

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DEL CRUDO
MEREY DESDE LAS ESTACIONES DE DESCARGA DE LOS DISTRITOS
SAN TOME Y MUCURA HASTA EL PATIO TANQUE OFICINA (PTO)-
PDVSA**

PRESENTADO POR:

RONALD JESUS RODRIGUEZ ROSAS

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO ANTE LA UNIVERSIDAD DE
ORIENTE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

Barcelona, octubre de 2009

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DEL CRUDO
MEREY DESDE LAS ESTACIONES DE DESCARGA DE LOS DISTRITOS
SAN TOME Y MUCURA HASTA EL PATIO TANQUE OFICINA (PTO)-
PDVSA**

Ing. Químico Hernán R. Raven

(M.Sc.)

Asesor Académico

Firma

Ing. Químico José F. Marín

Asesor Industrial

Firma

Barcelona, octubre de 2009

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DEL CRUDO
MEREY DESDE LAS ESTACIONES DE DESCARGA DE LOS DISTRITOS
SAN TOME Y MUCURA HASTA EL PATIO TANQUE OFICINA (PTO)-
PDVSA**

Ing. Químico Hernán R. Raven (M.Sc.).

Asesor Académico

Ing. Químico Lucas Álvarez, Ph.D.

Jurado Principal

Ing. Químico Yraima Salas, (M.Sc.).

Jurado Principal

Barcelona, octubre de 2009

ARTÍCULO 44

De acuerdo con el reglamento de Trabajos de Grado de la Universidad de Oriente:

“LOS TRABAJOS DE GRADO SON PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE Y SOLO PODRÁN SER UTILIZADOS PARA OTROS FINES CON EL CONSENTIMIENTO DEL CONSEJO DE NÚCLEO RESPECTIVO, EL CUAL PARTICIPARÁ AL CONSEJO UNIVERSITARIO”

DEDICATORIA

A DIOS por darme paciencia, salud, amistad, responsabilidad, imaginación, amor y sobre todo perseverancia para lograr esta meta.

A mis padres Romer Rodríguez y Juana Rosas por haberme dado vida, amor, consejo, orientación y apoyo incondicional en toda mi carrera.

A Ronny Rodríguez por darme su amor y compañerismo de hermano.

A Mauro Quijada por ser importante tanto en mi vida universitaria como familiar.

A toda mi familia en especial mi padrino “Nelson Rosas” por prestarme el apoyo de residenciarme en la ciudad de Puerto La Cruz.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por darme el apoyo y consejo cuando lo necesité. Siempre estaban pendientes de mi bienestar y que nunca me faltara nada. No podré reempezar todo ese esfuerzo que hicieron mis padres para que yo lograra esta meta y ser el hombre quien soy ahora.

A Aurimar por estar todos estos años brindándome apoyo, amistad, compañía y sobre todo amor tanto en toda mi carrera universitaria como en mi vida.

A mi Tía Armeira López quien me enseñó el significado de la perseverancia al prestarme el apoyo para buscar la pasantía de grado en un momento en que el país estaba en crisis económica.

Al señor Giovaanni Caiaffa, la señora Indira Marín de Caiaffa y el primo Chui por darme su cariño, consejo, compañía y apoyo en la ciudad de El Tigrito, lugar donde realicé mi pasantía de grado.

A mis primitas Armeira y Delia por su gran compañía en la ciudad de El Tigrito.

Al profesor Hernán Raven por su gran experiencia profesional al orientarme y prestarme el apoyo para el desarrollo de esta meta.

A todos los profesores del departamento de Ingeniería Química por sus conocimientos impartidos que fueron de gran ayuda para el desarrollo de los objetivos de este trabajo de grado.

A todos mis amigos y compañeros de clases: Francisco conocido entre todos como “tico”, Addahalelys como la “Peque”, Oscar Pino, Carlos Sánchez, Juan Delgado, Luis Zabala, Desireé Vegas, Alejandra Guevara, Franchesca Quintero, Neisy Coronado, Adriana Salazar y Aldrin Cedeño popularmente conocido como “el varón” por estar en los momentos especiales tanto al principio como al final de mi carrera universitaria.

A la empresa PDVSA por haberme dado la oportunidad de hacer mi tesis de grado en las instalaciones del Patio de Tanques Oficina.

A mi Tutor Industrial y Gerente Operacional José Félix Marín por toda su colaboración en el tiempo de mis pasantías; gracias por el aprendizaje brindado y su buena disposición a ayudarme.

A mis compañeros de oficina la señora María de Alfonso, la señora Olga Esteves, la señora Luisa Lizardo y el pana Juan del Castillo, que sus conocimientos fueron de gran aporte para la culminación de dicho trabajo de grado.

A mi compañera de pasantía Katherine Metropulus que me prestó su apoyo incondicional para adaptarme al trabajo.

A todos los supervisores, operadores y aforadores de la Coordinación Operacional Faja (COF), en especial el señor Senni Medina, Carlos Días, Orángel López, Jairo Rivas, Nerio Rivas, Alí Díaz, Agustín González y el señor Ranulfo Guzmán, por su gran orientación en el proceso tanto de campo como de patio.

RESUMEN

El crudo Merey es recibido en el Patio Tanque Oficina a través de las diferentes estaciones recolectoras de crudo de los campos Bare, Arecuna-Oficina, Miga-Bare, Melones y Oritupano, que descargan a los laterales de 24", 26" y 36". Este proceso presenta discrepancias entre las cantidades de crudo bombeado y recibido por el patio. En el presente trabajo se evaluó el sistema de transporte desde las diferentes estaciones de descarga hasta el Patio Tanque Oficina, donde se visualizó el comportamiento gráfico del bombeo respecto al tiempo, se realizaron balances de masa, aplicación de cálculos hidráulicos en las líneas de recibo y se ejecutaron las respectivas descripciones operacionales de los medidores de flujos, tanto en el campo como en el patio. Como resultado del comportamiento gráfico se visualizó que todas las estaciones de descarga se encuentran bombeando a las 13:00 horas cayendo aproximadamente el bombeo a las 11:00 horas con un caudal de 3.102 barriles por hora. Los balances de masa en libras por día de las estaciones versus PTO obtuvieron aproximadamente el 0,59 %, 0,38 % y 0,51% de diferencia para los meses de diciembre de 2008, enero de 2009 y febrero de 2009. En los cálculos hidráulicos se estimó el flujo recibido en los diferentes laterales, arrojando desviaciones del 2,09 %, 3,12 % y 0,82 % para 24", 26" y 36" respectivamente, así como también, la presión en cada tramo de tubería, arrojando valores del 2,93 %, 3,88 % y 3,41 %. Entre los medidores de flujo estudiados se tiene: los de desplazamiento positivo, que no presentan calibraciones por más de un año, donde su medición es afectada por cambios en densidad y viscosidad en un 2 %; los Coriolis calibrados trimestralmente son de alta confiabilidad en sus análisis para líquidos con limitado contenido de gas en $\pm 0,35$ % del caudal; las unidades LACT calibradas mensualmente, presentan transferencia y custodia las 24 horas con precisión volumétrica de $\pm 0,15$ % según los fabricantes. Los radares en tanques son calibrados anualmente por el Ministerio, donde cada tanque de almacenamiento (9601, 9602, 9603 y 9608) posee el modelo

RTG 3950 ubicado en el tope del tanque, con un rango de medición de 2,6 a 130 pies.
Cada uno de estos equipos maneja diferentes capacidades de operación que dependen de la producción asociada.

CONTENIDO

PAGINA DE TITULO	i
RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	viii
CONTENIDO	x
NOMENCLATURA	xxii
INDICE DE TABLAS	xxiii
INDICE DE FIGURAS	xxv
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Petróleos De Venezuela Sociedad Anónima (Pdvsa).....	1
1.2 Patio De Tanques Oficina (Pto).....	2
1.4 El Problema.....	4
1.5 Objetivos.....	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPITULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes De Evaluación Del Sistema De Transporte De Crudo.....	6
2.2 Descripción Del Proceso.....	7
2.2.1 Centinela.....	9
2.2.1.1 Estructura General Del Centinela.....	10
2.2.1.2 Beneficios Del Centinela.....	12
2.2.1.3 Objetivo.....	13
2.2.1.4 Características Y Beneficios.....	13

2.3 Descripción Operacional De Las Estaciones	19
2.3.1 Descripción Operacional De Ba-01	21
2.4 Medidores De Flujo	22
2.4.1 Desplazamiento Positivo	22
2.4.1.1 Clasificación De Los Medidores De Desplazamiento Positivo	22
2.4.1.1.1 Medidor de disco oscilante	22
2.4.1.1.2 Medidor de pistón oscilante.....	23
2.4.1.1.3 Medidor rotativo	23
2.4.1.2 Ventajas Y Desventajas De Los Contadores Mecánicos.....	24
2.4.2 Unidad Lact	24
2.4.2.1 Componentes	24
2.4.2.1.1 Unidad de rechazo	25
2.4.2.1.2 Degasificador principal.....	25
2.4.2.1.3 Tren de filtrado	25
2.4.2.1.4 Filtros de línea	25
2.4.2.1.5 Sistema de muestreo	25
2.4.2.1.6 Computador de flujo y tableros de control	26
2.4.2.1.7 Probadores	26
2.4.2.2 Ventajas De Las Unidades LACT.	27
2.4.3 MFC (Contador De Flujo Másico)	27
2.4.3.1 Principio De Operación	28
2.4.3.2 Efecto De La Densidad Vs La Frecuencia ^[8]	29
2.4.3.3 Ventajas Y Desventajas De Los Contadores Tipo Másicos.	30
2.4.4 Radar En Tanques.....	30
2.4.4.1 Funcionamiento Del Sistema De Medición Radar	30
2.4.4.2 Mejora De La Precisión Del Sistema De Medición Radar	31
2.4.4.3 Tipos De Radar	33
2.4.4.3.1 Medidor de antena cónica (RTG 3920)	33
2.4.4.3.2 Medidor Antena Parabólica (RTG 3930)	33

2.4.4.3.3 Medidor de antena <i>array</i> (RTG 3950).....	34
2.4.4.4 Ventajas Del Radar En Tanque.	35
2.5 Sistemas De Produccion.....	35
2.5.1 Pozos Productores.....	36
2.5.2 Línea De Flujo	36
2.5.3 Múltiples De Recolección	36
2.5.4 Estaciones De Descarga.....	37
2.5.4.1 Área De Separación	38
2.5.4.2 Área De Calentamiento	38
2.5.4.3 Área De Deshidratación.....	38
2.5.4.4 Área De Almacenamiento	38
2.5.4.5 Redes De Distribución.....	39
2.6 Tanques	40
2.6.1 Tanque De Lavado.....	41
2.6.2 Clasificación De Los Tanques	41
2.6.2.1 Según Su Forma.....	41
2.6.2.2 Según Su Condición De Almacenamiento	41
2.6.2.3 Según Su Tipo De Techo	42
2.6.2.4 Según Su Función	42
2.6.2.5 Según Su Construcción.....	42
2.6.2.6 Tanques De Producción.....	42
2.6.2.7 Tanque De Medida	43
2.6.3 Características De Los Tanques	43
2.6.3.1 Tipo De Techo	43
2.6.3.2 Tanque De Techo Fijo	43
2.6.3.3 Tanque De Techo Flotante	43
2.6.4 Medición De Fluidos (Aforo De Tanques).....	43
2.6.4.1 Directo O Al Lleno	43
2.6.4.2 Indirecto O Al Vacío	44

2.7 Sistema De Separación Gas/Petróleo Y Bombeo	45
2.7.1 Funciones Del Separador.....	46
2.7.2 Tipos De Separadores De Acuerdo A Su Forma.....	46
2.8 Flujo De Fluidos.....	47
2.8.1 Tipos De Flujo De Fluidos	47
2.8.1.1 Número De Reynolds	49
2.8.1.2 Ecuación De Continuidad.....	49
2.8.1.3 Balance General De Energía Mecánica.....	50
2.8.1.4 Coeficiente De Resistencia (K), Longitud Equivalente (L/D)..	54
2.8.2 Propiedades De Los Fluidos	57
2.8.2.1 Viscosidad	57
2.8.2.2 Gravedad Api (American Petroleum Institute).....	57
2.8.2.3 Clasificación Del Crudo	57
2.9 Pipephase	58
2.9.1 Tipos De Simulación	58
2.9.2 Modelo De Fluidos.....	59
2.9.2.1 Modelo Crudo.....	59
2.9.2.2 Modelo De Condensado De Gas	59
2.9.2.3 Modelo Líquido Monofásico.....	60
2.9.2.4 Modelo Vapor.....	60
2.9.2.5 Modelo Composicional.....	60
2.9.2.6 Modelos No Composicionales.....	60
2.9.3 Biblioteca De Componentes Puros.....	61
2.9.4 Componentes Del Petróleo	61
2.9.5 Matriz De Datos.....	61
2.9.6 Resolviendo Sistemas Con Pipephase	62
2.9.6.1 Conexiones Entre Nodos	62
2.9.6.2 Sistema De Tuberías.....	62
2.9.6.3 Capacidad De Cálculo De Pipephase	63

2.9.6.4 Unidades De Medida	63
CAPITULO III	65
DESARROLLO DEL TRABAJO	65
3.1 Analizar El Comportamiento Gráfico Del Bombeo Respecto Al Tiempo Tomando En Cuenta Los Registros (Bombeo Y Recibo) Del Crudo Merey, Bajo Las Condiciones Actuales De Operación	65
3.2 Desarrollar Balances De Masa En Las Lineas De Recibo De Pto	74
3.3.1 Determinación De La Gravedad Especifica	75
3.1.2 Transformación Del Volumen De Crudo Bombeado De Barriles A Pie ³	77
3.1.3 Determinación De La Cantidad De Masa Bombeada De Las Estaciones De Descarga	80
3.1.4 Determinación De Los Barriles Recibidos En PTO	81
3.1.5 Determinación De La Gravedad Especifica Del Crudo Merey	84
3.1.6 Determinación De La Gravedad Específica Del Crudo Merey En PTO	85
3.1.7 Transformación De Barriles De Crudo A Pie ³ De Los Diferentes Laterales	85
3.1.8 Determinación De La Gravedad Especifica De La Mezcla Del Crudo Merey	87
3.1.9 Transformación A Libras Por Día De La Variación Del Tanque De Leonar-13	89
3.1.10 Cálculo De Los Barriles Totales Recibidos En El Patio Tanque Oficina	90
3.1.11 Determinación De Las Libras Bombeadas De Las Estaciones Recolectoras De Crudo De La Segregación Merey	91
3.1.12 Transformación De Barriles A Pie ³ De Crudo Recibidos En El Patio	92

3.1.13 Determinación De Las Libras Por Día Recibidas En El Patio Tanque Oficina.....	92
3.1.14 Cálculo Del Porcentaje De Desviación.....	93
3.3 Análisis Hidráulico En Los Laterales De 24", 26" Y 36" De Crudo Merey	94
3.4.1 Suministro De Gravedades Al Sistema	95
3.4.2 Definición De La Estación De Descarga.....	96
3.4.3 Definición Del Patio Tanque Oficina	97
3.4.3 Sistema De Tuberías.....	98
3.4.3.1 Caracterización Del Lateral De 24".....	99
3.4 Verificación De Equipos De Medición De Volumen De Crudo.....	105
CAPITULO IV	109
DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
4.1 Discusión De Resultados	109
4.1.1 Analizar El Comportamiento Gráfico Del Bombeo Respecto Al Tiempo Tomando En Cuenta Los Registros (Bombeo Y Recibo) Del Crudo Merey, Bajo Las Condiciones Actuales De Operación.....	109
4.1.2 Desarrollar Balances De Masa En Las Líneas De Recibo De PTO.	114
4.1.3 Realizar Cálculos Hidráulicos En Las Líneas De 24", 26" Y 36" Bajo Las Condiciones Actuales De Operación.....	117
4.1.4 Verificar Los Equipos De Medición De Volumen De Crudo En La Actualidad.	124
4.2 Conclusiones.....	130
4.3 Recomendaciones.....	131
BIBLIOGRAFIA	113
Anexos A	135
Tabla A.1 Equipos Que Conforman El Sistema De Crudo Merey En Pto.....	136
Tabla A.2 Ficha Técnica Del Tanque 9601 Del Patio Tanque Oficina.	136
Tabla A.3 Ficha Técnica Del Tanque 9602 Del Patio Tanque Oficina.	137

Tabla A.4 Ficha Técnica Del Tanque 9603 Del Patio Tanque Oficina.	137
Tabla A.5 Ficha Técnica Del Tanque 9608 Del Patio Tanque Oficina.	138
Tabla A.6 Inventario De Equipos De Las Estaciones De Descarga.	138
Figura A.1 Factor De Fricción En Función Del Número De Reynolds. [6]	139
Tabla A.7 Factores De Fricción Para Tuberías Comerciales, Nuevas, De Acero, Con Flujo En La Zona De Total Turbulencia. ^[6]	139
Tabla A.8 Dimensiones De Tubería Estándar De Acero. ^[7]	140
Tabla A.9 Coeficientes De Resistencia (K) Válidos Para Válvulas Y Accesorios ^[10]	141
Figura A.2 Boleta De Aforo.....	144
Anexos B	145
Tabla B.1 Parámetros Operacionales Introducidos En El Simulador Pipephase Para El Lateral De 26".	148
Tabla B.2 Parámetros Operacionales Introducidos En El Simulador Pipephase Para El Lateral De 36".	149
Figura B.1 Perfil Topográfico Del Lateral De 24"	150
Figura B.2 Perfil Topográfico Del Lateral De 26".	150
Figura B.3 Perfil Topográfico Del Lateral De 36".	151
Figura B.5 Montaje Las Estaciones De Descarga Al Lateral De 26" Hasta El Patio Tanque Oficina. (Pto).....	151
Figura B.6 Montaje Las Estaciones De Descarga Al Lateral De 36" Hasta El Patio Tanque Oficina. (Pto).....	152
Figura B.7 Propiedades Estimadas En El Patio Tanque Oficina Para El Lateral De 26".	152
Figura B.8 Propiedades Estimadas En El Patio Tanque Oficina Para El Lateral De 36".	153
Figura B.9. Perfil De Presión En Las Tuberías De Descarga Hasta El Lateral De 24" De Las Diferentes Estaciones.....	153

Figura B.10 Perfil De Presión En Las Tuberías De Descarga Hasta El Lateral De 26” De Las Diferentes Estaciones.....	154
Figura B.11 Perfil De Presión En Las Tuberías De Descarga Hasta El Lateral De 36” De Las Diferentes Estaciones.....	154
Figura B.12 Perfiles De Temperaturas En El Lateral De 26” En Cada Tramo De Interconexión De Las Estaciones.....	155
Figura B.13 Perfiles De Temperaturas En El Lateral De 36” En Cada Tramo De Interconexión De Las Estaciones.....	156
Figura B.14 Variaciones De Flujo (Bl/Día) En El Lateral De 26” En Cada Tramo De Interconexión De Las Estaciones.....	156
Figura B.15 Variaciones De Flujo (Bl/Día) En El Lateral De 36” En Cada Tramo De Interconexión De Las Estaciones.....	157
Anexo C	158
Tabla C.1 Propiedades Del Fluido Para Cada Tramo De Tubería Del Lateral De 26”	160
Tabla C.2 Propiedades Del Fluido Para Cada Tramo De Tubería Del Lateral De 36”	161
Tabla C.3 Caídas De Presión En La Tubería De Descarga De La Estación Le-13..	161
Tabla C.4 Caídas De Presión En El Tramo L023 Del Lateral De 24”.....	162
Tabla C.5 Caídas De Presión En El Tramo L038 Del Lateral De 24”.....	163
Tabla C.6 Caídas De Presión En El Tramo L055 Del Lateral De 24”.....	163
Tabla C.7 Caídas De Presión En El Tramo L070 Del Lateral De 24”.....	163
Tabla C.8 Caídas De Presión En El Tramo L072 Del Lateral De 24”.....	164
Tabla C.9 Caídas De Presión En El Tramo L072 Del Lateral De 24”. (Continuación)	165
Tabla C.10 Caídas De Presión En La Tubería De Descarga De La Estación Or-02.	165
Tabla C.11 Caídas De Presión En El Tramo L032 Del Lateral De 26”.....	166
Tabla C.12 Caídas De Presión En El Tramo L005 Del Lateral De 26”.....	166

Tabla C.13 Caídas De Presión En El Tramo L005 Del Lateral De 26". (Continuación)	167
Tabla C.14 Caídas De Presión En El Tramo L068 Del Lateral De 26"	168
Tabla C.15 Caídas De Presión En El Tramo L006 Del Lateral De 26"	168
Tabla C.16 Caídas De Presión En El Tramo L003 Del Lateral De 26"	169
Tabla C.17 Caídas De Presión En La Tubería De Descarga De La Estación Ba-10	169
Tabla C.18 Caídas De Presión En El Tramo L020 Del Lateral De 36"	170
Tabla C.19 Caídas De Presión En El Tramo L020 Del Lateral De 36". (Continuación)	170
Tabla C.20 Caídas De Presión En El Tramo L034 Del Lateral De 36"	170
Tabla C.21 Caídas De Presión En El Tramo L048 Del Lateral De 36"	170
Tabla C.22 Caídas De Presión En El Tramo L071 Del Lateral De 36"	171
Tabla C.23 Caídas De Presión En El Tramo L089 Del Lateral De 36"	172
Tabla C.24 Caídas De Presión En El Tramo L089 Del Lateral De 36". (Continuación)	173
Figura C.1 Caída De Presión De La Estación De Descarga Or-02 Hasta El Lateral De 26"	174
Figura C.2 Caída De Presión De La Estación De Descarga Ba-10 Hasta El Lateral De 36"	174
Anexos D	175
Tabla D.1 Recibo Del Crudo Meroy En El Tanque 9601. (Continuación)	179
Tabla D.2 Recibo Del Crudo Meroy En El Tanque 9602	179
Tabla D.2 Recibo Del Crudo Meroy En El Tanque 9602 (Continuación)	180
Tabla D.4 Recibo Del Crudo Meroy En El Tanque 9603	180
Tabla D.4 Recibo Del Crudo Meroy En El Tanque 9603. (Continuación)	181
Tabla D.5 Recibo Del Crudo Meroy En El Tanque 9608	182
Tabla D.6 Gravedades Api De Las Diferentes Estaciones Que Descargan Por El Lateral De 24"	182

Tabla D.6 Gravedades Api De Las Diferentes Estaciones Que Descargan Por El Lateral De 24". (Continuación).....	183
Tabla D.7 Gravedades Api De Las Diferentes Estaciones Que Descargan Por El Lateral De 36".	183
Tabla D.7 Gravedades Api De Las Diferentes Estaciones Que Descargan Por El Lateral De 36". (Continuación).....	184
Tabla D.8 Gravedades Especificas De Las Diferentes Estaciones Que Descarga Por El Lateral De 26". (Continuación)	184
Tabla D.9 Gravedades Especificas De Las Diferentes Estaciones Que Descarga Por El Lateral De 24".	185
Tabla D.9 Gravedades Especificas De Las Diferentes Estaciones Que Descarga Por El Lateral De 24". (Continuación)	185
Tabla D.10 Gravedades Especificas De Las Diferentes Estaciones Que Descarga Por El Lateral De 36".	186
Tabla D.10 Gravedades Especificas De Las Diferentes Estaciones Que Descarga Por El Lateral De 36". (Continuación)	186
Tabla D.11 Barriles Por Día Bombeados De Las Diferentes Estaciones Que Descargan Por El Lateral De 24".	187
Tabla D.12 Barriles Por Día Bombeados De Las Diferentes Estaciones Que Descargan Por El Lateral De 36".	188
Tabla D.13 Volúmenes (Pie3) De Crudo Por Día Bombeado Por El Lateral De 24" A Pto.	189
Tabla D.13 Volúmenes (Pie3) De Crudo Por Día Bombeado Por El Lateral De 24" A Pto. (Continuación)	189
Tabla D.14 Volúmenes (Pie3) De Crudo Por Día Bombeado Por El Lateral De 36" A Pto	190
Tabla D.14 Volúmenes (Pie3) De Crudo Por Día Bombeado Por El Lateral De 36" A Pto. (Continuación)	190
Tabla D.15 Flujo Másico Enviado Por El Lateral De 26" A Pto. (Continuación)...	191

Tabla D.16 Flujo Másico Enviado Por El Lateral De 24" A Pto.....	191
Tabla D.17 Flujo Másico Enviado Por El Lateral De 36" A Pto.....	192
Tabla D.18 Movimientos Del Tanque De Almacenamiento 9601. (Continuación)	192
Tabla D.18 Movimientos Del Tanque De Almacenamiento 9601. (Continuación)	193
Tabla D.19 Movimientos Del Tanque De Almacenamiento 9602. (Continuación)	194
Tabla D.19 Movimientos Del Tanque De Almacenamiento 9602. (Continuación)	194
Tabla D.20 Movimientos Del Tanque De Almacenamiento 9603. (Continuación)	195
Tabla D.20 Movimientos Del Tanque De Almacenamiento 9603. (Continuación)	195
Tabla D.21 Recibos En Pto (Continuación).....	196
Tabla D.21 Recibos En Pto (Continuación).....	196
Tabla D.22 Gravedades Api Promedio De Las Líneas De Recibo De Pto. (Continuación)	196
Tabla D.23 Gravedades Especificas De Las Líneas De Recibo En Pto. (Continuación)	197
Tabla D.24 Barriles Por Día Bombeados A Los Diferentes Laterales De 24", 26" Y 36". (Continuación).....	197
Tabla D.25 Volumen (Pie ³) Por Día Contenidos En Cada Lateral. (Continuación)	198
Tabla D.26 Gravedades Especificas De La Mezcla De Crudo Merey En Pto. (Continuación)	198
Tabla D.27 Variación Del Tanque De Leonar-13 E Inyección De Diluyente Al Tanque 9608 Del Patio Tanque Oficina. (Continuación)	199
Tabla D.28 Flujo Másico Del Tanque De Leonar-13. (Continuación).....	199
Tabla D.28 Flujo Másico Del Tanque De Leonar-13. (Continuación).....	200
Tabla D.29 Barriles Por Día Recibidos En Pto. (Continuación).....	200
Tabla D.30 Flujo Másico Bombeado De Las Estaciones De Descarga Del Crudo Merey. (Continuación).....	201
Tabla D.30 Flujo másico bombeado de las estaciones de descarga del crudo Merey. (Continuación)	201
Tabla D.31 Volumen (pie ³) por día recibidos en PTO.....	202

Tabla D.32 Libras Por Día Bombeadas Y Recibidas Por Pto Para El Mes De Enero De 2009.....	202
Tabla D.32 Libras Por Día Bombeadas Y Recibidas Por Pto Para El Mes De Enero De 2009. (Continuación).....	203
Tabla D.33 Libras Por Día Bombeadas Y Recibidas Por Pto Para El Mes De Febrero De 2009.....	203
Tabla D.33 Libras Por Día Bombeadas Y Recibidas Por Pto Para El Mes De Febrero De 2009. (Continuación).....	204
METADATOS	205

NOMENCLATURA

Bls/d: barriles por día.

Bls/h: barriles por hora.

% A y S: porcentaje de agua y sedimentos.

GPM: galones por minutos.

LACT: transferencia automática de custodia de hidrocarburos líquidos.

MFC: contador de flujo másico.

API: American Petroleum Institute.

Seg: segregación Merey.

Mov: movimiento al sistema.

σ : gravedad específica.

Lbs/d: libras por día.

PTO: Patio Tanque Oficina.

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Clasificación de las estaciones de descarga por rutas.....	7
Tabla 2.2. Gravedad API y densidad de los diferentes tipos de crudo ^[3]	57
Tabla 3.1 Barriles por día bombeados de las diferentes estaciones de descarga por el lateral de 24 pulgadas.....	66
Tabla 3.1 Barriles por día bombeados de las diferentes estaciones de descarga por el lateral de 24 pulgadas. (Continuación)	66
Tabla 3.2 Barriles por día bombeados de las diferentes estaciones de descarga por el lateral de 26 pulgadas.....	67
Tabla 3.3 Barriles por día bombeados de las diferentes estaciones de descarga por el lateral de 36 pulgadas.....	68
Tabla 3.4 Capacidades de bombeos de las estaciones de descarga.....	70
Tabla 3.5 Tiempos de bombeos estimados de las estaciones Merey hacia PTO.	71
Tabla 3.6 Bombeo promedio mensual de cada una de las estaciones de descarga	71
Tabla 3.7 Recibo del crudo Merey en el tanque 9601.....	74
Tabla 3.8 Gravedades API de las diferentes estaciones que descargan por el lateral de 26”	75
Tabla 3.9 Gravedades específicas de las diferentes estaciones que descarga por el lateral de 26”	77
Tabla 3.10 Barriles por día bombeados de las diferentes estaciones que descargan por el lateral de 26”	78
Tabla 3.11 Volúmenes (pie ³ /día) de crudo por día bombeado por el lateral de 26” a PTO	79
Tabla 3.12 Flujo másico enviado por el lateral de 26” a PTO	81
Tabla 3.13 Movimientos del tanque de almacenamiento 9601	82
Tabla 3.14 Movimientos del tanque de almacenamiento 9602.....	83

Tabla 3.15 Movimientos del tanque de almacenamiento 9603	83
Tabla 3.16 Recibos en PTO	84
Tabla 3.17 Gravedades API promedio de las líneas de recibo de PTO	84
Tabla 3.18 Gravedades específicas de las líneas de recibo en PTO.....	85
Tabla 3.19 Barriles por día bombeados a los diferentes laterales de 24", 26" y 36".	86
Tabla 3.20 Volumen (pie ³ /día) por día contenidos en cada lateral	86
Tabla 3.21 Gravedades específicas de la mezcla de crudo Merey en PTO.....	88
Tabla 3.22 Variación del tanque de Leonar-13 e inyección de diluyente al tanque 9608 del Patio Tanque Oficina.....	89
Tabla 3.23 Flujo másico del tanque de Leonar-13	89
Tabla 3.24 Barriles por día recibidos en PTO.....	90
Tabla 3.25 Flujo másico bombeado de las estaciones de descarga del crudo Merey.	91
Tabla 3.26 Volumen (pie ³ /día) por día recibidos en PTO.....	92
Tabla 3.27 Flujo másico recibido en el Patio Tanque Oficina.....	93
Tabla 3.28 Parámetros operacionales introducidos en el simulador pipephase para el lateral de 24".	95
Tabla 3.29 Propiedades del fluido para cada tramo de tubería del lateral de 24"....	101
Tabla 4.1 Variación entre los barriles bombeados y recibidos por PTO.	115
Tabla 4.2 Porcentajes de desviación de lo bombeado y recibido por PTO para los meses de enero, febrero y marzo.....	116
Tabla 4.3 Caudales manejados por cada tramo del lateral de 24".	121
Tabla 4.4 Caudales manejados por cada tramo del lateral de 26" y 36".....	122
Tabla 4.5 Últimas calibraciones realizadas a los diferentes equipos de medición ubicados en el campo.	124
Tabla 4.6 Caudales manejados por las diferentes estaciones de descarga.	126
Tabla 4.7 Presiones de diseño y operación manejadas por las diferentes estaciones.	127
Tabla 4.8 Datos técnicos fundamentales del sistema de medición radar (RTG 3960).	128

Tabla 4.9 Medidores de flujo de la estación de descarga BA-01.....	129
--------------------------------------------------------------------	-----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación del Patio Tanque Oficina (PTO).....	2
Figura 1.2 Patio de Tanques Oficina (PTO).....	3
Figura 2.1 Aforación de tanques	8
Figura 2.2 Diagrama del proceso de envío y recibo desde las diferentes estaciones hasta el Patio Tanque Oficina.	9
Figura 2.3 Estructura del Centinela ^[5]	10
Figura 2.4 Pantalla principal del software Centinela (Aplicación Oleo).	14
Figura 2.5 Ingreso de contadores al Oleo.	15
Figura 2.6 Volúmenes corregidos de los movimientos de aforo.....	15
Figura 2.7 Esquema operacional del aforador y supervisor de campo.	16
Figura 2.8 Pantalla Operacional del Patio de Tanques Oficina.	17
Figura 2.9 Esquema Operacional del operador y de supervisor de patio.....	18
Figura 2.10 Proceso de extracción y descarga del crudo Merey.....	20
Figura 2.11 Estación de descarga BA-01.....	21
Figura 2.12 Medidor de pistón oscilante ^[6]	23
Figura 2.13 Medidor Rotativo ^[6]	23
Figura 2.14 Componentes de la Unidad LACT ^[7]	26
Figura 2.15 Respuesta del tubo a la fuerza de Coriolis ^[7]	28
Figura 2.16 Principio de operación del medidor de flujo másico ^[7]	28
Figura 2.17 Funcionamiento del sistema de medición radar.....	31
Figura 2.18 Medición cerca de la pared del tanque.	32
Figura 2.19 Medidor antena cónica. ^[17]	33
Figura 2.20 Medidor de antena parabólica RTG 3930. ^[17]	34

Figura 2.21 Medidor de antena <i>array</i> RTG 3940. ^[17]	35
Figura 2.22 Múltiple de recolección.	37
Figura 2.23 Estación de descarga.....	37
Figura 2.24 Red de distribución ^[4]	40
Figura 2.25 Tanque de lavado.....	41
Figura 2.26 Medición directa.	44
Figura 2.27 Medición indirecta.....	45
Figura 2.28 Equipo de separación gas-petróleo	46
Figura 2.30 Experimento de Reynolds para diferentes tipos de flujo: a) laminar, b) turbulento. ^[11]	48
Figura 2.31 Ejemplo de conexiones entre nodos en Pipephase.	62
Figura 2.32 Sistema de tuberías típico en Pipephase.....	63
Figura 2.33 Sistema de unidades contenidas en el Pipephase.....	64
Figura 3.1 Bomba reciprocante.....	69
Figura 3.2 Sistema de medición en Radar del Patio Tanque Oficina (PTO)	73
Figura 3.3 Suma de recibos en PTO.....	82
Figura 3.4 Propiedades del crudo de la estación de descarga Ba-01.	96
Figura 3.5 Parámetros de la estación de descarga Ba01.	97
Figura 3.6 Propiedades estimadas en el Patio Tanque Oficina para el lateral de 24".	98
Figura 3.7 Accesorios principales que hacen trasladar el crudo desde la estación Ba01 al lateral.....	99
Figura 3.8 Perfil topográfico del lateral de 24".....	99
Figura 3.9 Montaje de las estaciones de descarga al lateral de 24" hasta el Patio Tanque Oficina. (PTO).....	100
Figura 3.10 Equipos de medición de volumen de crudo.....	106
Figura 4.1 Comportamiento promedio mensual del bombeo respecto al tiempo. ...	110
Figura 4.2 Comportamiento diario del bombeo de las estaciones de crudo Merrey.	111
Figura 4.3 Comportamiento diario del bombeo de las estaciones de crudo Merrey. (Continuación)	111

Figura 4.4 Comportamiento diario del bombeo de las estaciones de crudo Merey.	112
Figura 4.5 Comportamiento diario del bombeo de las estaciones de crudo Merey. (Continuación)	112
Figura 4.6 Comportamiento gráfico del bombeo y recibo diario respecto al tiempo.	113
Figura 4.4 Movimiento de crudo Merey en el tanque 9601.....	114
Figura 4.8 Caída de presión de la estación de descarga Le-13 hasta el lateral de 24".	118
Figura 4.9 Perfiles de presión para el lateral de 24".	119
Figura 4.10 Perfiles de presión para el lateral de 26".	119
Figura 4.11 Perfiles de presión para el lateral de 36".	120
Figura 4.12 Variaciones de flujo (Bls/día) en el lateral de 24" en cada tramo de interconexión de las estaciones.	121
Figura 4.13 Perfiles de temperatura en el lateral de 24" en cada tramo de interconexión de las estaciones.	123

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Petróleos De Venezuela Sociedad Anónima (Pdvsa)

PDVSA es la empresa estatal venezolana que se dedica a la exploración, explotación, producción, recolección, transporte y tratamiento de hidrocarburos venezolanos, para su posterior procesamiento en refinerías. Adicionalmente, cubre las actividades de la industria petroquímica, donde se procesan parte de los productos obtenidos en refinación, y también la comercialización de los productos de refinación y petroquímica, y los hidrocarburos no procesados. Esta empresa creada el 1 de enero de 1976 fue catalogada en 2005 como la tercera empresa petrolera a nivel mundial y clasificada por la revista internacional Fortune como la empresa número 35 entre las 500 más grandes del mundo. [1] Actualmente PDVSA es la Petrolera con mayores reservas petrolíferas del mundo, alcanzando una suma total de 3,1 billones de barriles. [1].

PDVSA está dividida en cuatro unidades de trabajo, según las funciones que realiza cada una:

- Exploración y Producción: área encargada de la evaluación, exploración, certificación y perforación de yacimientos de petróleo. Siendo el primer eslabón de la cadena, cubre además la perforación y construcción de los pozos petrolíferos.
- Refinación: se encarga de la separación, mejoramiento y obtención de productos o derivados del petróleo a través de plantas de procesamiento y refinerías.
- Distribución y comercialización: tiene como tarea colocar los productos obtenidos (Crudo y derivados) en los diferentes mercados internacionales.
- Gas: con unas reservas probadas por 147 billones de pies cúbicos, Venezuela es una de las potencias mundiales del sector de hidrocarburos gaseosos.

Exploración y Producción, como integrante de Petróleos de Venezuela, S.A., tiene como propósito maximizar el valor económico a largo plazo de las reservas de hidrocarburos gaseosos y no gaseosos en el suelo patrio, garantizando la seguridad de sus instalaciones y su personal, en armonía con los venezolanos y el medio ambiente.^[1]

1.2 Patio De Tanques Oficina (Pto)

En el año 1933 fue construida la instalación Patio de Tanques Oficina con la finalidad de establecer un centro operacional de almacenamiento, medición y bombeo de los distintos crudos del sur del estado Anzoátegui. La producción de crudo proveniente de las estaciones recolectoras del distrito, es almacenada hasta que es bombeada hacia Anaco, Puerto La Cruz y José para su refinación y comercialización. El centro operacional se encuentra ubicado al sur del estado Anzoátegui, a 13 kilómetros de la ciudad de El Tigre y a 155 kilómetros de Puerto La Cruz; con una altitud de 293 metros sobre el nivel del mar y ocupa una extensión de 100 hectáreas (Figura 1.1). El patio de tanques oficina (Figura 1.2) consta de seis tanques de almacenamiento crudo Merey y tres tanques para crudo diluyente de diferentes capacidades, ocho bombas de transferencia; cinco son centrífugas y el resto tipo tornillo; así como también posee tres bombas de refuerzo tipo centrifuga vertical.

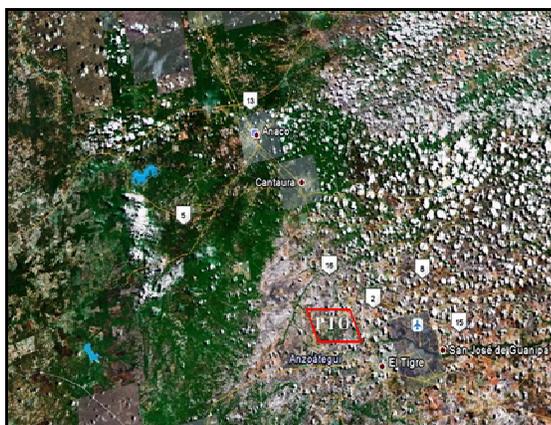


Figura 1.1 Ubicación del Patio de Tanques Oficina (PTO)

El objetivo operacional del sistema de crudo Merey en Patio Tanques Oficina (PTO) es el de proporcionar presión suficiente para lograr el envío de crudo hacia la refinería Puerto La Cruz (RPLC), Terminal de Oriente José (TOJ), Terminal de Almacenamiento y Despacho de Crudo José (TAECJ) y Guaraguao y de esta forma satisfacer las metas de producción previstas, en las cantidades y condiciones requeridas. Dependiendo de los requerimientos del mercado o los niveles de crudo en PTO, quienes indicaran la activación de las estaciones de rebombes ubicadas en PTA (Patio de Tanques Anaco) y Km-52. El crudo diluyente manejado se contempla en proporcionar lo necesario para obtener las metas de producción previstas en los sitios, en las cantidades y a las requeridas en forma continua 24 horas al día y 365 días al año, tanto en PTO (Patio de Tanques Oficina) y como en COB (Centro Operacional Bare). Las instalaciones del crudo Merey en el Patio poseen el sistema Radar de supervisión de tanques, el Bently-Neveda de supervisión de equipo rotativo que son coordinados bajo el sistema central. El crudo diluyente en Oficina y Bare no requiere estar sincronizado, como es el caso del bombeo a través de las diversas estaciones del crudo Merey, puesto que existen tanques de almacenamiento que independizan su funcionamiento. ^[2]



Figura 1.2 Patio de Tanques Oficina (PTO)

1.4 El Problema

El crudo Merey recibido en PTO por las diversas líneas laterales provenientes de las estaciones son almacenadas en los tanques T-9601, T-9602, T-9603, T-9608, a través de los múltiples de recibo 24"-CM-PTO-002/003/001, siendo denominado como crudo Merey Oficina. La problemática del proceso es la existencia de un desbalance volumétrico entre el crudo enviado desde las diferentes estaciones y el recibido en PTO por las líneas de 24", 26" y 36" (Melones, Oritupano y Bare) originando un desfase en la cantidad total manejada, donde cada línea mencionada transporta crudo con variaciones de caudal y además diferentes gravedades API (°API). Por consiguiente, este desbalance ocasiona la ineficiencia del proceso. El patio tiene la función de: recibir el crudo, almacenarlo, medirlo, fiscalizarlo y bombearlo al Patio de Tanques Anaco (PTA) siendo rebombeado hasta el km-52 y distribuido a: Refinería Puerto La Cruz (RPLC), Terminal de Oriente José (TOJ), Terminal de Almacenamiento y Despacho de Crudo José (TAECJ) como se mencionó anteriormente. Teóricamente el estudio generará una serie de conocimientos asociados al manejo de volúmenes de bombeo y recibo de crudo Merey, que permitirá establecer los datos de gravedades API medidas en el crudo; así como también se analizará la variación del bombeo respecto al tiempo, todo esto basado en la información recabada.

Por lo antes expuesto, se plantea la necesidad de evaluar el sistema de transporte de crudo con el conocimiento de las capacidades de bombeo de las estaciones, horas de bombeo, horas de aforo y barriles enviados, que darán paso a visualizar las fluctuaciones del bombeo. El propósito del estudio es el mejoramiento del proceso dando como resultado la concordancia del balance volumétrico entre las estaciones y el patio y el control en los bombeos manejados por las estaciones disminuyendo las fluctuaciones en las líneas de recibo (36", 26" y 24").

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Evaluar el sistema de transporte de crudo desde las estaciones de descarga de los distritos San Tomé y Múcura hasta el Patio de Tanques Oficina (PTO).

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar el comportamiento gráfico del bombeo respecto al tiempo tomando en cuenta los registros (bombeo y recibo) del crudo Merey, bajo las condiciones actuales de operación.
- Desarrollar balances de masa en las líneas de recibo de PTO.
- Realizar los cálculos hidráulicos de las líneas de 36, 26 y 24”, bajo las condiciones actuales de operación.
- Verificar los equipos de medición de volumen de crudo bombeado en la actualidad.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes De Evaluación Del Sistema De Transporte De Crudo

En el año 2000, Gamboa, A.^[2] estableció los balances de masa y energía de la planta productora de MTBE, Super Octanos, C.A., para cada una de las unidades de proceso que la conforman y chequeó el funcionamiento de los medidores de flujo de la carga a las unidades de proceso bajo estudio mediante balance de masa global.

En el año 2003, Macabis, M.^[3] observó una alta tasa de producción y por ende el alto consumo de diluyente del campo Melones. La infraestructura asociada a los procesos de distribución e inyección requería de cambios significativos, ya que no cumplía con los requerimientos del sistema; en tal sentido propuso reemplazar la tubería de 6'' ubicada entre las estaciones MED-20 y MEEF-29 por una de 8'', con la finalidad de estabilizar la presión del sistema y así asegurar el suministro de diluyente a los pozos más lejanos.

En el año 2005 Gamboa, M.^[4] encontró problemas tales como: disminución de la eficiencia de las bombas, elevación del consumo de energía en el motor, restricción del movimiento hacia abajo de las cabillas en el pozo, obstrucción en las líneas de superficie, tratamiento más costoso, deshidratación más lenta, emulsiones más estables, inconvenientes de embarques, entre otros. Por eso, propuso la alternativa de mezclar la producción con crudo diluyente caliente a los pozos por bombeo mecánico e inyección de diluyente por el revestidor. En el presente trabajo se plantea evaluar el sistema de transporte del crudo Merey desde las estaciones de descarga de los distritos San Tomé y Múcura hasta el Patio de Tanques Oficina (PTO) para lo cual, tal como Adriana, G.^[2], se tomaran en cuenta los balances de masa del proceso, así como también el chequeo del funcionamiento de los medidores de flujo. Tal como Macabis, M.^[3], se toma en cuenta la inyección de diluyente a la estación del área Melones por su gran producción y bombeo. Tal como Gamboa, M.^[4], se toma en

cuenta el problema de disminución en la eficiencia de las bombas, así como también el control de los porcentajes de agua y sedimentos en el crudo.

2.2 Descripción Del Proceso

La red de oleoductos pesados, extrapesados, medianos y livianos de los distritos San Tomé y Múcura consta de diecinueve (19) estaciones de crudo Merey distribuidas por rutas. Esta se puede visualizar en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Clasificación de las estaciones de descarga por rutas.

Rutas	Estaciones				
Bare	Bare-06	Bare-04	Bare-05	Bare-10	-
Miga-Bare	Bare-01	Of-18	My-15	Ba-03	Ba-08
Arecuna-Oficina	Ar-03	Ar-04	Yo-06	Of-16	-
Melones	My-04	My-18	Le-13	Or-02	My-20
Oritupano	Ada-05	-	-	-	-

Cada estación de descarga dispone de un número de tanques y bombas que dependen de la producción asociada. Para el control del crudo que se envía al patio es utilizado el método de aforo que consiste en un proceso de medición de nivel que se ejecuta de forma manual, donde la persona a medir se encuentra ubicada en el techo del tanque o una plataforma, utilizando para ello una cinta calibrada. Este procedimiento se puede visualizar en la figura 2.1.



Figura 2.1 Aforación de tanques

El personal de aforación (persona indicada a realizar la fiscalización), se dirige a las diferentes rutas antes mencionadas con el propósito de llevar a cabo el análisis de corte de agua, medición de crudos en los tanques y gravedad API. Realizado todo esto, el crudo es bombeado a los laterales que son tuberías de 24", 26" y 36" de diámetro, donde cada estación está interconectada a ellas para enviar la producción Merey hasta el Patio de Tanques Oficina; así como también el aforador reporta todo lo medido y analizado de la estación en una boleta de aforo, la cual es una planilla donde se registran todos los parámetros operacionales de cada estación de descarga, y que se puede visualizar en el anexo A.

Como se mencionó anteriormente las estaciones de recolección de crudo Merey de los distritos San Tomé y Múcura descargan por diferentes laterales, por lo que las estaciones Ba-01, Le-13, My-04, My-15 y My-18 bombean por el lateral de 24"; Of-

16, Yo-06, Ar-03, Ar-04, Of-18, Or-05, Ada-05 y My-20 por 26"; y Ba-03, Ba-04, Ba-05, Ba-06, Ba-08 y Ba-10 por 36". Los lateral de 24" y 26" tienen una longitud de sesenta y cuatro (64) kilómetros. Estas tuberías son paralelas y parten desde la estación Le-13 hasta PTO y la de 36" tiene una longitud de setenta y cuatro (74) kilómetros, la cual, parte de la estación Ba-10. En la figura 2.2 muestra el esquema de las diferentes estaciones de crudo Merey.

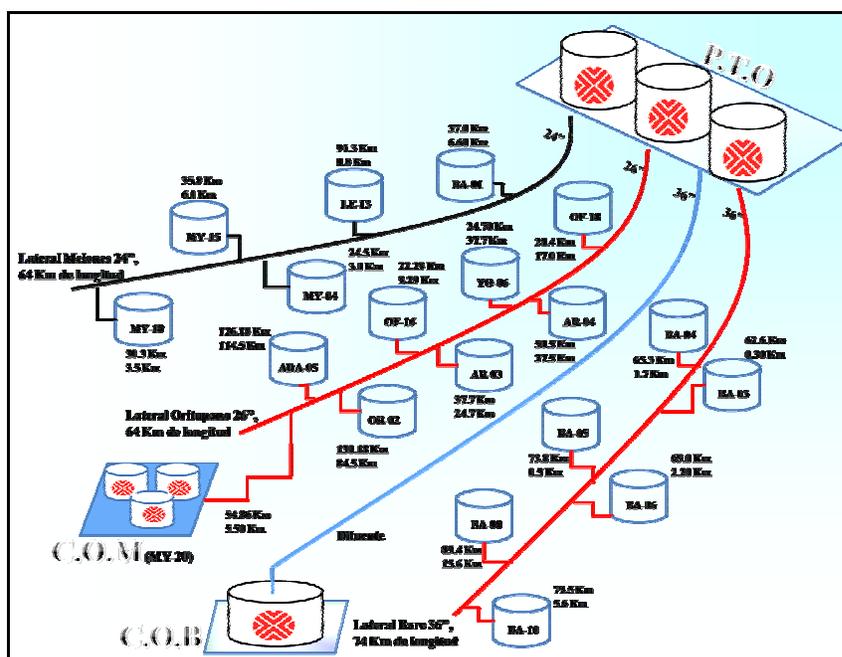


Figura 2.2 Diagrama del proceso de envío y recibo desde las diferentes estaciones hasta el Patio de Tanques Oficina.

2.2.1 Centinela

El Sistema Centinela (Centro de Información del Negocio Lagoven) permite el almacenamiento y uso de todos los parámetros y características referentes al comportamiento de producción de los pozos, procesamiento y utilización del gas, contabilización de crudos y productos, además de mantener información actualizada de las instalaciones y equipos de las divisiones de Occidente y Oriente^[5].

2.2.1.1 Estructura General Del Centinela

En la figura 2.3 se puede apreciar la estructura del centinela y a continuación se describe cada uno de sus componentes.



Figura 2.3 Estructura del Centinela ^[5].

- **Aplicación Pozo**

Facilita el control y seguimiento diario de los parámetros del comportamiento de producción de los pozos, asegurando flexibilidad de respuestas a los adjetivos de producción, inyección, control, seguimiento y análisis de las operaciones actuales y futuras. Ésta consolida los resultados contables del resto de las aplicaciones para realizar los balances operacionales y oficiales de crudo y gas ^[5].

- **Aplicación Gas**

Permite realizar el seguimiento y control de las operaciones de recolección, procesamiento y compresión/distribución de gas, mediante el manejo de las medidas operacionales de las diferentes instalaciones de gas y LGN. Adicionalmente facilita la obtención de los datos relacionados con los volúmenes objetivos y reales de inyección de gas, en aquellos proyectos de recuperación secundaria, incluyendo

pruebas de inyectividad a nivel del pozo. También realiza los balances operacionales y contables de dichos fluidos^[5].

- **Aplicación Oleo**

Facilita la información de los balances volumétricos del crudo y de los productos manejados en los patios de tanques y terminales de embarque, a fin de asegurar la facilidad de respuestas para llevar a cabo el cálculo de la producción operada diaria, los movimientos internos, los inventarios, las ventas y las mermas del crudo y de los productos. También proporciona de manera automática el manejo de la información referente a los embarques/desembarques de hidrocarburos que se llevan a cabo en los terminales^[5].

- **Aplicación Seila**

Permite el manejo y control de la información relacionada con los equipos e instalaciones utilizadas para el manejo de crudo y gas. Adicionalmente contribuye a facilitar el seguimiento de los procesos de producción/distribución de los hidrocarburos^[5].

- **Aplicación Tabla**

En esta se dispone de la información de uso general del sistema y es utilizada como insumo para apoyar el registro, ejecución y procesamiento de información^[5].

- **Aplicación Vapor**

Mediante esta aplicación se lleva el control, seguimiento y evaluación de los proyectos de inyección alternada de vapor, pozos no estimulados desde su entrada al proyecto, pozos estimulados con vapor, comportamiento de la producción del pozo después de la inyección así como también de una interfaz que permite visualizar y seleccionar los pozos candidatos a inyectarle vapor^[5].

- **Aplicación Guía de Usuario**

Permite consultar la documentación del sistema en cuanto a normas y procedimientos administrativos, automáticos y de contingencia, a fin de facilitar la capacitación del personal en el manejo de la herramienta ^[5].

- **Aplicación Tutorial**

La misma facilita al usuario el aprendizaje amigable del sistema CENTINELA y muestra la información correspondiente a cada uno de sus procesos ^[5].

- **Aplicación Seguridad**

Mediante esta aplicación se garantiza y controla las acciones y privilegios que ejecutan los usuarios dentro del sistema CENTINELA; posteriormente debe cumplir una serie de requisitos, así como los cambios y mejoras del sistema ^[5].

- **Aplicación Agua.**

Permite el control, seguimiento y evaluación de los yacimientos sometidos a proyectos de recuperación secundaria con inyección de agua. Facilita igualmente la evaluación del comportamiento de los pozos y de las plantas de inyección de agua. Automáticamente realiza el cálculo de la inyección de agua mensual e histórica por pozo, planta y yacimiento ^[5].

2.2.1.2 Beneficios Del Centinela

- Manejo de información más confiable, lo cual incrementa la credibilidad del usuario.
- Seguimiento continuo a los parámetros operacionales de las instalaciones.
- Reducción en las H-H (Horas-Hombres) para la toma de datos manuales y su posterior transcripción ^[5].

2.2.1.3 Objetivo

Mantener en línea, la información básica de los movimientos de crudo y productos que son comercializados y distribuidos para su comercialización^[5].

2.2.1.4 Características Y Beneficios

- Facilita el seguimiento en línea de los niveles en los tanques.
- Provee estadísticas confiables de pronósticos de porcentaje de agua y sedimento proveniente de la producción extraída.
- Permite calcular y mantener el control de los volúmenes de crudo y productos manejados.
- Contabiliza las pérdidas (mermas) de crudos y productos.
- Realiza balances contables de crudos y productos manejados.
- Facilita el seguimiento y control de todo el proceso de embarque y desembarque de crudo y productos.
- Mantiene datos para el control del tratamiento químico.
- Provee facilidades de estadísticas gráficas^[5].

Al fiscalizar la estación, el aforador carga los valores reportados de las boletas de aforo al Centinela. Al abrir la sesión del programa, éste se presenta de la siguiente manera.

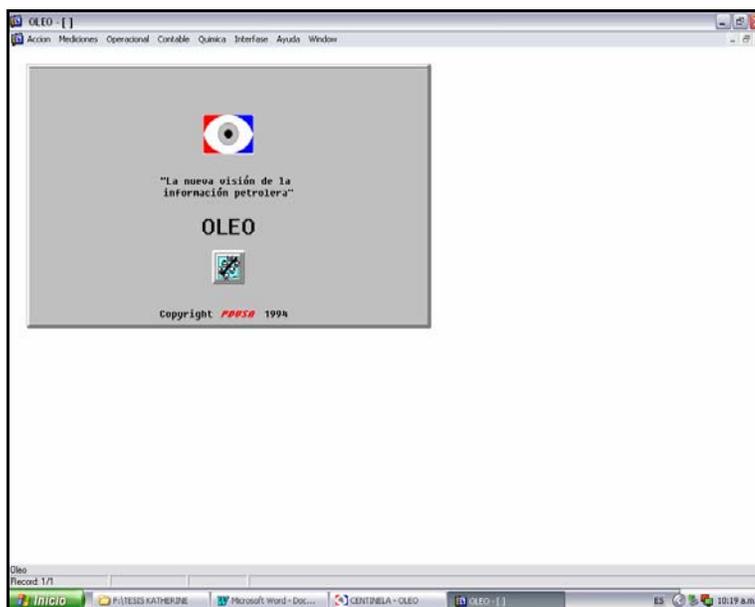


Figura 2.4 Pantalla principal del programa Centinela (Aplicación Oleo).

Los aforadores de campo ingresan al Centinela diferentes variables que son las siguientes:

a) Contadores

El aforador al ingresar los datos al sistema de los valores arrojados por los contadores (desplazamiento positivo, Coriolis y unidad LACT (Transferencia automática de Custodia de Hidrocarburos Líquidos), se necesita: origen y destino de la instalación, valor de medición arrojado por el equipo, fecha, gravedad API observada, temperatura observada y temperatura de la línea. Al ser ingresados los parámetros mencionados, se guardan al sistema obteniendo los barriles brutos y netos corregidos. Este se puede visualizar en la figura 2.5.

OLEO - [Mediciones en Línea]

Acción De la Forma Línea-Flujo-Seguro Punto Medición Ayuda Windows

OLEFA201

Línea
 Instalación Origen: EDL DEPM-1 Instalación Destino: EDL DEPM-1
 Equipo Origen: Equipo Destino:
 Número: 1 Segregación: PL
 Fluido: OIL KER

Punto de Medición
 Código: PMO-PMO MEDIDOR DILUYENTE FISCALIZADO

Fecha	Punto de Medición	Tipo de Medida	Movimiento	API	Volumen [Bariles]	Nota Corregido
				Seca	Bruto@60F	
26/04/2009 12:00	PMO	M	PIB04	0 25.00	7,913.00	7,913.00
19/04/2009 12:00	PMO	M	PIB04	0 34.00	6,591.00	6,591.00
16/04/2009 12:00	PMO	M	PIB04	0 41.00	7,608.00	7,608.00
17/04/2009 12:00	PMO	M	PIB04	0 41.10	7,197.00	7,197.00
16/04/2009 12:00	PMO	M	PIB04	0 40.00	7,867.00	7,867.00

Código del Tipo de Instalación Origen: lista de valores disponible
 Record: 1/7

Figura 2.5 Ingreso de contadores al Oleo.

b) Movimientos de aforo

Para cargar los movimientos de aforo se necesitan conocer el código de la instalación, nivel del tanque aforado como por ejemplo (6' 3" 1/4), temperaturas del tanque (tope, centro y fondo), temperatura del crudo, gravedad API y corte de agua. Para observar los valores corregidos se le da *click* en volúmenes, ubicada en la parte de debajo de la ventana, la cual arroja los resultados de gravedad API corregida, gravedad API seca, inventario (barriles brutos, netos y corregidos a temperatura estándar 60 °F). Esta se puede observar en la figura 2.6.

OLEO - [Movimientos de Aforo]

Acción De la Forma Pantalla Medidores de Tanques Configuración Segregación Ayuda Windows

Instalación: EP MAD1 No. Tanque: 371
 Fecha: 26/04/2009 10:48 No. Boleta: 1346370

Tipo Fluido: CRU Fluido: CRU Segregación: ME

Movimiento: JAMB RECIBO DE PRODUCCION EXTRAIDA AFORADA

Tipo de Mido: AFORADO

Instalación Origen/Destino:

Nivel:	Pl	Pul	Oct	Temperatura Tanque	Temp.	API
				Topo	Centro	Fondo
Líquido:	01	00	00	120.0	120.0	120.0
Agua:	00	00	00	Temp: 124.0	API: 80000	API: 15.0

Observaciones:

Volúmenes

API Obs.	15.0	Temp. Obs.	124.0
API @60F	16.3	API@60F	80000
API Seca	16.4	Fact. Cor.	9774

	Inventario	Movimiento
Bls. Bruto	206	-1827
Bls. @60F	203	-1774
Bls. Neto	201	-1760

Record: 1/7

Figura 2.6 Volúmenes corregidos de los movimientos de aforo.

El proceso de campo se divide en: aforador de campo y supervisor de campo, donde el aforador se dirige a fiscalizar la estación a través de las mediciones y análisis, llena las boletas de aforo; luego se ingresan los datos al Centinela, se verifica si los valores cargados al sistema corresponden a los de las boletas, si no, corrigen el error. Al estar correctos, el supervisor compara los valores cargados con lo recibido en PTO mediante una hoja de cálculo que descarga el personal de contabilidad de crudo de la Coordinación Operacional Faja (COF); luego se archivan las boletas de las estaciones de descarga y los reportes de producción. En la figura 2.7 se muestra el esquema del personal de campo.

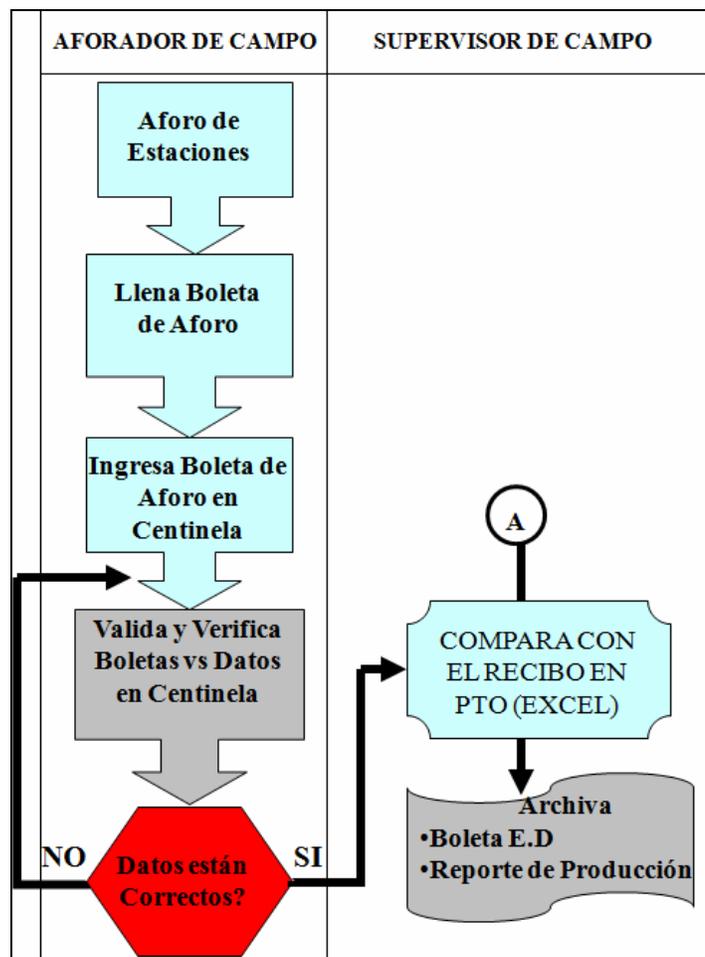


Figura 2.7 Esquema operacional del aforador y supervisor de campo.

El crudo Mery enviado de las diferentes estaciones de descarga es recibido en los tanques de almacenamiento a través del múltiple, por lo que, la sala de control consta de un monitoreo de cada tanque de almacenamiento, la cual, se encuentran dividido en: Mery Oficina (9601, 9602, 9603 y 9608), diluyente (9605, 9606, 9607) y Morichal (E001- E002), donde los operadores de patio realizan los cambios necesarios, ya sea para el recibo o el bombeo del crudo hacia los terminales. También se monitorean las presiones de las bombas de transferencia, temperaturas, bombas activas e inactivas, recibo del crudo diluyente de las estaciones: Chimire-04, Soto-02, Frias-02, Elias-01, Elias-06, Of-11, Guara-02, Guara-14, Of 18, Nipa-09, Leona-17, Bateria-17 y Dación a través del lateral de 16". En la figura 2.8 se visualiza los parámetros operacionales a controlar en el Patio de Tanques Oficina.

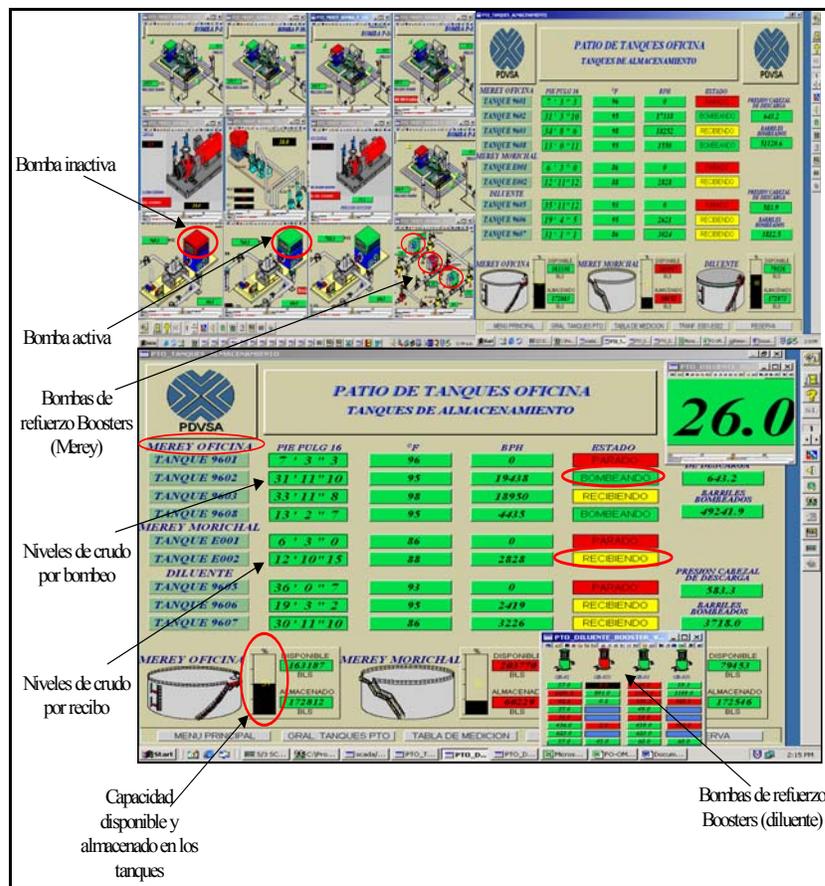


Figura 2.8 Pantalla Operacional del Patio de Tanques Oficina.

El proceso en el Patio de Tanques Oficina utiliza un sistema de medición Radar en tanque certificado por el Ministerio de Energía y Petróleo (MENPET), que envía una señal a los monitores de la sala de control con los niveles de líquido, y a través de las tablas de calibración de los tanques son conocidos los barriles recibidos, siendo éstos reportados en las boletas de aforo e ingresados al sistema por medio del Centinela Aplicación Oleo. De haber cargado todo los valores al sistema el Supervisor de Patio verifica dichos valores ingresados y se genera el reporte de producción de PTO. En la figura 2.9 muestra el proceso a través del Patio.

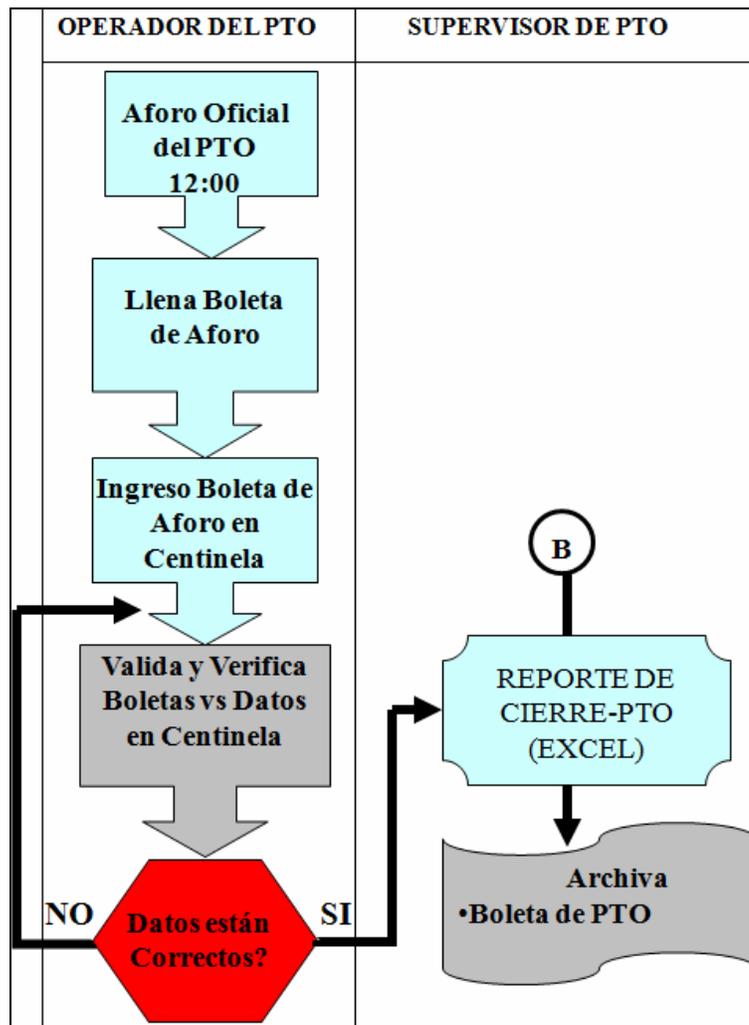


Figura 2.9 Esquema Operacional del operador y de supervisor de patio

El PTO consta de cuatro tanques de almacenamiento de crudo Merey de 96 MBLs cada uno (T-9601/9602/9603/9608), tres bombas de refuerzo tipo centrífuga vertical, dos de 7.550 GPM y una de 8.800 GPM (GA-01A/01B y 01C), ocho bombas de transferencia, tres de 3.938 GPM (P-101/102/103/104/105), dos de 4.375 GPM, dos de 2.333 GPM, y una de 1.750 GPM. El crudo Merey es recibido en los tanques de almacenamientos 9601, 9602, 9603 y 9608 a través de las líneas del múltiple de recibo de 24"-CM-PTO-002/003/001, respectivamente. Adicionalmente estos tanques tienen la capacidad de recibir crudo diluyente proveniente de las estaciones del área. El crudo Merey es succionado de los tanques por medio de las bombas de refuerzo (*boosters*) GA-01A/01B y 01C, quienes envían el crudo al cabezal de succión de las bombas de transferencia P-101/102/103/104/105, éstas a su vez incrementan la presión del crudo hasta 700 psig, y lo bombean a través del Troncal 51 (oleoductos de 16, 26 y 30") hacia los terminales de Almacenamiento y Embarque de Crudo Jose y Guaragua. En el anexo A se puede visualizar las características de los equipos de PTO.

2.3 Descripción Operacional De Las Estaciones

Una estación de flujo posee una serie de pozos productores afines a ella, que para su fácil extracción se le es inyectado diluyente, ya sea a nivel de superficie o directamente al pozo. El crudo extraído entra a los separadores, donde se le inyecta aditivos para eliminar los asfaltenos o cualquier impureza que pueda ocasionar daños en el equipo. Por el tope del separador sale gas, el cual es enviado a las plantas compresoras. La corriente de fondo es almacenada en los tanques para ser bombeada a la estación de descarga. Los barriles bombeados de la estación de flujo entran de nuevo a los diferentes separadores que posee la estación, ya sean verticales u horizontales, saliendo por el fondo la mezcla agua-crudo que mediante los equipos de calentamiento aumentan su temperatura de 120 ° F a 150 ° F, aproximadamente. Esta mezcla que sale del horno entra a los tanques de lavado con el objetivo de eliminar la emulsión agua-crudo, donde tienen un tiempo de residencia que depende de lo sucio que venga el crudo. Al estar en especificación es enviado a los tanques de

almacenamiento para sus análisis (porcentaje de agua y sedimentos, gravedad API), medición y bombeo hacia el Patio de Tanques Oficina. Las estaciones recolectoras de crudo Merey poseen una serie de equipos de medición, sean: tipo másico por efecto Coriolis, mecánico de desplazamiento positivo o unidad LACT de diferentes capacidades. La segregación Merey se encuentra dividida por las siguientes estaciones recolectoras: Ba-01, Le-13, My-04, My-15, My-18, My-20, Ar-03, Ar-04, Of-16, Yo-06, Ba-03, Ba-04, Ba-05, Ba-06, Ba-08, Ba-10, Of-18, Ada-05, Or-02. En la figura 2.10 se muestra el proceso desde su extracción hasta la descarga.

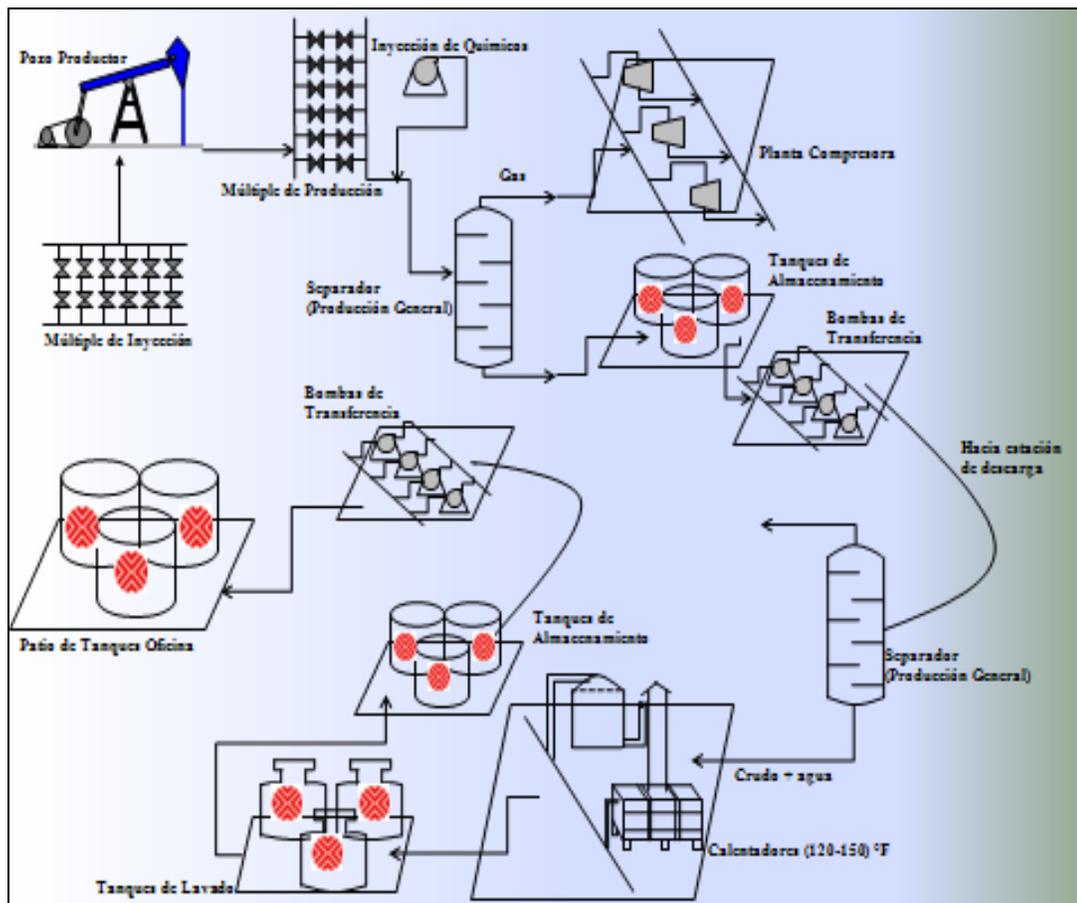


Figura 2.10 Proceso de extracción y descarga del crudo Merey

2.3.1 Descripción Operacional De Ba-01

La estación de descarga se encuentra ubicada a 37 km del Patio de Tanques Oficina y 6,60 km al lateral (MELONES) que consta de 68 km de longitud y 24" de diámetro hasta PTO. Posee capacidad de almacenamiento de 13.829 barriles en tres tanques de techo fijo y fondo plano; bombea 1.327 Bls/día promedio mediante una bomba tipo pistón recíprocante marca Gardner Denver. La capacidad de bombeo instalada es de 880 Bls/h, la cual opera a 240 Bls/h por la poca producción asociada (Figura 2.11). La estación dispone de equipos de medición de crudo marca Brodie de capacidad 360 Bls/h que contabiliza los barriles de descarga de dicha estación, así como también un medidor de diluyente tipo mecánico de igual capacidad que contabiliza la inyección. Los tanques de almacenamiento son de 5.000 barriles con capacidad operacional de 4.593 barriles cada uno; existen dos tanques de lavado utilizados con el fin de eliminar la emulsión y mantener el crudo a bombear en las normas de especificación. En el anexo E se reportan las características de las bombas y tanques de almacenamiento de las estaciones de crudo Merey.



Figura 2.11 Estación de descarga BA-01.

Todas las estaciones de descarga presentan el mismo proceso; por lo que en el anexo A se muestran las características que diferencian una estación de otra.

2.4 Medidores De Flujo

2.4.1 Desplazamiento Positivo

Todas las estaciones de descarga poseen equipos de medición de desplazamiento positivo que no son más que dispositivos que separan la corriente de flujo en segmentos volumétricos individuales. Las partes mecánicas del medidor se mueven aprovechando la energía del fluido.

El volumen total del fluido que pasa a través del medidor en un periodo dado es el producto del volumen de la muestra por el número de muestras. Los medidores de flujo de tipo desplazamiento frecuentemente totalizan directamente el flujo en un contador integral, pero también pueden generar una salida de pulso que puede ser leída localmente o transmitida a una sala de control^[6].

2.4.1.1 Clasificación De Los Medidores De Desplazamiento Positivo

Éstos se clasifican de acuerdo al movimiento del elemento de medición en:

- a) Disco oscilante.
- b) Pistón oscilante.
- c) Rotativo.
- d) Pistón alternativo^[6].

2.4.1.1.1 Medidor de disco oscilante

Cuando pasa el fluido, el disco toma un movimiento parecido al de un trompo caído de modo que cada punto de su circunferencia exterior sube y baja alternativamente, estableciendo contacto con las paredes de la cámara desde su parte inferior. Este movimiento de balanceo se transmite mediante el eje del disco en un tren de engranajes^[6].

2.4.1.1.2 Medidor de pistón oscilante

Consiste de una cámara de medida cilíndrica con una placa divisora que separa los orificios de entrada y salida. El movimiento cíclico se produce a través de un pistón cilíndrico que es forzado a girar por el empuje del fluido. El eje del pistón al girar transmite su movimiento a un tren de engranajes y a un contador ^[6]. Este procedimiento se puede visualizar en la figura 2.12.

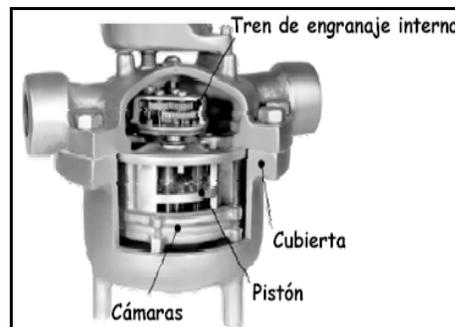


Figura 2.12 Medidor de pistón oscilante ^[6].

2.4.1.1.3 Medidor rotativo

Este instrumento tiene ejes rotativos que giran excéntricamente rozando con las paredes de una cámara circular y transportan el líquido en forma incremental de la entrada a la salida. Se emplean mucho en la industria petroquímica para la medida de crudos y de gasolina ^[6]. (Figura 2.13).



Figura 2.13 Medidor Rotativo ^[6].

2.4.1.2 Ventajas Y Desventajas De Los Contadores Mecánicos

DESPLAZAMIENTO POSITIVO ^[6]	
Ventajas	Desventajas
Medición Directa en Volumen	Medición afectada por cambios en densidad y viscosidad
Recomendadas por API	Requiere de constante calibración y mantenimiento
Excelente Repetibilidad	Requiere de alineadores y eliminadores de gases y/o aire
Rango de 10:1	Costo relativamente alto
Aplicable para alta viscosidad	-

2.4.2 Unidad Lact

Otros equipos de medición utilizados en las estaciones de descarga son las Unidades LACT (“Transferencia Automática de Custodia de Hidrocarburos Líquidos”) se define como un sistema automatizado de medición y transferencia de crudo, desde el productor o custodio de una instalación de producción y/o almacenamiento al cliente. Está diseñado y configurado para medir con una alta exactitud, la calidad y la cantidad del crudo que pasa por él. Son utilizadas como sistemas de medición en la transferencia de custodia^[7].

2.4.2.1 Componentes

- Unidad de rechazo.
- Desgasificador principal.
- Tren de filtrado.
- Filtros de línea.
- Sistema de muestreo.

- Computador de flujo.
- Probador.^[7]

2.4.2.1.1 Unidad de rechazo

Permite controlar en línea el porcentaje de agua, recirculando automáticamente a planta el producto cuando el mismo se encuentra fuera de especificación^[7]. (Figura 2.14)

2.4.2.1.2 Degasificador principal

Permiten separar la fase gaseosa evitando errores de medición y/o rotura de componentes^[7]. (Figura 2.14)

2.4.2.1.3 Tren de filtrado

El propósito del tren de filtrado es retener las partículas sólidas y desechos que puedan perjudicar los componentes de la unidad de medición y probador^[7]. (Figura 2.14)

2.4.2.1.4 Filtros de línea

El filtro de línea cumple con la función de retener partículas de pequeña dimensión asegurando la vida del medidor y resto de los componentes^[7]. (Figura 2.14)

2.4.2.1.5 Sistema de muestreo

Los sistemas de muestreo obtienen muestras representativas y proporcionales al volumen y producto medido^[7]. (Figura 2.14)

2.4.2.1.6 Computador de flujo y tableros de control

Diseñados para control y comando del proceso, incluyendo lógicas de funcionamiento, programación, calibración y emisión de reportes de transacción, monitoreo y control general de la unidad de medición^[7]. (Figura 2.14)

2.4.2.1.7 Probadores

Permite comparar el volumen cuantificado por los medidores, contra el volumen certificado, corregido por presión y temperatura que posee el Probador^[7]. (Figura 2.14)

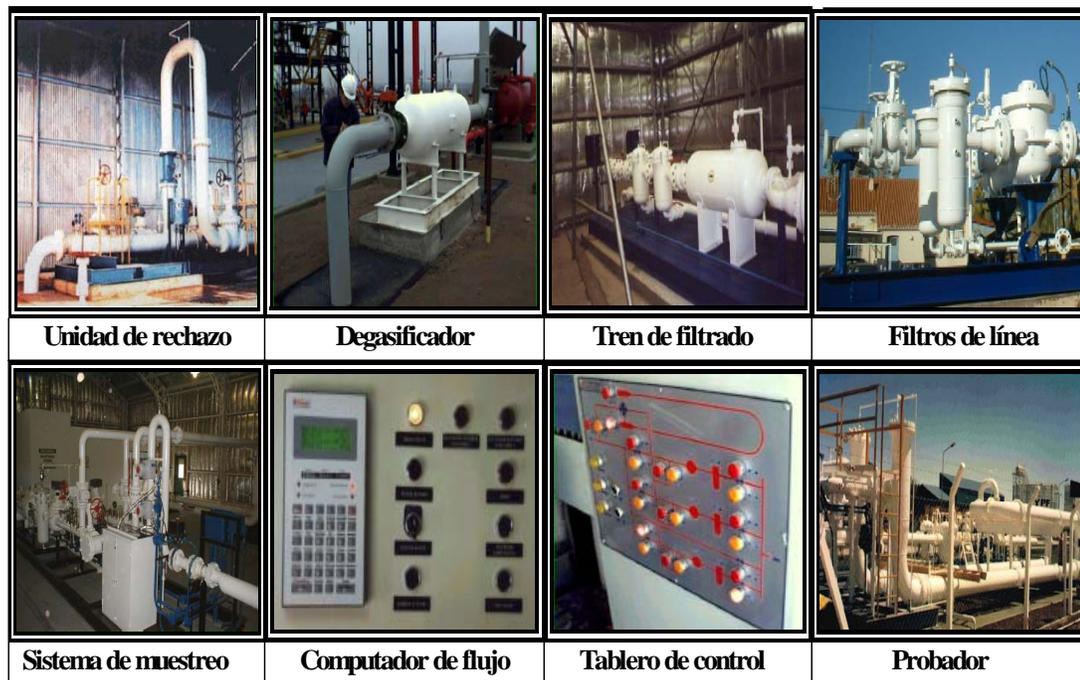


Figura 2.14 Componentes de la Unidad LACT^[7].

2.4.2.2 Ventajas De Las Unidades LACT.

UNIDAD LACT ^[7]
Ventajas
Transferencia dinámica las 24 horas.
Reducción de los errores humanos.
Puede ser operada automáticamente a distancia.
Muestreo constante de la calidad del crudo.
Reportes constantes.
Errores e incertidumbres ajustados o por debajo de las normas.
Bajo impacto ambiental.

2.4.3 MFC (Contador De Flujo Másico)

Por último se encuentran los medidores de flujo másico a través del principio Coriolis, el cual dice que si un objeto se mueve en un sistema de coordenadas que rota con una velocidad angular, éste experimentará una fuerza proporcional a la masa, a la velocidad del objeto y a la velocidad angular del sistema.

En un medidor de flujo por efecto Coriolis, el fluido a la entrada del medidor se divide entre dos tubos de forma de U, los cuales tienen un diámetro menor que el de la tubería de proceso. Si los tubos en forma de U son lo suficientemente elásticos, la fuerza de “Coriolis” inducida por la masa del fluido produce una pequeña deformación elástica en los tubos. Esta deformación se mide, y a partir de ella se calcula el flujo de masa^[8]. El procedimiento se puede visualizar en la figura 2.15.

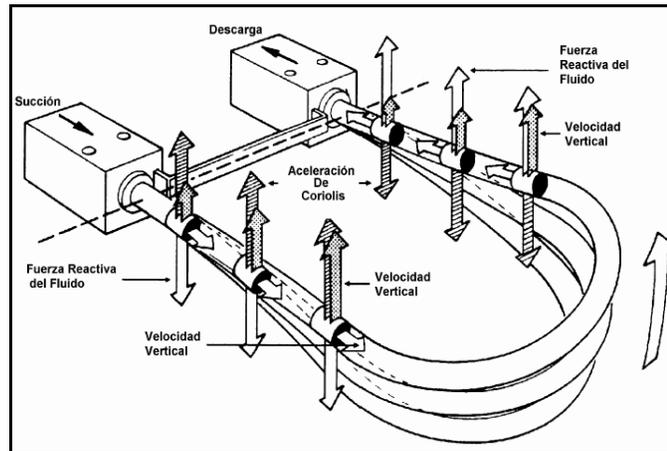


Figura 2.15 Respuesta del tubo a la fuerza de Coriolis^[7].

2.4.3.1 Principio De Operación

Los tubos del medidor, inicialmente sin fluido circulando en su interior, se encuentran vibrando a su frecuencia natural (y en fase) debido a la bobina electromagnética. El fluido se hace circular por los dos tubos del medidor, en los cuales se encuentran montados con sensores electrodinámicos (uno en la sección interna y otro en la externa de los tubos). Estos sensores están formados por una bobina montada en un tubo y un magneto montado en el otro. El movimiento relativo de los tubos, originado por el paso del fluido, induce un voltaje (señales sinusoidales) en cada una de las bobinas^[8]. (Figura 2.16)

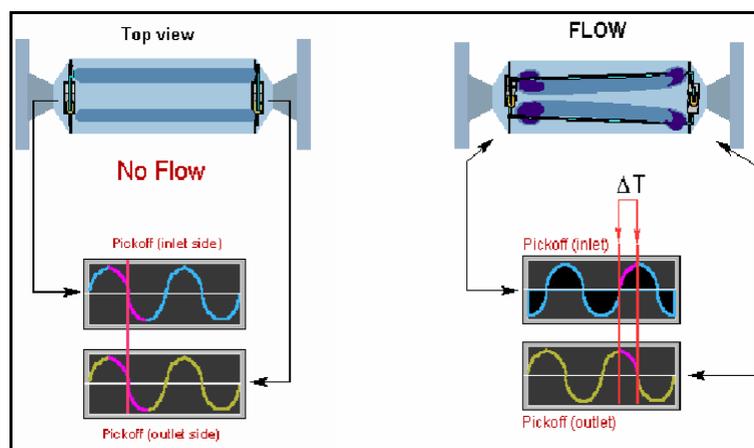


Figura 2.16 Principio de operación del medidor de flujo másico^[7].

El desfase (ΔT) de las señales es proporcional a la masa que circula por el medidor, y puede representarse por la ecuación^[8]:

$$m^{\circ} = C * \Delta T \quad \text{Ec.2.1}$$

donde; C: constante de calibración en fabrica que oscila entre 0 a 5760 m³/h

ΔT : desfase de las señales [kg/m³]

m° : flujo másico [kg/h]

2.4.3.2 Efecto De La Densidad Vs La Frecuencia^[8].

La relación entre la masa y la frecuencia se describe matemáticamente de la siguiente manera^[8]:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}} \quad \text{Ec.2.2}$$

donde; K: constante de proporcionalidad

m: masa [kg]

f: frecuencia [hz]

La frecuencia de oscilación es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la masa. Dado que la densidad es la masa por unidad de volumen, la relación anterior se puede expresar en términos de densidad de la siguiente manera [8]:

$$\rho = \frac{k}{4\pi^2 V f^2} \quad \text{Ec.2.3}$$

donde; V: velocidad [m/s]

ρ : densidad [kg/m³]

f: frecuencia [Hz]

2.4.3.3 Ventajas Y Desventajas De Los Contadores Tipo Másicos.

CORIOLIS ^[8]	
Ventajas	Desventajas
Medición directa del caudal másico y/o densidad	Costo relativamente alto
Regulado a través de la norma API	Disponibles hasta diámetros de 10 pulgadas
Sin componentes mecánicos sujetos a desgaste	Limitado para líquido con contenido de gas
No requiere tramos rectos de tubería o accesorios	-
Amplio rango	-

2.4.4 Radar En Tanques

Es un sistema de administración total de tanques. Proporciona la última herramienta para medición en tanques para inventario y transferencia de custodia, así como control de pérdidas y operaciones cotidianas. Incluye nivel, temperatura, presión, masa, volumen y detección de interfaz de agua. ^[16]

2.4.4.1 Funcionamiento Del Sistema De Medición Radar

El medidor tipo radar transmite unas microondas hacia la superficie del líquido. La señal de microondas tiene una frecuencia continuamente variable en torno a 10 GHz. Cuando la señal ha llegado a la superficie del líquido y ha regresado a la antena, se mezcla con la señal transmitida en ese momento. La frecuencia de la señal transmitida ha variado ligeramente durante el tiempo que la señal del eco tarda en llegar hasta la superficie y regresar. Al mezclar la señal transmitida con la recibida, el resultado es una señal de baja frecuencia proporcional a la distancia hasta la superficie. Esta señal proporciona un valor medido con gran precisión. El método recibe el nombre de método FMCW (Modulación en Frecuencia de Onda Continua) ^[16]. En la figura 2.17 se puede visualizar el funcionamiento del radar.

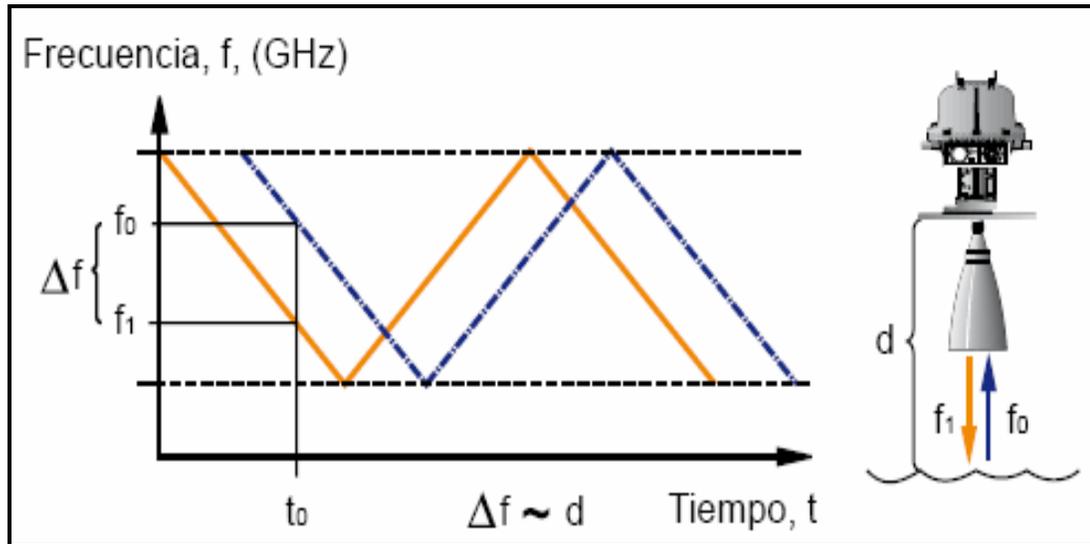


Figura 2.17 Funcionamiento del sistema de medición radar. ^[17]

2.4.4.2 Mejora De La Precisión Del Sistema De Medición Radar

Para mejorar el sistema de medición radar en tanque, se tienen las siguientes características:

- **Control de temperatura**

Los medidores del sistema radar en tanque están diseñados para su uso en todos los climas. El medidor controla continuamente la temperatura de los elementos electrónicos, que mantiene a un nivel constante. ^[16]

- **Referencia digital**

Los radares necesitan una referencia interna para que el barrido del radar sea totalmente lineal. Cualquier desviación de la linealidad provoca la consiguiente imprecisión. Para conseguir la máxima precisión, el sistema de medición radar en tanque utiliza un oscilador de cristal digital, que proporciona la referencia más estable disponible con la tecnología actual. ^[16]

- **Antigoteo (sin condensación)**

Si la antena posee una superficie inclinada de teflón donde se emiten las microondas, será menos susceptible a la condensación de agua o del producto. Las gotas de condensación no cubrirán la parte activa de la antena. De este modo, la señal del radar resultará menos debilitada, ofreciendo una mayor precisión y fiabilidad. ^[16]

- **Medición cerca de la pared del tanque**

La boca de acceso (o brida) estándar suele estar situada a una distancia de 0,3-1,0 m (1-3 pies) de la pared del tanque. Tanto el medidor de antena cónica RTG 3920 como el medidor de antena parabólica RTG 3930 han sido especialmente diseñados para su instalación cerca de la pared. La señal de radar del medidor de antena cónica RTG 3920 es polarizada, por lo que la reflexión directa desde la superficie del líquido es la única reflexión detectable. Cualquier interferencia de las paredes queda excluida. La antena parabólica RTG 3930 presenta un estrecho haz del radar debido al amplio diámetro de la antena de 20", lo que da lugar a un eco insignificante de las paredes. ^[16]

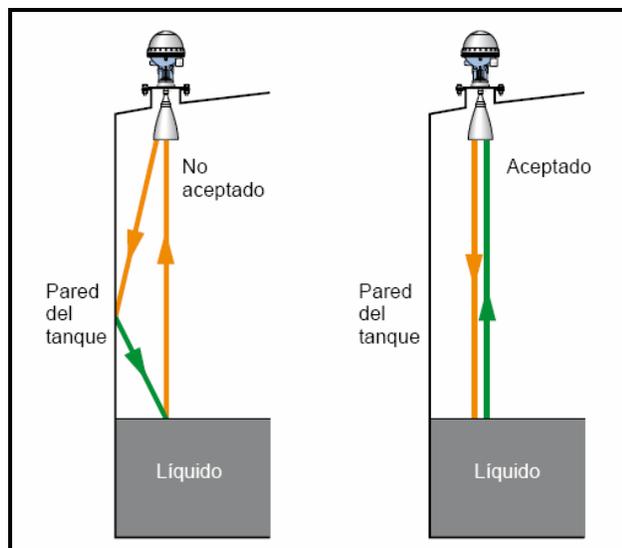


Figura 2.18 Medición cerca de la pared del tanque. ^[16]

2.4.4.3 Tipos De Radar

2.4.4.3.1 Medidor de antena cónica (RTG 3920)

El Medidor de Antena Cónica está diseñado para su montaje sencillo en toberas de 200 mm (8") o mayores en tanques con techo fijo. El medidor RTG 3920 puede medir una gran variedad de productos químicos y derivados del petróleo, a excepción de asfalto y productos similares, para los que se recomienda el Medidor de Antena Parabólica RTG 3930^[16]. Este medidor se puede visualizar en figura 2.19.

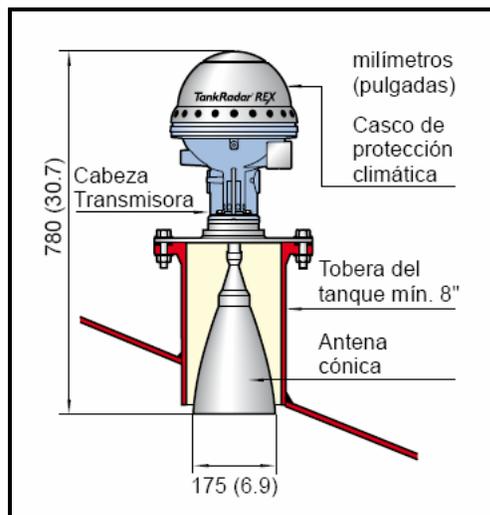


Figura 2.19 Medidor antena cónica.^[17]

2.4.4.3.2 Medidor Antena Parabólica (RTG 3930)

El medidor mide el nivel de diversos productos: desde productos limpios hasta otros más difíciles, como bitumen/asfalto. El diseño de la antena parabólica ofrece la máxima tolerancia para productos viscosos y condensados. El amplio diámetro de la antena proporciona una elevada ganancia de antena y una elevada relación señal-ruido. El Medidor de Antena Parabólica se puede instalar en la tapa de las bocas de acceso ya existentes. El reflector parabólico estándar tiene un diámetro de 440 mm (17") y cabe en una boca de acceso de 50 cm (20"), por ejemplo. Para facilitar el

acceso en aplicaciones muy sucias, el medidor se puede instalar en la tapa de una boca de acceso con bisagras. El medidor de antena parabólica también puede utilizarse en tanques con techo flotante ^[16]. Este tipo de medidor se puede visualizar en la figura 2.20.

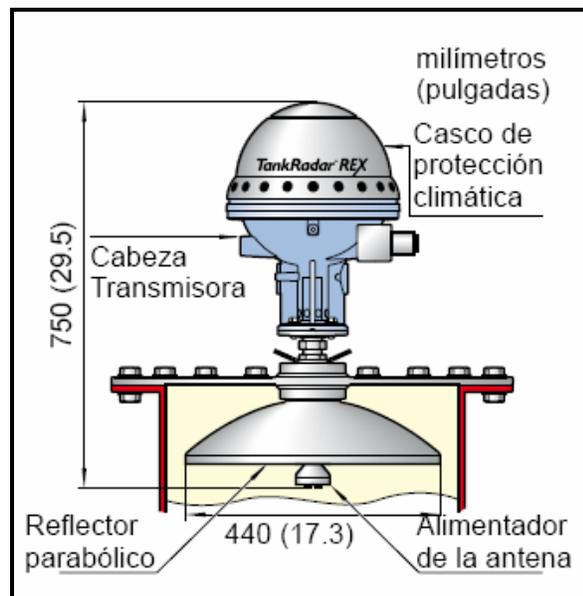


Figura 2.20 Medidor de antena parabólica RTG 3930.^[17]

2.4.4.3.3 Medidor de antena *array* (RTG 3950)

RTG 3950 con su antena *array* de tamaño pequeño está diseñado para el montaje en tubos tranquilizadores existentes. Las aplicaciones típicas incluyen tanques de petróleo crudo con techos flotantes y tanques de gasolina/otros productos con o sin techos flotantes internos. Con el fin de obtener la máxima precisión para la transferencia de custodia, el medidor utiliza un exclusivo modo de baja pérdida, inventado para los productos TankRadar® para transmitir las ondas de radar en el centro del tubo. Esto elimina prácticamente la degradación de la precisión causada por la oxidación y los depósitos de producto dentro del tubo ^[16]. Este medidor se puede visualizar en la figura 2.21

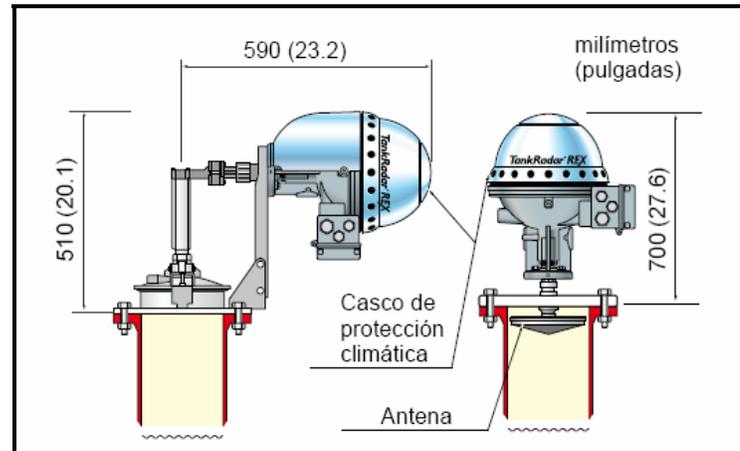


Figura 2.21 Medidor de antena *array* RTG 3950. ^[17]

2.4.4.4 Ventajas Del Radar En Tanque.

RADAR EN TANQUE ^[17]
Ventajas
Excelente fiabilidad (el tiempo medio de funcionamiento del medidor es de 112 años)
Mayor precisión con aprobaciones de transferencia y custodia.
Rendimiento e instalaciones probadas en todas las principales compañías petrolíferas.
Protección contra el llenado excesivo homologada por TUV (Inspección Técnica de Asociación) para alta seguridad medioambiental.
Funciones para el control completo del grupo de tanques disponible en un sistema.

2.5 Sistemas De Produccion

Se basan en un conjunto de instalaciones cuyo objetivo consiste en el manejo de la mezcla de gas-petróleo desde que se extrae del yacimiento hasta que se realizan las operaciones de comercialización del petróleo y del gas. La producción de petróleo, para que cumpla con los requisitos para la venta, debe satisfacer las especificaciones

de comercialización, refinación y almacenamiento, motivo por el cual la separación de los tres fluidos principales que se obtiene del pozo (petróleo, gas, agua) debe realizarse de manera óptima. El gas, de igual forma, debe seguir sus normas para poder ser comercializado, procesado y utilizado en los procesos de producción petrolera; por otro lado el agua tiene que recibir su tratamiento para que cumpla con las normas ambientales. El sistema de producción está formado por^[4]:

2.5.1 Pozos Productores

Los pozos pueden ser definidos como los puntos de menor precisión del yacimiento, a través de los cuales se obtiene la producción de fluidos, tales como: petróleo, agua y gas. Existen varios tipos de terminación de pozos; cada tipo es elegido para responder a condiciones mecánicas y geológicas impuestas por la naturaleza del yacimiento. Es así como se tienen la terminación vertical sencilla, doble y desviada, entre otras, para pozos que producen por flujo natural. Se tiene otras modalidades para pozos que no pueden fluir desde su inicio por flujo natural, las cuales son: bombeo mecánico, bombeo de cavidad progresiva, bombeo electrosumergible y levantamiento artificial por gas^[4].

2.5.2 Línea De Flujo

Se denomina línea de flujo a la tubería que se conecta desde el cabezal de un pozo hasta el múltiple de producción de su correspondiente estación de flujo. Cada múltiple está conformado por secciones tubulares, cuya capacidad y tamaño dependen del número de pozos a ser conectados y de los volúmenes de petróleo y de gas a ser manejados. Estos múltiples pueden ser ubicados en las estaciones recolectoras (flujo o descarga) o ser múltiples para campos individuales^[4].

2.5.3 Múltiples De Recolección

Los múltiples están formados por dos o tres tubos, en forma horizontal, paralelos uno con respecto al otro y conectados a las líneas de flujo provenientes de

los pozos. Estos múltiples tienen la función de recibir el fluido de los pozos, para enviarlo a las estaciones de producción (flujo y descarga)^[4]. La figura 2.22 muestra el múltiple de recolección del Patio de Tanques Oficina.



Figura 2.22 Múltiple de recolección.

2.5.4 Estaciones De Descarga

La estación de descarga es donde el petróleo es medido antes de bombearse al patio de tanques. Estas estaciones reciben crudo de las estaciones de flujo y de pozos individuales, y luego el crudo es tratado para enviarse al patio de almacenamiento^[4]. La figura 2.23 muestra una estructura típica de una estación de descarga.



Figura 2.23 Estación de descarga

En las estaciones de descarga se encuentran las siguientes áreas para el tratado del crudo:

2.5.4.1 Área De Separación

Su función es separar el crudo del gas contenido en el fluido, contiene un equipo depurador de gas (*Knock out Drum*) para la limpieza del gas liberado a la atmósfera, donde existen tres tipos de separadores: separador vertical, separador horizontal y esféricos. Indistintamente del tipo de separador usado todos cumplen el mismo objetivo y se basan en los mismos propósitos de operación^[4].

2.5.4.2 Área De Calentamiento

Consta de calentadores u hornos y su función es calentar el crudo para separarlo del agua^[4].

2.5.4.3 Área De Deshidratación

Consta de tanques de lavado con distintas capacidades, para separar el crudo del agua^[4].

2.5.4.4 Área De Almacenamiento

Posee tanques y su función es almacenar el crudo, listo para su transferencia al patio de tanques.

Es importante destacar la importancia de diferenciar un tanque de lavado y un tanque de recolección. Los tanques de recolección se encuentran ubicados en las estaciones de producción flujo y descarga, donde diariamente es recibido el crudo producido por los pozos conectados a estas estaciones, después de haber sido separado del gas y los tanques de lavado son utilizados para completar el proceso de deshidratación de la mezcla, mediante la separación del agua en el crudo^[4].

2.5.4.5 Redes De Distribución

Las redes de distribución son un conjunto de tuberías que conforman un circuito de transporte de determinado fluido. Existen tres tipos fundamentales de redes, entre las cuales se encuentran las tuberías en serie, en paralelo y las redes de tuberías.

Las tuberías en serie son cuando dos o más tuberías de diferentes o iguales tamaños y/o rugosidades se conectan una a continuación de la otra, de modo que el fluido que pase por la primera, continúe por las siguientes. Para dicha configuración se aplican las siguientes ecuaciones:

$$Q_{total} = Q_1 = Q_2 = \dots\dots\dots Q_n$$

Ec. 2.4

$$h_{total} = h_1 + h_2 + \dots\dots\dots h_n = \sum_{i=1}^n h_i \quad \text{Ec. 2.5}$$

Estas fórmulas expresan que en las tuberías en serie circula el mismo caudal por cada tramo del arreglo y que la pérdida total del sistema es igual a la suma de las pérdidas de cada tubería. Las tuberías en paralelo son cuando dos o más tuberías de diferentes o iguales tamaños y/o rugosidades están conectadas de tal forma que el fluido proveniente de un mismo sitio se reparta entre ellas, donde a una distancia determinada se unen en una sola tubería, aplicándose las siguientes ecuaciones:

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + \dots\dots\dots Q_n = \sum_{i=1}^n Q_i \quad \text{Ec. 2.6}$$

$$h_{total} = h_1 = h_2 = \dots\dots\dots h_n \quad \text{Ec. 2.7}$$

Las cuales expresan que en las tuberías en paralelo las pérdidas de carga son las mismas en cada tramo y el caudal total es igual a la suma de los caudales parciales.

Las redes de tuberías lo forman un conjunto de tuberías que son conectadas de tal manera que forman circuitos o mallas; el fluido que sale por un punto dado puede provenir de una o varias tuberías. El cálculo de las mallas es laborioso y generalmente no se puede resolver analíticamente, por lo cual se recurre a métodos de aproximaciones sucesivas y a herramientas de cálculo computarizado. En la figura 2.24, se muestra un ejemplo de una red de tuberías^[4].

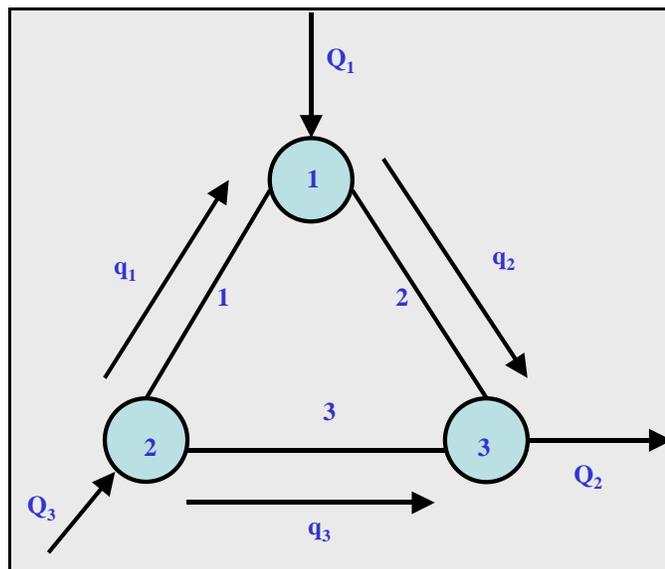


Figura 2.24 Red de distribución^[4].

2.6 Tanques

Son recipientes fabricados con materiales metálicos (acero y/o aleaciones de acero) y utilizados para el almacenamiento de fluidos, tales como crudo, petróleo, químicas, agua, componentes del gas natural (GNL, GLP, Gasolinas, etc.) Sus paredes normalmente son verticales y cilíndricas; sus capacidades son variables y dependen de su función de almacenamiento de fluidos^[9].

2.6.1 Tanque De Lavado

El proceso de lavado del crudo consiste en pasar una emulsión a través de un colchón de agua generalmente caliente, para provocar la disolución de las gotas suspendidas en el crudo. La figura 2.25 muestra la forma de un tanque de lavado^[9].



Figura 2.25 Tanque de lavado.

2.6.2 Clasificación De Los Tanques

2.6.2.1 Según Su Forma

Cilíndricos (verticales y horizontales)

Esféricos

Rectangulares (químicas)

2.6.2.2 Según Su Condición De Almacenamiento

Atmosféricos

Presurizados / Refrigerados (GLP)

2.6.2.3 Según Su Tipo De Techo

Fijo

Flotante externo /interno-domo

2.6.2.4 Según Su Función

Almacenamiento de hidrocarburos/químicas

Tratamiento de crudos

Tratamiento de aguas efluentes

2.6.2.5 Según Su Construcción

Apernados

Remachados

Soldados^[9]

2.6.2.6 Tanques De Producción

Son tanques de 1500 bls de capacidad, 6.57 metros de diámetro y 7.34 metros de altura, cuyo objetivo es almacenamiento temporal de:

- Crudo proveniente de los calentadores (crudo de producción normal calentado).
- El crudo que proviene directamente del múltiple de producción caliente. Por lo tanto la temperatura promedio de almacenamiento es de 180 °F.

Normalmente en las estaciones de flujo de tierra se tienen dos tanques de producción. Cada uno de estos tanques suministra el crudo a un mismo cabezal, comportándose así el conjunto como vasos comunicantes. Este cabezal a su vez a la succión de las bombas de producción. Adicionalmente estos tanques reciben los alivios provenientes de los múltiples y los alivios de todos los recipientes componentes de la estación (calentadores, separadores, etc.)^[9].

2.6.2.7 Tanque De Medida

Son tanques de 750 bls de capacidad, 4.7 metros de altura, cuyo objetivo es el de proporcionar almacenamiento temporal al crudo proveniente de los separadores de prueba. También pueden ser utilizados para la medición de producción^[9].

2.6.3 Características De Los Tanques

2.6.3.1 Tipo De Techo

Fijo

Flotante

Flotante/domo^[9]

2.6.3.2 Tanque De Techo Fijo

Este tipo de techo está fijado a las estructuras de la paredes. Se utiliza para almacenar fluidos con una Presión de Vapor relativamente baja, razón por la cual la presión del tanque no sobrepasa la Presión Atmosférica^[9].

2.6.3.3 Tanque De Techo Flotante

Este tipo de techo flota sobre el nivel del líquido. Se utiliza para almacenar fluidos con una Presión de Vapor relativamente alta, razón por la cual la presión del tanque sobrepasa la Presión Atmosférica. Su diseño minimiza las pérdidas de los componentes más livianos y volátiles por evaporación^[9].

2.6.4 Medición De Fluidos (Aforo De Tanques)

Se realiza a través de dos métodos: directo e indirecto.

2.6.4.1 Directo O Al Lleno

Este método consiste en bajar la cinta con la plomada hasta tocar ligeramente el fondo del tanque o la placa de nivel cero (0) fijado en el fondo. El nivel de líquido en el tanque se determina por la longitud de la cinta mojada. Este método debe ser usado

para medir tanques de techo flotante, para medir residuos en los tanques antes y después de descargarlo (Figura 2.26).

También se usa para medir el agua libre del fondo en cualquier tipo de tanques y residuos de petróleo o productos del mismo, siempre y cuando los residuos sean lo bastante fluidos para permitir el paso de la plomada hasta el fondo del tanque o hasta la placa de nivel cero ^[4].

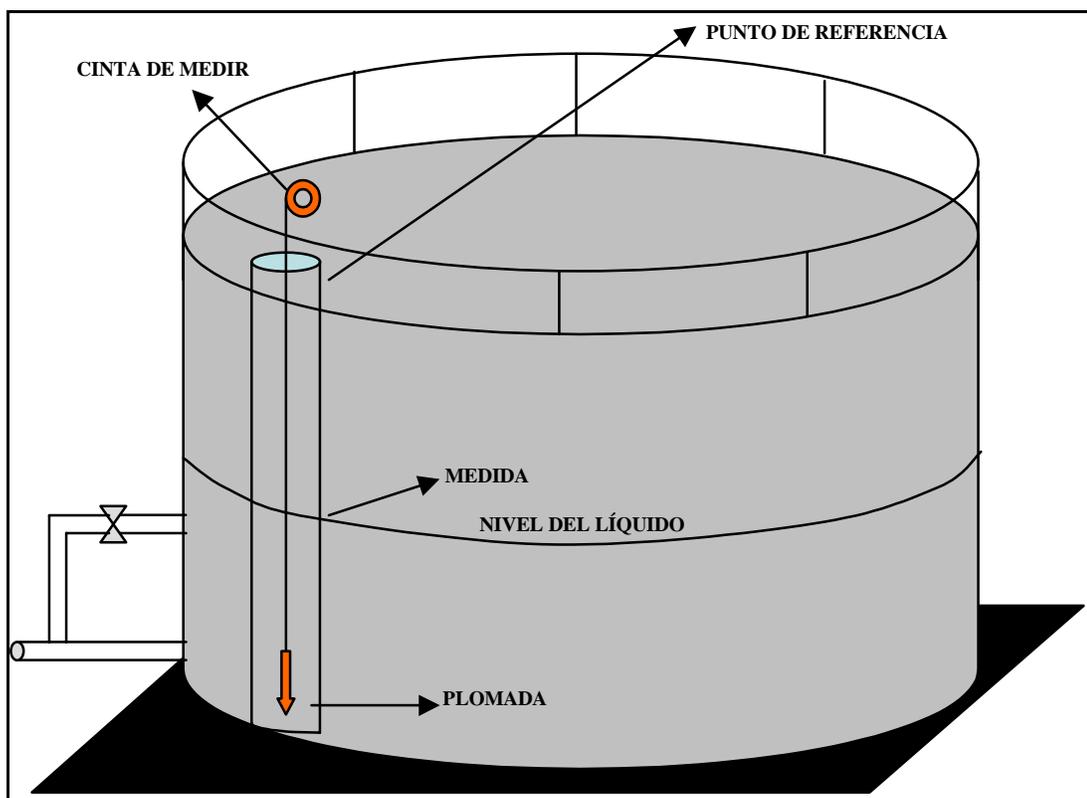


Figura 2.26 Medición directa.

2.6.4.2 Indirecto O Al Vacío

Este método consiste en bajar una cinta con su plomada hasta cierta profundidad del líquido contenido en el tanque. El nivel del líquido contenido en el tanque se determina restándole a la altura de referencia la lectura de la cinta (longitud total introducida en el tanque) y sumándole al resultado obtenido, la lectura de la

cinta mojada. Esto equivale a restarle a la altura total del tanque la parte del mismo que ha quedado vacía. Este método se usa comúnmente en la medición de tanques de techo fijo y en oportunidades, se usa para medir los niveles de los residuos y agua en el fondo de los tanques^[4]. (Figura 2.27)

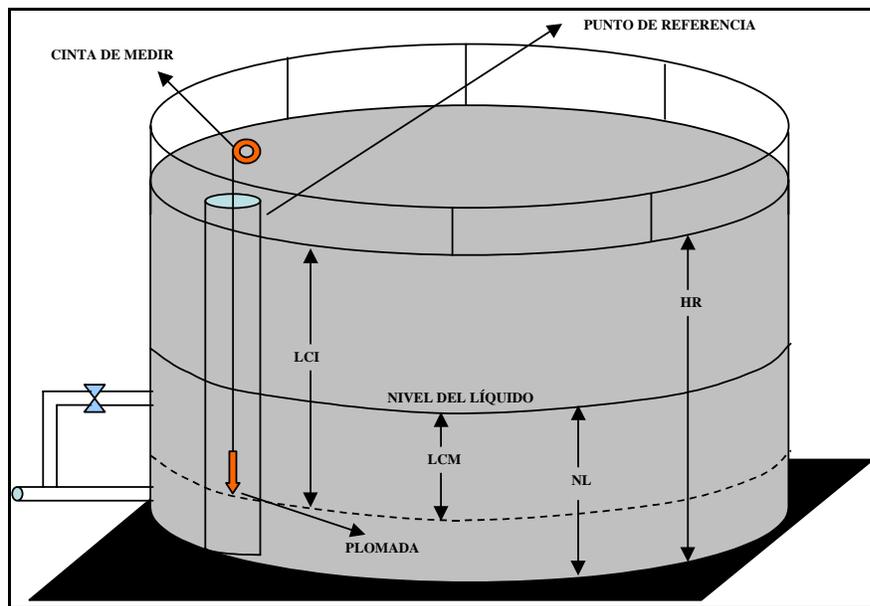


Figura 2.27 Medición indirecta.

2.7 Sistema De Separación Gas/Petróleo Y Bombeo.

Los separadores de mezclas gas – líquido forman parte de un grupo de equipos que involucran los procesos físicos de separación de fases: sólidas, líquidas y gaseosas. El flujo que se obtiene de un yacimiento petrolífero es generalmente multifásico. La separación física de estas fases es una de las operaciones fundamentales en la producción, procesamiento y tratamiento de los crudos y gases. Los hidrocarburos, aguas, partículas de arena, gases corrosivos y contaminantes, en el recorrido desde el yacimiento hasta las instalaciones superficiales, la presión y temperatura de esos fluidos se reducen. Esto hace posible el incremento del gas liberado de los hidrocarburos líquidos. El objetivo principal del proceso de

separación, es separar los diferentes componentes del fluido (crudo, gas y contaminantes), con el fin de optimizar el procesamiento y comercialización de algunos (crudo y gas)^[6]. La figura 2.28 muestra los separadores gas-petróleo^[9].



Figura 2.28 Equipo de separación gas-petróleo.

2.7.1 Funciones Del Separador

- Permitir una primera separación entre los líquidos, los sólidos y la fase gaseosa.
- Refinar aun más el proceso, mediante la recolección de partículas líquidas atrapadas en la fase gaseosa.
- Liberar parte de la fracción gaseosa que aun puede permanecer en la fase líquida.
- Descargar separadamente las fases líquidas y gaseosas, así evitan que se puedan volver a mezclar parcial o totalmente^[9].

2.7.2 Tipos De Separadores De Acuerdo A Su Forma

Verticales.

Horizontales.

Esféricos.

En la industria petrolera se usan mayormente los separadores verticales y horizontales, siendo los más utilizados los verticales. Todos estos separadores operan bajo los mismos principios de funcionamiento y la selección de algunos de ellos para su utilización depende de la relación de resultados óptimos versus costos de cada tipo de separador^[9].

2.8 Flujo De Fluidos

Un fluido puede definirse como una sustancia que no resiste, de manera permanente, la deformación causada por una fuerza y por tanto, cambia de forma. Se considera que los gases, líquidos y vapores tienen las características de fluidos y que obedecen a muchas leyes comunes. Si un fluido se ve poco afectado por los cambios de presión, se dice que es incompresible. La mayoría de los líquidos son incompresibles. Los gases se consideran como fluidos compresibles. Sin embargo, si los gases se sujetan a porcentajes pequeños de cambios de presión y temperatura, sus cambios de densidad serán poco considerables y se les puede clasificar entonces como fluidos incompresibles^[11].

2.8.1 Tipos De Flujo De Fluidos

El tipo de flujo que se presenta en el desplazamiento de un fluido por un canal es muy importante en los problemas de dinámica de fluidos. Cuando los fluidos se mueven por un canal cerrado de cualquier área de corte transversal, se puede presentar cualquiera de los dos tipos diferentes de flujo, dependiendo de las condiciones existentes. Estos dos tipos de flujo pueden verse con frecuencia en un río o en cualquier corriente abierta. Cuando la velocidad del flujo es baja, su desplazamiento es uniforme y terso. Sin embargo, cuando la velocidad es bastante alta, se observa una corriente inestable en la que se forman remolinos o pequeños paquetes de partículas de fluido que se mueven en todas direcciones y con gran diversidad de ángulos con respecto a la dirección normal del flujo.

El primer tipo de flujo a velocidades bajas, donde las capas de fluido parecen desplazarse unas sobre otras sin remolinos o turbulencias, se llama flujo laminar. El segundo tipo de flujo a velocidades más altas, donde se forman remolinos que imparten al fluido una naturaleza fluctuante, se llama flujo turbulento.

La existencia de flujo laminar y turbulento puede visualizarse con facilidad por medio de los experimentos de Reynolds, que se muestran en la figura 2.30. Se hace fluir agua de manera uniforme a través de una tubería transparente, controlando la velocidad por medio de una válvula situada al final del tubo. Se introduce una corriente muy fina y uniforme de agua con un colorante, a través de una boquilla de inyección, para observar su flujo. Cuando la velocidad de flujo del agua es baja, la coloración es regular y forma una sola línea, esto es, una corriente similar a un cordel, tal como lo muestra la figura 1 (a). En este caso no hay mezclado lateral del fluido y éste se desplaza en una línea recta por el tubo. Al colocar varios inyectores en otros puntos de la tubería se demuestra que no hay mezclado en ninguna parte del mismo y que el fluido fluye en líneas rectas paralelas, A este tipo de flujo se le llama laminar o viscoso.

Al aumentar la velocidad, se ve que al llegar a cierto límite, la línea de colorante se dispersa y su movimiento se vuelve errático, tal como lo muestra la figura 1 (b). A este tipo de flujo se le llama turbulento.^[11]

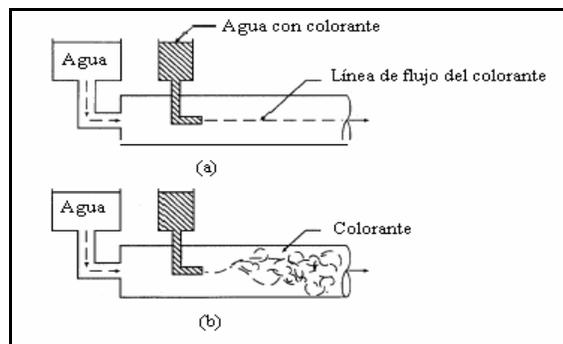


Figura 2.30 Experimento de Reynolds para diferentes tipos de flujo: a) laminar, b) turbulento.^[11]

2.8.1.1 Número De Reynolds

Con diversos estudios se ha podido demostrar que la transición del flujo laminar al turbulento en tuberías no está sólo en una función de la velocidad, sino también de la densidad y viscosidad del fluido y del diámetro del tubo. Estas variables se combinan en la expresión del número de Reynolds ^[11]:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}; \text{ adimensional} \quad (\text{Ec.2.8})$$

donde: Re: es el número de Reynolds.

D: diámetro, [pie].

ρ : densidad del fluido, [lb/pie³].

μ : viscosidad del fluido en, [lb/pie.s].

v: velocidad promedio del fluido, [pie/s] (velocidad volumétrica del flujo dividida entre el área de corte transversal de la tubería).

La inestabilidad del flujo que conduce a un régimen perturbado o turbulento está determinada por la relación de las fuerzas de inercia o cinéticas y las fuerzas viscosas de la corriente fluida. Las fuerzas de inercia son proporcionales a $\rho \cdot v^2$ y las viscosas a $\mu \cdot v/D$, y la relación $\rho v^2/(\mu \cdot v/D)$ es el número de Reynolds.

Cuando el número de Reynolds es menor de 2.100 para una tubería circular recta, el flujo siempre es laminar. Cuando el valor es superior a 4.000, el flujo será turbulento excepto en algunos casos especiales. Entre estos dos valores, o región de transición, el flujo puede ser viscoso o turbulento, dependiendo de los detalles del sistema, que no se pueden predecir. ^[11]

2.8.1.2 Ecuación De Continuidad

En la dinámica de fluidos se estudia el movimiento de éstos. Por lo general, se transfieren de un lugar a otro por medio de dispositivos mecánicos tales como

bombas o ventiladores por carga de gravedad o por presión, y fluyen a través de sistemas de tuberías o equipo de proceso. El primer paso en la resolución de los problemas de flujo casi siempre consiste en aplicar los principios de conservación de la masa a la totalidad del sistema o a una parte del mismo.

Puesto que en el flujo de fluidos generalmente se trabaja con velocidades de flujo y casi siempre en estado estacionario, la velocidad de acumulación es cero por lo que:

$$\text{Velocidad de entrada} = \text{Velocidad de salida} \quad (\text{Ec.2.9})$$

Para un fluido que entra a una sección 1 con una velocidad promedio v_1 y una densidad ρ_1 en un conducto con área de corte transversal es A_1 saliendo por la sección 2 con una velocidad promedio v_2 y una densidad ρ_2 . El balance de masa resulta entonces como: ^[11]

$$\dot{m} = \rho_1 \cdot v_1 \cdot A_1 = \rho_2 \cdot v_2 \cdot A_2 \quad (\text{Ec.2.10})$$

Donde: \dot{m} : flujo de masa, [lb/hr].

ρ : densidad del fluido, [lb/pie³].

v : velocidad promedio del fluido, [pie/s].

A : área transversal, [pie²].

2.8.1.3 Balance General De Energía Mecánica

Casi siempre, a los ingenieros les interesa primordialmente el tipo especial de energía, llamado energía mecánica, que incluye el término de trabajo a la energía cinética, a la energía potencial y la parte de trabajo de flujo del término de entalpía. La energía mecánica es una forma de energía que es, o bien un trabajo, una forma que puede transformarse directamente en trabajo.

La energía que se convierte en calor, o energía interna, es trabajo perdido o una pérdida de energía mecánica causada por la resistencia friccional al flujo ^[11].

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + g \cdot (Z_2 - Z_1) + 144 \cdot g_c \cdot \int_1^2 \frac{dP}{\rho} + \sum F + W_s = 0 \quad (\text{Ec.2.11})$$

donde: v_1 : velocidad promedio del fluido entrando al tramo de control, [pie/s].

v_2 : velocidad promedio del fluido saliendo del tramo de control, [pie/s].

g : aceleración de gravedad, [pie/s²].

g_c : factor de conversión, [lbm.pie/lbf.s²].

Z_1 : altura del punto de entrada del tramo con respecto a un punto de referencia, [pie].

Z_2 : altura del punto de salida del tramo con respecto a un punto de referencia, [pie].

P : presión del fluido en cada punto, [lbf/pulg²].

ρ : densidad del fluido, [lb/pie³].

$\sum F$: pérdidas por fricción en el tramo (expansiones, contracciones, accesorios), [pie²/s²].

W_s : trabajo ejercido por el fluido, [pie²/s²].

El valor de la integral en la ecuación 2.11 depende de la ecuación de estado del fluido y de la trayectoria del proceso. Si el fluido es un líquido incompresible, la integral se transforma en $(P_2 - P_1)/\rho$ y la ecuación 2.11 toma la forma:

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + g \cdot (Z_2 - Z_1) + \frac{144 \cdot g_c \cdot (P_2 - P_1)}{\rho} + \sum F + W_s = 0 \quad (\text{Ec.2.12})$$

Las pérdidas por fricción en la ecuación de balance de energía mecánica son la suma de fricción en la tubería recta (fricción de Fanning), pérdidas por ensanchamiento, pérdidas por reducción y pérdidas por accesorios y válvulas.

Un parámetro muy común en el flujo laminar, y en especial en el turbulento, es el factor de fricción de Fanning(f) que se define como la fuerza de arrastre por unidad de área mojada dividida por el producto de la densidad por la carga de velocidad o altura dinámica.

Para flujo laminar, se tiene ^[11]:

$$f = \frac{16}{\text{Re}} ; \text{adimensional} \quad (\text{Ec.2.13})$$

Para flujo turbulento, se puede utilizar la siguiente expresión ^[11]:

$$f = \left\{ -3,6 \cdot \log \left[\left(\frac{6,9}{\text{Re}} \right) + \left(\frac{\varepsilon / D_i}{3,7} \right)^{1,11} \right] \right\}^{-2} ; \text{adimensional} \quad (\text{Ec.2.14})$$

Se han obtenido y correlacionado muchos datos experimentales de factores de fricción para tuberías de superficie tersa, así como para diversos grados de rugosidad equivalente. Con fines de diseño, se puede usar la gráfica de factor de fricción de la figura A.1 para pronosticar el factor de fricción f y, por tanto, la caída de presión friccional en una tubería circular. Después, el factor de fricción se utiliza para pronosticar la pérdida de fricción como ^[11]:

$$F_f = 4 \cdot f \cdot \frac{\Delta L}{D} \cdot \frac{v^2}{2} ; \text{pie}^2/\text{s}^2 \quad (\text{Ec.2.15})$$

donde: ΔL : longitud total del tramo estudiado, [pie].

D: diámetro interno del conducto, [pie].

v: velocidad promedio del fluido en el conducto, [pie/s].

Si el corte transversal de una tubería aumenta de manera muy gradual, son pocas o ninguna las pérdidas adicionales que se producen. Si el cambio es repentino, se producen pérdidas adicionales debidas a los remolinos formados por la corriente que se expande en la sección ensanchada. Esta pérdida (h_{ex}) puede calcularse como sigue para flujo turbulento en ambas secciones ^[11]:

$$h_{ex} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \cdot \frac{v_a^2}{2} = K_{ex} \cdot \frac{v_a^2}{2} ; \text{pie}^2/\text{s}^2 \quad (\text{Ec.2.16})$$

donde: K_{ex} : es el coeficiente de pérdida por expansión.

v_a : es la velocidad corriente arriba en el área más pequeña, [pie/s].

Cuando el corte transversal de la tubería se reduce bruscamente, la corriente no puede fluir en forma normal en las esquinas de la contracción y los remolinos causados provocan pérdidas por fricción adicionales. Para flujo turbulento, esta pérdida es:

$$h_{co} = 0,55 \cdot \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \cdot \frac{v_b^2}{2} = K_{co} \cdot \frac{v_b^2}{2} ; \text{pie}^2/\text{s}^2 \quad (\text{Ec.2.17})$$

donde: v_b : es la velocidad promedio en la sección más pequeña o corriente abajo, [pie/seg].

K_{co} : es el coeficiente de pérdidas por contracción.

Los accesorios de tuberías y las válvulas también perturban el flujo normal en una tubería y causan pérdidas por fricción adicionales. En una tubería corta con muchos accesorios, la pérdida por fricción en dichos accesorios puede ser mayor que

en la tubería recta. La pérdida por fricción en accesorios y tuberías (h_f) está dada por la siguiente ecuación:

$$h_f = K_f \frac{v_{ac}^2}{2} ; \text{pie}^2/\text{s}^2 \quad (\text{Ec.2.18})$$

donde: K_f : es el factor de pérdida para el accesorio o válvula y se obtienen del anexo A.

v_{ac} : es la velocidad promedio en la tubería que contiene al accesorio, [pie/s].

$$\sum F = 4 \cdot f \cdot \frac{\Delta L}{D} \frac{v^2}{2} + K_{ex} \frac{v_a^2}{2} + K_{co} \frac{v_b^2}{2} + K_f \frac{v_{ac}^2}{2} ; \text{pie}^2/\text{s}^2 \quad (\text{Ec.2.19})$$

Si todas las velocidades v , v_a y v_b y v_{ac} son iguales, entonces la factorización de la ecuación para este caso especial es^[11]:

$$\sum F = \left(4 \cdot f \cdot \frac{\Delta L}{D} + K_{ex} + K_{co} + K_f \right) \cdot \frac{v^2}{2} ; \text{pie}^2/\text{s}^2 \quad (\text{Ec.2.20})$$

2.8.1.4 Coeficiente De Resistencia (K), Longitud Equivalente (L/D)

Existen datos sobre pruebas de pérdida de presión para una amplia variedad de válvulas y accesorios, fruto del trabajo de muchos investigadores. Se han realizado estudios en este campo por los laboratorios de Crane; sin embargo, debido al tiempo y costo de tales pruebas, en la práctica es imposible obtener datos de pruebas de cada medida, tipo de válvula y conexión.

Por lo anterior, es deseable proporcionar medios confiables de extrapolación de la información disponible sobre pruebas para abarcar aquellos elementos que no han sido o no pueden ser probadas con facilidad. Los conceptos que a menudo se usan para llevar a cabo esto son la “longitud equivalente L/D” y el “coeficiente de

resistencia K'' . El flujo por una válvula o accesorio en una línea de tubería causa una reducción de la altura estática, que puede expresarse en función de la altura de velocidad.

El coeficiente de resistencia se define como la pérdida de altura de velocidad para una válvula o accesorio. Está siempre asociado con el diámetro al cual se refiere la velocidad. En la mayor parte de las válvulas o accesorios las pérdidas por fricción a lo largo de la longitud real de flujo, son mínimas comparadas con las debidas a cambios de dirección del flujo, obstrucciones en el paso del flujo, cambios repentinos o graduales en la superficie y contorno del paso del flujo.

Por ello, el coeficiente de resistencia K se considera independiente del factor de fricción y del número de Reynolds, que puede tratarse como constante para cualquier obstáculo dado (por ejemplo, válvula o accesorio) en un sistema de tuberías bajo cualquier condición de flujo, incluida la de régimen laminar.

La misma pérdida para una tubería recta se expresa por la ecuación de Darcy:

$$h_L = \left(f \cdot \frac{L}{D} \right) \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g_c}; \text{ pie}^2/\text{s}^2 \quad (\text{Ec.2.21})$$

De donde resulta que:

$$K = \left(f \cdot \frac{L}{D} \right); \text{ adimensional} \quad (\text{Ec.2.22})$$

La relación L/D es la longitud equivalente en diámetros de tubería recta que causa la misma pérdida de presión que el obstáculo, en las mismas condiciones de flujo. Ya que el coeficiente de resistencia K es constante para cualquier condición de flujo, el valor de L/D para cualquier válvula o accesorio dados, debe variar de modo inverso al cambio del factor de fricción para las condiciones diferentes de flujo.

El coeficiente de resistencia K , en teoría es una constante para todas las medidas de un cierto diseño o línea de válvulas y accesorios, si todas las medidas fueran geoméricamente similares. Sin embargo, la similitud geométrica es difícil que ocurra; si lo fuera, es porque el diseño de válvulas y accesorios se rige por costos de fabricación, normas, resistencia estructural y otras consideraciones.

Puede decirse que el coeficiente de resistencia K , para una línea dada de válvulas o accesorios, tiende a variar con su medida, como sucede con el factor de fricción f , para tuberías rectas y nuevas de acero comercial, estas se encuentran tabuladas en el anexo A, en condiciones de flujo que den un factor de fricción constante, y que la longitud equivalente L/D tiende hacia una constante para las diversas medidas de una cierta línea de válvulas o accesorios, en las mismas condiciones de flujo.

Al tener en cuenta esta relación, en tablas se dan los coeficientes de resistencia K para cada tipo de válvula o accesorio. Estos coeficientes se dan como el producto del factor de fricción para la medida deseada de tubería nueva de acero comercial y flujo en la zona de turbulencia completa, por una constante, que representa la longitud equivalente L/D de la válvula o accesorio en diámetros de tubería para las mismas condiciones de flujo, basados en datos de pruebas. Esta longitud equivalente, o constante, es válida para todas las medidas del tipo de válvula o accesorio con el cual se identifica.

Los factores de fricción para tuberías nuevas de acero comercial con flujo en la zona de turbulencia completa) para pasos nominales de 1/2 a 24 pulgadas (15 a 600 mm), están tabulados al comienzo de la tabla A.7 para facilitar la conversión de expresiones algebraicas de K en cantidades aritméticas.

Como se dijo antes, el coeficiente de resistencia K está siempre asociado al diámetro por el que se establece la velocidad, según el término $v^2/2g$. Los valores en la tabla del factor “ K ” están asociados con el diámetro interno de los siguientes números de cédula de tubería para las diversas clases ANSI de válvulas y accesorios.

2.8.2 Propiedades De Los Fluidos

2.8.2.1 Viscosidad

Es la resistencia que ofrece un fluido a la deformación. En los fluidos la deformación aumenta constantemente bajo la acción del esfuerzo cortante, por pequeño que este sea. Un fluido no ofrece resistencia a la deformación por esfuerzo cortante. La viscosidad se utiliza para saber el grado de fluidez de un producto bajo ciertas condiciones de temperatura ambiental, para los efectos de bombeo de productos^[3].

2.8.2.2 Gravedad Api (American Petroleum Institute)

Es la relación correspondiente de peso específico y de fluidez de los crudos con respecto al agua. Se relaciona con la densidad relativa (σ) mediante la siguiente ecuación^[3]:

$$^{\circ}API = \frac{141.5}{\sigma} - 131.5 \quad \text{Ec. 2.23}$$

donde:

σ : Gravedad específica.

$^{\circ}API$: Gravedad API.

2.8.2.3 Clasificación Del Crudo

Tabla 2.2. Gravedad API y densidad de los diferentes tipos de crudo^[3].

Tipo de crudo	Densidad (Kg/m ³)	$^{\circ}API$
Livianos	<870	>31.1 $^{\circ}$
Medianos	920-870	22.3 $^{\circ}$ -31.1 $^{\circ}$
Pesados	1.000-920	10 $^{\circ}$ -22.3 $^{\circ}$
Extra-pesados	>1.000	<10 $^{\circ}$

2.9 Pipephase

Pipephase modeliza multifases en diferentes estados de redes y sistemas de tuberías de petróleo y gas. Ofrece la potencia y flexibilidad de modelizar un rango de aplicaciones que van desde análisis sensibles a un único parámetro clave, a planes de estudio con varias variables de todo un campo. Probadas soluciones de cálculo con métodos productivos modernos y técnicas de análisis del software para crear eficientes y robustos diseños de campos petrolíferos y herramientas de planificación. Con un extenso banco de propiedades físicas, y una interface de ventanas muy intuitivo, Pipephase cubre el rango completo de fluidos de la industria del petróleo, incluidos en la fase simple o petróleo negro, como compuestos mezclados. También puede aplicarse a componentes simples de vapor o en redes de inyección de CO_2 .^[13]

2.9.1 Tipos De Simulación

Los tipos de simulación indican cuales algoritmos serán usados para resolver la simulación las opciones son:

- Modelos de redes.
- Análisis gaslift.
- Generación de tablas PVT.

Se debe seleccionar modelos de redes si el sistema a simular es una distribución, conjunto a un sistema de flujos o lazos con una o más uniones, o si el sistema es un link sencillo pero que se desea que Pipephase calcule la presión en la fuente. Se debe seleccionar análisis gaslift si se desea la optimización individual del análisis de una sarta gaslift. Esta opción es solo para crudo. Se debe seleccionar la generación de tablas PVT si se desea que Pipephase genere un archivo de datos PVT para ser usados en una corrida posterior. Usando las tablas PVT se incrementa la velocidad de simulación al permitirle al pipephase acceder a los cálculos de mejoramiento flash^[14].

2.9.2 Modelo De Fluidos

Un modelo de fluidos no composicional puede ser definido como un promedio de las gravedades a las condiciones de un tanque de almacenamiento. Un modelo de fluido es composicional cuando puede definirse en términos de sus componentes individuales directamente o través de una matriz de datos. Hay 7 tipos de fluidos en Pipephase:

- Composicional.
- Crudo.
- Condensado de gas.
- Gas.
- Líquido.
- Vapor.
- Composicional/crudo^[14].

2.9.2.1 Modelo Crudo

El crudo es modelado como un fluido bifásico y la relación volumétrica de fases (relación gas/crudo) a las condiciones de un tanque de almacenamiento. Se debe suministrar los datos de gravedad específica para el gas, líquido y fases de agua, aún si no se esperan tenerlas presentes^[14].

2.9.2.2 Modelo De Condensado De Gas

Los condensados de gas son fluidos multifásicos no composicionales con predominio de la fase gaseosa. Los modelos de condensado de gas son muy utilizados en la simulación del comportamiento de crudo liviano con API mayor de 45, debiéndose suministrar sólo la gravedad específica^[14].

2.9.2.3 Modelo Líquido Monofásico

Todas las propiedades de un líquido no composicional son calculadas por Pipephase a partir de la gravedad específica y sus correlaciones internas. Se debe definir al líquido como agua o hidrocarburo y suministrar su gravedad^[14].

2.9.2.4 Modelo Vapor

El vapor es un fluido no composicional que permite la salida de dos fases. No se puede pasar por encima de la tabla de datos de vapor contenidos en las bibliotecas de Pipephase. Sin embargo, todas las correlaciones de las caídas de presión las cuales son disponibles para fluidos composicionales están disponibles para los modelos de vapor^[14].

2.9.2.5 Modelo Composicional

Hay tres métodos para definir los modelos en Pipephase:

- Seleccionando los componentes individuales de la biblioteca de Pipephase.
- Definiendo componentes individuales como pseudocomponentes del petróleo.
- Definiendo una matriz de datos y permitiendo que Pipephase lo divida en cortes de petróleo^[14].

2.9.2.6 Modelos No Composicionales

Un modelo de fluidos no composicional debe definirse como crudo, condensado de gas, líquido, gas o vapor. El crudo y condensado de gas son bifásicos, con una fase dominante. Los modelos de fluido gas y líquido son de una sola fase. El vapor puede ser de una fase o bifásicos dependiendo de sus condiciones.

Cuando se trabaja con fluidos multifásicos no composicionales se debe suministrar la gravedad específica para el gas, líquido y fases del agua, aun si no se esperan tenerlas presentes. En el caso de fluidos de una sola fase, se necesita especificar la densidad de referencia de esa fase^[14].

2.9.3 Biblioteca De Componentes Puros

La biblioteca de SIMSCI contiene más de 2.000 componentes. Para todos los componentes, la base de datos posee toda la data de las propiedades fijas y dependientes de la temperatura, necesarias para llevar a cabo los cálculos de equilibrio de fases^[14].

2.9.4 Componentes Del Petróleo

Pipephase permite introducir componentes individuales del petróleo, los cuales son representados como los cortes o secciones de una corriente de hidrocarburo definidas con puntos de ebullición promedio, gravedades específicas, y otras propiedades termodinámicas. También pueden ser definidos componentes a partir de la introducción de dos de las tres siguientes propiedades:

- Punto de ebullición normal.
- Gravedad
- Masa molecular.
- Pipephase predecirá la tercera propiedad omitida^[14].

2.9.5 Matriz De Datos

Un componente basado en corrientes del petróleo, tal como el crudo, es difícil de obtener, debido a que contiene cientos de componentes distintos. Usualmente éstas corrientes de hidrocarburos son caracterizadas en términos de datos de prueba de laboratorio (conocidos también como matrices de datos). Ésto incluye normalmente datos de destilación, gravedad y análisis de los componentes de bajo punto de ebullición. Pipephase deriva un grupo de componentes de petróleo de esta matriz de datos a través del uso de técnicas de caracterización estándar de la industria^[14].

2.9.6 Resolviendo Sistemas Con Pipephase

Pipephase es un programa fácil de usar, que posee sofisticados algoritmos para calcular caída de presión y transferencia de calor en sistemas de tuberías, los cuales se componen de diversos elementos que deben especificarse a fin de que el programa trabaje en forma adecuada.

Antes de introducir datos para resolver un problema con Pipephase, es importante convertir la estructura del sistema de tuberías en una simple representación esquemática de los puntos importantes (fuentes, uniones y descargas) [15].

2.9.6.1 Conexiones Entre Nodos

Las conexiones entre nodos pueden estar formadas por un solo elemento de flujo o por un número de elementos de flujo conectados, accesorios y equipos arreglados en serie, con una sola entrada y una sola salida [15]. (Figura 2.31)

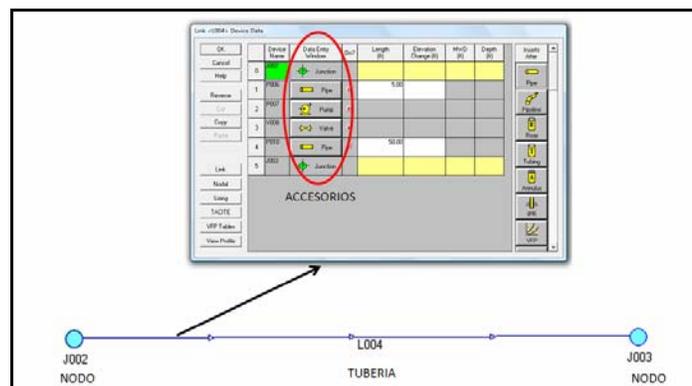


Figura 2.31 Ejemplo de conexiones entre nodos en Pipephase.

2.9.6.2 Sistema De Tuberías

Un número de conexiones entre nodos pueden unirse para formar un sistema de tuberías, el lugar donde se unen dos o más conexiones es lo que se denomina nodo.

Un sistema de tuberías puede tener una o más entradas (fuentes) y salidas, lazos y cruces entre nodos. La figura 2.32 muestra un sistema de tuberías típico ^[15].

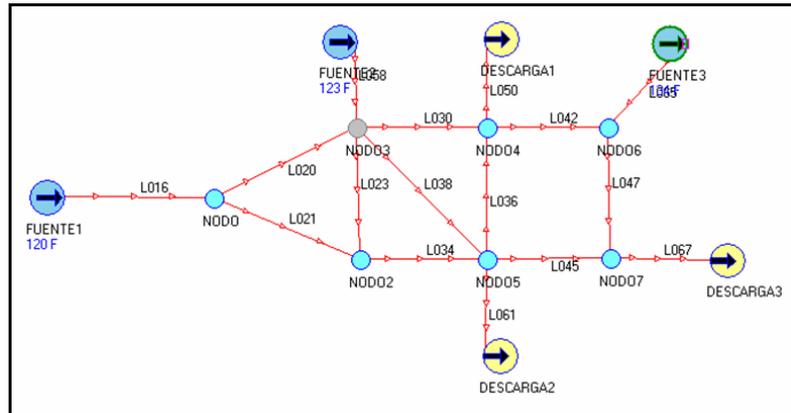


Figura 2.32 Sistema de tuberías típico en Pipephase.

2.9.6.3 Capacidad De Cálculo De Pipephase

Pipephase resuelve las ecuaciones que definen la relación entre la caída de presión y el caudal, también calcula las pérdidas y ganancias de calor. Puede determinar la caída de presión para un caudal conocido, así mismo, para una caída de presión dada calcula el caudal. Cuando se trabaja con sistemas de tuberías pueden combinarse caudales y presiones conocidos en las fuentes y/o descargas y el simulador determina los desconocidos ^[15].

2.9.6.4 Unidades De Medida

Pipephase permite estructurar un grupo de unidades de medida (dimensiones) a conveniencia del usuario, las cuales son utilizadas en todas la entradas de la simulación. Las salidas siempre son en las unidades suministradas en la definición de dimensiones, no necesariamente las unidades de entrada y salida para un mismo parámetro deben ser iguales ^[15]. Esta se muestra en la figura 2.33.

Input Units of Measurement

System	Petroleum	Fine Length	in
Temperature	F	Coarse Length	ft
Pressure	psig	Pipe Length	ft
Molar Rate	mole/hr	Water Density	sp gr
Weight Rate	lb/hr	Oil Density	API
Liquid Vol Rate	bbbl/day	Gas Density	sp gr
Gas Vol Rate	MM ft ³ /day	Power	hp
Default Basis	Liquid Volume	Duty	MM Btu/hr
Conductivity	Btu/hr-ft-F	Viscosity	cP
Heat Transfer Coefficient	Btu/hr-ft ² -F	Velocity	mi/hr

OK Cancel Help

WARNING: Any changes will convert the defined Global Default, Calculation Method, and Network Method values. User-defined defaults and other values must be changed manually as needed.

Figura 2.33 Sistema de unidades contenidas en el Pipephase.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Analizar El Comportamiento Gráfico Del Bombeo Respecto Al Tiempo Tomando En Cuenta Los Registros (Bombeo Y Recibo) Del Crudo Merey, Bajo Las Condiciones Actuales De Operación

Para el análisis se tomó en cuenta enero como primer mes del año para observar el comportamiento gráfico del bombeo respecto al tiempo. En primer lugar, la determinación de dichos barriles bombeados, el personal de aforación se dirigió a cada una de las estaciones de descarga con el fin de fiscalizar la estación, llevando a cabo una serie de análisis: corte de agua, gravedad API y medición del tanque mediante una cinta calibrada. Esta última es certificada por el ministerio, donde el aforador arroja la plomada por la boca de aforo del tanque, el cual, toma la medida del crudo contenido, ya sea de forma directa o indirecta y con las tablas de calibración de los tanques se obtienen los barriles a bombear a PTO. El personal de aforación de las estaciones de descarga de crudo Merey posee sus respectivas tablas dependiendo de las rutas (Melones, Bare, Miga-Bare, Arecuna-Oficina y Oritupano). En las tablas 3.1, 3.2 y 3.3 se muestran los barriles bombeados de las diferentes estaciones.

Tabla 3.1 Barriles por día bombeados de las diferentes estaciones de descarga por el lateral de 24 pulgadas

FECHA	BA01	LE13	MY04	MY15	MY18
01/01/2009	0	3650	1564	2368	2872
02/01/2009	0	3891	1508	0	1878
03/01/2009	2932	3459	1575	3103	2896
04/01/2009	1394	3419	1624	2591	2805
05/01/2009	1417	3419	1688	2024	2704
06/01/2009	1140	3232	1668	2486	2906
07/01/2009	1400	3463	1626	2520	2572
08/01/2009	1400	3463	1626	2520	2572
09/01/2009	1358	3606	1667	2086	2609
10/01/2009	1229	3633	1748	2251	3045
11/01/2009	1358	3606	1667	2086	2609
12/01/2009	1252	3567	600	2289	2832
13/01/2009	1451	3300	2595	2294	2704
14/01/2009	1271	3885	1674	2347	3043
15/01/2009	1244	4017	1740	2843	3004
16/01/2009	1315	3290	1776	2407	3251
17/01/2009	1310	3547	1673	2946	2697
18/01/2009	529	3175	1667	2663	2990
19/01/2009	1526	3669	1804	2433	2991
20/01/2009	1862	2593	1618	2736	2518
21/01/2009	962	4085	1624	2204	3295

Tabla 3.1 Barriles por día bombeados de las diferentes estaciones de descarga por el lateral de 24 pulgadas. (Continuación)

FECHA	BA01	LE13	MY04	MY15	MY18
22/01/2009	1420	3821	1646	2442	2890
23/01/2009	1419	3426	1651	2419	2958
24/01/2009	1417	3291	1699	1833	2838
25/01/2009	1317	3677	1561	2573	3129
26/01/2009	1419	3957	1726	2624	3099
27/01/2009	1372	3390	1603	2497	3230
28/01/2009	1531	3631	1917	2428	2999
29/01/2009	1413	3423	1693	2841	3029
30/01/2009	2155	3497	1589	5511	2687
31/01/2009	1341	3661	1619	3075	3081
PROMEDIO	1328	3540	1659	2498	2862

Tabla 3.2 Barriles por día bombeados de las diferentes estaciones de descarga por el lateral de 26 pulgadas.

FECHA	OF16	YO06	AR03	AR04	OF18	MY20	OR-02	AD05
01/01/2009	2740	0	6341	15297	3576	91446	23891,13	5296
02/01/2009	2802	0	3216	16107	0	90710	24210,66	4856
03/01/2009	0	2466	6142	15105	2478	92101	24425,8	4807
04/01/2009	2536	682	4965	15625	2728	92207	24429,28	5529
05/01/2009	2779	0	4676	16797	2536	90286	24657,79	5000
06/01/2009	2606	0	5195	17165	2246	91066	24529,38	4636
07/01/2009	2654	0	5562	20620	2681	91471	24669,8	5637
08/01/2009	2654	0	5562	20620	2670	91471	39637,11	5028
09/01/2009	2619	0	331	18512	2580	91666	33288,84	5127
10/01/2009	2690	1341	4948	19595	2603	88482	41950,35	1515
11/01/2009	2619	0	331	18512	2690	91666	42473,25	1332
12/01/2009	2554	2260	6169	15398	2811	93159	42024,72	1476
13/01/2009	2477	0	4860	15203	2847	92138	38634,59	1465
14/01/2009	0	2479	5359	15249	3021	91879	38937,95	1348
15/01/2009	2517	2414	4962	15311	3087	93760	39841,09	1376
16/01/2009	2510	0	4713	13827	3151	93145	40567,44	1307
17/01/2009	2700	1793	5109	16994	3084	90511	34396,85	1847
18/01/2009	2644	0	4597	16968	2902	89680	37759,27	3185
19/01/2009	2408	0	4758	14464	3015	87885	39765,09	1565
20/01/2009	2427	2062	4455	15185	2964	86109	33492	1596
21/01/2009	2379	0	4909	15044	3103	94912	39813,98	1430
22/01/2009	2567	0	6758	15044	2501	89433	34541	1430
23/01/2009	2609	2255	271	14951	3410	92680	38875,9	1009
24/01/2009	2249	0	6407	13645	3020	88976	20253,21	2251
25/01/2009	2684	2207	4678	15043	3039	90607	27973,79	1260
26/01/2009	2758	0	4730	14630	3001	91504	50859,43	1126
27/01/2009	1782	0	4844	14538	3056	90587	49742,11	1454
28/01/2009	2265	0	3963	14831	3100	90587	37111	737
29/01/2009	2521	2256	4917	15264	3460	91320	39585,04	1229
30/01/2009	5038	576	5364	14508	3378	89689	37111	1673
31/01/2009	2302	9841	7780	14696	3021	93025	32675,23	0

Tabla 3.3 Barriles por día bombeados de las diferentes estaciones de descarga por el lateral de 36 pulgadas.

FECHA	BA03	BA04	BA05	BA06	BA08	BA10
01/01/2009	837	24756	40684	15045	3931	108297
02/01/2009	0	21496	27602	16461	0	117136
03/01/2009	0	21574	28700	14932	3344	135723
04/01/2009	1766	21183	25094	16629	3032	130004
05/01/2009	0	13928	36674	15710	3057	126854
06/01/2009	2298	21858	36281	14993	3191	126079
07/01/2009	2201	19307	35830	15080	3345	122018
08/01/2009	2201	19307	35830	15080	3345	122018
09/01/2009	2837	24086	37513	15633	3855	118657
10/01/2009	0	25934	36045	16707	4017	125294
11/01/2009	2837	24086	37513	15633	3855	118657
12/01/2009	0	22501	34102	16652	3611	123042
13/01/2009	0	22411	37961	17908	3795	118657
14/01/2009	132	28222	35047	14998	4026	118657
15/01/2009	134	19143	35895	16161	3775	125503
16/01/2009	124	26335	37086	13220	3677	118657
17/01/2009	3381	25712	34640	15351	3844	112630
18/01/2009	3441	26187	36433	15615	3641	102007
19/01/2009	0	26272	36200	15260	3215	134042
20/01/2009	2039	25367	35673	13861	2979	125571
21/01/2009	0	24925	37525	13133	4101	121248
22/01/2009	3225	25155	36642	13415	3956	122936
23/01/2009	1788	22941	37324	15215	3933	149238
24/01/2009	0	25757	39043	14836	3673	161607
25/01/2009	1917	26112	35474	15787	3888	122364
26/01/2009	1168	25369	35223	15263	4014	129880
27/01/2009	1212	23702	36829	15193	4109	124019
28/01/2009	1358	22958	61708	15165	3624	124034
29/01/2009	1881	19514	46965	20393	4072	127885
30/01/2009	948	23684	36673	13605	6805	125330
31/01/2009	623	21224	38359	15111	5070	124171

Con los barriles bombeados de cada una de las estaciones de descarga, adquiridos de las boletas de aforo, se procedió a indagar la capacidad de bombeo en operación de cada una de las estaciones, el cual, dependen de la producción asociada. La manera de estimar dichas capacidades, es mediante los medidores de flujo

instalados, ya sean, de desplazamiento positivo, Coriolis y unidad LACT que contabilizan los barriles por hora que se bombean. Otra forma es por las hojas de diseño de las bombas, esta última no se pudo indagar por la antigüedad de dichos equipos. Cada estación de descarga posee una serie de bombas que dependiendo de la producción que tengan regulan su capacidad mediante la válvula de recirculación, ya sean directamente por la bomba o por la sala de control. Esta se muestra en la figura 3.1.

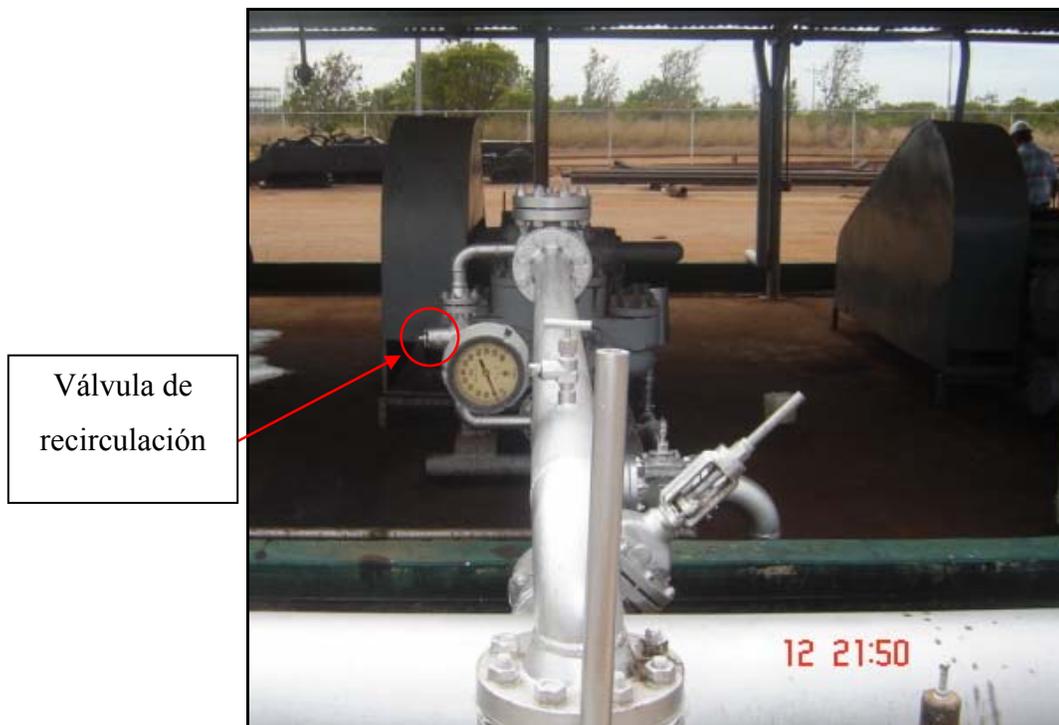


Figura 3.1 Bomba reciprocante

Las estaciones recolectoras de crudo de la segregación Merey presenta su respectiva hora de aforo y bombeo que varía de acuerdo al tiempo que tome el aforador en llegar y fiscalizar la estación. En tabla 3.4 se muestran las horas de aforo, bombeo y capacidad de las diferentes estaciones.

Tabla 3.4 Capacidades de bombes de las estaciones de descarga

ESTACIÓN	HORA DE AFORO	HORA DE BOMBEO	CAP. DE DISEÑO (BLS/H)	CAP. OPERACIONAL (BLS/H)	BOMBEO PROMEDIO ENERO (BLS/H)
BA01	09:30 a.m.	09:45 a.m.	880	240	55
LE13	10:15 a.m.	10:30 a.m.	950	280	148
MY04	08:20 a.m.	08:30 a.m.	320	180	69
MY15	09:00 a.m.	09:30 a.m.	730	400	104
MY18	08:30 a.m.	08:45 a.m.	600	240	119
MY20	12:00 p.m.	12:15 p.m.	6300	4000	3796
OF16	11:30 a.m.	11:45 a.m.	835	480	102
YO06	11:00 a.m.	11:15 a.m.	600	190	44
AR03	10:30 a.m.	10:45 a.m.	670	300	197
AR04	09:40 a.m.	10:00 a.m.	2160	900	665
BA03	10:00 a.m.	10:15 a.m.	590	180	52
BA04	09:00 a.m.	09:15 a.m.	1220	1100	969
BA05	10:30 a.m.	10:45 a.m.	3169,5	1800	1536
BA06	08:00 a.m.	08:15 a.m.	1224,5	850	643
BA08	11:00 a.m.	11:15 a.m.	934,5	300	154
BA10	12:00 p.m.	12:15 p.m.	9826	5300	5191
OF18	08:00 a.m.	08:15 a.m.	335	240	118
AD05	10:30 a.m.	10:45 a.m.	620	300	104
OR-02	10:00 a.m.	10:15 a.m.	3688	1800	1454

Con las capacidades de bombes en operación de cada una de las estaciones mostradas en la tabla 3.4 proporcionaran un estimado del tiempo de bombeo, factor importante que implica, el tiempo que tardará la estación en bombear toda su producción al Patio Tanque Oficina. Esta se estima mediante la siguiente ecuación:

$$\boxed{\text{Horas de bombeo} = \text{Barriles a bombear} / \text{Capacidad operacional}} \quad \text{Ec. 3.1}$$

Tomando como base de cálculo la estación de descarga Le-13, sustituyendo el valor promedio de la tabla 3.1 y 3.4 en la ecuación 3.1 se tiene:

$$\text{Tiempo(Hr)} = \frac{3.540\text{Bls}}{280\text{Bls/Hr}} = 12,64 \approx 13\text{Hr}$$

De esta manera se estimó el tiempo de bombeo para el resto de las estaciones y se encuentran tabuladas en la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Tiempos de bombeos estimados de las estaciones Merrey hacia PTO.

ESTACIONES	HORAS DE BOMBEO
OF18	15:00
BA06	18:00
MY04	09:00
MY18	12:00
BA04	23:00
MY15	06:00
BA01	06:00
AR04	17:00
BA03	05:00
Or-02	13:30
LE13	13:00
AR03	21:00
AD05	18:00
BA05	22:30
YO06	11:00
BA08	13:00
OF16	06:00
BA10	23:00
MY20	23:00
MY15	06:00
BA01	06:00
AR04	17:00
BA03	05:00
Or-02	13:30
LE13	13:00
AR03	21:00
AD05	18:00
BA05	22:30
YO06	11:00
BA08	13:00
OF16	06:00
BA10	23:00
MY20	23:00

En la tabla 3.6 se muestra el comportamiento del bombeo por hora de cada una de las estaciones de descarga de la segregación Merrey a cada uno de los laterales de 24", 26" y 36", dando paso a graficar la suma por hora de los bombeos respecto al tiempo.

Tabla 3.6 Bombeo promedio mensual de cada una de las estaciones de descarga

ESTACIONES	Q DE BOMBEO (Bls/H)	Promedio Días/mes	Horas de Bombeo	Hora de Aforo	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
DF18	240	2830,94	12	08:00		240	240	240	240	240	240	240
BA06	850	15420,81	18	08:00		850	850	850	850	850	850	850
MY04	180	1659,23	9	08:20		180	180	180	180	180	180	180
MY18	240	2862,35	12	08:30		240	240	240	240	240	240	240
BA04	1100	23258,26	21	09:00			1100	1100	1100	1100	1100	1100
MY15	400	2498,06	6	09:00			400	400	400	400	400	400
BA01	240	1327,55	6	09:30			120	240	240	240	240	240
AR04	900	15959,61	18	09:40			450	900	900	900	900	900
BA03	180	1237,03	7	10:00				180	180	180	180	180
DR-02	1800	34907,23	19	10:00				1800	1800	1800	1800	1800
LE13	280	3540,10	13	10:15				210	280	280	280	280
AR03	300	4737,81	16	10:30				150	300	300	300	300
AD05	300	2500,87	8	10:30				150	300	300	300	300
BA05	1800	36857,03	20	10:30				900	1800	1800	1800	1800
Y006	190	1052,65	6	11:00					190	190	190	190
BA08	300	3702,58	12	11:00					300	300	300	300
DF16	480	2454,52	5	11:30					240	480	480	480
BA10	4700	124587,58	27	12:00	4700	4700	4700	4700	4700	4700	4700	4700
MY20	4000	91101,87	23	12:00						4000	4000	4000
					4700	6210	8280	12240	14240	18480	18480	18480

BOMBEO TOTAL POR HORA DE LAS ESTACIONES DE CRUDO MEREY

En los anexos F se encuentran reportados los cálculos para el resto de las horas.

De la misma forma se realizó el comportamiento para el resto del mes partiendo desde el día 05/01/2009 hasta el 25/01/2009, donde estos días las estaciones se encuentran de tanque a tanque. Cuando la estación se encuentra de tanque a tanque se refiere que mientras un tanque esta bombeando, otro está recibiendo y recirculando la producción para el siguiente día. Otra modalidad es recibe circula y bombea (R/C/B), la cual, consiste en que un solo tanque está en operación. En la determinación del comportamiento gráfico del recibo en PTO se realizó con los recibos en los tanques de Meray (9601, 9602, 9603 y 9608) extraídos del Centinela, aplicación Oleo. El Patio de Tanques Oficina no tiene medidores de flujo a las llegadas de los laterales sino, poseen un equipo de medición (Tank Radar) en cada uno de los tanques que envía una señal a la sala de control reportando los niveles de crudo. Este sistema de

medición es calibrado cada año y es certificado por el Ministerio, ya que, PTO es un ente fiscal. En la figura 3.2 se muestra el modelo de radar ubicado en los tanques de Merrey.



Figura 3.2 Sistema de medición en Radar del Patio Tanque Oficina (PTO)

En la tabla 3.7 se muestran los movimientos del tanque 9601 de crudo Merrey ubicado en el Patio Tanque Oficina (PTO).

Tabla 3.7 Recibo del crudo Merey en el tanque 9601

FECHA	SEG	MOV	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
01/01/2009 04:26	ME	RI18	46570	46093	45700
01/01/2009 16:00	ME	RI18	66191	65273	64751
02/01/2009 06:00	ME	RI18	56887	56213	55764
02/01/2009 15:44	ME	RI18	72184	71237	70668
03/01/2009 06:10	ME	RI18	57451	56791	56337
03/01/2009 15:40	ME	RI18	75485	74524	74014
04/01/2009 06:05	ME	RI18	65448	64646	64117
04/01/2009 20:12	ME	RI18	78134	77138	76694
05/01/2009 10:08	ME	RI18	69134	68256	67847
05/01/2009 23:00	ME	RI18	74918	73940	73410
06/01/2009 11:59	ME	RI18	49682	49010	48667
06/01/2009 13:26	ME	RI18	21325	21005	20858
07/01/2009 01:45	ME	RI18	70523	69778	69202
07/01/2009 16:20	ME	RI18	67495	66589	66057
08/01/2009 03:00	ME	RI18	55494	54794	54425
08/01/2009 20:35	ME	RI18	76073	75141	74531
09/01/2009 11:59	ME	RI18	17403	17156	17019
09/01/2009 15:15	ME	RI18	56484	55727	55281
10/01/2009 09:00	ME	RI18	74623	73753	73163
10/01/2009 22:35	ME	RI18	75506	74607	74010
11/01/2009 11:59	ME	RI18	59302	58596	58127
11/01/2009 12:35	ME	RI18	12083	11940	11845
11/01/2009 23:20	ME	RI18	70797	69920	69361

En los anexos E se encuentran reportados el resto de los movimientos de los tanques Merey del Patio Tanque Oficina (PTO).

3.2 Desarrollar Balances De Masa En Las Lineas De Recibo De Pto

Para el balance de masa se procedió a conocer los barriles netos enviados y recibidos por PTO, que no es más que los barriles brutos corregidos por el sistema a condiciones de presión y temperatura estándar. El crudo recibido en el patio se determina por los tanques 9601, 9602, 9603 y 9608 de crudo Merey. Para el cálculo de las gravedades API de las diferentes estaciones y del Patio de Tanques Oficina se debe a análisis llevados a cabo por aforadores y operadores para el control del crudo, donde, dichas gravedades fueron igualmente descargadas del Centinela. Tomando como base de cálculo el mes de diciembre se tiene lo siguiente:

3.3.1 Determinación De La Gravedad Especifica

Como se mencionó anteriormente las gravedades específicas fueron descargadas del programa Centinela aplicación Oleo y se encuentran reportadas en la tabla 3.8.

Tabla 3.8 Gravedades API de las diferentes estaciones que descargan por el lateral de 26’’

FECHA	OF-16	YO-06	AR-03	AR-04	OF-18	MY-20	OR-02	ADA-05
01/12/2008	16,7	0	16,5	17	19,7	16,3	15,8	16,5
02/12/2008	17,2	0	16,2	16,7	20,1	16,2	15,9	16,5
03/12/2008	16,8	15,8	16,2	16,6	20,1	16,6	16,1	16,4
04/12/2008	17	0	16	16,6	19,8	16,6	16,2	16,6
05/12/2008	17	0	16	16,6	19,3	16,7	15,9	16,3
06/12/2008	16,9	15,6	17,4	16,6	19,3	16,7	15,8	16,7
07/12/2008	17,4	15,4	16,8	16,6	19,1	16,7	15,8	16,9
08/12/2008	17,4	0	24,9	16,7	19,5	16,6	15,8	16,8
09/12/2008	17,4	0	18	16,8	19,8	16,6	15,8	14,4
10/12/2008	17,4	15,7	18	16,6	19,5	16,4	15,6	16,6
11/12/2008	16,9	0	18	16,6	19,9	17	15,7	16,1
12/12/2008	17,2	0	16,8	16,6	19,7	17,3	15,6	16,2
13/12/2008	17,5	15,7	16,6	16,6	19	16,4	15,6	16,5
14/12/2008	17,7	0	16,7	16,8	19	16,5	15,6	16,8
15/12/2008	17,4	15,7	17	16,8	19,5	16	15,4	16,5
16/12/2008	15,9	0	17	16,6	19,5	16	15,3	16,3
17/12/2008	17	0	16,5	16,7	19,2	15,7	15,1	16,5
18/12/2008	17,1	0	15,9	16,3	19,2	16,5	15,1	22,3
19/12/2008	16,8	15,7	15	16,6	18,9	16,3	15,2	22,3
20/12/2008	14,5	0	16,2	16,7	19,1	16,2	15,1	21,9
21/12/2008	17,7	0	16	16,4	19	17,6	15,1	21,8
22/12/2008	16,6	15,9	16,1	16,4	19,1	17,1	15,4	21,5
23/12/2008	17,4	15,7	16,2	16,5	19,4	16,4	15,1	21,4
24/12/2008	16,4	15,7	16,4	16,2	19	16,6	15,2	22,1
25/12/2008	17,2	0	16,7	16,5	19,7	16,7	15,3	22,4
26/12/2008	17,1	0	16,7	16,2	19,7	16,9	15,1	22,3
27/12/2008	16,6	0	16,7	16,9	19,5	16,7	15,5	22,4
28/12/2008	17,7	16,2	17	16,6	19,6	17,2	15,6	22,6
29/12/2008	17,3	0	16,8	16,3	19,1	16,7	15,6	22,6
30/12/2008	18,1	0	17	16,3	19,2	16,7	15,4	22,3
31/12/2008	17,2	16,6	16,4	15,8	19,1	16,7	15,4	20,5

En los anexos D se encuentran reportadas las gravedades API para el resto de los laterales.

La gravedad específica del crudo Merey se puede estimar mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{141,5}{\text{°API} + 131,5} \quad \text{Ec. 3.2}$$

donde:

σ : Gravedad específica.

°API: Gravedad API.

Tomando como base de cálculo el día 01/12/2008, la estación de descarga Ada-05 ubicada en el lateral de 26" y sustituyendo la gravedad API de la tabla 3.8 en la ecuación 3.2 se tiene:

$$\sigma = \frac{141,5}{16,5 + 131,5} = 0,95608$$

De la misma forma se determinaron el resto de las gravedades específicas del crudo Merey para las diferentes estaciones y se encuentran reportadas en la tabla 3.9.

Tabla 3.9 Gravedades específicas de las diferentes estaciones que descarga por el lateral de 26’.

FECHA	OF-16	YO-06	AR-03	AR-04	OF-18	MY-20	OR-02	ADA-05
01/12/2008	0,9548	1,0760	0,9561	0,9529	0,9358	0,9574	0,9606	0,9561
02/12/2008	0,9516	1,0760	0,9580	0,9548	0,9334	0,9580	0,9600	0,9561
03/12/2008	0,9541	0,9606	0,9580	0,9554	0,9334	0,9554	0,9587	0,9567
04/12/2008	0,9529	1,0760	0,9593	0,9554	0,9352	0,9554	0,9580	0,9554
05/12/2008	0,9529	1,0760	0,9593	0,9554	0,9383	0,9548	0,9600	0,9574
06/12/2008	0,9535	0,9619	0,9503	0,9554	0,9383	0,9548	0,9606	0,9548
07/12/2008	0,9503	0,9632	0,9541	0,9554	0,9396	0,9548	0,9606	0,9535
08/12/2008	0,9503	1,0760	0,9047	0,9548	0,9371	0,9554	0,9606	0,9541
09/12/2008	0,9503	1,0760	0,9465	0,9541	0,9352	0,9554	0,9606	0,9698
10/12/2008	0,9503	0,9613	0,9465	0,9554	0,9371	0,9567	0,9619	0,9554
11/12/2008	0,9535	1,0760	0,9465	0,9554	0,9346	0,9529	0,9613	0,9587
12/12/2008	0,9516	1,0760	0,9541	0,9554	0,9358	0,9509	0,9619	0,9580
13/12/2008	0,9497	0,9613	0,9554	0,9554	0,9402	0,9567	0,9619	0,9561
14/12/2008	0,9484	1,0760	0,9548	0,9541	0,9402	0,9561	0,9619	0,9541
15/12/2008	0,9503	0,9613	0,9529	0,9541	0,9371	0,9593	0,9632	0,9561
16/12/2008	0,9600	1,0760	0,9529	0,9554	0,9371	0,9593	0,9639	0,9574
17/12/2008	0,9529	1,0760	0,9561	0,9548	0,9390	0,9613	0,9652	0,9561
18/12/2008	0,9522	1,0760	0,9600	0,9574	0,9390	0,9561	0,9652	0,9200
19/12/2008	0,9541	0,9613	0,9659	0,9554	0,9408	0,9574	0,9646	0,9200
20/12/2008	0,9692	1,0760	0,9580	0,9548	0,9396	0,9580	0,9652	0,9224
21/12/2008	0,9484	1,0760	0,9593	0,9567	0,9402	0,9490	0,9652	0,9230
22/12/2008	0,9554	0,9600	0,9587	0,9567	0,9396	0,9522	0,9632	0,9248

En los anexos D se encuentran reportadas el resto de las gravedades específicas del crudo Merrey.

3.1.2 Transformación Del Volumen De Crudo Bombeado De Barriles A Pie³

Las estaciones recolectoras de crudo de la segregación Merrey presentan los siguientes bombeos:

Tabla 3.10 Barriles por día bombeados de las diferentes estaciones que descargan por el lateral de 26”

FECHA	OF16	YO06	AR03	AR04	OF18	MY20	OR-02	AD05
01/12/08	2723	0	4565	15387	2980	82787	34302	1640
02/12/08	2488	0	4170	14177	2614	82667	34598	1863
03/12/08	2469	1717	4610	16064	2686	84264	34745	1272
04/12/08	2457	0	5014	13893	2701	84495	39463	1732
05/12/08	2663	0	4914	15118	2594	84884	39496	1761
06/12/08	2707	2086	4734	14877	2681	83950	39636	1702
07/12/08	2980	640	4780	14836	2494	84960	38415	1441
08/12/08	2921	0	4440	15419	2806	87141	39700	1674
09/12/08	2378	0	4690	14480	2655	86503	39534	1513
10/12/08	2560	1731	4813	14299	2670	84460	39027	335
11/12/08	2574	0	5093	15917	2684	86104	39787	1764
12/12/08	2732	0	1286	16888	2678	85290	39184	1673
13/12/08	2743	2136	4917	17514	2648	83909	39890	1486
14/12/08	2822	0	4775	16145	2708	82825	39524	1254
15/12/08	2841	1668	4855	15069	2631	85794	37341	1769
16/12/08	2575	0	4849	15587	2797	79902	35352	1213
17/12/08	2561	0	4763	15658	2466	82491	35263	2473
18/12/08	2649	0	4728	14851	2681	74391	35830	3577
19/12/08	2712	2880	4683	12741	2174	98294	37524	4021
20/12/08	2927	0	5095	14630	2878	86732	34738	4909
21/12/08	2597	0	4809	15860	2627	86024	43840	4162
22/12/08	2521	105	4779	16027	2641	83882	39954	4497
23/12/08	2502	73	2944	15517	2684	86716	40433	4810
24/12/08	2951	2332	7220	9726	1485	82505	38686	4251
25/12/08	3281	0	4779	18258	2964	82518	38956	4149
26/12/08	2891	0	5134	16363	3585	84314	38540	4244
27/12/08	2545	0	5027	15709	2727	85737	37850	5001
28/12/08	2752	2687	4893	15667	2704	85646	34471	4054
29/12/08	2047	0	5054	14014	2603	85640	36255	3452
30/12/08	2381	0	4865	18739	2386	87472	37792	4627
31/12/08	5889	1903	6655	17059	5583	84132	36142	5662
TOTAL	85839	19958	147933	476489	85215	2626429	1176268	87981

En los anexos D se encuentran tabulados el resto de los barriles por día bombeados para los laterales de 24” y 36”.

Para determinar el volumen de crudo bombeado en pie^3 a los laterales de 24”, 26” y 36” se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Volume}(\text{pie}^3) = \text{Barriles} * 42 \frac{\text{gal}}{\text{barriles}} * \frac{35,3147 \text{ pie}^3}{264,2 \text{ gal}} \quad \text{Ec 3.3}$$

Tomando como base de cálculo la estación de descarga Ada-05 para el día 01/12/2008, sustituyendo los valores de la tabla 3.10 en la ecuación 3.3 se tiene:

$$\text{Volume}(\text{pie}^3) = \text{Barriles} * 42 \frac{\text{gal}}{\text{barriles}} * \frac{35,3147 \text{ pie}^3}{264,2 \text{ gal}} = 1.640 * 42 \frac{\text{gal}}{\text{barriles}} * \frac{35,3147 \text{ pie}^3}{264,2 \text{ gal}}$$

$$\text{Volume}(\text{pie}^3 / \text{día}) = 9.206,95$$

De la misma forma se transformaron los barriles de crudo bombeados para el resto de las estaciones y se encuentran reportados en la tabla 3.11.

Tabla 3.11 Volúmenes (pie³/día) de crudo por día bombeado por el lateral de 26'' a PTO

FECHA	OF16	YO06	AR03	AR04	OF18	MY20	OR-02	AD05
01/12/2008	15286,9	0,0	25627,9	86382,5	16729,7	464765,8	192571,2	9207,0
02/12/2008	13967,6	0,0	23410,4	79589,6	14675,0	464092,1	194233,0	10458,9
03/12/2008	13861,0	9639,2	25880,5	90183,2	15079,2	473057,6	195058,2	7141,0
04/12/2008	13793,6	0,0	28148,6	77995,2	15163,4	474354,5	221545,1	9723,4
05/12/2008	14950,1	0,0	27587,2	84872,4	14562,7	476538,3	221730,3	9886,2
06/12/2008	15197,1	11710,8	26576,7	83519,4	15051,1	471294,9	222516,3	9555,0
07/12/2008	16729,7	3593,0	26834,9	83289,2	14001,3	476965,0	215661,6	8089,8
08/12/2008	16398,5	0,0	24926,1	86562,2	15752,9	489209,1	222875,6	9397,8
09/12/2008	13350,1	0,0	26329,6	81290,6	14905,2	485627,4	221943,7	8494,0
10/12/2008	14371,8	9717,8	27020,2	80274,5	14989,4	474158,0	219097,4	1880,7
11/12/2008	14450,4	0,0	28592,1	89358,0	15068,0	483387,4	223364,0	9903,1
12/12/2008	15337,4	0,0	7219,6	94809,1	15034,3	478817,6	219978,8	9392,2
13/12/2008	15399,2	11991,5	27604,0	98323,5	14865,9	471064,7	223942,2	8342,4
14/12/2008	15842,7	0,0	26806,8	90637,9	15202,7	464979,1	221887,5	7039,9
15/12/2008	15949,4	9364,1	27255,9	84597,3	14770,4	481647,1	209632,2	9931,2
16/12/2008	14456,0	0,0	27222,3	87505,3	15702,3	448569,4	198465,9	6809,8
17/12/2008	14377,4	0,0	26739,5	87903,9	13844,1	463104,0	197966,3	13883,4
18/12/2008	14871,5	0,0	26343,0	83373,4	15051,1	417630,7	201149,4	20081,3
19/12/2008	15225,2	16168,3	26290,3	71527,9	12204,8	551822,0	210659,5	22573,9
20/12/2008	16432,2	0,0	28603,3	82132,7	16157,1	486913,0	195018,9	27559,1
21/12/2008	14579,5	0,0	26997,7	89038,0	14748,0	482938,3	246117,5	23365,4
22/12/2008	14152,9	589,5	26829,3	89975,5	14826,6	470913,1	224301,5	25246,1
23/12/2008	14046,2	409,8	16527,6	87112,4	15068,0	486823,2	226990,6	27003,3
24/12/2008	16566,9	13091,8	40533,0	54601,7	8336,8	463182,6	217183,0	23865,1
25/12/2008	18419,5	0,0	26829,3	102500,3	16639,9	463255,6	218698,8	23292,5
26/12/2008	16230,1	0,0	28822,2	91861,8	20126,2	473338,3	216363,4	23825,8
27/12/2008	14287,6	0,0	28221,6	88190,2	15309,4	481327,1	212489,7	28075,6
28/12/2008	15449,7	15084,8	27469,3	87954,5	15180,2	480816,2	193520,0	22759,1
29/12/2008	11491,8	0,0	28373,1	78674,5	14613,2	480782,5	203535,4	19379,5
30/12/2008	13366,9	0,0	27312,1	105200,6	13395,0	491067,3	212164,1	25976,0
31/12/2008	33060,8	10683,4	37361,1	95769,1	31342,9	472316,6	202901,0	31786,4

En los anexos D se encuentran tabulados el resto de los pie³ por día bombeados para los laterales de 24” y 36”.

3.1.3 Determinación De La Cantidad De Masa Bombeada De Las Estaciones De Descarga

La cantidad de libras por día bombeadas al Patio Tanque Oficina se determina mediante la siguiente ecuación:

$$M^{\circ} = \sigma * Q * \rho \quad \text{Ec.3.4}$$

Donde:

M^o: flujo másico [libras/día]

σ: gravedad específica

ρ: densidad del agua [libras/pie³]

Q: caudal bombeado [pie³/día]

Tomando como ejemplo la estación de descarga Ada-05 para el día 01/12/2008, sustituyendo los valores de las tablas 3.9 y 3.11 en la ecuación 3.4, así como también la densidad del agua en unidades del sistema ingles 62,4469 Lb/pie³ se tiene:

$$M^{\circ} = 0,95608 \times 9.206,95 \frac{\text{pie}^3}{\text{día}} \times 62,4469 \frac{\text{lbs}}{\text{pie}^3} = 549.694,58 \text{Lbs/ día}$$

De la misma forma se determinaron las libras por día bombeadas de las diferentes estaciones y se encuentran reportadas en la tabla 3.12.

Tabla 3.12 Flujo másico enviado por el lateral de 26” a PTO

FECHA	OF16 (LBS)	YO06 (LBS)	AR03 (LBS)	AR04 (LBS)	OF18 (LBS)	MY20 (LBS)	OR-02 (LBS)	ADA05 (LBS)
01/12/2008	911462,4	0,0	1530095,0	5140043,8	977695,9	27786064,1	11551969,1	549694,6
02/12/2008	830001,2	0,0	1400538,0	4745428,8	855353,6	27764573,3	11643748,9	624439,6
03/12/2008	825884,4	578238,3	1548316,5	5380689,8	878913,5	28224503,1	11673736,4	426636,7
04/12/2008	820763,5	0,0	1686287,5	4653506,2	885574,2	28301879,3	13254059,8	580139,1
05/12/2008	889578,0	0,0	1652656,0	5063824,0	853312,2	28412991,1	13292141,4	591050,0
06/12/2008	904885,6	703462,5	1577149,6	4983100,3	881931,4	28100355,8	13348313,4	569705,8
07/12/2008	992798,0	216121,3	1598917,5	4969367,2	821506,1	28438430,4	12937114,2	481692,0
08/12/2008	973141,9	0,0	1408268,8	5161160,0	921828,3	29188165,7	13369866,8	559955,6
09/12/2008	792239,5	0,0	1556219,9	4843582,9	870492,3	28974465,5	13313962,6	514426,1
10/12/2008	852873,4	583349,2	1597033,4	4789497,3	877149,5	28328411,7	13161088,8	112209,4
11/12/2008	860426,9	0,0	1689942,0	5331451,7	879419,2	28763133,4	13408268,7	592859,2
12/12/2008	911400,1	0,0	430169,0	5656691,4	878614,0	28433773,9	13214033,9	561894,5
13/12/2008	913227,2	719834,7	1646965,4	5866372,1	872812,2	28143602,8	13452118,5	498076,9
14/12/2008	938269,3	0,0	1598322,8	5400528,0	892588,9	27761252,2	13328692,2	419465,0
15/12/2008	946489,6	562500,2	1613127,7	5037207,6	863765,2	28853879,8	12609662,7	592932,8
16/12/2008	857295,0	0,0	1620905,2	5217394,2	918263,5	26890537,8	11946130,5	407123,0
17/12/2008	966102,4	0,0	1596460,5	5237625,7	811205,8	27799570,1	11940457,2	828899,2
18/12/2008	884305,8	0,0	1591180,0	4984488,4	881931,4	24951206,2	12124174,0	1153724,0
19/12/2008	906557,0	971223,4	1586800,8	4264760,4	717052,6	33013064,1	12688735,2	1296931,6
20/12/2008	1104170,9	0,0	1712368,2	4897060,2	947993,0	29110137,0	11754662,5	1587475,4
21/12/2008	863460,4	0,0	1617342,8	5315948,8	865890,3	28639978,4	14834601,9	1347667,1
22/12/2008	844417,3	35361,1	1606164,4	5371923,8	869926,9	28020871,9	13519655,2	1458044,5
23/12/2008	843750,3	24336,6	989443,0	5197470,4	884090,8	29104766,9	13672413,2	1560547,2
24/12/2008	989783,8	786421,2	2423271,6	3264368,3	489799,1	27672692,5	13072754,2	1372901,0
25/12/2008	1094547,4	0,0	1600741,8	6119709,5	971803,8	27658352,0	13181951,5	1337347,1

En los anexos D se encuentran tabulados el flujo másico bombeados por los laterales de 24” y 36”.

3.1.4 Determinación De Los Barriles Recibidos En PTO

Lo recibido en el Patio Tanque Oficina de las diferentes estaciones de descarga, se determinó mediante los movimientos en los tanques (9601, 9602, 9603 y 9608) de crudo Merrey descargados del programa Centinela, aplicación Oleo. Estas se encuentran reportadas en las tablas 3.13, 3.14 y 3.15.

Tomando como base de cálculo el día 06/12/2008, se procedió a sumar los recibos en barriles netos de los tanques de crudo Merrey. La suma abarca desde el día 05/12/2008 hasta el 06/12/2008, esto se debe a que se fiscaliza de (12:00 a 12:00) Pm, es decir, 24 horas. En la figura 3.3 muestra lo siguiente; el bombeo del día 04/12/2008 de las 12:00 Pm del mediodía hasta las 11:59 Am del día 05/12/2008 pertenece al día cinco y desde las 12:00 Pm del mediodía del día 05/12/2008 hasta las 11:59 Am pertenece al día 06/12/2008. Al determinar lo recibido se procede a sumar los barriles por día dependiendo de cada tanque mencionado anteriormente. De la

misma manera se determinaron para los demás días del mes y se encuentra tabulada en la tabla 3.16.

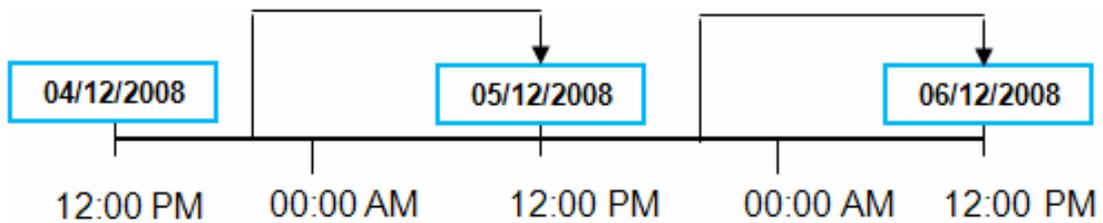


Figura 3.3 Suma de recibos en PTO

Tabla 3.13 Movimientos del tanque de almacenamiento 9601

FECHA	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
01/12/2008 16:45	53578	52812	52476
02/12/2008 04:35	66020	65178	64722
02/12/2008 18:30	75107	74061	73542
03/12/2008 09:00	79816	78679	78128
03/12/2008 21:00	58403	57672	57188
04/12/2008 10:00	52572	51888	51473
04/12/2008 20:40	59158	58389	57921
05/12/2008 07:18	60148	59366	58891
05/12/2008 16:20	43556	42955	42611
06/12/2008 04:00	67999	67147	66693
06/12/2008 11:59	10655	10470	10352
06/12/2008 14:46	41387	40816	40489
07/12/2008 05:00	72267	71338	70768
07/12/2008 14:50	55916	55086	54645
08/12/2008 00:39	60672	59810	59331
08/12/2008 11:59	53751	53054	52630
08/12/2008 23:55	69408	68511	67963
09/12/2008 11:59	58758	57994	57531
09/12/2008 12:38	12313	12084	11987
09/12/2008 23:26	62312	61542	61123
10/12/2008 11:59	68525	67595	67040

Tabla 3.14 Movimientos del tanque de almacenamiento 9602

FECHA	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
01/12/2008 19:47	48929	48278	47940
02/12/2008 09:49	62758	61978	61544
02/12/2008 22:25	67918	67098	66541
03/12/2008 11:59	45858	45246	44884
03/12/2008 13:20	21659	21378	21207
04/12/2008 01:00	55247	54469	54033
04/12/2008 11:59	39410	38866	38611
04/12/2008 13:50	27305	26928	26739
04/12/2008 23:40	53084	52395	52029
05/12/2008 10:42	54380	53614	53156
05/12/2008 19:50	54109	53431	— 53004
06/12/2008 08:15	68983	68146	— 67601
06/12/2008 19:35	65584	64718	64200
07/12/2008 08:45	56273	55568	55037
07/12/2008 17:40	53753	53010	52701
08/12/2008 05:40	76470	75445	74917
08/12/2008 15:21	59019	58194	57787
09/12/2008 05:00	77459	76555	75933
09/12/2008 16:00	62374	61496	61004
10/12/2008 04:27	80148	79066	78434
10/12/2008 20:00	73450	72466	71970

Tabla 3.15 Movimientos del tanque de almacenamiento 9603

FECHA	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
01/12/2008 13:45	29697	29383	29349
02/12/2008 00:00	63268	62419	61934
02/12/2008 11:59	36618	36127	35922
02/12/2008 14:18	39564	39003	38769
03/12/2008 02:43	58587	57846	57499
03/12/2008 17:10	64995	64118	63571
04/12/2008 06:27	71592	70694	70301
04/12/2008 17:35	69388	68481	67984
05/12/2008 03:08	49482	48839	48497
05/12/2008 11:59	22014	21681	21471
05/12/2008 13:36	27492	27113	— 26896
05/12/2008 23:50	68609	67731	— 67189
06/12/2008 11:20	53156	52465	— 52046
07/12/2008 00:00	69314	68437	67889

Tabla 3.16 Recibos en PTO

FECHA	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
01/12/2008	340799	336048	333937
02/12/2008	360868	320048	353887
03/12/2008	366850	398060	359363
04/12/2008	363878	359085	356384
05/12/2008	394959	389693	386688
06/12/2008	394559	389458	386392
07/12/2008	356133	351474	348576
08/12/2008	407540	402174	399195
09/12/2008	377844	373000	370066

En los anexos D se encuentran tabulados el resto de los movimientos de los tanques, así como también los recibos por PTO.

3.1.5 Determinación De La Gravedad Especifica Del Crudo Merey

El Patio de Tanque Oficina consta de un pequeño laboratorio, donde los operadores analizan cada una de las líneas (24", 26" y 36") del patio, llevando un control cada dos horas de gravedad API y cortes de agua. En la tabla 3.17 se encuentran reportadas las gravedades API de cada uno de los laterales mostradas a continuación:

Tabla 3.17 Gravedades API promedio de las líneas de recibo de PTO

FECHA	LINEA 24"	LINEA 26"	LINEA 36"
01/12/2008	16,51	16,20	16,37
02/12/2008	16,57	16,10	16,16
03/12/2008	16,69	16,41	16,49
04/12/2008	16,52	16,20	16,30
05/12/2008	16,41	16,16	16,29
06/12/2008	15,97	15,96	16,17
07/12/2008	16,40	16,30	16,21
08/12/2008	16,30	15,98	16,17
09/12/2008	16,50	16,18	15,90
10/12/2008	16,51	16,08	16,40

En el anexos D se encuentran reportadas las gravedades API para el resto de los días.

3.1.6 Determinación De La Gravedad Específica Del Crudo Merey En PTO

La gravedad específica en PTO se determinó de igual manera que en las diferentes estaciones de descarga. Tomando como base de cálculo el lateral de 24” para el día 06/12/2008 y sustituyendo los valores de la tabla 3.17 en la ecuación 3.2 se tiene:

Tabla 3.18 Gravedades específicas de las líneas de recibo en PTO

FECHA	G.E 24"	G.E 26"	G.E 36"
01/12/2008	0,95599	0,95802	0,95691
02/12/2008	0,95562	0,95867	0,95830
03/12/2008	0,95488	0,95664	0,95617
04/12/2008	0,95597	0,95802	0,95737
05/12/2008	0,95664	0,95826	0,95747
06/12/2008	0,95951	0,95960	0,95821
07/12/2008	0,95673	0,95737	0,95794
08/12/2008	0,95737	0,95943	0,95824
09/12/2008	0,95608	0,95814	0,95997
10/12/2008	0,95600	0,95883	0,95673
11/12/2008	0,95571	0,95849	0,95617
12/12/2008	0,95507	0,95988	0,95599
13/12/2008	0,95770	0,95997	0,95954
14/12/2008	0,95813	0,95867	0,95867
15/12/2008	0,95830	0,95886	0,95784
16/12/2008	0,95640	0,95802	0,95781
17/12/2008	0,95948	0,96128	0,96005
18/12/2008	0,95793	0,95969	0,95747

En el anexo D se encuentran reportadas las gravedades específicas para el resto de los días.

3.1.7 Transformación De Barriles De Crudo A Pie³ De Los Diferentes Laterales

Para determinar la gravedad específica de la mezcla de crudo se necesitó conocer los barriles de crudo que ingresan a las líneas de descarga, que es igual a la suma de los barriles bombeados de todas las estaciones conectadas a cada lateral de 24” 26” y 36”. Esta se muestra en la tabla 3.19.

Tabla 3.19 Barriles por día bombeados a los diferentes laterales de 24", 26" y 36"

FECHA	LINEA 24"	LINEA 26 "	LINEA 36"
01/12/2008	10003	144384	180016
02/12/2008	10478	142577	182537
03/12/2008	10662	147827	186434
04/12/2008	10025	149755	174977
05/12/2008	10627	151430	187084
06/12/2008	9227	152373	184384
07/12/2008	9918	150546	187659
08/12/2008	12123	154101	191688
09/12/2008	10201	151753	185148
10/12/2008	9501	149895	188288

En el anexo D se encuentran reportadas los barriles por día bombeados a los diferentes laterales para el resto de los días.

Tomando como base de cálculo el día 06/12/2008 el lateral de 24" y sustituyendo los valores de la tabla 3.19 en la ecuación 3.3 se tiene:

Tabla 3.20 Volumen (pie³/día) por día contenidos en cada lateral

FECHA	LINEA 24"	LINEA 26"	LINEA 36"
01/12/2008	56156,8	810571,0	1010608,9
02/12/2008	58823,4	800426,5	1024761,8
03/12/2008	59856,4	829900,0	1046639,5
04/12/2008	56280,3	840723,8	982320,0
05/12/2008	59659,9	850127,2	1050288,6
06/12/2008	51800,3	855421,2	1035130,8
07/12/2008	55679,6	845164,4	1053516,6
08/12/2008	68058,5	865122,2	1076135,4
09/12/2008	57268,4	851940,5	1039419,9
10/12/2008	53338,6	841509,7	1057047,8
11/12/2008	60827,6	864122,9	1055599,4
12/12/2008	67087,2	840589,0	1046111,8
13/12/2008	71410,0	871533,4	1027765,2
14/12/2008	66840,2	842396,7	1052775,6

En el anexo D se encuentran reportadas los pie³ por día bombeados a los diferentes laterales para el resto de los días.

3.1.8 Determinación De La Gravedad Especifica De La Mezcla Del Crudo Merey

El crudo que recibe el Patio Tanque Oficina en los tanques 9601, 9602, 9603 y 9608 por los diferentes laterales de 24", 26" y 36" es una mezcla de crudo Merey (Pesado, Extrapesado, Mediano y Liviano). La gravedad específica de la mezcla se estimó mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_{\text{MEZCLA}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i * \sigma}{\sum Q_{\text{total}}} \quad \text{Ec.3.5}$$

donde: σ_{MEZCLA} : Gravedad específica de la mezcla

σ : Gravedad específica

Q: caudal (pie³/día)

Tomando como base de cálculo el día 06/12/2008, sustituyendo los valores de las tablas 3.18 y 3.20 en la ecuación 3.5 se tiene:

$$\sigma_{\text{MEZCLA}} = \frac{(51800,33 * 0,95951) + (855421,21 * 0,95960) + (1035130,80 * 0,95821)}{(51800,33 + 855421,21 + 1035130,80)} = 0,95886$$

De esta misma forma se repitieron los cálculos para el resto de los días, siendo reportados en la tabla 3.21.

Tabla 3.21 Gravedades específicas de la mezcla de crudo Merrey en PTO

FECHA	G.E (MEZCLA)
01/12/2008	0,95736
02/12/2008	0,95837
03/12/2008	0,95633
04/12/2008	0,95762
05/12/2008	0,95779
06/12/2008	0,95886
07/12/2008	0,95766
08/12/2008	0,95872
09/12/2008	0,95906
10/12/2008	0,95762
11/12/2008	0,95717
12/12/2008	0,95763
13/12/2008	0,95966
14/12/2008	0,95865
15/12/2008	0,95830
16/12/2008	0,95785
17/12/2008	0,96056
18/12/2008	0,95838
19/12/2008	0,95843
20/12/2008	0,95930
21/12/2008	0,95968
22/12/2008	0,95948

En el anexo D se encuentran reportadas las gravedades específicas de la mezcla para el resto de los días.

El Patio Tanque Oficina (PTO), posee un tanque que está diseñado para recibir tanto crudo Merrey como diluyente, es decir, al crudo recibido se le resta la inyección de diluyente al tanque 9608, así como también, a lo total bombeado por las diferentes estaciones de descarga se le resta la variación del tanque de Leonar-13. La inyección de diluyente al Tanque 9608 y la variación del tanque de Leonar-13 son extraídas del programa Centinela aplicación Oleo, donde la gravedad específica de la variación del tanque es aproximadamente igual a la del bombeo de la estación Le-13. En la tabla 3.22 se encuentran reportadas dichas inyecciones y variaciones del tanque.

Tabla 3.22 Variación del tanque de Leonar-13 e inyección de diluyente al tanque 9608 del Patio Tanque Oficina.

FECHA	Variación en Leonar-13 (pie ³)	INY DE DIL AL TANQUE 9608
01/12/2008	-785,96	2489
02/12/2008	1156,48	15168
03/12/2008	0,00	14408
04/12/2008	3649,10	20832
05/12/2008	3284,19	40120
06/12/2008	-7915,73	40837
07/12/2008	381,75	349
08/12/2008	4058,92	42062
09/12/2008	-2324,19	22998

En el anexos D se encuentran reportadas las variaciones del tanque en leona y la inyección de diluyente al tanque de Merrey para el resto de los días.

3.1.9 Transformación A Libras Por Día De La Variación Del Tanque De Leonar-13

Tomando como base de cálculo el día 06/12/2008, sustituyendo los valores de la tabla, ubicada en el anexo E y 3.22 en la ecuación 3.4 se tiene:

$$M^{\circ} = 0,96324 \times (-7.915,73) \frac{\text{pie}^3}{\text{día}} \times 62,469 \frac{\text{lbs}}{\text{pie}^3} = -476.142 \text{Lbs/ día}$$

De esta misma forma se repitieron los cálculos para el resto de los días y se encuentran reportadas en la tabla 3.23.

Tabla 3.23 Flujo másico del tanque de Leonar-13

FECHA	VARIACIÓN DEL TANQUE EN LEONAR-13
01/12/2008	-47180,17504
02/12/2008	69658,87058
03/12/2008	0
04/12/2008	219797,4072
05/12/2008	197413,9569
06/12/2008	-476142,1614
07/12/2008	22853,98181
08/12/2008	243817,5409
09/12/2008	-139994,0409
10/12/2008	279502,3085
11/12/2008	-338042,1382
12/12/2008	0

En el anexos D se encuentran reportadas el flujo másico del tanque de leonar-13 para el resto de los días.

3.1.10 Cálculo De Los Barriles Totales Recibidos En El Patio Tanque Oficina

En la determinación de los barriles que recibe el Patio Tanque Oficina se estimó de la siguiente manera:

$$\text{Total Recibo} = \text{Recibido en los tanques} - \text{Inyección de diluyente al tanque 9608}$$

Ec. 3.6

Tomando como base de cálculo el día 06/12/2008, sustituyendo los valores de la tabla 3.16 y 3.22 se tiene:

$$\text{Total Recibo} = 386392 \text{ Bls/día} - 40837 \text{ Bls/día}$$

$$\text{Total recibo} = \mathbf{345.555 \text{ Bls/día}}$$

De esta misma forma se determinaron los barriles recibidos por PTO para el resto de los días y se encuentran reportados en la tabla 3.24.

Tabla 3.24 Barriles por día recibidos en PTO

FECHA	TOTAL RECIBIDO EN PTO
01/12/2008	331448
02/12/2008	338719
03/12/2008	344955
04/12/2008	335552
05/12/2008	346568
06/12/2008	345555
07/12/2008	348227
08/12/2008	357133
09/12/2008	347068
10/12/2008	350527
11/12/2008	349121

En el anexo D se encuentran tabulados los barriles por día recibidos por PTO para el resto de los días.

3.1.11 Determinación De Las Libras Bombeadas De Las Estaciones Recolectoras De Crudo De La Segregación Merrey

El flujo másico total bombeado del crudo Merrey se estima mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Flujo másico total} = \text{flujo másico bombeado} - \text{flujo másico del tanque de Leonar-13} \quad \text{Ec.3.7}$$

Tomando como base de cálculo el día 06/12/2008, sustituyendo los valores de la tabla 3.12 y 3.23 se tiene:

$$\text{Flujo másico: } 115.968.791,9 \text{ lbs/día} - (-476.142,16) \text{ lbs/día}$$

$$\text{Flujo másico total: } 116444934,1 \text{ lbs/día}$$

De la misma forma se determinaron para los demás días y se encuentran reportadas en la tabla 3.25.

Tabla 3.25 Flujo másico bombeado de las estaciones de descarga del crudo Merrey.

FECHA	LBS/DIA BOMBEADAS
01/12/2008	112122850,5
02/12/2008	112546904,1
03/12/2008	115652321,1
04/12/2008	111750421,4
05/12/2008	116753525
06/12/2008	— 116444934,1
07/12/2008	116716996,2
08/12/2008	119695085
09/12/2008	116612936,2
10/12/2008	116342411,7

En el anexo D se encuentran tabulados el flujo másico bombeado por las diferentes estaciones de la segregación merey para el resto de los días.

3.1.12 Transformación De Barriles A Pie³ De Crudo Recibidos En El Patio

Tomando como base de cálculo el día 06/12/2008 y sustituyendo los valores de la tabla 3.24 en la ecuación 3.3 se tiene:

Tabla 3.26 Volumen (pie³/día) por día recibidos en PTO

FECHA	VOLUMEN DE RECIBO
01/12/2008	1860747,316
02/12/2008	1901566,671
03/12/2008	1936575,542
04/12/2008	1883787,15
05/12/2008	1945630,916
06/12/2008	1939943,939
07/12/2008	1954944,533
08/12/2008	2004942,77
09/12/2008	1948437,913
10/12/2008	1967856,721

En el anexo E se encuentran reportados los pie³ por día recibidos por PTO para el resto de los días.

3.1.13 Determinación De Las Libras Por Día Recibidas En El Patio Tanque Oficina

El cálculo de las libras recibidas en PTO se estima mediante la siguiente ecuación:

$$M^{\circ} = \sigma_M * Q * \rho \quad \text{Ec.3.8}$$

Donde:

M° : flujo másico [libras/día]

σ_M : Gravedad específica de la mezcla

ρ : densidad del agua [libras/pie³]

Q: caudal bombeado [pie³/día]

Tomando como base de cálculo el día 06/12/2008, sustituyendo los valores de las tablas 3.21 y 3.26 en la ecuación 3.8 se tiene:

$$M^{\circ} = 0,958856 * 193.9943,94 \frac{\text{pie}^3}{\text{día}} * 62,4469 \frac{\text{Lbs}}{\text{pie}^3} = 116.159.192,4 \text{Lbs/ día}$$

Los cálculos son repetitivos para el resto de los días y se encuentran reportados en la tabla 3.27.

Tabla 3.27 Flujo másico recibido en el Patio Tanque Oficina

FECHA	LBS/DIA RECIBIDAS
01/12/2008	111243721,2
02/12/2008	113804101,2
03/12/2008	115652155,6
04/12/2008	112651559
05/12/2008	116369865,6
06/12/2008	— 116159192,4
07/12/2008	116911605,2

En el anexo D se encuentra reportado el flujo másico recibido po PTO para el resto de los días.

3.1.14 Cálculo Del Porcentaje De Desviación

Para la determinación del porcentaje de desviación de los balances de masa se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%_{\text{Desviación}} = \frac{(\text{Libras / día})\text{Bombeadas} - (\text{Libras / día}) \text{Re cibidas}}{(\text{Libras / día})\text{Bombeadas}} * 100 \quad \text{Ec.3.9}$$

Tomando como base de cálculo el día 06/12/2008, sustituyendo los valores de las tablas 3.25 y 3.27 en la ecuación 3.9 se tiene:

$$\%_{\text{Desviación}} = \frac{116444934,1 - 116159192,4}{116444934,1} * 100$$

$$\%_{\text{Desviación}} = \mathbf{0,2454}$$

De la misma manera se repitieron los cálculos para el resto de los días y se encuentran reportados en la tabla 4.2.

3.3 Análisis Hidráulico En Los Laterales De 24", 26" Y 36" De Crudo Merey

Con la ayuda del programa Pipephase se simularon los diferentes laterales que transportan el crudo Merey hasta el Patio Tanque Oficina, mediante las estaciones recolectoras que se conectan a ella. El programa necesitó una serie de parámetros operacionales, los cuales, fueron tomados directamente de los campos: Bare, Miga-Bare, Arcuna-Oficina, Melones y Oritupano. Entre los parámetros operacionales se encuentran: gravedad API, corte de agua, presiones de succión y descarga, densidad del agua, temperatura, diámetro de succión y descarga, barriles por día promedio bruto de cada estación y perfiles topográficos de los diferentes laterales que son propiedad de PDVSA que constan de 170, 162 y 215 metros de elevación con respecto a PTO. En la tabla 3.28 se muestran los diferentes parámetros introducidos en el programa de simulación de redes de tuberías Pipephase.

Tabla 3.28 Parámetros operacionales introducidos en el simulador Pipephase para el lateral de 24”.

Instal.	Mes	Barriles Netos/día	Barriles Brutos/día	°API
BA-01	Febrero	1200,82	1208,86	16,2
LE-13	Febrero	3551,14	3566,14	15,8
MY-04	Febrero	1731,14	1744,21	17,4
MY-15	Febrero	2384,19	2485,59	16,1
MY-18	Febrero	2746,39	2867,36	17,1
Instal.	Mes	Diámetro de succión	Diámetro de descarga	Presión de succión
BA-01	Febrero	10" Ced. 40	10" Ced. 40	35 Psi
LE-13	Febrero	10" Ced. 40	12" Ced. 40	30 Psi
MY-04	Febrero	10" Ced. 40	10" Ced. 40	30 Psi
MY-15	Febrero	8" Ced. 40	8" Ced. 40	40 Psi
MY-18	Febrero	12" Ced. 40	12" Ced. 40	28Psi
Instal.	Mes	% AyS	Temperatura (°F)	Gravedad específica del agua
BA-01	Febrero	0,7	122,11	1,00
LE-13	Febrero	0,4	117,96	1,00
MY-04	Febrero	0,8	126,29	1,00
MY-15	Febrero	0,7	124,37	1,00
MY-18	Febrero	0,8	131,46	1,00
Instal.	Mes	Presión de descarga	Longitud de succión	Longitud de descarga
BA-01	Febrero	308 Psi	0.1 Km	7,3 Km
LE-13	Febrero	400 Psi	0.1 Km	2,5 Km
MY-04	Febrero	369 Psi	0.1 Km	5,4 Km
MY-15	Febrero	369 Psi	0.1 Km	7,0 Km
MY-18	Febrero	364 Psi	0.1 Km	8,0 Km

En el anexo B se encuentran reportados el resto de los parámetros operacionales introducidos en el simulador para el lateral de 26” y 36”.

3.4.1 Suministro De Gravedades Al Sistema

Las estaciones de descarga de crudo Merey asumen que el crudo bombeado hacia el Patio Tanque Oficina posee pequeña cantidad de gas debido a la serie de tratamientos que se le realiza al crudo mediante los equipos de separación tanto en la estación de flujo como en la de descarga. Con lo antes mencionado principalmente se creó el archivo mediante el programa, luego se seleccionó el modelo de simulación en redes tipo crudo no composicionales, donde se debe suministrar la gravedad específica del gas y líquido aun si no se esperan tenerlas presentes. En la figura 3.4 muestra la ventana del programa donde se suministraron las propiedades del fluido de la estación de descarga Ba-01 ubicadas en la tabla 3.28, al lateral de 24”. De la misma

forma se ingresaron las propiedades del fluido para el resto de las estaciones de descarga de crudo Merey que se conectan a los laterales de 26” y 36”.

Gravities			Contaminants		
Oil	16.2	API	Nitrogen	0	Mole %
Gas	0.8	sp gr	Carbon Dioxide	0	Mole %
Water	1	sp gr	Hydrogen Sulfide	0	Mole %

Two-point Viscosity Data			
Phase Description	Hydrocarbon		
Temperature			F
Viscosity			cP

Heating Values	
Gross Heating Value (GHV)	
Wobbe Index (WOBBE)	

Figura 3.4 Propiedades del crudo de la estación de descarga Ba-01.

3.4.2 Definición De La Estación De Descarga

Para caracterizar la estación de descarga Ba-01 se le ingresaron los siguientes parámetros: presión, barriles por día, corte de agua y temperatura, los cuales, se pueden visualizar en la tabla 3.28. La presión se colocó como condición fija, debido a que el crudo baja por gravedad hasta el cabezal de succión de las bombas dependiendo de la altura del tanque. La mayoría de las estaciones de descarga poseen bombas recíprocas, donde estos equipos no presentan problemas de succión. Los barriles por día se colocaron estimados porque no todos los días se bombea la misma cantidad de crudo a PTO. Al tener todos los parámetros introducidos que caracterizan una estación de otra se le asignó el número de propiedad de fluido descrita anteriormente, que este caso es cinco (5). Esta se puede visualizar en la figura 3.5.

Field	Value	Unit
Source Name	BA01	
Short Name	BA01	
Pressure (Fixed)	35	psig
Pressure (Estimated)	30	psig
Enthalpy (Temperature)	122.11	F
Oil Standard Flowrate (Fixed)	1208.86	bbl/day
Oil Standard Flowrate (Estimated)	1208.86	bbl/day
Properties (PVT Property Set)	5	
Gas / Oil Ratio		ft3/bbl
Water Cut	0.7	%
Source Priority	0	

Figura 3.5 Parámetros de la estación de descarga Ba01.

De la misma forma se caracterizaron cada una de las estaciones de descarga que se conectan a los diferentes laterales.

3.4.3 Definición Del Patio Tanque Oficina

Para caracterizar el patio, se colocaron como condición estimada la presión y barriles por día de crudo. El patio recibe la producción de las estaciones recolectoras de crudo Merrey mediante tres laterales que llegan al múltiple aproximadamente 80 psi de presión que luego es distribuido a los diferentes tanques (9601, 9602, 9603 y 9608) para su respectivo almacenamiento y bombeo hacia los terminales de embarque. Se estimaron como recibo por ese lateral 11872 barriles por día, que es igual a lo bombeado por todas las estaciones de descarga como condición ideal. En la figura 3.6 muestra lo estimado a recibir por el lateral de 24”.

Figura 3.6 Propiedades estimadas en el Patio Tanque Oficina para el lateral de 24”.

En el anexo B muestra las propiedades estimadas en el patio para el resto de los laterales de recibo.

3.4.3 Sistema De Tuberías

Con la caracterización de las estaciones y el patio se procedió a introducir los accesorios tomados en cuenta desde la descarga de la bomba hasta PTO. Entre los parámetros utilizados para caracterizar el sistema de redes de tuberías tenemos: longitud succión, diámetro de succión, presión de descarga, longitud de descarga y diámetro. En la figura 3.7 muestra los diferentes accesorios desde la descarga de la estación Ba-01 hasta el lateral, extraídos de la tabla 3.28.

Link <L080> Device Data

	Device Name	Data Entry Window	On?	Length (km)	Elevation Change (km)	MWD (km)	Depth (km)
0	BA01	Source					
1	P082	Pipe	✓	0.10			
2	P083	Pump	✓				
3	P084	Pipe	✓	6.60	0.20		
4	J068	Junction					

Inserts Alter

- Pipe
- Pipeline
- Riser
- Tubing
- Annulus
- IPR
- VFP

Link
Nodal
Sizing
TACITE
VFP Tables
View Profile

Figura 3.7 Accesorios principales que hacen trasladar el crudo desde la estación Ba01 al lateral.

3.4.3.1 Caracterización Del Lateral De 24”

El lateral de 24” presenta una elevación de 170 metros respecto a PTO, donde se utilizó el perfil topográfico, ya que la tubería no presenta un comportamiento lineal, el cual, se muestra en la figura 3.8.

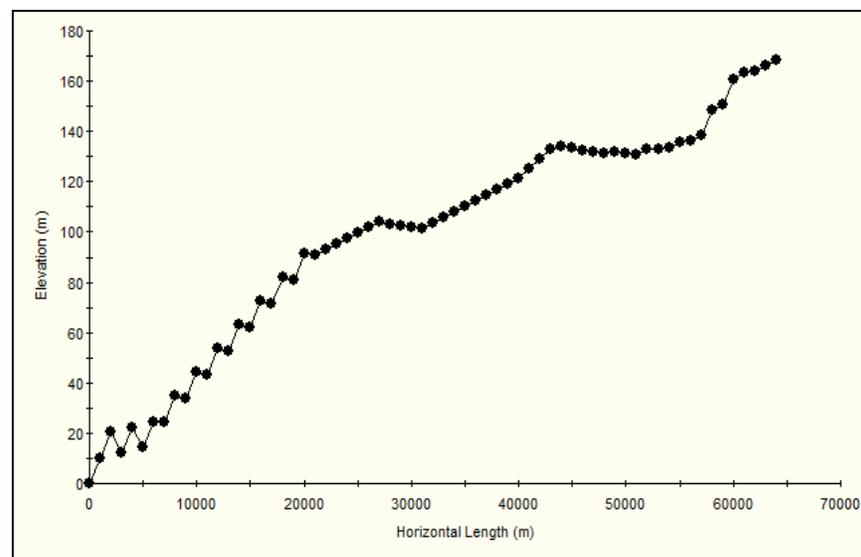


Figura 3.8 Perfil topográfico del lateral de 24”

En la figura 3.9, muestra todo el sistema de redes de tubería desde la conexión de las estaciones hasta el Patio Tanque Oficina, donde cada tramo de tubería representa la distancia de una estación a otra. Al tener todo lo antes mencionado introducido en el simulador se procedió correr dicho programa, en el cual, se observó la variación de la presión, temperatura y flujo respecto a cada tramo de tubería para los diferentes laterales (24", 26" y 36"). En el anexo B se encuentran reportados los perfiles topográficos para los laterales de 26" y 36", así como también todo el sistema de redes de tubería.

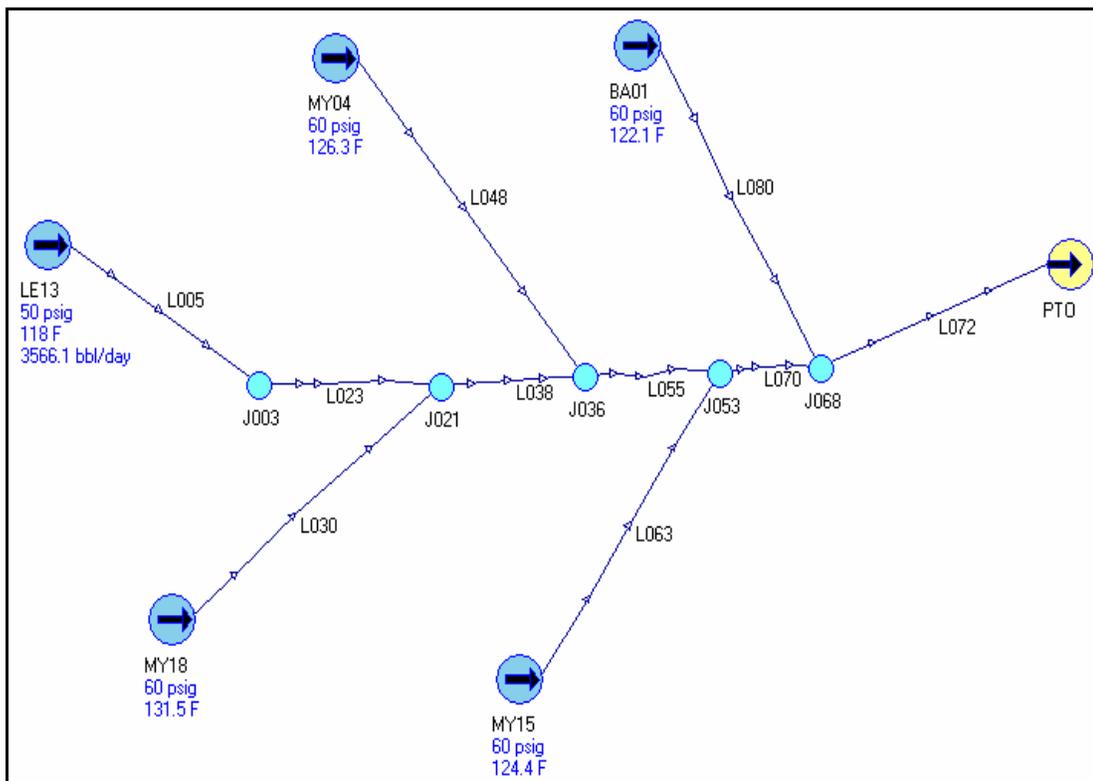


Figura 3.9 Montaje de las estaciones de descarga al lateral de 24" hasta el Patio Tanque Oficina. (PTO)

El Patio Tanque Oficina no dispone de equipos para verificar los cálculos hidráulicos realizados por el programa de simulación de redes de tuberías Pipephase,

sino, por los barriles recibidos y presión del múltiple que aproximadamente es 80 psi. Por consiguiente se realizaron una serie de cálculos hidráulicos en cada tramo de tubería, comparando así los resultados arrojados por el simulador con los cálculos antes mencionados, partiendo de las propiedades promedio del crudo (pesado, mediano, liviano y extrapesado).

En la tabla 3.29 se muestran las propiedades para la realización de los cálculos hidráulicos para el lateral de 24”.

Tabla 3.29 Propiedades del fluido para cada tramo de tubería del lateral de 24”

Propiedades	Tramo L005	Tramo L023	Tramo L038	Tramo L005	Tramo L070	Tramo L072
Caudal (pie ³ /s)	0,2317	0,2339	0,4049	0,5130	0,6641	0,7629
Velocidad (Pie/s)	*0,2984	*0,08377	*0,1450	*0,1837	*0,2378	*0,2732
Densidad (Lb/pie ³)	58,8253	59,6848	67,134	69,13	75,762	79,807
Viscosidad (Lb/pie.s)	0,7706	0,4926	0,6135	0,6195	0,8092	0,7476
Díametro interno (pie)	0,994833	1,8855	1,8855	1,8855	1,8855	1,8855
Reynold	*22,629	*19,138	*251,623	*38,6629	*41,9852	*54,9979
Factor de fanning	*0,7071	*0,8360	*0,3768	*0,4138	*0,3811	*0,2009
Longitud (pie)	8.530,18	124264,2	141076,1	164041,9	173884,5	209977
Factor de fricción (pie ² /seg ²)	*1.079,7	*773,292	*1.195,9	*2.431,08	*3.976,2	*4837,17
Altura "Z ₁ " (pie)	0	0	0	0	0	0
Altura "Z ₂ " (pie)	26,247	393	442,91	426,509	442,913	557,74
Velocidad <V ₁ > pie/s	*0,2984	*0,08377	*0,1450	*0,1837	*0,2378	*0,2732
Velocidad <V ₂ > pie/s	*0,2984	*0,08377	*0,1450	*0,1837	*0,2378	*0,2732
Presión inicial (Lb-f/pie ²)	57549,15	49620,62	46896,55	43045,42	40083,17	12097,59
Presión final (psi)	*399,48	*343,386	*324,112	*297,25	*262,18	*81,28
Presión (Psi) “simulador”	386,04	331,143	308,249	287,30	251,75	78,97
Porcentaje de error (%)	3,48	3,70	3,40	3,47	4,14	2,93
Longitud de tramos (Km)	2,60	38	43	50	53	64

Leyenda

*: Resultados de los cálculos hidráulicos.

Tomando como ejemplo la tubería de descarga de Le-13 (L005) hasta el lateral, se tiene lo siguiente:

- **Cálculo de la velocidad promedio del crudo**

La velocidad del crudo desde la descarga de la bomba hasta el lateral se estimó mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{4.Q}{\pi.D^2} \quad \text{Ec. 3.10}$$

Donde:

V: velocidad del crudo [pie/s]

Q: caudal [pie³/s]

D: diámetro interno [pie]

Sustituyendo los valores de la tabla 3.29 en la ecuación 3.10 se tiene:

$$V = \frac{4.(0,2317 \text{ pie}^3 / \text{s})}{\pi.(0,99433 \text{ pie})^2} = 0,2984 \frac{\text{pie}}{\text{s}}$$

- **Cálculo del Numero de Reynold**

El cálculo del número de Reynold se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Re} = \frac{\rho.V.D}{\mu} \quad \text{Ec.3.11}$$

Donde:

Re: número de Reynold

ρ : densidad [Lb/pie³]

V: velocidad promedio del fluido [pie/s]

D: diámetro interno

μ : viscosidad del crudo [Lb/pie.s]

Sustituyendo los valores de la tabla 3.29 en la ecuación 3.11 se tiene:

$$\text{Re} = \frac{58,8253\text{Lb/pie}^3 \cdot 0,2981\text{pie/seg} \cdot 0,994433\text{pie}}{0,7706\text{Lb/pie.s}} = 22,629$$

- **Cálculo del factor de fanning**

El fluido en proceso presenta un Reynold menor de 2.100 considerándose fluido en régimen laminar, por lo que se puede estimar mediante la siguiente ecuación:

$$f = \frac{16}{\text{Re}} \quad \text{Ec. 3.12}$$

Sustituyendo los valores de la tabla 3.29 en la ecuación 3.12 se tiene:

$$f = \frac{16}{22,629} = 0,7071 \quad \text{Ec. 3.13}$$

En caso si el fluido es mayor a 2.100, el factor de fanning se estimaría mediante la figura A.1.

- **Cálculo de la caída de presión friccional**

Para estimar la caída de presión friccional en tubería circular se tiene la siguiente ecuación:

$$F_f = 4 \cdot f \cdot \frac{\Delta L}{D} \cdot \frac{v^2}{2}; \text{ pie}^2/\text{s}^2 \quad \text{Ec. 3.14}$$

donde: ΔL : longitud total del tramo estudiado, [pie].

D: diámetro interno del conducto, [pie].

v: velocidad promedio del fluido en el conducto, [pie/s].

Sustituyendo los valores de la tabla 3.29 en la ecuación 3.14 se tiene:

$$F_f = 4 \cdot 0,7071 \cdot \frac{8.530,18 \text{pie}}{0,994833 \text{pie}} \cdot \frac{(0,2984 \text{pie/s})^2}{2} = 1.079,733 \frac{\text{pie}^2}{\text{seg}^2}$$

- **Cálculo de la presión en cada segmento de tubería**

Para estimar la presión en una parte del tramo de descarga L005 al lateral de 24", se utilizó la ecuación de balance mecánica que se denota de la siguiente manera:

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + g \cdot (Z_2 - Z_1) + \frac{144 \cdot g_c \cdot (P_2 - P_1)}{\rho} + \sum F + W_s = 0 \quad \text{Ec. 3.15}$$

Tomando en cuenta que no existe cambio de diámetro en la sección de la tubería, la diferencia de alturas fueron extraídas de la figura 3.8, la presión inicial de la tabla 3.28 y sustituyendo los valores de la tabla 3.29 en la ecuación 3.15 se tiene:

$$32,2 \frac{\text{pie}}{\text{seg}^2} \cdot (26,247 \text{pie} - 0 \text{pie}) + \frac{144 \cdot 32,174 \frac{\text{Lb} \cdot \text{pie}}{\text{Lbf} \cdot \text{s}^2} \cdot (P_2 - 57.549,152 \frac{\text{Lbf}}{\text{pie}^2})}{58,8253 \frac{\text{Lb}}{\text{pie} \cdot \text{s}}} + 1.079,73 \frac{\text{pie}^2}{\text{seg}^2} = 0$$

$$78,759 \frac{\text{pie}^4}{\text{Lbf} \cdot \text{seg}^2} P = 4.530.622,24 \frac{\text{pie}^2}{\text{seg}^2}$$

$$P = 399,480\text{Psi}$$

Con la presión obtenida, fue comparada con la arrojada por el simulador, estimando el porcentaje de error de las presiones en operación mediante la siguiente ecuación:

$$\%_{\text{desv}} = \frac{\text{Presión}_{\text{simulador}} - \text{Presión}_{\text{Cálculos}}}{\text{Presión}_{\text{simulador}}} * 100$$

Sustituyendo los valores de la tabla 3.29 en la ecuación 3.16 se tiene:

$$\%_{\text{desv}} = \frac{386,04 - 399,480}{386,04} * 100 = 3,48$$

Los cálculos son repetitivos para el resto de los laterales de 26" y 36", donde sus propiedades fueron extraídas de la biblioteca de componentes del simulador, el cual, se encuentran reportados en el anexo C. Con dichos cálculos se procedió a graficar la variación de la presión respecto a la distancia, siendo comparada con los resultados arrojados por el simulador.

3.4 Verificación De Equipos De Medición De Volumen De Crudo

Las estaciones de descarga de crudo Merey poseen medidores de flujo, ya sean, de desplazamiento positivo, efecto Coriolis o unidad LACT, que se encuentran ubicados en la tubería de descarga de las bombas e inyección de diluyente de pozos productores. Todos los medidores instalados en dichas estaciones tienen la finalidad de automatizar el proceso disminuyendo los errores humanos de medición. El Patio Tanque Oficina posee un sistema de medición Radar certificado por el Ministerio, el cual, es un avanzado sistema de medición de tanques con funciones de inventario y

transferencia de custodia para tanques de almacenamiento. En la figura 3.10 se muestran los tipos de medidores ubicados tanto en las estaciones como en el Patio.

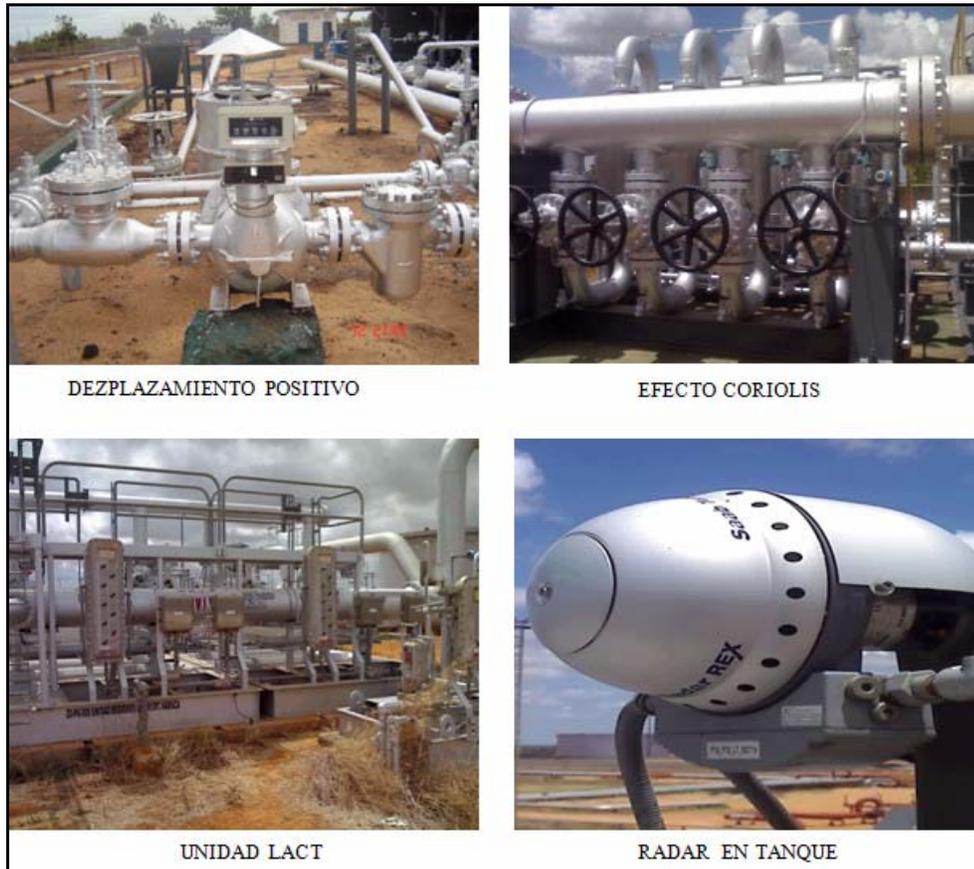


Figura 3.10 Equipos de medición de volumen de crudo

Estos equipos de medición presentan una serie de calibraciones que dependiendo de los equipos pueden ser: mensual, semestral, trimestral o al año, así como también, poseen diferentes capacidades, modelos, precisión y marca. Entre las marcas de los medidores de desplazamiento positivo tenemos: Brodie, Brook y FMC Smith Meter. Por los Coriolis la MicroMotion, los Radar en tanques Rosemount y la unidad LACT de marca FCM Smith Meter ubicada en la estación Le-13. La descripción operacional de los medidores de flujo, se realizó mediante el traslado a

las diferentes estaciones de descarga del crudo Merey con el apoyo de los aforadores de campo y supervisores de estación, visualizando en los equipos de medición los distintos factores mencionados anteriormente. En cada medidor se analizó lo siguiente:

- **Desplazamiento positivo**

Los equipos de desplazamiento positivo para tener un buen funcionamiento necesitan una serie de mantenimientos cada seis meses (semestralmente), donde fué analizado lo estipulado por los fabricantes del equipo con lo llevado a cabo por el personal de ingeniería de medición del Patio de Tanques Oficina, así como también el caudal manejado por el equipo.

- **MFC (Contador de Flujo Másico)**

Los equipos por efecto Coriolis presentan una desventaja que para tener una precisión en sus análisis el crudo debe contener bajo porcentaje de gas, por lo que fue comparado la cantidad de gas que notifica el equipo con la que contiene aproximadamente el crudo de las diferentes estaciones de descarga, así como también el caudal manejado por el equipo.

- **Unidad LACT**

Estos equipos presentan alta confiabilidad en los análisis por lo que es necesario realizar calibraciones mensuales en los contadores, la cual, fueron comparadas las ultimas calibraciones de dicho equipo realizadas por el personal de ingeniería en medición del Patio Tanque Oficina, así como también la capacidad volumétrica respecto a la estipulada por los fabricantes.

- **Radar en tanque**

El patio posee instalado el sistema radar RTG 3950, donde se compararon las temperaturas de funcionamiento del equipo con las de operación, rango de medición, así como también, la precisión de cada uno de los equipos antes mencionados ubicados en las estaciones de descarga con dicho radar.

CAPITULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Discusión De Resultados

4.1.1 Analizar El Comportamiento Gráfico Del Bombeo Respecto Al Tiempo Tomando En Cuenta Los Registros (Bombeo Y Recibo) Del Crudo Merey, Bajo Las Condiciones Actuales De Operación.

Con el bombeo de las diferentes estaciones recolectoras de crudo de la segregación Merey, horas y capacidad de bombeo en operación, se procedió a graficar bombeo versus tiempo. La figura 4.1 indica el comportamiento promedio mensual del mes de enero, donde la mayor cantidad de crudo a bombear se visualiza desde las 13:00 hasta las 15:00 con un caudal de 18.480 barriles por hora, donde al pasar del tiempo disminuye el bombeo debido a la existencia de estaciones que poseen poca producción asociada, terminando de descargar las estaciones toda su producción a las 11:00 de la mañana del siguiente día con un caudal de 3.102 barriles por hora. El orden de las estaciones que terminan de bombear el crudo Merey, haciendo declinar el gráfico desde las 15:00 hasta las 11:00 son las siguientes: My-15, Ba-01, Ba-03, Of-16, Yo-06, My-04, Ada-05, Of-18, My-18, Le-13, Ba-08, Ba-06, Ar-03, Ar-04, Or-02, Ba-04, Ba-05, Ba-10 y My-20.

El estudio promedio realizado se debe a que las estaciones no presentan una producción constante, indicando que los pozos productores afines a la estación pueden presentar fallas como por ejemplo: excesiva cantidad de gas o de agua en el crudo, deslizamiento de arenas, fallas de bombas electrosumergibles, inyección de diluyente, entre otras. Al detenerse un pozo la cantidad de crudo a bombear es menor, además la tendencia de éste disminuye al pasar del tiempo. Al ocurrir lo antes mencionado el encargado de la estación presenta inconvenientes con el tratamiento

del crudo en la estación y posiblemente no bombee la estación para el día estipulado o bombee menos crudo hacia el patio, variando así el orden mencionado anteriormente.

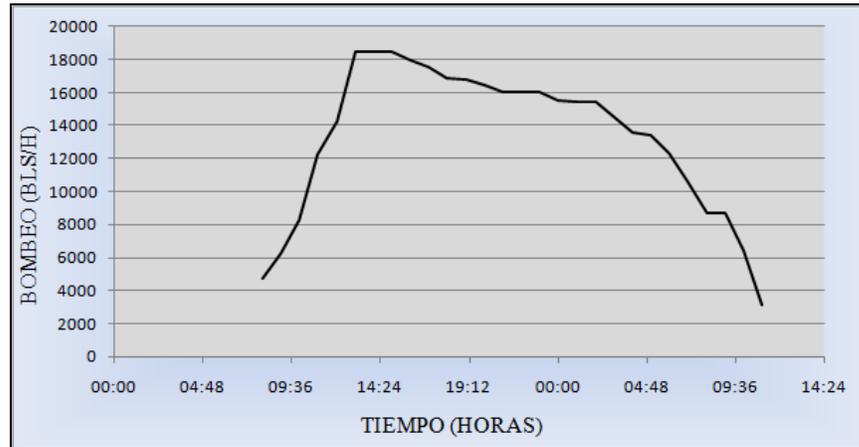


Figura 4.1 Comportamiento promedio mensual del bombeo respecto al tiempo.

El comportamiento gráfico del día 05/01/2009 hasta el 25/01/2009 presenta fluctuaciones que se visualizan en la figura 4.2 y 4.3, donde los picos más altos representan la hora donde todas las estaciones están operando, es decir, a la 13:00 las estaciones de descarga de la segregación Merrey se encuentran bombeando hacia el Patio Tanque Oficina, excepto estaciones como Ba-03 y Yo-06 que bombean cada dos días por su poca producción. El rango de días estipulados define, que las estaciones se encuentran de tanque a tanque, es decir, mientras el tanque está recibiendo, otro recibe y circula el crudo para el siguiente día. Cuando se está de tanque a tanque (T-T), se toman los barriles a bombear por la medida de aforo y se verifica por el contador, mientras recibe circula y bombea (R-C-B) se mide directamente por lo que está pasando por el contador. Los picos menores generados se deben al mal manejo por los aforadores al no realizar el cambio de tanque a la hora fijada que aproximadamente es la hora de aforo. Los picos más grandes son ocasionados por un cambio antes de la hora estipulada, mientras los pequeños después de la hora de aforo, originando interrupciones en el proceso

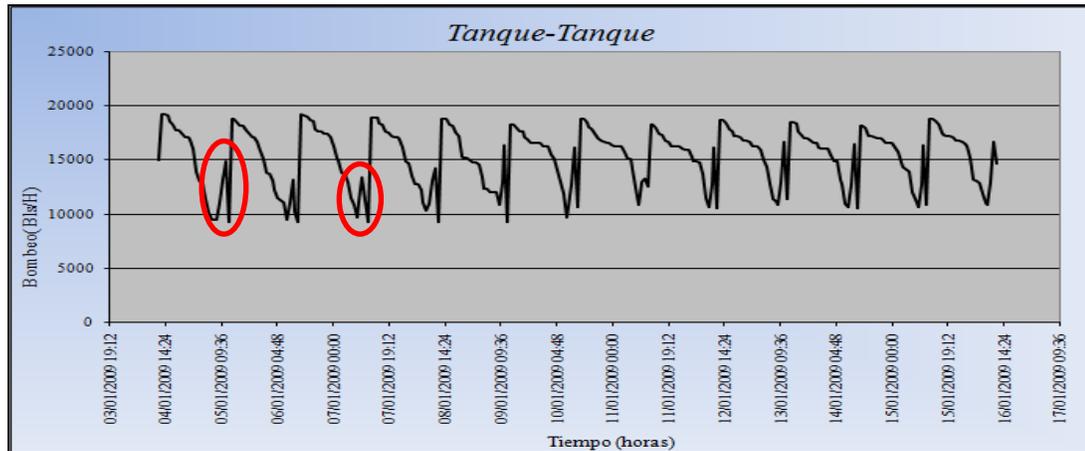


Figura 4.2 Comportamiento diario del bombeo de las estaciones de crudo Merey.

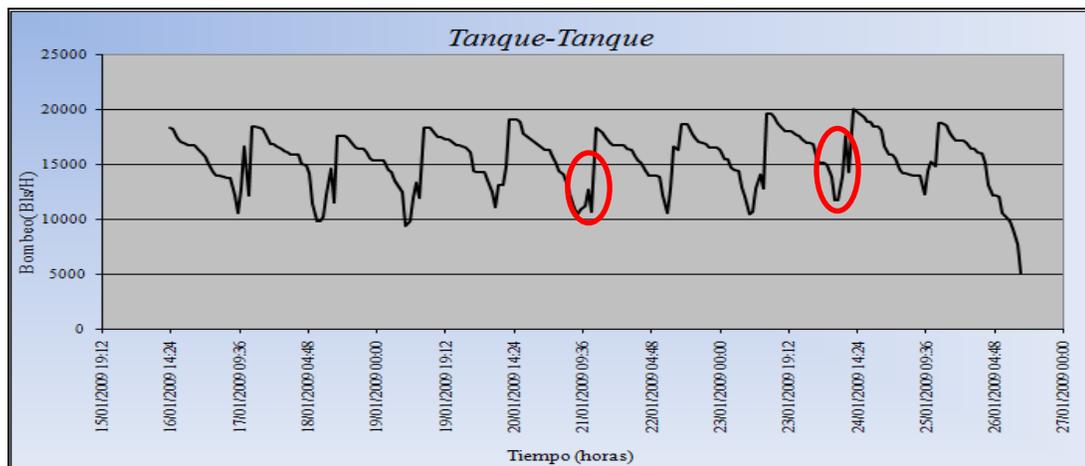


Figura 4.3 Comportamiento diario del bombeo de las estaciones de crudo Merey. (Continuación)

Mientras que recibe-circula-bombea el comportamiento presenta fluctuaciones igual al gráfico anterior, pero con la diferencia que el proceso no refleja interrupciones, ya que, un solo tanque recibe toda la producción comprendida entre los días 01/01/2009 hasta 04/01/2009 y 26/01/2009 hasta el 31/01/2009, así sucesivamente. Este se puede visualizar en las figuras 4.4 y 4.5.

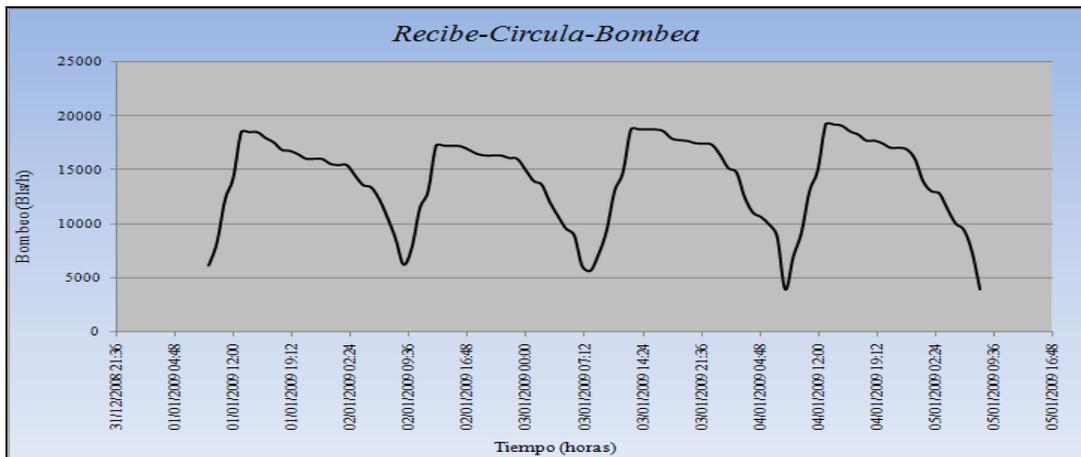


Figura 4.4 Comportamiento diario del bombeo de las estaciones de crudo Merer.

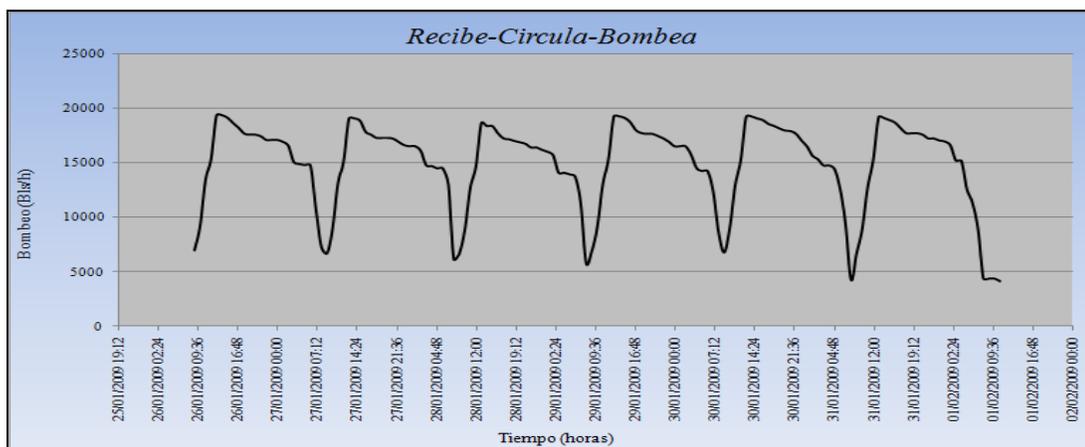


Figura 4.5 Comportamiento diario del bombeo de las estaciones de crudo Merer. (Continuación)

El recibo del crudo Merer de las diferentes estaciones se graficó con lo recibido totalmente en los tanques de Merer (9601, 9602, 9603 y 9608) respecto al tiempo. En la figura 4.6 se visualiza que existen diferencias entre el bombeo y el recibo, donde hay días que PTO recibe más crudo Merer de lo que se bombea y viceversa, presentando pérdidas o ganancias de crudo Merer. Las fluctuaciones visualizadas, ya

sea de bombeo o recibo, se debe a un error de medición por parte de los aforadores u operadores, así como también, descalibraciones en los equipos de medición de las estaciones (desplazamiento positivo, Coriolis, unidad LACT) y los sistema de radar en los tanques de Merey, arrojando valores fuera de especificación.

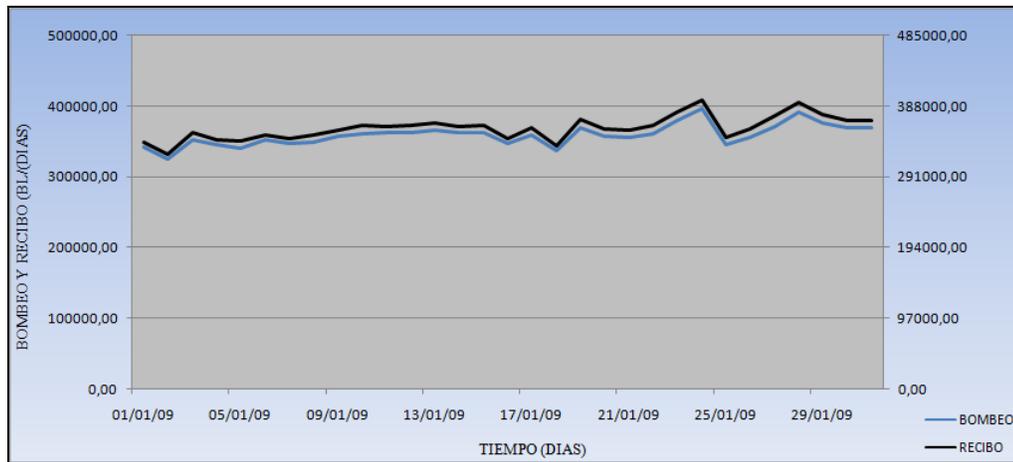


Figura 4.6 Comportamiento gráfico del bombeo y recibo diario respecto al tiempo.

El comportamiento gráfico de los tanques 9601, 9602, 9603 y 9608 se pueden visualizar en la figuras 4.4 y en el anexo H, presentando fluctuaciones en el recibo del crudo Merey por hora en los tanques, es decir, estas gráficas ilustran todos los movimientos que realizan los operadores de patio al recibir el crudo que proviene de las diferentes estaciones, distribuido en los tanques mediante el múltiple de recibo. En la figura antes mencionada se visualiza que en las horas de la madrugada se recibe la gran cantidad de crudo (75000 bls/h aproximadamente), debido a que esa hora no existe un control de bombeo por parte de las estaciones. Por lo que, la mínima cantidad recibida (12000 bls/h aproximadamente) es en las horas de la mañana. El recibo en dichos tanques dependen de la disponibilidad que exista en PTO y la posición en los terminales de embarques, es decir, al estar llenos de crudo Merey cualquiera de los tanques en operación, este es bombeado hacia los terminales, para

luego recibir crudo proveniente de las estaciones de descarga. En la actualidad todos los tanques reciben crudo de la segregación Merey, con cierta condición de los operadores de Patio al realizar los movimientos en los tanques, donde unos se encuentran más en operación que otros.

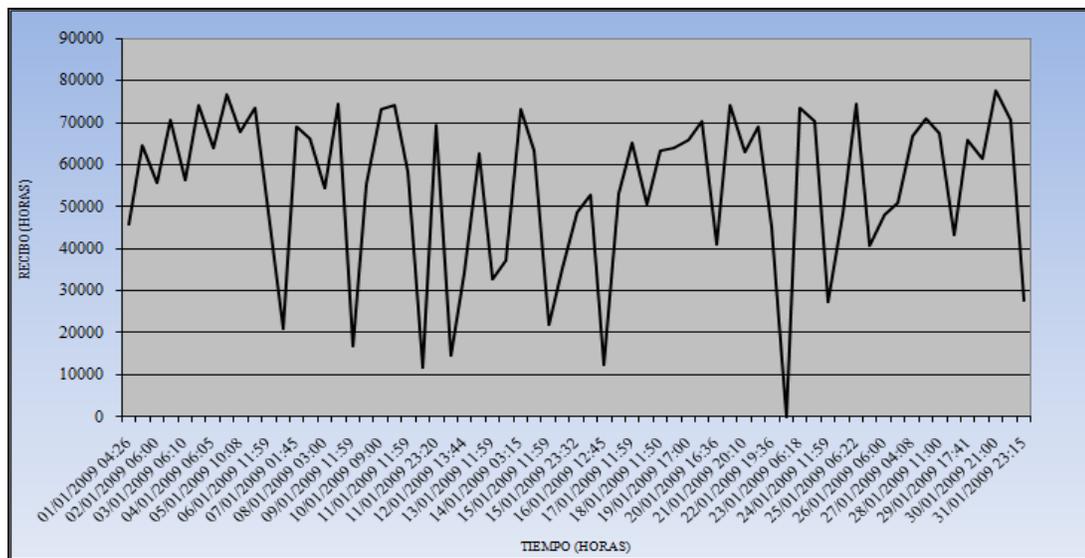


Figura 4.7 Movimiento de crudo Merey en el tanque 9601.

4.1.2 Desarrollar Balances De Masa En Las Líneas De Recibo De PTO.

Los balances de masa en los laterales de PTO presentaron las siguientes variaciones reportadas en la tabla 4.1 para los meses de diciembre, enero y febrero, estos resultados se originan de la diferencia de lo bombeado menos lo recibido. Cabe destacar que el crudo que se mide en las estaciones no lo recibe PTO el mismo día, sino al siguiente día dependiendo de la presión suministrada por las estaciones a la hora de bombear a los diferentes oleoductos, ya sean, de 24" (Melones), 26" (Oritupano) y 36" (Bare), los cuales, constan de 64 y 74 kilómetros de longitud. Estas variaciones mostradas a continuación son originadas por imprecisión en la medición de los aforadores de campo u operadores de Patio, error de lectura al tomar la gravedad API del crudo, error al cargar los parámetros operacionales al centinela o

descalibración en los tanques de almacenamiento de las diferentes estaciones de descarga. Existen días donde se produce una pequeña variación, por ejemplo el 03/12/2008 obtuvo 165,48 lbs/día de diferencia lo que refleja una buena medición tanto en campo como en Patio.

Tabla 4.1 Variación entre los barriles bombeados y recibidos por PTO.

FECHA	VARIACIÓN (LBS/D)	FECHA	VARIACIÓN (LBS/D)	FECHA	VARIACIÓN (LBS/D)
01/12/2008	-879129,24	01/01/2009	-669392,77	01/02/2009	351701,62
02/12/2008	1257197,10	02/01/2009	-98561,33	02/02/2009	-829841,82
03/12/2008	-165,48	03/01/2009	457144,48	03/02/2009	-1691276,74
04/12/2008	901137,66	04/01/2009	-838652,90	04/02/2009	-1385305,68
05/12/2008	-383659,37	05/01/2009	655450,42	05/02/2009	-360610,96
06/12/2008	-285741,73	06/01/2009	-565312,29	06/02/2009	1843760,40
07/12/2008	194609,06	07/01/2009	-560108,62	07/02/2009	170121,38
08/12/2008	339376,25	08/01/2009	-153956,53	08/02/2009	1507993,94
09/12/2008	79481,77	09/01/2009	-539503,82	09/02/2009	525850,45
10/12/2008	1335718,23	10/01/2009	355718,67	10/02/2009	-450013,58
11/12/2008	-1455817,79	11/01/2009	-744876,24	11/02/2009	18642,72
12/12/2008	-1361328,02	12/01/2009	-330269,12	12/02/2009	-184219,72
13/12/2008	-202671,08	13/01/2009	-680833,68	13/02/2009	210494,17
14/12/2008	-1019272,82	14/01/2009	-921395,22	14/02/2009	748412,92
15/12/2008	608398,10	15/01/2009	-700974,87	15/02/2009	-41319,33
16/12/2008	-67405,26	16/01/2009	-1100962,95	16/02/2009	599349,16
17/12/2008	226151,28	17/01/2009	-117803,82	17/02/2009	-1138905,54
18/12/2008	-162602,99	18/01/2009	-46395,71	18/02/2009	-100610,54
19/12/2008	-1114127,88	19/01/2009	-256165,87	19/02/2009	455762,19
20/12/2008	-270534,35	20/01/2009	-320281,72	20/02/2009	-216339,63
21/12/2008	1191083,83	21/01/2009	-396380,10	21/02/2009	-243155,46
22/12/2008	129280,93	22/01/2009	215783,70	22/02/2009	1002435,09
23/12/2008	-1137666,00	23/01/2009	-147691,02	23/02/2009	1048176,37
24/12/2008	-883830,55	24/01/2009	-159652,77	24/02/2009	638360,39
25/12/2008	116124,54	25/01/2009	721197,72	25/02/2009	-325287,07
26/12/2008	-1005508,38	26/01/2009	793304,17	26/02/2009	72204,74
27/12/2008	-783275,75	27/01/2009	625165,71	27/02/2009	1122588,40
28/12/2008	2396860,11	28/01/2009	62010,12	28/02/2009	-9743,32
29/12/2008	263976,91	29/01/2009	-421093,41	FEBRERO DE 2009	
30/12/2008	-557634,51	30/01/2009	-86216,27		
31/12/2008	-1211369,46	31/01/2009	127004,68		
DICIEMBRE DE 2008		ENERO DE 2009			

En la tabla 4.2 se muestran los porcentajes de desviación para los meses de diciembre, enero y febrero, donde, el primer mes del año obtuvo un mejor balance de

masa, la cual, viene originado por la precisión en parte de los operadores de Patio y aforadores de campo arrojando un 0,38 % de desviación, siguiendo el mes de febrero con el 0,51 % y el 0,59 % de desviación para diciembre. Visualizando la tabla 4.2, se puede constatar que para los tres meses el porcentaje de desviación no supera el 2,0 %, considerándose aceptable dichos balances.

Tabla 4.2 Porcentajes de desviación de lo bombeado y recibido por PTO para los meses de enero, febrero y marzo.

FECHA	%DESV	FECHA	%DESV	FECHA	%DESV
01/12/2008	0,7841	01/01/2009	0,5850	01/02/2009	0,3067
02/12/2008	1,1170	02/01/2009	0,0908	02/02/2009	0,7080
03/12/2008	0,0001	03/01/2009	0,3877	03/02/2009	1,3608
04/12/2008	0,8064	04/01/2009	0,7255	04/02/2009	1,1270
05/12/2008	0,3286	05/01/2009	0,5769	05/02/2009	0,3357
06/12/2008	0,2454	06/01/2009	0,4801	06/02/2009	1,5991
07/12/2008	0,1667	07/01/2009	0,4826	07/02/2009	0,1495
08/12/2008	0,2835	08/01/2009	0,1315	08/02/2009	1,2212
09/12/2008	0,0682	09/01/2009	0,4501	09/02/2009	0,4185
10/12/2008	1,1481	10/01/2009	0,2938	10/02/2009	0,3595
11/12/2008	1,2274	11/01/2009	0,6116	11/02/2009	0,0152
12/12/2008	1,1680	12/01/2009	0,2712	12/02/2009	0,1569
13/12/2008	0,1721	13/01/2009	0,5531	13/02/2009	0,1660
14/12/2008	0,8708	14/01/2009	0,7566	14/02/2009	0,6379
15/12/2008	0,5230	15/01/2009	0,5757	15/02/2009	0,0349
16/12/2008	0,0601	16/01/2009	0,9474	16/02/2009	0,4999
17/12/2008	0,1977	17/01/2009	0,0981	17/02/2009	0,9291
18/12/2008	0,1413	18/01/2009	0,0414	18/02/2009	0,0863
19/12/2008	0,9473	19/01/2009	0,2063	19/02/2009	0,3832
20/12/2008	0,2318	20/01/2009	0,2673	20/02/2009	0,1766
21/12/2008	0,9817	21/01/2009	0,3315	21/02/2009	0,2005
22/12/2008	0,1096	22/01/2009	0,1783	22/02/2009	0,8299
23/12/2008	0,9782	23/01/2009	0,1157	23/02/2009	0,8860
24/12/2008	0,7748	24/01/2009	0,1199	24/02/2009	0,5401
25/12/2008	0,1019	25/01/2009	0,6251	25/02/2009	0,2673
26/12/2008	0,8596	26/01/2009	0,6648	26/02/2009	0,0590
27/12/2008	0,6112	27/01/2009	0,5013	27/02/2009	0,8360
28/12/2008	1,9137	28/01/2009	0,0471	28/02/2009	0,0077
29/12/2008	0,2357	29/01/2009	0,3329	FEBRERO DE 2009	
30/12/2008	0,4249	30/01/2009	0,0697		
31/12/2008	0,9158	31/01/2009	0,1027		
DICIEMBRE DE 2008		ENERO DE 2009			

4.1.3 Realizar Cálculos Hidráulicos En Las Líneas De 24", 26" Y 36" Bajo Las Condiciones Actuales De Operación.

Con la ayuda del simulador de redes de tubería Pipephase se realizaron los diferentes montajes de las estaciones recolectoras de crudo de la segregación Merey, con la finalidad de estimar la presión en cada segmento de tubería, así como también, el caudal de recibo por cada lateral.

Para el lateral de 24" se estimaron las presiones desde la descarga de la bomba de la estación Le-13 (400 psi), hasta el múltiple que aproximadamente se recibe el crudo a 80 psi, es decir, los tramos analizados fueron: L005, L023, L038, L055, L070 y L072. Los análisis del lateral de 26" parten de la estación de descarga Or-02 con una presión de 500 psi hasta el múltiple, la cual, se recibe el crudo a una presión aproximadamente igual a la anterior, donde los tramos analizados fueron: L038, L032, L055, L068, L006 y L003.

Los análisis del lateral de 36", parte de la estación Ba-10 con una presión de descarga aproximada de 501 psi hasta el múltiple, donde sus tramos estudiados fueron: L001, L020, L034, L048, L071, L086 y L089.

La figura 4.8 muestra la variación de la presión de Le-13 hasta el lateral de 24", la cual parte de 400 psi obteniendo una presión final mediante los cálculos hidráulicos de 399,48 psi y 386,05 psi por los arrojados del simulador. El porcentaje de desviación respectivo a los cálculos es de 3,5 %, esta variación se debe a que la programación interna del simulador trabaja con correlaciones más específicas y considera otra serie de factores como la variación termodinámica del fluido a lo largo de la tubería.

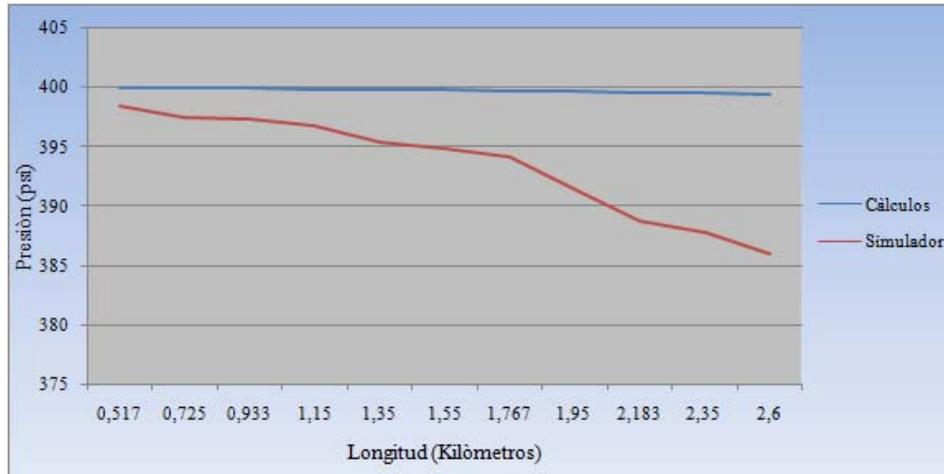


Figura 4.8 Caída de presión de la estación de descarga Le-13 hasta el lateral de 24”.

El mismo comportamiento gráfico lo presentan las tuberías de descarga de las estaciones Or-02 y Ba-10 por los laterales de 26” y 36”, la cual, presentan un porcentaje de desviación del 4,04 % y 3,61% y estas se muestran en el anexo G.

La figura 4.9 muestra el comportamiento gráfico del lateral de 24” comprendido por los tramos L023, L038, L055, L070 y L070, los cuales, presentan desviaciones de: 3,70 %, 3,40 %, 3,47 %, 4,14 % y 2,93 %. El Reynold manejado en esta tubería comprende a un flujo laminar, por lo que sus pérdidas por fricción son muy pequeñas, además las velocidades en cada tramo de tubería son bajas, alcanzando un valor máximo de 0,273 pie/seg en el tramo final debido al aumento de caudal. El lateral recibe el flujo con una presión de 385,91 psi y llega al múltiple a 81,28 psi según los cálculos hidráulicos, mediante el simulador el lateral recibe a 382,81 psi y llega a PTO con 78,97 psi de presión. El porcentaje de desviación de los cálculos hidráulicos es menor al 5,0 % por lo que se considera aceptable. Dichos análisis hidráulicos para cada tramo de tubería se encuentran reportados en el anexo G.



Figura 4.9 Perfiles de presión para el lateral de 24”.

En la figura 4.10 se observa el comportamiento gráfico del lateral de 26”, comprendido entre los tramos L020, L034, L048, L071, L066 y L089, los cuales, presentan desviaciones de: 4,0 %, 4,2 %, 0,41 %, 1,66 % y 3,88 %. El lateral maneja igualmente un Reynold menor a 2100 con una velocidad máxima de 7,70 pie/seg en el último tramo debido al aumento de caudal. El lateral recibe el flujo mediante los cálculos hidráulicos a una presión de 473,33 psi y llega a PTO mediante el múltiple con 82,79 psi. Mientras que los resultados por el simulador recibe a 468,23 psi y llega al Patio con 79,7 psi. Igualmente los porcentajes de desviación para dicho lateral son menores del 5 % por lo que se considera aceptable y se encuentran reportados en el anexo G.



Figura 4.10 Perfiles de presión para el lateral de 26”.

La siguiente figura muestra el comportamiento gráfico del lateral de 36", comprendido por los tramos L001, L020, L034, L048, L071, L066 y L089, los cuales, presentan desviaciones de: 3,97 %, 3,83 %, 3,98 %, 3,59 %, 3,62 % y 3,41 %. Este lateral maneja un Reynold mayor a 2100 y menor 4100 (fluido en transición) por manejar altos caudales, con una velocidad máxima de 13,42 pie/seg en el último tramo de tubería. El lateral mediante los cálculos hidráulicos recibe el crudo Merey a 475,41 psi y finaliza en PTO con 82,52 psi. Los resultados arrojados por el simulador reciben el flujo a una presión de 473,19 psi y llega al múltiple con 79,8 psi. Igualmente los porcentajes de desviación para dicho lateral son menores del 5 % por lo que se considera aceptable y se encuentran reportados en el anexo G.

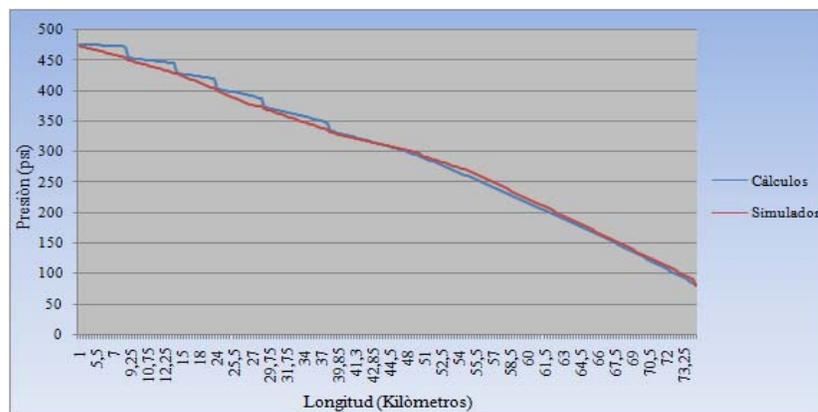


Figura 4.11 Perfiles de presión para el lateral de 36".

Los laterales de 24", 26" y 36", presentan caídas de presión para cada tramo de tubería, basándose específicamente en las diferencias de alturas, así como también, dichos porcentajes de error obtenidos se producen con la utilización de correlaciones específicas para el tipo de crudo que posee el simulador Pipephase. En el anexo G se encuentran reportadas todos los análisis hidráulicos con sus respectivas propiedades de cada segmento de tubería, así como también los arrojados por el simulador.

Otra forma de verificar los resultados del simulador es a través del caudal que recibe el Patio Tanque Oficina. En la tabla 4.3 se muestra la cantidad de crudo Merey que maneja cada tramo de tubería.

Tabla 4.3 Caudales manejados por cada tramo del lateral de 24”.

Tramos de 24”				
L023 (bls/día)	L038 (bls/día)	L055 (bls/día)	L070 (bls/día)	L072 (bls/día)
3.566,14	6.169,47	7.815,10	10.122,91	11.628,92
Total recibido en PTO (Simulador)			11.628,92 bls/día	
Total recibido en PTO (Centinela)			11.872,16 bls/día	
Porcentaje de desviación (%)			2,09	

La figura 4.12 visualiza la cantidad de crudo Merey que se conecta en cada tramo de tubería del lateral de 24” aumentando su caudal hasta 11.628,92 bls/día, obteniendo una desviación del 2,09 % respecto al valor adquirido del centinela. Todas las estaciones que se enlazan a dicho lateral no poseen medidores de alta precisión (automatizados), lo cual, genera errores humanos a la hora tomar el volumen de crudo.

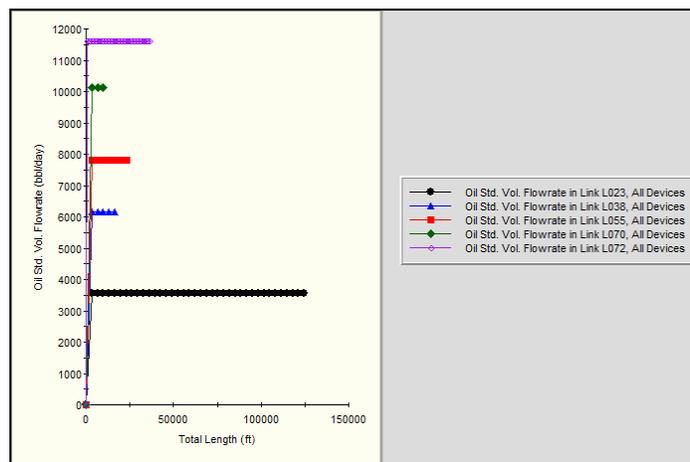


Figura 4.12 Variaciones de flujo (Bls/día) en el lateral de 24” en cada tramo de interconexión de las estaciones.

En el anexo B se encuentran las variaciones de flujo (bls/día) para el resto de los laterales 26" y 36").

La siguiente tabla muestra los diferentes caudales (bls/día) manejados por cada tramo de tubería del lateral de 26" y 36".

Tabla 4.4 Caudales manejados por cada tramo del lateral de 26" y 36".

Tramos de 26"					
L032 (bls/día)	L055 (bls/día)	L068 (bls/día)	L006 (bls/día)	L003 (bls/día)	
27.245,67	29.537,40	118.532,04	134.102,63	136.713,72	
Total recibido en PTO (Simulador)			136.713,72 bls/día		
Total recibido en PTO (Centinela)			140.983,03 bls/día		
Porcentaje de desviación			3,12		
Tramos de 36"					
L020 (bls/día)	L034 (bls/día)	L048 (bls/día)	L071 (bls/día)	L086 (bls/día)	L089 (bls/día)
123.709,93	126.892,74	151.383,75	170.935,08	190.757,50	206.618,70
Total recibido en PTO (Simulador)			206.618,70 bls/día		
Total recibido en PTO (Centinela)			208.284,55 bls/día		
Porcentaje de desviación			0,82		

La variación del recibo en PTO del lateral de 26" arrojó un 3,12 % de desviación respecto al caudal, este lateral posee estaciones que bombean todos los días, así como también estaciones que envían su producción de forma intermitente, es decir, pasan dos días almacenado y al tercer día bombean. Esta manera intermitente genera desempaque en la tubería o pérdida de presión haciendo tardar más el crudo en llegar al patio. Este porcentaje de desviación es generado principalmente por errores de medición en campo (aforadores) y patio (operadores) a la hora de medir la cantidad de crudo que se bombeará. Cabe destacar que este lateral posee estaciones que sus medidores de flujo no han sido actualizados por MFC (contadores de flujo másicos) de alta precisión. Por lo contrario el lateral de 36" posee en todas sus

estaciones medidores por efecto Coriolis obteniendo como resultado el 0,82 % de desviación.

En la figura 4.13 se visualiza como disminuye sucesivamente la temperatura en cada tramo de tubería del lateral de 24". El mismo comportamiento lo obtuvieron los laterales de 26" y 36" y se encuentran reportados en el anexo B.

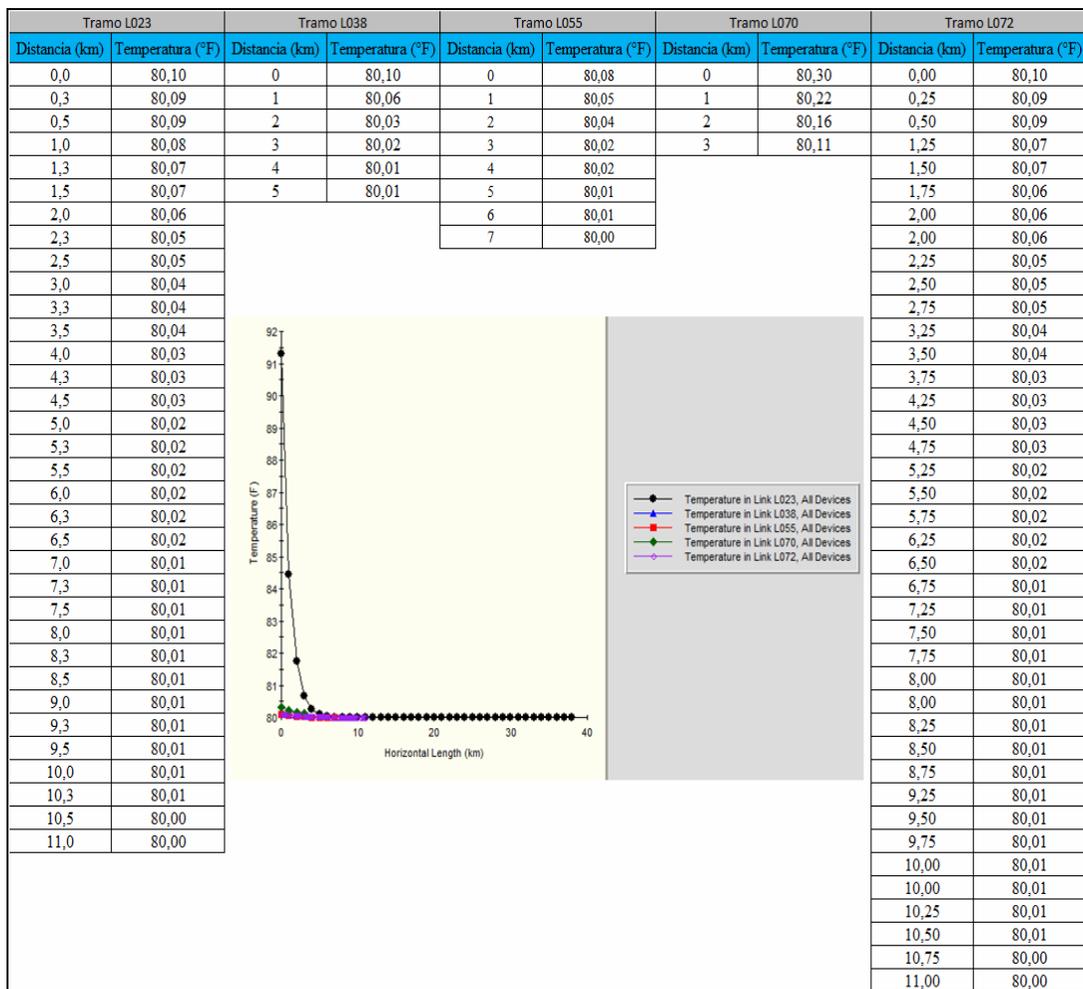


Figura 4.13 Perfiles de temperatura en el lateral de 24" en cada tramo de interconexión de las estaciones.

4.1.4 Verificar Los Equipos De Medición De Volumen De Crudo En La Actualidad.

Las estaciones recolectoras de crudo de la segregación Merey poseen una serie de equipos de medición, ya sean de desplazamiento positivo, Coriolis y unidades LACT que totalizan la cantidad de crudo bombeado hacia al patio y lo inyectado al pozo productor. Según los fabricantes de los medidores de desplazamiento positivo deberían ser calibrados semestralmente, los Coriolis trimestralmente y la unidad LACT mensualmente. En la tabla 4.5 se muestran las últimas calibraciones de dichos equipos de medición, donde, los contadores de desplazamiento positivo no presentan atención en su mantenimiento mecánico para tener un buen funcionamiento. Cabe destacar que las estaciones que manejan gran cantidad de crudo como por ejemplo: My-20, Ar-04, Or-02, BA-04, Ba-08 y Ba-10 son aquellas donde todos sus equipos de medición de volumen de crudo se encuentran al día. Las estaciones faltantes no presentan calibraciones por meses o años, donde, cada personal de aforación se rige por sus resultados arrojados ocasionando errores tales como: imprecisión del equipo al contabilizar la cantidad de crudo a bombear lo que origina la discrepancia entre lo bombeado y recibido por el Patio de Tanques Oficina.

Tabla 4.5 Ultimas calibraciones realizadas a los diferentes equipos de medición ubicados en el campo.

	Desplazamiento positivo	Coriolis	Unidad LACT
Instal.	Ultima calibración	Ultima calibración	Ultima calibración
BA-01	10/08/2007	-	-
LE-13	13/11/2007	-	-
MY-04	10/05/2008	10/12/2008	-
MY-15	14/05/2008	15/02/2009	-
MY-18	12/12/2007	05/08/2008	-
My-20	-	13/02/2009	-
OF-16	23/06/2008	19/12/2008	-
YO-06	06/10/2007	-	-

AR-03	06/08/2008	14/12/2008	-
AR-04	07/08/2008	05/04/2009	
OF-18	20/09/2007	-	-
ADA-05	17/08/2007	-	-
OR-02	-	-	20/05/2009
BA-03	25/05/2007	-	-
BA-04	17/04/2008	04/03/2009	-
BA-05	-	20/03/2009	-
BA-06	28/10/2008	18/12/2008	-
BA-08	07/07/2008	08/04/2009	-
BA-10	-	08/02/2009	-

Los Coriolis presentan una desventaja que son imprecisos en crudos que contengan alto contenido de gas. Según las condiciones de diseño, el contenido de gas debe ser $\pm 0,35$ % del caudal. La mayoría de las estaciones de descarga presentan trenes de separación para mantener el crudo en especificación, logrando un contenido aproximado del 0,28 % de gas. Esto quiere decir que los medidores por efecto Coriolis cumplen con las especificaciones de diseño, por lo que, actualmente están siendo instalados para lograr la automatización completa de las estaciones.

Los caudales manejados por las estaciones también influyen en el buen funcionamiento de los equipos. En la tabla 4.6 se muestran los caudales de diseños de los diferentes equipos de medición con los manejados por las estaciones de descarga de la segregación Merey. Cada equipo de medición presenta un rango, donde debe oscilar el caudal bombeado por la estación. Existen estaciones que actualmente el caudal oscila por debajo del rango estipulado, esto se debe a la disminución de la producción de los pozos con el pasar del tiempo, siendo impreciso el valor arrojado por el equipo. En tal razón se han instalado una serie de medidores por efecto Coriolis, la cual, presentan un rango bastante amplio de operación.

Tabla 4.6 Caudales manejados por las diferentes estaciones de descarga.

Instalación	Desplazamiento positivo		Coriolis		Unidad LACT	
	Caudal (Bls/h)		Caudal (Bls/h)		Caudal (Bls/h)	
	Diseño	Operación	Diseño	Operación	Diseño	Operación
BA-01	72-360	58,4	0-1.711	58,4	-	-
LE-13	110-600	148	0-1.711	148	-	-
MY-04	72-360	102,8	0-1.711	102,8	-	-
MY-15	45-170	58,4	0-1.711	58,4	-	-
MY-18	110-600	113,3	0-1.711	113,3	-	-
My-20	-	-	0-10.284	3.797,4	-	-
OF-16	120-600	158	0-1.711	158	-	-
YO-06	53-120	83,3	-	-	-	-
AR-03	45-170	58,4	0-1.711	58,4	-	-
AR-04	170-1400	343	0-1.711	343	-	-
OF-18	110-600	120,83	-	-	-	-
ADA-05	70-350	107,3	-	-	-	-
OR-02	-	-	-	-	360-3.500	1.454,5
BA-03	70-360	69,42	-	-	-	-
BA-04	170-1400	974	0-3.428	974	-	-
BA-05	-	-	0-3.422	1.534,3	-	-
BA-06	178-1429	645,5	0-3.428	645,5	-	-
BA-08	120-850	158,4	0-1.711	158,4	-	-
BA-10	-	-	0-10.284	5.194,7	-	-

Las presiones de bombes manejadas por cada una de las estaciones influyen en las imprecisiones del equipo, por un aumento brusco de presión sobrepasando la presión estipulada por el equipo ocasiona la ruptura y a la vez errores de medición. En la tabla 4.7 se muestran las presiones estipuladas por el equipo y de operación, donde, todas las presiones están por debajo de la que especifica el equipo.

Tabla 4.7 Presiones de diseño y operación manejadas por las diferentes estaciones.

Instalación	Desplazamiento positivo		Coriolis		Unidad LACT	
	Presión (psi)		Presión (psi)		Presión (psi)	
	Diseño	Operación	Diseño	Operación	Diseño	Operación
BA-01	1200	280	2059	280	-	-
LE-13	1200	476	2059	476	-	-
MY-04	1200	400	2059	400	-	-
MY-15	1200	280	2059	280	-	-
MY-18	1440	500	2059	500	-	-
My-20	-	-	2059	510	-	-
OF-16	1200	330	2059	330	-	-
YO-06	1200	322	-	-	-	-
AR-03	1440	290	2059	290	-	-
AR-04	1440	400	2059	400	-	-
OF-18	1200	380	-	-	-	-
ADA-05	1400	280	-	-	-	-
OR-02	-	-	-	-	1440	600
BA-03	1440	385	-	-	-	-
BA-04	1440	372	2059	372	-	-
BA-05	-	-	2059	300	-	-
BA-06	1200	380	2059	380	-	-
BA-08	1440	367	2059	367	-	-
BA-10	-	-	2059	300	-	-

El patio consta del sistema de medición radar en tanque, donde, cada año el ministerio realiza calibraciones en sus equipos, ya que, PTO es un ente fiscal. En la tabla 4.8 se muestran los datos técnicos del equipo con los de operación, observando que todos sus valores se encuentran dentro del rango estipulado. La presión de

operación es muchísimo menor a la máxima, donde no tendrá problemas por ruptura del equipo.

Tabla 4.8 Datos técnicos fundamentales del sistema de medición radar (RTG 3950).

Datos técnicos	Radar en tanque RTG 3950	
	Diseño	Operación
Presión máxima	365 psi	80 psi (Aproximadamente)
Temperatura de funcionamiento del tanque	(-274 a 194) ° F	95 ° F (Aproximadamente)
Rango de medición	(1,6 a 200) pie	(5 a 47) pie (Aproximadamente)

En la tabla 4.9 se encuentran reportados todos los parámetros operacionales, marcas, modelos y capacidades de los diferentes equipos. Las gravedades API y cortes de agua fueron analizados en el CAST (Centro de Análisis San Tomé). También se visualizan los equipos que se encuentran actualmente operativos y no operativos por certificación.

Tabla 4.9 Medidores de flujo de la estación de descarga BA-01.

SERVICIO	LÍNEA(pulg)	SEGREGACIÓN	*API	TEMPERATURA (*F)	CAUDAL (Bls/H)	(%) AgS	PRESIÓN(psi)	VOLÚMEN TOTAL (BLS/Día)
BOMBEO	3"	MEREY	15,9	116	58,4	0,7	280	1400
UNIDAD DE PRODUCCIÓN			PESADO		INSTALACIÓN	BA-01		
CONTADOR DESCARGA				CONTADOR DILUENTE				
TIPO	D. POSITIVO	CAUDAL BPH	360 BLS/H		TIPO	D. POSITIVO	CAUDAL	360 BLS/H
MARCA	BRODIE	MAXIMA PRESIÓN	1200 PSI		MARCA	BROOKS	DIAMETRO	3"
MODELO	B-75 DEB	DIÁMETRO	4"		MODELO	B-65D	PRESION	1200
SERIAL	9203-29732-2-1A	ULTIMA CALIBRACIÓN	10/08/2007		SERIAL	-	ULTIMA CALIBRACIÓN	10/08/2007
CAPACIDAD UTILIZADA	16,20%			OPERATIVO				
CONTADOR DESCARGA				OPERATIVO				
TIPO	CORIOIS	MÁXIMA TEMPERATURA	[200° C/392° F]					
MARCA	MICRO MOTION	MAXIMA PRESIÓN	2059 PSI					
SERIAL	5C06D202000C	MAXIMO FLUJO MÁSSICO	4533 KG/MIN					
Diámetro	4" ANSI 600	K-FACTOR	1.5395 / 9					
PRECISIÓN (DENSIDAD)	(+/- 0,2 Kg/m3)							
N° DE EQUIPOS O BRAZOS	UNO (1)							
CAPACIDAD	1711 BLS/H	3,4%						
MODELO	CMF300							
PRECISIÓN DE CAUDAL	(+/- 0,05%)							
NO OPERATIVO								

En el anexo G se encuentran reportados el resto de las descripciones de cada uno de los medidores ubicados en las estaciones de descargas de la segregación Merrey.

4.2 Conclusiones

1. A las 13:00 horas del mes de enero de 2009, todas las estaciones recolectoras de crudo de la segregación Merey se encuentran bombeando la producción.
2. La poca producción de todos los pozos productores afines a las diferentes estaciones ocasionan fluctuaciones en el bombeo.
3. El Patio de Tanques Oficina presenta el 0,59 % de diferencias en libras por día de crudo Merey para el mes de diciembre de 2008. El 0,38 % para el mes de enero de 2009 y el 0,51 % para el mes de febrero de 2009.
4. Los cálculos hidráulicos para los laterales de 24", 26" y 36" presentan un porcentaje de desviación respecto a la presión arrojada por el simulador del 2,93 %, 3,88 % y 3,41 %.
5. El caudal de recibo arrojado por el simulador presenta un porcentaje de desviación del 2,09 %, 3,12 % y 0,82 %.
6. Los equipos de desplazamiento positivo presentaban más de un año, sin que hubieran sido calibrados.
7. El caudal de operación de las estaciones Ba-01 y Ba-03 están por debajo del estipulado por el equipo de desplazamiento positivo.
8. Los parámetros de operación de cada una de las diferentes estaciones de la segregación Merey cumplen con las especificaciones de los medidores por efecto Coriolis, unidad LACT y sistemas de radar en tanques.

4.3 Recomendaciones

1. Reunir al personal encargado de cada una de la estaciones de descarga de crudo Merey y fijar un valor de bombeo que esté entre sus producciones, manteniendo aproximadamente el mismo bombeo todos los días.
2. Llevar seguimiento continuo a todos los equipos de medición de desplazamiento positivo ubicados en todas las estaciones de descarga de la segregación Merey.
3. Automatizar los tanques de almacenamiento de las diferentes estaciones recolectoras de crudo Merey.
4. Instalar medidores en las entradas de los laterales (24", 26" y 36") para minimizar las diferencias entre el campo y el patio.
5. Actualizar los conocimientos de los personales del Patio de Tanques oficina sobre el tema de fiscalización.
6. Concientizar a los operadores de Patio y aforadores de campo respecto al ingreso de los parámetros operacionales de cada una de las estaciones al sistema Centinela.

BIBLIOGRAFIA

1. **“La Corporación”**, disponible en:
http://www.pdvsa.pdv.com/español/corporacion_pdv_corp_es.html.
2. **Adriana G.**, “Actualización de los Balances de Masa y Energía de la Planta Super Octanos, C.A”, **Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui** (2000).
3. **Macabis M.**, “Evaluación y Adecuación del Sistema de Distribución y Almacenamiento de Diluyente del Área Melones, Unidad de Explotación de Yacimientos Pesado Oeste, San Tomé”, **Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui** (2003).
4. **Gamboa M.**, “Estudio del Efecto de la Temperatura del Diluyente en la Tasa de Flujo de los Pozos Productores de la Estación Bared-10 del Distrito Sur-San Tomé”, **Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui** (2005).
5. **Lara M.**, “Optimización del Sistema de la Red de Recolección de Crudo entre las Estaciones de Flujo, Descarga y Patio Tanque Oficina (PTO), de los Campos Yopales Central-Trico, Pertenecientes a la U.E. y Liviano del Distrito San Tomé”, **Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Petróleo, Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui** (2002).

6. **Metco.**, “Medidores de Flujo Tipo Desplazamiento”, **Emerson Process Management** (2007).
7. **Metco.**, “Unidad LACT”, **Emerson Process Management** (2008).
8. **Metco.**, “Medidores de Flujo por Efecto Coriolis”, **Emerson Process Management** (2008).
9. **Añes E.**, “Procesos de Campo Cabimas”, **Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería Petróleo, Universidad del Zulia** (2000).
10. Perry, R. y C. Chilton., “**Manual del Ingeniero Químico**”, Quinta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México (1994).
11. Geankoplis, C., “**Procesos de transporte y operaciones unitarias**”, Tercera Edición. Editorial Continental, México (1998).
12. Kern D., “**Procesos de Transferencia de Calor**”, trigésima primera reimpresión, Compañía Editorial Continental, México (1999).
13. “**Simulación de Redes de Tuberías en Pipephase**”, disponible en: <http://www.valvias.com/software-tuberias.php>
14. Sierra E., “**Simulación de Redes de Tubería**”, Pipephase versión 4.7 (2006).
15. Hernandez A., “**Diseño de un Sistema de Transporte y Bombeo para el Manejo de Diluyente Oleoso**”, Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui (1999).

16. **“Saab Tank Radar Rex de Emerson Process Management”**, disponible en: http://www.emersonprocess.com/mexico/saab_tankradar_rex.htm.

17. **“Manual de Funcionamiento Tank Radar Rex”**, disponible en: www.rosemount-tankgauging.com/.../REX_SSI_ATEX_Ed1_308030ES.pdf.

Anexos A

Tabla A.1 Equipos que conforma el sistema de crudo Merey en PTO.

Tabla A.2 Ficha técnica del tanque 9601 del Patio Tanque Oficina.

Tabla A.3 Ficha técnica del tanque 9602 del Patio Tanque Oficina.

Tabla A.4 Ficha técnica del tanque 9603 del Patio Tanque Oficina.

Tabla A.5 Ficha técnica del tanque 9608 del Patio Tanque Oficina.

Tabla A.6 Inventario de equipos de las estaciones de descarga.

Figura A.1 Factor de fricción en función del número de Reynolds.

Tabla A.7 Factores de fricción para tuberías comerciales, nuevas, de acero, con flujo en la zona de total turbulencia.

Tabla A.8 Dimensiones de tubería estándar de acero.

Tabla A.1 Equipos Que Conforman El Sistema De Crudo Mery En Pto.

Tag	Servicio	Tipo	Dimensión.	Presión	Temp.	Capacidad.	Valvula entrada	Diámet.	Valvula salida	Diámet.
T-9601	Tanque de Almac. Mery	Techo Cónico	Diam: 120' Alt: 48'	Atmosf.	85 °F	96 MBLS	01UV-0011	24"	01UV-0011	24"
T-9602	Tanque de Almac. Mery	Techo Cónico	Diam: 120' Alt: 48'	Atmosf.	85 °F	96 MBLS	01UV-0012	24"	01UV-0012	24"
T-9603	Tanque de Almac. Mery	Techo Cónico	Diam: 120' Alt: 48'	Atmosf.	85 °F	96 MBLS	01UV-0013	24"	01UV-0013	24"
T-9608	Tanque de Almac. Mery	Techo Flotante	Diam: 120' Alt: 48'	Atmosf.	85 °F	96 MBLS	01UV-0014	24"	01UV-0014	24"
E001	Tanque de Almac. Mery	Techo Cónico	Diam: 150' Alt: 49'	Atmosf.	85 °F	150 MBLS	41UV-001	24"	41UV-001	24"
E002	Tanque de Almac. Mery	Techo Cónico	Diam: 150' Alt: 49'	Atmosf.	85 °F	150 MBLS	41UV-002	24"	41UV-002	24"
GA-01A	Bombas Boosters	Centrif. Vertical	-	193 pies	85 °F	7550 GPM	01UV-0021A	20"	01UV-0021C	20"
GA-01B	Bombas Boosters	Centrif. Vertical	-	193 pies	85 °F	8800 GPM	01UV-0022A	20"	01UV-0022C	20"
GA-01C	Bombas Boosters	Centrif. Vertical	-	193 pies	85 °F	7550 GPM	01UV-0023A	20"	01UV-0023C	20"
P-101	Bombas Transf	Centrif	-	1781 pies	107 °F	3938 GPM	01UV-0041A	20"	01UV-0041C	12"
P-102	Bombas Transf	Centrif	-	1781 pies	107 °F	3938 GPM	01UV-0042A	20"	01UV-0042C	12"
P-103	Bombas Transf	Centrif	-	1781 pies	107 °F	3938 GPM	01UV-0043A	20"	01UV-0043C	12"
P-104	Bombas Transf	Centrif	-	1781 pies	107 °F	3938 GPM	01UV-0044A	20"	01UV-0044C	12"
P-105	Bombas Transf	Centrif	-	1781 pies	107 °F	3938 GPM	01UV-0045A	20"	01UV-0045C	12"
P-03A	Bombas Transf	Tornillo	-	1781 pies	107 °F	2333 GPM	01UV-0045A	20"	01UV-0045C	12"
P-03B	Bombas Transf	Tornillo	-	1781 pies	107 °F	2333 GPM	01UV-0045A	20"	01UV-0045C	12"
P-03C	Bombas Transf	Tornillo	-	1781 pies	107 °F	1750 GPM	01UV-0045A	20"	01UV-0045C	12"

Tabla A.2 Ficha Técnica Del Tanque 9601 Del Patio Tanque Oficina.

Fecha de calibración	08/10/2000			
Diámetro	256"			
API de referencia	17			
Alt. Pto. Ref.	0.00			
Temp. Referencia	90			
Factor Inicial	0.0625			
Tipo de techo	Cónico			
Fondo	Plano			
Alt. Pto. Ref	582"			
Altura	Pie			
Vol. Bombeable	-	-	-	89772
Cap. Nominal	47	00	0	97000
Tope Operacional	42	00	0	84800
No Bombeable	4	00	0	10058

Tabla A.3 Ficha Técnica Del Tanque 9602 Del Patio Tanque Oficina.

Fecha de calibración	08/10/2000			
Diámetro	256"			
API de referencia	17			
Alt. Pto. Ref.	0.00			
Temp. Referencia	90			
Factor Inicial	0.0625			
Tipo de techo	Cónico			
Fondo	Plano			
Alt. Pto. Ref	582"			
Altura	Pie			
Vol. Bombeable	-	-	-	89772
Cap. Nominal	47	00	0	97000
Tope Operacional	42	00	0	84800
No Bombeable	4	00	0	10058

Tabla A.4 Ficha Técnica Del Tanque 9603 Del Patio Tanque Oficina.

Fecha de calibración	24/12/1998			
Diámetro	256"			
API de referencia	16.50			
Alt. Pto. Ref.	0.00			
Temp. Referencia	95			
Factor Inicial	1992			
Tipo de techo	Cónico			
Fondo	Plano			
Alt. Pto. Ref	573"			
Altura	Pie			
Vol. Bombeable	-	-	-	89772
Cap. Nominal	47	09	0	97000
Tope Operacional	42	00	0	84600
No Bombeable	4	00	0	10058

Tabla A.5 Ficha Técnica Del Tanque 9608 Del Patio Tanque Oficina.

Fecha de calibración	02/05/1997			
Diámetro	256 ^{''}			
API de referencia	29.40			
Alt. Pto. Ref.	574 ^{''}			
Temp. Referencia	95			
Factor Inicial	3.484			
Tipo de techo	Flotante			
Fondo	Plano			
Alt. Pto. Ref	574 ^{''}			
Altura	Pie			
Vol. Bombeable	-	-	-	89772
Cap. Nominal	47	09	-1	97000
Tope Operacional	42	00	0	84000
No Bombeable	8	00	-1	16000

Tabla A.6 Inventario De Equipos De Las Estaciones De Descarga.

ESTACIÓN	DISTANCIA A LATERAL (KM)	DISTANCIA A PTO (KM)	BLS/DIA PROMEDIO	LATERAL (PULG)	SEPARADORES		%API	%AyS	CALENTADORES	TANQUES DE LAVADO
					VERTICALES	HORIZONTALES				
BA01	6.60	37	1327	24"	2	-	15.9	0.70	4	2
LE13	0.8	91.30	3600	24"	3	-	16.6	0.4	4	1
MY04	3.0	24.5	1524	24"	2	-	16.4	0.71	3	1
MY15	6.0	33.8	2500	24"	-	2	15.7	0.74	4	2
MY18	3.5	30.3	2900	24"	4	-	16.6	0.75	4	1
OF16	9.29	22.29	2500	26"	4	-	16.7	0.47	1	2
YO06	24.7	37.70	1200	26"	1	-	16.6	0.74	4	2
AR03	24.7	37.70	480	26"	4	-	16	0.68	4	2
AR04	37.50	50.50	16000	26"	2	-	16.4	0.38	2	2
OF18	17.0	28.40	2830	26"	4	-	19.1	0.44	4	2
AD05	114.50	126.18	2500	26"	2	-	16.8	0.73	4	2
OR-02	84.5	130.18	34908	26"	1	-	16.3	0.73	4	4
MY20	5.50	54.86	91200	26"	8	-	16	0.74	7	4
BA03	0.30	62.60	1240	36"	1	-	15.7	1.02	4	2
BA04	1.70	63.50	23300	36"	4	-	15.3	0.90	10	3
BA05	0.50	73.80	36900	36"	10	-	16.1	0.60	4	3
BA06	2.20	69	15500	36"	5	-	16	0.90	10	2
BA08	15.60	89.40	3700	36"	1	-	16.4	0.60	4	2
BA10	5.60	79.50	124500	36"	9	-	16.3	0.63	8	4

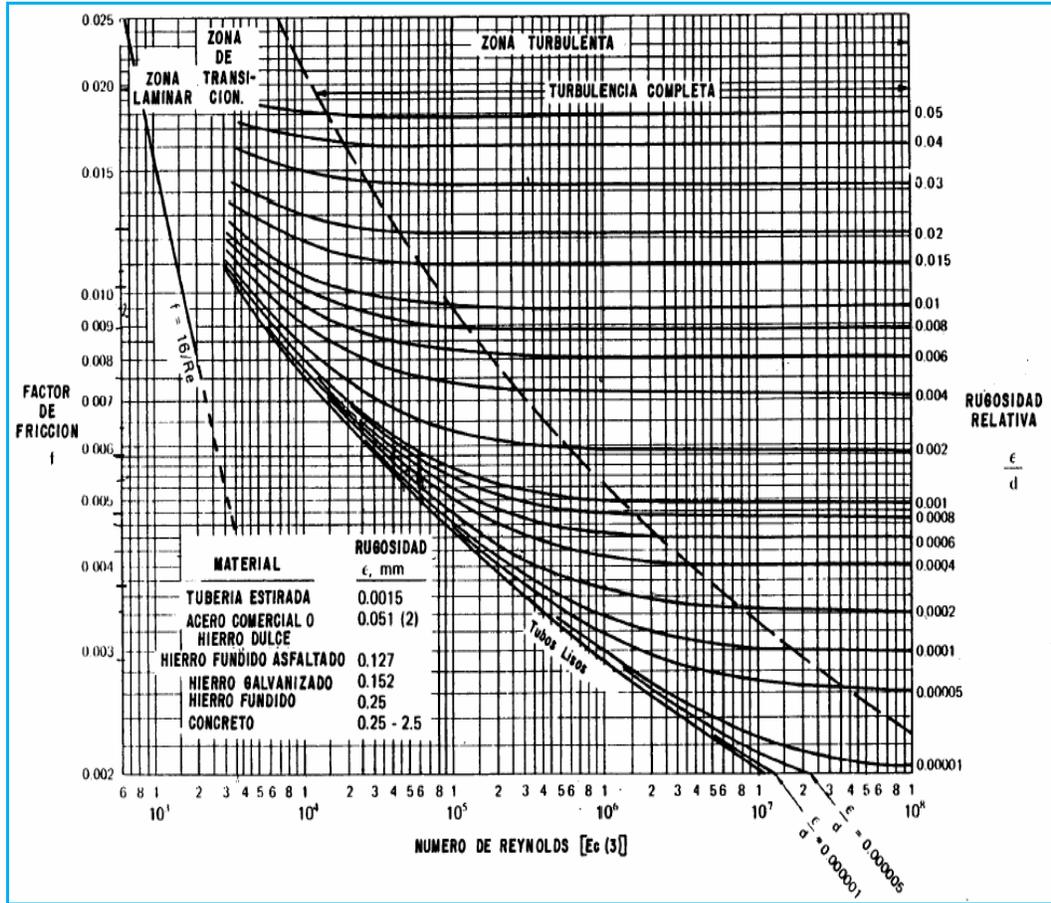


Figura A.1 Factor De Fricción En Función Del Número De Reynolds. [6]

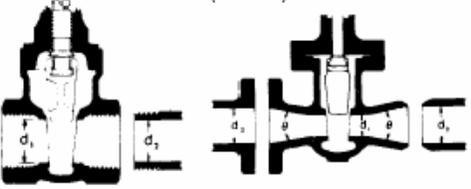
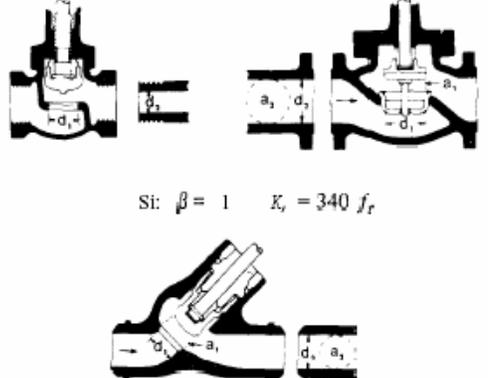
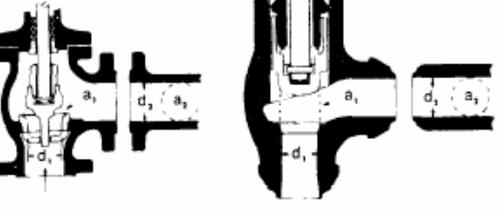
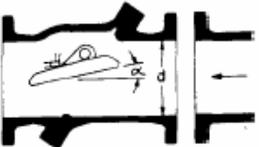
Tabla A.7 Factores De Fricción Para Tuberías Comerciales, Nuevas, De Acero, Con Flujo En La Zona De Total Turbulencia. [6]

Diámetro Nominal	m	5	0	5	2	0	0	5,8	00	25	50	00	00	51
	ulg	/2	/4		¼	½		½,3				,10	2,16	8,24
Factor de fricción(f_r)		,027	,025	,023	,022	,021	,019	,018	,017	,016	,015	,014	,013	,012

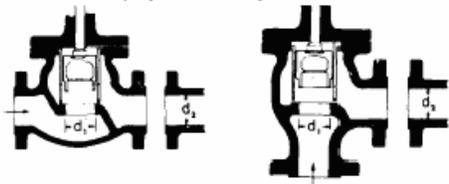
Tabla A.8 Dimensiones De Tubería Estándar De Acero. [7]

Tamaño nominal de la tubería (pulg)	Diámetro externo		Cedula	Espesor de la pared		Diámetro interno		Área de corte transversal interno	
	pulg	mm		pulg	Mm	pulg	mm	pie ²	m ² x 10 ⁴
1/8	0,405	10,29	40	0,068	1,73	0,269	6,83	0,00040	0,3664
			80	0,095	2,41	0,215	5,46	0,00025	0,2341
1/4	0,540	13,72	40	0,088	2,24	0,364	9,25	0,00072	0,6720
			80	0,119	3,02	0,302	7,67	0,00050	0,4620
3/8	0,675	17,15	40	0,091	2,31	0,493	12,52	0,00133	1,2310
			80	0,126	3,20	0,423	10,74	0,00098	0,9056
1/2	0,840	21,34	40	0,109	2,77	0,622	15,80	0,00211	1,961
			80	0,147	3,73	0,546	13,87	0,00163	1,511
3/4	1,050	26,67	40	0,113	2,87	0,824	20,93	0,00371	3,441
			80	0,154	3,91	0,742	18,85	0,00300	2,791
1	1,315	33,40	40	0,133	3,38	1,049	26,64	0,00600	5,574
			80	0,179	4,45	0,957	24,31	0,00499	4,641
3 1/4	1,660	42,16	40	0,140	3,56	1,380	35,05	0,01040	9,648
			80	0,191	4,85	1,278	32,46	0,00891	8,275
3 1/2	1,900	48,26	40	0,145	3,68	1,610	40,89	0,01414	13,13
			80	0,200	5,08	1,500	38,10	0,12250	11,40
2	2,375	60,33	40	0,154	3,91	2,067	52,50	0,02330	21,65
			80	0,218	5,54	1,939	49,25	0,02050	19,05
2 1/2	2,875	73,03	40	0,203	5,16	2,469	62,71	0,03322	30,89
			80	0,276	7,01	2,323	59,00	0,02942	27,30
3 1/2	4,000	101,60	40	0,226	5,74	3,548	90,12	0,06870	63,79
			80	0,318	8,08	3,364	85,45	0,06170	57,35
4	4,500	114,30	40	0,237	6,02	4,026	102,30	0,08840	82,19
			80	0,337	8,56	3,826	97,18	0,07986	74,17
5	5,563	141,30	40	0,258	6,55	5,047	128,20	0,13900	129,10
			80	0,375	9,53	4,813	122,30	0,12630	117,50
6	6,625	168,30	40	0,280	7,11	6,065	154,10	0,20060	186,50
			80	0,432	10,97	5,761	146,30	0,18100	168,10
8	8,625	219,10	40	0,322	8,18	7,981	202,70	0,34740	322,70
			80	0,500	12,70	7,625	193,70	0,31710	294,70

Tabla A.9 Coeficientes De Resistencia (K) Válidos Para Válvulas Y Accesorios [10].

<p>VÁLVULAS DE COMPUERTA De cuña, de doble obturador o tipo macho (cónico)</p>  <p>Si: $\beta = 1, \theta = 0 \dots \dots \dots K_1 = 8 f_T$ $\beta < 1$ y $\theta < 45^\circ \dots \dots \dots K_1 = \text{Fórmula 5}$ $\beta < 1$ y $45^\circ < \theta < 180^\circ \dots \dots K_2 = \text{Fórmula 6}$</p>	<p>VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE DISCO OSCILANTE</p>  <p>$K = 100 f_T$ $K = 50 f_T$</p> <p>Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador</p> <p>(m/seg) = $45 \sqrt{V}$ = $75 \sqrt{V}$ (pie/seg) = $15 \sqrt{V}$ = $60 \sqrt{V}$</p> <p>U/L Registradas = $120 \sqrt{V}$ = $100 \sqrt{V}$</p>																		
<p>VÁLVULAS DE GLOBO Y ANGULARES</p>  <p>Si: $\beta = 1 \quad K_1 = 340 f_T$</p> <p>Si: $\beta = 1 \dots \dots K_1 = 55 f_T$</p>	<p>VALVULAS DE RETENCIÓN DE OBTURADOR ASCENDENTE</p>  <p>Si: $\beta = 1 \dots K_1 = 600 f_T$ $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Fórmula 7}$</p> <p>Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador = $50 \beta^2 \sqrt{V}$ m/seg $40 \beta^2 \sqrt{V}$ pie/seg</p>  <p>Si: $\beta = 1 \dots K_1 = 55 f_T$ $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Fórmula 7}$</p> <p>Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador = $170 \beta^2 \sqrt{V}$ m/seg $140 \beta^2 \sqrt{V}$ pie/seg</p>																		
 <p>Si: $\beta = 1 \dots K_1 = 150 f_T$ Si: $\beta = 1 \dots K_1 = 55 f_T$</p> <p>Todas las válvulas de globo y angulares con asiento reducido de mariposa</p> <p>Si: $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Fórmula 7}$</p>	<p>VALVULAS DE RETENCIÓN DE DISCO BASCULANTE</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pasos</th> <th>$\alpha = 5^\circ$</th> <th>$\alpha = 15^\circ$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50 mm (2") a 200 mm (8")</td> <td>$K = 40 f_T$</td> <td>$120 f_T$</td> </tr> <tr> <td>250 mm (10") a 350 mm (14")</td> <td>$30 f_T$</td> <td>$90 f_T$</td> </tr> <tr> <td>400 mm (16") a 1200 mm (48")</td> <td>$20 f_T$</td> <td>$60 f_T$</td> </tr> <tr> <td>Velocidad mínima en la tubería para abrir totalmente el obturador = m/seg</td> <td>$100 \sqrt{V}$</td> <td>$40 \sqrt{V}$</td> </tr> <tr> <td>pie/seg</td> <td>$80 \sqrt{V}$</td> <td>$30 \sqrt{V}$</td> </tr> </tbody> </table>	Pasos	$\alpha = 5^\circ$	$\alpha = 15^\circ$	50 mm (2") a 200 mm (8")	$K = 40 f_T$	$120 f_T$	250 mm (10") a 350 mm (14")	$30 f_T$	$90 f_T$	400 mm (16") a 1200 mm (48")	$20 f_T$	$60 f_T$	Velocidad mínima en la tubería para abrir totalmente el obturador = m/seg	$100 \sqrt{V}$	$40 \sqrt{V}$	pie/seg	$80 \sqrt{V}$	$30 \sqrt{V}$
Pasos	$\alpha = 5^\circ$	$\alpha = 15^\circ$																	
50 mm (2") a 200 mm (8")	$K = 40 f_T$	$120 f_T$																	
250 mm (10") a 350 mm (14")	$30 f_T$	$90 f_T$																	
400 mm (16") a 1200 mm (48")	$20 f_T$	$60 f_T$																	
Velocidad mínima en la tubería para abrir totalmente el obturador = m/seg	$100 \sqrt{V}$	$40 \sqrt{V}$																	
pie/seg	$80 \sqrt{V}$	$30 \sqrt{V}$																	

VÁLVULAS DE RETENCIÓN Y CIERRE
(Tipos recto y angular)



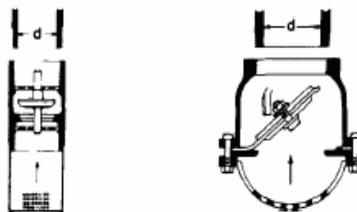
Si: $\beta = 1, \dots, K_1 = 400 f_T$ Si: $\beta = 1, \dots, K_1 = 200 f_T$
 $\beta < 1, \dots, K_2 = \text{Fórmula 7}$ $\beta < 1, \dots, K_2 = \text{Fórmula 7}$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador

m/seg = $70 \beta^2 \sqrt{V}$ m/seg = $95 \beta^2 \sqrt{V}$
 pie/seg = $55 \beta^2 \sqrt{V}$ pie/seg = $75 \beta^2 \sqrt{V}$

VÁLVULAS DE PIE CON FILTRO

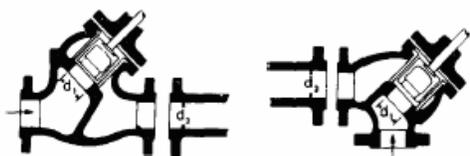
Obturador ascendente Obturador oscilante



$K = 420 f_T$ $K = 75 f_T$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador

m/seg = $20 \sqrt{V}$ m/seg = $45 \sqrt{V}$
 pie/seg = $35 \sqrt{V}$ pie/seg = $35 \sqrt{V}$

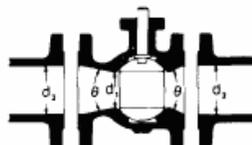


Si: $\beta = 1, \dots, K_1 = 300 f_T$ Si: $\beta = 1, \dots, K_1 = 350 f_T$
 $\beta < 1, \dots, K_2 = \text{Fórmula 7}$ $\beta < 1, \dots, K_2 = \text{Fórmula 7}$

velocidad mínima en la tubería para abrir totalmente el obturador

m/seg = $75 \beta^2 \sqrt{V}$ pie/seg = $60 \beta^2 \sqrt{V}$

VÁLVULAS DE BOLA



Si: $\beta = 1, \theta = 0, \dots, K_1 = 3 f_T$
 $\beta < 1$ y $\theta < 45^\circ, \dots, K_2 = \text{Fórmula 5}$
 $\beta < 1$ y $45^\circ < \theta < 180^\circ, \dots, K_3 = \text{Fórmula 6}$

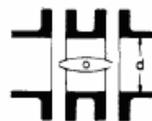


$\beta = 1, \dots, K_1 = 55 f_T$ $\beta = 1, \dots, K_1 = 55 f_T$
 $\beta < 1, \dots, K_2 = \text{Fórmula 7}$ $\beta < 1, \dots, K_2 = \text{Fórmula 7}$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador

m/seg = $170 \beta^2 \sqrt{V}$ pie/seg = $140 \beta^2 \sqrt{V}$

VÁLVULAS DE MARIPOSA

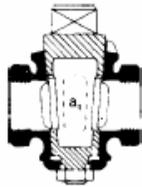


Diámetro 50 mm (2") a 200 mm (8"), ... $K = 45 f_T$
 Diámetro 250 mm (10") a 350 mm (14"), ... $K = 35 f_T$
 Diámetro 400 mm (16") a 600 mm (24"), ... $K = 25 f_T$

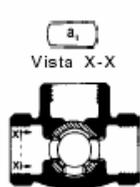
VÁLVULAS DE MACHO Y LLAVES

Paso directo

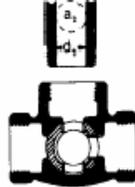
tres entradas



Si: $\beta = 1$,
 $K_1 = 18 f_T$



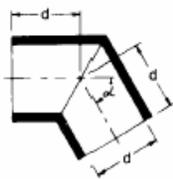
Si: $\beta = 1$,
 $K_2 = 30 f_T$



Si: $\beta = 1$,
 $K_3 = 90 f_T$

Si: $\beta < 1$ $K_2 = \text{Fórmula 6}$

CURVAS EN ESCUADRA O FALSA ESCUADRA



α	K
0°	2 f_T
15°	4 f_T
30°	8 f_T
45°	15 f_T
60°	25 f_T
75°	40 f_T
90°	60 f_T

CURVAS Y CODOS DE 90° CON BRIDAS O CON EXTREMOS PARA SOLDAR A TOPE



r/d	K	r/d	K
1	20 f_T	8	24 f_T
1.5	14 f_T	10	30 f_T
2	12 f_T	12	34 f_T
3	12 f_T	14	38 f_T
4	14 f_T	16	42 f_T
6	17 f_T	20	50 f_T

El coeficiente de resistencia K_{BL} , para curvas que no sean de 90° puede determinarse con la fórmula:

$$K_B = (n - 1) \left(0.25 \pi f_T \frac{r}{d} + 0.5 K \right) + K$$

n = número de curvas de 90°

K = coeficiente de resistencia para una curva de 90° (según tabla)

CURVAS DE 180° DE RADIO CORTO



$K = 50 f_T$

CODOS ESTÁNDAR

90°

45°

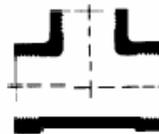


$K = 30 f_T$



$K = 16 f_T$

CONEXIONES ESTÁNDAR EN "T"



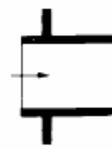
Flujo directo $K = 20 f_T$

Flujo desviado a 90° . . . $K = 60 f_T$

ENTRADAS DE TUBERÍA

Con resalte hacia el interior

A tope



$K = 0.78$

r/d	K
0.00*	0.5
0.02	0.28
0.04	0.24
0.06	0.15
0.10	0.09
0.15 y más	0.04

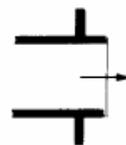
*de cantos vivos



Véanse los valores de K en la tabla

SALIDAS DE TUBERÍA

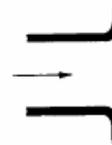
Con resalte De cantos vivos Redondeada



$K = 1.0$



$K = 1.0$



$K = 1.0$

Anexos B

Tabla B.1 Parámetros operacionales introducidos en el simulador Pipephase para el lateral de 26”.

Tabla B.2 Parámetros operacionales introducidos en el simulador Pipephase para el lateral de 36”.

Figura B.1 Perfil topográfico del lateral de 24”.

Figura B.2 Perfil topográfico del lateral de 26”.

Figura B.3 Perfil topográfico del lateral de 36”.

Figura B.4 Montaje las estaciones de descarga al lateral de 24” hasta el Patio Tanque Oficina. (PTO)

Tabla B.4 Distancia vs Elevaciones en cada tramo de tuberías del lateral de 24”.

Figura B.5 Montaje las estaciones de descarga al lateral de 26” hasta el Patio Tanque Oficina. (PTO)

Tabla B.5 Distancia vs Elevaciones en cada tramo de tuberías del lateral de 26”.

Figura B.6 Montaje las estaciones de descarga al lateral de 36” hasta el Patio Tanque Oficina. (PTO)

Tabla B.6 Distancia vs Elevaciones en cada tramo de tuberías del lateral de 36”.

Figura B.7 Propiedades estimadas en el Patio Tanque Oficina para el lateral de 26”.

Tabla B.7 Parámetros operacionales del lateral de 24” analizados en el tramo L023

Tabla B.8 Parámetros operacionales del lateral de 24” analizados en el tramo L038

Tabla B.9 Parámetros operacionales del lateral de 24” analizados en el tramo L055

Tabla B.10 Parámetros operacionales del lateral de 24” analizados en el tramo L070

Tabla B.11 Parámetros operacionales del lateral de 24” analizados en el tramo L072

Figura B.10 Perfiles de presión en el lateral de 36” en cada tramo de interconexión de las estaciones.

Figura B.11 Perfiles de temperaturas en el lateral de 26” en cada tramo de interconexión de las estaciones.

Figura B.12 Perfiles de temperaturas en el lateral de 36” en cada tramo de interconexión de las estaciones.

Figura B.13 Variaciones de flujo (Bls/día) en el lateral de 26” en cada tramo de interconexión de las estaciones.

Tabla B.12 Parámetros operacionales del lateral de 26” analizados en el tramo L032.

Tabla B.13 Parámetros operacionales del lateral de 26” analizados en el tramo L055.

Tabla B.14 Parámetros operacionales del lateral de 26” analizados en el tramo L132.

Tabla B.15 Parámetros operacionales del lateral de 26” analizados en el tramo L068.

Tabla B.16 Parámetros operacionales del lateral de 26” analizados en el tramo L127.

Tabla B.17 Parámetros operacionales del lateral de 26” analizados en el tramo L125.

Tabla B.18 Parámetros operacionales del lateral de 26” analizados en el tramo L129.

Tabla B.19 Parámetros operacionales del lateral de 26” analizados en el tramo L006.

Tabla B.20 Parámetros operacionales del lateral de 26” analizados en el tramo L003.

Tabla B.21 Parámetros operacionales del lateral de 36” analizados en el tramo L020.

Tabla B.22 Parámetros operacionales del lateral de 36” analizados en el tramo L034.

Tabla B.23 Parámetros operacionales del lateral de 36” analizados en el tramo L048.

Tabla B.24 Parámetros operacionales del lateral de 36” analizados en el tramo L071.

Tabla B.25 Parámetros operacionales del lateral de 36” analizados en el tramo L086.

Tabla B.26 Parámetros operacionales del lateral de 36” analizados en el tramo L089.

**Tabla B.1 Parámetros Operacionales Introducidos En El Simulador
Pipephase Para El Lateral De 26”.**

Instal.	Mes	Barriles Netos/día	Barriles Brutos/día	°API
My-20	Febrero	82028,96	85594,8	17,2
OF-16	Febrero	2230,26	2322,48	16,9
YO-06	Febrero	1983,56	1998,33	15,8
AR-03	Febrero	3822	3856,11	16,30
AR-04	Febrero	12560,89	13132,64	16,4
OF-18	Febrero	2508,25	2520,11	19,5
ADA-05	Febrero	2031,62	2078,29	17,3
OR-02	Febrero	29531,46	29709,39	15,4
Instal.	Mes	Diámetro de succión	Diámetro de descarga	Presión succión
My-20	Febrero	12" Ced. 40	12" Ced. 40	43 Psi
OF-16	Febrero	10" Ced. 40	10" Ced. 40	35 Psi
YO-06	Febrero	12" Ced. 40	12" Ced. 40	30 Psi
AR-03	Febrero	8" Ced. 40	10" Ced. 40	40 Psi
AR-04	Febrero	12" Ced. 40	14" Ced. 40	50 Psi
OF-18	Febrero	10" Ced. 40	10" Ced. 40	35 Psi
ADA-05	Febrero	8" Ced. 40	10" Ced. 40	30 Psi
OR-02	Febrero	12" Ced. 40	10" Ced. 40	50 Psi
Instal.	Mes	% AYS	Temperatura (°F)	Gravedad específica del agua
My-20	Febrero	0,7	131,21	1,00
OF-16	Febrero	0,6	115,6	1,00
YO-06	Febrero	0,8	115,6	1,00
AR-03	Febrero	0,6	121,3	1,00
AR-04	Febrero	0,4	122,46	1,00
OF-18	Febrero	0,4	114,93	1,00
ADA-05	Febrero	0,6	112,07	1,00
OR-02	Febrero	0,7	83,96	1,00
Instal.	Mes	Presión de descarga	Longitud de succión	Longitud de descarga
My-20	Febrero	620 Psi	0,3 Km	5.5 Km
OF-16	Febrero	400 Psi	0,1 Km	13 Km
YO-06	Febrero	390 Psi	0,1 Km	13 Km
AR-03	Febrero	470 Psi	0,1 Km	13 Km
AR-04	Febrero	460 Psi	0,1 Km	13 Km
OF-18	Febrero	450 Psi	0,1 Km	17 Km
ADA-05	Febrero	500 Psi	0,1 Km	22 Km
OR-02	Febrero	500 Psi	0,1 Km	1.5 Km

Tabla B.2 Parámetros Operacionales Introducidos En El Simulador Pipephase Para El Lateral De 36”.

Instal.	Mes	Barriles Netos/día	Barriles Brutos/día	°API
BA-03	Febrero	1796,71	1810,29	16,1
BA-04	Febrero	23748,93	24699,14	16,5
BA-05	Febrero	37002,08	38605,32	16,3
BA-06	Febrero	15251,68	15391,89	16,6
BA-08	Febrero	4049,48	4072,52	16,3
BA-10	Febrero	118483,07	123705,39	16,10
Instal.	Mes	Diámetro de succión	Diámetro de descarga	Presión succión
BA-03	Febrero	8" Ced. 40	8" Ced. 40	35 Psi
BA-04	Febrero	10" Ced. 40	8" Ced. 40	35 Psi
BA-05	Febrero	10" Ced. 40	8" Ced. 40	50 Psi
BA-06	Febrero	8" Ced. 40	8" Ced. 40	43 Psi
BA-08	Febrero	10" Ced. 40	10" Ced. 40	30 Psi
BA-10	Febrero	12" Ced. 40	18" Ced. 40	60 Psi
Instal.	Mes	% AYS	Temperatura (°F)	Gravedad específica del agua
BA-03	Febrero	0,8	125,0	1,00
BA-04	Febrero	0,6	126,32	1,00
BA-05	Febrero	0,6	133,26	1,00
BA-06	Febrero	0,90	126,96	1,00
BA-08	Febrero	0,6	126,96	1,00
BA-10	Febrero	0,7	136,32	1,00
Instal.	Mes	Presión de descarga	Longitud de succión	Longitud de descarga
BA-03	Febrero	390 Psi	0.1 Km	4,0 Km
BA-04	Febrero	473 Psi	0.1 Km	4,0 Km
BA-05	Febrero	471 Psi	0.1 Km	3,0 Km
BA-06	Febrero	399 Psi	0.1 Km	4,0 Km
BA-08	Febrero	501 Km	0.1 Km	13,5 Km
BA-10	Febrero	501 Psi	0.1 Km	5,0 Km

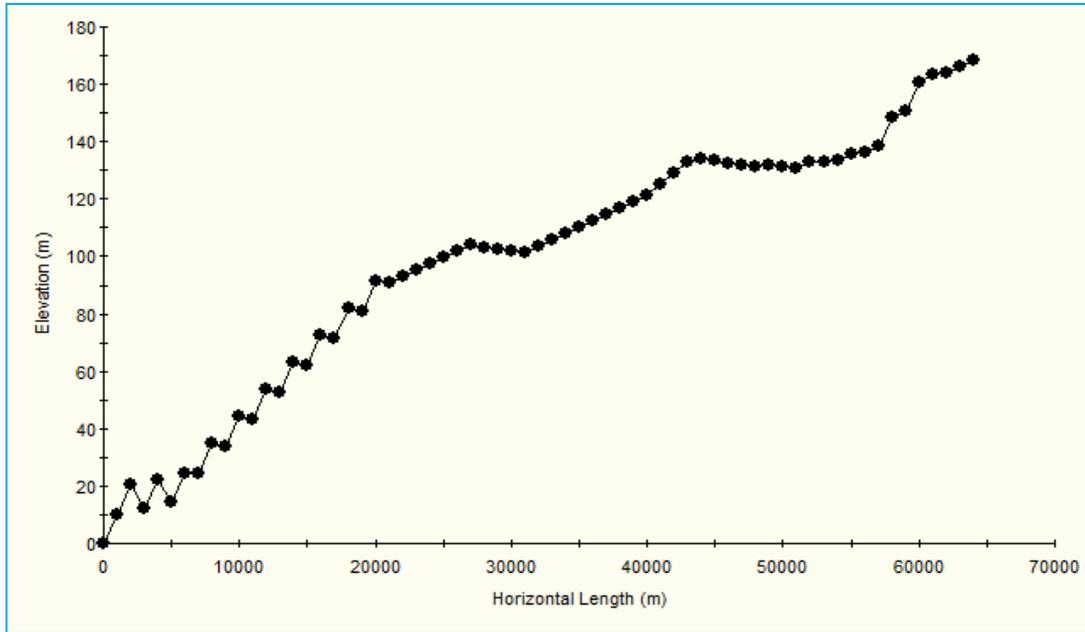


Figura B.1 Perfil Topográfico Del Lateral De 24''

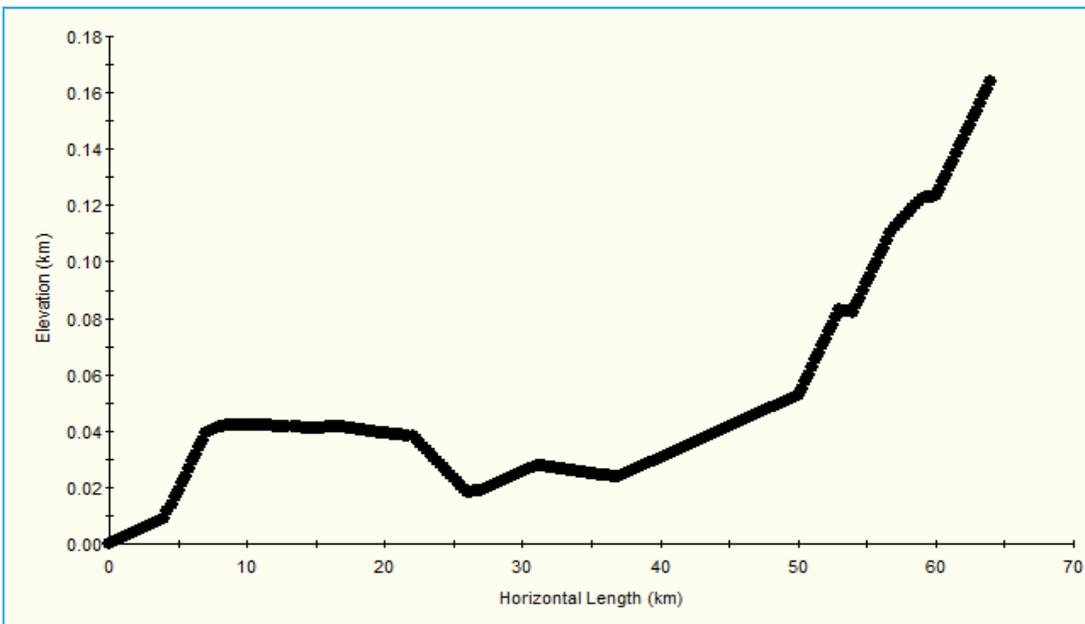


Figura B.2 Perfil Topográfico Del Lateral De 26''.

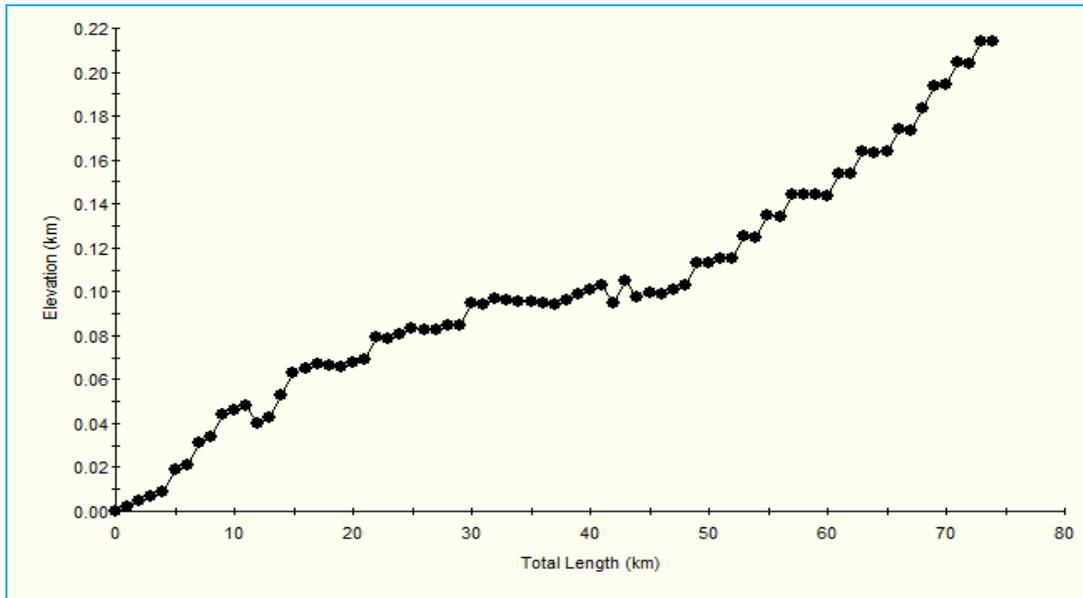


Figura B.3 Perfil Topográfico Del Lateral De 36”.

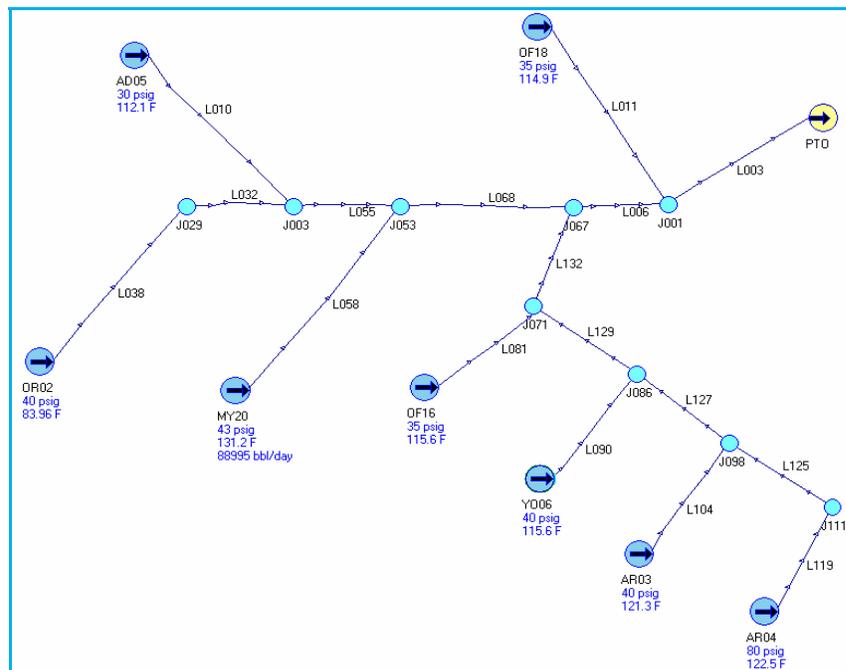


Figura B.5 Montaje Las Estaciones De Descarga Al Lateral De 26” Hasta El Patio Tanque Oficina. (Pto)

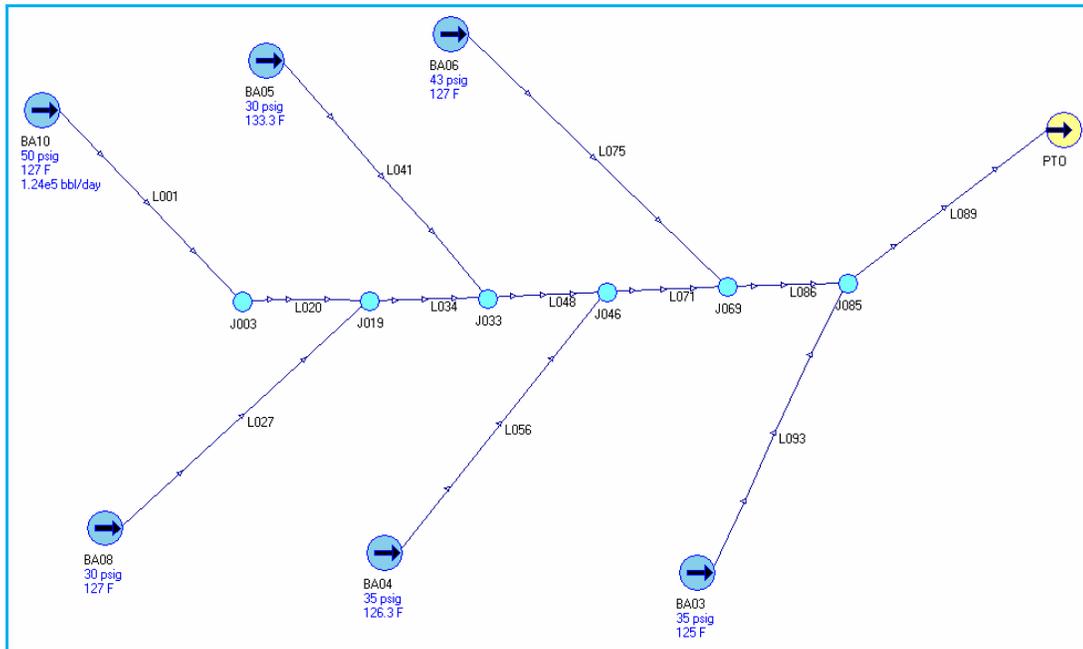


Figura B.6 Montaje Las Estaciones De Descarga Al Lateral De 36” Hasta El Patio Tanque Oficina. (Pto)

Sink Name	Short Name
PTO	PTO
<input type="checkbox"/> Injection Well	
Mandatory Data	
Pressure	
<input type="radio"/> Fixed	<input type="text"/> psig
<input checked="" type="radio"/> Estimated	80 psig
Liquid Standard Flowrate	
<input type="radio"/> Fixed	<input type="text"/> bbl/day
<input checked="" type="radio"/> Estimated	1.517e+00! bbl/day
<input type="checkbox"/> Disable Sink	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Help"/>	

Figura B.7 Propiedades Estimadas En El Patio Tanque Oficina Para El Lateral De 26”.

Sink Name	Short Name
<input type="text" value="PTO"/>	PTO
<input type="checkbox"/> Injection Well	
Mandatory Data	
Pressure	
<input type="radio"/> Fixed	<input type="text"/> psig
<input checked="" type="radio"/> Estimated	<input type="text" value="80"/> psig
Liquid Standard Flowrate	
<input type="radio"/> Fixed	<input type="text"/> bbl/day
<input checked="" type="radio"/> Estimated	<input type="text" value="2.080e+009"/> bbl/day
<input type="checkbox"/> Disable Sink	
<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Cancel"/> <input type="button" value="Help"/>

Figura B.8 Propiedades Estimadas En El Patio Tanque Oficina Para El Lateral De 36”.

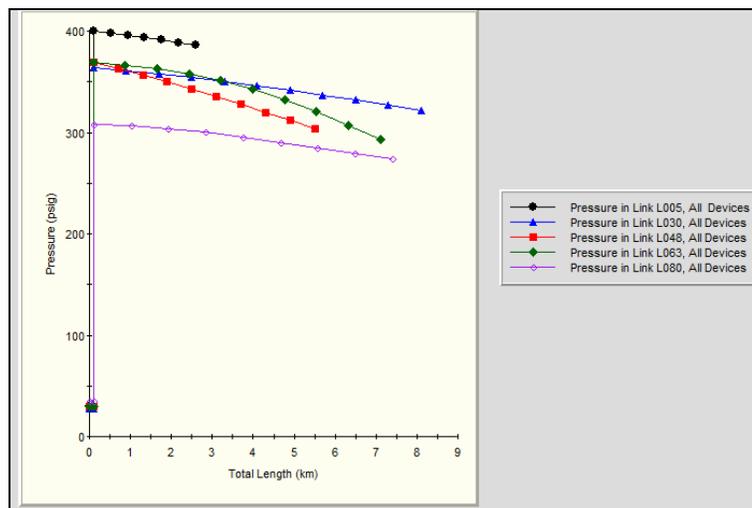


Figura B.9. Perfil De Presión En Las Tuberías De Descarga Hasta El Lateral De 24” De Las Diferentes Estaciones.

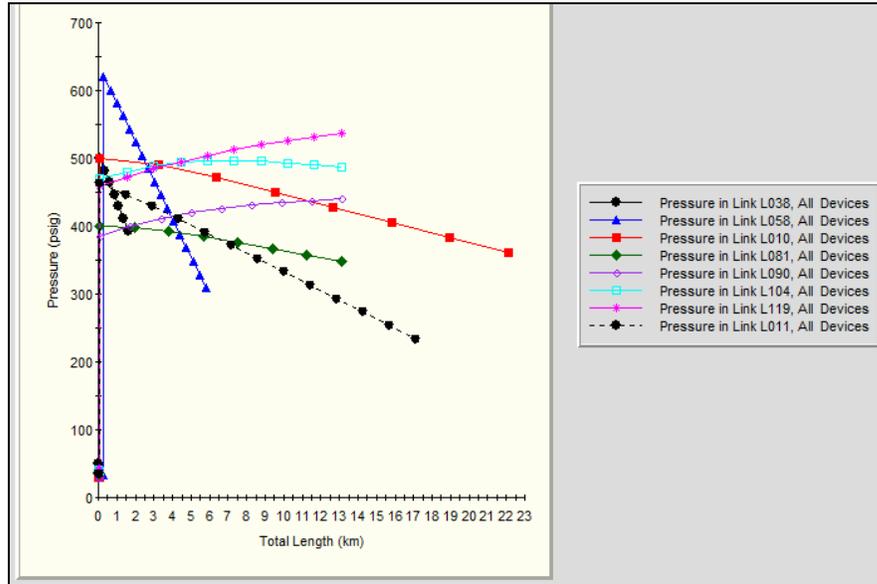


Figura B.10 Perfil De Presión En Las Tuberías De Descarga Hasta El Lateral De 26" De Las Diferentes Estaciones.

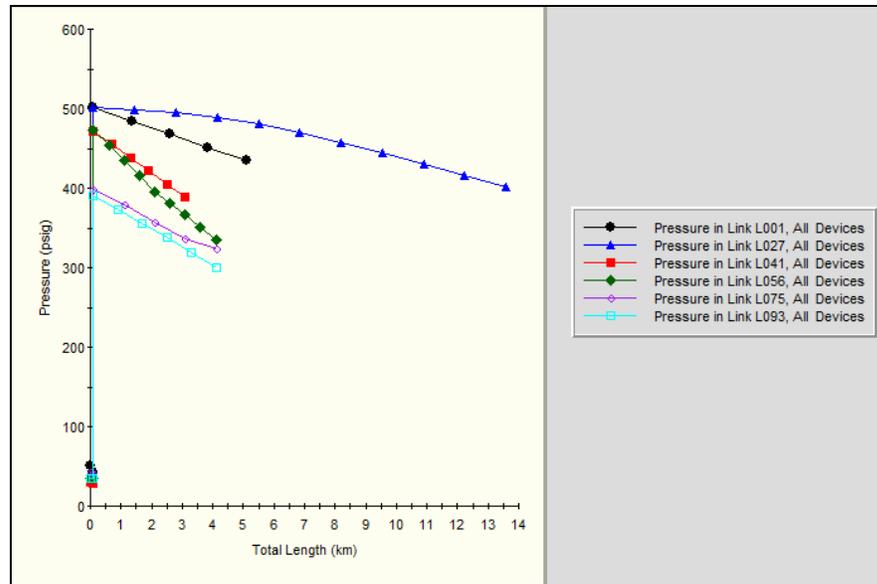


Figura B.11 Perfil De Presión En Las Tuberías De Descarga Hasta El Lateral De 36" De Las Diferentes Estaciones.

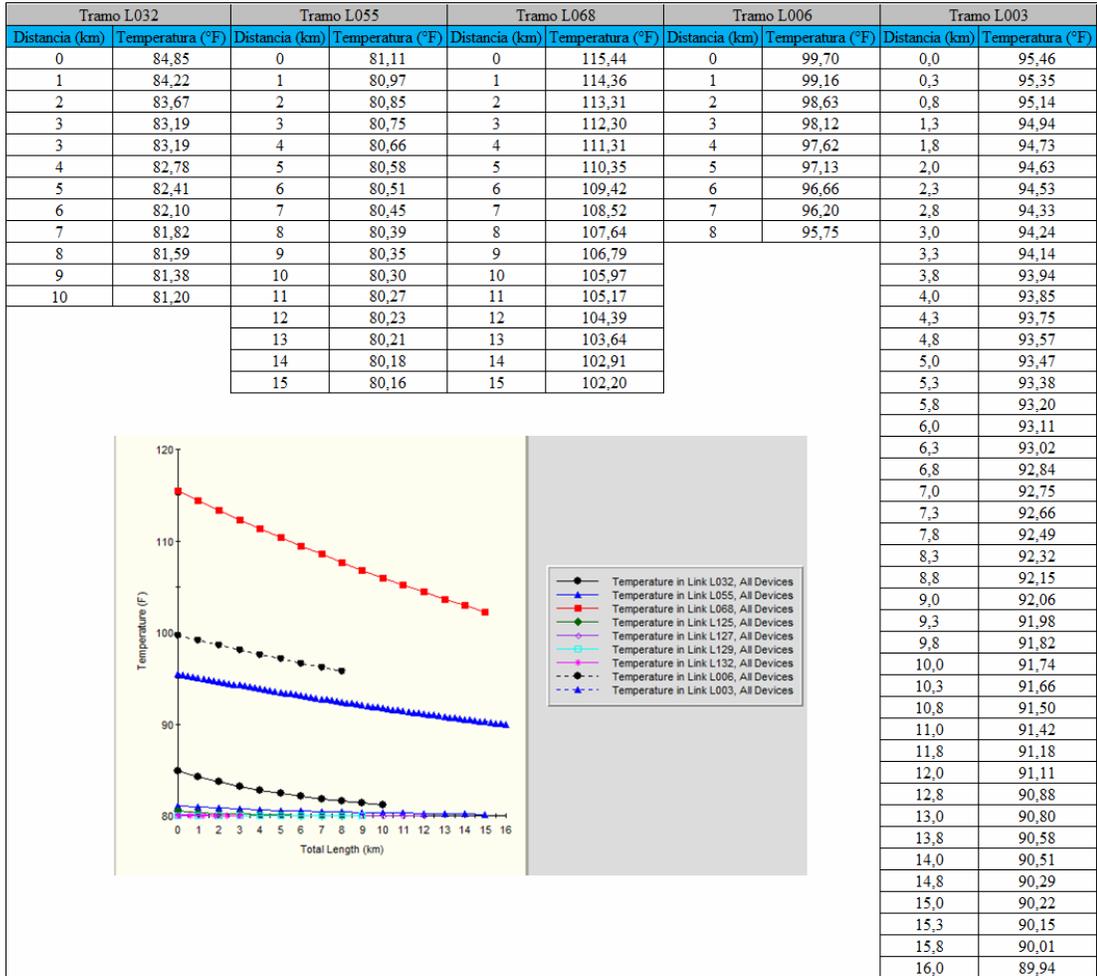


Figura B.12 Perfiles De Temperaturas En El Lateral De 26” En Cada Tramo De Interconexión De Las Estaciones.

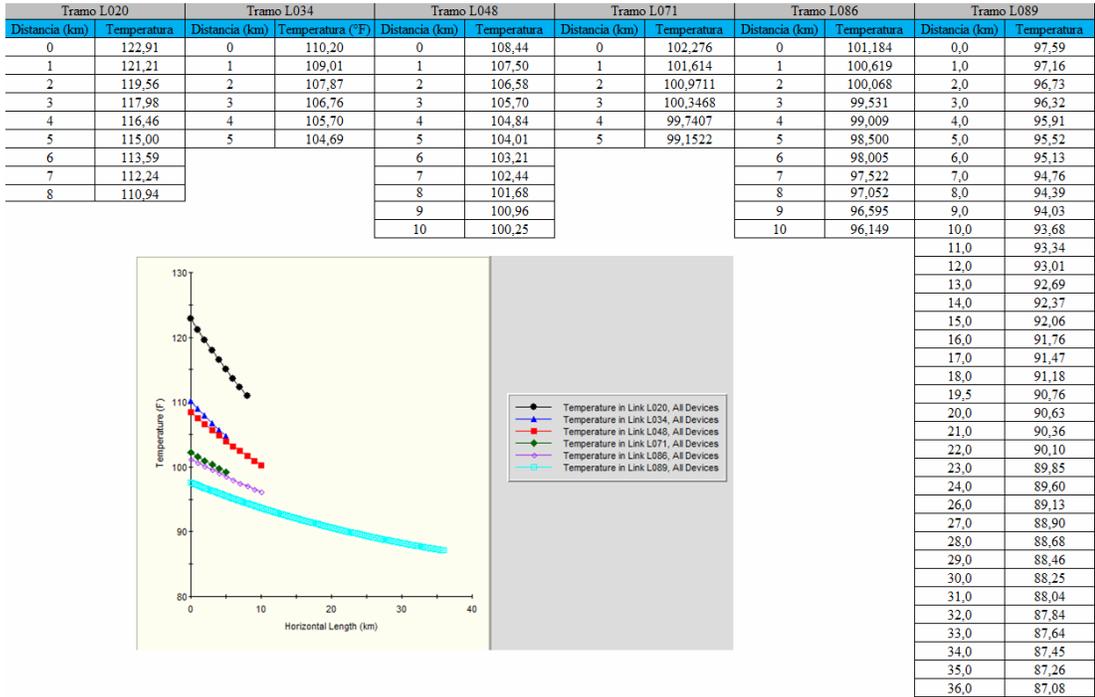


Figura B.13 Perfiles De Temperaturas En El Lateral De 36” En Cada Tramo De Interconexión De Las Estaciones.

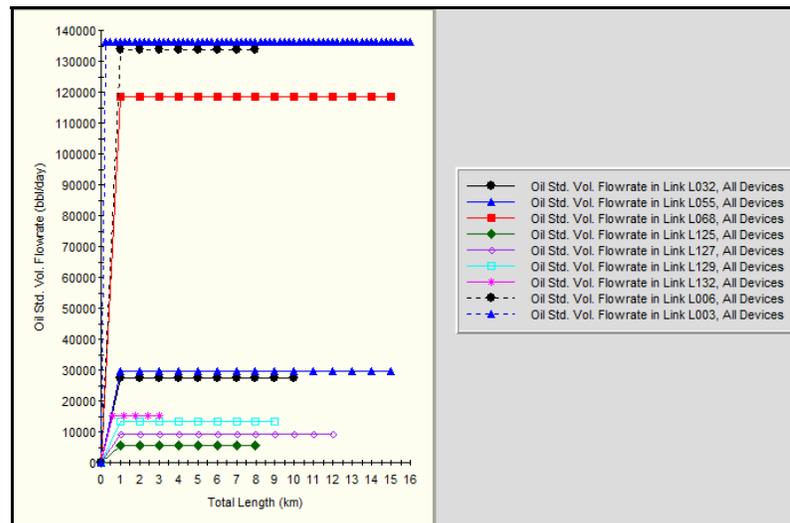


Figura B.14 Variaciones De Flujo (Bls/Día) En El Lateral De 26” En Cada Tramo De Interconexión De Las Estaciones.

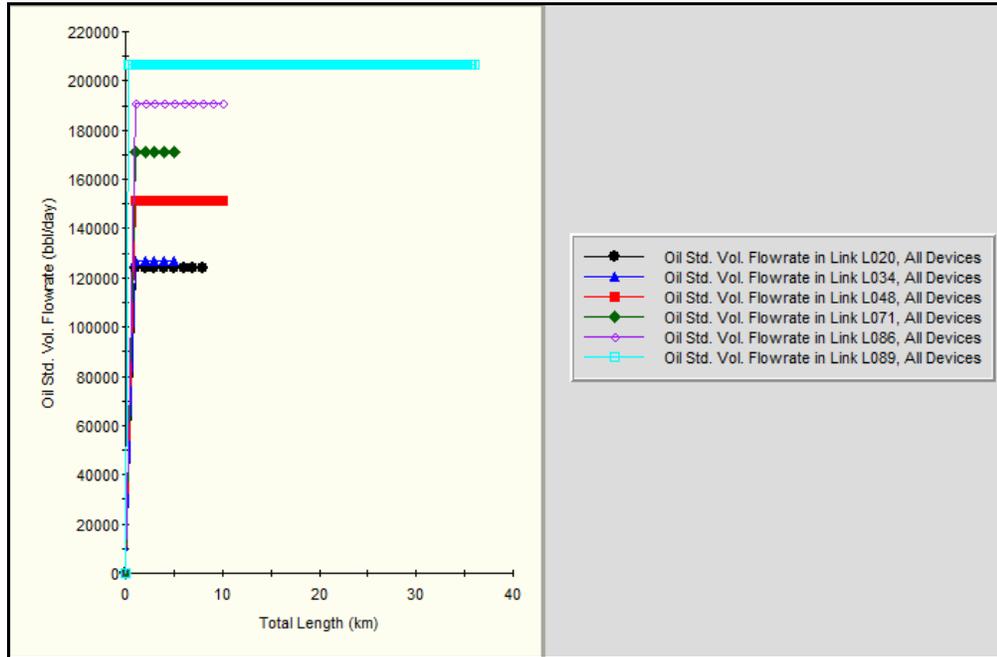


Figura B.15 Variaciones De Flujo (Bls/Día) En El Lateral De 36” En Cada Tramo De Interconexión De Las Estaciones.

Anexos C

Tabla C.1 Propiedades del fluido para cada tramo de tubería del lateral de 26"

Tabla C.2 Propiedades del fluido para cada tramo de tubería del lateral de 36"

Tabla C.3 Caídas de presión en la tubería de descarga de la estación Le-13.

Tabla C.4 Caídas de presión en el tramo L023 del lateral de 24".

Tabla C.5 Caídas de presión en el tramo L038 del lateral de 24".

Tabla C.6 Caídas de presión en el tramo L055 del lateral de 24".

Tabla C.7 Caídas de presión en el tramo L070 del lateral de 24".

Tabla C.8 Caídas de presión en el tramo L072 del lateral de 24".

Tabla C.9 Caídas de presión en el tramo L072 del lateral de 24".
(Continuación)

Tabla C.10 Caídas de presión en la tubería de descarga de la estación Or-02.

Tabla C.11 Caídas de presión en el tramo L032 del lateral de 26".

Tabla C.12 Caídas de presión en el tramo L005 del lateral de 26".

Tabla C.13 Caídas de presión en el tramo L005 del lateral de 26".

(Continuación)

Tabla C.14 Caídas de presión en el tramo L068 del lateral de 26".

Tabla C.15 Caídas de presión en el tramo L006 del lateral de 26".

Tabla C.16 Caídas de presión en el tramo L003 del lateral de 26".

Tabla C.17 Caídas de presión en la tubería de descarga de la estación Ba-10

Tabla C.18 Caídas de presión en el tramo L020 del lateral de 36".

Tabla C.19 Caídas de presión en el tramo L020 del lateral de 36".

(Continuación)

Tabla C.20 Caídas de presión en el tramo L034 del lateral de 36".

Tabla C.21 Caídas de presión en el tramo L048 del lateral de 36".

Tabla C.22 Caídas de presión en el tramo L071 del lateral de 36".

Tabla C.23 Caídas de presión en el tramo L089 del lateral de 36".

Tabla C.24 Caídas de presión en el tramo L089 del lateral de 36".

(Continuación)

Figura C.1 Caída de presión de la estación de descarga Or-02 hasta el lateral de 26".

Figura C.2 Caída de presión de la estación de descarga Ba-10 hasta el lateral de 36".

Tabla C.1 Propiedades Del Fluido Para Cada Tramo De Tubería Del Lateral De 26"

Propiedades	Tramo L038	Tramo L032	Tramo L055	Tramo L068	Tramo L006	Tramo L003
Caudal (pie ³ /s)	1,7705	1,7705	1,9194	7,7026	8,6918	8,8606
Velocidad (Pie/s)	*3,3295	*0,5041	*0,5465	*2,1931	*2,474	*2,5228
Densidad (Lb/pie ³)	59,6727	60,5877	59,7803	58,2625	58,486	58,6504
Viscosidad (Lb/pie.s)	0,72359	1,15623	0,75356	0,9875	0,9827	0,9769
Díametro interno (pie)	0,82283	2,1147	2,1147	2,1147	2,1147	2,1147
Reynold	*225,932	*55,859	*91,678	*273,622	*311,449	*320,305
Factor de fanning	*0,0708	*0,2864	*0,1745	*0,0585	*0,0513	*0,0499
Longitud (pie)	5.249,34	32.808,39	82.020,9	131.233,5	157.480	209.974
Factor de fricción (pie ² /seg ²)	*1.016,9	*2.258,42	*4.043,1	*34.905,62	*46.858	*63.132
Altura "Z1" (pie)	0	0	0	0	0	0
Altura "Z2" (pie)	80,152	144,54	68,89	134,55	164,04	524,93
Velocidad <V1> pie/s	*3,3295	*0,5041	*0,5465	*2,1499	*2,4174	*2,4569
Velocidad <V2> pie/s	*3,3295	*0,5041	*0,5465	*2,1499	*2,4174	*2,4569
Presión inicial (Lb-f/pie ²)	71.086,9	66.426,19	61.179,9	35.859,8	31.668,1	12.935,1
Presión final (psi)	*492,5	*460,7	*424,3	*245,6	*215,4	*82,8
Presión (Psi) "simulador"	473,429	442,931	407,183	244,58	212,0498	79,7
Porcentaje de error (%)	4,03	4,00	4,20	0,42	1,60	3,88
Longitud de tramos (Km)	1,6	10	25	40	47	64

Leyenda

*: Resultados de los cálculos hidráulicos.

Tabla C.2 Propiedades Del Fluido Para Cada Tramo De Tubería Del Lateral De 36"

Propiedades	Tramo L001	Tramo L020	Tramo L048	Tramo L071	Tramo L086	Tramo L089
Caudal (pie ³ /s)	8,039	8,039	8,246	11,108	12,396	13,427
Velocidad (Pie/s)	*5,175	*1,182	*1,212	*1,633	*1,823	*1,974
Densidad (Lb/pie ³)	58,539	58,500	58,529	58,709	58,602	59,666
Viscosidad (Lb/pie.s)	0,944	0,113	0,576	0,597	0,354	0,203
Díametro interno (pie)	1,406	2,943	2,943	2,943	2,943	2,943
Reynold	*451,39	*1.807,6	*362,32	*472,31	*889,102	*1.709,2
Factor de fanning	*0,008	*0,004	*0,044	*0,034	*0,018	*0,009
Longitud (pie)	16732,3	26246,7	42650,9	91863,5	124671,9	242782,2
Factor de fricción (pie ² /seg ²)	*5.213,5	*109,0	*1.881,9	*5.641,8	*5.065,7	*6.020,6
Altura "Z1" (pie)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Altura "Z2" (pie)	126,654	108,268	141,076	264,108	324,803	684,753
Velocidad <V1> pie/s	*5,175	*1,182	*1,212	*1,633	*1,823	*1,974
Velocidad <V2> pie/s	*5,175	*1,182	*1,212	*1,633	*1,823	*1,974
Presión inicial (Lb-f/pie ²)	71052,8	68015,7	64176,7	55905,0	50211,5	12244,2
Presión final (psi)	*492,61	*472,02	*445,11	*386,98	*347,33	*82,52
Presión (Psi) "simulador"	475,435	453,990	428,684	373,579	335,178	79,800
Porcentaje de error (%)	3,61	3,97	3,83	3,59	3,62	3,41
Longitud de tramos (Km)	5,10	8,0	13,0	28,0	38,0	74,0

Legenda

*: Resultados de los cálculos hidráulicos.

Tabla C.3 Caídas De Presión En La Tubería De Descarga De La Estación Le-13.

Tramo L005	Cálculos	Simulador	Propiedades									
			Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Díametro interno (Di)	Factor de fanning (f)
0,517	399,972	398,459	0,232	0,298	58,735	0,071	246,595	0,995	0,065	1696,194	19,659	0,380
0,725	399,936	397,430	0,232	0,298	58,744	0,141	123,870	0,995	0,129	2378,609	54,882	0,631
0,933	399,928	397,413	0,232	0,298	58,753	0,211	82,717	0,995	0,193	3061,024	105,766	0,633
1,15	399,882	396,789	0,232	0,298	58,762	0,281	62,094	0,995	0,258	3772,966	173,663	0,779
1,35	399,862	395,413	0,232	0,298	58,771	0,351	49,705	0,995	0,322	4429,134	254,677	1,125
1,55	399,805	394,896	0,232	0,298	58,780	0,421	41,440	0,995	0,386	5085,302	350,730	1,243
1,767	399,771	394,179	0,232	0,298	58,789	0,491	35,533	0,995	0,450	5797,244	466,299	1,419
1,95	399,699	391,430	0,232	0,298	58,798	0,561	31,101	0,995	0,514	6397,638	587,920	2,112
2,183	399,647	388,741	0,232	0,298	58,807	0,631	27,653	0,995	0,579	7162,073	740,234	2,805
2,35	399,550	387,845	0,232	0,298	58,816	0,701	24,894	0,995	0,643	7709,974	885,178	3,018
2,6	399,477	386,047	0,232	0,298	58,825	0,771	22,636	0,995	0,707	8530,184	1077,027	3,479

Tabla C.4 Caídas De Presión En El Tramo L023 Del Lateral De 24”.

Tramo L023	Cálculos	Simulador	Propiedades									
			Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)
1,000	385,905	382,810	0,234	0,084	59,638	0,025	383,226	1,886	0,042	3270,111	1,016	0,809
2,000	385,716	381,210	0,234	0,084	59,639	0,034	280,519	1,886	0,057	6540,222	2,777	1,182
3,000	385,603	379,540	0,234	0,084	59,640	0,043	221,230	1,886	0,072	9810,334	5,281	1,597
4,000	385,394	378,120	0,234	0,084	59,641	0,052	182,631	1,886	0,088	13080,445	8,530	1,924
5,000	385,251	377,134	0,234	0,084	59,642	0,061	155,501	1,886	0,103	16350,556	12,523	2,152
6,000	385,014	376,351	0,234	0,084	59,643	0,070	135,390	1,886	0,118	19620,667	17,259	2,302
7,000	384,766	375,924	0,234	0,084	59,643	0,079	119,885	1,886	0,133	22890,778	22,740	2,352
8,000	384,405	374,109	0,234	0,084	59,644	0,088	107,567	1,886	0,149	26160,889	28,965	2,752
9,000	384,099	373,736	0,234	0,084	59,645	0,097	97,544	1,886	0,164	29431,001	35,934	2,773
10,000	383,670	372,101	0,234	0,084	59,646	0,106	89,231	1,886	0,179	32701,112	43,646	3,109
11,000	383,269	371,209	0,234	0,084	59,647	0,115	82,223	1,886	0,195	35971,223	52,103	3,249
12,000	382,838	370,383	0,234	0,084	59,648	0,124	76,236	1,886	0,210	39241,334	61,303	3,307
13,000	382,435	369,078	0,234	0,084	59,649	0,133	71,062	1,886	0,225	42511,445	71,247	3,619
14,000	381,880	368,310	0,234	0,084	59,650	0,142	66,546	1,886	0,240	45781,557	81,935	3,684
15,000	381,343	368,750	0,234	0,084	59,651	0,151	62,569	1,886	0,256	49051,668	93,366	3,415
16,000	380,672	369,180	0,234	0,084	59,652	0,160	59,041	1,886	0,271	52321,779	105,542	3,113
17,000	380,019	369,620	0,234	0,084	59,652	0,169	55,890	1,886	0,286	55591,890	118,461	2,814
18,000	379,252	370,050	0,234	0,084	59,653	0,178	53,058	1,886	0,302	58862,001	132,123	2,487
19,000	378,502	370,480	0,234	0,084	59,654	0,187	50,500	1,886	0,317	62132,112	146,529	2,165
20,000	377,637	370,920	0,234	0,084	59,655	0,196	48,177	1,886	0,332	65402,224	161,679	1,811
21,000	376,790	371,350	0,234	0,084	59,656	0,205	46,058	1,886	0,347	68672,335	177,572	1,465
22,000	375,904	365,420	0,234	0,084	59,657	0,214	44,118	1,886	0,363	71942,446	194,209	2,869
23,000	374,959	362,756	0,234	0,084	59,658	0,223	42,335	1,886	0,378	75212,557	211,589	3,364
23,500	374,008	363,190	0,234	0,084	59,659	0,232	40,690	1,886	0,393	78482,668	229,927	2,978
24,000	373,051	360,169	0,234	0,084	59,660	0,241	39,168	1,886	0,408	81752,779	249,994	3,577
24,500	372,088	359,289	0,234	0,084	59,661	0,250	37,756	1,886	0,424	85022,891	271,718	3,562
25,000	371,120	358,956	0,234	0,084	59,661	0,259	36,443	1,886	0,439	88293,002	295,170	3,389
25,500	370,134	357,134	0,234	0,084	59,662	0,268	35,218	1,886	0,454	91563,113	320,466	3,640
26,000	369,144	356,125	0,234	0,084	59,663	0,277	34,072	1,886	0,470	94833,224	347,612	3,656
26,500	368,151	355,893	0,234	0,084	59,664	0,286	32,999	1,886	0,485	98103,336	376,666	3,444
27,000	367,148	354,183	0,234	0,084	59,665	0,295	31,991	1,886	0,500	101373,447	408,129	3,661
27,500	366,166	352,236	0,234	0,084	59,666	0,304	31,043	1,886	0,515	104643,558	442,606	3,955
28,000	365,189	351,845	0,234	0,084	59,667	0,313	30,150	1,886	0,531	107913,669	480,687	3,792
28,500	364,217	350,120	0,234	0,084	59,668	0,322	29,307	1,886	0,546	111183,780	522,974	4,026
29,000	363,247	349,235	0,234	0,084	59,669	0,331	28,509	1,886	0,561	114453,891	570,964	4,012
29,500	362,529	348,902	0,234	0,084	59,670	0,340	27,754	1,886	0,576	117724,003	625,960	3,906
30,000	361,545	348,008	0,234	0,084	59,670	0,349	27,038	1,886	0,592	121000,114	688,677	3,890
30,500	360,556	347,986	0,234	0,084	59,671	0,358	26,358	1,886	0,607	124280,225	759,819	3,612
31,000	359,559	347,190	0,234	0,084	59,672	0,367	25,711	1,886	0,622	127570,336	839,994	3,563
31,500	358,566	346,846	0,234	0,084	59,673	0,376	25,095	1,886	0,638	130880,447	929,911	3,379
32,000	357,519	346,079	0,234	0,084	59,674	0,385	24,508	1,886	0,653	134210,558	1030,288	3,306
32,500	356,463	345,167	0,234	0,084	59,675	0,394	23,948	1,886	0,668	137560,669	1142,832	3,273
33,000	355,403	344,979	0,234	0,084	59,676	0,403	23,413	1,886	0,683	140930,780	1268,269	3,022
33,500	354,329	343,948	0,234	0,084	59,677	0,412	22,902	1,886	0,699	144320,891	1407,417	3,018
34,000	353,246	342,170	0,234	0,084	59,678	0,421	22,412	1,886	0,714	147730,999	1560,994	3,237
34,500	352,159	341,280	0,234	0,084	59,679	0,430	21,943	1,886	0,729	151160,110	1730,732	3,188
35,000	351,063	340,432	0,234	0,084	59,679	0,439	21,493	1,886	0,744	154610,221	1917,469	3,123
35,500	349,175	339,170	0,234	0,084	59,680	0,448	21,061	1,886	0,760	158080,332	2123,066	2,950
36,000	348,046	338,250	0,234	0,084	59,681	0,457	20,646	1,886	0,775	161570,443	2348,463	2,896
36,500	346,902	337,943	0,234	0,084	59,682	0,466	20,247	1,886	0,790	165080,554	2594,610	2,651
37,000	345,751	335,930	0,234	0,084	59,683	0,475	19,863	1,886	0,805	168610,665	2862,467	2,923
37,500	344,588	332,145	0,234	0,084	59,684	0,484	19,494	1,886	0,821	172160,776	3163,864	3,746
38,000	343,386	331,143	0,234	0,084	59,685	0,493	19,138	1,886	0,836	175730,887	3500,861	3,697

Tabla C.5 Caídas De Presión En El Tramo L038 Del Lateral De 24”.

Tramo L038	Cálculos	Simulador	Propiedades									
Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)	Factor de fricción (Ft)	% Desviación
39,000	329,861	321,124	0,405	0,145	67,080	0,073	249,708	1,886	0,064	127952,756	182,873	2,721
40,000	328,544	320,156	0,405	0,145	67,089	0,163	112,227	1,886	0,143	131233,596	417,331	2,620
41,000	327,149	318,254	0,405	0,145	67,098	0,253	72,385	1,886	0,221	134514,436	663,213	2,795
42,000	325,675	315,256	0,405	0,145	67,107	0,343	53,424	1,886	0,299	137795,276	920,517	3,305
42,250	323,874	312,398	1,405	0,503	67,116	0,433	146,898	1,886	0,109	138615,486	4054,376	3,673
42,750	321,601	309,869	2,405	0,861	67,125	0,523	208,252	1,886	0,077	140255,906	8479,359	3,786
43,000	318,742	308,249	3,405	1,219	67,134	0,613	251,624	1,886	0,064	141076,115	14149,740	3,404

Tabla C.6 Caídas De Presión En El Tramo L055 Del Lateral De 24”.

Tramo L055	Cálculos	Simulador	Propiedades									
Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)	Factor de fricción (Ft)	% Desviación
44,000	306,754	303,770	0,513	0,184	68,590	0,079	299,090	1,886	0,053	144356,955	276,551	0,982
45,000	305,213	300,400	0,513	0,184	68,680	0,169	140,418	1,886	0,114	147637,795	602,440	1,602
46,000	303,679	300,110	0,513	0,184	68,770	0,259	91,829	1,886	0,174	150918,635	941,679	1,189
47,000	302,117	296,380	0,513	0,184	68,860	0,349	68,268	1,886	0,234	154199,475	1294,214	1,936
48,000	300,548	296,450	0,513	0,184	68,950	0,439	54,358	1,886	0,294	157480,315	1659,995	1,382
49,000	298,927	292,720	0,513	0,184	69,040	0,529	45,176	1,886	0,354	160761,155	2038,968	2,120
50,000	297,252	287,295	0,513	0,184	69,130	0,619	38,663	1,886	0,414	164041,995	2431,084	3,466

Tabla C.7 Caídas De Presión En El Tramo L070 Del Lateral De 24”.

Tramo L070	Cálculos	Simulador	Propiedades									
Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)	Factor de fricción (Ft)	% Desviación
51,000	285,665	288,790	0,664	0,238	75,690	0,089	380,404	1,886	0,042	167322,835	422,294	1,082
51,150	283,987	286,490	0,664	0,238	75,699	0,179	189,407	1,886	0,084	167814,961	850,626	0,874
51,300	282,261	284,190	0,664	0,238	75,708	0,269	126,106	1,886	0,127	168307,087	1281,361	0,679
51,500	280,491	281,890	0,664	0,238	75,717	0,359	94,523	1,886	0,169	168963,255	1716,164	0,496
51,650	278,671	279,590	0,664	0,238	75,726	0,449	75,595	1,886	0,212	169455,381	2152,120	0,329
51,800	276,803	277,290	0,664	0,238	75,735	0,539	62,985	1,886	0,254	169947,507	2590,476	0,176
52,000	274,887	274,990	0,664	0,238	75,744	0,629	53,983	1,886	0,296	170603,675	3034,150	0,037
52,150	272,923	272,690	0,664	0,238	75,753	0,719	47,233	1,886	0,339	171095,801	3477,721	0,085
52,300	270,903	270,390	0,664	0,238	75,762	0,809	41,985	1,886	0,381	171587,927	3923,690	0,190
52,500	268,813	268,090	0,664	0,238	75,771	0,899	37,788	1,886	0,423	172244,094	4376,224	0,270
52,650	266,660	265,790	0,664	0,238	75,780	0,989	34,354	1,886	0,466	172736,220	4827,403	0,327
52,800	264,450	263,490	0,664	0,238	75,789	1,079	31,493	1,886	0,508	173228,346	5280,976	0,364
53,000	262,177	251,749	0,664	0,238	75,798	1,169	29,072	1,886	0,550	173884,514	5742,362	4,142

Tabla C.8 Caídas De Presión En El Tramo L072 Del Lateral De 24”.

Tramo L072	Cálculos	Simulador	Propiedades									
Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)	Factor de fricción (Ft)	% Desviación
54,000	249,795	248,123	0,763	0,273	79,123	0,064	641,313	1,886	0,025	177165,354	350,011	0,674
54,150	247,839	246,823	0,763	0,273	79,132	0,073	561,831	1,886	0,028	177657,480	400,636	0,412
54,250	246,130	245,523	0,763	0,273	79,141	0,082	499,891	1,886	0,032	177985,564	451,110	0,247
54,350	244,416	244,223	0,763	0,273	79,150	0,091	450,262	1,886	0,036	178313,648	501,755	0,079
54,500	242,692	242,923	0,763	0,273	79,159	0,100	409,606	1,886	0,039	178805,774	553,080	0,095
54,650	240,966	241,623	0,763	0,273	79,168	0,109	375,691	1,886	0,043	179297,900	604,668	0,272
54,750	239,229	240,323	0,763	0,273	79,177	0,118	346,969	1,886	0,046	179625,984	655,921	0,455
54,850	237,483	239,023	0,763	0,273	79,186	0,127	322,332	1,886	0,050	179954,068	707,345	0,644
55,000	235,730	237,723	0,763	0,273	79,195	0,136	300,966	1,886	0,053	180446,194	759,632	0,839
55,250	233,968	236,423	0,763	0,273	79,204	0,145	282,261	1,886	0,057	181266,404	813,654	1,038
55,350	232,189	235,123	0,763	0,273	79,213	0,154	265,748	1,886	0,060	181594,488	865,777	1,248
55,500	230,395	233,823	0,763	0,273	79,222	0,163	251,063	1,886	0,064	182086,614	918,898	1,466
55,650	228,574	232,523	0,763	0,273	79,231	0,172	237,920	1,886	0,067	182578,740	972,283	1,698
55,750	226,736	231,223	0,763	0,273	79,240	0,181	226,086	1,886	0,071	182906,824	1025,011	1,940
55,850	224,885	229,323	0,763	0,273	79,249	0,190	215,376	1,886	0,074	183234,908	1077,910	1,935
56,000	223,018	227,423	0,763	0,273	79,258	0,199	205,638	1,886	0,078	183727,034	1131,992	1,937
56,250	220,953	225,523	0,763	0,273	79,267	0,208	196,743	1,886	0,081	184547,244	1188,449	2,026
56,350	218,896	223,623	0,763	0,273	79,276	0,217	188,588	1,886	0,085	184875,328	1242,044	2,114
56,500	217,019	221,723	0,763	0,273	79,285	0,226	181,084	1,886	0,088	185367,454	1296,959	2,121
56,650	215,136	219,823	0,763	0,273	79,294	0,235	174,156	1,886	0,092	185859,580	1352,135	2,132
56,750	213,247	217,923	0,763	0,273	79,303	0,244	167,739	1,886	0,095	186187,664	1406,335	2,146
56,850	211,350	216,023	0,763	0,273	79,312	0,253	161,780	1,886	0,099	186515,748	1460,706	2,163
57,000	209,449	214,123	0,763	0,273	79,321	0,262	156,231	1,886	0,102	187007,874	1516,577	2,183
57,250	207,535	212,223	0,763	0,273	79,330	0,271	151,052	1,886	0,106	187828,084	1575,463	2,209
57,350	205,596	210,323	0,763	0,273	79,339	0,280	146,205	1,886	0,109	188156,168	1630,528	2,248
57,500	203,639	208,423	0,763	0,273	79,348	0,289	141,661	1,886	0,113	188648,294	1687,231	2,295
57,650	201,669	206,523	0,763	0,273	79,357	0,298	137,392	1,886	0,116	189140,420	1744,196	2,350
57,750	199,681	204,623	0,763	0,273	79,366	0,307	133,374	1,886	0,120	189468,504	1799,864	2,415
57,850	197,682	202,723	0,763	0,273	79,375	0,316	129,584	1,886	0,123	189796,588	1855,702	2,487
58,000	195,669	200,823	0,763	0,273	79,384	0,325	126,005	1,886	0,127	190288,714	1913,360	2,566
58,250	193,632	198,923	0,763	0,273	79,393	0,334	122,619	1,886	0,130	191108,924	1974,669	2,660

Tabla C.9 Caídas De Presión En El Tramo L072 Del Lateral De 24".
(Continuación)

Tramo L072	Cálculos	Simulador	Propiedades									
			Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)
58,350	191,569	197,023	0,763	0,273	79,402	0,343	119,411	1,886	0,134	191437,008	2031,200	2,768
58,500	189,479	195,123	0,763	0,273	79,411	0,352	116,368	1,886	0,137	191929,134	2089,687	2,893
58,650	187,344	192,523	0,763	0,273	79,420	0,361	113,476	1,886	0,141	192421,260	2148,435	2,690
58,750	185,182	189,923	0,763	0,273	79,429	0,370	110,725	1,886	0,145	192749,344	2205,567	2,496
58,850	183,147	187,323	0,763	0,273	79,438	0,379	108,105	1,886	0,148	193077,428	2262,869	2,229
59,000	181,107	184,723	0,763	0,273	79,447	0,388	105,606	1,886	0,152	193369,554	2322,309	1,958
59,250	178,884	182,123	0,763	0,273	79,456	0,397	103,221	1,886	0,155	194389,764	2386,037	1,778
59,350	176,643	179,523	0,763	0,273	79,465	0,406	100,942	1,886	0,159	194717,848	2444,030	1,604
59,500	174,387	176,923	0,763	0,273	79,474	0,415	98,762	1,886	0,162	195209,974	2504,297	1,434
59,650	172,121	174,323	0,763	0,273	79,483	0,424	96,674	1,886	0,166	195702,100	2564,825	1,263
59,750	169,842	171,723	0,763	0,273	79,492	0,433	94,673	1,886	0,169	196030,184	2623,418	1,095
59,850	167,524	169,123	0,763	0,273	79,501	0,442	92,754	1,886	0,172	196358,268	2682,180	0,945
60,000	165,180	166,523	0,763	0,273	79,510	0,451	90,912	1,886	0,176	196850,394	2743,397	0,806
60,250	162,831	163,923	0,763	0,273	79,519	0,460	89,141	1,886	0,179	197670,604	2809,538	0,666
60,350	160,477	161,323	0,763	0,273	79,528	0,469	87,439	1,886	0,183	197998,688	2868,990	0,524
60,500	158,111	158,723	0,763	0,273	79,537	0,478	85,801	1,886	0,186	198490,814	2931,033	0,386
60,650	155,725	156,123	0,763	0,273	79,546	0,487	84,223	1,886	0,190	198982,940	2993,336	0,255
60,750	153,323	153,523	0,763	0,273	79,555	0,496	82,703	1,886	0,193	199311,024	3053,386	0,130
60,850	150,911	150,923	0,763	0,273	79,564	0,505	81,237	1,886	0,197	199639,108	3113,604	0,008
61,000	148,489	148,323	0,763	0,273	79,573	0,514	79,823	1,886	0,200	200131,234	3176,595	0,112
61,150	146,048	145,723	0,763	0,273	79,582	0,523	78,457	1,886	0,204	200623,360	3239,846	0,223
61,250	143,597	143,123	0,763	0,273	79,591	0,532	77,137	1,886	0,207	200951,444	3300,662	0,331
61,350	141,135	140,523	0,763	0,273	79,600	0,541	75,861	1,886	0,211	201279,528	3361,646	0,436
61,500	138,656	137,923	0,763	0,273	79,609	0,550	74,627	1,886	0,214	201771,654	3425,584	0,532
61,650	136,168	135,323	0,763	0,273	79,618	0,559	73,433	1,886	0,218	202263,780	3489,782	0,625
61,750	133,671	132,723	0,763	0,273	79,627	0,568	72,277	1,886	0,221	202591,864	3551,362	0,715
61,850	131,166	130,123	0,763	0,273	79,636	0,577	71,157	1,886	0,225	202919,948	3613,112	0,801
62,000	128,648	127,523	0,763	0,273	79,645	0,586	70,071	1,886	0,228	203412,073	3677,995	0,882
62,150	126,118	124,923	0,763	0,273	79,654	0,595	69,018	1,886	0,232	203904,199	3743,138	0,957
62,250	123,577	122,323	0,763	0,273	79,663	0,604	67,997	1,886	0,235	204396,325	3805,483	1,025
62,450	121,024	119,723	0,763	0,273	79,672	0,613	67,005	1,886	0,239	204888,451	3874,199	1,086
62,350	118,460	117,123	0,763	0,273	79,681	0,622	66,042	1,886	0,242	204560,367	3924,383	1,141
62,500	115,884	114,523	0,763	0,273	79,690	0,631	65,107	1,886	0,246	205052,493	3990,334	1,188
62,650	113,291	111,923	0,763	0,273	79,699	0,640	64,198	1,886	0,249	205544,619	4056,543	1,222
62,750	110,684	109,323	0,763	0,273	79,708	0,649	63,314	1,886	0,253	205872,703	4119,728	1,245
62,850	108,066	106,723	0,763	0,273	79,717	0,658	62,455	1,886	0,256	206200,787	4183,081	1,258
63,000	105,437	104,123	0,763	0,273	79,726	0,667	61,619	1,886	0,260	206692,913	4249,975	1,262
63,150	102,796	101,523	0,763	0,273	79,735	0,676	60,805	1,886	0,263	207185,039	4317,128	1,254
63,250	100,147	98,923	0,763	0,273	79,744	0,685	60,012	1,886	0,267	207513,123	4381,074	1,237
63,450	97,485	96,323	0,763	0,273	79,753	0,694	59,240	1,886	0,270	208169,291	4452,206	1,207
63,350	94,815	93,723	0,763	0,273	79,762	0,703	58,488	1,886	0,274	207841,207	4502,364	1,165
63,500	92,130	91,123	0,763	0,273	79,771	0,712	57,754	1,886	0,277	208333,333	4570,322	1,105
63,650	89,434	88,523	0,763	0,273	79,780	0,721	57,039	1,886	0,281	208825,459	4638,538	1,030
63,750	86,727	85,923	0,763	0,273	79,789	0,730	56,342	1,886	0,284	209317,584	4703,323	0,936
63,850	84,011	83,323	0,763	0,273	79,798	0,739	55,662	1,886	0,287	209811,627	4768,275	0,826
64,000	81,284	78,969	0,763	0,273	79,807	0,748	54,998	1,886	0,291	209973,753	4837,173	2,932

Tabla C.10 Caídas De Presión En La Tubería De Descarga De La Estación Or-02.

Tramo L038	Cálculos	Simulador	Propiedades									
			Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)
0,35	499,82	495,19	1,77	3,33	59,57	0,07	2217,85	0,82283	0,007214	1148,29	223,22	0,93
0,4	499,61	493,69	1,77	3,33	59,57	0,12	1320,59	0,82283	0,012116	1312,34	428,44	1,20
0,45	499,59	492,19	1,77	3,33	59,57	0,17	940,21	0,82283	0,017017	1476,38	676,99	1,50
0,6	499,31	490,69	1,77	3,33	59,58	0,22	730,07	0,82283	0,021916	1968,50	1162,48	1,76
0,7	498,99	489,19	1,77	3,33	59,59	0,27	596,73	0,82283	0,026813	2296,59	1659,25	2,00
0,75	498,62	487,69	1,77	3,33	59,60	0,32	504,61	0,82283	0,031708	2460,63	2102,35	2,24
0,85	498,20	486,19	1,77	3,33	59,61	0,37	437,14	0,82283	0,036602	2788,71	2750,41	2,47
0,95	497,70	484,69	1,77	3,33	59,62	0,42	385,60	0,82283	0,041494	3116,80	3484,88	2,68
1,1	497,10	483,19	1,77	3,33	59,63	0,47	344,94	0,82283	0,046385	3608,92	4510,74	2,88
1,2	496,41	481,69	1,77	3,33	59,64	0,52	312,05	0,82283	0,051275	3937,01	5439,51	3,06
1,35	495,61	480,19	1,77	3,33	59,65	0,57	284,89	0,82283	0,056163	4429,13	6702,81	3,21
1,45	494,69	478,69	1,77	3,33	59,65	0,62	262,08	0,82283	0,061049	4757,22	7825,70	3,34
1,55	493,66	477,19	1,77	3,33	59,66	0,67	242,67	0,82283	0,065934	5085,30	9034,78	3,45
1,6	492,53	473,43	1,77	3,33	59,67	0,72	225,93	0,82283	0,070818	5249,34	10016,99	4,04

Tabla C.11 Caídas De Presión En El Tramo L032 Del Lateral De 26”.

Tramo L032	Cálculos		Simulador		Propiedades							
	Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)	Factor de fricción (Ft)
1	473,33	468,23	1,77	0,50	59,51	0,08	832,16	2,11	0,01923	3280,84	15,16	1,09
1,25	473,23	467,69	1,77	0,50	59,54	0,11	597,45	2,11	0,02678	4101,05	26,39	1,19
1,25	473,13	467,15	1,77	0,50	59,57	0,14	466,12	2,11	0,03433	4101,05	33,83	1,28
1,75	473,01	466,61	1,77	0,50	59,60	0,17	382,19	2,11	0,04186	5741,47	57,76	1,37
2	472,88	466,07	1,77	0,50	59,63	0,20	323,92	2,11	0,04939	6561,68	77,89	1,46
2,25	472,74	465,53	1,77	0,50	59,66	0,23	281,11	2,11	0,05692	7381,89	100,97	1,55
2,5	472,60	464,99	1,77	0,50	59,69	0,26	248,32	2,11	0,06443	8202,10	127,01	1,64
2,75	472,45	464,45	1,77	0,50	59,72	0,29	222,41	2,11	0,07194	9022,31	155,99	1,72
3	472,29	463,91	1,77	0,50	59,75	0,32	201,41	2,11	0,07944	9842,52	187,91	1,81
3,25	472,12	463,37	1,77	0,50	59,78	0,35	184,05	2,11	0,08693	10662,73	222,77	1,89
3,5	471,93	462,83	1,77	0,50	59,81	0,38	169,46	2,11	0,09442	11482,94	260,56	1,97
3,75	471,70	462,29	1,77	0,50	59,84	0,41	157,02	2,11	0,10190	12303,15	301,28	2,04
4	471,45	461,75	1,77	0,50	59,87	0,44	146,30	2,11	0,10937	13123,36	344,93	2,10
4,25	471,19	461,21	1,77	0,50	59,90	0,47	136,95	2,11	0,11683	13943,57	391,49	2,16
4,5	470,92	460,67	1,77	0,50	59,93	0,50	128,74	2,11	0,12428	14763,78	440,97	2,23
4,75	470,64	460,13	1,77	0,50	59,96	0,53	121,46	2,11	0,13173	15583,99	493,37	2,28
5	470,35	459,59	1,77	0,50	59,99	0,56	114,96	2,11	0,13917	16404,20	548,67	2,34
5,25	470,06	459,05	1,77	0,50	60,02	0,59	109,14	2,11	0,14661	17224,41	606,87	2,40
5,5	469,75	458,51	1,77	0,50	60,05	0,62	103,87	2,11	0,15403	18044,62	667,97	2,45
5,75	469,41	457,97	1,77	0,50	60,08	0,65	99,10	2,11	0,16145	18864,83	731,96	2,50
6	469,05	457,43	1,77	0,50	60,11	0,68	94,75	2,11	0,16886	19685,04	798,84	2,54
6,25	468,65	456,89	1,77	0,50	60,14	0,71	90,77	2,11	0,17626	20505,25	868,61	2,57
6,5	468,23	456,35	1,77	0,50	60,17	0,74	87,12	2,11	0,18366	21325,46	941,26	2,60
6,75	467,78	455,81	1,77	0,50	60,20	0,77	83,75	2,11	0,19105	22145,67	1016,78	2,63
7	467,31	455,27	1,77	0,50	60,23	0,80	80,63	2,11	0,19843	22965,88	1095,18	2,64
7,25	466,83	454,73	1,77	0,50	60,26	0,83	77,74	2,11	0,20580	23786,09	1176,45	2,66
7,5	466,34	454,19	1,77	0,50	60,29	0,86	75,06	2,11	0,21317	24606,30	1260,58	2,67
7,75	465,83	453,65	1,77	0,50	60,32	0,89	72,55	2,11	0,22053	25426,51	1347,56	2,69
8	465,32	453,11	1,77	0,50	60,35	0,92	70,21	2,11	0,22788	26246,72	1437,41	2,70
8,25	464,79	452,57	1,77	0,50	60,38	0,95	68,02	2,11	0,23522	27066,93	1530,10	2,70
8,5	464,24	452,03	1,77	0,50	60,41	0,98	65,96	2,11	0,24256	27887,14	1625,64	2,70
8,75	463,68	451,49	1,77	0,50	60,44	1,01	64,03	2,11	0,24989	28707,35	1724,02	2,70
9	463,10	450,95	1,77	0,50	60,47	1,04	62,20	2,11	0,25721	29527,56	1825,25	2,70
9,25	462,51	450,41	1,77	0,50	60,50	1,07	60,48	2,11	0,26453	30347,77	1929,30	2,69
9,5	461,91	449,87	1,77	0,50	60,53	1,10	58,86	2,11	0,27184	31167,98	2036,18	2,68
9,75	461,29	449,33	1,77	0,50	60,56	1,13	57,32	2,11	0,27914	31988,19	2145,89	2,66
10	460,67	448,79	1,77	0,50	60,59	1,16	55,86	2,11	0,28643	32808,40	2258,43	2,64

Tabla C.12 Caídas De Presión En El Tramo L005 Del Lateral De 26”.

Tramo L005	Cálculos		Simulador		Propiedades							
	Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)	Factor de fricción (Ft)
11	442,52	439,34	1,92	0,54648	59,47	0,07	934,36	2,1147	0,017124	36089,24	174,55	0,72
11,25	442,11	438,59	1,92	0,54648	59,48	0,09	734,74	2,1147	0,021777	36909,45	227,02	0,80
11,75	441,68	437,84	1,92	0,54648	59,49	0,11	605,43	2,1147	0,026428	38549,87	287,75	0,88
12	441,25	437,09	1,92	0,54648	59,50	0,13	514,85	2,1147	0,031077	39370,08	345,58	0,95
12,25	440,80	436,34	1,92	0,54648	59,51	0,15	447,86	2,1147	0,035726	40190,29	405,54	1,02
12,75	440,35	435,59	1,92	0,54648	59,52	0,17	396,31	2,1147	0,040372	41830,71	477,00	1,09
13	439,89	434,84	1,92	0,54648	59,53	0,19	355,41	2,1147	0,045018	42650,92	542,31	1,16
13,25	439,41	434,09	1,92	0,54648	59,54	0,21	322,18	2,1147	0,049662	43471,13	609,76	1,23
13,75	438,93	433,34	1,92	0,54648	59,55	0,23	294,63	2,1147	0,054305	45111,55	691,93	1,29
14	438,43	432,59	1,92	0,54648	59,56	0,25	271,44	2,1147	0,058946	45931,76	764,72	1,35
14,25	437,93	431,84	1,92	0,54648	59,56	0,27	251,63	2,1147	0,063586	46751,97	839,65	1,41
14,75	437,41	431,09	1,92	0,54648	59,57	0,29	234,52	2,1147	0,068224	48392,39	932,51	1,47
15	436,88	430,34	1,92	0,54648	59,58	0,31	219,60	2,1147	0,072861	49212,60	1012,77	1,52
16	436,34	429,59	1,92	0,54648	59,59	0,33	206,46	2,1147	0,077497	52493,44	1149,02	1,57
17	435,78	428,84	1,92	0,54648	59,60	0,35	194,81	2,1147	0,082131	55774,28	1293,84	1,62
18	435,24	428,09	1,92	0,54648	59,61	0,37	184,41	2,1147	0,086764	59055,12	1447,22	1,67
19	434,69	427,34	1,92	0,54648	59,62	0,39	175,06	2,1147	0,091395	62335,96	1609,16	1,72
19,25	434,12	426,59	1,92	0,54648	59,63	0,41	166,62	2,1147	0,096025	63156,17	1712,93	1,76
19,75	433,55	425,84	1,92	0,54648	59,64	0,43	158,96	2,1147	0,100654	64796,59	1842,13	1,81
20	432,96	425,09	1,92	0,54648	59,65	0,45	151,97	2,1147	0,105281	65616,80	1951,21	1,85
20,25	432,37	424,34	1,92	0,54648	59,65	0,47	145,58	2,1147	0,109907	66437,01	2062,40	1,89
20,75	431,77	423,59	1,92	0,54648	59,66	0,49	139,70	2,1147	0,114532	68077,43	2202,25	1,93
21	431,18	422,84	1,92	0,54648	59,67	0,51	134,28	2,1147	0,119155	68897,64	2318,75	1,97
21,25	430,57	422,09	1,92	0,54648	59,68	0,53	129,27	2,1147	0,123776	69717,85	2437,36	2,01
21,75	429,96	421,34	1,92	0,54648	59,69	0,55	124,61	2,1147	0,128397	71358,27	2587,83	2,04
22	429,39	420,59	1,92	0,54648	59,70	0,57	120,29	2,1147	0,133016	72178,48	2711,74	2,09
22,25	428,80	419,84	1,92	0,54648	59,71	0,59	116,25	2,1147	0,137633	72998,69	2837,76	2,13
22,75	428,22	419,09	1,92	0,54648	59,72	0,61	112,48	2,1147	0,142249	74639,11	2998,84	2,18
23	427,63	418,34	1,92	0,54648	59,73	0,63	108,94	2,1147	0,146864	75459,32	3130,15	2,22
23,25	427,05	417,59	1,92	0,54648	59,74	0,65	105,63	2,1147	0,151477	76279,53	3263,57	2,26
23,75	426,46	416,84	1,92	0,54648	59,74	0,67	102,51	2,1147	0,156089	77919,95	3435,26	2,37

Tabla C.13 Caídas De Presión En El Tramo L005 Del Lateral De 26”.

(Continuación)

Tramo L005	Cálculos	Simulador	Propiedades									
Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)	Factor de fricción (Ft)	% Desviación
24	426,10	416,09	1,92	0,54648	59,75	0,69	99,56	2,1147	0,160700	78740,16	3573,95	2,40
24,25	425,49	415,34	1,92	0,54648	59,76	0,71	96,79	2,1147	0,165309	79560,37	3714,76	2,44
24,75	424,86	414,59	1,92	0,54648	59,77	0,73	94,16	2,1147	0,169917	81200,79	3897,03	2,48
25	424,30	407,18	1,92	0,54648	59,78	0,75	91,68	2,1147	0,174523	82021,00	4043,11	4,20

Tabla C.14 Caídas De Presión En El Tramo L068 Del Lateral De 26”.

Tramo L068	Cálculos		Simulador	Propiedades								
	Longitud (Km)	Presión (Psi)		Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Díametro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)
26	404,9710	398,1930	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	85301,837	22688,6552	1,7022
26,25	402,7317	397,8430	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	86122,047	22906,8153	1,2288
26,5	400,4699	397,4930	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	86942,257	23124,9755	0,7489
26,75	398,1829	397,1430	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	87762,467	23343,1356	0,2618
27	395,8670	396,7930	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	88582,677	23561,2958	0,2334
27,25	393,5283	396,4430	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	89402,887	23779,4559	0,7352
27,5	391,1616	396,0930	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	90223,097	23997,6161	1,2450
27,75	388,7700	387,4200	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	91043,307	24215,7762	0,3485
28	386,3502	387,0700	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	91863,517	24433,9363	0,1860
28,25	383,9082	386,7200	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	92683,727	24652,0965	0,7271
28,5	381,4443	381,3500	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	93503,937	24870,2566	0,0247
28,75	378,9603	379,5320	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	94324,147	25088,4168	0,1506
29	376,4551	374,5340	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	95144,357	25306,5769	0,5129
29,25	373,9282	371,9030	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	95964,567	25524,7371	0,5445
29,5	371,3783	369,0240	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	96784,777	25742,8972	0,6380
29,75	368,8062	368,9234	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	97604,987	25961,0574	0,0318
30	366,2111	365,8350	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	98425,197	26179,2175	0,1028
30,25	363,5954	362,1950	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	99245,407	26397,3777	0,3866
30,5	360,9563	361,8450	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	100065,617	26615,5378	0,2456
30,75	358,2953	359,3450	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	100885,827	26833,6979	0,2921
31	355,6097	355,9010	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	101706,037	27051,8581	0,0819
31,25	352,9022	352,7780	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	102526,247	27270,0182	0,0352
31,5	350,1700	352,4280	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	103346,457	27488,1784	0,6407
31,75	347,4159	352,0780	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	104166,667	27706,3385	1,3242
32	344,6378	345,5780	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	104986,877	27924,4987	0,2721
32,25	341,8375	341,8040	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	105807,087	28142,6588	0,0098
32,5	339,0125	339,3250	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	106627,297	28360,8190	0,0921
32,75	336,1628	336,0234	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	107447,507	28578,9791	0,0415
33	333,3025	334,0120	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	108267,717	28797,1393	0,2124
33,25	330,4204	332,1200	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	109087,927	29015,2994	0,5117
33,5	327,5142	328,2149	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	109908,136	29233,4596	0,2135
33,75	324,5796	325,2300	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	110728,346	29451,6197	0,2000
34	321,6570	323,0855	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	111548,556	29669,7798	0,4421
34,25	318,7198	319,2140	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	112368,766	29887,9400	0,1548
34,5	315,7667	318,4240	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	113188,976	30106,1001	0,8345
34,75	312,7976	314,9350	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	114009,186	30324,2603	0,6787
35	309,7982	313,9450	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	114829,396	30542,4204	1,3209
35,25	306,7823	309,7545	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	115649,606	30760,5806	0,9595
35,5	303,7483	305,9430	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	116469,816	30978,7407	0,7173
35,75	300,6979	303,0340	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	117290,026	31196,9009	0,7709
36	297,6316	298,2420	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	118110,236	31415,0610	0,2047
36,25	294,5506	297,9230	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	118930,446	31633,2212	1,1320
36,5	291,4531	295,8450	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	119750,656	31851,3813	1,4845
36,75	288,3422	290,5250	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	120570,866	32069,5415	0,7513
37	285,1985	287,2340	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	121391,076	32287,7016	0,7086
37,25	282,0274	283,0470	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	122211,286	32505,8617	0,3602
37,5	278,8318	282,6970	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	123031,496	32724,0219	1,3672
37,75	275,6110	282,3470	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	123851,706	32942,1820	2,3857
38	272,3687	276,0360	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	124671,916	33160,3422	1,3286
38,25	269,1016	273,0140	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	125492,126	33378,5023	1,4331
38,5	265,8122	269,7320	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	126312,336	33596,6625	1,4532
38,75	262,4980	266,0240	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	127132,546	33814,8226	1,3254
39	259,1620	261,0320	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	127952,756	34032,9828	0,7164
39,25	255,8054	257,1030	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	128772,966	34251,1429	0,5047
39,5	252,4284	255,9240	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	129593,176	34469,3031	1,3659
39,75	249,0267	250,8340	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	130413,386	34687,4632	0,7205
40	245,6001	244,5800	7,7026	2,1931	58,2625	0,9875	273,6218	2,1147	0,0585	131233,596	34905,6233	0,4171

Tabla C.15 Caídas De Presión En El Tramo L006 Del Lateral De 26”.

Tramo L006	Cálculos		Simulador	Propiedades								
	Longitud (Km)	Presión (Psi)		Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Díametro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)
41	240,739	239,445	8,692	2,475	58,482	0,982	311,567	2,115	0,051	134514,436	40009,453	0,541
42	236,786	235,467	8,692	2,475	58,482	0,982	311,567	2,115	0,051	137795,276	40985,293	0,560
43	232,728	230,938	8,692	2,475	58,482	0,982	311,567	2,115	0,051	141076,115	41961,133	0,775
44	228,565	227,436	8,692	2,475	58,483	0,982	311,544	2,115	0,051	144356,955	42940,247	0,497
45	224,298	222,592	8,692	2,475	58,484	0,982	311,520	2,115	0,051	147637,795	43919,509	0,767
46	219,918	218,457	8,692	2,475	58,485	0,983	311,496	2,115	0,051	150918,635	44898,920	0,669
47	215,433	212,050	8,692	2,475	58,486	0,983	311,473	2,115	0,051	154199,475	45878,479	1,595
48	210,816	207,367	8,692	2,475	58,487	0,983	311,449	2,115	0,051	157480,315	46858,187	1,663

Tabla C.16 Caídas De Presión En El Tramo L003 Del Lateral De 26”.

Tramo L003	Cálculos	Simulador	Propiedades									
			Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)
49	202,60	200,36	8,86	2,52	58,64	0,98	320,65	2,11470	0,049899	160761,15	48284,02	1,12
50	197,73	198,35	8,86	2,52	58,64	0,98	320,62	2,11470	0,049903	164041,99	49273,20	0,31
51	192,76	196,21	8,86	2,52	58,64	0,98	320,60	2,11470	0,049906	167322,83	50262,52	1,76
52	187,67	185,25	8,86	2,52	58,64	0,98	320,58	2,11470	0,049910	170603,67	51252,00	1,31
53	182,43	182,95	8,86	2,52	58,64	0,98	320,55	2,11470	0,049914	173884,51	52241,64	0,28
54	177,10	176,92	8,86	2,52	58,64	0,98	320,53	2,11470	0,049918	177165,35	53231,42	0,10
55	171,65	171,23	8,86	2,52	58,64	0,98	320,50	2,11470	0,049922	180446,19	54221,35	0,24
56	166,10	165,02	8,86	2,52	58,64	0,98	320,48	2,11470	0,049926	183727,03	55211,44	0,65
57	160,44	160,92	8,86	2,52	58,65	0,98	320,45	2,11470	0,049929	187007,87	56201,67	0,30
58	154,67	158,25	8,86	2,52	58,65	0,98	320,43	2,11470	0,049933	190288,71	57192,06	2,27
59	148,72	148,93	8,86	2,52	58,65	0,98	320,40	2,11470	0,049937	193569,55	58182,60	0,14
60	142,49	143,74	8,86	2,52	58,65	0,98	320,38	2,11470	0,049941	196850,39	59173,29	0,86
60,25	136,24	138,35	8,86	2,52	58,65	0,98	320,35	2,11470	0,049945	197670,60	59424,41	1,52
60,5	129,93	132,24	8,86	2,52	58,65	0,98	320,33	2,11470	0,049949	198490,81	59675,57	1,74
61	123,52	125,93	8,86	2,52	58,65	0,98	320,35	2,11470	0,049945	200131,23	60164,14	1,91
61,25	117,08	119,98	8,86	2,52	58,65	0,98	320,33	2,11470	0,049949	200951,44	60415,35	2,41
61,5	110,47	114,84	8,86	2,52	58,65	0,98	320,30	2,11470	0,049952	201771,65	60666,60	3,80
62	103,66	107,12	8,86	2,52	58,65	0,98	320,33	2,11470	0,049949	203412,07	61155,13	3,24
62,5	96,78	101,25	8,86	2,52	58,65	0,98	320,30	2,11470	0,049952	205052,49	61653,05	4,42
63	89,83	92,46	8,86	2,52	58,65	0,98	320,28	2,11470	0,049956	206692,91	62151,05	2,85
64	82,79	79,70	8,86	2,52	58,65	0,98	320,30	2,11470	0,049952	209973,75	63132,72	3,88

Tabla C.17 Caídas De Presión En La Tubería De Descarga De La Estación Ba-10

Tramo L001	Cálculos	Simulador	Propiedades									
			Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)
1,35	500,7361	496,2440	8,0391	5,1754	58,4044	0,0439	9684,9943	1,4063	0,0083000	4429,1339	1400,2986	0,9052
1,55	500,4479	494,9440	8,0391	5,1754	58,4134	0,1039	4092,2658	1,4063	0,0082920	5085,3018	1606,2006	1,1120
1,75	500,1336	493,6440	8,0391	5,1754	58,4224	0,1639	2594,4994	1,4063	0,0082840	5741,4698	1811,7026	1,3146
2,25	499,7658	492,3440	8,0391	5,1754	58,4314	0,2239	1899,4984	1,4063	0,0082760	7381,8898	2327,0825	1,5075
2,45	499,3683	491,0440	8,0391	5,1754	58,4404	0,2839	1498,2726	1,4063	0,0082680	8038,0577	2531,4848	1,6952
2,6	498,9483	489,7440	8,0391	5,1754	58,4494	0,3439	1237,0536	1,4063	0,0082600	8530,1837	2683,8743	1,8794
2,75	498,5053	488,4440	8,0391	5,1754	58,4584	0,4039	1053,4454	1,4063	0,0082520	9022,3097	2835,9639	2,0599
2,95	498,0332	487,1440	8,0391	5,1754	58,4674	0,4639	917,3332	1,4063	0,0082440	9678,4777	3039,2665	2,2353
3,25	497,5280	485,8440	8,0391	5,1754	58,4764	0,5239	812,3982	1,4063	0,0082360	10662,7297	3345,0952	2,4049
3,55	496,9452	484,5440	8,0391	5,1754	58,4854	0,5839	729,0293	1,4063	0,0082280	11646,9816	3650,3240	2,5593
3,85	496,3116	483,2440	8,0391	5,1754	58,4944	0,6439	661,1975	1,4063	0,0082200	12631,2336	3954,9530	2,7041
3,95	495,6643	481,9440	8,0391	5,1754	58,5034	0,7039	604,9298	1,4063	0,0082120	12959,3176	4053,7300	2,8469
4,35	494,9610	480,6440	8,0391	5,1754	58,5124	0,7639	557,5012	1,4063	0,0082040	14271,6535	4459,8853	2,9787
4,75	494,2068	479,3440	8,0391	5,1754	58,5214	0,8239	516,9806	1,4063	0,0081960	15583,9895	4865,2408	3,1007
4,95	493,4223	478,0440	8,0391	5,1754	58,5304	0,8839	481,9612	1,4063	0,0081880	16240,1575	5065,1442	3,2169
5,1	492,6070	475,4350	8,0391	5,1754	58,5394	0,9439	451,3939	1,4063	0,0081800	16732,2835	5213,5346	3,6118

Tabla C.18 Caídas De Presión En El Tramo L020 Del Lateral De 36”.

Tramo L020	Cálculos	Simulador	Propiedades										
			Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)
1	475,40615	473,19000	8,03910	1,18205	58,15290	0,05344	3784,86616	2,94267	0,00450	3280,83990	14,02030	0,46834	
2	475,36686	471,89000	8,03910	1,18205	58,17458	0,07904	2560,01147	2,94267	0,00449	6561,67979	27,99075	0,71545	
3	475,31713	470,79000	8,03910	1,18205	58,19626	0,08128	2490,54414	2,94267	0,00448	9842,51969	41,91135	0,96160	
4	475,22008	469,59000	8,03910	1,18205	58,21793	0,08351	2424,79498	2,94267	0,00448	13123,35958	55,78210	1,19893	
5	475,02956	468,39000	8,03910	1,18205	58,23961	0,08575	2362,47326	2,94267	0,00447	16404,19948	69,60300	1,41753	
5,3	474,83344	467,19000	8,03910	1,18205	58,26129	0,08798	2303,31779	2,94267	0,00446	17388,45144	73,64708	1,63605	
5,5	474,63421	465,99000	8,03910	1,18205	58,28297	0,09022	2247,09324	2,94267	0,00445	18044,61942	76,28912	1,85502	
5,8	474,42799	464,79000	8,03910	1,18205	58,30465	0,09245	2193,58707	2,94267	0,00444	19028,87139	80,30578	2,07362	
6	474,21756	463,59000	8,03910	1,18205	58,32632	0,09469	2142,60677	2,94267	0,00444	19685,03937	82,92540	2,29245	
6,3	473,99802	462,39000	8,03910	1,18205	58,34800	0,09692	2093,97762	2,94267	0,00443	20669,29134	86,91464	2,51044	
6,5	473,76533	461,19000	8,03910	1,18205	58,36968	0,09916	2047,54064	2,94267	0,00442	21325,45952	89,51182	2,72632	
6,8	473,30606	459,99000	8,03910	1,18205	58,39136	0,10139	2003,15085	2,94267	0,00441	22309,71129	93,47365	2,93834	

Tabla C.19 Caídas De Presión En El Tramo L020 Del Lateral De 36”.

(Continuación)

Tramo L020	Cálculos	Simulador	Propiedades										
			Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)
7	473,22016	458,79000	8,03910	1,18205	58,41304	0,10363	1960,67581	2,94267	0,00440	22965,87927	96,04840	3,14527	
7,3	472,93082	457,59000	8,03910	1,18205	58,43471	0,10586	1919,99423	2,94267	0,00440	23950,13123	99,98281	3,35252	
7,5	472,63812	456,39000	8,03910	1,18205	58,45639	0,10810	1880,99488	2,94267	0,00439	24606,29921	102,53513	3,56014	
7,8	472,33108	455,19000	8,03910	1,18205	58,47807	0,11033	1843,57553	2,94267	0,00438	25590,55118	106,44212	3,76570	
8	472,01584	453,99000	8,03910	1,18205	58,49975	0,11257	1807,64206	2,94267	0,00437	26246,71916	108,97200	3,97054	

Tabla C.20 Caídas De Presión En El Tramo L034 Del Lateral De 36”.

Tramo L034	Cálculos	Simulador	Propiedades										
			Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)
9	453,33074	450,18400	8,24600	1,21247	58,38490	0,09636	2161,82999	2,94267	0,00600	29527,25906	177,01511	0,74342	
9,25	453,03879	448,88400	8,24600	1,21247	58,39390	0,12636	1648,82426	2,94267	0,00970	30347,76903	294,24150	0,93004	
9,5	452,57414	447,58400	8,24600	1,21247	58,40290	0,15636	1332,67565	2,94267	0,01201	31167,97900	373,88299	1,11490	
9,75	452,07868	446,28400	8,24600	1,21247	58,41190	0,18636	1118,31412	2,94267	0,01431	31988,18988	457,27491	1,29843	
10	451,58446	444,98400	8,24600	1,21247	58,42090	0,21636	963,39871	2,94267	0,01661	32808,39895	544,41553	1,47971	
10,25	451,04629	443,68400	8,24600	1,21247	58,42990	0,24636	846,21251	2,94267	0,01891	33628,60892	635,30312	1,65936	
10,5	450,50970	442,38400	8,24600	1,21247	58,43890	0,27636	754,46850	2,94267	0,02121	34448,81890	729,93594	1,83680	
10,75	449,95974	441,08400	8,24600	1,21247	58,44790	0,30636	680,69245	2,94267	0,02351	35269,02887	828,31228	2,01226	
11	449,39688	439,78400	8,24600	1,21247	58,45690	0,33636	620,07663	2,94267	0,02580	36089,23885	930,43038	2,18582	
11,25	448,83986	438,48400	8,24600	1,21247	58,46590	0,36636	569,38811	2,94267	0,02810	36909,44882	1036,28854	2,36174	
11,5	448,28653	437,18400	8,24600	1,21247	58,47490	0,39636	526,72721	2,94267	0,03040	37729,65879	1145,88502	2,53955	
11,75	447,75177	435,88400	8,24600	1,21247	58,48390	0,42636	489,41072	2,94267	0,03269	38549,86877	1259,21810	2,72269	
12	447,20601	434,58400	8,24600	1,21247	58,49290	0,45636	457,30832	2,94267	0,03499	39370,07874	1376,28605	2,91695	
12,25	446,74744	433,28400	8,24600	1,21247	58,50190	0,48636	429,16626	2,94267	0,03728	40190,28871	1497,08715	3,10730	
12,5	446,21773	431,98400	8,24600	1,21247	58,51090	0,51636	404,29426	2,94267	0,03958	41010,49869	1621,61967	3,29497	
12,75	445,67130	430,68400	8,24600	1,21247	58,51990	0,54636	382,15365	2,94267	0,04187	41830,70866	1749,88189	3,47988	
13	445,10768	428,68400	8,24600	1,21247	58,52890	0,57636	362,31792	2,94267	0,04416	42650,91864	1881,87210	3,63119	

Tabla C.21 Caídas De Presión En El Tramo L048 Del Lateral De 36”.

Tramo L048	Cálculos	Simulador	Propiedades										
			Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)
14	428,163	427,035	9,837	1,446	58,434	0,105	2370,487	2,943	0,0070000	45931,759	457,174	-0,264	
14,5	427,625	425,235	9,837	1,446	58,443	0,145	1716,463	2,943	0,0069910	47572,178	472,893	-0,562	
15	427,018	423,435	9,837	1,446	58,452	0,185	1345,382	2,943	0,0069820	49212,598	488,570	-0,846	
15,5	426,405	421,635	9,837	1,446	58,461	0,225	1106,289	2,943	0,0069730	50853,018	504,204	-1,131	
16	425,786	419,835	9,837	1,446	58,470	0,265	939,396	2,943	0,0069640	52493,438	519,797	-1,417	
16,5	425,156	418,035	9,837	1,446	58,479	0,305	816,290	2,943	0,0069550	54133,858	535,348	-1,703	
17	424,515	416,235	9,837	1,446	58,488	0,345	721,736	2,943	0,0069460	55774,278	550,857	-1,989	
17,5	423,880	414,435	9,837	1,446	58,497	0,385	646,835	2,943	0,0069370	57414,698	566,324	-2,279	
18	423,255	412,635	9,837	1,446	58,506	0,425	586,035	2,943	0,0069280	59055,118	581,749	-2,574	
19	422,617	410,835	9,837	1,446	58,515	0,465	535,697	2,943	0,0069190	62335,958	613,271	-2,868	
20	421,931	409,035	9,837	1,446	58,524	0,505	493,335	2,943	0,0069100	65616,798	644,708	-3,153	
21	421,233	407,235	9,837	1,446	58,533	0,545	457,192	2,943	0,0068200	68897,638	668,127	-3,437	
22	420,449	405,435	9,837	1,446	58,542	0,585	425,992	2,943	0,0067300	72178,478	690,706	-3,703	
23	419,682	403,635	9,837	1,446	58,551	0,625	398,786	2,943	0,0066400	75459,318	712,445	-3,976	

Tabla C.22 Caídas De Presión En El Tramo L071 Del Lateral De 36”.

Tramo L071	Cálculos		Simulador	Propiedades								
	Longitud (Km)	Presión (Psi)		Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)
24	402,79	399,06	11,10760	1,63323	58,57410	0,14740	1909,80305	2,94267	0,00838	78740,16	1195,95	0,93
24,25	401,92	397,06	11,10760	1,63323	58,58310	0,17740	1587,08677	2,94267	0,01008	79560,37	1454,12	1,22
24,5	401,02	395,06	11,10760	1,63323	58,59210	0,20740	1357,72968	2,94267	0,01178	80380,58	1717,29	1,51
24,75	400,10	393,06	11,10760	1,63323	58,60110	0,23740	1186,33910	2,94267	0,01349	81200,79	1985,44	1,79
25	399,15	391,06	11,10760	1,63323	58,61010	0,26740	1053,40522	2,94267	0,01519	82021,00	2258,58	2,07
25,25	398,17	389,06	11,10760	1,63323	58,61910	0,29740	947,29028	2,94267	0,01689	82841,21	2536,70	2,34
25,5	397,17	387,06	11,10760	1,63323	58,62810	0,32740	860,62200	2,94267	0,01859	83661,42	2819,80	2,61
25,75	396,13	385,06	11,10760	1,63323	58,63710	0,35740	788,50340	2,94267	0,02029	84481,63	3107,88	2,88
26	395,07	383,06	11,10760	1,63323	58,64610	0,38740	727,55434	2,94267	0,02199	85301,84	3400,93	3,14
26,25	393,99	381,06	11,10760	1,63323	58,65510	0,41740	675,36647	2,94267	0,02369	86122,05	3698,96	3,39
26,5	392,88	379,06	11,10760	1,63323	58,66410	0,44740	630,17737	2,94267	0,02539	86942,26	4001,97	3,65
26,75	391,75	377,06	11,10760	1,63323	58,67310	0,47740	590,66763	2,94267	0,02709	87762,47	4309,94	3,90
27	390,61	376,19	11,10760	1,63323	58,68210	0,50740	555,82989	2,94267	0,02879	88582,68	4622,88	3,83
27,25	389,44	375,32	11,10760	1,63323	58,69110	0,53740	524,88171	2,94267	0,03048	89402,89	4940,78	3,76
27,75	388,23	374,45	11,10760	1,63323	58,70010	0,56740	497,20615	2,94267	0,03218	91043,31	5311,50	3,68
28	386,98	373,58	11,10760	1,63323	58,70910	0,59740	472,31018	2,94267	0,03388	91863,52	5641,84	3,59

Tabla C.23 Caídas De Presión En El Tramo L089 Del Lateral De 36”.

Tramo L089	Cálculos	Simulador	Propiedades									
Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (V)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)	Factor de fricción (Ft)	% Desviación
39	333,99	331,75	13,4271	1,9743	58,6827	0,19416	1755,907349	2,9426667	0,009112098	127952,756	3088,712	0,676
39,3	332,78	330,25	13,4271	1,9743	59,5827	0,19425	1782,011179	2,9426667	0,008978619	128937,008	3066,878	0,766
39,5	331,56	329,15	13,4271	1,9743	59,5836	0,19434	1781,212824	2,9426667	0,008982644	129593,176	3083,867	0,734
39,85	330,34	328,05	13,4271	1,9743	59,5845	0,19443	1780,415208	2,9426667	0,008986668	130741,47	3112,586	0,700
40	329,12	326,95	13,4271	1,9743	59,5854	0,19452	1779,61833	2,9426667	0,008990692	131233,596	3125,701	0,665
40,3	327,89	325,85	13,4271	1,9743	59,5863	0,19461	1778,82219	2,9426667	0,008994716	132217,848	3150,553	0,627
40,5	326,64	324,75	13,4271	1,9743	59,5872	0,1947	1778,026785	2,9426667	0,00899874	132874,016	3167,605	0,584
40,85	325,39	323,65	13,4271	1,9743	59,5881	0,19479	1777,232115	2,9426667	0,009002763	134022,31	3196,408	0,539
41	324,13	322,55	13,4271	1,9743	59,589	0,19488	1776,43818	2,9426667	0,009006787	134514,436	3209,579	0,491
41,3	322,87	321,45	13,4271	1,9743	59,5899	0,19497	1775,644977	2,9426667	0,00901081	13498,688	3234,508	0,443
41,5	321,60	320,35	13,4271	1,9743	59,5908	0,19506	1774,852506	2,9426667	0,009014834	136154,856	3251,623	0,392
41,85	320,32	319,25	13,4271	1,9743	59,5917	0,19515	1774,060766	2,9426667	0,009018857	137303,15	3280,510	0,338
42	319,04	318,15	13,4271	1,9743	59,5926	0,19524	1773,269756	2,9426667	0,00902288	137795,276	3293,736	0,281
42,3	317,76	317,05	13,4271	1,9743	59,5935	0,19533	1772,479476	2,9426667	0,009026903	138779,528	3318,742	0,226
42,5	316,49	315,95	13,4271	1,9743	59,5944	0,19542	1771,689922	2,9426667	0,009030926	139435,696	3335,920	0,173
42,85	315,25	314,85	13,4271	1,9743	59,5953	0,19551	1770,901096	2,9426667	0,009034948	140583,99	3364,890	0,130
43	314,06	313,75	13,4271	1,9743	59,5962	0,1956	1770,112996	2,9426667	0,009038971	141076,115	3378,172	0,099
43,5	312,85	312,65	13,4271	1,9743	59,5971	0,19569	1769,325621	2,9426667	0,009042993	14216,535	3418,974	0,065
43,75	311,63	311,55	13,4271	1,9743	59,598	0,19578	1768,53897	2,9426667	0,009047016	143536,745	3440,153	0,027
44	310,37	310,45	13,4271	1,9743	59,5989	0,19587	1767,753041	2,9426667	0,009051038	144356,955	3461,349	0,024
44,3	309,10	309,35	13,4271	1,9743	59,5998	0,19596	1766,967835	2,9426667	0,00905506	145341,207	3486,498	0,078
44,5	307,81	308,25	13,4271	1,9743	59,6007	0,19605	1766,183349	2,9426667	0,009059082	145997,375	3503,794	0,141
44,8	306,50	307,15	13,4271	1,9743	59,6016	0,19614	1765,399583	2,9426667	0,009063104	146981,627	3528,981	0,210
45	305,18	306,05	13,4271	1,9743	59,6025	0,19623	1764,616537	2,9426667	0,009067126	147637,795	3546,309	0,281
45,5	303,75	304,94	13,4271	1,9743	59,6034	0,19632	1763,834208	2,9426667	0,009071147	149278,215	3587,302	0,392
46	302,27	303,84	13,4271	1,9743	59,6043	0,19641	1763,052596	2,9426667	0,009075169	150918,635	3628,331	0,517
47	300,74	302,74	13,4271	1,9743	59,6052	0,1965	1762,2717	2,9426667	0,00907919	151519,475	3708,851	0,662
48	299,15	301,64	13,4271	1,9743	59,6061	0,19659	1761,491519	2,9426667	0,009083211	157480,315	3789,440	0,828
49	297,49	300,54	13,4271	1,9743	59,607	0,19668	1760,712052	2,9426667	0,009087233	160761,155	3870,099	1,015
50	295,78	299,44	13,4271	1,9743	59,6079	0,19677	1759,933299	2,9426667	0,009091254	164041,995	3950,828	1,223
52,3	294,05	298,34	13,4271	1,9743	59,6088	0,19686	1759,152527	2,9426667	0,009095275	171587,927	4134,394	1,441
52,5	292,29	297,24	13,4271	1,9743	59,6097	0,19695	1758,371926	2,9426667	0,009099295	172244,094	4152,039	1,666
52,85	290,51	292,93	13,4271	1,9743	59,6106	0,19704	1757,601306	2,9426667	0,009103316	173392,388	4181,566	0,826
51	288,74	291,43	13,4271	1,9743	59,6115	0,19713	1756,832594	2,9426667	0,009107336	167322,835	4036,974	0,923
51,2	286,95	289,93	13,4271	1,9743	59,6124	0,19722	1756,050191	2,9426667	0,009111357	167979,003	4054,594	1,030
51,5	285,12	288,43	13,4271	1,9743	59,6133	0,19731	1755,275695	2,9426667	0,009115377	168963,255	4080,151	1,148
51,85	283,27	286,93	13,4271	1,9743	59,6142	0,1974	1754,501905	2,9426667	0,009119397	170111,549	4109,692	1,277
52	281,39	285,43	13,4271	1,9743	59,6151	0,19749	1753,728821	2,9426667	0,009123417	170603,675	4123,398	1,416
52,3	279,45	283,93	13,4271	1,9743	59,616	0,19758	1752,95644	2,9426667	0,009127437	171587,927	4149,014	1,580
52,5	277,44	282,43	13,4271	1,9743	59,6169	0,19767	1752,184763	2,9426667	0,009131457	172244,094	4166,715	1,768
52,85	275,37	280,93	13,4271	1,9743	59,6178	0,19776	1751,413789	2,9426667	0,009135477	173392,388	4196,339	1,979
53	273,44	279,43	13,4271	1,9743	59,6187	0,19785	1750,643516	2,9426667	0,009139496	173884,514	4210,101	2,144
53,2	271,50	277,93	13,4271	1,9743	59,6196	0,19794	1749,873943	2,9426667	0,009143516	174540,682	4227,847	2,314
53,5	269,56	276,43	13,4271	1,9743	59,6205	0,19803	1749,10507	2,9426667	0,009147535	175249,934	4253,557	2,488
53,85	267,60	274,93	13,4271	1,9743	59,6214	0,19812	1748,336895	2,9426667	0,009151554	176073,228	4283,265	2,667
54	265,64	273,43	13,4271	1,9743	59,6223	0,19821	1747,569418	2,9426667	0,009155573	177165,354	4297,082	2,851
54,3	263,66	271,93	13,4271	1,9743	59,6232	0,1983	1746,802638	2,9426667	0,009159592	178149,606	4322,852	3,041
54,5	261,69	270,43	13,4271	1,9743	59,6241	0,19839	1746,036553	2,9426667	0,009163611	178805,774	4340,678	3,235
54,8	259,70	268,93	13,4271	1,9743	59,625	0,19848	1745,271163	2,9426667	0,00916763	179790,026	4366,485	3,434
55	257,71	267,03	13,4271	1,9743	59,6259	0,19857	1744,506467	2,9426667	0,009171648	180446,194	4384,342	3,493
55,3	255,70	265,13	13,4271	1,9743	59,6268	0,19866	1743,742464	2,9426667	0,009175667	181430,446	4410,188	3,557
55,5	253,69	263,23	13,4271	1,9743	59,6277	0,19875	1742,979153	2,9426667	0,009179685	182086,614	4428,077	3,624
55,85	251,68	260,93	13,4271	1,9743	59,6286	0,19884	1742,216532	2,9426667	0,009183703	183234,908	4457,952	3,547
56	249,65	258,63	13,4271	1,9743	59,6295	0,19893	1741,454602	2,9426667	0,009187722	183727,034	4471,881	3,472
56,2	247,62	256,33	13,4271	1,9743	59,6304	0,19902	1740,693361	2,9426667	0,00919174	184883,202	4489,814	3,399
56,5	245,58	254,03	13,4271	1,9743	59,6313	0,19911	1739,932808	2,9426667	0,009195757	185367,454	4515,754	3,327
56,85	243,53	251,73	13,4271	1,9743	59,6322	0,1992	1739,172942	2,9426667	0,009199775	186515,748	4545,713	3,257
57	241,48	249,43	13,4271	1,9743	59,6331	0,19929	1738,413763	2,9426667	0,009203793	187007,874	4559,698	3,189
57,3	239,42	247,13	13,4271	1,9743	59,634	0,19938	1737,655269	2,9426667	0,00920781	187992,126	4585,697	3,122
57,5	237,35	244,83	13,4271	1,9743	59,6349	0,19947	1736,897459	2,9426667	0,009211828	188648,294	4603,711	3,058
57,85	235,27	242,53	13,4271	1,9743	59,6358	0,19956	1736,140333	2,9426667	0,009215845	189796,588	4633,753	2,996
58	233,18	240,23	13,4271	1,9743	59,6367	0,19965	1735,38389	2,9426667	0,009219862	190288,714	4647,793	2,936
58,3	231,09	237,93	13,4271	1,9743	59,6376	0,19974	1734,628128	2,9426667	0,009223879	191272,966	4673,869	2,877
58,5	228,99	235,63	13,4271	1,9743	59,6385	0,19983	1733,873047	2,9426667	0,009227896	191929,134	4691,945	2,822
58,8	226,88	233,33	13,4271	1,9743	59,6394	0,19992	1733,118646	2,9426667	0,009231913	192913,386	4718,059	2,768
59	224,81	231,03	13,4271	1,9743	59,6403	0,20001	1732,364924	2,9426667	0,009235929	193569,554	4736,167	2,692
59,3	222,75	228,73	13,4271	1,9743	59,6412	0,2001	1731,61188	2,9426667	0,009239946	194553,806	4762,319	2,618
59,5	220,67	226,43	13,4271	1,9743	59,6421	0,20019	1730,859512	2,9426667	0,009243962	195209,974	4780,458	2,545
59,85	218,59	224,13	13,4271	1,9743	59,643	0,20028	1730,107822	2,9426667	0,009247979	196358,268	4810,667	2,475
60	216,50	221,83	13,4271	1,9743	59,6439	0,20037	1729,356806	2,9426667	0,009251995	196850,394	4824,819	2,407
60,2	214,35	219,53	13,4271	1,9743	59,6448	0,20046	1728,606465	2,9426667	0,009256011	197506,562	4843,003	2,363

Tabla C.24 Caídas De Presión En El Tramo L089 Del Lateral De 36".
(Continuación)

Tramo L089	Cálculos		Simulador		Propiedades							
	Longitud (Km)	Presión (Psi)	Presión (Psi)	Caudal (Q)	Velocidad (C)	Densidad (ρ)	Viscosidad (μ)	Reynold (Re)	Diámetro interno (Di)	Factor de fanning (f)	Longitud (L)	Factor de fricción (Ft)
60,5	212,14	217,23	13,4271	1,9743	59,6457	0,20055	1727,856797	2,9426667	0,009260027	198490,814	4869,249	2,347
60,85	209,87	214,93	13,4271	1,9743	59,6466	0,20064	1727,107802	2,9426667	0,009264042	199639,108	4899,542	2,358
61	207,74	212,63	13,4271	1,9743	59,6475	0,20073	1726,359478	2,9426667	0,009268058	200131,234	4913,749	2,299
61,3	205,61	210,33	13,4271	1,9743	59,6484	0,20082	1725,611825	2,9426667	0,009272074	201115,486	4940,054	2,244
61,5	203,48	208,03	13,4271	1,9743	59,6493	0,20091	1724,864842	2,9426667	0,009276089	201771,654	4958,318	2,191
61,85	201,33	205,73	13,4271	1,9743	59,6502	0,201	1724,118528	2,9426667	0,009280104	202919,948	4988,695	2,141
62	199,18	203,43	13,4271	1,9743	59,6511	0,20109	1723,372882	2,9426667	0,00928412	203412,073	5002,957	2,092
62,3	197,02	201,13	13,4271	1,9743	59,652	0,20118	1722,627903	2,9426667	0,009288135	204396,325	5029,339	2,044
62,5	194,86	198,83	13,4271	1,9743	59,6529	0,20127	1721,88359	2,9426667	0,00929215	205052,493	5047,666	1,998
62,85	192,69	196,53	13,4271	1,9743	59,6538	0,20136	1721,139943	2,9426667	0,009296164	206200,787	5078,126	1,956
63	190,51	194,23	13,4271	1,9743	59,6547	0,20145	1720,39696	2,9426667	0,009300179	206692,913	5092,444	1,915
63,3	188,33	191,93	13,4271	1,9743	59,6556	0,20154	1719,654641	2,9426667	0,009304194	207677,165	5118,902	1,876
63,5	186,15	189,63	13,4271	1,9743	59,6565	0,20163	1718,912984	2,9426667	0,009308208	208333,333	5137,291	1,838
63,85	183,96	187,33	13,4271	1,9743	59,6574	0,20172	1718,171989	2,9426667	0,009312223	209481,627	5167,835	1,803
64	181,76	185,03	13,4271	1,9743	59,6583	0,20181	1717,431656	2,9426667	0,009316237	209973,753	5182,208	1,769
64,3	179,56	182,73	13,4271	1,9743	59,6592	0,2019	1716,691982	2,9426667	0,009320251	210958,005	5208,743	1,737
64,5	177,35	180,43	13,4271	1,9743	59,6601	0,20199	1715,952967	2,9426667	0,009324265	211614,173	5227,195	1,707
64,85	175,13	178,13	13,4271	1,9743	59,661	0,20208	1715,214611	2,9426667	0,009328279	212762,467	5257,822	1,685
65	172,91	175,83	13,4271	1,9743	59,6592	0,2019	1716,691982	2,9426667	0,009320251	213254,593	5265,448	1,666
65,3	170,67	173,53	13,4271	1,9743	59,6601	0,20199	1715,952967	2,9426667	0,009324265	214238,845	5292,028	1,648
65,5	168,44	171,23	13,4271	1,9743	59,661	0,20208	1715,214611	2,9426667	0,009328279	214895,013	5310,522	1,634
65,85	166,19	168,93	13,4271	1,9743	59,6619	0,20217	1714,476912	2,9426667	0,009332292	216043,307	5341,196	1,626
66	163,93	166,63	13,4271	1,9743	59,6601	0,20199	1715,952967	2,9426667	0,009324265	216535,433	5348,757	1,623
66,3	161,66	164,33	13,4271	1,9743	59,661	0,20208	1715,214611	2,9426667	0,009328279	217519,685	5375,383	1,626
66,5	159,39	162,03	13,4271	1,9743	59,6619	0,20217	1714,476912	2,9426667	0,009332292	218175,853	5393,918	1,633
66,85	157,10	159,73	13,4271	1,9743	59,6628	0,20226	1713,739869	2,9426667	0,009336306	219324,147	5424,639	1,648
67	154,81	157,43	13,4271	1,9743	59,661	0,20208	1715,214611	2,9426667	0,009328279	219816,273	5432,137	1,665
67,3	152,51	155,13	13,4271	1,9743	59,6619	0,20217	1714,476912	2,9426667	0,009332292	220800,525	5458,807	1,688
67,5	150,21	152,83	13,4271	1,9743	59,6628	0,20226	1713,739869	2,9426667	0,009336306	221456,693	5477,384	1,717
67,85	147,90	150,53	13,4271	1,9743	59,6637	0,20235	1713,003482	2,9426667	0,00934032	222604,987	5508,153	1,753
68	145,57	148,23	13,4271	1,9743	59,6619	0,20217	1714,476912	2,9426667	0,009332292	223097,113	5515,586	1,794
68,3	143,25	145,93	13,4271	1,9743	59,6628	0,20226	1713,739869	2,9426667	0,009336306	224081,365	5542,302	1,842
68,5	140,91	143,63	13,4271	1,9743	59,6637	0,20235	1713,003482	2,9426667	0,00934032	224737,533	5560,920	1,896
68,85	138,57	141,33	13,4271	1,9743	59,6646	0,20244	1712,26775	2,9426667	0,009344333	225885,827	5591,735	1,958
69	136,21	139,03	13,4271	1,9743	59,6628	0,20226	1713,739869	2,9426667	0,009336306	226377,953	5599,104	2,028
69,3	133,86	136,73	13,4271	1,9743	59,6637	0,20235	1713,003482	2,9426667	0,00934032	227362,205	5625,865	2,105
69,5	131,48	134,43	13,4271	1,9743	59,6646	0,20244	1712,26775	2,9426667	0,009344333	228018,373	5644,526	2,194
69,85	129,10	132,13	13,4271	1,9743	59,6628	0,20235	1711,455221	2,9426667	0,009348769	229166,667	5675,645	2,295
70	126,72	129,83	13,4271	1,9743	59,6637	0,20235	1713,003482	2,9426667	0,00934032	229658,793	5682,692	2,400
70,3	124,33	127,53	13,4271	1,9743	59,6646	0,20244	1712,26775	2,9426667	0,009344333	230643,045	5709,499	2,513
70,5	121,93	125,23	13,4271	1,9743	59,6628	0,20235	1711,455221	2,9426667	0,009348769	231299,213	5728,461	2,636
70,85	119,52	122,93	13,4271	1,9743	59,6637	0,20262	1710,72083	2,9426667	0,009352783	232447,507	5759,371	2,775
71	117,11	120,63	13,4271	1,9743	59,6646	0,20244	1712,26775	2,9426667	0,009344333	232939,633	5766,300	2,924
71,25	114,68	118,33	13,4271	1,9743	59,6655	0,20253	1711,532672	2,9426667	0,009348346	233759,843	5789,140	3,086
71,5	112,25	116,03	13,4271	1,9743	59,6637	0,20262	1710,72083	2,9426667	0,009352783	234580,052	5812,209	3,259
71,75	109,81	113,73	13,4271	1,9743	59,6646	0,20271	1709,987091	2,9426667	0,009356796	235400,262	5835,034	3,447
72	107,37	111,43	13,4271	1,9743	59,6655	0,20253	1711,532672	2,9426667	0,009348346	236220,472	5850,078	3,650
72,25	104,91	109,13	13,4271	1,9743	59,6637	0,20262	1710,72083	2,9426667	0,009352783	237040,682	5873,177	3,871
72,5	102,44	106,83	13,4271	1,9743	59,6646	0,20271	1709,987091	2,9426667	0,009356796	237860,892	5896,028	4,109
72,75	99,97	104,53	13,4271	1,9743	59,6655	0,2028	1709,254004	2,9426667	0,009360809	238681,102	5918,896	4,365
72,85	97,50	102,23	13,4271	1,9743	59,6637	0,20262	1710,72083	2,9426667	0,009352783	239009,186	5921,950	4,635
73	95,02	99,93	13,4271	1,9743	59,6646	0,20271	1709,987091	2,9426667	0,009356796	239501,312	5936,690	4,921
73,25	92,53	97,33	13,4271	1,9743	59,6655	0,2028	1709,254004	2,9426667	0,009360809	240321,522	5959,576	4,935
73,5	90,04	94,73	13,4271	1,9743	59,6655	0,2028	1709,254004	2,9426667	0,009360809	241141,732	5979,916	4,959
73,75	87,53	92,13	13,4271	1,9743	59,6664	0,20289	1708,521567	2,9426667	0,009364822	241961,942	6002,828	4,993
73,85	85,03	89,53	13,4271	1,9743	59,6646	0,20271	1709,987091	2,9426667	0,009356796	242290,026	6005,816	5,031
74	82,52	87,00	13,4271	1,9743	59,6655	0,2028	1709,254004	2,9426667	0,009360809	242782,152	6020,596	3,407

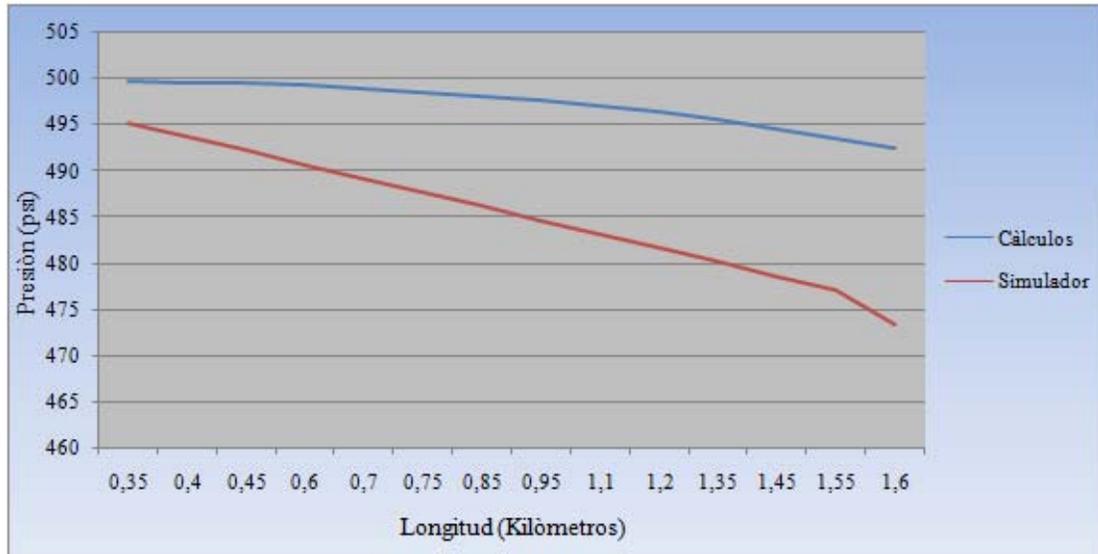


Figura C.1 Caída De Presión De La Estación De Descarga Or-02 Hasta El Lateral De 26”.

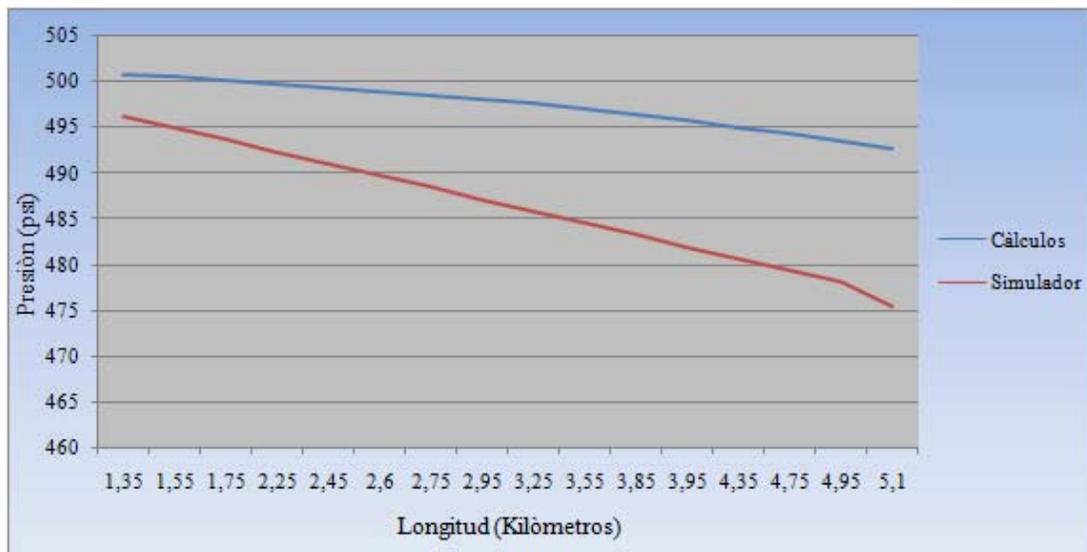


Figura C.2 Caída De Presión De La Estación De Descarga Ba-10 Hasta El Lateral De 36”.

Anexos D

Tabla D.1 Recibo del crudo Merey en el tanque 9601. (Continuación)

Tabla D.2 Recibo del crudo Merey en el tanque 9602

Tabla D.2 Recibo del crudo Merey en el tanque 9602 (Continuación)

Tabla D.4 Recibo del crudo Merey en el tanque 9603

Tabla D.4 Recibo del crudo Merey en el tanque 9603. (Continuación)

Tabla D.5 Recibo del crudo Merey en el tanque 9608

Tabla D.6 Gravedades API de las diferentes estaciones que descargan por el lateral de 24".

Tabla D.6 Gravedades API de las diferentes estaciones que descargan por el lateral de 24". (Continuación)

Tabla D.7 Gravedades API de las diferentes estaciones que descargan por el lateral de 36".

Tabla D.7 Gravedades API de las diferentes estaciones que descargan por el lateral de 36". (Continuación)

Tabla D.8 Gravedades específicas de las diferentes estaciones que descarga por el lateral de 26". (Continuación)

Tabla D.9 Gravedades específicas de las diferentes estaciones que descarga por el lateral de 24".

Tabla D.9 Gravedades específicas de las diferentes estaciones que descarga por el lateral de 24". (Continuación)

Tabla D.10 Gravedades específicas de las diferentes estaciones que descarga por el lateral de 36".

Tabla D.10 Gravedades específicas de las diferentes estaciones que descargan por el lateral de 36". (Continuación)

Tabla D.11 Barriles por día bombeados de las diferentes estaciones que descargan por el lateral de 24".

Tabla D.12 Barriles por día bombeados de las diferentes estaciones que descargan por el lateral de 36".

Tabla D.13 Volúmenes (pie³) de crudo por día bombeado por el lateral de 24" a PTO.

Tabla D.13 Volúmenes (pie³) de crudo por día bombeado por el lateral de 24" a PTO. (Continuación)

Tabla D.14 Volúmenes (pie³) de crudo por día bombeado por el lateral de 36" a PTO

Tabla D.14 Volúmenes (pie³) de crudo por día bombeado por el lateral de 36" a PTO. (Continuación)

Tabla D.15 Flujo másico enviado por el lateral de 26" a PTO. (Continuación)

Tabla D.16 Flujo másico enviado por el lateral de 24" a PTO.

Tabla D.17 Flujo másico enviado por el lateral de 36" a PTO.

Tabla D.18 Movimientos del tanque de almacenamiento 9601. (Continuación)

**Tabla D.18 Movimientos del tanque de almacenamiento 9601.
(Continuación)**

**Tabla D.19 Movimientos del tanque de almacenamiento 9602.
(Continuación)**

**Tabla D.19 Movimientos del tanque de almacenamiento 9602.
(Continuación)**

**Tabla D.20 Movimientos del tanque de almacenamiento 9603.
(Continuación)**

**Tabla D.20 Movimientos del tanque de almacenamiento 9603.
(Continuación)**

Tabla D.21 Recibos en PTO (Continuación)

Tabla D.21 Recibos en PTO (Continuación)

**Tabla D.22 Gravedades API promedio de las líneas de recibo de PTO.
(Continuación)**

**Tabla D.23 Gravedades específicas de las líneas de recibo en PTO.
(Continuación)**

**Tabla D.24 Barriles por día bombeados a los diferentes laterales de 24",
26" y 36". (Continuación)**

**Tabla D.25 Volumen (pie³) por día contenidos en cada lateral.
(Continuación)**

**Tabla D.26 Gravedades específicas de la mezcla de crudo Merey en PTO.
(Continuación)**

**Tabla D.27 Variación del tanque de Leonar-13 e inyección de diluyente al
tanque 9608 del Patio Tanque Oficina. (Continuación)**

Tabla D.28 Flujo másico del tanque de Leonar-13. (Continuación)

Tabla D.28 Flujo másico del tanque de Leonar-13. (Continuación)

Tabla D.29 Barriles por día recibidos en PTO. (Continuación)

**Tabla D.30 Flujo másico bombeado de las estaciones de descarga del crudo
Merey. (Continuación)**

Tabla D.30 Flujo másico bombeado de las estaciones de descarga del crudo Merrey. (Continuación)

Tabla D.31 Volumen (pie³) por día recibidos en PTO

Tabla D.32 Libras por día bombeadas y recibidas por pto para el mes de enero de 2009.

Tabla D.32 Libras por día bombeadas y recibidas por pto para el mes de enero de 2009. (Continuación)

Tabla D.33 Libras por día bombeadas y recibidas por pto para el mes de febrero de 2009.

Tabla D.33 Libras por día bombeadas y recibidas por pto para el mes de febrero de 2009. (Continuación)

Tabla D.1 Recibo Del Crudo Meroy En El Tanque 9601. (Continuación)

FECHA	SEG	MOV	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
23/01/2009 06:18	ME	RI18	75317	74243	73563
23/01/2009 22:05	ME	RI18	71848	70897	70259
24/01/2009 11:59	ME	RI18	27950	27576	27328
24/01/2009 15:00	ME	RI18	49365	48632	48282
25/01/2009 06:22	ME	RI18	76136	75055	74455
25/01/2009 19:12	ME	RI18	41528	41001	40673
26/01/2009 06:00	ME	RI18	49087	48449	48061
26/01/2009 17:37	ME	RI18	52198	51471	51059
27/01/2009 04:08	ME	RI18	68224	67336	66797
27/01/2009 21:45	ME	RI18	72521	71571	70999
28/01/2009 11:00	ME	RI18	68987	67953	67409
29/01/2009 00:00	ME	RI18	44183	43628	43279
29/01/2009 17:41	ME	RI18	67174	66270	65740
30/01/2009 04:00	ME	RI18	62656	61848	61353
30/01/2009 21:00	ME	RI18	79164	78291	77665
31/01/2009 10:05	ME	RI18	71975	71072	70591
31/01/2009 23:15	ME	RI18	28229	27912	27717

Tabla D.2 Recibo Del Crudo Meroy En El Tanque 9602

FECHA	SEG	MOV	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
01/01/2009 08:15	ME	RI18	61614	60861	60354
01/01/2009 21:12	ME	RI18	63844	63067	62563
02/01/2009 08:22	ME	RI18	57777	57008	56552
02/01/2009 19:34	ME	RI18	70197	69217	68664
03/01/2009 07:45	ME	RI18	59586	58833	58362
03/01/2009 19:35	ME	RI18	65773	64892	64457
04/01/2009 10:35	ME	RI18	52986	52250	51807
05/01/2009 00:00	ME	RI18	57510	56824	56441
05/01/2009 11:59	ME	RI18	34008	33558	33366
05/01/2009 14:20	ME	RI18	42738	42183	41930
06/01/2009 04:16	ME	RI18	73682	72879	72442
06/01/2009 16:50	ME	RI18	66760	65884	65404
07/01/2009 08:00	ME	RI18	79284	78277	77729
07/01/2009 19:55	ME	RI18	59520	58714	58233
08/01/2009 07:22	ME	RI18	55778	55076	54635
09/01/2009 01:00	ME	RI18	74313	73439	72851
09/01/2009 19:25	ME	RI18	76768	75759	75153
10/01/2009 11:59	ME	RI18	46835	46243	45873
10/01/2009 13:40	ME	RI18	28839	28473	28246
11/01/2009 06:00	ME	RI18	66493	65625	65100
12/01/2009 04:00	ME	RI18	69948	69159	68606
12/01/2009 16:40	ME	RI18	60380	59553	59147
13/01/2009 06:46	ME	RI18	70715	69824	69255
13/01/2009 17:50	ME	RI18	67241	66328	65797
14/01/2009 08:36	ME	RI18	67290	66357	65826
15/01/2009 01:00	ME	RI18	71641	70686	70202
15/01/2009 17:21	ME	RI18	58269	57488	57086
16/01/2009 04:00	ME	RI18	70568	69622	69135

Tabla D.2 Recibo Del Crudo Meroy En El Tanque 9602 (Continuación)

FECHA	SEG	MOV	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
16/01/2009 16:30	ME	RI18	68660	67777	67303
17/01/2009 03:45	ME	RI18	71284	70324	69832
17/01/2009 16:00	ME	RI18	67945	67034	66565
18/01/2009 03:23	ME	RI18	70463	69551	69064
18/01/2009 11:59	ME	RI18	3817	3762	3723
18/01/2009 15:30	ME	RI18	69965	69061	68590
19/01/2009 08:25	ME	RI18	70996	70014	69439
20/01/2009 01:30	ME	RI18	73657	72673	72091
20/01/2009 19:26	ME	RI18	45493	44906	44660
21/01/2009 09:00	ME	RI18	72020	71025	70599
22/01/2009 00:10	ME	RI18	76662	75699	75245
22/01/2009 11:59	ME	RI18	46254	45598	45324
22/01/2009 22:18	ME	RI18	46625	46004	45617
23/01/2009 11:00	ME	RI18	75526	74480	73884
24/01/2009 01:25	ME	RI18	57441	56702	56249
24/01/2009 18:30	ME	RI18	57358	56546	56176
25/01/2009 11:00	ME	RI18	74523	73495	72981
25/01/2009 22:00	ME	RI18	50888	50236	49884
26/01/2009 09:00	ME	RI18	39301	38769	38550
26/01/2009 20:26	ME	RI18	46543	45896	45621
27/01/2009 09:24	ME	RI18	72485	71552	71038
28/01/2009 00:06	ME	RI18	42661	42146	41795
28/01/2009 17:42	ME	RI18	67942	67020	66483
29/01/2009 09:32	ME	RI18	72164	71197	70627
29/01/2009 21:17	ME	RI18	58447	57721	57259
30/01/2009 11:59	ME	RI18	62677	61858	61364
30/01/2009 23:00	ME	RI18	40144	39639	39322
31/01/2009 11:59	ME	RI18	34099	33612	33396
31/01/2009 13:50	ME	RI18	31233	30805	30589

Tabla D.4 Recibo Del Crudo Meroy En El Tanque 9603

FECHA	SEG	MOV	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
01/01/2009 04:16	ME	RI18	52651	51915	51478
01/01/2009 11:59	ME	RI18	69149	68195	67650
02/01/2009 00:00	ME	RI18	54174	53492	53064
02/01/2009 11:59	ME	RI18	66173	65246	64724
02/01/2009 23:34	ME	RI18	70055	69157	68603
03/01/2009 11:59	ME	RI18	69516	68613	68064
04/01/2009 00:50	ME	RI18	73841	72940	72439
04/01/2009 11:59	ME	RI18	24035	23740	23574
04/01/2009 15:00	ME	RI18	43295	42702	42403
05/01/2009 04:50	ME	RI18	65902	65129	64598
05/01/2009 18:19	ME	RI18	68131	67234	66696
06/01/2009 09:25	ME	RI18	70996	70192	69631
06/01/2009 21:00	ME	RI18	70076	69203	68734
07/01/2009 11:59	ME	RI18	60054	59222	58808
07/01/2009 22:50	ME	RI18	44472	43899	43592

Tabla D.4 Recibo Del Crudo Merey En El Tanque 9603. (Continuación)

FECHA	SEG	MOV	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
08/01/2009 11:59	ME	RI18	70597	69620	69049
09/01/2009 05:45	ME	RI18	65863	64995	64475
09/01/2009 23:05	ME	RI18	64279	63448	62941
10/01/2009 18:00	ME	RI18	75174	74170	73663
11/01/2009 16:00	ME	RI18	69344	68638	68157
12/01/2009 08:00	ME	RI18	66462	65620	65243
12/01/2009 19:44	ME	RI18	58694	57925	57511
13/01/2009 22:12	ME	RI18	71555	70649	70074
14/01/2009 11:59	ME	RI18	58709	57912	57449
14/01/2009 12:46	ME	RI18	7330	7200	7142
15/01/2009 06:16	ME	RI18	70675	69733	69256
15/01/2009 20:20	ME	RI18	44780	44218	43853
16/01/2009 19:55	ME	RI18	55432	54728	54291
17/01/2009 19:15	ME	RI18	58202	57419	56959
18/01/2009 08:00	ME	RI18	64663	63959	63448
18/01/2009 19:12	ME	RI18	70620	69736	69262
19/01/2009 11:59	ME	RI18	59164	58388	58048
19/01/2009 13:00	ME	RI18	17435	17147	16958
20/01/2009 11:00	ME	RI18	60990	60205	59784
20/01/2009 22:35	ME	RI18	50008	49339	48994
21/01/2009 11:59	ME	RI18	45453	44825	44511
21/01/2009 13:24	ME	RI18	28521	28096	27900
22/01/2009 04:20	ME	RI18	65366	64532	64080
22/01/2009 14:40	ME	RI18	40452	39907	39627
23/01/2009 01:15	ME	RI18	50680	49976	49626
23/01/2009 11:59	ME	RI18	23545	23206	23009
23/01/2009 14:40	ME	RI18	50031	49320	48925
24/01/2009 08:34	ME	RI18	72206	71248	70760
24/01/2009 22:13	ME	RI18	63485	62635	62197
25/01/2009 11:59	ME	RI18	20719	20441	20298
25/01/2009 14:00	ME	RI18	43161	42551	42174
26/01/2009 02:10	ME	RI18	65311	64462	63947
26/01/2009 11:59	ME	RI18	49797	49132	48798
26/01/2009 23:31	ME	RI18	49068	48403	48004
27/01/2009 11:59	ME	RI18	48308	47638	47316
27/01/2009 13:32	ME	RI18	28229	27813	27619
28/01/2009 04:00	ME	RI18	72294	71393	70977
28/01/2009 11:59	ME	RI18	21216	20925	20800
28/01/2009 14:27	ME	RI18	52503	51765	51454
29/01/2009 05:00	ME	RI18	66916	66024	65628
30/01/2009 00:00	ME	RI18	41859	41324	41012
30/01/2009 16:10	ME	RI18	70137	69158	68590
31/01/2009 05:38	ME	RI18	62461	61607	61114
31/01/2009 18:00	ME	RI18	71420	70433	69955

Tabla D.5 Recibo Del Crudo Merey En El Tanque 9608

FECHA	SEG	MOV	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
08/01/2009 11:01	ME	RI18	15105	14924	14820
08/01/2009 11:59	ME	RI18	4033	4000	3972
08/01/2009 16:00	ME	RI18	64298	63578	63132
09/01/2009 11:00	ME	RI18	66041	65202	64664
10/01/2009 06:15	ME	RI18	51248	50669	50264
11/01/2009 08:15	ME	RI18	64169	63481	62973
11/01/2009 19:20	ME	RI18	65936	65217	64860
12/01/2009 11:18	ME	RI18	56478	55766	55227
12/01/2009 22:26	ME	RI18	49661	49008	48626
13/01/2009 10:18	ME	RI18	55584	54794	54356
14/01/2009 16:40	ME	RI18	69422	68522	67974
15/01/2009 11:00	ME	RI18	67131	66186	65656
16/01/2009 09:00	ME	RI18	70200	69300	68746
17/01/2009 08:00	ME	RI18	65451	64748	64230
18/01/2009 22:50	ME	RI18	71567	70833	70267
19/01/2009 21:00	ME	RI18	64692	64044	63531
20/01/2009 11:59	ME	RI18	16190	15925	15832
20/01/2009 14:10	ME	RI18	37817	37303	37114
21/01/2009 16:50	ME	RI18	70069	69096	68517
22/01/2009 17:05	ME	RI18	39327	38762	38507
23/01/2009 18:15	ME	RI18	68922	68011	67535
24/01/2009 10:37	ME	RI18	64170	63245	62803
25/01/2009 04:10	ME	RI18	55730	54938	54482
25/01/2009 17:10	ME	RI18	56421	55706	55330
26/01/2009 14:42	ME	RI18	49750	49078	48735
27/01/2009 17:38	ME	RI18	68714	67767	67209
28/01/2009 07:40	ME	RI18	67990	67026	66490
28/01/2009 21:30	ME	RI18	68869	67986	67442
29/01/2009 11:59	ME	RI18	40399	39828	39510
29/01/2009 13:40	ME	RI18	25411	25060	24859
30/01/2009 08:05	ME	RI18	63513	62726	62225
31/01/2009 06:00	ME	RI18	61170	60393	59910
31/01/2009 21:37	ME	RI18	67219	66281	65834

Tabla D.6 Gravedades Api De Las Diferentes Estaciones Que Descargan Por El Lateral De 24”.

FECHA	BA-01	LE-13	MY-04	MY-15	MY-18
01/12/2008	16,2	15,7	18	16,3	17,1
02/12/2008	16,3	15,2	18	16,3	17,1
03/12/2008	16,3	15,1	18	16,3	17
04/12/2008	16,2	15,2	18,3	16,3	17,3
05/12/2008	16,2	15,5	18	16,3	17,1
06/12/2008	16,2	15,4	17	15,5	17,4
07/12/2008	16,2	16,1	17,3	15,7	16,3
08/12/2008	16,2	15,6	17,4	15,8	16,1
09/12/2008	15,8	15,2	17,6	15,9	16,3
10/12/2008	16,1	15,1	17,6	15,4	16,4
11/12/2008	16,2	15,1	17,4	15,5	16,6

Tabla D.6 Gravedades Api De Las Diferentes Estaciones Que Descargan Por El Lateral De 24". (Continuación)

FECHA	BA-01	LE-13	MY-04	MY-15	MY-18
12/12/2008	16,1	15,4	17,4	16,1	16,6
13/12/2008	16,3	15,3	17,3	15,5	16,6
14/12/2008	16,1	15,2	17,4	15,5	16,4
15/12/2008	16,1	15,2	17,7	16,6	16,6
16/12/2008	16,2	15,5	16,8	16,7	16,4
17/12/2008	16,1	15,2	16,8	16,4	16,4
18/12/2008	16,3	15	16,8	16,1	16,7
19/12/2008	0	15,3	16,9	16,1	16,7
20/12/2008	0	15,3	16,4	17,1	16,6
21/12/2008	15,7	15,6	17,4	15,7	17,4
22/12/2008	16	15,8	17,2	16,9	16,9
23/12/2008	16,1	16,5	17,3	16,1	17,6
24/12/2008	15,9	16,7	16,2	16,8	17,5
25/12/2008	15,8	16,4	16,5	16,7	17,4
26/12/2008	16,2	16,4	18,1	16,9	17,1
27/12/2008	15,6	15,8	17,8	16,9	17,4
28/12/2008	15,9	15,6	17,8	16,7	17,1
29/12/2008	17	15,4	17,5	16,5	17,1
30/12/2008	16,5	15,7	17,6	16,4	17,4
31/12/2008	16,2	15,7	17,1	16,2	17,3

Tabla D.7 Gravedades Api De Las Diferentes Estaciones Que Descargan Por El Lateral De 36".

FECHA	BA-03	BA-04	BA-05	BA-06	BA-08	BA-10
01/12/2008	0	17,5	16,3	17,8	16,3	16,6
02/12/2008	16,3	0	16,2	17,2	16,4	16,3
03/12/2008	0	16,6	16,4	16,9	16,7	16,3
04/12/2008	0	17	17,5	17,4	0	16,9
05/12/2008	16,4	16,5	17,2	18,2	16,3	16,3
06/12/2008	0	16,9	17,2	17,4	16,4	16,2
07/12/2008	0	16,8	17,1	16,6	16,2	16,1
08/12/2008	16,4	16,8	16,4	17,3	16,3	16,3
09/12/2008	0	16,7	17	16	16,3	16
10/12/2008	0	16,7	16,2	16	16,2	16,6
11/12/2008	16,1	16,7	15,5	16,7	16,2	16,5
12/12/2008	16,9	17	17,1	16,5	17,2	16,3
13/12/2008	0	17	16,4	16,7	16,9	16,5
14/12/2008	16,2	16,7	16,8	17	17,3	16,5
15/12/2008	0	16,3	16,8	16,5	17,5	15,7
16/12/2008	16,3	16,3	16	16,7	17,5	16,4
17/12/2008	16,1	17,4	16,5	16,8	16,7	16,5
18/12/2008	15,8	15,1	16,5	17	16,6	16,1
19/12/2008	0	15,6	16,1	17	16,1	16,6

Tabla D.7 Gravedades Api De Las Diferentes Estaciones Que Descargan Por El Lateral De 36". (Continuación)

FECHA	BA-03	BA-04	BA-05	BA-06	BA-08	BA-10
20/12/2008	0	16,5	16,7	17	15,6	16,6
21/12/2008	15,8	16,7	17	16,5	16,3	16,2
22/12/2008	0	15,8	16,4	17	16,6	16
23/12/2008	15,9	16,9	16,5	15,5	16,4	16,3
24/12/2008	0	16,9	15,9	16,8	16	16,4
25/12/2008	0	16,8	16	17,1	16,4	16,1
26/12/2008	15,9	17,1	16,7	17,3	16,9	16,4
27/12/2008	0	16,6	17,5	16,6	16,4	16,4
28/12/2008	0	16,7	17	16,6	15,5	16,4
29/12/2008	16	17	17	16,9	15,6	15,7
30/12/2008	15,7	16,5	15,8	16,6	16,1	16,2
31/12/2008	15,9	16,5	16,1	17,1	16,1	15,7

Tabla D.8 Gravedades Especificas De Las Diferentes Estaciones Que Descarga Por El Lateral De 26". (Continuación)

23/12/2008	0,9503	0,9613	0,9580	0,9561	0,9377	0,9567	0,9652	0,9254
24/12/2008	0,9567	0,9613	0,9567	0,9580	0,9402	0,9554	0,9646	0,9212
25/12/2008	0,9516	1,0760	0,9548	0,9561	0,9358	0,9548	0,9639	0,9194
26/12/2008	0,9522	1,0760	0,9548	0,9580	0,9358	0,9535	0,9652	0,9200
27/12/2008	0,9554	1,0760	0,9548	0,9535	0,9371	0,9548	0,9626	0,9194
28/12/2008	0,9484	0,9580	0,9529	0,9554	0,9365	0,9516	0,9619	0,9182
29/12/2008	0,9509	1,0760	0,9541	0,9574	0,9396	0,9548	0,9619	0,9182
30/12/2008	0,9459	1,0760	0,9529	0,9574	0,9390	0,9548	0,9632	0,9200
31/12/2008	0,9516	0,9554	0,9567	0,9606	0,9396	0,9548	0,9632	0,9309

Tabla D.9 Gravedades Especificas De Las Diferentes Estaciones Que Descarga Por El Lateral De 24”.

FECHA	BA-01	LE-13	MY-04	MY-15	MY-18
01/12/2008	0,95802	0,96128	0,94649	0,95737	0,95222
02/12/2008	0,95737	0,96455	0,94649	0,95737	0,95222
03/12/2008	0,95737	0,96521	0,94649	0,95737	0,95286
04/12/2008	0,95802	0,96455	0,94459	0,95737	0,95094
05/12/2008	0,95802	0,96259	0,94649	0,95737	0,95222
06/12/2008	0,95802	0,96324	0,95286	0,96259	0,95030
07/12/2008	0,95802	0,95867	0,95094	0,96128	0,95737
08/12/2008	0,95802	0,96193	0,95030	0,96062	0,95867
09/12/2008	0,96062	0,96455	0,94903	0,95997	0,95737
10/12/2008	0,95867	0,96521	0,94903	0,96324	0,95673
11/12/2008	0,95802	0,96521	0,95030	0,96259	0,95544
12/12/2008	0,95867	0,96324	0,95030	0,95867	0,95544
13/12/2008	0,95737	0,96390	0,95094	0,96259	0,95544
14/12/2008	0,95867	0,96455	0,95030	0,96259	0,95673

Tabla D.9 Gravedades Especificas De Las Diferentes Estaciones Que Descarga Por El Lateral De 24”. (Continuación)

15/12/2008	0,95867	0,96455	0,94839	0,95544	0,95544
16/12/2008	0,95802	0,96259	0,95415	0,95479	0,95673
17/12/2008	0,95867	0,96455	0,95415	0,95673	0,95673
18/12/2008	0,95737	0,96587	0,95415	0,95867	0,95479
19/12/2008	1,07605	0,96390	0,95350	0,95867	0,95479
20/12/2008	1,07605	0,96390	0,95673	0,95222	0,95544
21/12/2008	0,96128	0,96193	0,95030	0,96128	0,95030
22/12/2008	0,95932	0,96062	0,95158	0,95350	0,95350
23/12/2008	0,95867	0,95608	0,95094	0,95867	0,94903
24/12/2008	0,95997	0,95479	0,95802	0,95415	0,94966
25/12/2008	0,96062	0,95673	0,95608	0,95479	0,95030
26/12/2008	0,95802	0,95673	0,94586	0,95350	0,95222
27/12/2008	0,96193	0,96062	0,94776	0,95350	0,95030
28/12/2008	0,95997	0,96193	0,94776	0,95479	0,95222
29/12/2008	0,95286	0,96324	0,94966	0,95608	0,95222
30/12/2008	0,95608	0,96128	0,94903	0,95673	0,95030
31/12/2008	0,958023	0,961277	0,952221	0,958023	0,95094

Tabla D.10 Gravedades Especificas De Las Diferentes Estaciones Que Descarga Por El Lateral De 36”.

FECHA	BA-03	BA-04	BA-05	BA-06	BA-08	BA-10
01/12/2008	1,07605	0,94966	0,95737	0,94776	0,95737	0,95544
02/12/2008	0,95737	1,07605	0,95802	0,95158	0,95673	0,95737
03/12/2008	1,07605	0,95544	0,95673	0,95350	0,95479	0,95737
04/12/2008	1,07605	0,95286	0,94966	0,95030	1,07605	0,95350
05/12/2008	0,95673	0,95608	0,95158	0,94522	0,95737	0,95737
06/12/2008	1,07605	0,95350	0,95158	0,95030	0,95673	0,95802
07/12/2008	1,07605	0,95415	0,95222	0,95544	0,95802	0,95867
08/12/2008	0,95673	0,95415	0,95673	0,95094	0,95737	0,95737
09/12/2008	1,07605	0,95479	0,95286	0,95932	0,95737	0,95932
10/12/2008	1,07605	0,95479	0,95802	0,95932	0,95802	0,95544
11/12/2008	0,95867	0,95479	0,96259	0,95479	0,95802	0,95608
12/12/2008	0,95350	0,95286	0,95222	0,95608	0,95158	0,95737
13/12/2008	1,07605	0,95286	0,95673	0,95479	0,95350	0,95608
14/12/2008	0,95802	0,95479	0,95415	0,95286	0,95094	0,95608
15/12/2008	1,07605	0,95737	0,95415	0,95608	0,94966	0,96128
16/12/2008	0,95737	0,95737	0,95932	0,95479	0,94966	0,95673
17/12/2008	0,95867	0,95030	0,95608	0,95415	0,95479	0,95608
18/12/2008	0,96062	0,96521	0,95608	0,95286	0,95544	0,95867
19/12/2008	1,07605	0,96193	0,95867	0,95286	0,95867	0,95544
20/12/2008	1,07605	0,95608	0,95479	0,95286	0,96193	0,95544
21/12/2008	0,96062	0,95479	0,95286	0,95608	0,95737	0,95802

Tabla D.10 Gravedades Especificas De Las Diferentes Estaciones Que Descarga Por El Lateral De 36”. (Continuación)

FECHA	BA-03	BA-04	BA-05	BA-06	BA-08	BA-10
22/12/2008	1,07605	0,96062	0,95673	0,95286	0,95544	0,95932
23/12/2008	0,95997	0,95350	0,95608	0,96259	0,95673	0,95737
24/12/2008	1,07605	0,95350	0,95997	0,95415	0,95932	0,95673
25/12/2008	1,07605	0,95415	0,95932	0,95222	0,95673	0,95867
26/12/2008	0,95997	0,95222	0,95479	0,95094	0,95350	0,95673
27/12/2008	1,07605	0,95544	0,94966	0,95544	0,95673	0,95673
28/12/2008	1,07605	0,95479	0,95286	0,95544	0,96259	0,95673
29/12/2008	0,95932	0,95286	0,95286	0,95350	0,96193	0,96128
30/12/2008	0,96128	0,95608	0,96062	0,95544	0,95867	0,95802
31/12/2008	0,95997	0,95608	0,95867	0,95222	0,95867	0,96128

Tabla D.11 Barriles Por Día Bombeados De Las Diferentes Estaciones Que Descargan Por El Lateral De 24”.

FECHA	BA01	LE13	MY04	MY15	MY18
01/12/08	1121	2776	1500	2138	2468
02/12/08	1186	3322	1663	1897	2410
03/12/08	1072	3299	1837	2020	2434
04/12/08	1353	3115	1617	1792	2148
05/12/08	1001	3066	1749	2107	2704
06/12/08	1284	3596	1679	369	2299
07/12/08	1142	3022	1659	1386	2709
08/12/08	1101	3261	1668	3833	2260
09/12/08	1109	3333	1595	1335	2829
10/12/08	1118	3424	1779	375	2805
11/12/08	1105	3191	1531	2463	2545
12/12/08	1733	3248	1724	2600	2645
13/12/08	1645	3644	1646	3208	2577
14/12/08	1169	3827	1596	2801	2513
15/12/08	1252	3354	1694	1912	2462
16/12/08	1512	3994	1657	2477	2508
17/12/08	1220	3385	1723	2711	2556
18/12/08	1296	3215	1646	2121	2632
19/12/08	0	3555	1620	2606	2600
20/12/08	0	3250	1638	2478	2619
21/12/08	2751	3241	1586	2517	2520
22/12/08	2485	3329	1669	2615	2339
23/12/08	635	2296	1464	2417	2629
24/12/08	1269	6915	1512	2496	2623
25/12/08	1886	5202	1511	2365	2734
26/12/08	1982	3851	1477	2583	2347
27/12/08	1261	3804	1560	2250	2751
28/12/08	1172	3143	1616	2481	2960
29/12/08	1230	3216	1610	3127	2894
30/12/08	1274	3414	1606	3037	2627
31/12/08	2238	3270	1635	4826	3615
TOTAL	40602	108558	50467	73343	80762

Tabla D.12 Barriles Por Día Bombeados De Las Diferentes Estaciones Que Descargan Por El Lateral De 36”.

FECHA	BA03	BA04	BA05	BA06	BA08	BA10
01/12/08	0	2523	32547	14761	4708	125477
02/12/08	2293	0	37890	17332	3611	121411
03/12/08	0	2967	36319	18209	3786	125153
04/12/08	0	391	33176	16629	0	124781
05/12/08	2678	6359	33980	19891	5707	118469
06/12/08	0	4008	33478	15022	3668	128208
07/12/08	0	3385	39867	16008	4068	124331
08/12/08	2742	3166	36862	19226	3955	125737
09/12/08	0	4459	35837	16258	3512	125082
10/12/08	0	5274	35800	17872	3622	125720
11/12/08	2754	5242	34843	15757	4050	125384
12/12/08	61	6361	34977	16476	3487	124978
13/12/08	0	5851	32947	15769	4927	123578
14/12/08	2923	4430	36699	16324	4838	122313
15/12/08	0	5126	38442	16383	4055	122270
16/12/08	187	5708	34037	10842	3366	123699
17/12/08	1259	5162	34921	13626	4025	123312
18/12/08	2902	12299	34907	16551	3376	123418
19/12/08	0	2305	34342	15228	3892	120804
20/12/08	0	4329	35075	16967	3781	127420
21/12/08	1603	12292	36360	15355	2967	122850
22/12/08	0	12191	35453	14940	3496	120685
23/12/08	2202	8456	34916	16590	2955	114419
24/12/08	0	10320	36439	14833	3232	110026
25/12/08	0	16029	34969	15946	4383	96792
26/12/08	2694	14727	35913	15898	2406	111029
27/12/08	0	16810	34631	11596	2758	150313
28/12/08	0	10491	34938	19956	2885	144756
29/12/08	2643	22096	34877	15415	3108	93275
30/12/08	1336	16554	35768	14266	3082	150279
31/12/08	1925	6149	58753	15490	5435	130467
TOTAL	30202	235460	1119963	495416	113141	3826436

Tabla D.13 Volúmenes (Pie3) De Crudo Por Día Bombeado Por El Lateral De 24" A Pto.

FECHA	BA01	LE13	MY04	MY15	MY18
01/12/2008	6293,3	15584,4	8421,0	12002,7	13855,3
02/12/2008	6658,2	18649,7	9336,1	10649,7	13529,7
03/12/2008	6018,2	18520,6	10312,9	11340,3	13664,5
04/12/2008	7595,7	17487,6	9077,8	10060,3	12058,9
05/12/2008	5619,6	17212,5	9818,9	11828,7	15180,2
06/12/2008	7208,4	20187,9	9425,9	2071,6	12906,6
07/12/2008	6411,2	16965,5	9313,6	7781,0	15208,3
08/12/2008	6181,0	18307,2	9364,1	21518,4	12687,6
09/12/2008	6225,9	18711,4	8954,3	7494,7	15882,0
10/12/2008	6276,4	19222,3	9987,3	2105,2	15747,3
11/12/2008	6203,5	17914,3	8595,0	13827,3	14287,6
12/12/2008	9729,1	18234,3	9678,5	14596,4	14849,0
13/12/2008	9235,0	20457,4	9240,6	18009,7	14467,3

Tabla D.13 Volúmenes (Pie3) De Crudo Por Día Bombeado Por El Lateral De 24" A Pto. (Continuación)

FECHA	BA01	LE13	MY04	MY15	MY18
14/12/2008	6562,8	21484,8	8959,9	15724,8	14108,0
15/12/2008	7028,7	18829,3	9510,1	10734,0	13821,7
16/12/2008	8488,4	22422,3	9302,4	13905,9	14079,9
17/12/2008	6849,1	19003,4	9672,9	15219,5	14349,4
18/12/2008	7275,7	18049,0	9240,6	11907,3	14776,0
19/12/2008	0,0	19957,8	9094,7	14630,1	14596,4
20/12/2008	0,0	18245,5	9195,7	13911,5	14703,1
21/12/2008	15444,1	18195,0	8903,8	14130,4	14147,3
22/12/2008	13950,8	18689,0	9369,8	14680,6	13131,1
23/12/2008	3564,9	12889,7	8218,9	13569,0	14759,2
24/12/2008	7124,2	38820,8	8488,4	14012,5	14725,5
25/12/2008	10588,0	29204,0	8482,7	13277,1	15348,7
26/12/2008	11126,9	21619,5	8291,9	14500,9	13176,0
27/12/2008	7079,2	21355,6	8757,8	12631,5	15444,1
28/12/2008	6579,6	17644,8	9072,2	13928,3	16617,4
29/12/2008	6905,2	18054,6	9038,5	17555,0	16246,9
30/12/2008	7152,2	19166,2	9016,1	17049,7	14748,0
31/12/2008	12564,1	18357,8	9178,9	27093,1	20294,6

Tabla D.14 Volúmenes (Pie3) De Crudo Por Día Bombeado Por El Lateral De 36" A Pto

FECHA	BA03	BA04	BA05	BA06	BA08	BA10
01/12/2008	0,00	14164,11	182718,69	82868,18	26430,69	704427,21
02/12/2008	12872,89	0,00	212714,26	97301,76	20272,13	681600,71
03/12/2008	0,00	16656,72	203894,67	102225,23	21254,58	702608,28
04/12/2008	0,00	2195,07	186249,89	93355,12	0,00	700519,87
05/12/2008	15034,28	35699,39	190763,54	111667,97	32039,07	665084,34
06/12/2008	0,00	22500,89	187945,31	84333,43	20592,13	719759,03
07/12/2008	0,00	19003,37	223813,13	89868,83	22837,73	697993,58
08/12/2008	15393,57	17773,91	206943,07	107934,66	22203,35	705886,85
09/12/2008	0,00	25032,80	201188,73	91272,33	19716,35	702209,69
10/12/2008	0,00	29608,21	200981,01	100333,31	20333,89	705791,41
11/12/2008	15460,94	29428,56	195608,42	88459,71	22736,68	703905,11
12/12/2008	342,45	35710,62	196360,69	92496,18	19576,00	701625,83
13/12/2008	0,00	32847,48	184964,28	88527,08	27660,15	693766,24
14/12/2008	16409,71	24870,00	206027,99	91642,85	27160,51	686664,53
15/12/2008	0,00	28777,34	215813,18	91974,08	22764,75	686423,13
16/12/2008	1049,82	32044,68	191083,54	60866,93	18896,71	694445,53
17/12/2008	7068,02	28979,44	196046,31	76496,29	22596,33	692272,91
18/12/2008	16291,81	69046,52	195967,71	92917,23	18952,85	692868,00
19/12/2008	0,00	12940,26	192795,81	85489,91	21849,67	678193,02
20/12/2008	0,00	24302,98	196910,86	95252,65	21226,51	715335,20
21/12/2008	8999,23	69007,22	204124,85	86202,89	16656,72	689679,25
22/12/2008	0,00	68440,21	199032,95	83873,08	19626,53	677524,95
23/12/2008	12362,02	47471,94	196018,24	93136,17	16589,35	642347,66
24/12/2008	0,00	57936,43	204568,35	83272,38	18144,43	617685,38
25/12/2008	0,00	89986,72	196315,78	89520,76	24606,14	543389,78
26/12/2008	15124,10	82677,30	201615,39	89251,29	13507,27	623316,22

Tabla D.14 Volúmenes (Pie3) De Crudo Por Día Bombeado Por El Lateral De 36" A Pto. (Continuación)

FECHA	BA03	BA04	BA05	BA06	BA08	BA10
27/12/2008	0,00	94371,25	194418,25	65099,88	15483,40	843856,39
28/12/2008	0,00	58896,42	196141,75	112032,88	16196,37	812659,42
29/12/2008	14837,79	124046,83	195799,29	86539,73	17448,30	523645,36
30/12/2008	7500,30	92934,07	200801,36	80089,25	17302,33	843665,51
31/12/2008	10806,94	34520,45	329839,03	86960,78	30512,06	732441,05

Tabla D.15 Flujo Másico Enviado Por El Lateral De 26" A Pto.
(Continuación)

FECHA	OF16 (LBS)	YO06 (LBS)	AR03 (LBS)	AR04 (LBS)	OF18 (LBS)	MY20 (LBS)	OR-02 (LBS)	ADA05 (LBS)
26/12/2008	965091,8	0,0	1716173,9	5495684,1	1176187,9	28241252,7	13005699,0	1369748,5
27/12/2008	852456,2	0,0	1683810,2	5251144,4	895875,2	28698513,5	12764168,6	1611972,2
28/12/2008	914995,4	903068,4	1634511,9	5247713,4	888319,2	27859708,2	11632575,2	1305029,8
29/12/2008	682423,9	0,0	1689431,8	4690868,2	857409,9	28627411,4	12251271,8	1111960,6
30/12/2008	788999,8	0,0	1626253,6	6289430,2	785410,1	29299035,2	12770654,1	1493361,5
31/12/2008	1964580,9	637416,1	2233638,8	5745001,5	1840223,0	28161276,2	12213086,9	1847845,3

Tabla D.16 Flujo Másico Enviado Por El Lateral De 24" A Pto.

FECHA	BA01 (LBS)	LE(LBS)	MY04 (LBS)	MY15 G.E)	MY18 (LBS)
01/12/2008	376499,53	935515,47	497724,92	717583,74	823883,24
02/12/2008	398060,95	1123333,83	551811,03	636696,14	804521,32
03/12/2008	359798,77	1116317,33	609547,12	677979,02	813080,31
04/12/2008	454419,15	1053336,81	535472,94	601454,66	716095,04
05/12/2008	336196,28	1034651,61	580347,26	707179,11	902666,24
06/12/2008	431244,78	1214331,36	560871,75	124522,65	765920,33
07/12/2008	383552,60	1015657,84	553073,41	467083,73	909230,29
08/12/2008	369782,32	1099708,16	555700,35	1290848,86	759558,81
09/12/2008	373480,66	1127053,47	530667,35	449286,23	949506,27
10/12/2008	375746,35	1158614,90	591885,40	126633,55	940814,53
11/12/2008	371125,76	1079772,24	510058,30	831163,38	852456,15
12/12/2008	582440,45	1096815,42	574356,96	873828,72	885951,48
13/12/2008	552116,58	1231378,69	548739,50	1082570,90	863174,66
14/12/2008	392886,83	1294099,50	531713,29	945224,77	842875,90
15/12/2008	421067,41	1133382,04	565121,41	640430,71	825770,18
16/12/2008	508165,01	1348731,77	554269,12	829119,49	844052,33
17/12/2008	410305,31	1143857,54	575957,85	908671,96	856719,11
18/12/2008	435570,01	1085671,67	550589,60	712842,58	882789,24
19/12/2008	0,00	1201303,86	542258,21	876439,04	871467,02
20/12/2008	0,00	1097490,80	550885,32	826665,20	878428,96
21/12/2008	927090,44	1092963,55	528027,13	848232,15	839547,29
22/12/2008	836311,81	1124168,27	556033,50	874721,63	780294,55
23/12/2008	213415,86	770092,74	488393,00	812324,62	878220,27
24/12/2008	427364,26	2322474,80	505085,22	834915,94	875626,31
25/12/2008	635152,87	1747145,91	477119,98	791630,04	913295,63
26/12/2008	665675,35	1292523,38	494058,83	863435,35	785075,20
27/12/2008	425247,47	1281952,76	521470,83	752628,55	919593,75
28/12/2008	394697,33	1060636,01	536933,96	830458,40	988125,77
29/12/2008	410882,82	1084532,80	537822,22	1048815,34	967395,24
30/12/2008	427018,84	1152087,60	536847,53	1019317,97	878735,65
31/12/2008	752674,81	1103493,40	546910,08	1620862,39	1208408,36

Tabla D.17 Flujo Másico Enviado Por El Lateral De 36" A Pto.

FECHA	BA03 (LBS)	BA04 (LBS)	BA05 (LBS)	BA06 (LBS)	BA08 (LBS)	BA10 (LBS)
01/12/2008	0,0	839982,6	10923853,1	4904506,3	1580161,0	42028935,5
02/12/2008	769606,9	0,0	12725751,3	5781986,0	1211152,0	40749560,1
03/12/2008	0,0	993806,4	12181619,5	6086834,8	1267277,5	42005499,4
04/12/2008	0,0	130614,0	11045288,8	5540012,7	0,0	41711315,1
05/12/2008	898217,9	2131407,2	11335788,3	6591346,4	1915458,6	39762127,2
06/12/2008	0,0	1339778,9	11168320,2	5004634,7	1230270,1	43059992,7
07/12/2008	0,0	1132287,8	13308652,0	5361932,5	1366280,2	41786153,1
08/12/2008	919683,9	1059032,0	12363745,1	6409517,4	1327429,2	42201509,2
09/12/2008	0,0	1492549,0	11971388,2	5467822,7	1178743,7	42067055,9
10/12/2008	0,0	1765351,7	12023803,0	6010636,4	1216486,4	42110329,1
11/12/2008	925586,3	1754640,4	11758110,3	5274297,9	1360234,7	42026161,7
12/12/2008	20390,8	2124898,9	11676241,5	5522419,5	1163269,4	41946763,6
13/12/2008	0,0	1954532,8	11050629,6	5278314,6	1646978,7	41420827,3
14/12/2008	981720,0	1482841,9	12275873,4	5453049,7	1612880,7	40996825,1
15/12/2008	0,0	1719292,4	12897175,1	5491247,7	1350938,2	41010121,9
16/12/2008	62848,4	1915794,2	11408508,8	3631563,7	1123659,2	41489417,4
17/12/2008	423421,6	1720895,1	11728581,7	4554847,1	1348187,0	41331669,5
18/12/2008	977313,7	4164582,8	11708025,9	5525158,6	1131566,4	41479304,8
19/12/2008	0,0	777844,7	11541933,0	5086929,7	1308941,2	40491039,0
20/12/2008	0,0	1450012,8	11740559,6	5664030,4	1275067,9	42679749,8
21/12/2008	539846,3	4120027,9	12187131,1	5146683,1	995150,3	41232536,2
22/12/2008	0,0	4105593,1	11894374,6	4990723,0	1170996,7	40478503,0
23/12/2008	741069,9	2834278,9	11726902,4	5598457,3	991125,5	38402812,9
24/12/2008	0,0	3454385,6	12213610,2	4961661,9	1086972,7	36903407,8
25/12/2008	0,0	5368966,5	11728821,1	5323193,7	1470085,6	32486606,8
26/12/2008	898723,2	4956283,3	12021061,1	5300036,8	804268,5	37239820,3
27/12/2008	0,0	5634369,4	11529702,1	3886742,9	925676,3	50381854,5
28/12/2008	0,0	3518746,9	11663222,3	6684328,1	973571,4	48617811,0
29/12/2008	889485,8	7391146,9	11650699,2	5180796,0	1048111,9	31306184,9
30/12/2008	450539,7	5548563,5	11980609,7	4771999,5	1035823,1	50472768,1
31/12/2008	647847,2	2061019,5	19692808,3	5167491,5	1827876,5	43848388,9

Tabla D.18 Movimientos Del Tanque De Almacenamiento 9601.

(Continuación)

FECHA	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
11/12/2008 00:40	68228	67346	66807
11/12/2008 11:59	36190	35674	35389
11/12/2008 13:30	27348	26937	26722
12/12/2008 00:15	55661	54899	54529
12/12/2008 11:59	42118	41516	41225
12/12/2008 14:00	31180	30737	30522
13/12/2008 04:00	70208	69314	68744
13/12/2008 17:25	75527	74703	74192
14/12/2008 11:59	55810	55123	54682
14/12/2008 18:20	67199	66372	65925
15/12/2008 09:45	75212	74252	73646
15/12/2008 20:30	65094	64242	63728
16/12/2008 11:17	74433	73440	72936
16/12/2008 22:30	74245	73319	72806
17/12/2008 11:59	63812	62942	62502
18/12/2008 01:23	72078	71171	70673

Tabla D.18 Movimientos Del Tanque De Almacenamiento 9601.
(Continuación)

FECHA	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
18/12/2008 11:59	10945	10787	10712
18/12/2008 15:21	57560	56755	56274
19/12/2008 05:00	72562	71527	70955
19/12/2008 18:32	65410	64583	64066
20/12/2008 08:50	72246	71307	70652
20/12/2008 21:10	73487	72558	71989
21/12/2008 11:45	74329	73385	72797
21/12/2008 23:30	76747	75773	75167
22/12/2008 11:59	66897	66025	65572
22/12/2008 12:40	11721	11542	11375
23/12/2008 02:05	63032	62356	61857
23/12/2008 11:59	11242	11035	10910
23/12/2008 14:42	51198	50441	49987
23/12/2008 23:37	46460	45932	45606
24/12/2008 11:59	60964	60146	59737
24/12/2008 12:45	13470	13256	13334
25/12/2008 01:00	73529	72614	72084
25/12/2008 11:59	21092	20797	20651
25/12/2008 14:35	47476	46806	46478
26/12/2008 05:00	69493	68499	68020
26/12/2008 15:28	72016	71157	70574
27/12/2008 04:40	75085	74256	73662
27/12/2008 16:00	70649	69621	69064
28/12/2008 03:35	67048	66273	65820
28/12/2008 16:18	70986	70071	69667
29/12/2008 08:22	67218	66365	65967
29/12/2008 18:42	76830	75794	75254
30/12/2008 06:00	73634	72740	72231
30/12/2008 17:48	73045	72029	71525
31/12/2008 06:20	73402	72431	72008
31/12/2008 17:12	66146	65317	64841

Tabla D.19 Movimientos Del Tanque De Almacenamiento 9602.
(Continuación)

FECHA	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
11/12/2008 10:23	63172	62291	61855
11/12/2008 20:45	76765	75714	75099
12/12/2008 09:42	56247	55467	55024
12/12/2008 22:55	72822	71851	71276
13/12/2008 11:59	40291	39751	39489
13/12/2008 13:40	30877	30463	30250
14/12/2008 02:27	75800	74819	74210
14/12/2008 11:00	54131	53427	53000
14/12/2008 22:50	78675	77583	76962
15/12/2008 11:59	44110	43548	43257
15/12/2008 13:13	25563	25231	25055
16/12/2008 01:15	70138	69252	68682
16/12/2008 11:59	16302	16095	15966
16/12/2008 14:25	47940	47331	46952
17/12/2008 03:38	69172	68353	67721
17/12/2008 16:00	68228	67222	66617

Tabla D.19 Movimientos Del Tanque De Almacenamiento 9602.
(Continuación)

FECHA	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
18/12/2008 06:25	70972	70123	69658
18/12/2008 20:00	68543	67640	67082
19/12/2008 10:00	67997	67079	66458
19/12/2008 23:00	69863	68961	68340
20/12/2008 11:59	56314	55525	55025
20/12/2008 13:00	9684	9550	9464
21/12/2008 01:25	65260	64359	63779
21/12/2008 11:59	4888	4830	4810
21/12/2008 15:47	62543	61679	61270
22/12/2008 05:00	71916	71015	70435
22/12/2008 16:35	70994	70033	69473
23/12/2008 07:48	67561	66726	66192
23/12/2008 17:23	49048	48331	47944
24/12/2008 03:25	52976	52426	51937
24/12/2008 16:15	69318	68448	67916
25/12/2008 06:16	75254	74388	73793
25/12/2008 18:36	70241	69307	68837
26/12/2008 08:32	70116	69264	68779
26/12/2008 19:20	73829	72860	72265
27/12/2008 08:05	50310	49682	49284
27/12/2008 19:21	58413	57619	57244
28/12/2008 08:50	72719	71804	71216
28/12/2008 21:40	74019	73148	72649
29/12/2008 11:59	60597	59804	59473
29/12/2008 21:36	57316	56563	56224
30/12/2008 10:00	58935	58169	57735
30/12/2008 21:30	66209	65315	64858
31/12/2008 09:45	64432	63603	63073
31/12/2008 21:18	68162	67176	66721

Tabla D.20 Movimientos Del Tanque De Almacenamiento 9603.
(Continuación)

FECHA	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
07/12/2008 11:45	51308	50597	50193
07/12/2008 20:44	54745	54070	53720
08/12/2008 09:02	52233	51699	51251
08/12/2008 19:18	62061	61308	60818
09/12/2008 08:43	51139	50438	50034
09/12/2008 20:00	72124	71153	70584
10/12/2008 07:45	48160	47481	47101
10/12/2008 15:42	64849	63946	63434
11/12/2008 06:00	76362	75394	74874
11/12/2008 16:40	61707	60901	60392
12/12/2008 05:35	76843	75810	75204
12/12/2008 18:15	72358	71389	70818
13/12/2008 10:00	74478	73514	72925
13/12/2008 21:45	78548	77649	77114
14/12/2008 11:59	18894	18609	18443
14/12/2008 14:45	49611	48946	48554
15/12/2008 06:00	74260	73298	72712
15/12/2008 17:00	73704	72642	72061
16/12/2008 07:40	68832	67929	67467

Tabla D.20 Movimientos Del Tanque De Almacenamiento 9603.
(Continuación)

FECHA	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
16/12/2008 18:28	70203	69295	68810
17/12/2008 07:50	49757	49076	48732
17/12/2008 20:30	72377	71466	70883
18/12/2008 11:36	74440	73434	72847
19/12/2008 00:08	69969	68997	68445
19/12/2008 11:59	42452	41845	41403
19/12/2008 14:18	30199	29770	29472
20/12/2008 03:10	59928	59189	58744
20/12/2008 16:46	70738	69732	69174
21/12/2008 07:00	73657	72733	72151
21/12/2008 19:20	66219	65413	64975
22/12/2008 08:16	54372	53737	53361
22/12/2008 21:00	67877	67000	66447
23/12/2008 11:27	62551	61695	61288
23/12/2008 20:00	36241	35788	35538
24/12/2008 08:30	68691	67764	67206
24/12/2008 20:23	72127	71194	70625
25/12/2008 11:00	65628	64741	64223
25/12/2008 23:00	74374	73412	72824
26/12/2008 07:10	74794	73822	73231
26/12/2008 11:59	65740	64854	64335
27/12/2008 00:00	69737	68895	68344
27/12/2008 11:59	64308	63550	63042
27/12/2008 23:25	66554	65822	65380
28/12/2008 11:59	55149	54396	53941
28/12/2008 12:20	11617	11466	11374
29/12/2008 03:35	75208	74256	73662
29/12/2008 11:59	4026	3975	3943
29/12/2008 15:00	63892	63054	62464
30/12/2008 01:00	65295	64505	64007
30/12/2008 11:59	36979	36466	36122
30/12/2008 13:53	33916	33462	33161
31/12/2008 02:00	68631	67772	67247
31/12/2008 11:59	44562	43977	43750
31/12/2008 13:23	22349	22058	21926

Tabla D.21 Recibos En Pto (Continuación)

FECHA	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
10/12/2008	405956	400417	397273
11/12/2008	382251	377117	374329
12/12/2008	396689	391244	388195
13/12/2008	361337	356556	353774
14/12/2008	406003	400991	397945
15/12/2008	389067	383999	381056
16/12/2008	394066	388831	385895
17/12/2008	375129	370316	367523
18/12/2008	369040	364203	361390
19/12/2008	379083	373843	370617
20/12/2008	353960	349335	346299
21/12/2008	372043	367147	364164

Tabla D.21 Recibos En Pto (Continuación)

FECHA	BARRILES BRUTO	BARRILES BRUTO (60°F)	BARRILES NETO
22/12/2008	398694	251844	390780
23/12/2008	354978	288692	347542
24/12/2008	365578	422523	357955
25/12/2008	390418	385438	382626
26/12/2008	397440	392142	389273
27/12/2008	405285	400400	397171
28/12/2008	390532	385535	382665
29/12/2008	363671	359085	356735
30/12/2008	432881	427291	424037
31/12/2008	424197	418589	415622

**Tabla D.22 Gravedades Api Promedio De Las Líneas De Recibo De Pto.
(Continuación)**

FECHA	LINEA 24"	LINEA 26"	LINEA 36"
11/12/2008	16,56	16,13	16,49
12/12/2008	16,66	15,91	16,51
13/12/2008	16,25	15,90	15,97
14/12/2008	16,18	16,10	16,10
15/12/2008	16,16	16,07	16,23
16/12/2008	16,45	16,20	16,23
17/12/2008	15,98	15,70	15,89
18/12/2008	16,21	15,94	16,29
19/12/2008	16,29	16,00	16,26
20/12/2008	16,00	15,88	16,10
21/12/2008	15,90	15,78	16,08
22/12/2008	16,26	15,87	16,04
23/12/2008	16,27	15,87	16,19
24/12/2008	16,23	16,07	16,16
25/12/2008	16,37	16,03	16,25
26/12/2008	16,45	16,22	16,23
27/12/2008	16,00	15,85	15,93
28/12/2008	16,07	15,68	16,13
29/12/2008	16,36	15,94	16,17
30/12/2008	16,44	16,03	16,13
31/12/2008	16,40	16,28	16,27

**Tabla D.23 Gravedades Especificas De Las Líneas De Recibo En Pto.
(Continuación)**

FECHA	G.E 24"	G.E 26"	G.E 36"
19/12/2008	0,95747	0,95932	0,95765
20/12/2008	0,95932	0,96008	0,95867
21/12/2008	0,95997	0,96073	0,95878
22/12/2008	0,95765	0,96016	0,95904
23/12/2008	0,95756	0,96016	0,95812
24/12/2008	0,95784	0,95886	0,95825
25/12/2008	0,95694	0,95911	0,95770
26/12/2008	0,95640	0,95791	0,95781
27/12/2008	0,95932	0,96030	0,95976
28/12/2008	0,95889	0,96139	0,95846
29/12/2008	0,95700	0,95969	0,95821
30/12/2008	0,95645	0,95914	0,95849
31/12/2008	0,95673	0,95748	0,95759

**Tabla D.24 Barriles Por Día Bombeados A Los Diferentes Laterales De
24", 26" Y 36". (Continuación)**

FECHA	LINEA 24"	LINEA 26 "	LINEA 36"
11/12/2008	10835	153923	188030
12/12/2008	11950	149731	186340
13/12/2008	12720	155243	183072
14/12/2008	11906	150053	187527
15/12/2008	10674	151968	186276
16/12/2008	12148	142275	177839
17/12/2008	11595	145675	182305
18/12/2008	10910	138707	193453
19/12/2008	10381	165029	176571
20/12/2008	9985	151909	187572
21/12/2008	12615	159919	191427
22/12/2008	12437	154406	186765
23/12/2008	9441	155679	179538
24/12/2008	14815	149156	174850
25/12/2008	13698	154905	168119
26/12/2008	12240	155071	182667
27/12/2008	11626	154596	216108
28/12/2008	11372	152874	213026
29/12/2008	12077	149065	171414
30/12/2008	11958	158262	221285
31/12/2008	15584	163025	218219

Tabla D.25 Volumen (Pie3) Por Día Contenidos En Cada Lateral.
(Continuación)

FECHA	LINEA 24"	LINEA 26"	LINEA 36"
15/12/2008	59923,8	853147,5	1045752,5
16/12/2008	68198,8	798731,1	998387,2
17/12/2008	65094,3	817818,7	1023459,3
18/12/2008	61248,7	778700,4	1086044,1
19/12/2008	58278,9	926471,9	991268,7
20/12/2008	56055,7	852816,3	1053028,2
21/12/2008	70820,5	897784,4	1074670,2
22/12/2008	69821,3	866834,5	1048497,7
23/12/2008	53001,7	873981,1	1007925,4
24/12/2008	83171,3	837361,0	981607,0
25/12/2008	76900,5	869635,8	943819,2
26/12/2008	68715,3	870567,8	1025491,6
27/12/2008	65268,3	867901,1	1213229,2
28/12/2008	63842,3	858233,8	1195926,8
29/12/2008	67800,2	836850,1	962317,3
30/12/2008	67132,1	888482,0	1242292,8
31/12/2008	87488,5	915221,5	1225080,3

Tabla D.26 Gravedades Especificas De La Mezcla De Crudo Merrey En Pto. (Continuación)

FECHA	G.E (MEZCLA)
23/12/2008	0,95902
24/12/2008	0,95850
25/12/2008	0,95832
26/12/2008	0,95781
27/12/2008	0,95996
28/12/2008	0,95966
29/12/2008	0,95883
30/12/2008	0,95869
31/12/2008	0,95751

Tabla D.27 Variación Del Tanque De Leonar-13 E Inyección De Diluente Al Tanque 9608 Del Patio Tanque Oficina. (Continuación)

FECHA	Variación en Leonar-13 (pie3)	Iny de dil al tanque 9608
10/12/2008	4637,16	46746
11/12/2008	-5608,38	25208
12/12/2008	0,00	45077
13/12/2008	196,49	4442
14/12/2008	1543,85	52681
15/12/2008	13310,78	32971
16/12/2008	-10228,70	52000
17/12/2008	-3665,94	27121
18/12/2008	3093,31	19484
19/12/2008	8763,45	23889
20/12/2008	9021,69	0
21/12/2008	10211,86	0
22/12/2008	9100,29	39621
23/12/2008	-9566,25	4996
24/12/2008	-7045,56	21093
25/12/2008	-18419,52	42932
26/12/2008	5406,28	43926
27/12/2008	-2127,70	18727
28/12/2008	6748,02	3256
29/12/2008	-9257,48	22810
30/12/2008	1352,97	35191
31/12/2008	14079,90	25183

Tabla D.28 Flujo Másico Del Tanque De Leonar-13. (Continuación)

FECHA	VARIACIÓN DEL TANQUE EN LEONAR-13
13/12/2008	11827,18284
14/12/2008	92991,21072
15/12/2008	801207,1578
16/12/2008	-615270,2255
17/12/2008	-220661,4399
18/12/2008	186066,9014
19/12/2008	527492,3549
20/12/2008	542666,9882
21/12/2008	613422,0012
22/12/2008	547394,6408
23/12/2008	-571532,2462
24/12/2008	-421504,8272

Tabla D.28 Flujo Másico Del Tanque De Leonar-13. (Continuación)

FECHA	VARIACIÓN DEL TANQUE EN LEONAR-13
25/12/2008	-1101958,038
26/12/2008	323214,7526
27/12/2008	-127723,4739
28/12/2008	405626,626
29/12/2008	-556092,8422
30/12/2008	81327,80105
31/12/2008	846349,0666

Tabla D.29 Barriles Por Día Recibidos En Pto. (Continuación)

FECHA	TOTAL RECIBIDO EN PTO
12/12/2008	343118
13/12/2008	349332
14/12/2008	345264
15/12/2008	348085
16/12/2008	333895
17/12/2008	340402
18/12/2008	341906
19/12/2008	346728
20/12/2008	346299
21/12/2008	364164
22/12/2008	351159
23/12/2008	342546
24/12/2008	336862
25/12/2008	339694
26/12/2008	345347
27/12/2008	378444
28/12/2008	379409
29/12/2008	333925
30/12/2008	388846
31/12/2008	390439

Tabla D.30 Flujo Másico Bombeado De Las Estaciones De Descarga Del Crudo Merrey. (Continuación)

FECHA	LBS/DIA BOMBEADAS
11/12/2008	118607150,4
12/12/2008	116553953,4
13/12/2008	117730446,2
14/12/2008	117056118,3
15/12/2008	116332905,6
16/12/2008	112189049
17/12/2008	114404096,3
18/12/2008	115038358,1
19/12/2008	117615788,5
20/12/2008	116734091
21/12/2008	121328703,3
22/12/2008	117990690,7
23/12/2008	116305443,9
24/12/2008	114079001,2

Tabla D.30 Flujo másico bombeado de las estaciones de descarga del crudo Merrey. (Continuación)

FECHA	LBS/DIA BOMBEADAS
25/12/2008	114008429,3
26/12/2008	116967584,2
27/12/2008	128144902,4
28/12/2008	125248826,1
29/12/2008	111982743,6
30/12/2008	131246128
31/12/2008	132274500,5

Tabla D.31 Volumen (pie³) por día recibidos en PTO

FECHA	VOLUMEN DE RECIBO
11/12/2008	1959963,444
12/12/2008	1926262,634
13/12/2008	1961147,997
14/12/2008	1938310,266
15/12/2008	1954147,345
16/12/2008	1874484,761
17/12/2008	1911015,024
18/12/2008	1919458,472
19/12/2008	1946529,155
20/12/2008	1944120,751
21/12/2008	2044414,766
22/12/2008	1971404,765
23/12/2008	1923051,429
24/12/2008	1891141,483
25/12/2008	1907040,316
26/12/2008	1938776,228
27/12/2008	2124582,611
28/12/2008	2130000,116
29/12/2008	1874653,181
30/12/2008	2182979,383
31/12/2008	2191922,477

Tabla D.32 Libras Por Día Bombeadas Y Recibidas Por Pto Para El Mes De Enero De 2009.

FECHA	LBS/DIA RECIBIDAS	LBS/DIA BOMBEADAS
01/01/2009	113753850,8	114423243,5
02/01/2009	108440258,3	108538819,7
03/01/2009	118367975,4	117910831
04/01/2009	114762504	115601156,9
05/01/2009	114262791,5	113607341,1
06/01/2009	117174248,6	117739560,8
07/01/2009	115498900,1	116059008,8
08/01/2009	116884387,5	117038344
09/01/2009	119334557,9	119874061,7
10/01/2009	121422829,3	121067110,6

Tabla D.32 Libras Por Día Bombeadas Y Recibidas Por Pto Para El Mes De Enero De 2009. (Continuación)

11/01/2009	121046367,2	121791243,4
12/01/2009	121445126,8	121775395,9
13/01/2009	122409781,4	123090615,1
14/01/2009	120863152,2	121784547,4
15/01/2009	121058934,4	121759909,2
16/01/2009	115109164,8	116210127,7
17/01/2009	119907049	120024852,9
18/01/2009	112088907,3	112135303
19/01/2009	123904552,1	124160718
20/01/2009	119520974,8	119841256,6
21/01/2009	119185825,1	119582205,2
22/01/2009	121261445,4	121045661,7
23/01/2009	127453067,3	127600758,4
24/01/2009	132942174,9	133101827,7
25/01/2009	116096443,9	115375246,2
26/01/2009	120115668,6	119322364,4
27/01/2009	125334241,9	124709076,2
28/01/2009	131608751,6	131546741,4
29/01/2009	126055181,8	126476275,3
30/01/2009	123576909,9	123663126,2
31/01/2009	123744865,6	123617860,9

Tabla D.33 Libras Por Día Bombeadas Y Recibidas Por Pto Para El Mes De Febrero De 2009.

FECHA	LBS/DIA RECIBIDAS	LBS/DIA BOMBEADAS
01/02/2009	115025118,3	114673416,7
02/02/2009	116383486	117213327,8
03/02/2009	122598615,2	124289891,9
04/02/2009	121535411	122920716,7
05/02/2009	107063003,5	107423614,5
06/02/2009	117142202,3	115298441,9
07/02/2009	113931072	113760950,6
08/02/2009	124992982	123484988
09/02/2009	126184145,6	125658295,1
10/02/2009	124723013,9	125173027,4
11/02/2009	122906720,7	122888078
12/02/2009	117219707	117403926,7
13/02/2009	127007992,6	126797498,4
14/02/2009	118079788,7	117331375,8
15/02/2009	118305999,3	118347318,7
16/02/2009	120481268,7	119881919,5
17/02/2009	121447123,8	122586029,4
18/02/2009	116530876,4	116631486,9
19/02/2009	119380430,5	118924668,3
20/02/2009	122307826	122524165,6
21/02/2009	121048124,4	121291279,9
22/02/2009	121792132,7	120789697,6

Tabla D.33 Libras Por Día Bombeadas Y Recibidas Por Pto Para El Mes De Febrero De 2009. (Continuación)

23/02/2009	119349052,2	118300875,8
24/02/2009	118830470,1	118192109,7
25/02/2009	121379309,3	121704596,4
26/02/2009	122394490,6	122322285,9
27/02/2009	135409040,7	134286452,3
28/02/2009	126722770,9	126732514,2

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

TÍTULO	EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE CRUDO MEREY DESDE LAS DIFERENTES ESTACIONES DE DESCARGA DE LOS DISTRITOS SAN TOMÉ Y MÚCURA HASTA EL PATIO TANQUE OFICINA-(PDVSA)
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
RODRIGUEZ ROSAS RONALD JESUS	CVLAC: 18.112.864 E MAIL: Ronald_jrr_21@hotmail.com
	CVLAC: E MAIL:

Palabras o frases claves:

BOMBEO
CENTINELA
SIMULACIÓN PIPEPHASE
GRAVEDAD API
DESPLAZAMIENTO POSITIVO
CORIOLIS
UNIDAD LACT
BALANCE DE MASA
AFORO

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

ÁREA	SUBÁREA
INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS	INGENIERIA QUÍMICA

RESUMEN (ABSTRACT):

EL CRUDO MEREY ES RECIBIDO EN EL PATIO TANQUE OFICINA A TRAVÉS DE LAS DIFERENTES ESTACIONES RECOLECTORAS DE CRUDO DE LOS CAMPOS BARE, ARECUNA-OFICINA, MIGA-BARE, MELONES Y ORITUPANO QUE DESCARGAN A LOS LATERALES DE 24", 26" Y 36", ESTE PROCESO PRESENTA DISCREPANCIAS ENTRE LAS CANTIDADES DE CRUDO BOMBEADO Y RECIBIDO POR EL PATIO. EN EL PRESENTE TRABAJO SE EVALUÓ EL SISTEMA DE TRANSPORTE DESDE LAS DIFERENTES ESTACIONES DE DESCARGA HASTA EL PATIO TANQUE OFICINA, DONDE SE VISUALIZÓ EL COMPORTAMIENTO GRÁFICO DEL BOMBEO RESPECTO AL TIEMPO, SE REALIZARON BALANCES DE MASA, APLICACIÓN DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS EN LAS LÍNEAS DE RECIBO Y SE EJECUTARON LAS RESPECTIVAS DESCRIPCIONES OPERACIONALES DE LOS MEDIDORES DE FLUJOS TANTO EN EL CAMPO COMO EN EL PATIO.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU X	JU
RAVEN R., HERNÁN	CVLAC:	4.136.007			
	E_MAIL	Hraven1@yahoo.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU X	JU
MARIN F., JOSÉ	CVLAC:	10.881.459			
	E_MAIL	marinjc@PDVSA.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS X	TU	JU
ÁLVAREZ., LUCAS	CVLAC:	4.077.552			
	E_MAIL	lalvarezm57@gmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU X
SALAS., YRAIMA	CVLAC:	8.478.649			
	E_MAIL	Yrasal57@yahoo.es			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU X

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2009	10	27
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS.EVALUACIÓN HIDRAULICA.DOC	APPLICATION/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H
I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u
v w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: INSTALACIONES DEL PATIO TANQUE OFICINA-(PDVSA)
(OPCIONAL)

TEMPORAL: DESDE EL 10/12/2008 AL 10/06/2009 (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

INGENIERO QUIMICO

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

PREGRADO

ÁREA DE ESTUDIO:

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

DERECHOS

____ De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos
de grado

____ “Los trabajos de grado son exclusiva propiedad de la
Universidad de Oriente y solo podrán se utilizados a otros
fines con el consentimiento del consejo de núcleo
respectivo, quien lo participa al Consejo Universitario”

AUTOR

AUTOR

AUTOR

TUTOR

JURADO

JURADO

POR LA SUBCOMISION DE TESIS