	2 040	2 400	2 600

APÉNDICE H

ACUMULADOR DE VAPOR



Control del acumulador Spirax Sarco

APÉNDICE I

DIÁMETRO DE TUBERÍAS

TUBERÍAS

El más amplio stock de manera permanente.

ACERO PARA CALDERO
BAJO NORMAS
ASTM A182 / DIN 17175 DESDE 2" HASTA 3"

ACERO AL CARBONO SCHEDULE 30/40/80/160
BAJO NORMAS
ASTM A106 / ASTM A53 GRADE B / API 5L



Tamaño Tubería (Pulgadas)	Diámetro Exterior (mm) (Inches)		SCHEDULE							
			20S		40S		80S		160S	
			Espesor de pared y peso							
			(mm)	kg/m	(mm)	kg/m	(mm)	kg/m	(mm)	kg/m
1/8	10.3	0.405	-	-	1.73	0.37	2.42	0.47	-	-
1/4	13.7	0.54	-	-	2.24	0.63	3.03	0.8	-	-
3/8	17.2	0.675	-	-	2.32	0.85	3.2	1.1	-	-
1/2	21.3	0.84	-	-	2.77	1.27	3.74	1.62	4.78	1.9
3/4	26.7	1.05	-	-	2.87	1.68	3.92	2.2	5.57	2.9
1	33.4	1.315	-	-	3.38	2.5	4.55	3.24	6.35	4.2
1 1/4	42.2	1.66	-	-	3.56	3.39	4.86	4.47	6.35	5.6
1 1/2	48.3	1.9	-	-	3.69	4.06	5.08	5.41	7.14	7.2
2	60.3	2.375	-	4.5	3.92	5.45	5.54	7.49	8.74	11.1
2 1/2	73	2.875	3.5	6.13	5.16	8.64	7.01	11.4	9.53	14.9
3	88.9	3.5	3.96	8.29	5.49	11.3	7.62	15.3	11.13	21.3
3 1/2	101.6	4	-	-	5.74	13.6	8.08	18.6	-	-
4	114.3	4.5	4.78	12.91	6.02	16.1	8.56	22.3	13.49	33.5
5	141.3	5.563	-	-	6.56	21.8	9.53	31	15.88	49.1
6	168.3	6.625	5.56	22.31	7.12	28.3	10.98	42.6	18.27	67.6
8	219.1	8.625	6.35	33.31	8.18	42.5	12.7	64.6	23.02	111
10	273.1	10.75	6.35	41.76	9.28	60.4	12.7	81.5	28.58	172
12	323.9	12.75	6.35	-	9.53	73.9	12.7	97.4	33.33	239

DIMENSIONES DE TUBERÍAS

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Fundamentos de Mecanica de Fluidos Munson Young Okiishi
- 2 Manual de Hidraulica Horance Williamas King Primera edicion
- 3 Hidráulica General de Gilberto Sotelo Ávila
- 4 TLV Compañia especialista en Vapor
<http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/cost-of-steam-trap-losses.html>
- 5 Fundamentos de Transferencia de Calor Frank P. Incropera
David P. DeWitt
- 6 Soluciones Practicas para el Ingeniero Mecanico J. Edward Pope
- 7 Norma ASME B31.1 Tuberias de generacion y sistema de Potencia
EUA 2004
- 8 Design of Fluid Systems Spirax Sarco
- 9 Proceso de generación de vapor por Álvaro Duarte
- 10 Manual Distribución del Vapor de Spirax Sarco.
- 11 Mecánica de Fluidos Aplicada Robert L. Mott
- 12 Fuente de información Centrales térmica, circuitos de aire humos Ismael
Prieto
- 13 Purgas de Vapor y Eliminación de Aire de Spirax Sarco
- 14 Catalogo de tubería Fehierro