

**PROPUESTA TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE
SUPERFICIE MÓVILES EN LAS PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN DE
PETROMINERALES**

SAMIR EMILIO PACHÓN TAPIA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACION EN PRODUCCION DE HIDROCARBUROS
BUCARAMANGA**

2015

**PROPUESTA TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE
SUPERFICIE MÓVILES EN LAS PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN DE
PETROMINERALES**

SAMIR EMILIO PACHON TAPIA

**Trabajo de Grado para optar al título de
Especialista en Producción de Hidrocarburos**

Director

ERIK GIOVANY MONTES PÁEZ

Ingeniero de Petróleos

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
ESPECIALIZACION EN PRODUCCION DE HIDROCARBUROS
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

A mi esposa; Mónica Pilar Castellanos e hijas: Eimy Alejandra, Iveth Sofía y Danna Gabriela que son mi motivación más grande en la vida.

Y a mis padres; Emiliano Pachón y Carmen Tapia que son un ejemplo de vida gracias por su apoyo incondicional, y sabios consejos.

Samir Emilio Pachón Tapia

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	6
1. MARCO DE REFERENCIA.....	31
1.1. ANTECEDENTES	31
1.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	31
1.3. FASES DE UN POZO EXPLORATORIO	32
1.3.1. Fase de Perforación	32
1.3.2. Fase de completamiento	33
1.3.3. Fase de Pruebas de pruebas iniciales de produccion	33
2. ETAPAS DE EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN.....	35
2.1. PLANEACIÓN Y MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	37
2.1.1. Tracto camión con semirremolque tipo cama baja	39
2.1.2. Tracto camión con semirremolque tipo cama alta.	40
2.1.3. Grúa con capacidad de izaje de 70 Toneladas.....	41
2.1.4. Camion-600.....	42
2.2. MONTAJE E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE SUPERFICIE PARA PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN.....	43
2.2.1. Obras Civiles	45
2.2.2. Trabajos Eléctricos.....	52
2.2.3. Trabajos Mecánicos	54
2.3. PRUEBAS DE PRODUCCIÓN	56
2.3.1. Pruebas iniciales de producción	56
2.3.3. Pruebas de Producción Extensas	59
2.4. DESCONEXIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS DE SUPERFICIE.....	59
3. EQUIPOS DE SUPERFICIE CONVENCIONALES PARA LAS PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PETROMINERALES	61
3.1. MANIFOLD PORTA-REDUCTOR O CHOKE MANIFOLD	62

3.2.	TUBERÍA TIPO UNIÓN DE GOLPE PARA ALTA PRESIÓN DE 4" FIGURA 602.....	63
3.3.	DATA HEADER.....	64
3.4.	BOMBAS DE INYECCIÓN DE QUÍMICA	65
3.5.	TUBERÍA TIPO UNIÓN DE GOLPE PARA BAJA PRESIÓN DE 4" FIG 206	66
3.6.	SEPARADOR ANSI 150 TRIFÁSICO HORIZONTAL DE PRUEBA.....	66
3.7.	SCRUBBER	69
3.8.	KO-DRUM	70
3.9.	FLAME ARRESTOR	70
3.10.	TEA	71
3.11.	SKIMMER TANK (TANQUES ALMACENAMIENTO DE AGUA).....	72
3.12.	GUN BARREL PARA MANEJO DE 5000 BFPD Y CAPACIDAD DE 500 BLS.....	72
3.13.	TANQUES DE ALMACENAMIENTO:.....	74
3.14.	CARGADERO DUAL DE ACEITE Y AGUA.....	76
3.15.	BOMBAS CENTRÍFUGAS PARA CARGUE DE CRUDO Y /O AGUA.....	76
3.16.	COMPRESORES DE AIRE TIPO TORNILLO.....	77
3.17.	EQUIPO DE APANTALLAMIENTO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.....	78
3.18.	GENERADORES	79
3.19.	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE SERVICIOS GENERALES	82
3.20.	LABORATORIO	83
3.21.	OFICINAS / COMEDOR	84
3.22.	WORK-SHOP.....	85
3.23.	PUNTOS DE ILUMINACIÓN TEMPORAL.....	87
4.	ALTERNATIVAS SUGERIDAS PARA LOS COMPONENTES DEL EQUIPO DE SUPERFICIE PARA PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN DE LOS POZOS DE PETROMINERALES.....	89

4.1.	OPORTUNIDAD DE MEJORA EN LOS DISEÑOS EXISTENTES	89
4.1.1.	Tanque de lavado Gun Barrel	90
4.1.2.	Tanques de almacenamiento	100
4.2.	PAQUETIZAR	106
4.2.1.	Skid Choke manifold	106
4.2.2.	Skid tipo Rack de tuberías y accesorios	108
4.2.3.	Skid Scrubber	109
4.2.4.	Skid Ko- Drum	111
4.2.5.	Skid Flame arrestor y by pass	113
4.2.6.	Skid Bombas de transferencia	114
4.2.7.	Skid TEA:	118
4.2.8.	Skid Skimmer tank:	118
4.3.	TRAILERIZACIÓN	120
4.3.1.	Trailerización Separador de Prueba	123
4.3.2.	Trailerización tanque de diesel y filtros de succión y descarga:	124
4.3.3.	Trailer Laboratorio-Workshop	126
4.3.4.	Trailer comedor-Oficinas	127
4.3.5.	Trailer Generación, compresión y tablero de servicios Generales:	128
4.3.6.	Trailer cargadero dual crudo y/o Agua	129
4.4.	EQUIPO DE SUPERFICIE SUGERIDO PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE PRODUCCIÓN EN LOS POZOS DE LA EMPRESA PETROMINERALES	130
5.	EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SET PROPUESTO PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE PRODUCCIÓN DE LOS POZOS DE PETROMINERALES	132
5.1.	EVALUACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO DE SUPERFICIE PROPUESTO PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE PRODUCCIÓN	132
5.1.1.	Planeación y movilización de Equipos	134
5.1.2.	Montaje e instalación de Equipos:	135
5.1.3.	Obras civiles:	135
5.1.4.	Trabajos eléctricos:	135
5.1.5.	Trabajos mecánicos:	136
5.1.6.	Pruebas de Producción:	137
5.1.7.	Desconexión y desmovilización de Equipos:	137
5.2.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL EQUIPO DE SUPERFICIE PROPUESTO PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE PRODUCCIÓN	137
5.2.1.	Costos asociados a cada etapa de pruebas iniciales de producción empleando el Set Convencional	138
5.2.2.	Costos asociados etapa de Montaje e instalación de Equipos de superficie para pruebas de producción	139

5.2.3. Relación costo adicional y ahorro por prueba realizada al implementar el set de pruebas propuesto 141

6. CONCLUSIONES 144

BIBLIOGRAFÍA 145

ANEXOS 146

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Etapas en las que se desarrollan las Pruebas de Producción de la Empresa Petrominerales.	35
Tabla 2. Vehículos requeridos para transportar el equipo de superficie para pruebas de producción convencional de Petrominerales	38
Tabla 3. Objetivos Pruebas Iniciales de Producción	58
Tabla 4. Especificaciones de Tubería tipo unión de golpe más utilizadas en operación de pruebas de Producción o Well Testing	64
Tabla 5. Equivalencia ANSI y Presión Nominal	67
Tabla 6. Análisis de carga eléctrica equipos de pruebas de producción convencionales	80
Tabla 7. Materiales y Equipos del laboratorio de campo	83
Tabla 8. Materiales, accesorios y herramientas manuales que hacen parte del Work shop	86
Tabla 9. Dimensiones de vehículos de transporte de carga que circulen por el territorio nacional	121
Tabla 10. Peso bruto vehicular	122
Tabla 11. Comparación Técnica. Recursos Involucrados Utilizando el SET de pruebas iniciales de producción convencional y el propuesto.	133
Tabla 12. Vehículos requeridos para transportar el equipo de superficie para pruebas de producción propuesto.....	134
Tabla 13. Costos asociados a una Pruebas Inicial de Producción empleado el SET de equipos de superficie convencional y el set de equipos de superficie propuesto.	138
Tabla 14. Costos involucrados en la Etapa de Montaje de Equipos de Well Testing	140
Tabla 15. Costo adicional y Ahorro por prueba realizada al implementar el Set de pruebas de producción propuesto.....	141
Tabla 16. Relación Costo Adicional a invertir / Ahorro por prueba realizada	142

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cronograma de Fases desarrolladas para un Pozo Exploratorio. Petrominerales	34
Figura 2. Dimensiones normales de un semirremolque tipo cama-baja	40
Figura 3. Dimensiones representativas de un semirremolque tipo cama-alta.....	41
Figura 4. Fotografía Grúa con capacidad nominal de izaje de 70 Ton.....	42
Figura 5. Fotografía camión 600 carrozado.....	42
Figura 6. Fotografía antes y después del Rig-up del equipo de superficie para pruebas iniciales de producción de un Pozo exploratorio.	43
Figura 7. Distancias mínimas sugeridas entre árbol de producción y componentes del equipo de superficie para pruebas iniciales de producción.	44
Figura 8. Fotografía Localización y adecuación del área para ubicación de equipos well testing ..	45
Figura 9. Fotografía construcción malla a Tierra	46
Figura 10. Fotografía instalación geo-membrana.....	47
Figura 11. Fotografía construcción diques en bloque y mampostería.....	48
Figura 12. Fotografía construcción de diques con saco-suelos	48
Figura 13. Fotografías construcción de diques en maletines plásticos de señalización vial.....	49
Figura 14. Fotografías construcción de diques metálicos en tubería	49
Figura 15. Fotografías construcción de placas en concreto para equipos de well Testing	50
Figura 16. Fotografías placas en concreto en periodo de fragüe	51

Figura 17. Fotografía construcción de placas en concreto para equipos del Set de gas (separador, scrubber, ko-drum y TEA)	51
Figura 18. Fotografías excavación para enterrar línea de producción	52
Figura 19. Fotografía construcción banco de ductos.....	53
Figura 20. Fotografía cableado eléctrico	53
Figura 21. Fotografía conexión de componentes de well Testing con cuadrillas de soldadura calificadas.....	54
Figura 22. Fotografía conexión de componentes de well testing con tubería roscada tipo unión de Golpe de 4" figura 206	55
Figura 23. Fotografía Transición línea de flujo provisional en tubería roscada tipo unión de Golpe de 4" Figura 206 a línea definitiva construida rígidamente con cuadrillas calificadas de soldadura	55
Figura 24. Fotografía equipo de Superficie para pruebas iniciales de Producción	61
Figura 25. Diagrama equipos de superficie para pruebas iniciales de Producción.....	61
Figura 26. Choke manifold.....	62
Figura 27. Tubería roscada tipo unión de Golpe	63
Figura 28. Data header en tubería roscada tipo unión de golpe	64
Figura 29. Bombas dosificadoras de química en cabeza de Pozo.....	65
Figura 30. Tubería y accesorios roscados tipo unión de Golpe de 4" figura 206	66
Figura 31. Separador de prueba Trifásico horizontal ANSI 150	67
Figura 32. Scrubber convencional	69
Figura 33. Ko-Drum convencional	70
Figura 34. Flame arrestor. Montaje convencional con by-pass	70
Figura 35. TEA convencional izada	71
Figura 36. Skimmer tank convencional.....	72
Figura 37. Gun Barrel y Bota de Gas convencionales.....	73
Figura 38. Tanque de almacenamiento horizontal de 500 BIs convencional	75
Figura 39. Estructura cargadero de crudo y agua	76

Figura 40. Bombas centrífugas para transferencia o cargue de crudo y/o agua en carro-tanques .	77
Figura 41. Compresores de pistón convencionales.....	78
Figura 42. Equipo de apantallamiento contra descargas atmosféricas tipo ionizante.....	79
Figura 43. Generadores de 150 Kw.....	80
Figura 44. Tablero eléctrico de servicios generales convencional	82
Figura 45. Laboratorio de campo para análisis de muestras de fluidos recuperados.	83
Figura 46. Caseta oficina-comedor convencional.....	84
Figura 47. Container work-shop convencional.....	85
Figura 48. Iluminación móvil planta tipo estadio	87
Figura 49. Iluminación tipo lámparas desmontables instaladas sobre trípodes	87
Figura 50. Fotografía y diagrama de un Gun Barrel con Skid en base y para ser transportado adecuadamente	90
Figura 51. Gun Barrel de 500 BIs movilizado sobre skid de trasporte sugerido para evitar daños durante movilizaciones.....	91
Figura 52. Gun Barrel de 500 BIs con escalera fija. Movilizado sobre skid de trasporte.	91
Figura 53. Gun Barrel de 500 BIs con escalera fija y guarda-hombre desmontable sugerido	92
Figura 54. Bota de control de interface de Gun Barrel adaptable a diferentes alturas de acuerdo a las características de los fluidos recuperados.	93
Figura 55. Fotografía Gun Barrel de 500 BIs con Bota de gas integral y bota de gas seccionada. Vista superior difusor	94
Figura 56. Bota de gas seccionada con difusor y placas deflectoras sugeridas en bota de gas de Gun Barrel.....	95
Figura 57. Skid válvula LCV de Gun Barrel con su respectivo By-pass para operación manual....	96
Figura 58. Vista interna y externa tubos toma-muestras de Gun Barrel; los cuales brindan menor número de accesorios expuestos.	97
Figura 59. Vista interna y externa tubo de rebose e internos de Gun Barrel sugerido para conducir el crudo deshidratado hacia los tanques de almacenamiento.....	98

Figura 60. Skid de transporte de accesorios Gun Barrel.....	99
Figura 61. Diseño de silletas sugerido para tanques de almacenamiento horizontales de 500 Bls	100
Figura 62. Skid colectores de entradas, salida y recirculación de tanques de almacenamiento de 500 Bls	101
Figura 63. Detalle Skid colectores de entradas, salida y recirculación de tanques de almacenamiento de 500 Bls.....	102
Figura 64. Skid colector de drenajes tanques de Almacenamiento de 500 Bls	103
Figura 65. Barandas y pasarelas pre-fabricadas modularmente diseñadas para ser ensambladas cada dos tanques.....	104
Figura 66. Caja para guardar válvulas y accesorios en tanques de almacenamiento de 500 Bls	105
Figura 67. Sitio para transporte de carrete con escotilla de medición.....	105
Figura 68. Skid choke manifold propuesto.....	107
Figura 69. Skid Tipo Rack para Tuberías	108
Figura 70. Skid Tipo Rack para Tuberías	109
Figura 71. Skid Scrubber con dique propuesto, accesorios y by-pass.....	110
Figura 72. Skid Ko-Drum con dique propuesto, con accesorios y by-pass.....	111
Figura 73. Skid flame arrestor principal y back-up.....	113
Figura 74. Bombas de transferencia para cargue de crudo y agua independientes.....	114
Figura 75. Bombas de transferencia conectadas mecánicamente con tubería tipo unión de golpe.	115
Figura 76. Skid de dos Bombas centrífugas con colectores de succión y descarga.....	115
Figura 77. Skid cuatro Bombas centrífugas propuesto.....	116
Figura 78. Detalle Skid cuatro Bombas centrífugas propuesto	117
Figura 79. Tea propuesta.....	118
Figura 80. Skid Skimmer Tank con bombas centrífugas	119
Figura 81. Separador de prueba trailerizado propuesto	123

Figura 82. Detalle de barandas y pasarelas del Separador de prueba trailerizado propuesto	124
Figura 83. Tanque de Diesel a nivel de suelo y dique en saco-suelos	124
Figura 84. Tanque de diesel apoyado sobre soportes en concreto y dique construido en estructura metálica	125
Figura 85. Tanque de Diesel con dique y filtros montado sobre Trailer	126
Figura 86. Trailer Laboratorio-Workshop	127
Figura 87. Trailer Oficinas-Comedor.....	128
Figura 88. Trailer Generadores, compresores y Tablero de servicios generales.....	129
Figura 89. Trailer cargadero dual crudo/Agua	130
Figura 90. Set móvil propuesto para pruebas iniciales de producción	131
Figura 91. Costos Etapas pruebas Iniciales de Producción	139
Figura 92. Costos Etapa de Montaje e instalación de Equipos de Well Testing	140
Figura 93. Costo adicional y ahorro por prueba realizada al implementar el Set de pruebas de producción propuesto.....	142

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Costos Asociados a cada etapa de pruebas iniciales de producción. Empleado El Set de equipos de Superficie Convencional.....	146
ANEXO B. Costos asociados a cada etapa de pruebas iniciales de producción. Empleado el Set de equipo móvil propuesto.....	148
ANEXO C. Cotización Empresa Transportes Técnicos Petroleros. Etapa de planeación y logística.	149
ANEXO D. Cotización Empresa Petro Services Company Energy. Suministro de Personal para pruebas iniciales de Producción. Set Convencional.....	150
ANEXO E. Cotización Empresa Petro Services Company Energy. Suministro de Personal para pruebas iniciales de Producción. Set de superficie móvil propuesto.....	151
ANEXO F. Cotización Empresa MONTEC M&V S.A.S. Trabajos Metalmecánicos conexión de Equipos de superficie para Set convencional de Pruebas de Producción.	157
ANEXO G. Cotización Empresa MONTEC M&V S.A.S. Trabajos Metalmecánicos Conexión de Equipos de superficie para Set móvil propuesto de Pruebas de Producción.....	158
ANEXO H. COTIZACIÓN EMPRESA COBISS S.A.S. Obras civiles para Set de Equipo de superficie Convencional.....	159
ANEXO I. Cotización Empresa COBISS S.A.S. Obras civiles para Set móvil de Equipo de superficie Propuesto.....	160
ANEXO J. Cotización Empresa CHR. Equipos Set Convencional para pruebas de Producción...	161
ANEXO K. Cotización Empresa CHR. Set equipo de superficie móvil propuesto para pruebas de Producción.....	163

GLOSARIO

%BSW (% SW): Porcentaje de agua y sedimentos. El agua es un fluido que se considera está asociado a la totalidad de los crudos producidos de un yacimiento y los sedimentos provienen de la misma roca en donde éste se encuentra almacenado originalmente. La determinación del contenido de agua y sedimento se requiere para conocer con precisión los volúmenes netos de crudo involucrados en ventas, aportes, intercambios, inventarios y transferencias.

ABANDONO: conjunto de operaciones que se ejecutan en el pozo para asegurar un aislamiento apropiado de las Formaciones almacenadoras de gas y/o petróleo, así como de los acuíferos existentes con el fin de prevenir la Migración de fluidos hacia la superficie del terreno o el fondo marino, o entre las diferentes formaciones a través del hueco del pozo o el espacio anular entre el hueco y los revestimientos.

AFORO: Proceso mediante el cual se mide la altura de un líquido en un recipiente a condiciones estándares (60°F=15°C y 14,7 PSI=1 Atmósfera) y estáticas (completo reposo)

ALS: Sistema de levantamiento Artificial

ANÁLISIS DE RIESGOS: Conjunto de técnicas para definir, clasificar y evaluar los factores de riesgo y la adopción de las medidas para su control.

ANCLAJE: Son elementos de acero al carbono, con rosca en el extremo libre ahogados en el concreto o en la cimentación, con el objeto de evitar desplazamientos del tanque en cualquier dirección, y bajo ciertas condiciones contrarrestar el efecto de volteo por sismo y el arrastre o volteo por viento.

ANH: Agencia Nacional de Hidrocarburos

ANSI: El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI, por sus siglas en inglés: American National Standards Institute) es una organización sin fines de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos.

ARBOL DE PRODUCCIÓN: compuesto por una serie de válvulas en superficie que permiten cerrar y abrir el pozo a voluntad, y donde la surgencia se regula mediante un pequeño orificio cuyo diámetro dependerá del régimen de producción que se quiera dar al pozo.

ASME (American Society of Mechanical Engineers): Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos

ASTM (American Society for Testing Materials): Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales

BACK UP : Respaldo, equipo o componente que sirve de respaldo al equipo principal en caso de daño o falla

BARRIL DE PETRÓLEO: Unidad de medida de volumen, normalmente utilizada para hidrocarburos líquidos que consta de cuarenta y dos (42) galones de los Estados Unidos de América, reportada normalmente a condiciones estándar (una temperatura de sesenta grados Fahrenheit (60° F) y a una (1) atmósfera de presión absoluta).

BHA: sarta de fondo: bottom-hole assembly.

BOMBILLA: Dispositivo eléctrico que suministra el flujo luminoso, por transformación de energía eléctrica. Puede ser incandescente si emite luz por calentamiento o luminiscente si hay paso de corriente a través de un gas.

BOOM: aguilón, brazo mecánico, se refiere normalmente a los brazos mecánicos articulados que equipan a perforadoras tipo jumbo, rozadoras, etc.

BUENAS PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO: Operaciones, procedimientos, métodos y procesos seguros, eficientes y adecuados, implementados para la obtención del máximo beneficio económico en la recuperación final de las Reservas de hidrocarburos, la reducción de las pérdidas, la seguridad operacional, la protección del medio ambiente y de las personas, en el desarrollo de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos.

BY-PASS: consiste en la construcción en tubería de una vía alternativa para que los fluidos no ingresen o atraviesen un equipo o componente.

CABLE APANTALLADO: Cable con una envoltura conductora alrededor del aislamiento que le sirve como protección electromecánica. Es lo mismo que cable blindado.

CABLE: Conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio decapas concéntricas.

CALIBRACIÓN: Conjunto de operaciones (procesos o procedimientos) que se realizan a condiciones controladas para determinar una variable de interés, comparando un sistema, un equipo o instrumento con su patrón de referencia respectivo.

CAMPO: Área en cuyo subsuelo existen uno o más yacimientos.

CAÑONEO: Es el proceso de crear abertura a través de la tubería de revestimiento y el cemento, para establecer comunicación entre el pozo y las formaciones seleccionadas. Las herramientas para hacer este trabajo se llaman cañones.

CAPACIDAD NOMINAL: El conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas.

CARGA: La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

CASSETAS TIPO CONTAINER: Son contenedores que han sido reformados para uso como campamentos petroleros, campamentos de obra, cobertizos metálicos, cabinas y casetas metálicas, trailers y módulos habitacionales, que permiten obtener calidad de vida mientras se desarrollan actividades laborales a un bajo costo.

CASING: tubería de revestimiento, serie de tubos que se colocan en la perforación mientras esta progresa, para prevenir derrumbes de las paredes y/o para proteger contra los materiales que puedan caer dentro del Pozo. Es el principal soporte estructural en un pozo.

CEMENT BLOND LOG: Registro de adherencia del cemento

CEMENTACIÓN: Es un proceso que consiste en mezclar cemento seco y ciertos aditivos con agua, para formar una lechada que es bombeada al pozo a través de la sarta de revestimiento y colocarlo en el espacio anular entre el hueco y el diámetro externo del casing o revestidor. Proporciona sustentación a la tubería de revestimiento dando hermeticidad contra la filtración de fluidos de formación.

CERTIFICACIÓN: Procedimiento mediante el cual un organismo expide por escrito por un sello de conformidad, que un producto, un proceso o servicio cumple un reglamento técnico o una(s) norma(s) de fabricación.

CHOKER MANIFOLD: Es un conjunto de válvulas que permiten controlar la presión de los fluidos que salen del pozo.

CIRCUITO: Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobre corrientes. No se toman los cableados internos de equipos como circuitos.

COLECTOR: Tramo de tubería principal generalmente de mayor diámetro a donde es conectado los diversos ramales o tuberías procedentes de cada tanque de almacenamiento para entradas, ventas, recirculación o drenajes.

CONDICIONES ESTÁNDAR: Se refiere a ciertas medidas de presión y temperatura requeridas para cálculos en ingeniería o propósitos de venta. Las más usadas son 14.7 psi y 60 °F.

CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL: Conexión eléctrica entre dos o más puntos, de manera que cualquier corriente que pase, no genere una diferencia de potencial sensible entre ambos puntos.

CONTAINERS: Son recipientes de carga para el transporte aéreo, marítimo o terrestre. Las dimensiones del contenedor se encuentran normalizadas para facilitar su manipulación. Estos recipientes son utilizados para transportar objetos voluminosos o pesados en el transporte aéreo, marítimo o terrestre, se puede transportar: motores, maquinaria, pequeños vehículos, etc. Pueden fabricarse de varios materiales: madera, plástico, metal, mixtos, etc. El tipo de container utilizado para ser reformado para uso de casetas en la industria Petrolera es:

**DRY VAN:* Estos son los contenedores estándar. Cerrados herméticamente y sin refrigeración o ventilación.

**OPEN SIDE:* Su mayor característica es que es abierto en uno de sus lados, sus medidas son de 20' o 40' ft. Se utiliza para cargas de mayores dimensiones en longitud que no se pueden cargar por la puerta del contenedor. La tara o peso del contenedor puede ir de 1,8 Ton hasta 4 Ton para los de 20' y de 3,2 Ton hasta 4,8 Ton para los de 40'.

CORRIENTE ELÉCTRICA: Es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro. Es un transporte de energía.

DIQUE: Construcción que actúa como barrera o contención para evitar que hidrocarburos líquidos salgan de él en caso de fugas o daños en tuberías o componentes del Set de Well Testing.

DISPONIBILIDAD: Certeza de que un equipo o sistema sea operable en un tiempo dado. Calidad para operar normalmente.

DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Transferencia de energía eléctrica a los consumidores, dentro de un área específica.

ELECTRICIDAD ESTÁTICA: Una forma de energía eléctrica o el estudio de cargas eléctricas en reposo.

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Es el conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo.

EMERGENCIA: Situación que se presenta por un hecho accidental y que requiere suspender todo trabajo para atenderla.

EMULSIÓN: Mezcla agua – petróleo que se encuentran aparentemente en una sola fase. Consta de dos líquidos parcialmente miscibles, uno de los cuales es dispersado en el otro en forma de glóbulos. La fase dispersa, discontinua o interna es el líquido desintegrado en glóbulos (normalmente el agua). El líquido circundante es la fase continua o externa (normalmente el Petróleo).

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS: (también llamado END, o en inglés NDT de non destructive testing) a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los ensayos no destructivos implican un daño imperceptible o nulo.

EQUIPOTENCIALIZAR: Es el proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí o a un sistema depuesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados.

ESDV: Válvula de Parada de Emergencia (Emergency Shutdown Valve).

ESP: Bomba electro sumergible.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: Documento que establece características técnicas mínimas de un producto o servicio.

EVALUACIÓN: Trabajos realizados para determinar la capacidad de producción de hidrocarburos o de algún parámetro petrofísico de las rocas o fluidos de los yacimientos, así como para delimitar la geometría del yacimiento o yacimientos.

EXPLORACIÓN: Estudios, trabajos y obras que se ejecutan para determinar la existencia y ubicación de hidrocarburos en el subsuelo.

FACILIDADES DE PRODUCCIÓN: Instalaciones, plantas, vasijas de producción y demás equipos para las actividades de producción, separación, tratamiento, conducción y almacenamiento de hidrocarburos

FALLA: Degradación de componentes. Alteración intencional o fortuita de la capacidad de un sistema, componente o persona, para cumplir una función requerida.

FORMACIÓN: Unidad lito estratigráfica con límites definidos y características litológicas propias

FRECUENCIA: Número de períodos por segundo de una onda. Se mide en Hertz o ciclos por segundo.

GAMMA RAY/ CCL: se usa como registro de correlación. Los Rayos Gamma miden la radiación en la formación y el CCL registra la profundidad de los cuellos de los revestidores. Estos registros de correlación sirven como referencia para un buen número de trabajos en hueco Entubado o Revestido, como Cañoneo, asentamiento de Tapones, entre otros.

GAS EN SOLUCIÓN: Es el gas natural disuelto en el crudo dentro del yacimiento.

GAS NATURAL: Comúnmente solamente se describe como gas corresponde a una mezcla de Hidrocarburos gaseosos, procedentes de yacimientos de hidrocarburos naturales, cuya producción puede estar asociada o no a la del petróleo crudo, condensados u otros fósiles. Compuesto principalmente por metano, etano, propano, butano y otros gases más pesados.

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: Proceso mediante el cual se obtiene energía eléctrica a partir de alguna otra forma de energía

GENERADOR: Significa equipo de generación de energía eléctrica.

GEOMEMBRANAS: son láminas geo sintéticas que aseguran la estanquidad de una superficie. Normalmente se usan para remediar las pérdidas de agua por infiltración o para evitar la migración de los contaminantes al suelo.

GOR (RGP): Relación Gas Petróleo: Relación entre el volumen de gas producido y el volumen de petróleo producido, medidos a condiciones de referencia (Pie cúbico estándar/ BP Netos).

GRAVEDAD (GRADO API): Escala de medición creada por el Instituto Americano del Petróleo y utilizada para hidrocarburos basándose en su peso específico, es decir, con relación al agua. El petróleo de 10° API tiene la misma gravedad que el agua; el petróleo de menor grado API es más pesado que el agua y se califica como extra pesado. El de mayor grado API es menos pesado. En principio, los precios de venta varían con el grado API. El barril de petróleo más valioso corresponde al crudo más liviano.

GUARDACUERPO O BARANDA: Es un elemento que tiene por objeto proteger contra los riesgos de caída fortuita al vacío de personas trabajando o circulando junto al mismo.

HIDROCARBUROS: Compuestos químicos orgánicos formados únicamente de hidrógeno y carbono.

IGNICIÓN: Acción de originar una combustión.

IMPACTO AMBIENTAL: Acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio ambiente o en alguno de los componentes del mismo.

INDICE DE PRODUCTIVIDAD J: Representa la razón de la rata de producción, en barriles fiscales por día a la presión diferencial ($P^* - P_{wf}$) en el punto medio del intervalo productor. Presión de yacimiento, P_{wf} presión de Pozo fluyente.

INSPECCIÓN: Conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA: Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO AJUSTABLE: Calificativo que indica que el interruptor automático se puede ajustar para que se dispare a distintas corrientes, tiempos o ambos, dentro de un margen predeterminado.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO: Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobre corriente predeterminada.

LCV: Válvula de control de Nivel

LESIÓN: Perjuicio fisiológico sufrido por una persona.

LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL: Técnicas y sistemas utilizados para llevar a superficie los fluidos que se encuentran en el pozo cuando su energía no es suficiente para conducirlos naturalmente (flujo natural) o cuando se pretenda incrementar los volúmenes de producción.

LÍNEA DE RELEVO: Tubería conectada al sistema de alivio de presión del separador y que llega a un sistema de tea.

LUMINARIA: Componente mecánico principal de un sistema de alumbrado que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos, además de alojar y proteger los elementos requeridos para la iluminación.

MANHOLE: Abertura que permite el ingreso del operador internamente al tanque para realizar operaciones de mantenimiento y limpieza.

MANTENIMIENTO: Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, a un estado tal que le permita garantizar la máxima confiabilidad.

MEDICIÓN: Comparación contra un patrón con el objetivo de determinar el valor de una variable, sobre la base de un procedimiento predeterminado.

MONTAJE: es el proceso mediante el cual se emplaza cada pieza en su posición definitiva dentro de una estructura.

MUESTRA REPRESENTATIVA: es una pequeña porción del volumen total del material, obtenida con una precisión igual o mejor que la precisión del método de laboratorio por el cual esta muestra va a ser analizada.

NFPA: National Fire Protection Association. (Asociación Nacional de Protección Contra incendio).

NIVEL DE RIESGO: Valoración conjunta de la probabilidad de ocurrencia de los accidentes, de la gravedad de sus efectos y de la vulnerabilidad del medio.

NOMINAL: Término aplicado a una característica de operación, indica los límites de diseño de esa característica para los cuales presenta las mejores condiciones de operación. Los límites siempre están asociados a una norma técnica.

NORMA DE SEGURIDAD: Toda acción encaminada a evitar un accidente

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC): Norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización

NORMA TÉCNICA: Especificación técnica nacional o internacional aprobada por un organismo reconocido por su actividad normativa para una aplicación, evento u operación que se realiza repetida o frecuentemente.

NORMA: Documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, servicios o procesos, cuya observancia no es obligatoria.

NORMALIZAR: Establecer un orden en una actividad específica.

NTC: Norma Técnica Colombiana, expedida por el Icontec.

para la recolección, separación y tratamiento de fluidos, así como la caracterización y medición de cada una.

PARARRAYOS: Elemento metálico resistente a la corrosión, cuya función es interceptar los rayos que podrían impactar directamente sobre la instalación a proteger. Más técnicamente se denomina terminal de captación.

PASAMANOS: Elemento que suelen colocarse a lo largo de una escalera para servir como apoyo o sujeción a las personas

PASARELA: Es un concepto que procede del latín *passarella*. El término hace mención a una elevación o un pasadero alargado que cumple con diversas funciones para el contexto particular es un pacillo a la altura de los tanques de almacenamiento que permite a los operadores tomar medición con cinta del nivel de líquidos contenidos dentro de ellos.

PATRÓN: Medida materializada, aparato de medición o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o varios valores conocidos de una magnitud para transmitirlos por comparación a otros instrumentos de medición.

PCV: Control de Presión/ Válvula de Control de Presión.

PELIGRO: Exposición incontrolada a un riesgo.

PETRÓLEO CRUDO: Producto oleoso formado por una mezcla de hidrocarburos y en ocasiones combinado químicamente con azufre, nitrógeno, oxígeno y algunos elementos metálicos, extraído en forma líquida del subsuelo, y que no ha sido sometido a tratamiento térmico alguno excepto a aquellos que pudieron haber sido necesarios para facilitar su extracción del yacimiento original o para reducir su contenido de agua, sales minerales disueltas y gases asociados.

PI: Indicador local de Presión.

PIE CÚBICO NORMAL: Medida para determinar el volumen de gas contenido en un pie cúbico a condiciones estándar.

PLACA CONCRETO: Es una superficie plana horizontal de una construcción, se dice que es armada porque en su interior está compuesta de concreto y una especie de "red" o llamada malla, compuesta de varillas amarradas entre sí por alambre recocado.

PLACA O PLATINA DE ORIFICIO: Placa metálica circular con un orificio calibrado, colocado en una tubería a través de la cual pasa el fluido, utilizada para la medición del gas.

POZO ABANDONADO: Pozo de producción de petróleo crudo y/o gas natural que, por razones mecánicas o económicas, se suspende su uso de manera permanente. La acción consiste en taponear el pozo y lograr la recuperación de ciertos materiales.

POZO COMPLETADO: Es aquel pozo productor comercial de hidrocarburos y/o gas natural y en condiciones mecánicas de ser conectado a las instalaciones de producción existentes en el campo petrolero.

POZO EN EVALUACIÓN: Condición del pozo mientras se realiza las pruebas de producción de los distintos intervalos cañoneados.

POZO EXPLORATORIO: Pozo perforado para buscar o comprobar la existencia de hidrocarburos en un área no probada como productora o para buscar yacimientos adicionales no conocidos.

POZO PRODUCTOR: Pozo que permite el drenaje de hidrocarburos de un yacimiento.

POZO: Obra especializada de la ingeniería de petróleos consistente en un hueco perforado a través del subsuelo, con el objeto de conducir los fluidos de un yacimiento a superficie. Se diferencia de las obras civiles realizadas para la construcción del pozo, tales como vías de acceso, locaciones y edificaciones.

PREARMADO: El prearmado consiste en unir varios elementos consecutivos de una sección de la estructura. Esto permite bajar la duración de las maniobras, con el consiguiente aumento del rendimiento.

PRECAUCIÓN: Actitud de cautela para evitar o prevenir los daños que puedan presentarse al ejecutar una acción.

PRESIÓN: Es la medida de una fuerza por unidad de área ejercido en nuestro caso por un fluido. Las unidades de presión más utilizadas en la industria del petróleo son PSI (libras por pulgada cuadrada)

PREVENCIÓN: Evaluación predictiva de los riesgos y sus consecuencias. Conocimiento a priori para controlar los riesgos. Acciones para eliminar la probabilidad de un accidente

PRODUCCIÓN POR LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL: Es el método usado una vez que la presión del yacimiento declina debido a que ha estado durante un largo lapso en producción, además se empieza a producir agua, que hace que la columna del líquido dentro del pozo más pesada, entonces no es capaz de producir sin un método artificial.

PRUEBA DE ESTANQUEIDAD: También conocidas como ensayo de fugas, las pruebas de estanqueidad suponen una garantía para el servicio óptimo de un sistema o proceso y, en ocasiones un compromiso con el medioambiente. Detectan fugas no deseadas.

PRUEBA HIDROSTÁTICA: Es la aplicación de una presión a un equipo o línea de tuberías fuera de operación, con el fin de verificar la hermeticidad de los accesorios bridados y las soldaduras, utilizando como elemento principal el agua o en su defecto un fluido no corrosivo.

PRUEBAS EXTENSAS: Periodo de producción posterior a la prueba inicial que tiene por finalidad obtener información adicional del yacimiento, para definir la comercialidad o no del campo.

PRUEBAS INICIALES: Pruebas cortas de producción que se realizan posteriormente a la terminación oficial de un pozo nuevo e incluyen pruebas de presión y de evaluación de rocas y fluidos del yacimiento.

PSI: Unidad de presión del sistema inglés, cuyas iniciales significan (*pounds per square inch*), libras por pulgada cuadrada.

PSV: Válvula de seguridad para alivio de presión.

PUESTA A TIERRA: Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados

PVV: Válvula de Presión y Vacío.

RACK: Bastidor, armazón, estante metálico

RAYO: La descarga eléctrica atmosférica o más comúnmente conocida como rayo, es un fenómeno físico que se caracteriza por una transferencia de carga eléctrica de una nube hacia la tierra, de la tierra hacia la nube, entre dos nubes, al interior de una nube o de la nube hacia la ionosfera.

REGISTRO CBL: son las siglas en Ingles de Cement Bond Log (Registro de Adherencia del Cemento), el cual indica la integridad de la adherencia al cemento entre la Tubería /Casing con las paredes del pozo.

REGISTRO VDL: Muestra una vista desde arriba del corte de una parte superior de la onda acústica representando como se adhirió el cemento desde el casing hacia la pared del pozo.

REPRODUCIBILIDAD: expresión cualitativa del error arbitrario ocasionado por operadores diferentes, usando diferentes aparatos de prueba, en laboratorios diferentes, con condiciones ambientales diferentes; obteniendo cada cual un único valor con una muestra de prueba idéntica cuando se aplica el mismo método de prueba.

RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA: Es la relación entre el potencial del sistema de puesta a tierra a medir, respecto a una tierra remota y la corriente que fluye entre estos puntos

RETIE O Retie: Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia

RIESGO: Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Posibilidad de consecuencias nocivas o perjudiciales vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

RIG DOWN: Desarmar o desconectar equipos

RIG UP: Armar o instalar equipos

ROSCA NPT :(acrónimo del inglés National Pipe Thread, ‘rosca nacional de tubos’), es una norma técnica estadounidense también conocida como rosca estadounidense cónica para tubos que se aplica para la estandarización del roscado de los elementos de conexión empleados en los sistemas e instalaciones hidráulicas.

SDV: Válvula Shut Down.

SEDIMENTO: Contaminante sólido que acompaña al combustible que puede estar en suspensión o separado. Son procedentes de la roca almacén.

SEGURIDAD: Estado de riesgo aceptable o actitud mental de las personas.

SEMIREMOLQUE: Remolque sin ruedas que forma parte de un camión o vehículo articulados.

SEÑALIZACIÓN: Conjunto de actuaciones y medios dispuestos para reflejar las advertencias de seguridad en una instalación.

SET WELL TESTING: Conjunto de componentes que tienen por finalidad realizar las pruebas de producción de un Pozo

SHELTER: Techo o cubierta para protección de equipos contra la lluvia.

SHUT DOWN: Sistema mediante el cual se asegura un cierre rápido y confiable de los fluidos que provienen del pozo hacia el separador en el caso de presentarse alguna eventualidad.

SILLETAS: Conexiones instaladas en la envolvente, fondo o techo del tanque; las cuales deben estar en su conexión al tanque soldadas y en su otro extremo bridada o roscado.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT): Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

SISTEMA: Conjunto de componentes interrelacionados e interactuantes para llevar a cabo una misión conjunta. Admite ciertos elementos de entrada y produce ciertos elementos de salida en un proceso organizado.

SKID: Son equipos modulares en los que se incluyen todos elementos mecánicos, hidráulicos y eléctricos, necesarios para el funcionamiento íntegro de la máquina. Una vez colocado en el lugar correspondiente, tan solo será necesario llevar los utilities (agua, aire comprimido, vapor, desagües...) a los puntos de conexión asignados y el SKID estará listo para trabajar.

TARGETED TEE: Codo que debido a su configuración apropiada es utilizado para evitar el desgaste abrasivo ocasionado por partículas sólidas especialmente arena.

TEA: Lugar diseñado con el fin de descargar los gases provenientes del pozo, generando combustión (llama), generalmente este sitio se encuentra a una distancia considerable de los equipos y la operación.

TEMPERATURA: Es la medida de la energía cinética promedio de vibración de las partículas. Las unidades comúnmente utilizadas en la industria del petróleo son los grados Fahrenheit (°F), pero también encontramos con regularidad la medida en grados Celsius (°C)

TERMINACIÓN: Conjunto de trabajos u operaciones que tienen por objeto dotar al pozo de todos los aditamentos definitivos requeridos para la producción o inyección de fluidos.

TI: Indicador de Temperatura

TIERRA (GROUND O EARTH): Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. En temas eléctricos se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura o tubería de agua. El término “masa” sólo debe utilizarse para aquellos casos en que no es el suelo, como en los aviones, los barcos y los carros.

TRAILER: Remolque de un camión, especialmente si es de grandes dimensiones.

TRANSFORMADOR: Es un dispositivo electromagnéticos estáticos que permite partiendo de una tensión alterna conectada a su entrada, obtener otra tensión alterna mayor o menor que la anterior en su salida.

TUBING: Tubería de producción; es una tubería especial utilizada para producir el pozo y que puede reemplazarse o repararse durante la vida del pozo.

UNIÓN ROSCADA TIPO UNIÓN DE GOLPE: Conector para tubería temporal e instalaciones en líneas de flujo.

VARIADOR DE VELOCIDAD:(VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de la bomba electrosumergible.

VATIO: es la potencia eléctrica producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio (1 voltiamperio).

YACIMIENTO: Es toda formación rocosa del subsuelo en la cual se encuentran acumulados naturalmente hidrocarburos y que están caracterizados por un sistema único de presiones, de manera que la producción de hidrocarburos de una parte del yacimiento afecta la presión de reservorio en toda su extensión.

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE SUPERFICIE MÓVILES EN LAS PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN DE PETROMINERALES¹

AUTOR: SAMIR EMILIO PACHÓN TAPIA²

PALABRAS CLAVES: EQUIPO DE SUPERFICIE PARA PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN. WELL TESTING. EQUIPO SUPERFICIE MÓVIL

DESCRIPCION:

Este trabajo de monografía describe de manera resumida las etapas, alcance y objetivos de las pruebas iniciales de producción de la empresa Petrominerales así como los recursos asociados a cada una de ellas describiendo los componentes que hacen parte del equipo de superficie para pruebas de producción convencional. El cual no se encuentra diseñado para ser fácilmente instalado y transportado; lo que conlleva a costos elevados en personal para su montaje, trabajos mecánicos de soldadura para realizar sus conexiones, trabajos civiles para construcción de diques y placas de concreto, grúas de gran capacidad, tiempos prolongados en montaje y trabajos eléctricos entre otros.

Este trabajo de monografía sugiere; la modificación en el diseño de algunos de sus componentes, su integración o pre-armado sobre un mismo Skid o estructura de soporte y la trailerización o su instalación sobre un semirremolque, de tal manera que se disponga de un equipo móvil adaptable a las condiciones operacionales de Petrominerales para la realización de pruebas iniciales de producción en sus campos a nivel nacional.

Este set móvil para pruebas iniciales de producción pretende ser el punto de partida a nuevas oportunidades de mejora.

Por último se estimará la reducción de recursos y costos en una prueba inicial de producción de un Pozo exploratorio, empleando el Set móvil propuesto.

¹ Monografía

² Facultad de ingenierías fisicoquímicas. Especialización en producción de Hidrocarburos. Director: Ing. Erik Giovany Montes Páez

ABSTRACT

TITLE: TECHNICAL AND ECONOMICAL PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF MOBILE SURFACE EQUIPMENT AT THE INITIAL TESTS OF PRODUCTION OF PETROMINERALES ³

AUTHOR: SAMIR EMILIO PACHÓN TAPIA⁴

KEY WORDS: SURFACE EQUIPMENT FOR INITIAL TESTING OF PRODUCTION. WELL TESTING. SURFACE MOBILE EQUIPMENT

DESCRIPTION:

This monograph describes the stages, scope and objectives of an initial production testing of Petrominerales and its resources associated.

Will be described the conventional components that are part of the surface equipment for production test. These components are not designed to be easily installed and transported; which leads to higher personnel costs for installation, mechanical welding to make their connections, civil works for construction of dams and concrete slabs, large capacity cranes, electrical work and repairs among others.

This monograph suggests; the modification in the design of certain components, integration or pre-assembled on a single skid or support structure and the installation on a semi-trailer. To have the availability of mobile equipment adaptable to the operational conditions of an initial production testing of Petrominerales in the different fields nationwide, with benefit in reducing time and resources involved in each of its stages.

This mobile equipment suggested for the initial production test, will serve as initiative to new opportunities for improvement.

Finally, will evaluate technically and economically the use of the surface equipment for production test suggested.

³ Monograph

⁴ Faculty of physico-chemical engineerings. Hydrocarbon production specialization. Director: ing Erik Giovany Montes Páez

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de Monografía se desarrolla en cinco Capítulos, a lo largo de los cuales se hace una descripción general de los objetivos y recursos involucrados en cada una de las etapas en las que se dividen las pruebas iniciales de producción para la empresa Petrominerales.

La empresa Petrominerales actualmente realiza sus pruebas iniciales de producción con equipos no diseñados para ser fácilmente transportados e instalados; lo que implica un alto costo en personal para su montaje, trabajos mecánicos de soldadura para realizar sus conexiones, trabajos civiles para construcción de diques y placas, grúas de gran capacidad, largo tiempo de instalación, trabajos eléctricos y trabajos de reparación y mantenimiento por daños.

Este trabajo de monografía plantea la posibilidad de implementar un Set móvil de equipo de superficie para pruebas iniciales de producción que modifica el diseño de algunos de sus componentes, integra o sugiere su pre-armado en un mismo Skid o estructura de soporte y su trailerización o instalación sobre semirremolques; de tal manera que se disponga de un Set adaptable a las condiciones operacionales de Petrominerales para la realización de pruebas iniciales de producción a nivel nacional.

Finalmente se evalúa técnica-económicamente lo que sería el adquirir un Set convencional de equipo de superficie para realizar una prueba inicial de producción en comparación con lo que sería realizarla utilizando el Set móvil propuesto. Destacando ventajas y desventajas, recursos y tiempos involucrados en cada etapa de su ejecución.

Este trabajo inicia el proceso en la búsqueda de oportunidades de mejora y optimización de los componentes que forman parte del Set de equipo de superficie para pruebas iniciales de producción. Con el objetivo de reducir los recursos involucrados en sus etapas.

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1. ANTECEDENTES

Las pruebas iniciales de producción desarrolladas actualmente por la empresa Petrominerales involucran equipos de superficie no diseñados para ser fácilmente transportados lo cual implica costos elevados por daño en los mismos durante movilizaciones, costos elevados en personal para su montaje, trabajos mecánicos de soldadura para realizar sus conexiones y adecuaciones, trabajos civiles para construcción de diques, grúas de gran capacidad, tiempos de instalación largos, trabajos eléctricos para construcción de mallas a tierra entre otros.

Este trabajo de monografía pretende sugerir opciones de mejora modificando diseños de equipos existentes, la posibilidad de integración o pre-armado sobre un mismo skid o estructura de soporte; así como la trailerización o montaje de componentes sobre un semirremolque que permita disponer de un Set de equipo móvil de superficie para pruebas iniciales de producción adaptable a las operaciones de la empresa Petrominerales.

Con el fin de reducir los tiempos en su montaje e instalación así como la eliminación o reducción de recursos de otras disciplinas involucradas como son Obras civiles, trabajos mecánicos y eléctricos. Así como evitar daños o pérdidas de partes o accesorios durante movilizaciones.

De esta manera plantear una alternativa en la realización de las pruebas iniciales de producción de los pozos, de la empresa Petrominerales que le brinden una reducción en costos y tiempos de ejecución.

1.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Según la Resolución 0048 de 16 Enero de 2015 del Ministerio de Minas y Energía en su Artículo 4. Que modifica el Artículo 27 de la Resolución 18 1495 de 2009, el cual quedará así⁵:

“Artículo 27. Prueba Inicial. Concluida la perforación y terminado el pozo, se realizará una prueba inicial de producción para cuyos efectos, previamente, deberá enviarse un programa al Ministerio de Minas y Energía o a quien haga sus veces en materia de fiscalización. La prueba tendrá una duración máxima de siete (7) días de producción de fluidos por intervalo probado y sin perjuicio de los tiempos requeridos para toma de muestras, registros de presión y acondicionamiento del pozo. Los resultados de la prueba se reportarán en el Formulario 6 “Informe de terminación oficial”. En los pozos exploratorios, de avanzada y de desarrollo en yacimientos compartimentados, se deben practicar pruebas de presión y presentar los resultados en el Formulario 8 “Informe sobre pruebas de presión”. Además, en los pozos exploratorios se deben realizar pruebas selectivas por cada intervalo cañoneado y tomar muestras para la caracterización de fluidos.

En los pozos exploratorios y de avanzada, el Ministerio de Minas y Energía o quien haga sus veces en materia de fiscalización, realizará una visita a fin de verificar las condiciones técnicas de las facilidades iniciales de producción. De la visita se levantará un acta y si no se presentan

⁵ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Resolución número 0048. Por la cual se establecen medidas en materia de exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos convencionales continentales y costa afuera, 16 de Enero de 2015. 1-13 p.

observaciones o recomendaciones que deban ser atendidas de manera inmediata, se podrá dar inicio a la prueba. En el evento en que se formulen observaciones y el contratista no ejecute los correctivos necesarios, se podrá ordenar la suspensión de las operaciones.

Parágrafo 1. Cuando las circunstancias operacionales o las características del yacimiento lo ameriten, el Ministerio de Minas y Energía o quien haga sus veces en materia de fiscalización, podrá autorizar tiempos superiores de prueba, la realización de trabajos adicionales al programa original de terminación o cambios con relación a las pruebas selectivas.

Parágrafo 2. Cuando esté en riesgo la integridad del pozo, se podrá prescindir de la toma de registros de presión y/o muestras de fluidos, con autorización del Ministerio de Minas y Energía o de quien haga sus veces en materia de fiscalización”.

1.3. FASES DE UN POZO EXPLORATORIO

Las fases en las cuales se desarrollan las actividades operacionales de un proyecto o Pozo Exploratorio para la Empresa Petrominerales a partir de su perforación son:

1.3.1. Fase de Perforación

La única manera de saber realmente si hay petróleo, es mediante la perforación del pozo. Normalmente en los campos de la empresa Petrominerales la profundidad de sus Pozos puede estar entre 9000 y 12,000 pies, dependiendo del Bloque exploratorio y de la profundidad a la cual se encuentre la estructura geológica o formación seleccionada por los geólogos, con posibilidades de contener petróleo.

Durante el transcurso de la perforación, es necesario correr casing (tubería de revestimiento) a diferentes intervalos de profundidad; el número y tamaño de las sargas de casing usadas varía con el área, la profundidad, las características de producción acumulada del pozo y la elección de la compañía operadora. Además del casing, una sarga de diámetro pequeño llamada tubing (tubería de producción) es usada para conducir el flujo de los fluidos producidos.

De igual manera a medida que la tubería de revestimiento es corrida se deben realizar trabajos de cementación primaria como punto de partida necesario para todas las operaciones subsecuentes. En operaciones de completamiento, los cementos son usados casi universalmente para ocupar el espacio anular entre el casing y el hueco abierto. Dos funciones de la cementación primaria son:

- ❖ Restringir el movimiento de fluido entre formaciones.
- ❖ Soportar el casing

Una vez se realizada la operación de cementación es importante evaluar su calidad. Las medidas acústicas interpretadas correctamente pueden ser una herramienta útil evaluando el éxito de la operación de cementación primaria en el completamiento inicial de un pozo.

Básicamente las medidas acústicas muestran el efecto del cemento en el anular, sobre la transmisión de energía sónica en el casing y alrededor del área del well-bore. Para garantizar un sello hidráulico entre formaciones. Normalmente se emplean los registros eléctricos CBL-VDL (Cement Bond Log - Variable Density Log) respectivamente en

conjunto con un dispositivo gamma ray enfocado que puede girar 360° para medir la densidad del material inmediatamente detrás del casing para localizar canales de lodo y analizar la necesidad de realizar una cementación remedial o squeeze.

1.3.2. Fase de completamiento

Involucra las operaciones posteriores a la perforación y que permitirán extraer los hidrocarburos desde el yacimiento hasta la superficie para su evaluación y caracterización. Normalmente se inicia con operaciones de limpieza mecánica y química del pozo WCBO (Well Bore Clean Out). Se toman registros de adherencia de cement IBC (image cement bond) para luego correlacionar y cañonear el pozo según programa. Algunos pozos exploratorios de la compañía fluyen naturalmente; sin embargo la gran mayoría requiere de un sistema de levantamiento artificial para su extracción, ALS (artificial lift system). Para las condiciones de los yacimientos, profundidades y tipos de fluidos recuperados el sistema de levantamiento artificial empleado normalmente es el de bombeo Electro sumergible.

1.3.3. Fase de Pruebas de pruebas iniciales de producción

Comúnmente llamadas como *well testing*; una vez el Pozo es completado y su equipo de levantamiento artificial con bomba electro sumergible probado se debe contar en superficie con un equipo de superficie instalado, probado y listo para recibir la producción del Pozo que se evaluará o probará.

Este equipo permite tener control del Pozo, separar los fluidos recuperados en sus diferentes fases: aceite, agua y gas; para poder cuantificar, caracterizar y disponer cada una de ellas de una manera confiable y segura.

Para tener este equipo de superficie en condiciones operativas se requiere de algunos trabajos previos de alistamiento y preparación competente a diferentes disciplinas como son: obras civiles (adecuación, compactación de áreas para ubicación de equipos), obras eléctricas (construcción de malla a tierra, conexión y cableado etc.), obras mecánicas (trabajos de soldadura y construcción de líneas de flujo y conexión de equipos).

Precisamente debido al tiempo en el cual se llevan a cabo estos trabajos de alistamiento así como a las condiciones climáticas variables (días soleados y de fuerte lluvia); hace que se tome la decisión de iniciar con estas actividades de manera simultánea a la fase de perforación del Pozo con el objetivo de no ocasionar pérdida de tiempo o generar stand-by del equipo de completamiento una vez sea entregado el Pozo para realizar su evaluación inicial.

Lo que ha generado en algunas oportunidades movilizaciones no requeridas, pérdida de trabajo, materiales y recursos cuando la decisión que toma la compañía con base en los Registros eléctricos es la de abandonarlo por su baja probabilidad de éxito y no completarlo ni probarlo.

A continuación se ilustra el cronograma general en el cual se desarrollan las diferentes fases de un Pozo Exploratorio para la empresa Petrominerales; partiendo de su Perforación hasta las pruebas de producción:

Figura 1. Cronograma de Fases desarrolladas para un Pozo Exploratorio. Petrominerales

FASE	ACTIVIDAD GENERAL	NUMERO DIAS ESTIMADOS POR ETAPA																							
	ETAPAS	-1	-2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
PERFORACIÓN	Finalización de la Perforación																								
	Toma de Registros eléctricos																								
COMPLETAMIENTO	Limpieza química y Mecánica del Pozo (Well Bore Clean out).																								
	Toma de Registros de Calidad de Cemento ☐																								
	Operación de cañoneo con TCP / Casing Gun según programa☐																								
	Correr Equipo de Levantamiento Artificial (Bombeo electrosumergible)																								
PRUEBAS DE PRODUCCIÓN	Verificación Disponibilidad de equipos																								
	Movilización																								
	Obras Civiles																								
	Trabajos Eléctricos																								
	Trabajos Mecánicos																								
	Pruebas iniciales de Producción																								
	Pruebas Extensas																								
	Desconexión y Desmovilización																								

La anterior figura describe de una manera resumida las Fases en las que se lleva a cabo el desarrollo operativo de un Pozo exploratorio para la empresa Petrominerales, se observa como el día cero para iniciar su Fase de completamiento coincide con el fin de la fase de la Perforación.

A partir de ahí se cuenta con diez días aproximadamente para realizar los trabajos correspondientes a la Fase de completamiento. Es importante que para el día décimo como máximo ya el equipo de superficie para pruebas de producción se encuentre operativo de otra manera se generará pérdida de tiempo y por consiguiente pérdida de dinero por concepto de stand-by. Por lo anterior; muchas veces de forma paralela a la etapa de perforación del Pozo; se da inicio a las actividades de movilización, obras civiles, trabajos eléctricos y mecánicos con el objetivo de poder garantizar que el equipo de pruebas iniciales de producción se encuentre operativo una vez finalice su fase de completamiento.

En algunas oportunidades este proceder causa pérdida de dinero y tiempo en Pozos donde una vez son analizados o evaluados por parte de yacimientos sus registros se toma la decisión de abandonarlo y no completarlo ni probarlo.

Por lo tanto lo aconsejable sería poder cumplir con todas las etapas en las cuales se desarrollan las pruebas iniciales de producción desde que finaliza la perforación y la compañía decide realizar su completamiento y evaluación. Es decir se contaría con diez días aproximadamente que coincidirán con su fase de completamiento.

Por esta necesidad en el siguiente trabajo se sugieren algunas mejoras en el diseño de equipos existentes con base en la experiencia, así como la posibilidad de paquetizarlos o agruparlos y trailerizarlos ya pre-armados sobre semirremolques; buscando optimizar y facilitar los tiempos de instalación y montaje.

2. ETAPAS DE EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN

Las Pruebas iniciales de Producción de Pozos exploratorios para la Empresa Petrominerales se desarrolla teniendo en cuenta las diferentes etapas desde su planeación y movilización de equipos de superficie hasta la realización de las pruebas iniciales de producción, de acuerdo a los resultados que se obtengan de ellas se procederá a la desmovilización de los equipos de superficie y abandono del Pozo evaluado o dar continuidad con sus pruebas de producción.

Para su correcta ejecución se debe seguir una serie de etapas y disponer de unos recursos básicos que permita se realizadas de una manera eficiente y segura.

Es importante resaltar que no todos los Pozos a evaluar serán productores y continuarán aportando su producción en beneficio de la compañía. Algunas veces no tendrán viabilidad económica para su operación por no obtenerse aceite en condiciones comerciales, un alto porcentaje de agua % BSW o simplemente no encontrarse hidrocarburos.

Es en este caso cuando la inversión realizada durante las etapas de movilización, montaje y pruebas de producción se perderá en detrimento económico de la empresa.

A continuación se realizará una descripción de la secuencia de actividades que se llevan a cabo desde que el Pozo a evaluar es entregado por parte de perforación (día cero para las operaciones de pruebas iniciales de producción o Well Testing y completamiento). A continuación se contará con diez días que coincidirá con su Fase de completamiento para tener los equipos de superficie para realizar las pruebas iniciales de producción del Pozo debidamente instalados y probados.

El equipo de superficie para pruebas de producción es el conjunto de componentes y facilidades que se pueden instalar, conectar o construir de manera rápida, de tal forma que permita la realización de las pruebas iniciales de producción, en el menor tiempo y costos asociados, garantizando estándares de seguridad y teniendo en cuenta la incertidumbre de los resultados del proyecto. Este equipo será ubicado generalmente sobre superficie de geo-membrana con sus respectivos diques de contención y utilizará conexiones mecánicas y eléctricas temporales. Se compone típicamente de un separador, seis tanques de almacenamiento, un skimmer, sistema para manejo de gas (Ko-drum, y tea), bombas de transferencia y despacho, laboratorio, sistemas de generación y aire para instrumentos, y estructura de cargue como lo mencionaremos más adelante en detalle.

A continuación se describen las etapas básicas en las que se llevan a cabo las pruebas iniciales de producción para la empresa Petrominerales teniendo en cuenta los recursos que involucra cada una de ellas.

Tabla 1. Etapas en las que se desarrollan las Pruebas de Producción de la Empresa Petrominerales.

ETAPA	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS	RECURSOS INVOLUCRADOS	
Planeación y Movilización de Equipos	Verificar disponibilidad de Equipos de Well Testing	SET equipo de superficie para puebas de producción completo propiedad de Petrominerales	
	Movilización	* Grúa P& H de 70 Ton	
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Baja	
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Alta	
		*Camión 600	
Montaje e Instalación de Equipos	Obras Civiles	* Adecuación área para ubicar equipos	
		*Instalar Geo-membrana y construir dique	
		* Placa de concreto para soportar Gun Barrel	
		* Placa de concreto para cargadero Dual	
		* Placa de concreto y dique para ubicación de TEA	
		* Dique para Tanque de Combustible	
			* Excavación para enterrar línea de producción de Pozo hacia Separador trifásico de prueba.
	Trabajos Eléctricos	* Malla a Tierra	
		* Aterrizaje de Equipos	
		* Instalaciones electricas	
	Trabajos Mecánicos	* Personal contratista para Well Testing para montaje e instalación de Equipos	
		* Ubicación e instalación. Grúa P& H de 70 Ton	
		* Cuadrilla de soldadura API para Construcción de Linea de producción. Materiales	
		* Cuadrillas de soldadura API para construir líneas de Interconexión de componentes del SET de WT. Materiales	
		* Cuadrilla de soldadura API para Construcción de Lineas para combustible. Materiales	
		*Cuadrilla de soldadura API para Construcción de Lineas de succión y descarga de Bombas. Materiales	
* Cuadrilla de pailería para Construcción o reparación de Barandas y escalera acceso a tanques. Materiales			
		* Cuadrilla de pailería para instalación de Cargadero Dual. Materiales	
Pruebas de Producción	Pruebas iniciales de Producción	* Personal Operativo Well Testing	
		* Materiales y consumibles	
	Prueba Extensa	* Personal Operativo Well Testing	
		* Materiales y consumibles	
Desconexión y desmovilización de Equipos	Desconexión o Rig down	* Personal contratista para WT	
		* Personal de soldadura para corte de Tuberías y recuperación de líneas pre-fabricadas	
	Desmovilización	* Grúa P& H de 70 Ton	
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Baja	
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Alta	
		*Camión 600	

2.1. PLANEACIÓN Y MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS

El equipo de superficie utilizado para realizar una prueba inicial de un Pozo es una combinación de componentes que suministran control del pozo, procesamiento al efluente del pozo, análisis y desechos. La combinación exacta de los componentes necesarios para alcanzar estas metas depende de las condiciones del pozo y los requerimientos de la prueba.

Una característica vital del equipo de prueba en superficie es la flexibilidad. Existe un extenso rango de tipos de equipos y capacidades disponibles en el mercado para suministrar un sistema engranado eficientemente con los requerimientos que proporcione el Pozo exploratorio.

Los equipos para pruebas iniciales de producción de Petrominerales normalmente son diseñados teniendo en cuenta los resultados de producción obtenidos desde su inicio en los diferentes bloques y campos en Exploración y desarrollo.

Principalmente sus campos se ubican en: Bloque Guatiquía en el Municipio de Cabuyaro (Departamento del Meta) ;Bloque Corcel y Corcel Noreste en los Municipios de Barranca de Upía (Departamento del Meta); Bloque Castor y Casanare Este en el municipio de San Luis de Palenque (Departamento del Casanare); Campo Yenac en el municipio de Maní (Departamento de Casanare); entre otros.

Con la información recopilada y teniendo en cuenta que cuando se prueba inicialmente un pozo exploratorio no se tiene una información detallada de las características de los fluidos a recuperar ni de las variables de producción a obtener como tasas de flujo, presión, temperatura, GOR, %SW, etc.

Pero considerando que el equipo de pruebas iniciales de Producción debe estar preparado para atender cualquier tipo y característica de fluido que se pueda obtener dentro de un rango razonable de características físico-químicas determinadas. Se ha establecido unos parámetros básicos de selección para los diferentes componentes que conforman el Equipo de Pruebas iniciales de producción de Petrominerales; el cual será la base para el análisis de este trabajo.

Características generales con las cuales se ha seleccionado el equipo de superficie para pruebas iniciales de producción de la empresa Petrominerales.

Pozos con presencia de :	Aceite, Gas y Agua
API crudo:	16 a 38 ° API
Corte de Agua:	0 % a 90 %
Q líquidos:	5000 BFPD
Q gas:	2 MMSCFD
Presión en cabeza de pozo THP:	10 Psi a 200 Psi
Presión THP con Inyección de N2:	3000 Psi
Contenido de Arena:	0 %
Salinidad del crudo:	Menor a 20 PTB
H2S:	No presencia

De acuerdo con los anteriores parámetros de producción y condiciones de flujo obtenidos de los diferentes campos donde Petrominerales realiza sus actividades de Exploración y producción de Hidrocarburos dentro del territorio Nacional. Se ha contemplado el equipo de superficie básico que le permita cumplir con los objetivos propuestos para las pruebas iniciales de producción de una forma segura y de una manera confiable.

El equipo de superficie convencional para la realización de las pruebas iniciales de producción de los Pozos de la empresa Petrominerales está constituido por varios componentes que de acuerdo a dimensiones y pesos normalmente son transportados o movilizados desde la base de la empresa contratista o instalaciones de la compañía (en caso de ser equipo propio) hacia el Pozo a evaluar:

En general para la Movilización de estos componentes se requiere desde el punto de vista logístico los siguientes vehículos:

- ❖ Diez vehículos: tracto camión con semirremolque tipo cama alta
- ❖ Siete vehículos: tracto camión con semirremolque tipo cama baja
- ❖ Un camion 600
- ❖ Una grúa con capacidad de izaje de setenta toneladas (P&H de 70 Ton).

Estos componentes y su distribución; durante el alistamiento y movilización se encuentran en la siguiente Tabla.

Tabla 2. Vehículos requeridos para transportar el equipo de superficie para pruebas de producción convencional de Petrominerales

TIPO VEHICULO	N° Vehículos	componentes por vehículo a transportar	COMPONENTES A MOVILIZAR POR VEHÍCULO
* Vehículo Tracto camión con semi-remolque tipo cama Alta	10	1	un Choke manifold. (Generalmente de 3 1/8" x 5000 Psi) 150 Ft de Tubería tipo Unión de Golpe de 4" Figura 602 2000 Ft de Tubería tipo Unión de Golpe de 4" Figura 206
		1	Un Ko-Drum Un Scruber Un Flame arrestor Una TEA, pesos muertos, mástil, skid de base accesorios
		1	Bombas para inyección de química. Dos (máx. 30 GPM a 250 Psi) Recipientes para almacenamiento de química. Dos (25 L) Un cargadero dual aceite/agua, estructura, shelter Sistema de apantallamiento contra descargas atmosféricas. (Dos pararrayos).
		1	Dos bombas de transferencia para cargue de agua. (Centrifugas de 3" x 4" x 10" Motores a prueba de explosión de mínimo 15 HP) Dos Bombas de transferencia para cargue de aceite y recirculación. (Centrifugas de 4" x 4" x 13" Motores a prueba de explosión de mínimo 25 HP) Dos Compresores de aire tipo pistón (principal y Back-up) Dos Generadores eléctricos de 150 KVA Tablero de distribución general (440 x 220 V) con transformador de 75 KVA
		1	Un Separador trifásico horizontal de Prueba.
		1	Un Container tipo Laboratorio de 40 Ft
		1	Bota de Gas, escalera, barandas y demás accesorios de GB
		1	Una Container tipo Oficina / Comedor de 40 FT
		1	Un Skimmer Tank
		1	Tanque para almacenamiento de combustible, Filtros de entrada y salida con accesorios
* Vehículo Tracto camión con semi-remolque tipo cama Baja	7	1	Gun Barrel de 500 Bls.
		6	Seis tanques de Almacenamiento Horizontales con capacidad de almacenar 500 Bls cada uno.
*Camión 600	1	1	Caseta Work-shop de 20 Ft
* Grúa con capacidad de izaje de 70 Ton	1	1	Cargar componentes del Equipo de pruebas de producción sobre vehículos de transporte

A continuación se realiza una breve descripción de cada tipo de vehículo empleado durante la movilización de los componentes del equipo de superficie para pruebas de producción destacando sus dimensiones con base en la tipología de transporte de carga por carretera que es manejado bajo la Norma Técnica Colombiana NTC 4788-2 /2012-11-21⁶

2.1.1. Tracto camión con semirremolque tipo cama baja

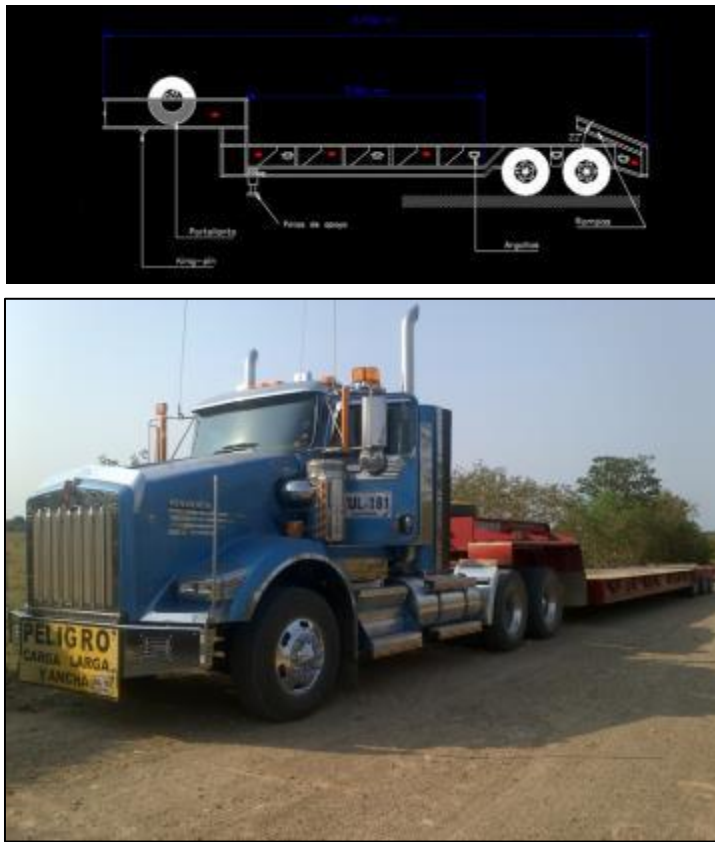
Semirremolque, destinado a ser halado por una unidad tractora (tracto camión) sobre la cual se apoya y a la que le transmite parte de su peso.

Se encuentra a una altura del suelo entre 701 mm y 1500 mm en la parte más baja de la plataforma⁷.

⁶ COLOMBIA, NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, NTC 4788-2 4788-2, Tipología para vehículos de transporte de carga por carretera. Parte 2: vehículos para el transporte de carga extradimensionada y/o extrapesada, 21 noviembre 2012. 7 p.

⁷ COLOMBIA, NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, NTC 4788-2 4788-2, Tipología para vehículos de transporte de carga por carretera. Parte 2: vehículos para el transporte de carga extradimensionada y/o extrapesada, 21 noviembre 2012. 7 p.

Figura 2. Dimensiones normales de un semirremolque tipo cama-baja



(Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 4788-2 /2012-11-21; modificada por el autor)

2.1.2. Tracto camión con semirremolque tipo cama alta.

Semirremolque, destinado a ser halado por una unidad tractora (tracto camión). El semirremolque o plataforma de carga se encuentra a una altura del suelo superior a 1501 mm⁸.

⁸ COLOMBIA, NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, NTC 4788-2 4788-2, Tipología para vehículos de transporte de carga por carretera. Parte 2: vehículos para el transporte de carga extradimensionada y/o extrapesada, 21 noviembre 2012. 7 p.

Figura 3. Dimensiones representativas de un semirremolque tipo cama-alta



(Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 4788-2 /2012-11-21. Modificado por el autor)

2.1.3. Grúa con capacidad de izaje de 70 Toneladas.

Normalmente son empleadas dos grúas de la misma capacidad (P&H de 70 Ton); una destinada al cargue del Equipo de superficie desde su lugar de origen sobre los semirremolques solicitados. Y otra para su descargue en el Pozo que será evaluado. Esta última grúa permanecerá en la locación para apoyar la etapa de montaje e instalación de los equipos (Rig-Up); etapa que normalmente dura 15 o 20 días actualmente.

Figura 4. Fotografía Grúa con capacidad nominal de izaje de 70 Ton



2.1.4. Camion-600

Destinado para la movilización del work-shop de herramientas de la compañía contratista.

Figura 5. Fotografía camión 600 carrozado



La etapa de movilización normalmente tarda unos tres días desde que inicia el cargue de equipos en la base de la empresa Contratista o desde las locaciones de la compañía Petrominerales, donde se encuentren los componentes del equipo de superficie a utilizar para realizar las pruebas iniciales de producción.

Una vez los equipos son descargados y ubicados en su sitio definitivo se dará inicio a la etapa de montaje e instalación (Rig-Up del equipo de superficie para pruebas iniciales de producción). El cual se describe a continuación.

2.2. MONTAJE E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE SUPERFICIE PARA PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN

Las operaciones de pruebas iniciales de producción en Pozos exploratorios y de desarrollo tratan con fluidos altamente inflamables a alta presión y temperatura. Es por tanto esencial que la su instalación o montaje sea realizado con personal entrenado y ajustado a los procedimientos de seguridad estándar.

Figura 6. Fotografía antes y después del Rig-up del equipo de superficie para pruebas iniciales de producción de un Pozo exploratorio.



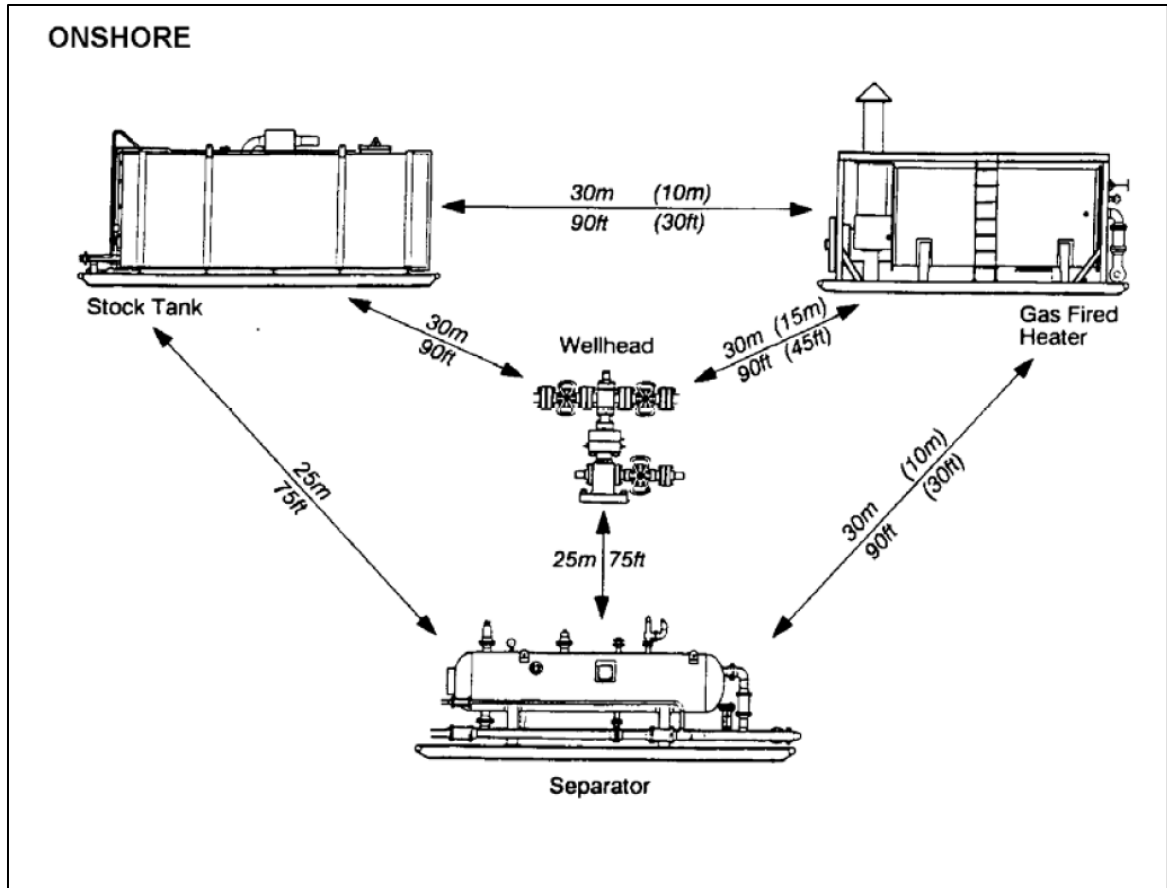
El aspecto de Seguridad y de distancias mínimas recomendadas entre sus componentes es importante en el momento de distribuir los componentes para la realización de pruebas iniciales de producción. La siguiente Figura da una breve descripción de las distancias mínimas que se deben respetar entre el árbol de producción del Pozo y sus componentes.

En esta etapa se solicita a una empresa contratista el servicio de suministro de personal que adelante el montaje e instalación de los componentes de equipo de superficie para pruebas de producción. Algunas veces es necesario adicionalmente solicitar cuadrillas de soldadura calificadas para la construcción de líneas de flujo o interconexión mecánica de equipos. De igual manera se hace solicitud de materiales y accesorios mecánicos tales como bridas, válvulas, espárragos, codos, tee's, empaques etc.

Durante esta etapa la grúa o P&H que descarga sus componentes se quedará aproximadamente unos quince o veinte días apoyando su montaje e instalación.

El tiempo en el que se ejecuta esta etapa está muy ligado a las condiciones climáticas ya que la lluvia fuerte evitará la ejecución de trabajos de soldadura a campo abierto.

Figura 7. Distancias mínimas sugeridas entre árbol de producción y componentes del equipo de superficie para pruebas iniciales de producción.



(Fuente: Issued August 2005. Manual SWT Power Well Services)

Antes de realizar el montaje e instalación de componentes de superficie para pruebas de producción es necesario llevar a cabo algunas actividades preliminares correspondientes a otras disciplinas como lo veremos a continuación.

2.2.1. Obras Civiles

Previo a la ubicación del Equipo de Superficie para pruebas iniciales de producción se requiere de una serie de recursos los cuales se desarrollan por la coordinación de Obras Civiles de Diseño durante la etapa exploratoria junto con la formulación de ingeniería de las locaciones. En esta revisión se destinan las áreas para ubicación de equipos de well Testing, basados en la información ambiental, predial, Layout del equipo de perforación y condiciones específicas del terreno.

❖ Localización, replanteo- nivelación y Relleno

Adecuación para el área de well Testing donde ubicará el equipo de superficie para pruebas iniciales de producción. Generalmente el área diseñada es de 41x 20 metros.

Estas actividades permiten que el área tenga la suficiente competencia para soportar la carga estática del equipo de superficie y la carga de los fluidos de proceso a manejar; normalmente durante su planeación se concibe la construcción de la malla a tierra; a la cual se conectarán los componentes del equipo de superficie, con el fin de aterrizarlos o equipotencializarlos eléctricamente.

Figura 8. Fotografía Localización y adecuación del área para ubicación de equipos well testing



❖ Instalación de malla a tierra

Para el aterrizaje de equipos (de acuerdo a diseño entregado por coordinación eléctrica que da cumplimiento al RETIE). Con el fin de aterrizar eléctricamente los componentes del Equipo de superficie para pruebas iniciales de producción.

La seguridad eléctrica depende en gran medida del sistema de puesta a tierra el cual sirve para protección de personas, protección de equipos, y referencia para la tensión, es por esto que sin importar que la instalación o montaje de equipo de superficie sea provisional es de carácter obligatorio tener referenciado a tierra los generadores y transformadores así como también todo elemento metálico para garantizar equipotencialización y evitar cualquier tensión de contacto que se pueda llegar a presentar y que sea un peligro para el ser humano.

A esta malla se deben conectar: tanques, recipientes de proceso, motores, casetas, luminarias, postes metálicos etc.

Por características de conducción y esfuerzo mecánico se recomienda el uso de Cable de cobre desnudo 2/0 AWG como mínimo para el conductor del electrodo de puesta a tierra.

Figura 9. Fotografía construcción malla a Tierra



❖ **Instalación de Geo membrana**

En área de almacenamiento. Una vez se tiene conformada el área se procede con la extensión de geo-membrana para confinar posibles fugas de fluidos durante la etapa de pruebas de producción.

Una vez extendida se procede a ubicar los componentes del equipo de superficie para pruebas iniciales de producción sobre ella e iniciar su montaje.

Es importante una vez se finalice la construcción de los diques verificar su hermeticidad verificando visualmente que no existan partes rotas; especialmente donde exista el paso de tuberías de flujo a través de ellos. En caso necesario se solicitará a la empresa contratista el servicio de soldadura y reparación de la misma para garantizar su integridad.

Figura 10. Fotografía instalación geo-membrana



❖ **Construcción de diques**

Una vez se finaliza el montaje de componentes del equipo de superficie para pruebas iniciales de producción; se procede a la construcción de los diques para contener o confinar posibles derrames o fugas de hidrocarburos durante su operación.

Su altura estará acorde al cumplimiento de la norma NFPA-30-2003 Flammable and Combustible Liquids Code⁹, donde se especifica que la capacidad de almacenamiento del dique permitirá contener el volumen total del recipiente de mayor tamaño. El diseño se deberá calcular para soportar una capacidad de almacenamiento del 110% de recipiente de mayor volumen y se tendrá especial cuidado en los cálculos, descontando de la capacidad efectiva del dique el volumen de otros recipientes que puedan estar contenidos en este.

Estos diques han sido construidos con diferentes recursos y diseños. Los cuales se describirán brevemente ya que dependiendo de su selección así mismo se incurrirá en diferentes costos y tiempos de construcción.

- ❖ **Diques construidos en bloque y mampostería**, reforzados en concreto, revocados o pañetados. Estos diques son construidos únicamente para Pozos ya evaluados y cuyo equipo de producción será definitivo; estos diques tienen un costo elevado por sus materiales y necesidad de personal. Para operaciones de pruebas iniciales de producción estos diques no son recomendados.

⁹ NFPA-30-2003 Flammable and Combustible Liquids Code⁹ (Clasificación de Líquidos Inflamables y Combustibles) específicamente en el 2-3.4.3 Embalse por Medio de Diques Alrededor de los Tanques. 30-17p

Figura 11. Fotografía construcción diques en bloque y mampostería.



- ❖ **Diques contruidos en saco-suelos:** Estos diques son contruidos con sacos de fibra rellenos de arena. Demandan de bastante mano de obra para su construcción con la desventaja que no son aprovechables para futuros trabajos ya que la fibra de los sacos por acción del tiempo se degrada y rompe. Son poco prácticos para operaciones de pruebas iniciales de produccion donde se necesite transportarse a otros Pozos.

Figura 12. Fotografía construcción de diques con saco-suelos



- ❖ **Diques contruidos en maletines plásticos de señalización vial:** Estos diques son muy prácticos de armar cuando están nuevos. Ya que una vez se ubican; éstos se llenan con agua para que le brinde un soporte adecuado; pero debido a su manipulación al ser trasladados a otros trabajos éstos se rompen y no brindaban hermeticidad al agua cuando se llenan. Por esta razón se llenan con arena. Estos diques no tienen una figura diseñada para modelar las esquinas de sus diques ya que simplemente vienen diseñados para ser instalados linealmente. Otra desventaja es que presenta dificultad en el momento que el dique deba ser a travesado por alguna línea de flujo; ya que son completamente sólidos.

Figura 13. Fotografías construcción de diques en maletines plásticos de señalización vial



- ❖ **Diques metálicos contruidos en tubería.** Este modelo de diques es el más utilizado en pruebas iniciales de producción ya que son muy prácticos de armar, requiere de muy poco personal para esta labor y son fácilmente desmontados y aprovechados en trabajos futuros. Permiten el paso de líneas a través de ellos ya que son huecos y brindan después de ser armados un buen soporte para la contención de un derrame de hidrocarburos.

Figura 14. Fotografías construcción de diques metálicos en tubería



❖ **Construcción de placas de concreto**

Se construye placas de concreto para los siguientes equipos: Gun Barrel, cargadero de crudo y/o agua y TEA. Generalmente involucra las actividades de: localización y replanteo, excavación mecánica y/o excavación manual, nivelación, instalación de acero de refuerzo y vaciado de concreto.

Las placas a construir normalmente han sido estandarizadas de acuerdo a las siguientes dimensiones:

Placa Gun Barrel: (L x A) = 13 x 8 m
Espesor = 0.4 m
Doble Malla Q7.
Concreto 3.000 PSI

Placa Cargadero provisional: (L x A) = 3 x 2 m
Espesor = 0.2 m
Doble Malla Q6.
Concreto 3.000 PSI

TEA: (L x A) = 4 x 4 m (si es cuadrada); o construidos en forma circular con un Radio. (Radio = 2 m).
Espesor = 0.1m
Sencilla Malla Q3.
Concreto 1.500 PSI
Mampostería Perimetral: H= 0.3 m para su dique

Figura 15. Fotografías construcción de placas en concreto para equipos de well Testing



Figura 16. Fotografías placas en concreto en periodo de fragüe



Esas placas normalmente tardan unos tres a cuatro días en periodo de fragüe, antes de que puedan ser ubicados los componentes o equipos de superficie sobre ellas.

En algunas oportunidades para la ubicación y soporte de componentes que conforman el Set de gas (separador de prueba, scrubber, ko-drum) se construyen placas en concreto con diques fabricados en bloque y mampostería. Ya que algunos de ellos no cuentan con un skid o estructura de soporte en su base que le permita posicionarse directamente sobre el suelo o sobre geo-membrana para fabricar un dique provisional.

A la TEA (componente donde será dispuesto el gas del Pozo quemándolo) se le construye una placa y dique en mampostería debido a que la geo-membrana no está diseñada para soportar alta temperatura causada por la radiación de calor producto de la quema de Gas.

Figura 17. Fotografía construcción de placas en concreto para equipos del Set de gas (separador, scrubber, ko-drum y TEA)



❖ **Excavación para enterrar la línea de producción**

Enterar la línea de producción del Pozo a evaluar es de gran importancia para permitir el acceso o paso de vehículos y cargas dentro de la locación. Consiste en la excavación mecánica que se realiza generalmente a 0,8 m a 1 m de profundidad con la ayuda de una retro-excavadora. Su trazado va desde la placa del contrapozo hasta el separador de prueba.

Figura 18. Fotografías excavación para enterrar línea de producción



2.2.2. Trabajos Eléctricos

Para el diseño eléctrico se debe seguir la legislación y normatividad nacional NTC 2050 y El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE. Es importante seguir las recomendaciones que dictan éstas normas y generar procedimientos seguros en cada uno de los trabajos eléctricos, es responsabilidad de todos velar por la seguridad de las personas, equipos y procesos.

Estos trabajos involucran las conexiones eléctricas y cableado desde los generadores (principal y back up) hacia el tablero de distribución de servicios generales de Well Testing; donde serán cargados los siguientes componentes: bombas de transferencia, compresores, laboratorio, puntos de iluminación etc.

Normalmente para pruebas iniciales de producción se utiliza el método de tendido de cable o conductores por sistema de Bandeja Porta cable; el cual es una solución rápida, de bajo costo, de

fácil montaje; además sus características mecánicas lo convierten en una buena solución para proyectos de montaje rápido como un well testing.

Para realizar una correcta instalación de este tipo de sistema se debe cumplir con normatividad vigente en Colombia como RETIE y NTC 2050

Aunque en algunas oportunidades para el cableado se emplea también el método Bancos de Ductos. Cuando se decide construir un sistema de banco de ductos es importante tener en cuenta el esfuerzo mecánico al que estará sometido el ducto, el tipo de suelo, si es directamente enterrado, de allí es seleccionado el tipo de Conduit (RIGID, IMC, PVC) de acuerdo a la aplicación es importante analizar el costo de acuerdo al tiempo de la instalación (Cuando es provisional), la Norma NTC 2050 en el capítulo 3 brinda algunas pautas y recomendaciones para la correcta construcción de los bancos de Ductos.

Figura 19. Fotografía construcción banco de ductos



Figura 20. Fotografía cableado eléctrico



2.2.3. Trabajos Mecánicos

Consiste en los trabajos efectuados con cuadrillas de soldadura calificada consistentes en la pre-fabricación y construcción de líneas de flujo para la conexión mecánica de los componentes que constituyen el equipo de superficie para pruebas de producción.

Para algunos proyectos la conexión mecánica de componentes es realizada en su totalidad mediante tubería rígida y soldadura de accesorios como bridas, Tee's, codos lo cual implica un alto costo y tiempo en su construcción adicionalmente posterior a estos trabajos se requiere de ensayos no destructivos que garanticen su calidad, tales como, pruebas de radiografía, luz negra, partículas magnéticas entre otras. En época de invierno este tipo de actividades se ven limitadas y restringidas por las fuertes lluvia donde deben ser suspendidas ocasionando retrasos a los cronogramas establecidos.

Otra de sus limitaciones es que una vez los componentes del equipo de pruebas de producción entran en funcionamiento o en áreas donde existe presencia de hidrocarburos no es posible de manera simultánea realizar trabajos de soldadura por el riesgo a explosión o incendio; lo que obliga a realizar trabajos fuera de la locación para el pre armado de líneas.

Para otros trabajos se emplea Tubería roscada tipo unión de golpe de 4" Figura 206 la cual viene pre-fabricada con tubería de diferentes longitudes 12,10,8,5,3,2,1 pies y diferentes accesorios como codos, tee's con el objetivo de acoplarse a la necesidad. Sin embargo muchas veces a pesar de la disponibilidad y versatilidad de esta tubería se hace necesario contar con la ayuda de trabajos de soldadura para la construcción de accesorios que no logran ser armados con los accesorios estándar pre-fabricados. Una ventaja de esta tubería es que de manera cuidadosa permite su manipulación y armado de líneas en áreas donde puede haber una presencia limitada de hidrocarburos mediante monitoreo de atmósferas permanente.

Figura 21. Fotografía conexión de componentes de well Testing con cuadrillas de soldadura calificadas.



Figura 22. Fotografía conexión de componentes de well testing con tubería roscada tipo unión de Golpe de 4" figura 206



La línea de producción del Pozo a evaluar desde el árbol de producción hacia la entrada del separador de prueba es construida empleando tubería de producción (tubing) en calidad usado de 4 ½" EUE el cual generalmente viene en segmentos de 30 pies de longitud unidos mediante acoples roscados. Y en sus extremos para la conexión de los componentes se emplea tubería y accesorios soldados o Tubería pre-fabricada tipo unión de golpe de 4" FIG 206.

En la siguiente fotografía se ilustra un pozo con una de sus válvulas laterales del árbol de producción conectada a una línea temporal que se construyó en tubería tipo unión de Golpe y por su otra válvula lateral una conexión definitiva en tubería rígida construida con cuadrillas calificadas de soldadura. Muchas veces se hace este cambio de alineación de una línea temporal a una definitiva dependiendo de los resultados que se obtengan de las pruebas iniciales de producción del Pozo a evaluar.

Figura 23. Fotografía Transición línea de flujo provisional en tubería roscada tipo unión de Golpe de 4" Figura 206 a línea definitiva construida rígidamente con cuadrillas calificadas de soldadura



Una vez se ha conectado mecánicamente y eléctricamente los componentes del equipo de pruebas de producción. Se procede a realizar sus pruebas de estanqueidad para el caso de tanques de almacenamiento y demás equipos que trabajan a presión atmosférica con el objeto de garantizar su correcta hermeticidad cuando almacenen hidrocarburos para evitar fugas.

Para el caso equipos y vasijas presurizadas como es el caso de líneas y separador de prueba estos deben ser probados mediante una prueba hidrostática realizada a 1,5 veces por encima de la presión con la cual van a trabajar para garantizar su sello e integridad.

Con las pruebas de equipos y construcción de diques finaliza la etapa de arme y montaje del equipo de superficie para pruebas iniciales de producción. A continuación se describe la siguiente etapa de pruebas de producción.

2.3. PRUEBAS DE PRODUCCIÓN

Las pruebas de producción de un Pozo se clasifican en:

2.3.1. Pruebas iniciales de producción

Pruebas iniciales de producción (Well Test): Son todas aquellas actividades que involucren la producción, cuantificación, caracterización y manejo de los fluidos del pozo evaluado.

Generalmente son desarrolladas entre 1 y 4 semanas, que puede variar de acuerdo a la cantidad de formaciones a probar, comportamiento de la producción del pozo, por condiciones técnicas y/o económicas.

Su ejecución y duración está sujeta a los resultados obtenidos durante la perforación o en las pruebas durante el completamiento del pozo.

Estas pruebas son realizadas a través de facilidades de producción provisionales. Durante esta fase Petrominerales verifica la disponibilidad de equipos propios o la necesidad de alquilarlos a través de una empresa contratista así como el personal necesario para el servicio de prueba requerido.

El montaje será de carácter provisional, y la función principal será:

- ❖ Cuantificar la productividad del pozo y caracterizar los fluidos producidos, de tal forma que permita evaluar el potencial de producción real del pozo (J).
- ❖ Evaluar parámetros del yacimiento (presiones, permeabilidades, porosidades, saturación, límites, etc.), que permitan dimensionar el volumen de reservas probables del campo.
- ❖ Dimensionar la capacidad de producción del pozo y características de los fluidos para diseñar el sistema de levantamiento artificial (ALS) óptimo.
- ❖ Realizar la caracterización de los fluidos de producción de la formación y/o intervalo a probar.
- ❖ Consolidar la información obtenida durante los diferentes procesos en registros e informes detallados, los cuales serán entregados en el tiempo y forma requeridos por Petrominerales.

Para ello la empresa Petrominerales dispondrá de unos equipos de superficie o Facilidades tempranas de Producción que le permitan recibir los fluidos producidos de los pozos, efectuar los

procesos de separación, medición, toma de muestras y caracterización de las fases gas, crudo y agua.

Estas facilidades y su filosofía de operación deben permitir la disposición del gas localmente por quema, el almacenamiento del crudo para su posterior fiscalización y despacho dentro de los parámetros especificados para venta (BSW<0,500% y contenido de sal < 20.0 PTB) a las diferentes estaciones de recibo que oportunamente definirá Petrominerales y el tratamiento del agua asociada a la producción para obtener los parámetros de calidad que permitan su disposición final según lo permitido en las normas y/o licencias ambientales que apliquen.

2.3.2. Objetivos de las pruebas iniciales de Producción

A continuación en la siguiente tabla Se resumen los objetivos operacionales de las pruebas iniciales de producción.

Tabla 3. Objetivos Pruebas Iniciales de Producción

EVENTOS	CONDICIONES	TIEMPO DE PRUEBA	COMENTARIOS
Producción inicial		Al menos 3 volúmenes de tubería	Limpieza de pozo y yacimiento de los fluidos de completamiento.
Producción estabilizada	Pwf = 20% DrawDown Caudal constante	10 – 12 horas. El tiempo de producción dependerá de la tendencia del corte de agua y de los cloruros. La finalización de la prueba será determinada por el departamento de Yacimientos	Identificar tipo de fluidos del yacimiento. Caracterización en superficie de los fluidos Determinar productividad del yacimiento Obtener caudal constante para preparar el pozo para Prueba de Restauración de Presión (PBU)
Prueba de Restauración de presión # 1 (Build-up test)	Caudal = 0	Al menos 12 horas.	Estimar presión del yacimiento (Pr) Determinar permeabilidad (k) y daño de formación (S) Investigar heterogeneidades del yacimiento (límites con presión constante, fallas, etc.)
Muestreo	Pwf = 10% DrawDown THP > 400 psia (dependiendo de gravedad API Y GOR)	Al menos 3 volúmenes de tubería más 5 horas con caudal estabilizado.	Tomar muestras para caracterización de los fluidos: Análisis PVT. Importante asegurar que la THP sea mayor que la presión de burbuja (Max 400 psia)
Prueba multifase	Pwf= 20% DrawDown Pwf= 30% DrawDown	6 horas cada etapa	Confirmar índice de productividad Obtener caudal constante para preparar el pozo para Prueba de Restauración de Presión (PBU). Determinar eficiencia de la bomba

(Fuente: PETROMINERALES. Alcance Técnico Para El Servicio De Pruebas De Producción De Los Pozos Exploratorios, Colombia: 2013, 2-6 p.)

2.3.3. Pruebas de Producción Extensas

Su ejecución está sujeta a los resultados obtenidos durante la prueba de producción inicial una vez confirmadas las características de los fluidos a producir, condiciones de producción, potencial del pozo y la viabilidad técnica y/o económica para la realización de la prueba extensa del pozo. Estas son realizadas con el objetivo de obtener información adicional del Yacimiento, para definir o no la comercialidad del Campo.

Si a criterio de Petrominerales la facilidad de producción provisional instalada para la realización de la prueba de producción inicial garantiza las condiciones técnicas y de seguridad necesaria para mantener el pozo en producción continua, éstas se mantendrán operativas y en las mismas condiciones hasta tanto la facilidad de producción para prueba extensa sea construida y puesta en operación.

No obstante, si esta facilidad de producción provisional no cumple los requerimientos mínimos para mantener la producción continua del pozo, Petrominerales dispondrá los recursos necesarios para realizar las adecuaciones que permitan contar con una facilidad de producción para prueba extensa que cumpla con la totalidad de los estándares de HSEQ y requerimientos de los organismos de control con el fin de garantizar la continuidad de la prueba.

Esta facilidad de producción para prueba extensa puede ser construida con tubería de golpe y diques de geo-membrana o tubería soldada, placas y diques de cemento.

En caso de construir una facilidad de producción para prueba extensa (con placas y diques de cemento, tubería soldada, banco de ductos eléctricos, etc.) Petrominerales definirá los requerimientos para la instalación.

Para la instalación de estas facilidades Petrominerales es responsable de construir las obras civiles que se requieran (rellenos, pedestales, placas, diques, Shelters, etc.) con su respectivo sistema de mallas a tierra, y la empresa que se contrata para la operación de Well Testing realizará el montaje e instalación de los equipos incluyendo el conexionado mecánico y eléctrico.

La función principal de la facilidad de producción para prueba extensa es facilitar los procesos manteniendo las condiciones de operación estables, realizando el control operacional en las áreas de generación, producción, tratamiento, medición, fiscalización y disposición final de los fluidos, de tal forma que garantice el objetivo final para la obtención de fluidos en condiciones de venta (crudo) y de disposición (agua y gas).

La disposición final de fluidos incluye la disposición del gas localmente por quema, el almacenamiento del crudo para su posterior fiscalización y despacho dentro de los parámetros especificados para venta (BSW < 0,500% y contenido de sal < 20.0 PTB) a las diferentes estaciones de recibo que oportunamente definirá Petrominerales y el tratamiento del agua asociada a la producción para obtener los parámetros de calidad que permitan su disposición final según lo permitido en las normas y/o licencias ambientales que apliquen.

2.4. DESCONEXIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS DE SUPERFICIE

Si los resultados obtenidos durante las pruebas iniciales de producción son negativos es decir que no se encuentra aceite y/o gas en condiciones comerciales que generen un ingreso económico positivo a la empresa. Se procederá a desconectar los equipos instalados previamente para ser

entregados a la empresa contratista si son equipos rentados o prepararlos para un próximo trabajo y proceder con el abandono del pozo.

Para ello se diligenciará la solicitud formal de acuerdo a los formatos y procedimientos propios de la empresa Petrominerales de la Grúa o equipo de izaje de cargas. La cual deberá tener una capacidad mínima de 70 Toneladas. Para garantizar el montaje de equipos de superficie sobre los vehículos solicitados los cuales coincidirán con los que fueron mencionados anteriormente para la movilización.

En el siguiente capítulo se describe cada uno de los componentes que convencionalmente se utilizan para realizar las pruebas iniciales de producción.

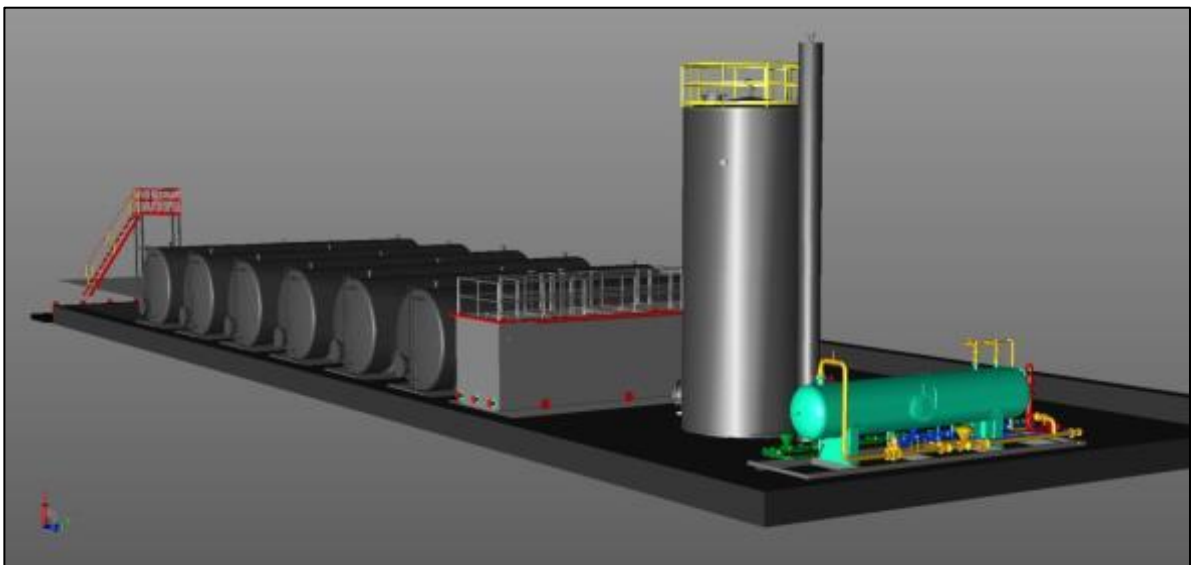
3. EQUIPOS DE SUPERFICIE CONVENCIONALES PARA LAS PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PETROMINERALES

Figura 24. Fotografía equipo de Superficie para pruebas iniciales de Producción



(Fuente: PETROMINERALES. Alcance Técnico Para El Servicio De Pruebas De Producción De Los Pozos Exploratorios, Colombia: 2013, 2-6 p.)

Figura 25. Diagrama equipos de superficie para pruebas iniciales de Producción

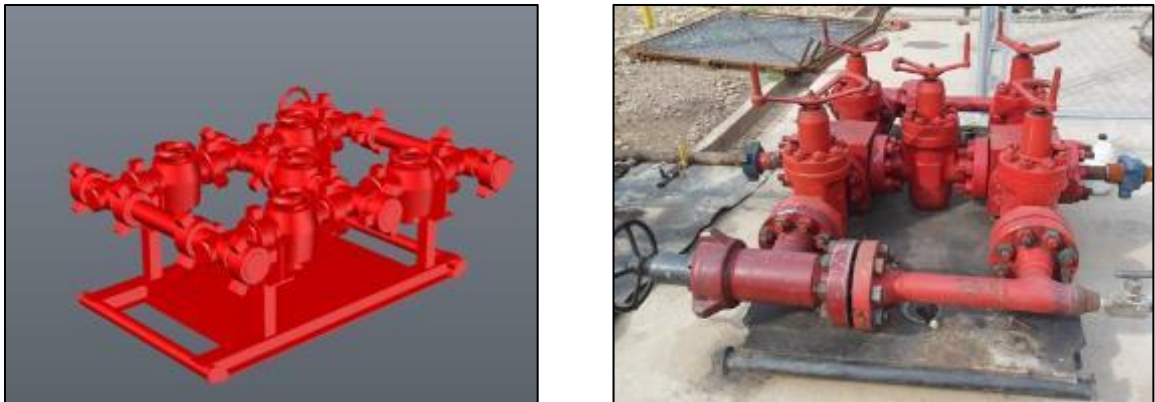


(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

A continuación se hará una breve descripción de cada componente que constituye el equipo de superficie para la realización de pruebas iniciales de producción de Petrominerales en sus diferentes campos ubicados dentro del territorio Nacional en los Departamentos del Meta y Casanare.

3.1. MANIFOLD PORTA-REDUCTOR O CHOKE MANIFOLD

Figura 26. Choke manifold



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

El equipo debe ser diseñado, fabricado y probado bajo los parámetros del estándar API 16C: "Specification for Choke and Kill Systems - First Edition".

Generalmente estos equipos se encuentran disponibles en configuraciones para trabajar a 5000 Psi, 10000 Psi y 15000 Psi, cuentan con dos tipos de choque, uno ajustable y otro fijo, los cuales pueden ser aislados entre sí mediante el juego de válvulas de by-pass para permitir el cambio de diámetro de choque. También se puede armar con dos choques fijos, estos son especiales para manejo de gas ya que resisten más la abrasión. Los diámetros de los choques son expresados en 1/64" de pulgadas.

Petrominerales emplea normalmente Choke Manifold de 3 1/8" x 5000 Psi para el control y aseguramiento de sus operaciones; con un Choque ajustable que permite un rango de abertura desde cero (0/64") hasta dos pulgadas (128/64"), completamente abierto (full Open). Por medio de este conjunto de válvulas es posible controlar el flujo proveniente del pozo estrangulándolo hasta llevarlo a condiciones de presión y flujo acordes con el diseño de los equipos que se encuentran después de él. (Aguas abajo de él).

3.2. TUBERÍA TIPO UNIÓN DE GOLPE PARA ALTA PRESIÓN DE 4" FIGURA 602

Figura 27. Tubería roscada tipo unión de Golpe



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

La tubería con acople rosca tipo Unión de Golpe es uno de los sistemas más utilizados en instalación temporales fundamentalmente por dos razones su:

Rapidez en la instalación. (No requiere cuadrillas de soldadura, Ya que los accesorios como codos, Tee's y Tubería de diferentes longitudes se encuentran fabricados y listos para armar de acuerdo a la necesidad operacional).

Seguridad. Permite soportar una presión máxima de operación de acuerdo al tipo de rosca seleccionado (Rating) y al Schedule de la tubería en que está construido.

Se debe utilizar tubería con un rating de presión como mínimo del mismo rating del árbol de producción.

Las uniones de golpe y codos, todos los bushing, nipples, tapones, válvulas de 1/2", liner o tubing, deber ser del mismo rating que el árbol de producción.

Existen más de 12 diferentes ratings de presión para estas uniones. Diseñadas y fabricadas de acuerdo al diámetro nominal y a un número de Figura (Ej. 2" Fig. 1502). Fabricadas por una gran cantidad de Compañías entre ellas:

NOV SARA SAE

FMC

ANSON

KEMPER

Las Figuras más utilizadas por la compañía Petrominerales se resumen en la siguiente Tabla de acuerdo a las condiciones de Presión esperadas.

Tabla 4. Especificaciones de Tubería tipo unión de golpe más utilizadas en operación de pruebas de Producción o Well Testing

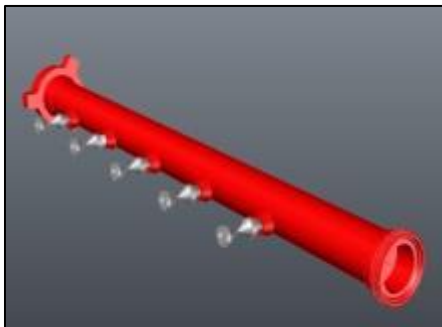
Well Test Piping Specifications								
Size	2 in.	2 in.	2 in.	3 in.	3 in.	3 in.	4 in.	4 in.
Pressure psi (kPa)	2,000 (13 790)	6,000 (41 370)	10,000 (68 950)	2,000 (13 790)	6,000 (41 370)	10,000 (68 950)	2,000 (13 790)	6,000 (41 370)
Union Fig#	206	602	1502	206	602	1502	206	602

(Fuente: Halliburton Energy Services, Inc. Printed in USA, 1998 Surface Test Equipment Halliburton)

Para la conexión mecánica del árbol de producción del Pozo, pumping Tee del equipo PCP, o de la unidad de Coiled Tubing de acuerdo al sistema de Levantamiento con el que se realizarán las pruebas iniciales de producción hasta el Choke Manifold (Tubería de Alta presión). Petrominerales Normalmente emplea Tubería tipo unión de golpe Figura 602 la cual tiene un rango de trabajo hasta 6,000 Psi.

3.3. DATA HEADER

Figura 28. Data header en tubería roscada tipo unión de golpe



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software´s utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Segmento de Tubería que mediante la instalación de varios threadolets (salidas roscadas con rosca interna NPT de diámetros de $\frac{3}{4}$ " o $\frac{1}{2}$ "); permiten la instalación mecánica de nipples y accesorios como válvulas de bola y aguja respectivamente para la instalación de manómetros análogos o digitales para observar la presión de cabeza de pozo (THP), la instalación de Termopozo y termómetros de carátula o digitales para observar la Temperatura de Pozo (THT), la instalación de Toma muestras para realizar muestreo de los fluidos producidos, e instalación de inyectores, válvulas cheque y demás accesorios para la dosificación de Química.

El cuerpo de este accesorio debe estar construido del mismo rating de presión que la cabeza del pozo y el Choke Manifold. Las normas aplicables para la especificación del cuerpo del accesorio son API 6A o API 16C. Puede utilizarse uniones de golpe preferiblemente arme de equipos provisionales de Well Tesing.

Las salidas Roscadas (Threadolets), deben ser diseñadas, construidas y aprobadas con los parámetros de la norma API 5B: "Specification for Threading, Gauging, and Thread Inspection of Casing, Tubing, and Line Pipe Threads (US Customary Units)".

3.4. BOMBAS DE INYECCIÓN DE QUÍMICA

Figura 29. Bombas dosificadoras de química en cabeza de Pozo



Para obtener una distribución uniforme de los dos productos normalmente dosificados de acuerdo a la experiencia en los crudos obtenidos de los campos de producción de la empresa Petrominerales (Rompedor directo de emulsión y dispersante de parafinas) y conseguir una eficiencia química máxima por un consumo mínimo de producto químico. Estos son inyectados antes de entrar al separador de preferencia en la cabeza de pozo o en la línea de flujo que sale del Choke manifold tan cerca del cabezal que se pueda (data header) donde el flujo tiene su mayor agitación o turbulencia.

De esa manera, se utiliza la agitación en la línea y en el equipo de separación. Inyectar los químicos de tratamiento en el efluente después de haber pasado en el separador usualmente resulta en un consumo excesivo de producto químico por ser la agitación después del separador insuficiente para ser efectiva.

Bombas tipo doble pistón; con posibilidad de dosificar dos productos simultáneamente a caudales de máx. 30 GPM y 250 Psi como presión de descarga. Estas bombas succionan desde dos depósitos plásticos generalmente de 1000 Litros de capacidad cada uno.

3.5. TUBERÍA TIPO UNIÓN DE GOLPE PARA BAJA PRESIÓN DE 4" FIG 206

Figura 30. Tubería y accesorios roscados tipo unión de Golpe de 4" figura 206



Tubería tipo unión de golpe Figura 206 la cual tiene un rango de trabajo hasta 2,000 Psi. Permite la conexión mecánica de los equipos que se encuentran después (aguas abajo) del choke manifold (Separador trifásico horizontal de prueba, Gun Barrel, Tanques de almacenamiento, Skimmer, bombas para cargadero dual, cargadero dual). Algunas veces no es empleada esta tubería sino que se realiza con tubería de 4" de diámetro unida con soldadura empleando bridas, codos, Tee's y demás accesorios de 4" ANSI 150 WN (welding neck) o con cuello para soldar.

3.6. SEPARADOR ANSI 150 TRIFÁSICO HORIZONTAL DE PRUEBA

Con capacidad para manejar 5000 BFPD y 2 MMSCFD de acuerdo a las condiciones de diseño mencionadas anteriormente. Este equipo normalmente es seleccionado ANSI 150 de acuerdo a su presión nominal para presiones menores a 294 Psi.

La norma ISO 7268 define la Presión Nominal en componentes de tuberías. La norma API 6D también compara las clases ANSI con Presión Nominal.

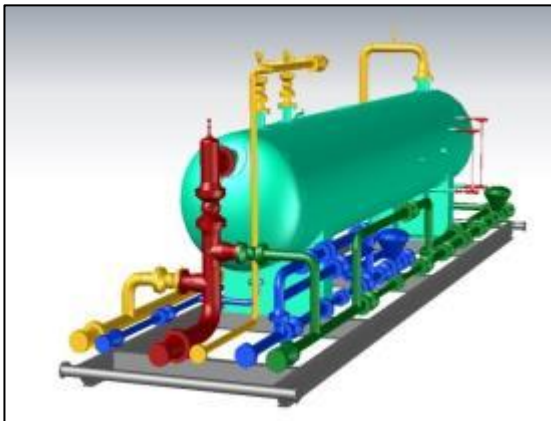
La siguiente tabla muestra una equivalencia estimada entre el ANSI entendido como un rating de presión y la presión nominal a la cual se encuentra diseñado el componente. La temperatura y el material se deberán tener en cuenta como factores de selección del rating de presión del equipo y deberá revisar la norma API 6D para comparar las clases ANSI con presiones nominales.

Tabla 5. Equivalencia ANSI y Presión Nominal

ANSI Class Rating [#]	Presión Nominal PN (Bar)	Presión Nominal PN (Psi)
150	20	294
300	50	735
400	64	940,8
600	100	1470
900	150	2205
1500	250	3675
2500	420	6174

(Fuente: <http://www.valvias.com/equivalencia-rating-presion-valvula-pn-iso7268-ansi-class.php>. Modificado por el autor)

Figura 31. Separador de prueba Trifásico horizontal ANSI 150



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

El separador es uno de los componentes más importantes del equipo de pruebas iniciales de producción. Su función es la de separar y medir los fluidos producidos en sus diferentes fases: aceite, agua y gas.

La primera parte del proceso se efectúa en el cuerpo mismo del separador que cuenta para ello con una serie de dispositivos interiores diseñados para tal fin. Estos dispositivos internos son placas de impacto, deflectores, placa de rebose y rejillas extractoras de neblina. Sus objetivos específicos son los de lograr en el efluente, choques, agitación, cambios de dirección y de velocidad, con lo que se logra que el gas y el líquido se separen en función de su diversa gravedad e inercia.

Una vez provocada la separación, en las líneas de salida del separador, se instalan aparatos de medición, se proceden a cuantificar el volumen de cada uno de los fluidos producidos. Esto se hace teniendo en cuenta las condiciones en que se ha realizado esta determinación a fin de llevar esos valores a las condiciones de referencia.

Por lo anterior, podemos deducir que un separador cuenta con una línea de entrada de fluidos procedentes del Pozo a medir, un cuerpo con su diseño interior, una salida de petróleo o condensado con uno o más medidores de líquido, una salida de agua con su medidor y una línea de salida de gas, también con un elemento de medición del caudal correspondiente.

Además, como todo recipiente que trabaja a presión, un separador cuenta con elementos de seguridad, tales como una o dos válvulas de seguridad, calibradas para producir su apertura al alcanzarse un valor de presión interna igual al 90 por ciento de la presión de trabajo del equipo, y/o un disco de ruptura, construido de modo que se rompa al alcanzarse una presión interna igual al 100 por ciento de la presión de trabajo del separador.

Los elementos de control del separador permiten mantener en el interior una presión aproximada constante, una altura al nivel de petróleo también constante y lo mismo ocurre con la altura de la interface agua – petróleo. Estos elementos son válvulas neumáticas automáticas con sus correspondientes controladores, instaladas en la salida de cada uno de los fluidos producidos.

Existe también un circuito de gas o de aire que es el que alimenta los dispositivos de regulación. Generalmente mediante compresores.

El Separador empleado para las pruebas iniciales de producción de la Empresa Petrominerales normalmente es de tipo horizontal ANSI 150 diseñado para soportar presiones de trabajo menores a 360 Psi. Presión que le permite trabajar a las condiciones de presión esperadas de los diferentes campos de la compañía con las siguientes dimensiones:

Diámetro = 48" y LSS (Longitud costura a costura) = 30 Ft

3.7. SCRUBBER

Figura 32. Scrubber convencional



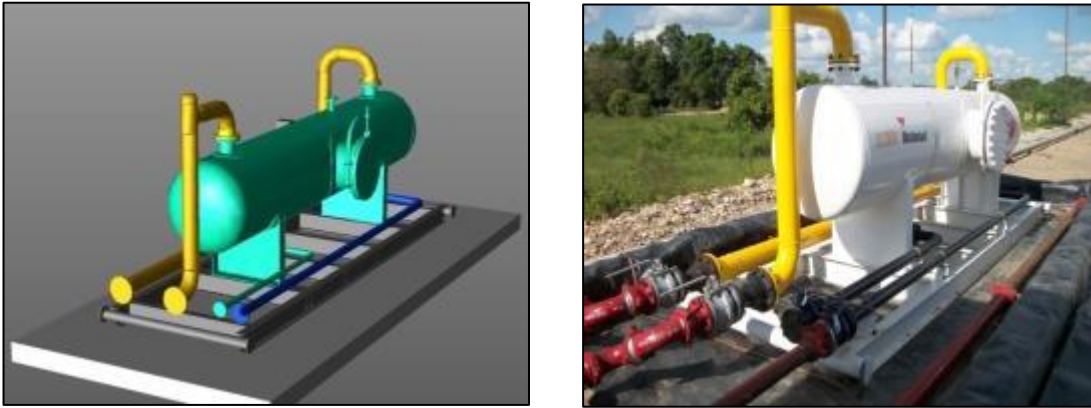
(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Es un separador de dos fases (líquido-gas) vertical, diseñado para el recuperar los condensados que lleva el gas que sale del separador de prueba que son liberados por caídas de presión o enfriamiento. Como internos tiene la placa deflectora a la entrada y un demister en la parte superior por donde sale el gas. Funciona básicamente igual que el separador de prueba, pero para cargas de líquido mucho más pequeñas.

Separador horizontal bifásico (gas-líquido). Diseñado para manejar $Q_g = 2$ MMSCFD

3.8. KO-DRUM

Figura 33. Ko-Drum convencional



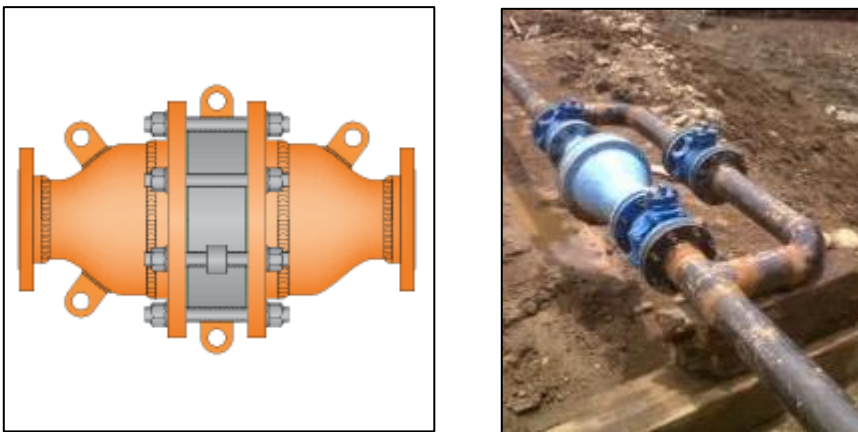
(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software´s utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Knock out (Ko-Drum) es un recipiente capaz de recibir la descarga de los dispositivos de seguridad de una planta, con la capacidad suficiente para recibir el máximo disparo durante 20 minutos. Este equipo se ubica después del Scrubber sobre la línea de gas. Su función es la de una trampa para retener el condensado que puede ser llevado en la línea de salida de separador para evitar que sea arrastrado y quemado posteriormente en la TEA. Normalmente están provistos de un visor de líquidos para Monitoreo de nivel y de instrumentación de nivel que le permite operar bombas para evacuar el condensado acumulado hacia el proceso.

Separador horizontal bifásico (gas-líquido). Diseñado para manejar $Q_g = 2$ MMSCFD

3.9. FLAME ARRESTOR

Figura 34. Flame arrestor. Montaje convencional con by-pass



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software´s utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

El flame arrestor es un componente de seguridad instalado después del Ko Drum en la línea de gas que se dirigirá hacia la TEA donde se dispondrá el gas quemándolo. Si una llama tiende a devolverse desde la TEA hacia el Ko Drum al interior de la línea de gas, el flame arrestor la detendrá. El flame arrestor está hecho de una delgada lámina de aluminio enroscada en forma de espiral.

3.10. TEA

Figura 35. TEA convencional izada



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Componente donde se realiza la quema de los fluidos producidos por venteos de seguridad en los recipientes de proceso y el gas que no se consume.

Consiste en varias secciones de Tubería bridadas entre sí lo cual le permite alcanzar una altura total aproximada de unos 18 m. La cual una vez se ubica verticalmente está provista de vientos construidos en guaya sujetos a tres o más pesos muertos (bloques en concreto); los cuales le brindarán estabilidad para que no se flecte por acción del viento.

Es el último componente de la línea de gas procedente del Separador trifásico luego de pasar por el Scrubber, Ko Drum y flame arrestor donde se dispondrá el gas previamente cuantificado en el separador para ser Quemado.

Normalmente su sistema de ignición es manual mediante el uso de una polea que permite subir la llama hacia La zona designada como la "punta de la tea" (tip flare) donde se realizará la quema del gas liberado. Sin embargo en la actualidad este gas es encendido mediante un piloto que está diseñado para quemar aún en condiciones ambientales adversas. (Sistema de encendido electrónico). Diseñada para la quema de $Q_g = 2 \text{ MMSCFD}$

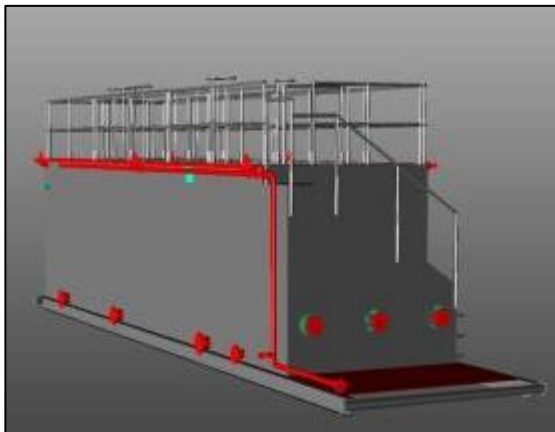
Altura = 18 metros aproximada

Tres Pesos Muerto, en concreto de 0,3 Ton de peso cada uno donde se sujetarán los vientos

Vientos fabricados en guaya anclados cada uno a su peso Muerto.

3.11. SKIMMER TANK (TANQUES ALMACENAMIENTO DE AGUA)

Figura 36. Skimmer tank convencional



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Es un recipiente que trabaja a presión atmosférica que trata el agua aceitosa proveniente del Separador de prueba y del Gun Barrel.

Su objetivo principal es remover la mayor cantidad de crudo que venga disuelto en el agua. El crudo que se recupera de este equipo se puede recircular al proceso o se evacua a una planta Externa para su tratamiento y disposición. El principio de operación básico de este equipo se basa en la obtención de una baja velocidad de flujo que permite el asentamiento de los fluidos por diferencias de densidades de los mismos.

3.12. GUN BARREL PARA MANEJO DE 5000 BFPD Y CAPACIDAD DE 500 BLS

El tanque de lavado o Gun Barrel es un tanque cilíndrico vertical con una capacidad de 500 Bls utilizado para el tratamiento o deshidratación del crudo con el objetivo de que su corriente de salida salga con un %BSW > 0,5.

Figura 37. Gun Barrel y Bota de Gas convencionales



Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

El Gun Barrel, opera a presión atmosférica y normalmente está constituido por:

- ❖ Una línea de entrada que conduce la emulsión agua y aceite desde el separador hacia la bota de Gas del Gun Barrel.
- ❖ La Bota de gas es un tubo de gran dimensión a través del cual pasa la emulsión antes de llegar al fondo del tanque, y tiene dos propósitos principales. Liberar el gas que se libera de la emulsión y por consecuencia reduce la turbulencia dentro del cuerpo del Gun Barrel.
- ❖ Los difusores o tubos que permiten distribuir radialmente la emulsión desde el fondo de la bota de gas hacia el centro del Gun Barrel de una manera controlada. Los difusores conducirán la emulsión al nivel del agua, generalmente a alta temperatura buscando su camino de ascenso por flotación (diferencia de densidad) hasta el nivel superior de petróleo para luego rebosar como aceite limpio.
- ❖ El cuerpo del tanque contiene la capa de agua, de emulsión y de crudo limpio que va ascendiendo después de su lavado; permitiendo un tiempo de reposo suficiente para rebosar un aceite en especificaciones de venta o cercanas a ella BSW menor que 0,5%
- ❖ La salida de agua, Regula la cantidad de agua en el tanque manteniendo su interface agua-aceite constante mediante un flotador que envía una señal a la válvula controladora de nivel que actúa neumáticamente al igual que las LCV's del Separador.
- ❖ La línea de rebose de crudo que conduce el crudo limpio hacia los tanques de almacenamiento.

Los Gun Barrel normalmente están provistos de visores de interface que permiten visualizarla donde se encuentra físicamente dentro del Tanque.

Para resumir generalmente ocurren dos fenómenos físicos dentro del Gun Barrel que le permite romper la emulsión.

- ❖ Lavado. A través de la zona de agua libre (colchón de Agua)
- ❖ Decantación. En la zona de emulsión

En general, para los campos de la Empresa Petrominerales no se requiere de calentamiento externo con vapor y con la temperatura que le imprime los motores de los equipos ESP es suficiente para el tratamiento de la emulsión en estos equipos entregando el aceite en especificaciones de venta BSW > 0,5%.

Se debe exigir a la empresa contratista que los suministre como mínimo¹⁰:

- ❖ Hoja de datos del tanque, (Data sheet).
- ❖ Planos mecánicos del equipo y sus internos.
- ❖ Certificados de calificación de procedimientos de soldadura empleados en la fabricación del equipo.
- ❖ Certificados de calificación de soldadores, que efectuaron los trabajos de soldadura en los equipos durante la fabricación.
- ❖ Certificados de los materiales: origen, colada, composición química, propiedades físicas, tratamiento térmico si aplica.
- ❖ Certificados de las pruebas SAT (Site Acceptance Test) tales como prueba hidrostática, cámara de vacío, radiografías, tintas penetrantes y todas las que apliquen según la norma.
- ❖ Si son equipos usados, Certificados periódicos de mantenimiento preventivo, correctivo e inspecciones.

3.13. TANQUES DE ALMACENAMIENTO:

Los tanques de almacenamiento para operaciones de Well Testing utilizados por la empresa Petrominerales son de tipo cilíndrico, atmosféricos horizontales construidos para una capacidad de 500 Bls.

¹⁰ MORENO, P.; MONTES, E.; DIR.; Manual de Recomendaciones Técnicas y buenas Prácticas para el diseño Montaje y Operación de Pruebas iniciales de Producción caso: Pozos Exploratorios de Petrominerales Colombia. Tesis (Pregrado); BUCARAMANGA : UIS, 2013

Figura 38. Tanque de almacenamiento horizontal de 500 Bls convencional



Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Son recipientes atmosféricos para el almacenamiento del crudo y/o agua; normalmente son empleados seis tanques de almacenamiento cilíndricos horizontales con capacidades de 500 Bls cada uno. Generalmente no presentan un mismo diseño y número de boquillas de entradas y salidas; lo que ocasiona inconvenientes durante su instalación. Sus accesorios (escaleras, barandas, escotillas de medición, válvulas) no tienen un lugar donde ser transportados lo cual ocasiona daño y pérdida de los mismos, y su permanente mantenimiento y adaptaciones entre trabajos.

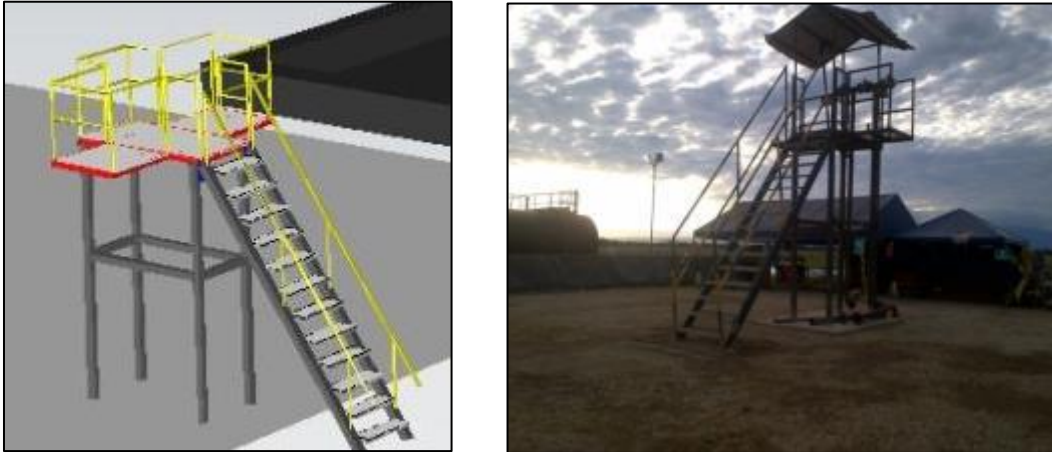
Es importante que sea exigido a la empresa que los suministre como mínimo la siguiente información¹¹:

- ❖ Hoja de datos del equipo, (Data sheet).
- ❖ Plano mecánico del equipo y detalles de su interno.
- ❖ Certificados de calificación de procedimientos de soldadura empleados en la fabricación del equipo.
- ❖ Certificados de calificación de soldadores, que efectuaron los trabajos de soldadura en los equipos durante la fabricación.
- ❖ Certificados de los materiales: origen, colada, composición química, propiedades físicas, tratamiento térmico si aplica

¹¹ MORENO, P.; MONTES, E.; DIR.; Manual de Recomendaciones Técnicas y buenas Prácticas para el diseño Montaje y Operación de Pruebas iniciales de Producción caso: Pozos Exploratorios de Petrominerales Colombia. Tesis (Pregrado); BUCARAMANGA : UIS, 2013

3.14. CARGADERO DUAL DE ACEITE Y AGUA

Figura 39. Estructura cargadero de crudo y agua



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

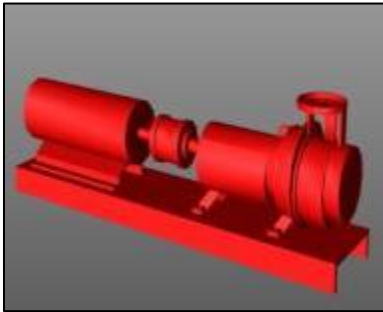
El cargadero deberá cumplir con lo indicado en la Resolución 1409 de 2012 en cual se establece el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas, además los elementos de protección deben cumplir con los estándares ANSI A10.14, Z359.1, OSHA 1910.66, 1926.500

El cargadero de crudo y/o agua es una plataforma diseñada para el soporte de tuberías procedentes de las descargas de las bombas centrífugas que permiten el cargue de carro tanques mediante mangueras. Tienen botoneras para el accionamiento remoto de las bombas tanto de aceite como de Agua.

3.15. BOMBAS CENTRÍFUGAS PARA CARGUE DE CRUDO Y /O AGUA

Regidas por el API STÁNDAR 610. Centrifugal Pump for Petroleum Heavy Duty Chemical and Gas Industry Services. Las bombas centrífugas empleadas para el cargue de crudo y agua desde los tanques de almacenamiento hacia los vehículos o tracto-camiones.

Figura 40. Bombas centrífugas para transferencia o cargue de crudo y/o agua en carro-tanques



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

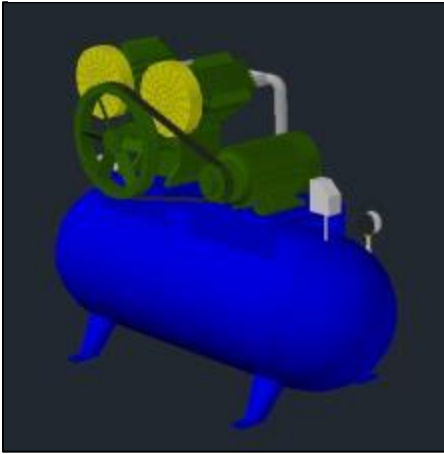
Normalmente son bombas que funcionan con motores eléctricos a prueba de explosión cuyo rango varía desde 15 HP hasta 30 HP (6000 BFPD – 10,000 BFPD a presiones de 30 psi). Es importante verificar antes de iniciar la operación su buen funcionamiento y que el sentido de giro sea el correcto, estar pendiente del nivel del tanque de medida y del tanque de almacenamiento, pues estos son dos factores importantes para evitar derrames de crudo. No debe probarse el sentido de giro por un espacio largo de tiempo ya que al estar sin carga (en seco) se podría dañar sus sellos mecánicos.

Normalmente Petrominerales emplea dos Bombas centrífugas de 3"x 4" x 10" con Motores de 15 HP para el manejo del Agua de los Pozos a evaluar (bomba principal y back-up). Y dos bombas centrífugas de 4"x 4" x 13" con Motores de 30 HP para el manejo de crudo de los Pozos a evaluar (bomba principal y back-up).

3.16. COMPRESORES DE AIRE TIPO TORNILLO

Como recomendación (ANSI/ISA-S7.0.01-1996 Núm. 4), los sistemas de aire para instrumentación deben Proporcionar una cantidad suficiente de aire para suministrar la carga máxima esperada más un margen para crecimiento futuro, incluyendo las fugas

Figura 41. Compresores de pistón convencionales



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software´s utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Proporcionar la calidad de aire requerido por los equipos que lo utilizarán para su funcionamiento.

Facilitar el mantenimiento y pruebas del sistema.

Las válvulas controladoras de nivel (Level Control Valve LCV's) del Separador así como del Gun Barrel, trabajan con un sistema neumático al igual que las alarmas por alto nivel de equipos es necesario un compresor para proporcionar el aire de instrumentación. El compresor funciona con un motor eléctrico que enciende cuando la presión disminuye a 60 psi y se apaga cuando el compresor ha cargado a 100 psi de forma automática (algunos compresores están calibrados a otras condiciones).

Normalmente por la importancia que tiene este componente dentro del sistema se emplea un compresor principal y uno de back-up en caso que se presente algún tipo de falla.

3.17. EQUIPO DE APANTALLAMIENTO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Siempre que se hace un montaje o instalación se debe contemplar el riesgo asociado a las descargas atmosféricas, es por esto que en una instalación provisional se debe contar como mínimo con un sistema de captación externo construido para dirigir la corriente de rayo de forma segura a tierra, en el mundo existe una clara normalización de estos sistemas y en Colombia se encuentran regulados por la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 1-2-3.

Figura 42. Equipo de apantallamiento contra descargas atmosféricas tipo ionizante



Un pararrayos es un instrumento cuyo objetivo es atraer un rayo ionizando del aire para excitar, llamar y conducir la descarga hacia tierra, de tal modo que no cause daños a las personas o instalaciones.

Estos están provistos de un mástil que les proporciona una altura total aproximada de unos 18 a 20 m que garantiza una mayor altura del punto de impacto del rayo, aumentando así el área de cobertura y facilitando la protección de grandes áreas.

3.18. GENERADORES

Estos equipos son dimensionados a partir de un análisis de cargas donde se especifica la tensión y potencia exigida por cada uno de componentes que necesitan energía eléctrica para su funcionamiento, tales como: bombas, motores, casetas, laboratorio, oficinas, iluminación etc.

Basados en estas cargas se debe validar que el generador eléctrico supla esta energía en PRIME (Carga variable por tiempo ILIMITADO, la información se encuentra en el Data Sheet del equipo). Así mismo se debe contar con un generador de respaldo el cual debe suplir las mismas necesidades de carga en STAND BY (Suministro de carga en Emergencia, carga por tiempo limitado varía según cada equipo y la información se encuentra en el Data sheet del equipo).

Se debe definir en cada caso si se necesita tablero de sincronismo para transferencia Eléctrica, o Tablero con enclavamiento mecánico (El más Utilizado en instalaciones Provisionales). Los tableros de distribución y transferencia que se utilicen en campo deben contar con el grado de protección IP (International Protection) de acuerdo al ambiente y lugar de instalación (Interior o exterior).

Figura 43. Generadores de 150 Kw



A continuación se muestra el análisis eléctrico de cargas para los equipos que hacen parte del Set convencional de pruebas iniciales de producción.

Considerando Motores de 30 HP a prueba de explosión para las bombas de transferencia y de 15 HP para el caso de los compresores de aire.

Tabla 6. Análisis de carga eléctrica equipos de pruebas de producción convencionales

RELACION DE CARGA ELECTRICA 220 VOLTIOS						
DESCRIPCION	ELEMENTOS	CANTIDAD	DATO FABRICANTE WATIOS/EQUIPO	DATO MEDIDO WATIOS	TOTAL TEORICO WATIOS	TOTAL MEDIDO WATIOS
CARGAS ELÉCTRICAS COMPONENTES DEL SET DE PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN						
CONTAINER OFICINA-COMEDOR	AIRE ACONDICIONADO	2	1250	680	2500	1360
	LAMPARA	4	48	42	192	168
	NEVERA	1	150	132	150	132
	EQUIPOS	4	40	50	160	200
	VENTILADOR	0	50	40	0	0
MOTORES BOMBAS	BOMBAS CETRIFUGAS	4	22500	15000	90000	60000
	COMPRESORES	2	11250	8000	22500	16000
	SUMINISTRO	1	745	675	745	675
ILUMINACION PERIMETRAL	LAMPARAS	8	400	300	3200	2400
CONTAINER LABORATORIO	AIRE ACONDICIONADO	2	2280	1460	4560	2920
	BOMBILLOS	4	40	50	160	200
	CENTRIFUGA	1	400	357	400	357
	HORNO	1	2200	1200	2200	1200
	BAÑO MARIA	1	1200	1200	1200	1200
	KARL FISCHER	1	50	20	50	20
CONSUMO TOTAL ESPERADO					128017	86832
CONSUMO TOTAL ESPERADO APROXIMADO					150 Kw	100 Kw

(Fuente: http://www.nrelectricidad.com/pautas_para_elegir.pdf. Modificado por el autor)

De acuerdo al análisis realizado se sugiere utilizar generadores a 440 Voltios AC / 60 Hz de 150 Kw ya que el cálculo de cargas de componentes eléctricos del equipo de pruebas iniciales de producción es de 128017 Vatios que corresponde al 100% de carga de todos los equipos trabajando al mismo tiempo con los valores según el fabricante de cada equipo en condiciones normales.

El generador es seleccionado con una capacidad equivalente al doble de la carga normal esperada para dejar un 40 a 50 % para futuras ampliaciones ya que por recomendación de los fabricantes de generadores los equipos deben trabajar al 50% de la carga nominal para evitar desgastes prematuros en su motor Diesel. También se debe tener en cuenta que un motor AC al arrancar produce picos de corriente que llegan a ser de hasta cinco veces la corriente normal de trabajo.

La carga total medida de todos los equipos trabajando al mismo tiempo da un valor estimado de 86832 Vatios equivalente al 75% de la carga y en operaciones normales este consumo puede disminuir ya que todos los equipos no funcionarán al mismo tiempo; especialmente las bombas y compresores que son lo de mayor consumo.

La razón de utilizar generadores a 440 Voltios AC es porque los motores de bombas y compresores son grandes y consumen grandes cantidades de corriente, al elevar el voltaje se disminuye la corriente, por ejemplo:

Un Motor de 30 HP a 220 Voltios AC consume 114 Amperios

Un Motor de 30 HP a 440 Voltios AC consume 57 Amperios

Esto permite mayor rentabilidad económica en los montajes eléctricos principalmente debido a:

- ❖ Al ser menor la corriente los equipos de control y el cableado que se utilizarán serán de menor carga que lo que implicará menor costo.
- ❖ Los picos de corriente en el momento del arranque de los motores que llegan a alcanzar valores de hasta cinco veces la corriente de trabajo también disminuirán.

Su instalación debe cumplir lo reglamentado en el Código eléctrico Colombiano NTC 2050, además de seguir las recomendaciones realizadas por el constructor del generador. Es importante que el generador tenga Cabina Insonorizada y el área de instalación esté debidamente delimitada con las indicaciones que apliquen.

El generador como todo equipo debe estar conectado a tierra para tener una referencia de tensión y estar dentro del sistema de equipotencialización.

Lo ideal es instalarlos en lugares de fácil acceso e iluminarlos para facilitar las operaciones de mantenimiento. Es importante asegurarse que el generador eléctrico disponga de suficiente ventilación para mantenerlo refrigerado y eliminar el exceso de emanaciones gaseosas y calor producidas por la combustión del motor.

3.19. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE SERVICIOS GENERALES

Figura 44. Tablero eléctrico de servicios generales convencional



El tablero eléctrico de servicio general debe venir diseñado para manejar un voltaje de entrada de 440 voltios con:

- ❖ Barrajes para 400 amperios.
- ❖ Debe contar con transferencia manual o Automática
- ❖ Transformador de 440 a 220 Voltios con Neutro 15 KW, para alimentación de equipos a 220 y 110 Voltios AC.
- ❖ Salidas a 440 Voltios con breaker regulable de 32-64-125 Amperios
- ❖ Salidas a 220 Voltios con breaker regulable de 32-16 Amperios

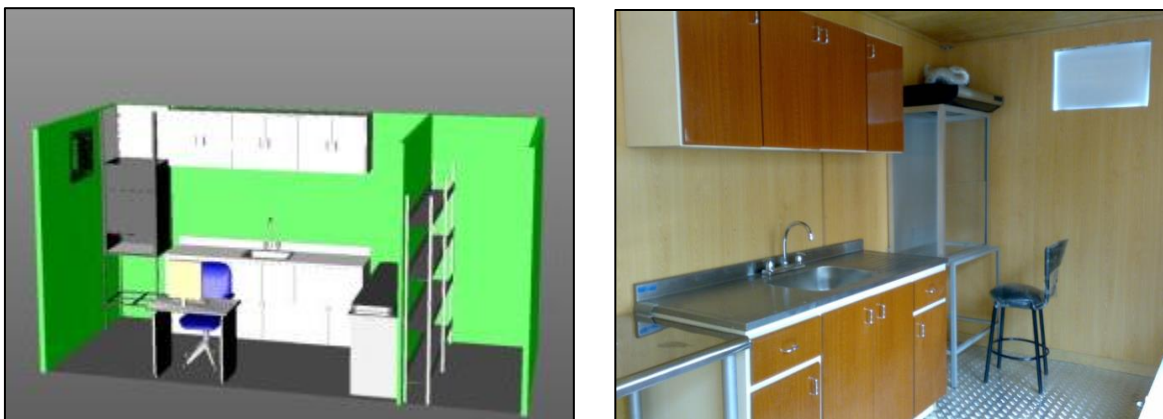
El tablero y transformador serán ensamblados sobre un mismo Skid tipo petrolero. Generalmente está construido dentro de un Cofre tipo Nema 4 con salidas de 220 y 110 VAC de 16 y 32 AMP y salidas de 440 VAC de 32, 64, 125 AMP.

Los tableros deben contar con certificado de una entidad acreditada por la ONAC (Organismo Nacional de Acreditación en Colombia) que certifique su producto según RETIE.

- ❖ Documentos de Respaldo
- ❖ Listado de cargas
- ❖ Data Sheet de Generadores
- ❖ Certificado de construcción avalado por una entidad acreditada por la ONAC o equivalente en cuanto a la construcción del cofre.
- ❖ Los tableros de Distribución deben contar con diagrama unifilar actualizado.
- ❖ Los tableros deben contar con frente muerto luego de la puerta principal.

3.20. LABORATORIO

Figura 45. Laboratorio de campo para análisis de muestras de fluidos recuperados.



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software´s utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Durante una prueba inicial de producción de un pozo exploratorio se lleva a cabo diferentes pruebas de laboratorio para determinar algunas propiedades físicas y químicas básicas de los fluidos recuperados en el sitio de trabajo. A continuación se listan los equipos mínimos con que debe contar.

Tabla 7. Materiales y Equipos del laboratorio de campo

COMPONENTES DE LABORATORIO Y DE MEDICION	CARACTERISTICAS	
Equipo Laboratorio completo	* Los elementos de medición deben tener su respectivo certificado de calibración y se debe contar en sitio con 3 unidades de los elementos o equipos de medición (1 operativo, 1 de backup y 1 patrón)	
	COMPONENTE	Cantidad
	Centrífuga	1
	Baño María	1
	Termómetro de vidrio ASTM-12F *	1
	Termómetro digital TP7 *	1
	hidrómetro -1 - 11 API *	1
	hidrómetro 9 - 21 API *	1
	hidrómetro 19 - 31 API *	1
	hidrómetro 29 - 41 API *	1
	Ladrones tipo compuerta y tipo botella	4
	Cinta metálica y plomada para medición a fondo *	4
	Homogenizador	1
	Crema Color Cut	20
	Kit para determinación de Cloruros en agua de Formación	1
	Kit de vidriería (probetas, bakera, pipetas)	1
	Salinómetro para determinación de sal en el crudo	1
	Balanza Analítica para determinación de Agua por método Karl Fisher	1
	Pesa Balanza	1
	Horno y tamices para determinación de Sólidos en muestras de crudo	1
	Kit de Arenas	1
	Cartas lineales 0-100% para registrador de presión Diferencia Barton	200
	Reactivos para Karl Fisher	2
Espectrofotómetro para análisis de agua	2	

(Fuente: Petrominerales, Anexo A Tarifas Well Testing Tabla 4 página 1, Colombia 2013)

Entre los análisis más importantes que se realizan en campo a las muestras de fluidos líquidos (aceite, gas) que son recuperadas durante las pruebas de producción de los Pozos de la Empresa Petrominerales se encuentran:

Determinación de la Gravedad API del crudo. (Según Norma ASTM D 1298-99)

Determinación del contenido de agua y sedimentos (%S&W) en una muestra de petróleo crudo por el método de Karl Fisher. (Según Norma ASTM D 4377)

Determinación del contenido de Sal en el crudo. (Según Norma ASTM D 3230 – 08)

Determinación del contenido de agua y sedimentos (%S&W) en una muestra de petróleo crudo por el método de centrifugación. (Según Norma ASTM 4007).

3.21. OFICINAS / COMEDOR

Figura 46. Caseta oficina-comedor convencional



Generalmente se emplea una caseta de 40 pies de longitud provista internamente de escritorios para ubicar los equipos de cómputo donde se procesará la información de campo de las variables de producción monitoreadas hora a hora y los análisis de laboratorio realizados a las muestras de fluidos. Información que se recopilará en el reporte de producción que será entregado por parte de la empresa contratista seleccionada a Petrominerales.

También contiene una mesa y sillas que le brinda al personal contratista un ambiente agradable en los horarios de toma de alimentos. Dependiendo de la cantidad de personal que sea requerido para las pruebas de producción y de la disponibilidad y configuración de estas casetas es posible que sean utilizadas dos casetas de manera independiente una caseta oficina y otra para comedor y/o reuniones especialmente cuando hay temporada de invierno.

3.22. WORK-SHOP

El work-shop es el sitio donde se guardan y almacenan las herramientas manuales con las cuales el personal de Well Testing de la compañía de servicios seleccionada para el trabajo dispone para realizar sus actividades de arme y desarme del equipo de superficie para pruebas iniciales de producción (Rig-up y Rig-Down) respectivamente; así como las actividades propias de la operación de prueba de producción (Well Testing). También se tiene un inventario pequeño de consumibles y accesorios y/o repuestos críticos de sus equipos.

Figura 47. Container work-shop convencional



(Fuente: <http://www.pandaeworkshop.co.za/products/pre-fabricated-structures-and-container-conversion/scania-container-conversion/> Modificado: por el autor)

A continuación se listan los materiales, accesorios y herramientas que son obligatorios dentro del work-shop que es empleado durante las operaciones de well Testing de la empresa Petrominerales.

Tabla 8. Materiales, accesorios y herramientas manuales que hacen parte del Work shop

WORK SHOP / Solicitud a Contratista WT			
CANTIDAD	UNIDAD	CLASIFICACIÓN	MATERIAL
2	EA	HERRAMIENTA	MACETA BRONCE 10 KG . Mango en fibra
2	EA	HERRAMIENTA	MACETA DE FORJA DE 10LB BD10ESG SNAP-ON
2	EA	HERRAMIENTA	PINZAS PARA ATERRIZAR CARROTANQUES
1	EA	HERRAMIENTA	SEGUETA
2	EA	HERRAMIENTA	BARRA 16LB C/ PUNTA Y PALA
2	EA	HERRAMIENTA	PALA PUNTA REDONDA No. 2
1	EA	HERRAMIENTA	FLEXOMETRO 5MTS DE BOLSILLO CINTA 3/4"
1	EA	HERRAMIENTA	PALA ANTICHISPA
1	EA	HERRAMIENTA	PISTOLA DE TEMPERATURA (0 - 250)F
1	EA	HERRAMIENTA	JUEGO DE LLAVES MIXTAS DE 3/8" - 1-3/4 "
1	EA	HERRAMIENTA	JUEGO DE LLAVES COPA 3/8"-1-1/8IN 22PZS
1	EA	HERRAMIENTA	JUEGO DE COPAS CUADRANTE 3/8" 262MFB
1	EA	HERRAMIENTA	JUEGO DESTORNILLADORES 8PZS MIXTO PROTO
1	EA	HERRAMIENTA	JUEGO LLAVES BRISTOL HEXAG REF AWEFBH9K
1	EA	HERRAMIENTA	CENTROPUNTO 1/4 x 4IN
1	EA	HERRAMIENTA	LLAVE HOMBRE SOLO 12IN
1	EA	HERRAMIENTA	LLAVE EXPANSIVA No. 12
1	EA	HERRAMIENTA	LLAVE EXPANSIVA 15IN
2	EA	HERRAMIENTA	LLAVE PARA TUBO RIDGID No 36
2	EA	HERRAMIENTA	LLAVE PARA TUBO 24" HD
1	EA	HERRAMIENTA	LLAVE DE GOLPE 1 7/16"
1	EA	HERRAMIENTA	CORTA TUBING desde(3/8" hasta 1/2")
1	EA	HERRAMIENTA	DOBLA TUBING DE 3/8"
1	EA	HERRAMIENTA	PRENSA NÚMERO 18
1	EA	HERRAMIENTA	BISTURÍ INDUSTRIAL CON CUCHILLAS DE REPUESTO
1	EA	HERRAMIENTA	JUEGO DE SACABOCADOS (FABRICAR EMPAQUES)
1	EA	HERRAMIENTA	MARTILLO DE BOLA
4	EA	HERRAMIENTA	LINTERNAS A PRUEBA DE EXPLOSIÓN CON BATERIAS DE REPUESTO O TIPO RECARGABLE
10	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	TEFLON INDUSTRIAL 19MM X 0.2MM X 15 Mts
10	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	SILICONA PARA ALTA TEMPERATURA
2	M	CONSUMIBLE OPERACIÓN	ASBESTO 1/8" pliegos
8	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	ABRAZADERAS 4" METÁLICAS
1	CJ	CONSUMIBLE OPERACIÓN	KOLOR-KUT WATER FINDING PASTE CAJA 12TUB
1	CJ	CONSUMIBLE OPERACIÓN	KOLOR-KUT MODIFIED WATER FINDING PASTE
1	CJ	CONSUMIBLE OPERACIÓN	KOLOR-KUT GASOLINE GAUGING PASTE 2.25 Oz
10	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	BIDON PLASTICO 1/2 GALON
10	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	BIDON PLASTICO 1 GALON
10	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	BIDON PLASTICO 2 GALONES
20	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	BIDON PLASTICO 5 GALONES
50	Kg	CONSUMIBLE OPERACIÓN	TRAPO EN TROZOS PARA LIMPIAR
20	PAQ	CONSUMIBLE OPERACIÓN	BOLSAS PLASTICAS DIFERE COLORES x 100 EA
1	CJ	CONSUMIBLE OPERACIÓN	TELA OLEOFILICA OIL DRY 30IN x 150FT
1	RQL	CONSUMIBLE OPERACIÓN	TELA ABSORBENTE HIDROFOBICA, OLEOFILICA
1	CAN	CONSUMIBLE OPERACIÓN	VAR SOL
10	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	PLUMILLAS PARA REGISTRADOR BARTON
1	CJ	CONSUMIBLE OPERACIÓN	CARTAS REGISTRADOR BARTON LINEAL (0-100%)
1	1 GL	CONSUMIBLE OPERACIÓN	GRASA LUBRIPLATE
1	CJ	CONSUMIBLE OPERACIÓN	GRASA EN BARRAS PARA MEDIDOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL MARCA DANIEL
5	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	TOALLAS COCINA
12	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	Papel Scoth Rollos
5	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	BALDES
2	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	Aceite penetrante
2	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	MEDIA CANECA PLÁSTICA
2	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	Recogedor
2	EA	MEDICIÓN	CINTA MEDICION 5M ATERRIZADA PUNTA PLOMO
1	EA	MEDICIÓN	CINTA VACIO
1	EA	MEDICIÓN	TOMAMUESTRA COMPUERTA CUERPO EN BRONCE
1	EA	MEDICIÓN	TOMAMUESTRA TIPO BOTELLA
1	EA	MEDICIÓN	TP-7
40	EA	CONSUMIBLE OPERACIÓN	Empaques para Tubería de Golpe 4" FIG 206 (0-Ring)

(Fuente: Petrominerales, Anexo A Tarifas Well Testing Tabla 6 página 1, Colombia 2013)

3.23. PUNTOS DE ILUMINACIÓN TEMPORAL

Figura 48. Iluminación móvil planta tipo estadio



(FUENTE: [HTTP://WWW.LNCOMPRESORES.COM/TORRES-ILUMINACION-ALQUILER-COMPRESORES/](http://www.lncompresores.com/torres-iluminacion-alquiler-compresores/))

Normalmente para las pruebas iniciales de producción de Pozos exploratorios la empresa Petrominerales emplea dos tipos de iluminación provisional; los cuales consisten en: iluminación móvil tipo planta estadio a diesel; constituidos por cuatro lámparas desmontables sobre un mástil que es elevado manualmente mediante un sistema de poleas. Este es un sistema práctico y de fácil instalación con la desventaja que durante las movilizaciones sufre bastantes daños si no se cuenta con un adecuado embalaje que proteja sus lámparas.

Figura 49. Iluminación tipo lámparas desmontables instaladas sobre trípodes



(Fuente: <http://balatferreteria.com/tienda/iluminacion/>. Modificado por: el autor)

El otro sistema es el de lámparas desmontables instaladas sobre trípodes fijos diseñados para soportarlas; este sistema es energizado eléctricamente y requiere de un mayor trabajo durante su conexión; adicionalmente no deben quedar cables a la vista según NTC 2050 y deben estar debidamente equipotencializada la parte metálica con su conductor de Tierra.

De esta manera finaliza la descripción general de los equipos convencionales que normalmente son empleados por Petrominerales para la realización de pruebas de Producción.

En el siguiente capítulo se describen y sugieren algunas oportunidades de mejora en diseños, instalación de accesorios, modificaciones y recomendaciones generales basadas en la experiencia propia y en algunos modelos que se han implementado en diferentes compañías que prestan sus servicios de pruebas de producción en la Industria del Petróleo y/o gas.

Sugerencias que permitirán cumplir con las etapas de las pruebas iniciales de producción desde la movilización, arme, pruebas y alistamiento de equipos en los tiempos que dura el Pozo una vez es entregado por Perforación hasta la finalización del completamiento.

Con el objetivo de no tener que iniciar actividades antes que la compañía tome la decisión de completar y realizar las pruebas de producción, para no ocasionar pérdida de dinero y recursos cuando la decisión fuera la de abandonarlo.

4. ALTERNATIVAS SUGERIDAS PARA LOS COMPONENTES DEL EQUIPO DE SUPERFICIE PARA PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN DE LOS POZOS DE PETROMINERALES

Con base en la experiencia adquirida en campo durante la planeación y ejecución de pruebas iniciales de producción; se ha podido destacar algunos errores en los diseños de equipos existentes o en algunos casos éstos vienen diseñados para montajes definitivos de superficie y que por disponibilidad se han utilizado para operaciones de pruebas iniciales de producción o Well Testing donde deben ser desarmados, movilizados y nuevamente armados con frecuencia.

Justamente por esta razón muchos de ellos se deterioran con facilidad, pierden partes en las movilizaciones, sufren abolladuras que dañan su integridad, presentan rompimiento de estructuras etc.

En la mayor parte de los casos es necesario volver a construir líneas de descarga y succión de bombas para transferencia de crudo y/o agua, colectores de entrada, venta, recirculación y drenaje de tanques de almacenamiento, reboses de Gun Barrel etc.

Trabajos que se podrían evitar si se busca una manera eficiente de diseño bien sea del equipo como tal o de su alistamiento para ser movilizado entre operaciones.

En este trabajo se pretende sugerir algunas modificaciones en los diseños de algunos componentes con el objetivo de migrar a un equipo de pruebas de producción que se ajuste a las necesidades propias de la compañía.

Brindando una concepción de equipo de pruebas de producción robusto que soporte el desarme y movilizaciones frecuentes entre pozos pero fácil y práctico de armar y desarmar.

Para lo cual se ha realizado una clasificación conceptual que permita identificar y organizar estas oportunidades de mejora en tres grupos a saber:

4.1. OPORTUNIDAD DE MEJORA EN LOS DISEÑOS EXISTENTES

Consiste en aprovechar el diseño de los equipos existentes sugiriendo algunas modificaciones con el objetivo de adaptarlos a la operación exigente de pruebas de producción.

De los componentes del equipo de pruebas iniciales de producción a los que se ha podido determinar un mejoramiento en su diseño original se tiene:

4.1.1. Tanque de lavado Gun Barrel

❖ Skid en Base y para su transporte

Se ha identificado que no todos los Gun Barrel o tanques para la deshidratación del crudo, con lo que cuenta la compañía tienen un skid o soporte estructural en su base que le brinde resistencia por lo que sufren abolladuras o deformaciones durante la movilización así como corrosión severa debida a su exposición directa de esta con el suelo.

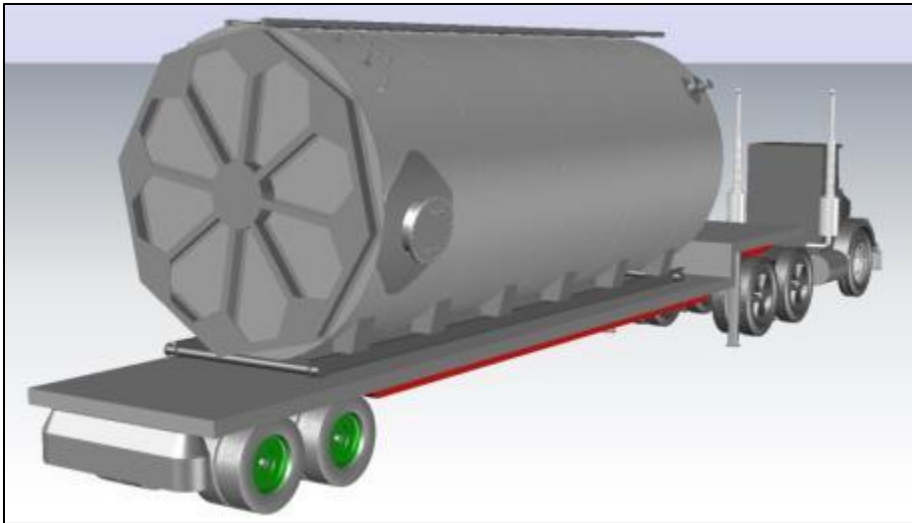
Figura 50. Fotografía y diagrama de un Gun Barrel con Skid en base y para ser transportado adecuadamente



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

De igual manera no todos los Gun Barrel están provistos de un Skid de transporte a nivel longitudinal que facilite su movilización al ser apoyado o soportado sobre éste; evitando daños o deformaciones causadas por golpes o hundimientos en su cuerpo al ser apoyado durante la movilización sobre sus boquillas.

Figura 51. Gun Barrel de 500 BIs movilizado sobre skid de transporte sugerido para evitar daños durante movilizaciones



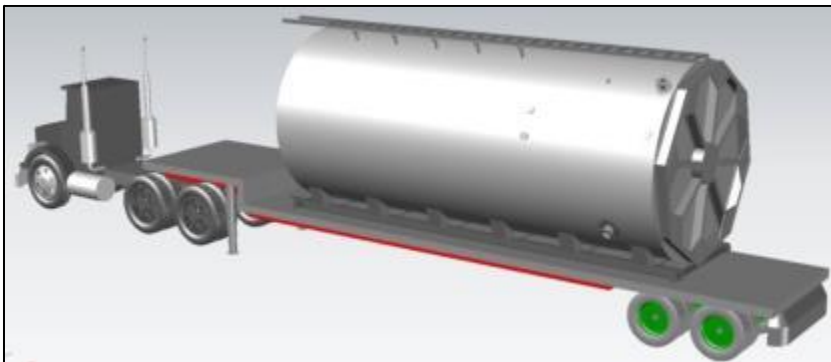
(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

❖ **Barandas y escalera de ascenso**

Muchas veces se posicionan en sitio y por presentar deformaciones causadas durante las movilizaciones o no contar con tornillería en campo se procede a soldar tanto sus barandas y escalera al cuerpo del tanque; lo cual no es una práctica segura y adicionalmente dificultará su retiro y desinstalación en el momento de efectuar su desarme o Rig Down.

Para lo cual se sugiere un sistema eficiente de sujeción para sus barandas y guarda-hombre y movilizar el tanque con su escalera de manera fija evitándole daños.

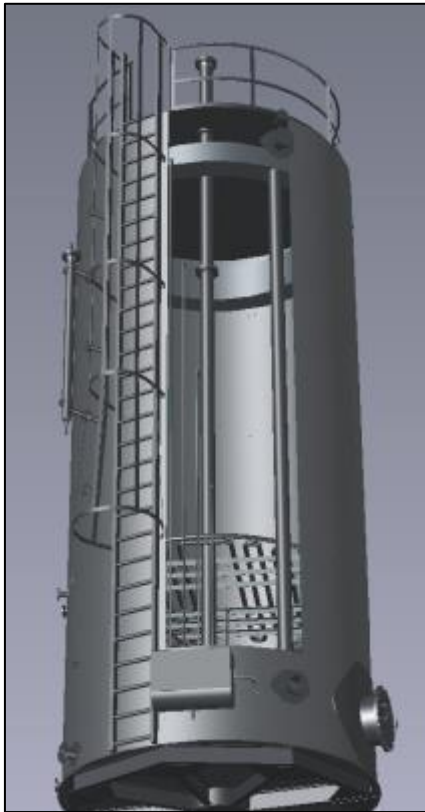
Figura 52. Gun Barrel de 500 BIs con escalera fija. Movilizado sobre skid de transporte.



Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Una vez el Gun Barrel sea ubicado; se procederá a la instalación de la protección Guarda-hombre en su escalera de ascenso con el objetivo de brindar una mayor seguridad al personal que operará el equipo.

Figura 53. Gun Barrel de 500 BIs con escalera fija y guarda-hombre desmontable sugerido



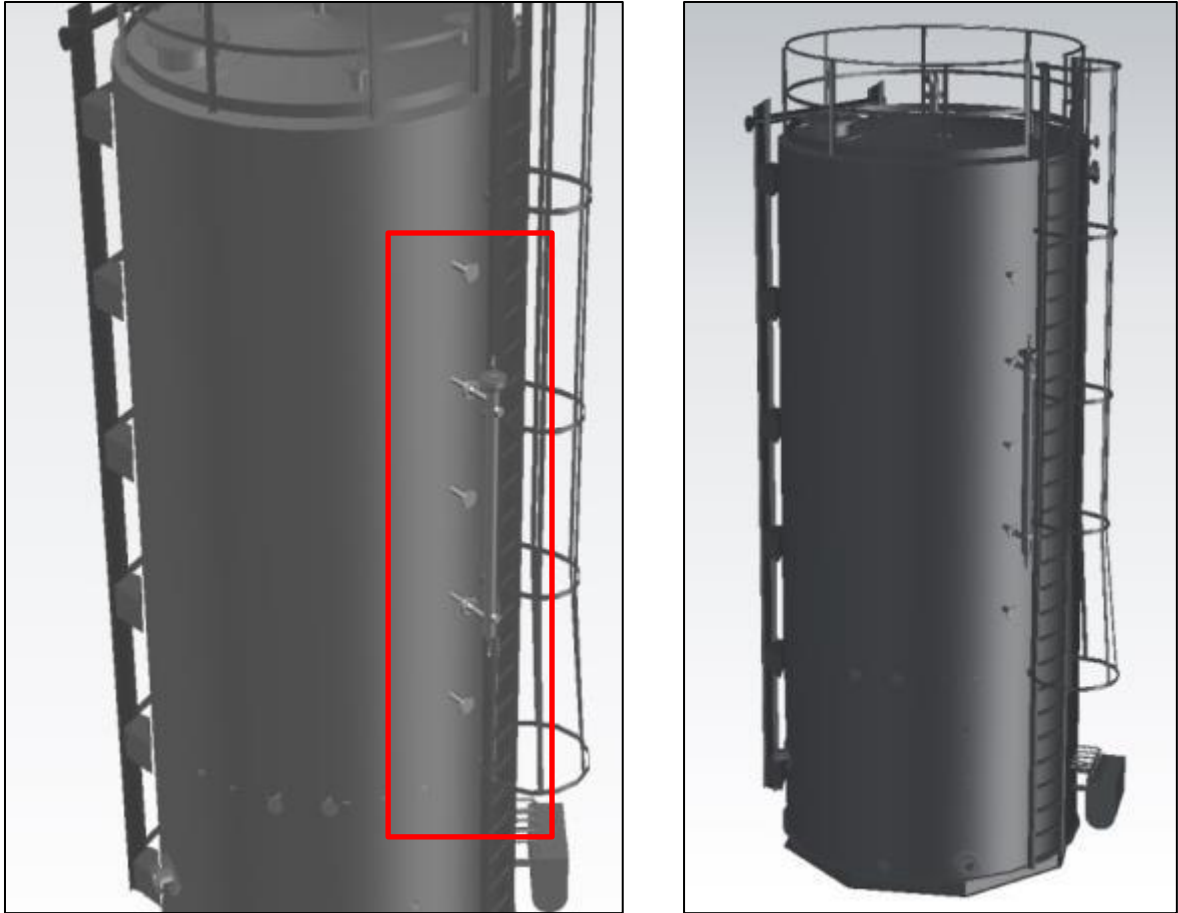
(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software´s utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

❖ **Bota de control de interface**

Generalmente viene definida para una sola posición o altura para manejo de interface agua-aceite. Se sugiere instalar en el tanque diferentes boquillas bridadas y valvuladas de tal manera que el operador pueda modificar en campo la altura de esta bota de control de acuerdo a las características de los fluidos del Pozo a evaluar.

Este diseño lo hace flexible a la operación y manejar fluidos dentro un rango razonable de características de API, viscosidad y contenido de agua, que se obtenga de los Pozos a evaluar.

Figura 54. Bota de control de interface de Gun Barrel adaptable a diferentes alturas de acuerdo a las características de los fluidos recuperados.



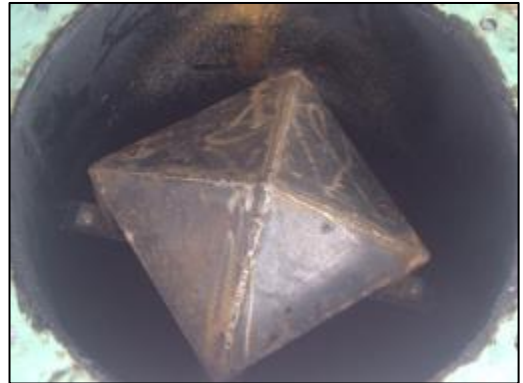
Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

❖ **Bota de gas**

Generalmente los Gun Barrel que son propiedad de Petrominerales vienen con sus botas de gas fabricadas de manera integral; es decir como un solo tubo que dificulta las actividades de revisión interna, inspección y mantenimiento.

Se sugiere construir la bota en dos secciones unidas mediante unión bridada de tal manera que se facilite su inspección interna especialmente el estado de su difusor y/o placas deflectoras con que vienen algunos diseños.

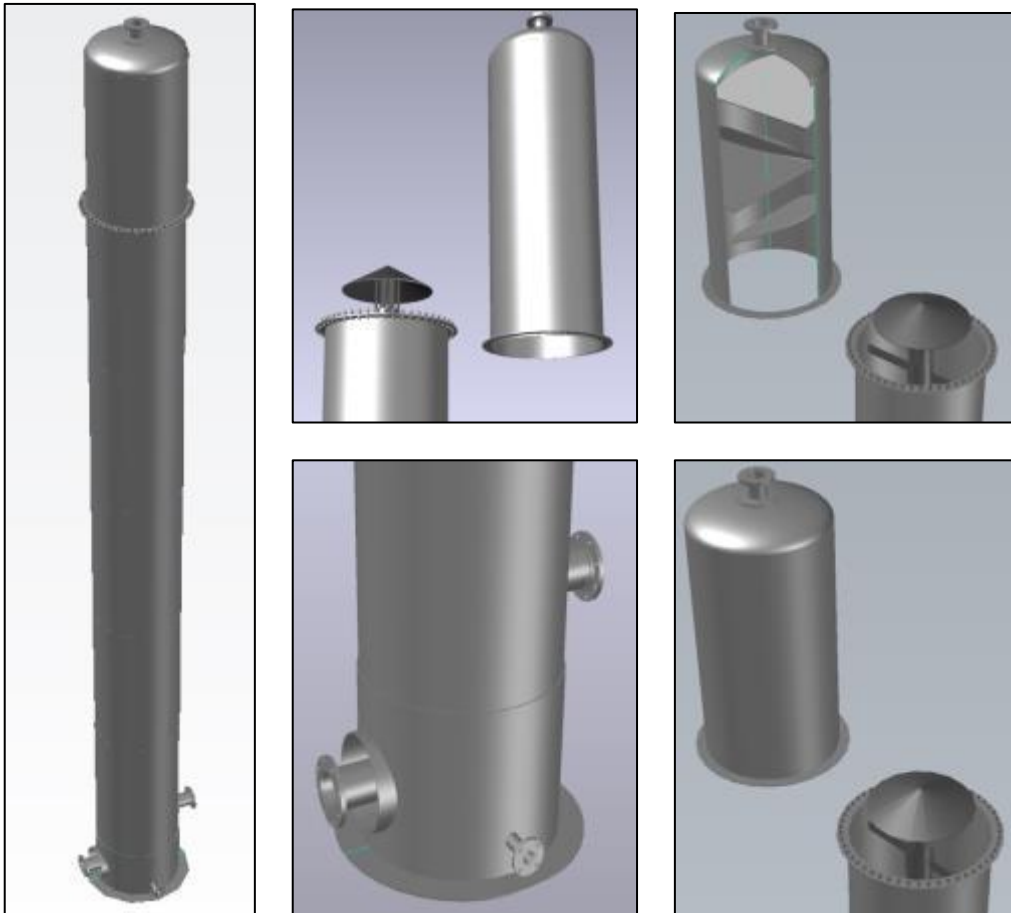
Figura 55. Fotografía Gun Barrel de 500 Bls con Bota de gas integral y bota de gas seccionada. Vista superior difusor



La fotografía ilustra dos configuraciones de bota de gas diferentes una integral y la otra seccionada. De igual manera un difusor comúnmente llamado gorro chino. El cual permite que el fluido que ingrese proveniente del separador de prueba choque contra él y por diferencia de densidades los líquidos se precipiten hacia la base de la bota de gas y sean dirigidos a través de los difusores hacia el interior del Gun Barrel mientras que el gas liberado ascenderá a través del espacio libre que queda entre el difusor y las paredes su la bota para dirigirse hacia: el Gun Barrel si su proporción de gas es baja o hacia una TEA de baja en caso de ser necesario.

En la siguiente ilustración se puede observar el diseño de bota de gas sugerido al igual que el diseño de internos. Internamente la bota de gas no solamente tendrá su difusor de gas convencional (gorro chino) sino un conjunto de placas deflectoras que harán más tortuoso el camino del gas que asciende mejorando su desempeño.

Figura 56. Bota de gas seccionada con difusor y placas deflectoras sugeridas en bota de gas de Gun Barrel.



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

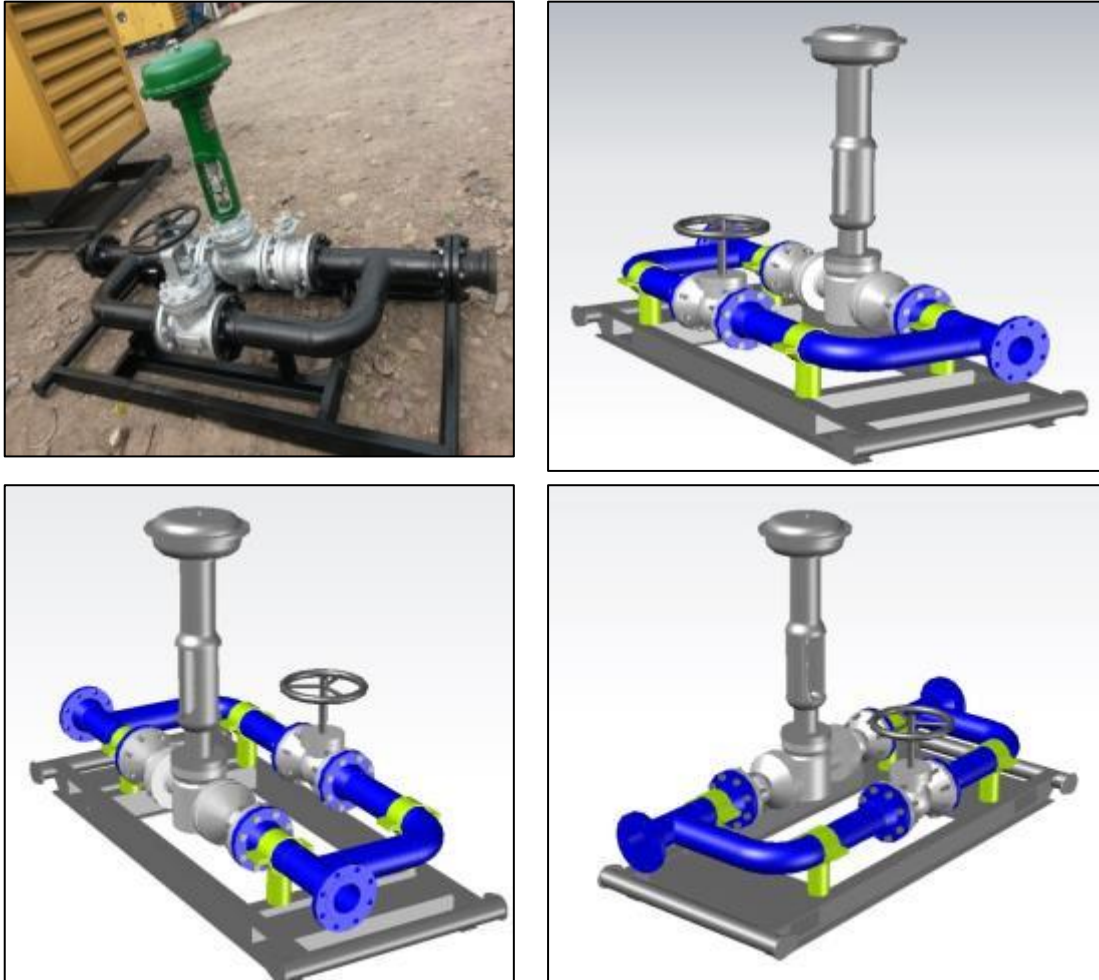
❖ **Válvula controladora de nivel de interface ubicada a la salida de agua**

Este equipo está provisto como se mencionó en el capítulo dos de este trabajo de una válvula controladora de Nivel (Level control valve; LCV); válvula que recibe la señal desde el desplazador que se ubica dentro de la bota de control el cual sensa la interface agua-aceite y por su diferencia de densidades permite controlar la salida de agua del Gun Barrel manteniendo una interface agua-aceite dentro del equipo constante.

Esta LCV es instalada junto con un by-pass que permite en caso de mantenimiento o revisión controlar la interface del Gun Barrel de manera manual mediante una válvula tipo globo; dicho by-pass normalmente es construido en tubería y accesorios soldados de manera rígida; desafortunadamente durante las movilizaciones esto ocasiona pérdida de componentes y accesorios teniéndose que construir en cada montaje nuevamente este arreglo.

Se sugiere construir un pre-armado de válvula LCV y su correspondiente by-pass o arreglo de válvulas de bola y globo sobre un Skid o soporte fácil de instalar, provisto de acoples con tubería tipo unión de Golpe como lo trabajan algunas compañías de servicios; de esta manera se tendrá un accesorio compacto que permitirá su adaptación o instalación de manera versátil y evitar pérdida de accesorios durante las movilizaciones.

Figura 57. Skid válvula LCV de Gun Barrel con su respectivo By-pass para operación manual



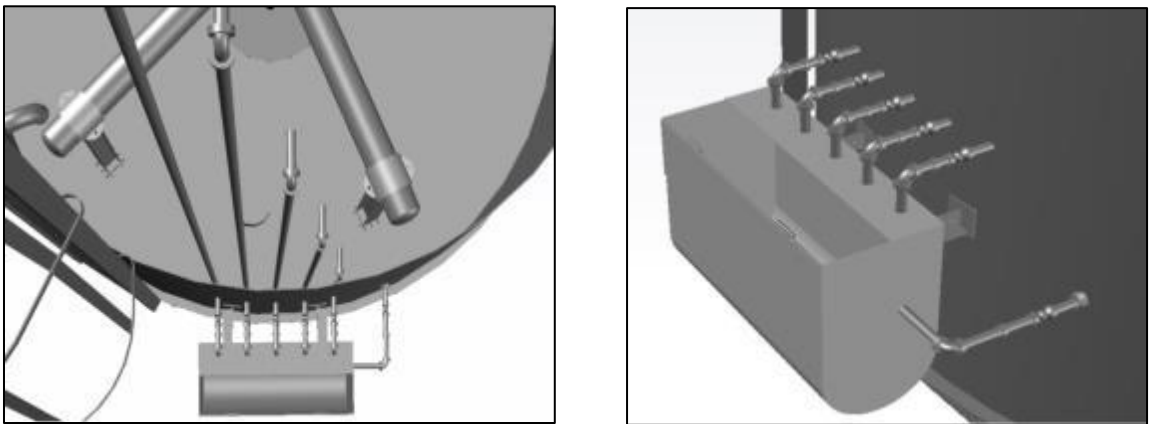
(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

❖ **Tubo de Rebose Gun Barrel a Tanques de almacenamiento y tubos toma-muestras.**

Estos accesorios que forman parte de este equipo, normalmente se pierden durante la etapa de movilización del equipo de superficie para pruebas de producción o en algunas oportunidades no son desconectados durante su alistamiento para ser movilizado lo que ocasiona fisuras o rompimiento de boquillas en el cuerpo del tanque, daño en válvulas o quedando parte de nipples o accesorios roscados en sus threadolets dificultando su extracción.

Se sugiere modificar su diseño de tal manera que tanto el tubo de rebose así como los tubos toma muestras queden no de manera externa sino interna dentro del cuerpo del tanque Gun Barrel de tal manera que facilite su movilización al no quedar expuestos a golpes y también estarían pre armados optimizando tiempo en su montaje e instalación.

Figura 58. Vista interna y externa tubos toma-muestras de Gun Barrel; los cuales brindan menor número de accesorios expuestos.



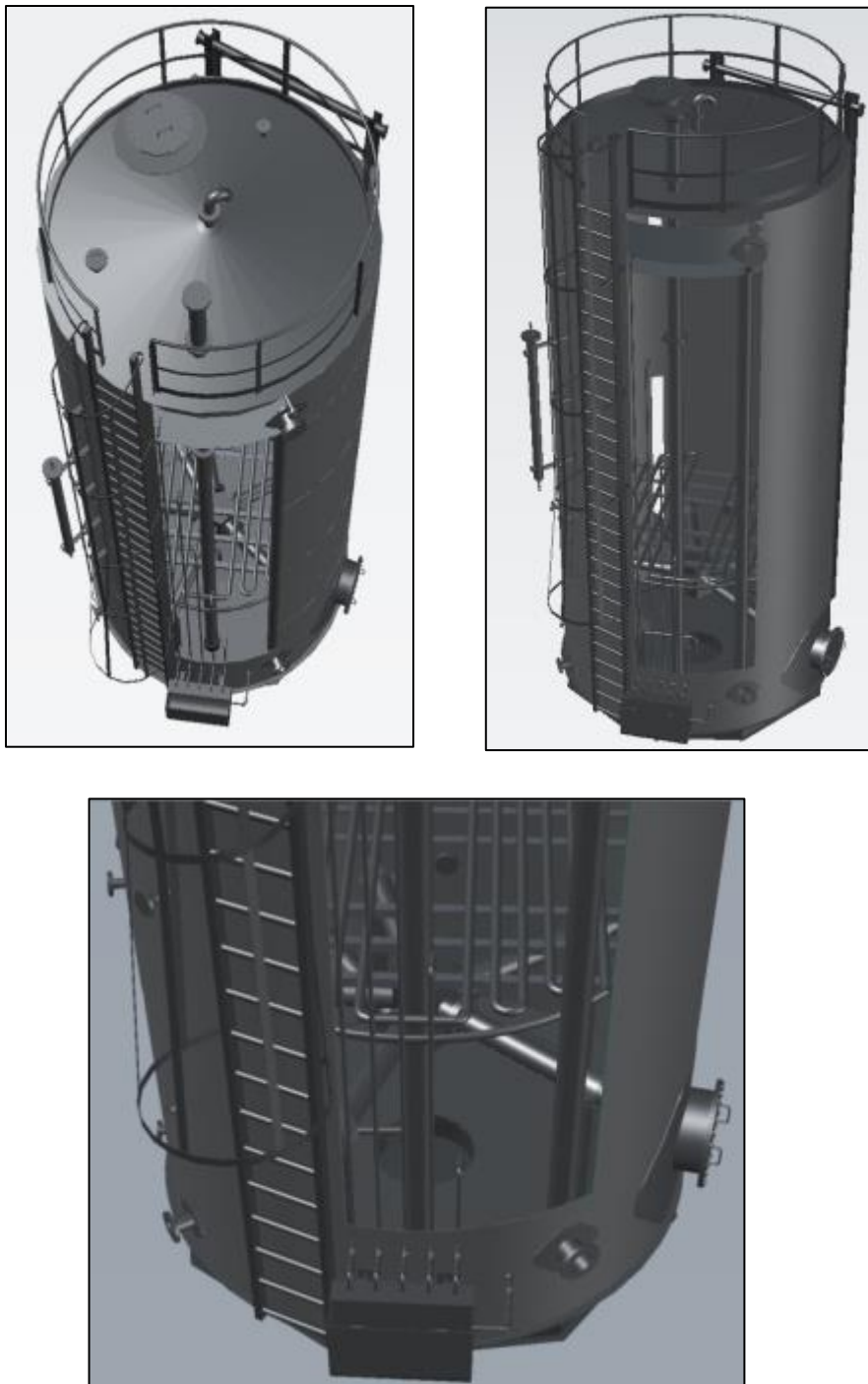
(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

De manera análoga el Tubo de rebose de crudo deshidratado lo recolectará internamente y direccionará a los tanques de almacenamiento. La diferencia con los diseños convencionales es que éste será instalado internamente evitando su retiro cada vez que sea transportado. O lo que es peor en los diseños en los cuales éste es instalado externamente no es retirado durante el alistamiento de la movilización lo que origina fracturas o fisuras en sus boquillas por la vibración y esfuerzos que causa en la lámina adyacente a su boquilla de salida por su peso.

Teniéndose que mandar a lavar internamente el tanque para luego poder efectuar las reparaciones correctivas correspondientes.

Este diseño de difusor interno es muy práctico por lo anterior con la ventaja adicional que conlleva a exponer al personal encargado de su montaje a realizar menor actividad de trabajo en altura y reducir el tiempo de montaje al venir ya pre-armado junto con sus toma-muestras.

Figura 59. Vista interna y externa tubo de rebose e internos de Gun Barrel sugerido para conducir el crudo deshidratado hacia los tanques de almacenamiento.



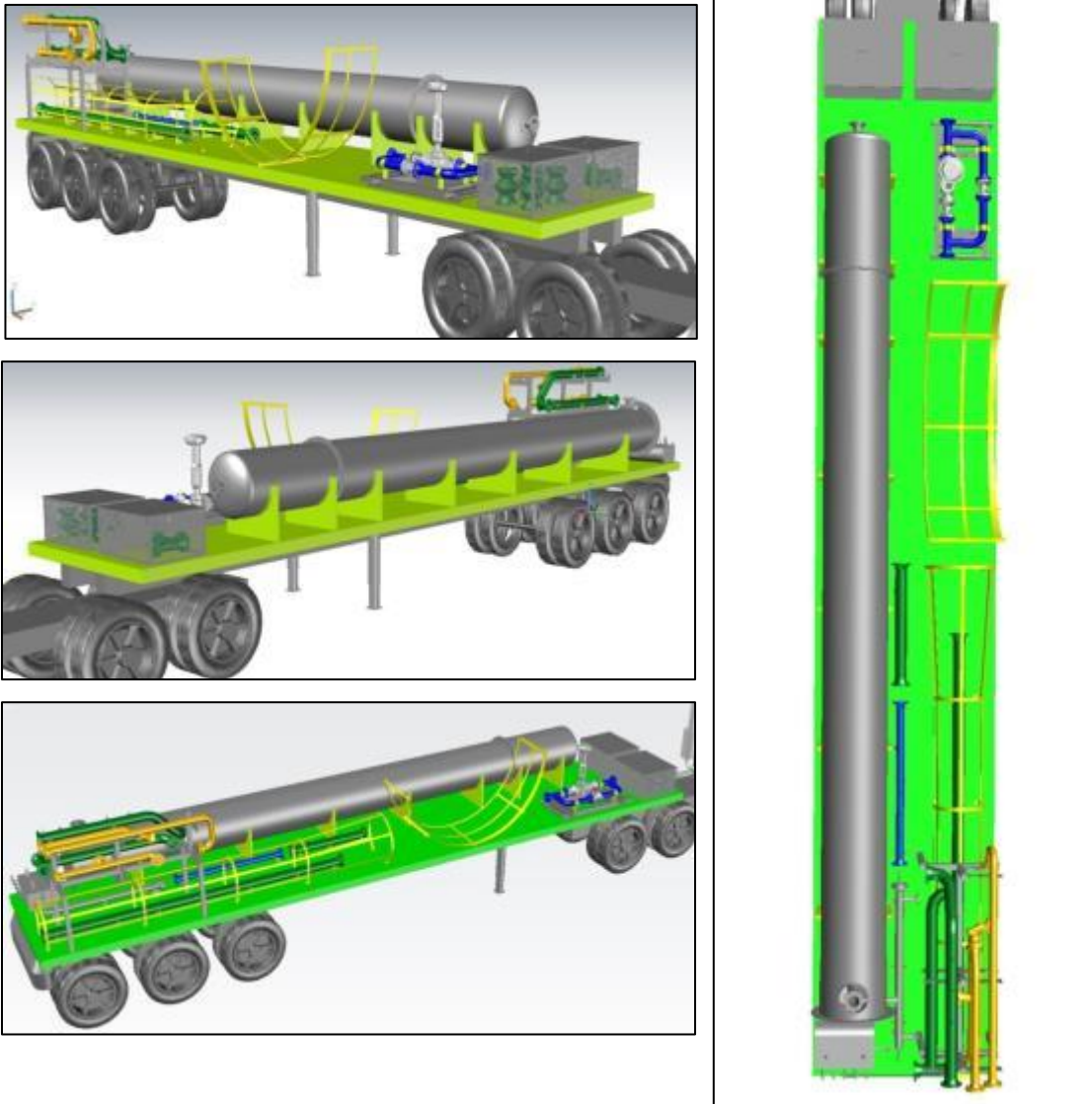
(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

❖ **Skid para transporte y movilización de accesorios**

Se sugiere emplear un Skid o estructura diseñada para el transporte de accesorios tales como: bota de gas, caja recolectora de muestras, espárragos, tornillos, barandas, protección guardahombre de su escalera, carrete de medición con escotilla, tubo de conexión de bota de gas con el tanque, válvulas, Skid de LCV y bota de control.

Este skid será transportado sobre un semi-remolque tipo cama alta con el objetivo de optimizar tiempo en el alistamiento para ser transportado a otro proyecto y lo que es más importante; evitar la pérdida de accesorios entre movilizaciones. Así como daño en barandas, estructura y escaleras como se viene presentando.

Figura 60. Skid de transporte de accesorios Gun Barrel



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

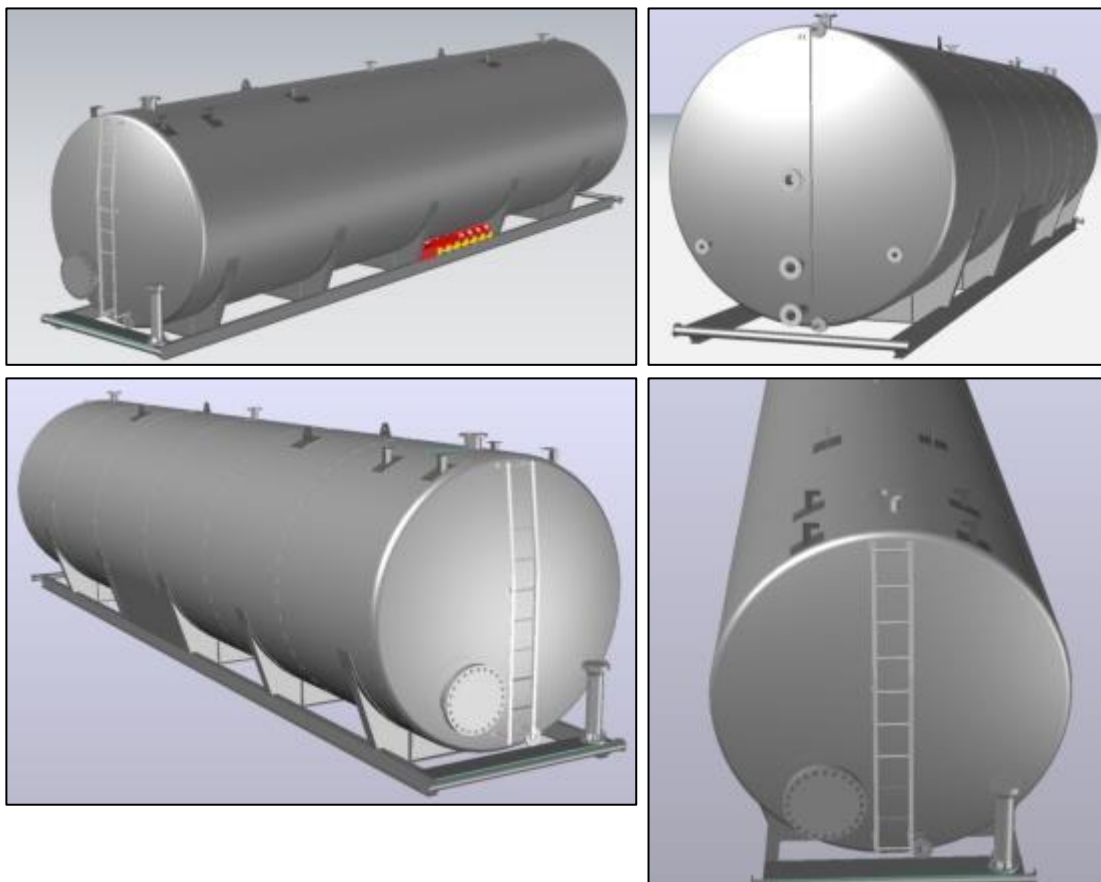
4.1.2. Tanques de almacenamiento

❖ Silletas

Estos tanques cilíndricos horizontales con capacidad para almacenar hasta 500 Bls de líquidos; vienen contruidos con múltiples diseños y con algunas diferencias pequeñas en dimensiones de acuerdo con su fabricante. Lo que se sugiere es emplear un mismo diseño de tanques para el mismo proyecto. Con el objetivo de tener unificación en su configuración y facilitar su montaje e instalación.

Normalmente su cuerpo o cilindro viene soportado sobre cinco silletas que lo abrazan y lo soportan a un skid o estructura de transporte y apoyo. Esta configuración es ideal ya que algunos diseños vienen soportados solamente sobre cuatro silletas que no lo abrazan en su totalidad sino que ejercen una presión puntual en su cuerpo causando hundimiento o deformaciones cuando los líquidos que almacena ejercen presión sobre las paredes del tanque.

Figura 61. Diseño de silletas sugerido para tanques de almacenamiento horizontales de 500 Bls



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

❖ **Colectores: entrada, ventas, recirculación y drenaje**

Generalmente sus colectores o cabezales no vienen pre-armados o configurados para ser utilizados en varios proyectos. Estos se construyen a fabrican en tubería rígida y accesorios para soldar con el objeto de ser armados para una necesidad o montaje particular; en algunas oportunidades son construidos completamente en tubería roscada tipo unión de golpe que demanda bastante tiempo en su instalación y muchas veces los accesorios roscados no tienen las dimensiones que se requieren para su montaje o instalación generando la necesidad de ser cortados o modificados con el personal de soldadura del equipo de completamiento.

Se sugiere pre armarlos de la siguiente manera:

- Colector de entrada, salida (ventas) y recirculación para acoplar dos tanques, instalados sobre un mismo skid. Que permita su fácil montaje e instalación. El acople entre colectores se dejará valvulado con el fin de tener mayor versatilidad en su operación.

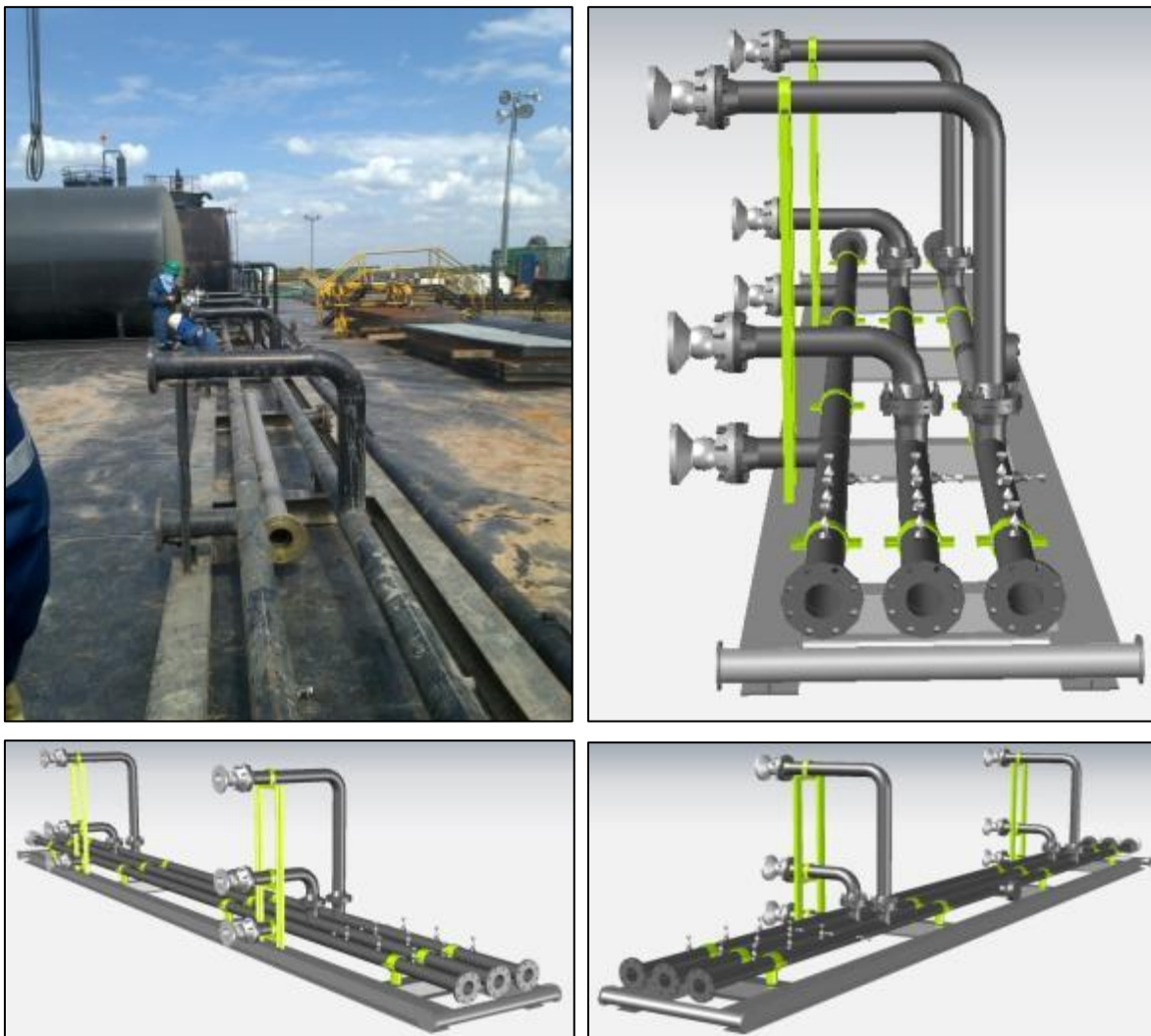
Esta iniciativa reduciría considerablemente los tiempos en la instalación y montaje de tanques de almacenamiento ya que los colectores pre-armados podrían servir para varios proyectos durante los trabajos de pruebas de producción entre pozos a evaluar; evitando su construcción en cada uno de ellos. Además de la reducción en el tiempo de su arme o montaje.

Figura 62. Skid colectores de entradas, salida y recirculación de tanques de almacenamiento de 500 Bls



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

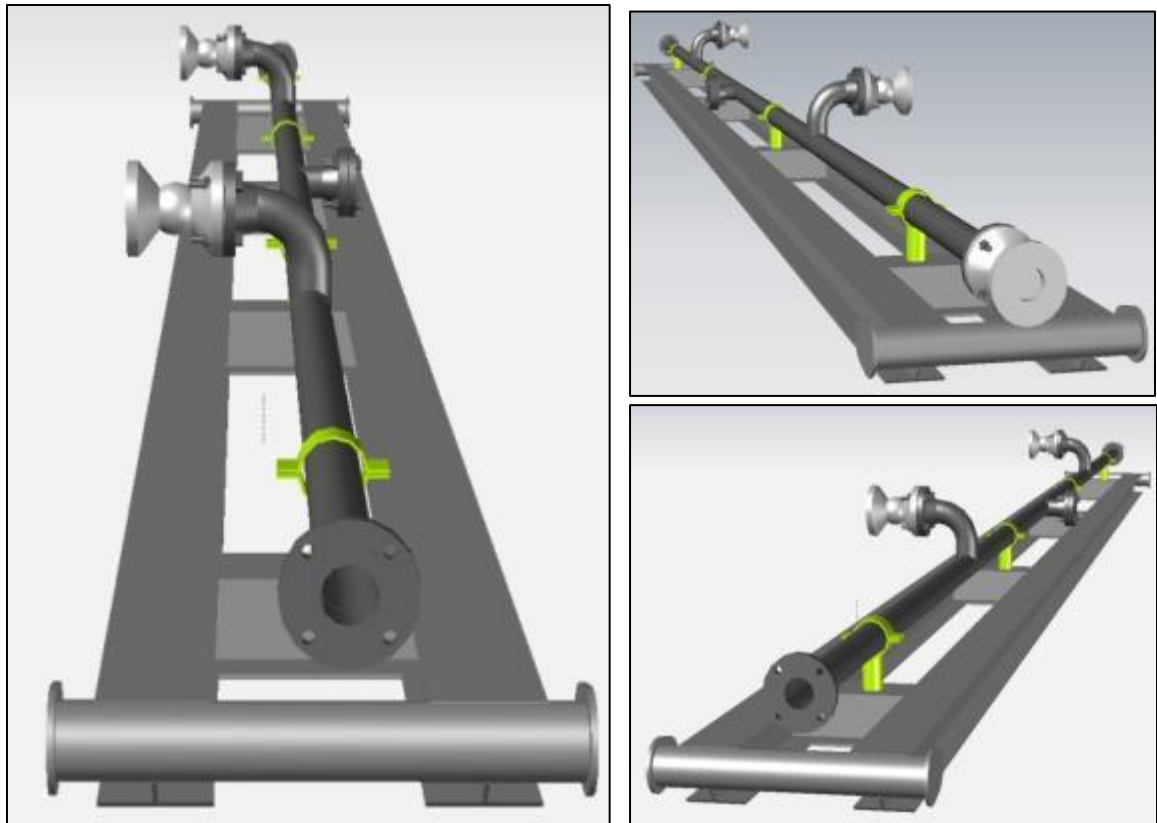
Figura 63. Detalle Skid colectores de entradas, salida y recirculación de tanques de almacenamiento de 500 Bls



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

- Colector de drenaje; de forma similar se puede instalar el colector de drenajes de tanques sobre un skid o soporte para acoplar el drenaje paquetizado de a dos tanques de almacenamiento de 500 Bls; lo cual facilitará su montaje e instalación.

Figura 64. Skid colector de drenajes tanques de Almacenamiento de 500 Bls

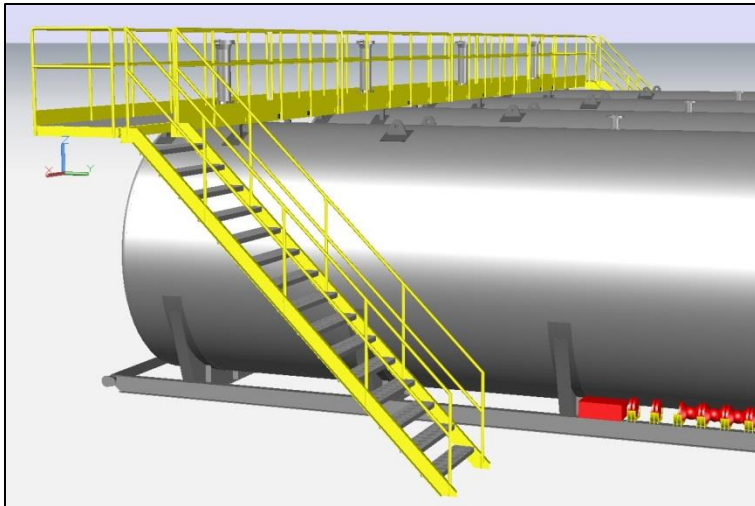
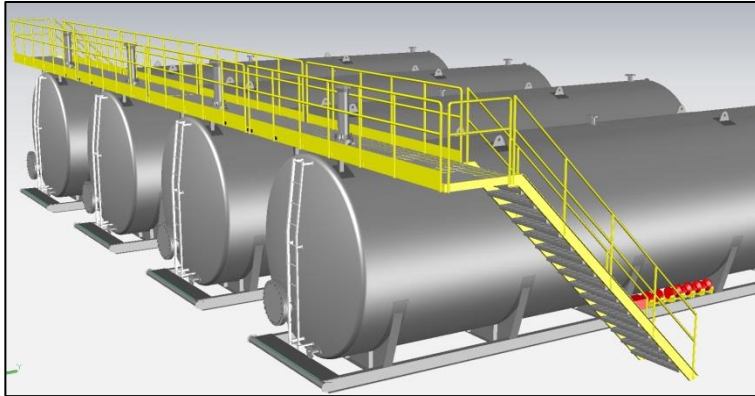


(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software´s utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

❖ **Barandas y escalera**

De igual manera los tanques de almacenamiento no tienen un sistema práctico para instalación de barandas y escaleras de acceso a sus pasarelas. Generalmente en cada trabajo se hace necesaria la contratación de una empresa de soldadura que las repare e instale de acuerdo a la necesidad. Se sugiere al igual que los colectores tener barandas pre-armadas cada dos tanques de fácil instalación que permitan ser soportados sobre un refuerzo o malla en la parte superior de los mismos y no directamente sobre su cuerpo evitando daños y deformaciones.

Figura 65. Barandas y pasarelas pre-fabricadas modularmente diseñadas para ser ensambladas cada dos tanques

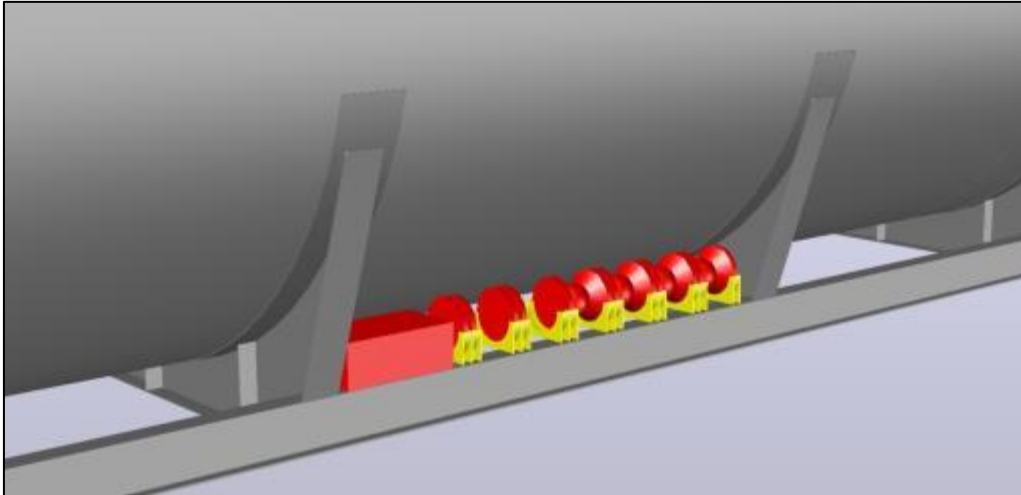


(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

❖ **Instalación de caja para guardar y transportar accesorios**

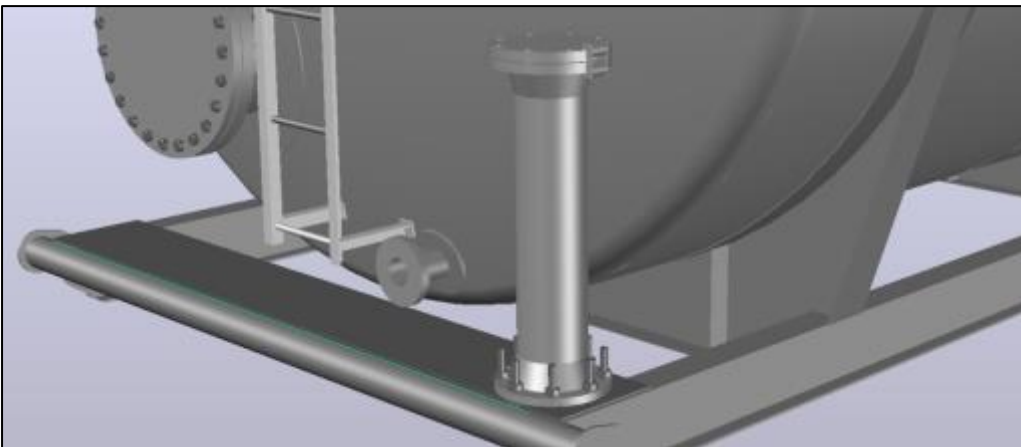
Donde se pueda guardar de manera práctica y segura sus accesorios como son: carrete y escotilla de medición, válvulas, venteos, espárragos, empaques espiro metálicos etc.

Figura 66. Caja para guardar válvulas y accesorios en tanques de almacenamiento de 500 Bls



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Figura 67. Sitio para transporte de carrete con escotilla de medición



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

4.2. PAQUETIZAR

Consiste en la integración o pre-armado de componentes que cumplan una función particular dentro del proceso de pruebas iniciales de producción y que por sus dimensiones y practicidad se pueden instalar o montar sobre un mismo skid o estructura auto soportada en la cual se dispondrán e integrará; con el objetivo de optimizar el tiempo de instalación y pérdida de accesorios en la etapa de movilización.

4.2.1. Skid Choke manifold

Este skid soportará el conjunto de los siguientes componentes:

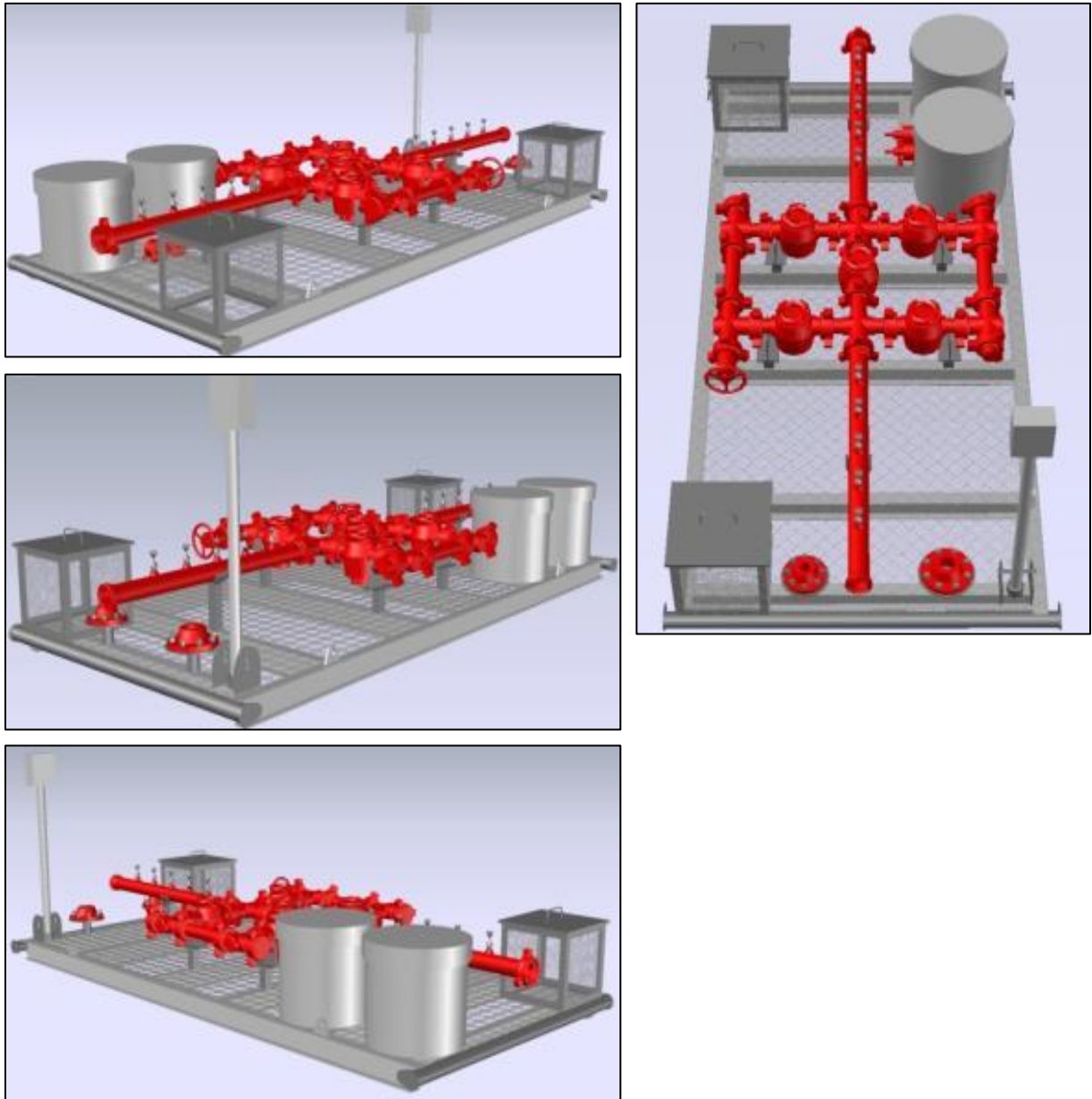
- ❖ Choke manifold de 3 1/8" x 5000 Psi y caja para guardar accesorios tales como: juego de choques positivos, llave, repuestos de choque ajustable, votante de válvulas etc.
- ❖ Bridas para conexión al árbol de producción. Las cuales corresponden a dos tamaños particulares para los estándares de la compañía: 4 1/16" x 5000 Psi y 3 1/8" x 3000 Psi provistos con sus espárragos y anillo metálico (ring-joint). Con salidas en conexión roscada tipo unión de Golpe de 4" Figura 602.
- ❖ Data Header de alta presión ubicado aguas-arriba del Choke manifold en conexión roscada tipo unión de golpe de 4" Figura 602 (para 6000 Psi) y data header de baja presión; ubicado aguas abajo del choke manifold en conexión tipo unión de golpe de 4" Figura 206 (2000 Psi).
- ❖ Soporte abatible para la instalación del switch por alta y baja presión que se encargue del paro de emergencia del variador del equipo de bombeo electro sumergible
- ❖ Bombas para inyección o dosificación de química con sus recipientes; caja para guardar la instrumentación para monitoreo de variables de producción en cabeza de Pozo (manómetros, termómetros de carátula, inyectores, válvulas cheque, etc.)

Estos componentes al estar ubicados cerca a la cabeza del Pozo a evaluar y contar con una gran cantidad de accesorios y elementos de menor tamaño es normal que se pierdan en el traslado o movilización entre otros proyectos. Por lo cual se sugiere pre- armarlos e instalarlos sobre un mismo skid.

Este Skid será de gran ayuda en el momento del montaje del equipo de superficie para pruebas de producción ya que evitaría no solo la pérdida de accesorios. Sino que reducirá un tiempo considerable en la instalación de cada uno de sus componentes de manera individual.

En la siguiente figura se muestra un diseño propuesto para la organización de este Skid. Con los componentes y accesorios descritos anteriormente.

Figura 68. Skid choke manifold propuesto



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

4.2.2. Skid tipo Rack de tuberías y accesorios

Consiste en la implementación de un Skid tipo rack para el transporte y movilización de la tubería roscada tipo unión de Golpe Figuras 602 y 206 para alta (6000 Psi) y Baja (2000 Psi) respectivamente como se explicó en el capítulo tres de este trabajo; este rack adicionalmente permite guardar en cajas de manera organizada los accesorios tales como: codos, tee's, semi-codos, etc. Necesarios para la conexión mecánica de los componentes que harán parte del Set móvil de superficie para pruebas de producción. Con la ventaja que evitará daños en roscas o pérdida de accesorios durante movilizaciones.

Como se ha visto a lo largo de este trabajo es quizá este tipo de tubería roscada el más rápido y práctico para realizar la conexión mecánica de los componentes que hacen parte de Set de superficie para pruebas iniciales de producción no requiere de cuadrillas especializadas de soldadura, Ensayos no destructivos, y otros recursos que ocasionan pérdida de tiempo y costos elevados en esta actividad.

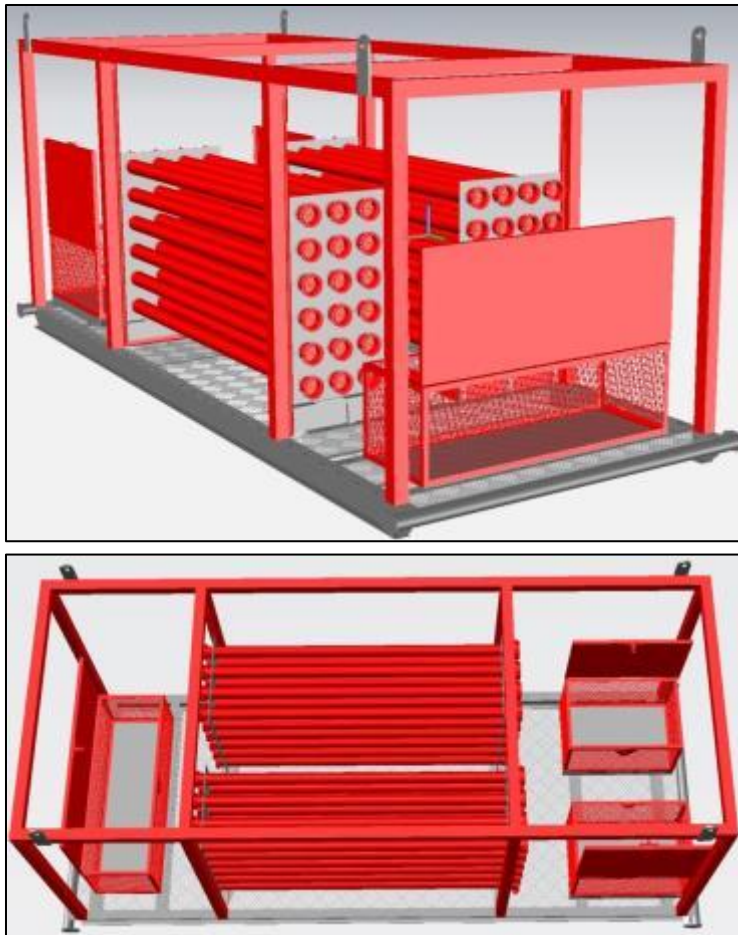
En las siguientes Figuras se ilustra un diseño de Skid que servirá para organizar y transportar la tubería roscada de manera práctica y segura y éste formará parte del Set de pruebas propuesto.

Figura 69. Skid Tipo Rack para Tuberías



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Figura 70. Skid Tipo Rack para Tuberías



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software´s utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

4.2.3. Skid Scrubber

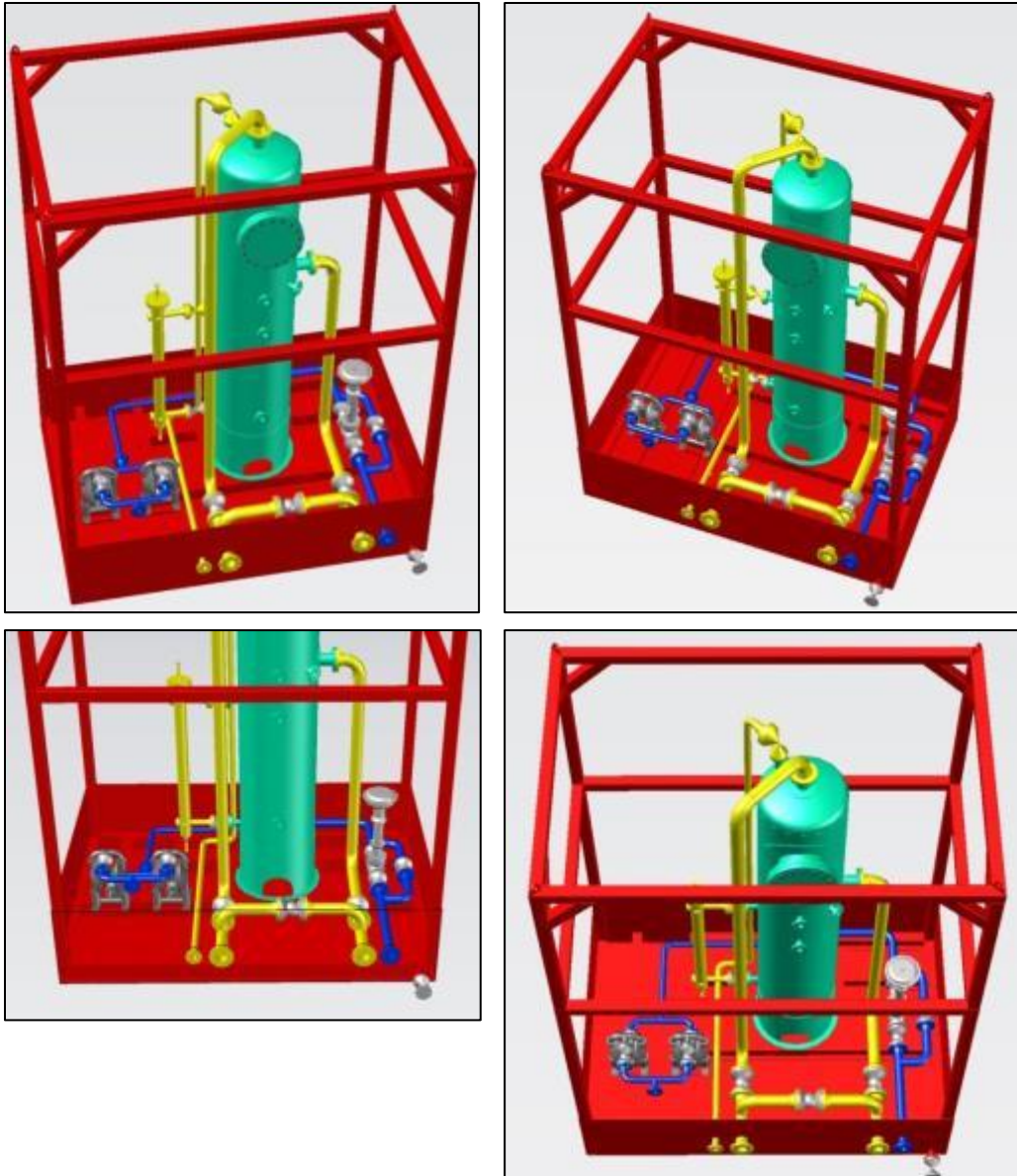
Consiste en la implementación de un Skid que protegerá el Scrubber convencional dentro de una estructura que adicionalmente facilitará su transporte, (Skid); donde será integrado su by-pass de equipo, LCV con by pass para control manual, bomba neumática para recirculación de condensados y retornarlos al proceso.

Este Skid contemplará en su diseño la construcción de un dique para la contención de posibles fugas; dique que tendrá su ducto y válvula para el drenaje de aguas lluvias.

La ventaja de este diseño es que evitará la construcción por parte de obras civiles de la placa de concreto para su soporte y la construcción de su dique; reduciendo tiempos y recursos importantes.

Evitará daño del equipo y accesorios durante su transporte y reduce el tiempo en su montaje al encontrarse pre-armado.

Figura 71. Skid Scrubber con dique propuesto, accesorios y by-pass



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

4.2.4. Skid Ko- Drum

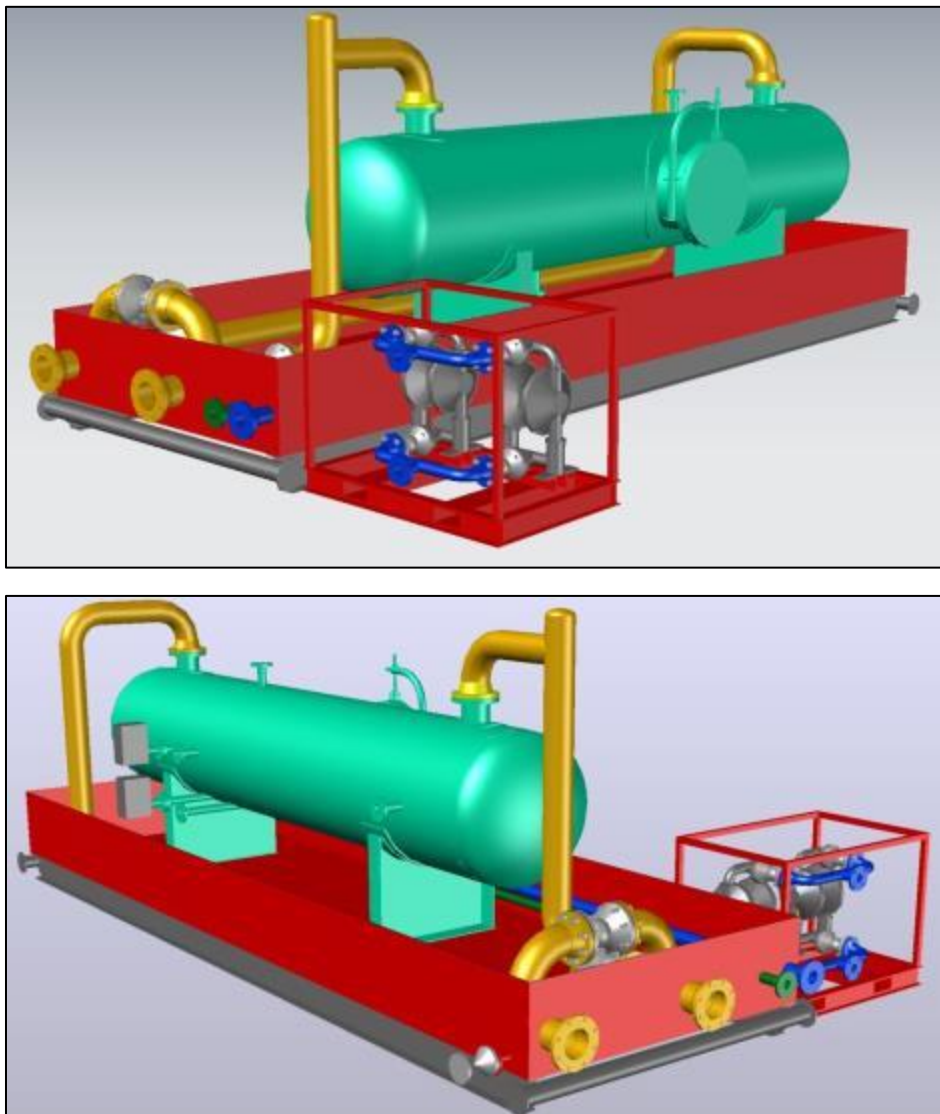
Consiste en un diseño donde el del Ko-Drum convencional será instalado dentro de una estructura que facilite su transporte, (Skid); donde también se integrará su by-pass de equipo, bomba neumática para recirculación de condensados y demás accesorios.

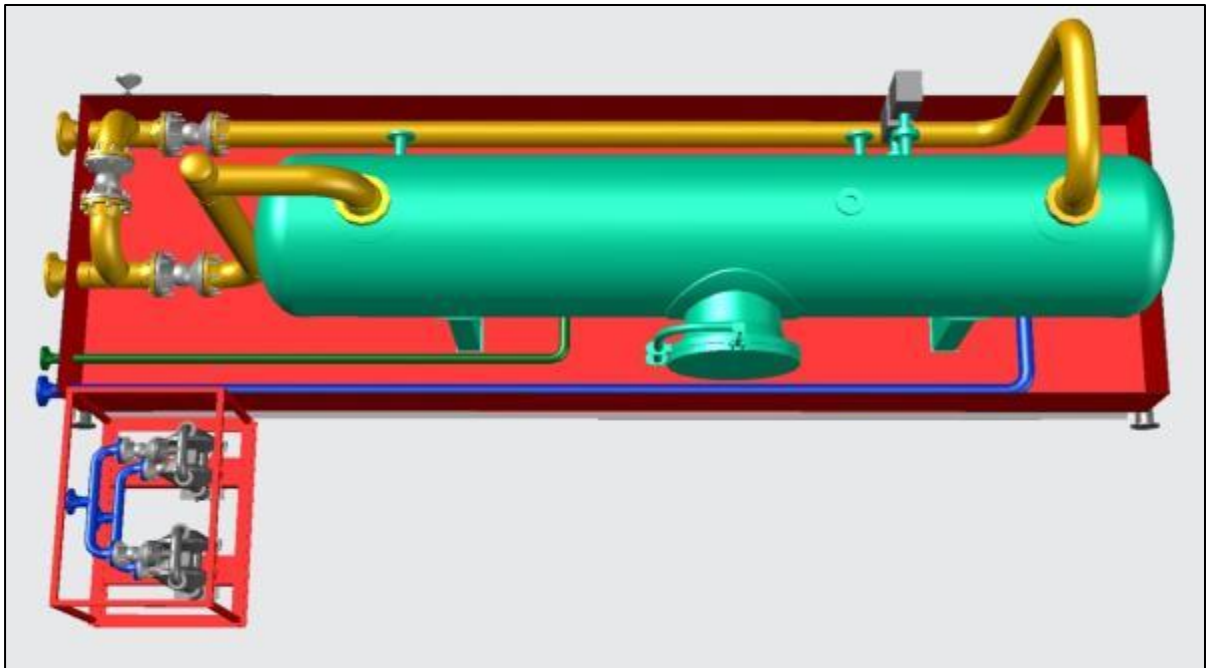
Este Skid tendrá en su diseño la construcción de su dique para la contención de posibles fugas, dique que tendrá su ducto y válvula para el drenaje de aguas lluvias.

La ventaja de este diseño es que evitará la construcción por parte de obras civiles de la placa de concreto para su soporte y la construcción de su dique; reduciendo tiempos y recursos importantes.

Evitará daño del equipo y accesorios durante su transporte y reduce el tiempo en su montaje al encontrarse pre-armado.

Figura 72. Skid Ko-Drum con dique propuesto, con accesorios y by-pass

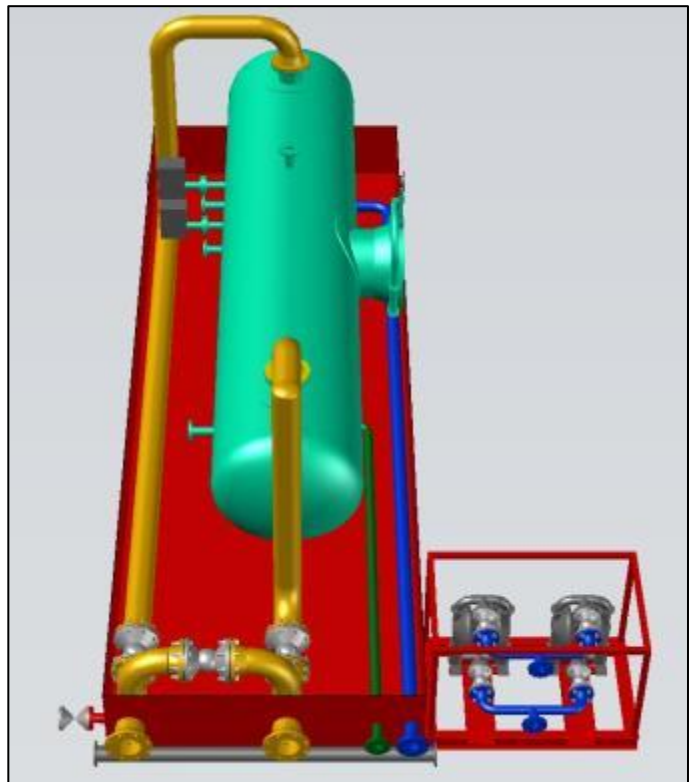




En las figuras se observa la instalación del Ko-Drum sobre su skid de transporte provisto con dique de almacenamiento para evitar su construcción.

Este componente tiene pre-armado su línea de By-pass dentro del dique y su patín adjunto con bombas neumáticas de Diafragma para el retiro de condensados y ser bombeados de nuevo al proceso.

Esta configuración evitará la construcción de placas de concreto y diques de contención.



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software´s utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

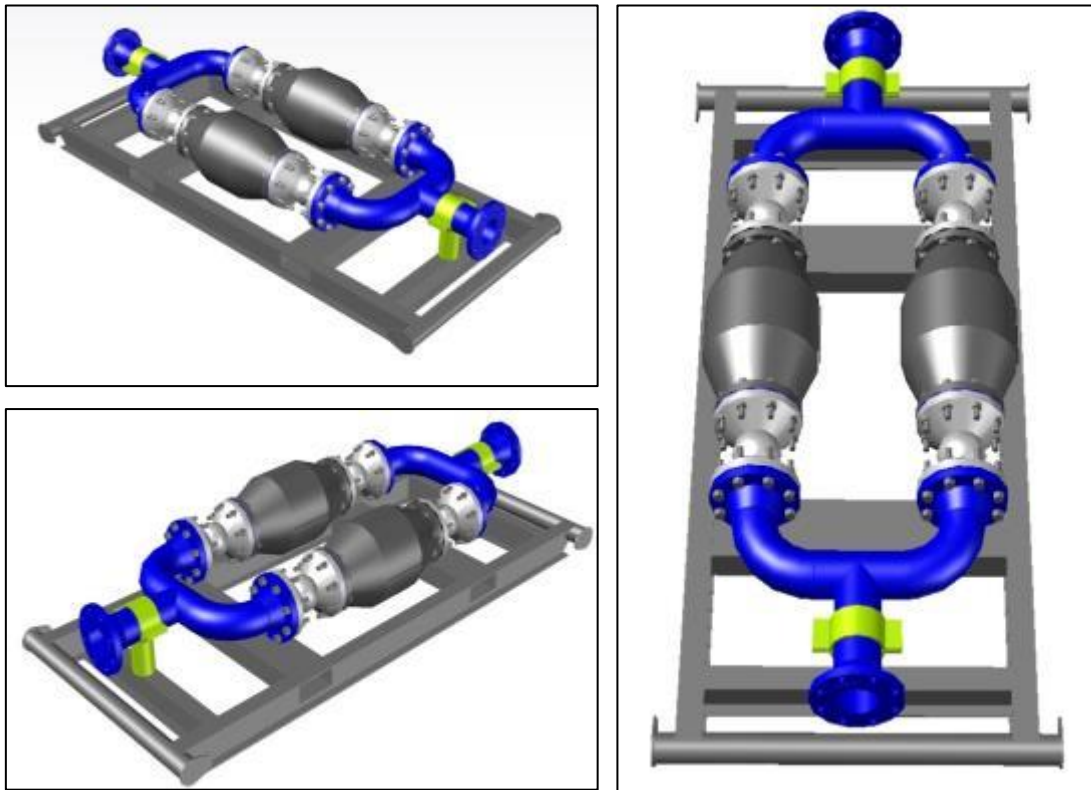
4.2.5. Skid Flame arrestor y by pass.

Consiste en la instalación de dos flame arrestor (principal y back-up) sobre un skid o soporte junto con sus respectivas válvulas de bola que permitan a la corriente de gas proveniente del Ko-Drum dirigirse hacia la TEA de manera selectiva a través de ellos.

Esta configuración mejora la seguridad del proceso ya que normalmente se venía instalando un solo Flame arrestor; que al taparse o irse obstruyendo causaba una sobre-presión en el sistema se separación y en el proceso en general. Lo cual obligaba a su desinstalación o retiro para ser lavado internamente; Mientras se lava el proceso quedaba sin protección.

Otra ventaja en este arreglo es que le brinda una mayor robustez ya que desafortunadamente, el material del cuerpo con el que son fabricados los flame arrestor varía entre acero, hierro colado o aluminio. Y al ser armados con rapidez los más débiles se fisuraban presentando fugas durante la etapa de operación.

Figura 73. Skid flame arrestor principal y back-up



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

4.2.6. Skid Bombas de transferencia

Consiste en la instalación de las bombas centrífugas para el cargue de crudo y para cargue de agua en un mismo Skid o soporte junto con:

- ❖ Sistema eléctrico: arrancadores suaves, tubería, coraza metálica para proteger cable de conexión a motores y corta fuego. Su conexionado eléctrico se encontrará centralizado a un pequeño tablero que al ser energizado, éste energizará todo el sistema.
- ❖ Sistema mecánico: Manifold de succión con filtros independientes por bomba. Manifold de descarga con manómetros, válvulas cheque, toma-muestras, válvulas tipo bola y demás accesorios con el fin de poder alinearse cualquier bomba en caso de necesidad operativa.

Este skid evitaría la construcción de placas de concreto para la ubicación de las bombas así como se reduciría el tiempo en su instalación eléctrica y mecánica así como evitaría el tener que realizar estas actividades en forma repetitiva entre proyectos; lo que implica materiales y personal calificado en las áreas eléctricas y de soldadura para su montaje.

De igual manera se eliminaría la pérdida de accesorios al ser trasladado este Skid pre-armado.

En las siguientes figuras se observa la evolución de estos componentes al transcurrir de las operaciones de la compañía Petrominerales y finalmente el Skid sugerido para ser utilizado en las pruebas iniciales de producción.

❖ Bombas Centrífugas independientes

Inicialmente estos componentes se empleaban en forma independiente sin ningún tipo de conexión eléctrica ni mecánica. Se construía su base en concreto para ser ubicados y posteriormente se realizan sus conexiones mecánicas con cuadrillas de soldadura calificadas y su conexión eléctrica con empresas especializadas para esta actividad. La principal desventaja consiste en que una vez se desea retirar estos componentes para ser empleados en otras operaciones se liberaban y movilizaban pero se perdía todo el material empleado así como los trabajos mecánicos y eléctricos descritos anteriormente.

Figura 74. Bombas de transferencia para cargue de crudo y agua independientes



❖ **Bombas conectadas mecánicamente con tubería roscada tipo unión de golpe**

Posteriormente se empleó para agilizar su instalación mecánica el uso de tubería y accesorios tipo unión de golpe de 4" Figura 206; los cuales eliminaban el empleo de cuadrillas de soldadura calificadas para construir sus conexiones pero se tenía la desventaja de que algunas veces las líneas quedaban forzadas y al ser apretadas con una maceta de bronce se rompían las carcasas de las bombas.

Figura 75. Bombas de transferencia conectadas mecánicamente con tubería tipo unión de golpe.



❖ **Skid de dos Bombas centrífugas con colectores de succión y descarga.**

Luego se agruparon de a dos bombas centrífugas (principal y back-up) junto con sus arrancadores y accesorios mecánicos sobre un mismo Skid. Logrando un gran avance y disminución en el tiempo de arme e instalación

Figura 76. Skid de dos Bombas centrífugas con colectores de succión y descarga

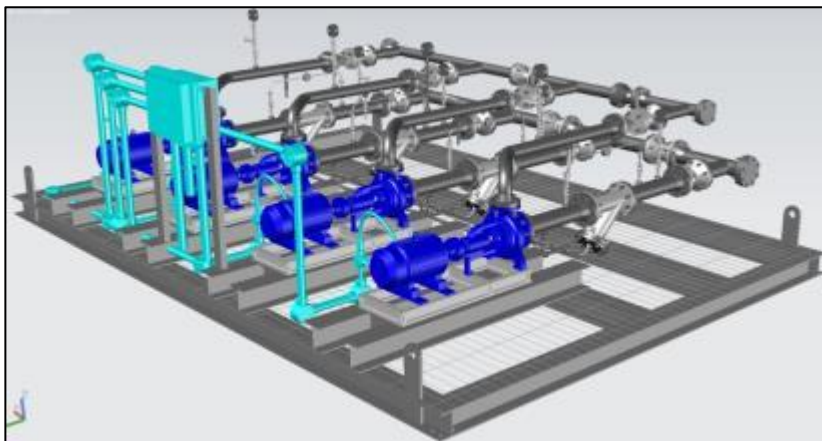
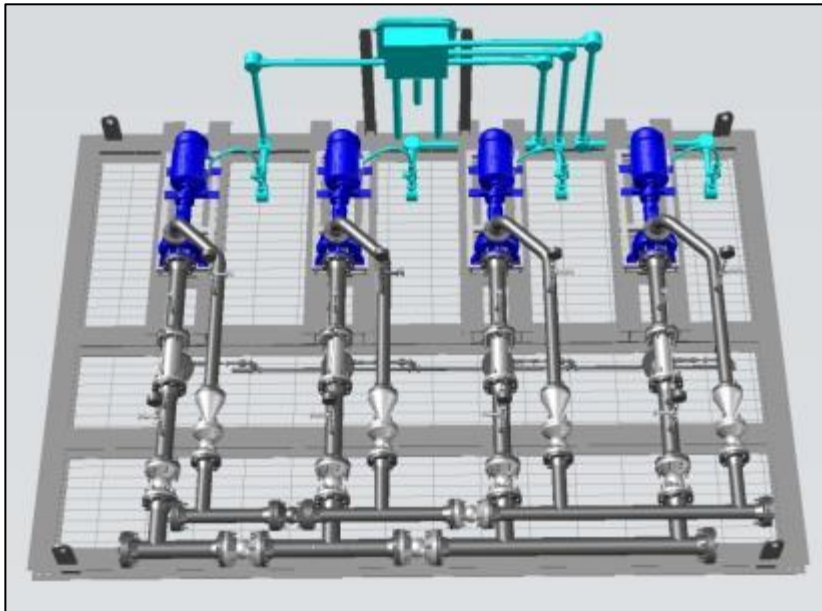


❖ **Skid cuatro bombas centrífugas con sistema eléctrico y mecánico pre-armado.**

Este skid es finalmente el sugerido para las operaciones de Well Testing a realizar con la ventaja de que integra en un mismo Skid las bombas para la transferencia de crudo como las dos bombas para transferencia de agua; así como sus arrancadores, tablero, manifold de succión y descarga con todos sus accesorios.

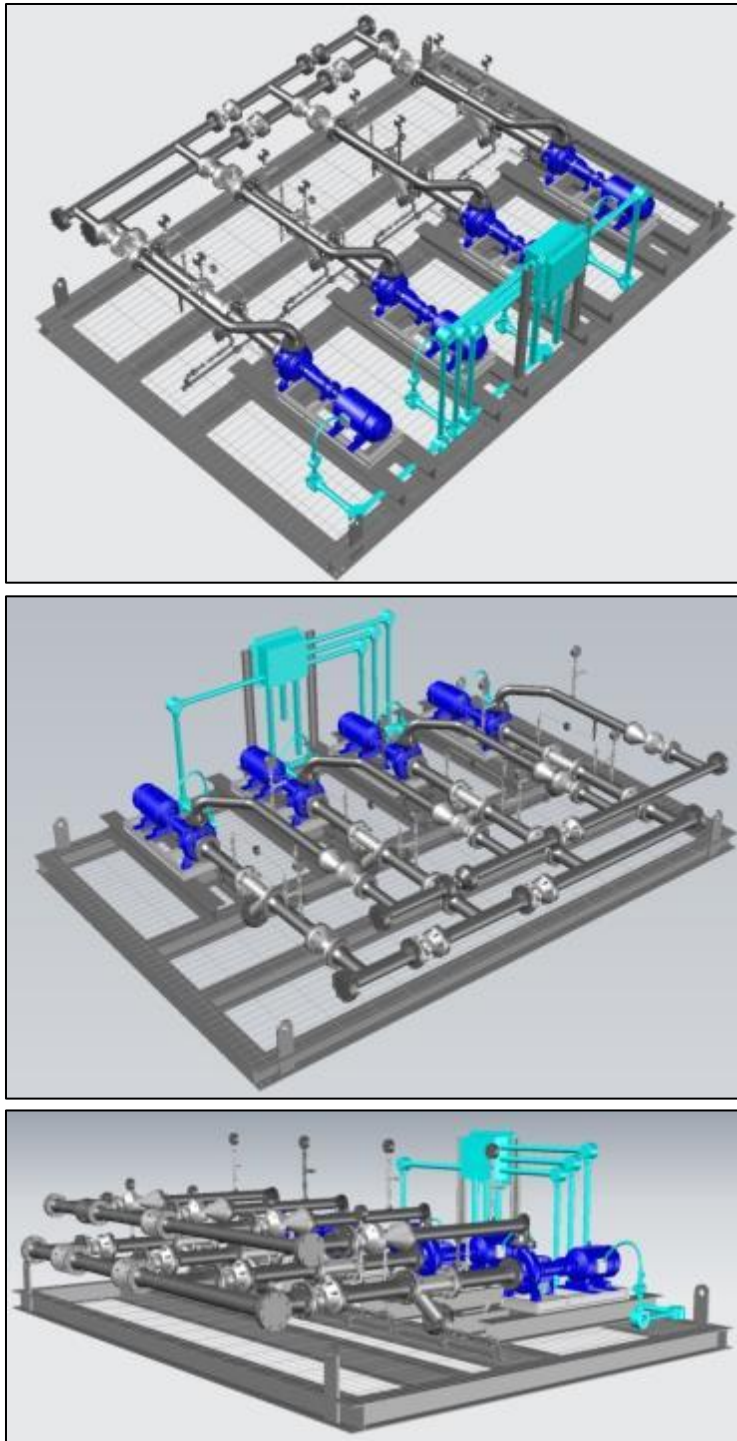
A continuación se ilustran los detalles de este Skid presentando diferentes vistas.

Figura 77. Skid cuatro Bombas centrífugas propuesto



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Figura 78. Detalle Skid cuatro Bombas centrífugas propuesto



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software´s utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

4.2.7. Skid TEA:

Consiste en instalar una TEA convencional pero seccionada en dos partes de 9 m de longitud cada una previamente acopladas mediante una visgra para su posterior acople mediante unión bridada. Su sistema de izaje puede construirse mediante un sistema de poleas y se instalará sobre un skid provisto de dique para la retención de fugas.

Figura 79. Tea propuesta



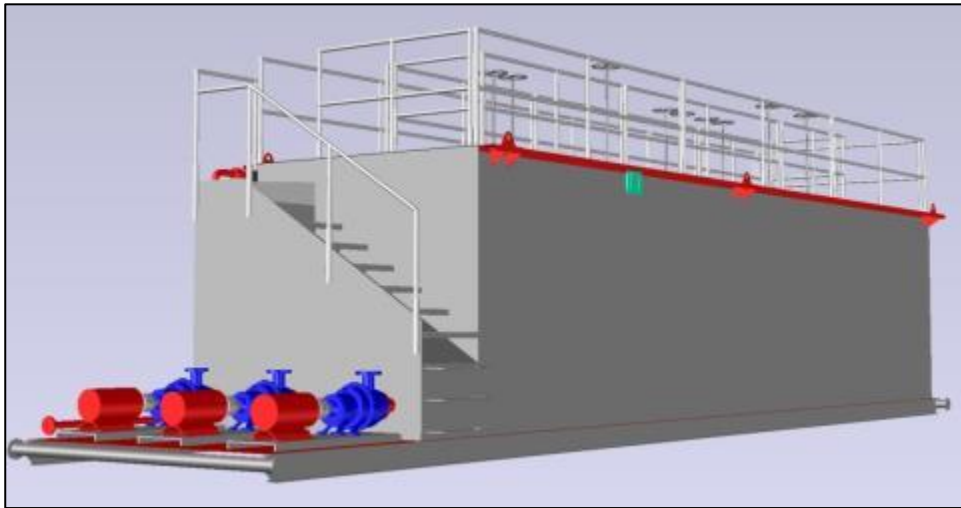
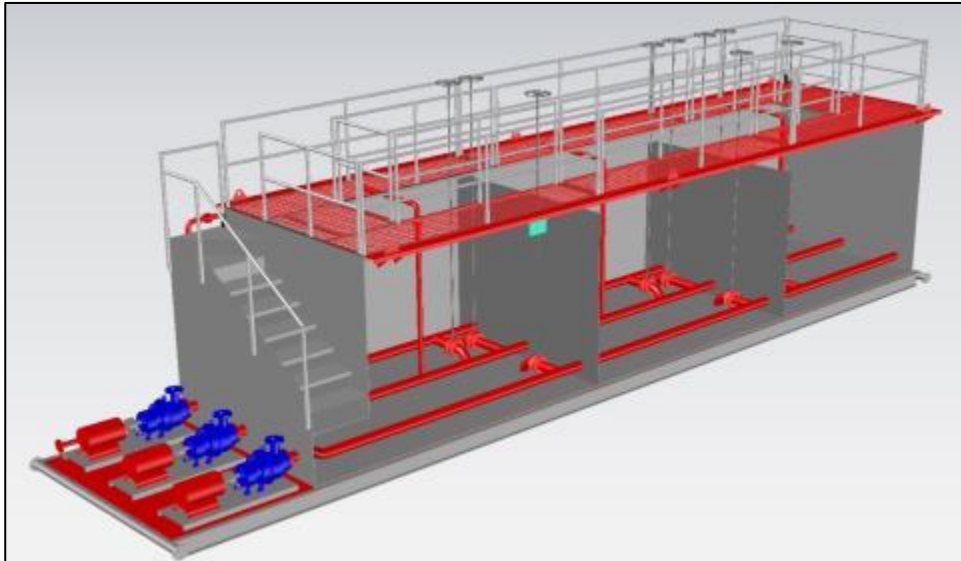
(Fuente: Equipo Weatherford México base Poza Rica, Veracruz)

4.2.8. Skid Skimmer tank:

Consiste en la instalación o montaje del Skimmer tank convencional (el cual tiene tres compartimientos); junto con tres bombas centrífugas capaces de succionar cada una de ellas de cada compartimiento para desalojar el agua almacenada así como la nata de crudo bien sea al cargadero dual para ser enviada a tratamiento (agua) o enviar el crudo de regreso al proceso.

Este diseño reduce los trabajos eléctricos y mecánicos; ya que las bombas centrífugas ya se encontrarán instaladas a las boquillas de succión del tanque y se les podrá instalar su colector de descarga, así como sus respectivos arrancadores; lo cual reduce el tiempo en su instalación.

Figura 80. Skid Skimmer Tank con bombas centrífugas



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software´s utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

4.3. TRAILERIZACIÓN

Consiste en instalar adecuadamente algunos componentes del equipo de superficie para pruebas de producción sobre semirremolques tipo cama- baja o cama alta de acuerdo a las reglamentaciones nacionales de transporte de carga por vías nacionales.

A continuación se cita un aparte de la Reglamentación del Ministerio de Transporte por la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional. Teniendo en cuenta que extraerá el material correspondientes a las dimensiones y pesos de los semirremolques los cuales serán los vehículos donde serán instalados los componentes del equipo de superficie para pruebas de producción¹².

Artículo 1º. Objeto. La presente resolución tiene por objeto reglamentar la tipología para vehículos automotores de carga para transporte terrestre, así como los requisitos relacionados con dimensiones, máximos pesos brutos vehiculares y máximos pesos por eje, para su operación normal en la red vial en todo el territorio nacional, de acuerdo con las definiciones, designación y clasificación establecidas en la Norma Técnica Colombiana NTC 4788 "Tipología para vehículos de transporte de carga terrestre".

Artículo 2º. Definiciones. Para efectos de la aplicación de la presente resolución, las definiciones son las consignadas en el numeral 2 de la Norma Técnica Colombiana NTC 4788.

Artículo 3º. Designación. Para la aplicación de la presente resolución, los vehículos de carga se designan de acuerdo a la configuración de sus ejes, de la siguiente manera:

- A.** Con el primer dígito se designa el número de ejes del camión o del tracto camión (Cabezote).
- B.** La letra S significa semirremolque y el dígito inmediato indica el número de sus ejes.
- C.** La letra R significa remolque y el dígito inmediato indica el número de sus ejes.
- D.** La letra B significa remolque balanceado y el dígito inmediato indica el número de sus ejes.

Artículo 4º. Adicionado por el art. 1, Resolución del Min. Transporte 2888 de 2005.¹³ La designación para los vehículos de transporte de carga en el territorio nacional de acuerdo con la configuración de sus ejes, se muestra en la siguiente tabla:

Artículo 5º. Clasificación. Los vehículos de carga se clasifican de acuerdo con su sistema de propulsión en:

- ❖ Vehículos automotores:
 - Vehículo rígido: Camioneta; Camión.
 - Tracto camión.

¹² COLOMBIA, Resolución 004100 DE 2004. Ministerio de Transporte. Por la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional. Dada en Bogotá, D. C., a 28 de diciembre de 2004. Publicada en el Diario Oficial 45777 de diciembre 30 de 2004.

¹³ <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15600>.

- ❖ Vehículos no automotores: Semirremolque; Remolque; Remolque balanceado.

Artículo 6º. Carrocerías. Las carrocerías de los vehículos rígidos y de los vehículos no automotores pueden ser de diferentes tipos tales como: Furgón, tanque, volquete, platón, hormigonero, portacontenedor, estibas, tolva, cama baja, plataforma escualizable, niñera, plataforma o planchón, dentro de este tipo de carrocerías están estacas metálicas, estacas de madera, estibas, modular, plancha con grúa auto cargable, estructura para transporte de vidrio, cañero, reparto, con equipo especial, entre otros.

Artículo 7º. Dimensiones. Adicionado por el art. 2, Resolución del Min. Transporte 2888 de 2005¹⁴. Los vehículos de transporte de carga que circulan por el territorio nacional, deben cumplir con las dimensiones establecidas en la siguiente tabla:

Tabla 9. Dimensiones de vehículos de transporte de carga que circulan por el territorio nacional

DESIGNACION	DIMENSIONES		
	Ancho máx (m)	Altura máxima (m)	Longitud máxima (m)
2S1	2.60	4.40	18.50
2S2	2.60	4.40	18.50
2S3	2.60	4.40	18.50
3S1	2.60	4.40	18.50
3S2	2.60	4.40	18.50
3S3	2.60	4.40	18.50
Semirremolque (S)	2.60	4.40	13.00

(Fuente: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15600>. Modificado por el autor).

Parágrafo 1º. La dimensión de la altura máxima se verifica con el vehículo descargado.

Parágrafo 2º. En la longitud máxima del remolque no se incluye la barra de tiro.

Artículo 8º. Peso bruto vehicular. Modificado por la Resolución del Min. Transporte 1782 de 2009. El peso bruto vehicular para los vehículos de transporte de carga a nivel nacional debe ser el establecido en la siguiente tabla:

Parágrafo. Los números dentro de la tabla se refieren a

1. Para el caso de un eje direccional y un eje tándem.
2. Para el caso de dos ejes direccionales y uno tándem.
3. Para el caso de dos ejes delanteros de suspensión independiente.

¹⁴ <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15600>.

Tabla 10. Peso bruto vehicular

VEHICULOS	DESIGNACION	MAXIMO PBV (kg)	Tolerancia positiva de medición(kg)
Camiones	2	16.000	400
	3	28.000	700
	4	31.000 (1)	775
	4	36.000 (2)	900
	4	32.000 (3)	800
Tracto-camión con semirremolque	2S1	27.000	675
	2S2	32.000	800
	2S3	40.500	1.013
	3S1	29.000	725
	3S2	48.000	1.200
	3S3	52.000	1.300

(Fuente: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15600>. Modificado por el autor).

Artículo 14. Todo vehículo de transporte terrestre automotor de carga que transite por el territorio nacional debe cumplir con lo establecido en la presente resolución.

Parágrafo. Los vehículos que efectúen transporte internacional de mercancías deben cumplir con lo establecido en la Decisión 491 de 2001 de la Comunidad Andina de Naciones, CAN, en lo referente a pesos y dimensiones.

Artículo 15. *Modificado por el art. 4, Resolución del Min. Transporte 2888 de 2005.* Se prohíbe la transformación de vehículos de transporte de carga en Colombia.

Artículo 17. A partir de la entrada en vigencia de la presente resolución, las empresas ensambladoras, fabricantes y/o importadores de vehículos de transporte de carga deberán acogerse a lo estipulado en la presente resolución.

Artículo 18. La presente resolución deroga todas las disposiciones que le sean contrarias, en especial deroga la Resolución 13791 de diciembre 21 de 1988 expedida por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte, la Resolución 2501 de febrero 22 de 2002 y la Resolución 2888 de marzo 11 de 2002 expedidas por el Ministerio de Transporte¹⁵.

De igual forma este trabajo a extraído oportunidades de mejora de compañías de servicios que han implementado estas ideas en sus servicios de pruebas de producción y las han desarrollado y trabajado en otros campos petroleros en condiciones de producción similares a las de los campos de Petrominerales a nivel nacional e internacional.

En algunos campos en producción es frecuente realizar las pruebas de producción de sus Pozos; trasladando los equipos de superficie directamente hasta cabeza de Pozo donde el potencial del Pozo es evaluado directamente debido a que a una misma línea de flujo confluyen más de dos Pozos y con el pasar del tiempo y la producción normal se ve disminuida y se hace necesario conocer cuál de los Pozos es el que mayor impacto está causando en dicho decremento de producción para evaluar trabajos de acondicionamiento o de ingeniería que permitan una mayor recuperación de reservas.

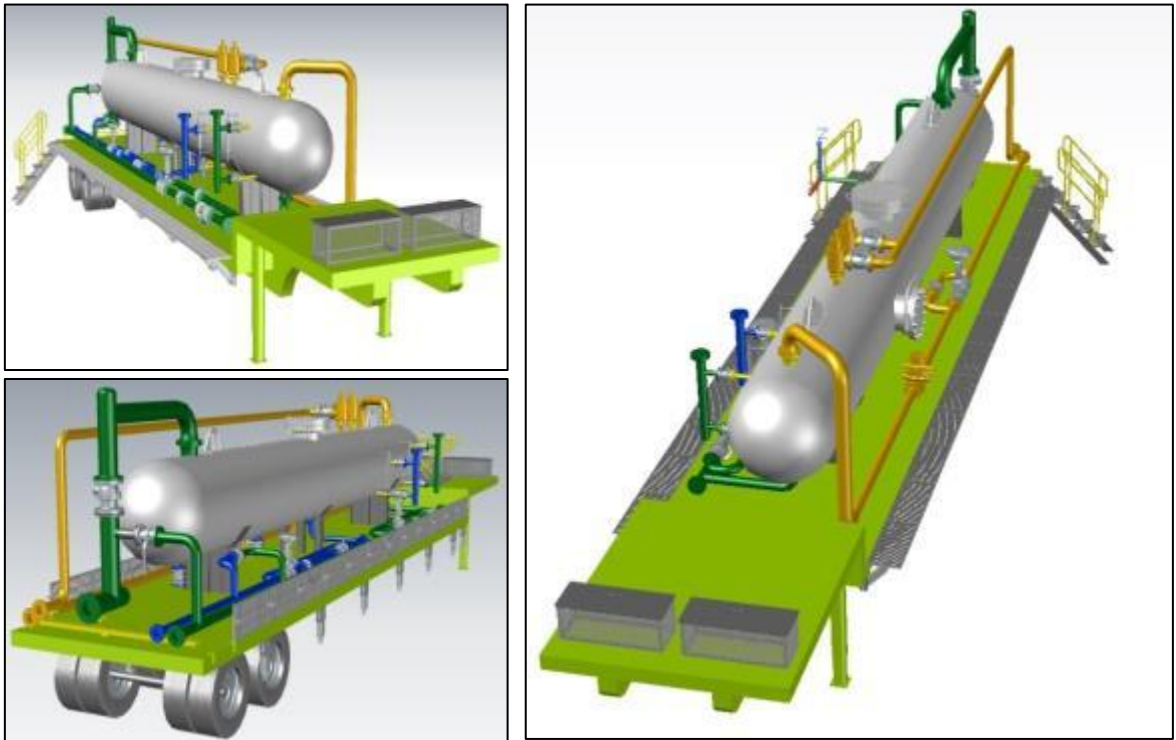
¹⁵ <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15600>.

Estos equipos permitirán reducir algunos recursos durante las etapas de movilización, montaje y desmontaje.

4.3.1. Trailerización Separador de Prueba

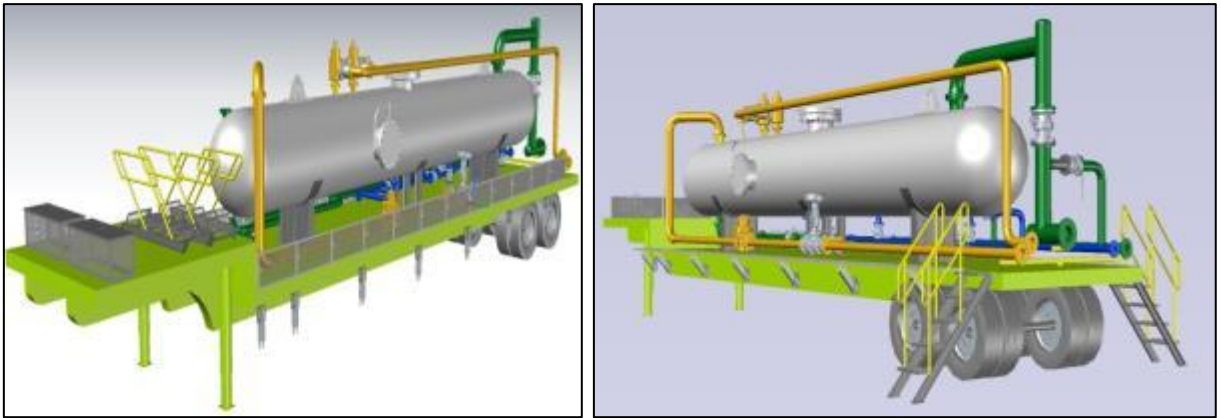
Consiste en montar sobre un semirremolque tipo cama baja un separador de prueba trifásico de diámetro 48" y longitud de costura a costura de 30 Ft junto con sus accesorios y cajas para guardar accesorios, barandas y escaleras de acceso a la plataforma. A continuación se presenta el diagrama sugerido.

Figura 81. Separador de prueba trailerizado propuesto



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

Figura 82. Detalle de barandas y pasarelas del Separador de prueba trailerizado propuesto



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software's utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

4.3.2. Trailerización tanque de diesel y filtros de succión y descarga:

Este tanque de almacenamiento de combustible ha sido otro de los componentes del SET de pruebas de producción que ha tenido una evolución en cuanto a su instalación. Normalmente se instalaba a nivel del suelo con diques fabricados en saco-suelos. Con el inconveniente que por la altura que tenían los filtros instalados a su entrada (superior a la boquilla de salida del tanque) quedaba un volumen muerto dentro del tanque considerable que se desaprovechaba incluso en algunas oportunidades equivalente casi al 50% de su capacidad.

Figura 83. Tanque de Diesel a nivel de suelo y dique en saco-suelos



Posteriormente para solucionar el inconveniente anterior se construyeron slippers o soportes contruidos en concreto que le dieran una mayor altura al tanque (cerca de un metro) de tal manera que se aprovechara al máximo su capacidad de almacenamiento. (Quedando su boquilla de salida por encima de las succiones de los filtros de entrada y salida de combustible). Este montaje brinda solución a este inconveniente hidráulico pero se continúa con la necesidad de fabricar su dique en geomembrana y con estructura metálica.

Figura 84. Tanque de diesel apoyado sobre soportes en concreto y dique construido en estructura metálica



El modelo de tanque de combustible sugerido para el SET móvil de pruebas de producción consiste en trailerizar o instalar el tanque sobre un semirremolque tipo cama alta que le proporcione una altura adecuada hidráulicamente hablando con relación a los filtros que también se encontrarán instalados sobre la cama alta. Con la ventaja que este tanque estará provisto de su dique construido en lámina alrededor del semi remolque. Evitándose así la construcción de slippers y diques. De igual manera sus filtros de entrada y salida ya se encontrarán conectados previamente a las operaciones reduciendo significativamente tiempos y recursos en su instalación.

Las conexiones de combustible entre su filtro de salida y entrada o alimentación a los generadores se harían con manguera y acoples especiales de tal manera que se evitarían construcciones metálicas.

Este tanque es muy versátil, práctico y rápido de instalar brindando un beneficio en tiempos y reducción de recursos como se pretende en cada uno de los componentes que hará parte del SET móvil de superficie para pruebas iniciales de producción.

Figura 85. Tanque de Diesel con dique y filtros montado sobre Trailer



4.3.3. Trailer Laboratorio-Workshop

Para la caseta laboratorio se sugiere su trailerización sobre un semirremolque tipo cama-baja especial que le permitirá ser fácilmente movilizada. Adicionalmente se aprovechará su espacio posterior para adaptar el Work-shop lo cual hará de este tráiler un componente compacto y práctico para el Set móvil de superficie para pruebas de producción propuesto.

Este componente brinda un aprovechamiento de espacio al contar con un Laboratorio provisto de todos los equipos e instrumentos como se mencionó en el capítulo anterior así como un work-shop para guardar las herramientas de una manera organizada y práctica.

Figura 86. Trailer Laboratorio-Workshop



4.3.4. Trailer comedor-Oficinas

Para la caseta comedor-oficinas se sugiere su trailerización sobre un semirremolque tipo cama-baja especial que le permitirá ser fácilmente movilizada. Adicionalmente se aprovechará su espacio posterior para adaptar en un mismo tráiler las oficinas y el comedor que brinde bienestar al personal involucrado en la operación de pruebas de producción; lo cual hará de este tráiler un componente compacto y práctico para el Set móvil de superficie para pruebas de producción propuesto.

Este componente brinda un aprovechamiento de espacio al contar con unas oficinas con cuatro puestos de trabajos organizados y cómodos así como un espacio para realizar reuniones o para brindar un ambiente cómodo que sirva como comedor del personal.

Figura 87. Trailer Oficinas-Comedor



4.3.5. Trailer Generación, compresión y tablero de servicios Generales:

Este arreglo de equipos permitirá centralizar sobre un semirremolque tipo cama alta los siguientes componentes:

Dos Generadores de 150 Kw (principal y back-up)

Dos compresores de pistón 52 CFM (principal y bak-up)

Tablero de servicios generales de los cuales se distribuirá la corriente eléctrica para el Skid de bombas, puntos de iluminación provisional, Trailers Laboratorio-Workshop y Oficinas-comedor etc.

Este Trailer tendrá la ventaja de transportar los equipos de Generación y distribución eléctrica armados e instalados con todas las especificaciones técnicas y reglamentaciones del RETIE. Lo cual evitará la construcción para cada proyecto estas acometidas eléctricas, banco de ductos, bandejas porta-cables y cajas de halado reduciendo tiempos en instalación así como materiales y personal.

El tiempo normalmente empleado para realizar los trabajos de conexión eléctrica de equipos empleados para un SET de superficie convencional es de quince días. Si se emplea el tráiler de generación, compresión y tablero de servicios generales pre-armado los tiempos fácilmente se pueden reducir a dos días ya que todos sus componentes ya se encuentran conectados tanto eléctricamente como es el caso de generadores eléctricos y tablero de servicios generales, así como neumáticamente como es el caso de compresores.

Es importante tener en cuenta que para realizar la conexión eléctrica inicial de sus componentes puede tardar ocho días aproximadamente con la ventaja de que en los siguientes trabajos solamente se necesitarán dos días para conectarlos ya que simplemente se requerirá extender los cables correspondientes desde los componentes que se requieran energizar hasta el tablero de servicios generales.

Figura 88. Trailer Generadores, compresores y Tablero de servicios generales



4.3.6. Trailer cargadero dual crudo y/o Agua

Este tráiler permitirá el traslado de la estructura cargadero convencional de una manera práctica de movilizarse. Con algunas mejoras en su diseño el cual estará provisto de líneas de vida certificadas y shelter con lámparas a prueba de explosión para actividades nocturnas.

Adicionalmente este diseño evitará la construcción de placas de concreto, acometidas eléctricas y lo más importante contará con un cargadero seguro con líneas de vida certificadas que cumpla con los estándares exigidos por la ANH en las visitas de campo realizadas.

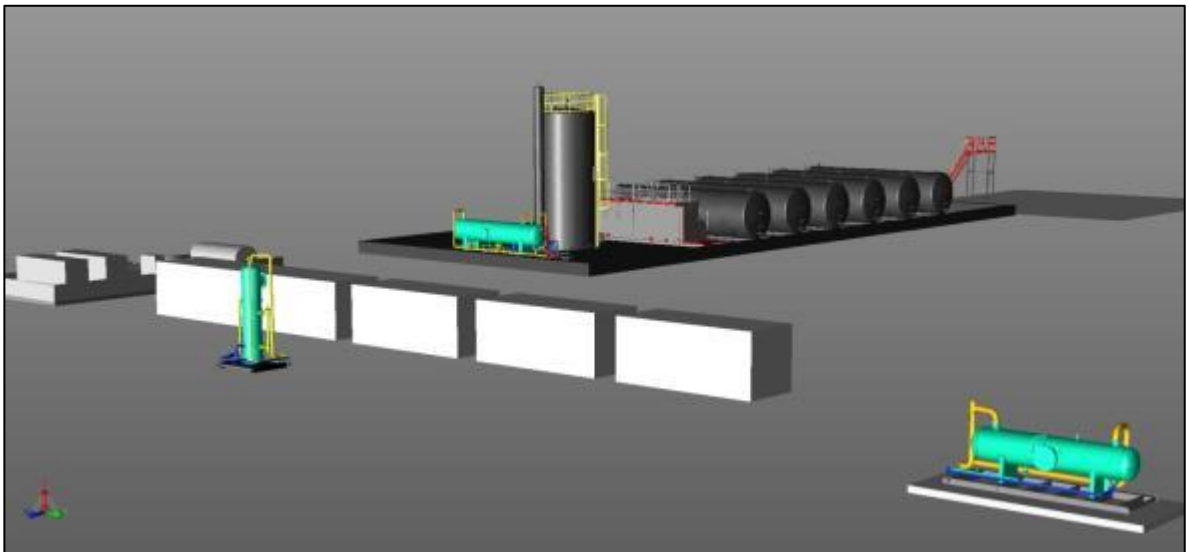
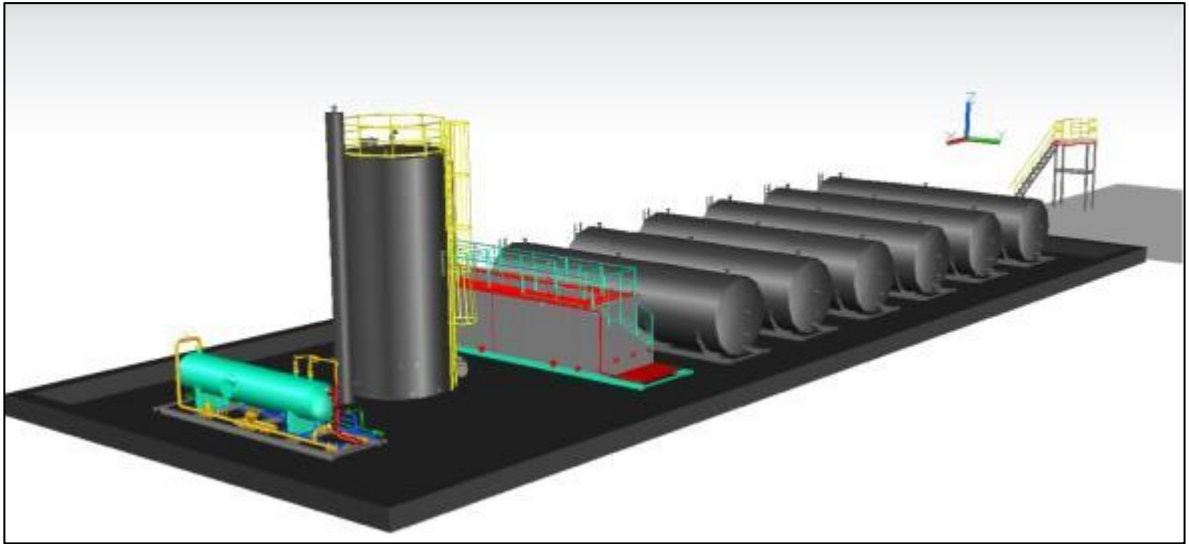
Figura 89. Trailer cargadero dual crudo/Agua



4.4. EQUIPO DE SUPERFICIE SUGERIDO PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE PRODUCCIÓN EN LOS POZOS DE LA EMPRESA PETROMINERALES

A continuación se encuentran unas ilustraciones del Equipo de superficie completo para la realización de pruebas iniciales de producción que podría ser implementado de acuerdo a las oportunidades de mejora en sus diseños, paquetización y trailerización de sus componentes.

Figura 90. Set móvil propuesto para pruebas iniciales de producción



(Fuente: Dibujo realizado por Efrén López Bareño. Ingeniero mecánico. Software´s utilizados: CADworx Plan Profesional, Autocad, Inventor. Diseñado y modificado por el autor, Bogotá Marzo 2015)

5. EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SET PROPUESTO PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE PRODUCCIÓN DE LOS POZOS DE PETROMINERALES

Una vez se ha determinado en el capítulo anterior la posibilidad de implementar oportunidades de mejora a diseños de componentes, su paquetización o agrupación sobre un mismo skid o estructura de soporte y la trailerización o implementación de equipos móviles para el transporte de algunos componentes que forman parte del equipo de superficie para pruebas iniciales de producción.

Se procederá a realizar un análisis comparativo entre el equipo de superficie para pruebas iniciales de producción convencional y el equipo propuesto con el objetivo de poder destacar sus ventajas a nivel técnico y económico.

Para facilitar este análisis se realizará en forma independiente el comparativo técnico y económico del equipo de superficie convencional y el propuesto para la realización de pruebas de producción.

5.1. EVALUACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO DE SUPERFICIE PROPUESTO PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE PRODUCCIÓN

Una manera práctica para comparar el equipo de superficie convencional y el propuesto consiste en realizar un paralelo entre los recursos que involucra cada una de ellos en las etapas en las que se ejecutan las pruebas de producción de la empresa Petrominerales.

Como se verá más adelante aunque no es posible eliminar en su totalidad los recursos que involucra cada una de las etapas en la que se lleva a cabo las pruebas iniciales de producción, mediante la implementación del Set de Well Testing propuesto. Si se podría llegar a optimizar o reducir algunos de ellos.

Se recuerda que el objetivo a alcanzar con la implementación del Set de Well Testing propuesto no es otro que poder tenerlo armado, probado y listo para recibir la producción del Pozo a evaluar o probar una vez finalice la fase de completamiento.

Teniendo en cuenta que para ello se cuenta normalmente con diez días contados a partir de que finaliza la fase de perforación con la entrega y análisis de registros eléctricos y la compañía decide completarlo y probarlo. Como se documentó en el capítulo uno de este trabajo.

Esto con el objeto de no incurrir en costos de planeación, logística, obras civiles, trabajos eléctricos o mecánicos innecesarios cuando después de analizar los registros eléctricos la Empresa tome la decisión de no completar ni probar el Pozo exploratorio y proceder con su abandono.

Con el equipo de superficie convencional normalmente se requiere de mínimo de veinte días para poder garantizar que el Set de equipo de superficie para WT se encuentre listo para recibir la producción del Pozo exploratorio una vez finalice su fase de completamiento. Sin contar con que las condiciones climáticas sean favorable es decir no se presenten lluvias fuertes con tormentas eléctricas que impidan realizar trabajos de soldadura a campo abierto; así como retrasar la construcción de placas de concreto que requieren como mínimo unos tres a cuatro días de fragüe de la mezcla de concreto.

Partiendo de este breve análisis de tiempos; de entrada el equipo de superficie para pruebas iniciales de producción propuesto ya tendría la ventaja de poder cumplir con el objetivo de permitir realizar las etapas en las que se ejecuta una prueba de producción de un pozo en diez días. Como se verá más adelante.

A continuación se realizará un paralelo entre los equipos de superficie para pruebas iniciales de producción convencional y el propuesto destacando en cada una de sus etapas los recursos involucrados en cada una de ellas.

Tabla 11. Comparación Técnica. Recursos Involucrados Utilizando el SET de pruebas iniciales de producción convencional y el propuesto.

ETAPA	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE PARA PRUEBAS DE PRODUCCIÓN	
			CONVENCIONAL	PROPUESTO
Planeación y Movilización de Equipos	Verificar disponibilidad de Equipos de Well Testing	SET equipo de superficie para pruebas de producción completo propiedad de Petrominerales	x	x
	Movilización	* Grúa P& H de 70 Ton	x	x
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Baja	x	x
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Alta	x	x
		* Camión 600	x	x
	* Cabezote para enganchar semi-remolque		x	
Montaje e Instalación de Equipos	Obras Civiles	* Adecuación área para ubicar equipos	x	x
		* Instalar Geo-membrana y construir dique	x	x
		* Placa de concreto para soportar Gun Barrel	x	x
		* Placa de concreto para cargadero Dual	x	
		* Placa de concreto y dique para ubicación de TEA	x	
		* Dique para Tanque de Combustible	x	
		* Excavación para enterrar línea de producción de Pozo hacia Separador trifásico de prueba.	x	x
	Trabajos Eléctricos	* Malla a Tierra	x	x
		* Aterrizaje de Equipos	x	x
		* Instalaciones electricas	x	
	Trabajos Mecánicos	* Personal contratista para Well Testing para montaje e instalación de Equipos	x	x
		* Ubicación e instalación. Grúa P& H de 70 Ton	x	x
		* Cuadrilla de soldadura API para Construcción de Línea de producción. Materiales	x	x
		* Cuadrilla de soldadura API para construir líneas de Interconexión de componentes del SET de WT. Materiales	x	
		* Cuadrilla de soldadura API para Construcción de Líneas para combustible. Materiales	x	
* Cuadrilla de soldadura API para Construcción de Líneas de succión y descarga de Bombas. Materiales		x		
* Cuadrilla de pailería para Construcción o reparación de Barandas y escalera acceso a tanques. Materiales		x		
	* Cuadrilla de pailería para instalación de Cargadero Dual. Materiales	x		
Pruebas de Producción	Pruebas iniciales de Producción	* Personal Operativo Well Testing	x	x
		* Materiales y consumibles	x	x
	Prueba Extensa	* Personal Operativo Well Testing	x	x
		* Materiales y consumibles	x	x
Desconexión y desmovilización de Equipos	Desconexión o Rig down	* Personal contratista para WT	x	x
		* Personal de soldadura para corte de Tuberías y recuperación de líneas pre-fabricadas	x	
	Desmovilización	* Grúa P& H de 70 Ton	x	x
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Baja	x	x
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Alta	x	x
		* Camión 600	x	x
	* Cabezote para enganchar semi-remolque		x	

Como se puede analizar de la tabla anterior para cada una de las etapas en las cuales se desarrollan las pruebas iniciales de producción se tiene:

5.1.1. Planeación y movilización de Equipos

Esta etapa es exactamente igual para los dos set de equipos evaluados en cuanto a la planeación de la operación y se requiere del mismo tiempo para la selección y ubicación de componentes que serán utilizados para la realización de las pruebas de producción; solicitud que se solicita a través de formatos propios de Petrominerales para que a su vez el departamento de logística se encargue de la coordinación de vehículos para el transporte de estos componentes. Los vehículos requeridos si difieren entre el Set convencional y el Set propuesto.

A diferencia de los vehículos requeridos para transportar el equipo de superficie para pruebas de producción convencional visto en la Tabla 2 del capítulo uno de este trabajo. Para el Set de pruebas propuesto se va a necesitar de los siguientes vehículos:

Tabla 12. Vehículos requeridos para transportar el equipo de superficie para pruebas de producción propuesto.

TIPO VEHICULO	N° Vehículos	componentes por vehículo a transportar	COMPONENTES A MOVILIZAR POR VEHÍCULO
* Vehículo Tracto camión con semi-remolque tipo cama Alta	5	1	SKID Choke manifold. (Generalmente de 3 1/8" x 5000 Psi) con data header, bombas para inyección de química, recipientes y accesorios
			Rack de Tubería tipo Unión de Golpe de 4" Figura 602 (150 Ft)
			Rack de Tubería tipo Unión de Golpe de 4" Figura 206 (2000 Ft)
		1	Skid Ko-Drum pre armado con bombas neumáticas y By-pass
			SKID Scruber pre-armado con bombas LCV, By-pass y accesorios
		1	Un cargadero dual aceite/agua, estructura, shelter
			Sistema de apantallamiento contra descargas atmosféricas. (Dos pararrayos).
		1	SKID TEA, con dique, mástil, accesorios
			SKID con doble Flame arrestor
			SKID cuatro bombas de transferencia para cargue de crudo y agua. (Centrífugas de 3"x 4" x 13" Motores a prueba de explosión de mínimo 25 HP). Arrancadores suaves y tablero de energización eléctrica
1	Un Skimmer Tank		
* Vehículo Tracto camión con semi-remolque tipo cama Baja	7	1	Gun Barrel de 500 Bls.
		6	Seis tanques de Almacenamiento Horizontales con capacidad de almacenar 500 Bls cada uno.
*Cabezote para enganchar semi-remolques	6	1	Caseta Laboratorio- Work-shop de 40 Ft
		1	Trailer con: Dos Compresores de aire tipo pistón (principal y Back-up), Dos Generadores eléctricos de 150 KVA, Tablero de distribución general (440 x 220 V) con transformador de 75 KVA
		1	Trailer Caseta oficina-comedor de 40 Ft
		1	Trailer Separador de prueba trifásico con canasta de accesorios
		1	Trailer Bota de Gas, escalera, barandas y demás accesorios de GB
		1	Trailer Tanque de Diesel 10000 Gln, Filtros de entrada y salida con accesorios
* Grúa con capacidad de izaje de 70 Ton	1	1	Cargar componentes del Equipo de pruebas de producción sobre vehículos de transporte

Una vez la planeación es realizada normalmente la movilización se realiza en los siguientes tres días salvo días festivos que tengan restricción vehicular para movimiento de cargas extra dimensionadas por vías nacionales.

5.1.2. Montaje e instalación de Equipos:

Esta etapa es quizá la de mayor importancia para poder cumplir con el objetivo de tener el equipo de superficie oportunamente al finalizar el completamiento del Pozo. Como se observa en la tabla anterior el equipo convencional propuesto no elimina todos los recursos involucrados en las disciplinas de Obras civiles, trabajos eléctricos y trabajos mecánicos implicados pero si parte de ellos como se describe a continuación.

5.1.3. Obras civiles:

En los dos casos se debe adecuar el área donde serán ubicados los equipos de superficie para las pruebas de producción, instalar su geo membrana y armar su dique metálico (que como se describió en el capítulo, este es el más práctico para este tipo de actividad). El tiempo normal para la realización de esta actividad normalmente es de unos cinco días por lo menos para las tareas de construcción de Malla a tierra, compactación y adecuación del área. El arme del dique si se puede armar una vez se hayan instalado los tanques de almacenamiento y construido las líneas de flujo que conecta los componentes del equipo de pruebas de producción.

El Set de equipo propuesto no requiere de placas de concreto para soportar los componentes del Set de gas como son: el separador trifásico de prueba, scrubber, ko-drum y TEA; ya que cada uno de ellos vendría soportado sobre su propio Skid provisto de dique de contención para evitar fugas no contenidas. La construcción de estas placas de concreto en el mejor de los casos se realiza en tres días que se tendrían en beneficio del Set de equipo de superficie propuesto.

La excavación para enterrar la línea de producción desde cabeza de Pozo hacia el separador de prueba es igual en los dos casos analizados y normalmente se realiza en dos días. Lo importante para su ejecución es la buena comunicación que se debe tener con el personal del equipo de completamiento y efectuarse coordinadamente para no impedir el acceso o movilización de cargas en la locación que necesiten pasar sobre su trazado. Incluso es importante solicitar la realización de una prueba hidrostática a 1,5 veces la presión esperada de esta línea en operación normal con las bombas del equipo de completamiento antes de iniciar la prueba de producción.

5.1.4. Trabajos eléctricos:

Como se mencionó anteriormente la malla a tierra es muy importante para equipotencializar eléctricamente cada uno de los componentes en caso de que se llegue a presentar una descarga eléctrica atmosférica o una descarga de corriente estática. Sin embargo esta malla se construye con anterioridad a la adecuación del área por parte de obras civiles; es decir se construye y luego se adecúa el área quedando enterrada y solamente aflorarán pequeños tramos de cable de cobre desnudo 2/0 AWG a los cuales se conectarán los componentes del equipo de superficie de well Testing. Por lo que su tiempo de ejecución está dentro los cinco días en los cuales se adecuará el área por parte del personal de Obras civiles.

El Set propuesto tiene la ventaja de que todos sus componentes al estar pre-armados no requieren de un cableado y conexionado a sus componentes éstos ya se encontrarán listos y tan solo faltará extender los cables desde sus cajas de distribución hacia el tablero de servicios generales que se

encuentra trailerizado y energizado previamente. Lo cual reduce tiempo importante de conexiones a motores de equipos, pruebas de sentido de giro de los mismos, y tendido de bandejas-porta cables. Estas actividades normalmente se realizan en ocho días con el SET convencional y con el SET de equipos propuestos es posible realizarlo en solo uno o dos días sin problema.

5.1.5. Trabajos mecánicos:

Esta etapa es la que presentaría una optimización de tiempo y recursos importante al emplear el SET de equipos de superficie para well Testing que se sugiere en este trabajo.

El SET convencional requiere de cuadrillas de soldadura calificadas y dotadas de equipos, herramientas y consumibles para realizar la conexión mecánica de sus componentes. Actividades que demandan de por lo menos veinte días para su ejecución. Lo cual es la actividad más crítica que se tiene en el momento; por lo cual en la mayoría de trabajos para pruebas iniciales de producción se decide iniciar con anterioridad suficiente para cumplir con los cronogramas o emplear tubería roscada tipo unión de golpe combinada con tubería soldada que permita optimizar los tiempos de montaje e instalación.

Adicionalmente los equipos convencionales sufren mucho durante las movilizaciones porque no están diseñados para esta actividad como se describió anteriormente. Teniendo que realizar reparaciones en sitio de fisuras, correcciones de fugas en cuerpos de tanques, volver a posicionar componentes internos de equipos que se desprenden en las movilizaciones, enderezar y reparar barandas y escaleras, así como tener que construir partes que son olvidadas y que no fueron alistadas en la planeación.

El SET de Well Testing propuesto viene pre-armado y la conexión entre sus componentes realmente es muy práctica y normalmente se podría realizar en unos tres días.

Es ahí donde esta propuesta resulta ser atractiva pues evitara:

Daño en equipos que no vienen diseñados para well testing donde la movilización los deteriora significativamente teniéndose que emplear personal, materiales y equipos para repararlos y dejarlos operativos nuevamente. Con el agravante de tener que efectuar estos trabajos dentro de locaciones donde se adelantan operaciones de completamiento de pozo. También en caso de que el equipo se encuentre contaminado con crudo procedente del trabajo anterior este debe lavarse previamente antes de efectuar soldadura en él.

El empleo de cuadrillas de soldadura calificadas que construyan líneas para la conexión mecánica de componentes.

La construcción de partes de equipo que no se ha concebido como tal como es el caso de las bombas de transferencia y cargue de crudo y agua; donde siempre se pierde el trabajo de construcción de sus líneas de succión con filtros y accesorios y sus líneas de descarga con válvulas cheque, bypass, válvulas de corte y accesorios. Donde ya harán parte del Skid de bombas sugerido en este trabajo.

Armar desde cero sus componentes; porque éstos en el SET propuesto estarán pre-armados necesitándose un mínimo trabajo en su instalación.

Una grúa de 70 Toneladas que apoye el montaje por más de cinco días en comparación con los quince o mínimo diez días con lo que se debe tener disponible actualmente cuando se emplean los equipos convencionales, ya que este equipo de izaje no solamente realiza el trabajo realmente

contratado sino que pierde bastante tiempo mientras se reparan los equipos que llegan en mal estado y el tiempo en la construcción de sus partes que no vienen pre-fabricadas.

Esta propuesta es técnicamente viable de implementar ya que no modifica o elimina de manera definitiva los componentes del equipo de superficie para pruebas de producción sino que optimiza sus diseños y concibe como parte de sus componentes líneas y accesorios que no se aprovechaban o brindaba su importancia.

Algunos diseños sugeridos en este trabajo ya se han podido implementar con los resultados esperados. Sin embargo se sugiere continuar con su implementación para brindar un mayor beneficio a la empresa.

5.1.6. Pruebas de Producción:

Las pruebas de producción son semejantes para los dos Sets analizados solo que la operación como tal del SET propuesto brindará un mayor orden y organización de líneas de flujo para conexión mecánica de equipos y permitirá manejar un estándar en su montaje e instalación a medida que este diseño sea implementado.

5.1.7. Desconexión y desmovilización de Equipos:

En caso que las pruebas iniciales de producción no arrojen resultados positivos para la compañía, o en caso de Pozos depletados o donde el corte de agua o % SW se ha incrementado de tal manera que el proyecto no es económicamente rentable para la empresa. Normalmente los componentes de equipo de superficie son desconectados para ser utilizados en nuevos proyectos.

Con los diseños convencionales los trabajos que fueron efectuados durante su instalación y montaje especialmente los de construcción de líneas soldadas no se pueden recuperar perdiéndose materiales, accesorios como válvulas, espárragos, empaques espiro-metálicos y lo más importante tiempo y personal calificado de soldadura que tienen un gran costo como se analizará más adelante.

El tiempo de desconexión de un SET convencional tarda entre seis a ocho días normalmente quedando parte de componentes armados por la imposibilidad de ser retirados ya que fueron concebidos para un montaje definitivo. En el SET propuesto de Well Testing esta tarea se puede realizar en unos cuatro días sin inconveniente de manera segura con la principal ventaja de que todos los componentes serán recuperados y aprovechados para el siguiente proyecto.

5.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL EQUIPO DE SUPERFICIE PROPUESTO PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE PRODUCCIÓN

“La evaluación económica constituye un balance de las ventajas y desventajas de asignar al proyecto analizado los recursos económicos para su realización.” La evaluación del proyecto desde un punto de vista económico; consiste en comparar los beneficios y los costos del proyecto con miras a determinar si el cociente que expresa la relación entre unos y otros presenta o no ventajas mayores que las que se obtendrían con proyectos distintos igualmente viables.”¹⁶

¹⁶ <http://www.gerencie.com/evaluacion-economica-de-proyectos-de-inversion.html#1>

Para el caso de estudio particular de este trabajo de Monografía será comparado el Set móvil de pruebas iniciales de producción propuesto con el Set convencional. Teniendo en cuenta:

- ❖ Costo de Equipo de superficie propuesto en comparación con el costo de equipo de pruebas convencional.
- ❖ Beneficio o ahorro en términos de costos, implicados en cada una de las etapas en las que se llevan a cabo las pruebas iniciales de producción empleando los Set's de Well Testing analizados.

5.2.1. Costos asociados a cada etapa de pruebas iniciales de producción empleando el Set Convencional

Para contar con una información confiable; fueron seleccionadas varias empresas contratistas que prestan actualmente sus servicios de diseño y construcción de equipos de superficie para producción así como el montaje de facilidades tempranas y definitivas.

En el Anexo 1 y 2. Se encuentra recopilada la información extraída de sus cotizaciones; clasificada de acuerdo a la etapa que involucra. Las cotizaciones de las Empresas que suministraron su información con fines académicos se encuentran en los Anexo 3 al 9 de este trabajo.

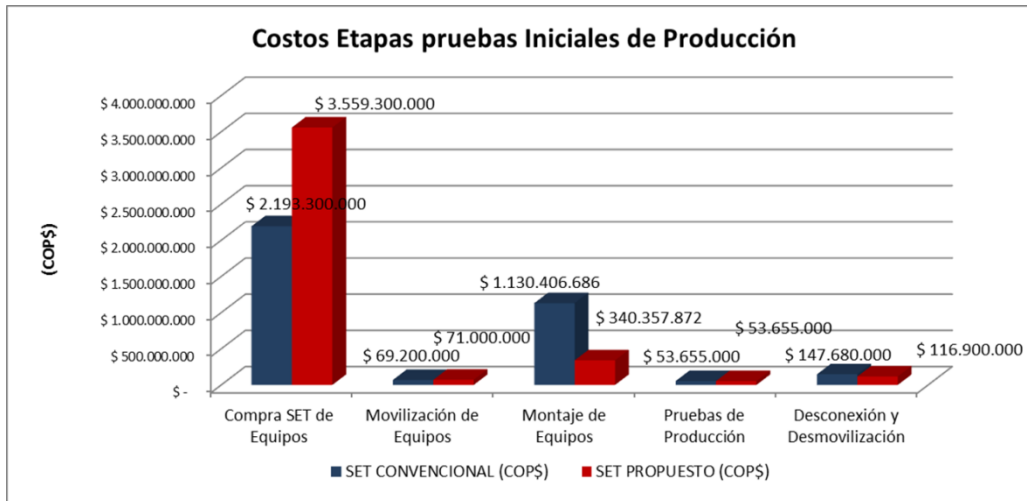
A partir de los Anexos 1 y 2. Es posible resumir la información en la siguiente tabla para iniciar con el análisis económico comparativo.

Tabla 13. Costos asociados a una Pruebas Inicial de Producción empleado el SET de equipos de superficie convencional y el set de equipos de superficie propuesto.

ETAPAS PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN	SET CONVENCIONAL	SET PROPUESTO
	(COP\$)	(COP\$)
Compra SET de Equipos	\$ 2.193.300.000	\$ 3.559.300.000
Movilización de Equipos	\$ 69.200.000	\$ 71.000.000
Montaje de Equipos	\$ 1.130.406.686	\$ 340.357.872
Pruebas de Producción	\$ 53.655.000	\$ 53.655.000
Desconexión y Desmovilización	\$ 147.680.000	\$ 116.900.000
TOTAL (COP \$)	\$ 3.594.241.686	\$ 4.141.212.872

Con base en la anterior tabla se grafica el comportamiento en términos económicos de cada una de las etapas en las que se llevan a cabo las pruebas iniciales de producción de un Pozo Exploratorio empleando en Set convencional y el Set propuesto para visualizar más fácilmente su comportamiento.

Figura 91. Costos Etapas pruebas Iniciales de Producción



De la gráfica se puede analizar que:

- ❖ Los costos más representativos en las dos situaciones de análisis corresponden a la inversión inicial por concepto de compra de equipos de superficie para pruebas iniciales de producción.
- ❖ La inversión inicial por concepto de compra del Set móvil para pruebas de producción es mayor que el costo correspondiente a la compra de un Set de pruebas convencional. En COP\$ 1.366´000.000
- ❖ Los costos asociados a la etapa de movilización para los dos Set´s de pruebas es similar. Siendo ligeramente superior el costo correspondiente al Set móvil propuesto.
- ❖ La etapa que más impacta o donde se vería reflejado un ahorro significativo por prueba de Pozo realizada al emplear el Set de pruebas de superficie móvil propuesto corresponde a la etapa de Montaje de equipos. (Ahorrando en una prueba cerca de COP\$ 790´048.814).
- ❖ La etapa de pruebas de producción involucra exactamente los mismos costos con cualquiera de los dos Set´s de Well Testing.
- ❖ Los costos asociados a la etapa de desconexión y desmovilización de Equipos para los dos Set´s de pruebas es similar. Siendo ligeramente superior el costo correspondiente al Set convencional.

5.2.2. Costos asociados etapa de Montaje e instalación de Equipos de superficie para pruebas de producción

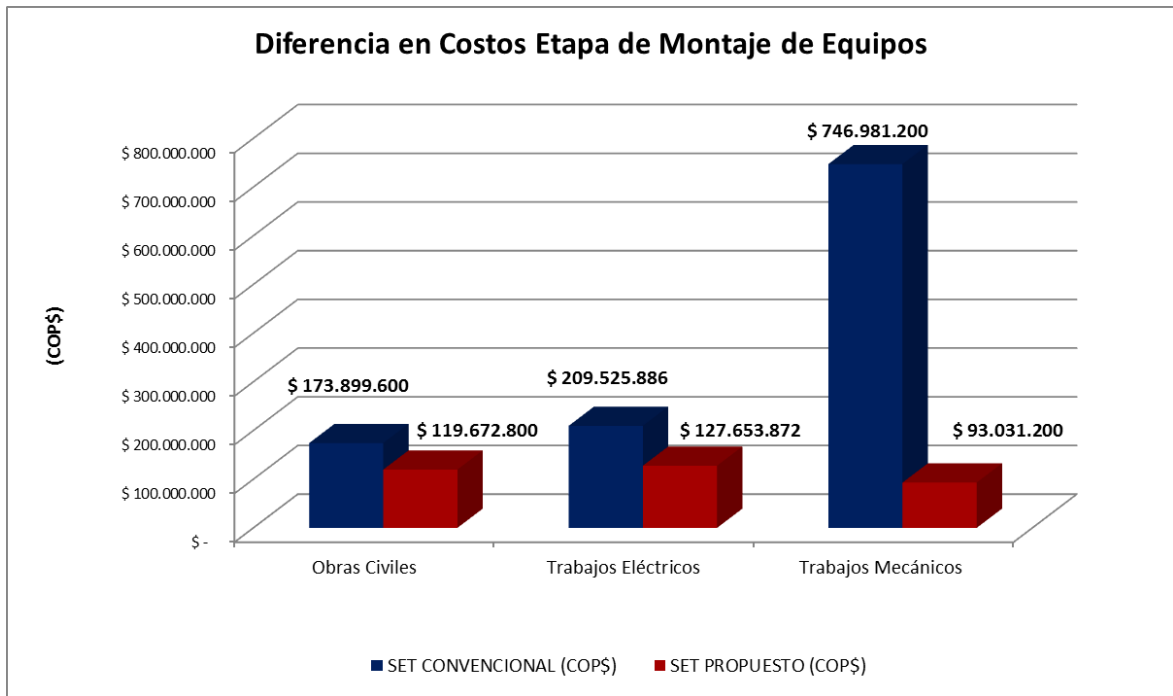
Debido a que es en la Etapa de montaje e instalación de Equipo de superficie para pruebas de producción, donde se ve reflejado un ahorro significativo por prueba de Pozo realizada al emplear el Set de pruebas de superficie móvil propuesto. Es importante desglosar esta Etapa en las diferentes áreas en que ésta se divide: Obras civiles, trabajos eléctricos y trabajos mecánicos con el objetivo de realizar un análisis más detallado.

Tabla 14. Costos involucrados en la Etapa de Montaje de Equipos de Well Testing

ETAPA MONTAJE DE EQUIPOS	SET CONVENCIONAL	SET PROPUESTO
	(COP\$)	(COP\$)
Obras Civiles	\$ 173.899.600	\$ 119.672.800
Trabajos Eléctricos	\$ 209.525.886	\$ 127.653.872
Trabajos Mecánicos	\$ 746.981.200	\$ 93.031.200
TOTAL (COP \$)	\$ 1.130.406.686	\$ 340.357.872

Con base en la anterior tabla se grafica el comportamiento en términos económicos de las diferentes áreas en que se subdivide la etapa de Montaje e instalación de equipos de superficie para pruebas de producción de Pozos exploratorios.

Figura 92. Costos Etapa de Montaje e instalación de Equipos de Well Testing



De la gráfica se puede analizar que:

- ❖ El costo involucrado en el área de Obras civiles es similar para los dos Set's analizados. Siendo superior el costo asociado al Set Convencional en CO\$ 54'226.800; debido

fundamentalmente a la construcción de placas de concreto para el Set de gas que no requiere el Set de pruebas propuesto.

- ❖ El costo involucrado en trabajos eléctricos es superior en el Set convencional en COP\$ 81'872.014 respecto al Set móvil propuesto debido a que la mayoría de sus componentes ya vienen pre-armados con su conexión eléctrica (tableros y arrancadores en el caso de motores de bombas y compresores) a Generadores y tablero de servicios generales. Lo que reduce sustancialmente el tiempo de conexiones eléctricas a realizar pasando de ocho días en el Set propuesto a 15 días en el Set convencional.
- ❖ El costo involucrado en trabajos mecánicos es superior en el set convencional en COP\$ 653'950,000 respecto al Set móvil propuesto debido a que para la conexión mecánica de sus componentes se requiere de cuadrillas de soldadura calificadas para la fabricación de colectores de entrada, ventas, recirculación y drenaje de tanques de almacenamiento, spool's de succión y descarga de bombas de transferencia. Entre otros.
- ❖ En términos generales en una prueba de producción normal se estaría ahorrando COP\$ 790'048,814 si se realizara con el Set móvil propuesto.

5.2.3. Relación costo adicional y ahorro por prueba realizada al implementar el set de pruebas propuesto

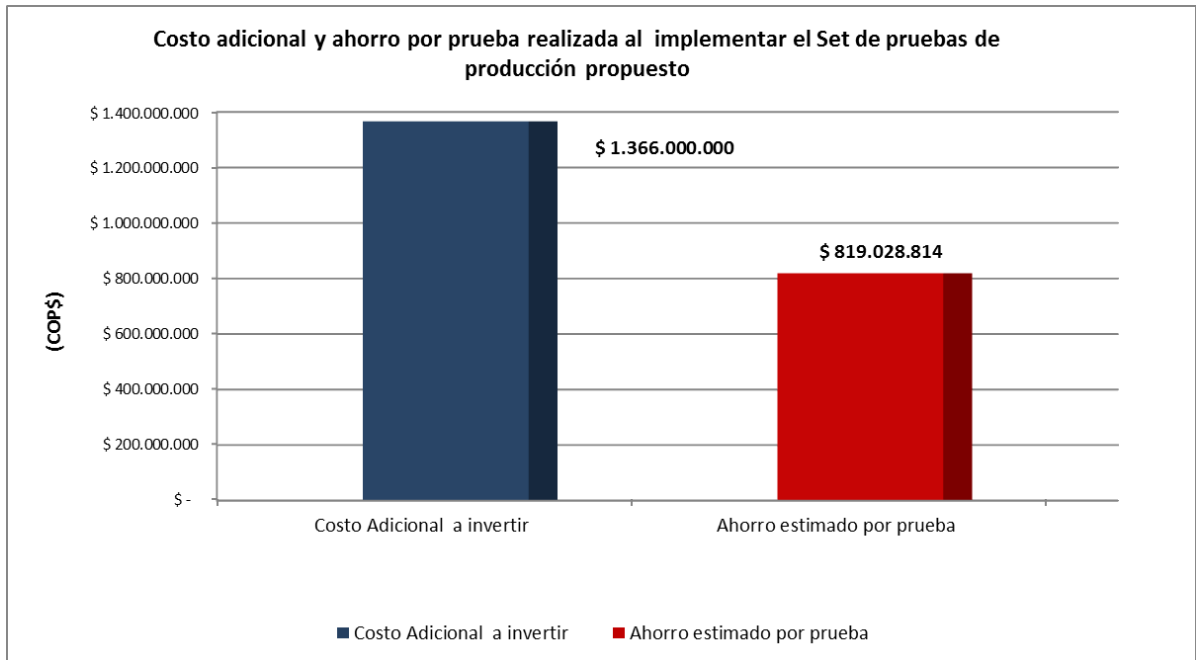
Un indicador importante para facilitar la toma de decisiones es el de la relación entre el costo adicional que implicaría la compra del Set de superficie para pruebas iniciales de producción propuesto y el ahorro que este proporcionaría por cada prueba realizada con su empleo. Para poder estimar con cuantos trabajos que sean realizados utilizando el Set de pruebas propuesto se cubrirá el costo adicional involucrado por su adquisición.

Para ello se tabulará la información del costo adicional que la empresa inversionista deberá invertir si decidiera implementar el Set de pruebas propuesto en lugar de adquirir el Set de pruebas convencional. Y el ahorro estimado por cada prueba de producción que se obtendría al realizar dicha operación mediante el Set de pruebas propuesto en este trabajo de Monografía.

Tabla 15. Costo adicional y Ahorro por prueba realizada al implementar el Set de pruebas de producción propuesto

Costo Adicional de Inversión vs. Beneficio obtenido por prueba	Costo (\$COP)
Costo Adicional a invertir	\$ 1.366.000.000
Ahorro estimado por prueba	\$ 819.028.814

Figura 93. Costo adicional y ahorro por prueba realizada al implementar el Set de pruebas de producción propuesto



Con base en la información anterior se obtiene la relación buscada dividiendo sus valores.

Tabla 16. Relación Costo Adicional a invertir / Ahorro por prueba realizada

Relación Costo Adicional/ Ahorro por prueba	1,67
---	------

De esta forma se obtiene una relación: Costo Adicional a invertir / ahorro por prueba realizada de 1,67 Valor adimensional que representaría que con dos trabajos aproximadamente la empresa inversionista pagaría el sobre costo que incurriría por la adquisición del Set de pruebas de producción propuesto en lugar de invertir en un Set de pruebas convencional.

Sin tener en cuenta los costos que se podría incurrir por el tema de reparaciones de equipos que sufran daños durante las movilizaciones o pérdida de accesorios en las mismas.

Con base en los análisis anteriores se podría destacar que para la empresa Petrominerales es viable invertir en el Set de pruebas de producción propuesto a lo largo de este trabajo de

Monografía con el beneficio de recuperar el sobre costo inicial que le implicaría el no adquirir el Set de pruebas convencional en tan solo dos trabajos, que realice con este Set.

Adicionalmente y no menos importante la empresa Petrominerales se beneficiaría en:

- ❖ Poder disponer del Set móvil de pruebas iniciales de producción (incluye: movilización, arme e instalación y pruebas de equipos) en el tiempo que se tiene a partir de la finalización de la fase de perforación e inicio de la fase de completamiento del Pozo exploratorio. Es decir diez días (como se explicó en el capítulo uno). Sin tener la necesidad de iniciar trabajos con mayor anterioridad ocasionando pérdidas económicas considerables cuando la decisión que tome la empresa sea la de abandonar el Pozo. (tales como placas de concreto, malla a tierra, movilización de Equipos etc.).

- ❖ Disponer de un Set móvil de pruebas de producción diseñado para ser movilizadado entre operaciones de una manera segura que evite la pérdida o daño de componentes y accesorios que ocasionando pérdida de tiempo y costos adicionales de reparación y mantenimiento.

6. CONCLUSIONES

- ❖ El equipo de superficie se puede instalar en siete días lo cual permite obtener los resultados de los registros eléctricos, que la compañía tome la decisión de completar y probar el Pozo o abandonarlo antes de iniciar su proceso de movilización y trabajos previos interdisciplinarios (Obras civiles, mecánicos, eléctricos).
- ❖ El equipo de superficie sugerido en este trabajo se tendrá operativo al finalizar el completamiento del Pozo para no incurrir en costos por stand-by del equipo de perforación.
- ❖ Dentro de las oportunidades de mejora planteadas se tuvo en cuenta el mejoramiento a diseño de componentes existentes, su paquetización, y trailerización.
- ❖ La implementación del Set móvil de equipo de superficie para pruebas iniciales de producción es técnicamente viable. Incluso la empresa Petrominerales ya ha iniciado con la implementación de algunos componentes que fueron sugeridos e este trabajo.
- ❖ La inversión inicial del Set móvil para pruebas de producción es mayor que el costo correspondiente a la compra de un Set de pruebas convencional. En COP\$ 1.366´000.000
- ❖ Es en la Etapa de montaje e instalación de Equipo de superficie para pruebas de producción, donde se ve reflejado un ahorro significativo por prueba de Pozo realizada al emplear el Set de pruebas de superficie móvil propuesto.
- ❖ La relación: Costo Adicional a invertir / ahorro por prueba realizada de 1,67 Valor adimensional que representa; que con dos trabajos aproximadamente la empresa inversionista pagaría el sobre costo que incurriría por la adquisición del Set de pruebas de producción móvil propuesto en lugar de invertir en un Set de pruebas convencional.
- ❖ Con base en la evaluación económica realizada se concluye que para la empresa Petrominerales es viable invertir en el Set de pruebas de producción propuesto a lo largo de este trabajo de Monografía con el beneficio de recuperar el sobre costo inicial que le implicaría el no adquirir el Set de pruebas convencional en tan solo dos trabajos.
- ❖ El Set móvil de pruebas de producción está diseñado para ser movilizad o entre operaciones de una manera segura que evita la pérdida o daño de componentes y accesorios que generan pérdida de tiempo y costos adicionales en reparación y mantenimiento.
- ❖ Este trabajo inicia el proceso en la búsqueda de oportunidades de mejora en la optimización de componentes que forman parte del Set móvil de equipo de superficie para pruebas iniciales de producción de la empresa Petrominerales.

BIBLIOGRAFÍA

BENEDETTO, Fabián. Selección y diseño de Tuberías, TENARIS Siderca, 11 Junio 2014. 4 p

COLOMBIA, NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, NTC 4788-2 4788-2, Tipología para vehículos de transporte de carga por carretera. Parte 2: vehículos para el transporte de carga extra dimensionada y/o extra pesada, 21 noviembre 2012. 7 p.

COLOMBIA, Resolución 004100 DE 2004. Ministerio de Transporte. Por la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional. Dada en Bogotá, D. C., a 28 de diciembre de 2004, Publicada en el Diario Oficial 45777 de diciembre 30 de 2004. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15600>

GOMEZ Hernández Adriana, CASTILLO Julie Ximena. Definición de Estándares operativos para tanques atmosféricos y vasijas de almacenamiento de líquido a presión. Trabajo de grado Ingeniero de Petróleos. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos, 2007. 15-100 p.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Nuevo RETIE. Emitido mediante la Resolución 18 0466 del 2 de abril de 2007.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Resolución número 0048. Por la cual se establecen medidas en materia de exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos convencionales continentales y costa afuera, 16 de Enero de 2015. 1-13 p.

MORENO BEJARANO, Maryuri Paola. Manual de recomendaciones técnicas y buenas prácticas para el diseño, montaje y operación de pruebas iniciales de producción. Caso: Pozos Exploratorios Petrominerales Colombia. Trabajo de grado Especialista en Producción de Hidrocarburos. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos, 2013. 27-30 p.

MOUNTAIN Equipment of New Mexico, Inc. Firefly Portable flare Stacks. <http://www.mtnequip.com/flare-stacks/#> . 2014

NFPA30. Flammable and Combustible Liquids Code. (Código de Líquidos inflamables y Combustibles). Traducido y editado en español bajo licencia de la NFPA, por el Instituto Argentino de Normalización. Edición 1996. 30-17p

SCHLUMBERGER, Servicios de superficie para pruebas de Pozos, Sugar Land Texas 77478, 2000. 1-112 p.

ANEXOS

ANEXO A. Costos Asociados a cada etapa de pruebas iniciales de producción. Empleado El Set de equipos de Superficie Convencional

ETAPA	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE WT PROPUESTO					COMENTARIO	
			SOLICITUD		DISP.	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL		
			CANT	UNIDAD	DIAS	(COP\$)	(COP\$)		
Planeación y Movilización de Equipos	Verificar disponibilidad de Equipos de Well Testing	SET equipo de superficie para puebas de producción completo propiedad de Petrominerales	1	SET	1	\$ 2.000.000.000	\$ 2.193.300.000	Involucra todos los componentes descritos en el capítulo uno de este trabajo	
	Movilización	* Grúa P&H de 70 Ton		1	GLOBAL	1	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	Movilización / Desmovilización. Asume ruta (E Yopal - Villavicencio - E Yopal)
				1	EA	3	\$ 2.800.000	\$ 8.400.000	P&H para operación de carga. (Da operativo en Villavicencio)
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Baja		7	EA	1	\$ 3.800.000	\$ 26.600.000	Para Movilizar los seis tanques de almacenamiento y el tanque Gun Barrel. Asume ruta (Villavicencio-Corcel)
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Alta		10	EA	1	\$ 1.800.000	\$ 18.000.000	Para movilizar: Skid de bombas y rack de tuberías, Skimmer tank, Skids colectores y accesorios de tanques, Skid bombas de transferencia crudo-agua, Skid Scrubber-Ko-Drum y TEA. Asume ruta (Villavicencio-Corcel)
		* Camión 600		1	EA	1	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	Para movilizar el Work-shop. Asume ruta (Villavicencio-Corcel)
TOTAL (COP \$)								\$ 2.262.500.000	
ETAPA	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE WT PROPUESTO					COMENTARIO	
			SOLICITUD		DISP.	COSTO GLOBAL	SUB-TOTAL		
			CANT	UNIDAD	DIAS	(COP\$)	(COP\$)		
Montaje e Instalación de Equipos	Obras Civiles	* Adecuación área para ubicar equipos	1	GLOBAL	1	\$ 43.500.000	\$ 43.500.000	Involucra la conformación y compactación adecuada del área donde se ubicarán los equipos de superficie para pruebas iniciales de producción. Equipos, mano de Obra y Materiales.	
		* Instalar Geo-membrana y construir dique	1	GLOBAL	1	\$ 22.000.000	\$ 22.000.000	Instalación de Geo membrana en área de almacenamiento y construcción de dique tipo metálico. Equipos, mano de Obra y Materiales.	
		* Placa de concreto para soportar Gun Barrel	1	GLOBAL	1	\$ 51.400.800	\$ 51.400.800	Placa de concreto para soportar Gun Barrel. (L x A) = 13 x 8 m. Espesor = 0.4 m Doble Malla Q7. Concreto 3.000 PSI. Equipos, mano de Obra y Materiales.	
		* Placa de concreto para cargadero Dual	1	GLOBAL	1	\$ 1.576.800	\$ 1.576.800	Placa de concreto para soportar estructura de Cargadero Dual. (L x A) = 3 x 2 m Espesor = 0.2 m. Doble Malla Q6. Concreto 3.000 PSI. Equipos, mano de Obra y Materiales.	
		* Placa de concreto y dique para ubicación de TEA	1	GLOBAL	1	\$ 10.400.000	\$ 10.400.000	Placa de concreto y dique para ubicación de TEA. (L x A) = 4 x 4 m. construidos en forma circular con un radio (r = 2 m). Espesor = 0.1m. Sencilla Malla Q3. Concreto 1.500 PSI. Mampostería Perimetral: H= 0.3 mts para su dique. Equipos, mano de Obra y Materiales.	
		* Placa de concreto para Separador de Prueba	1	GLOBAL	1	\$ 8.750.000	\$ 8.750.000	Placa de concreto para ubicación de Separador de prueba L x A = 4 x 10 m. Espesor = 0.1m. Sencilla Malla Q3. Concreto 1.500 PSI. Equipos, mano de Obra y Materiales.	
		* Placa de concreto y dique para Scrubber	1	GLOBAL	1	\$ 5.800.000	\$ 5.800.000	Placa de concreto y dique para ubicación de Scrubber de prueba L x A = 4 x 4 m. Espesor = 0.1m. Sencilla Malla Q3. Concreto 1.500 PSI. Equipos, mano de Obra y Materiales.	
		* Placa de concreto y dique para Ko-Drum	1	GLOBAL	1	\$ 11.200.000	\$ 11.200.000	Placa de concreto y dique para ubicación de Ko Drum de prueba L x A = 4 x 10 m. Espesor = 0.1m. Sencilla Malla Q3. Concreto 1.500 PSI. Equipos, mano de Obra y Materiales.	
		* Dique para Tanque de Combustible	1	GLOBAL	1	\$ 16.500.000	\$ 16.500.000	Dique para Tanque de Combustible tipo metálico. Equipos, mano de Obra y Materiales.	
		* Excavación para enterrar línea de producción de Pozo hacia Separador trifásico de prueba.	1	GLOBAL	1	\$ 2.772.000	\$ 2.772.000	Excavación para enterrar línea de producción de Pozo hacia Separador trifásico de prueba de 0.8 m. Equipos, mano de Obra y Materiales.	
	Trabajos Eléctricos	* Malla a Tierra	1	GLOBAL	1	\$ 33.000.000	\$ 33.000.000	Instalación de Malla a Tierra en áreas donde se ubicarán los equipos de superficie para pruebas iniciales de producción y ALS. Equipos, mano de Obra y Materiales.	
		* Aterrizaje de Equipos	1	GLOBAL	1	\$ 176.525.886	\$ 176.525.886	Aterrizaje de Equipos (instalación de puestas a Tierra). Equipos, mano de Obra y Materiales.	
		* Instalaciones electricas	1	GLOBAL	1	\$ 176.525.886	\$ 176.525.886	Instalaciones eléctricas desde Generadores hacia tablero de servicios generales de distribución para energizar Bombas de Transferencia, Laboratorio, Oficinas, Iluminación perimetral, compresores. Equipos, mano de Obra y Materiales.	
	Trabajos Mecánicos	* Personal contratista para Well Testing para montaje e instalación de Equipos	1	GLOBAL	10	\$ 5.760.000	\$ 5.760.000	Cuadrilla Montaje constituida por: Supervisor, dos operadores y cuatro asistentes de producción	
		* Ubicación e instalación. Grúa P&H de 70 Ton	1	GLOBAL	1	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	Movilización / Desmovilización. Asume ruta (E Yopal - Villavicencio - E Yopal)	
			1	EA	20	\$ 2.800.000	\$ 56.000.000	P&H para operación de montaje de Equipos	
		* Cuadrilla de soldadura API para Construcción de Línea de producción. Materiales	1	CUADRILLA	3	\$ 3.800.000	\$ 18.111.200	Construcción de línea de producción desde árbol de producción hacia separador de prueba en Tubería de 4 1/2" EUE roscada y soldada con prueba hidrostática. (Asume longitud de 100 FT. construida en Tubería roscada de 4 1/2" EUE)	
		* Cuadrillas de soldadura API para construir líneas de Interconexión de componentes del SET de WT. Materiales	1	CUADRILLA	40	\$ 3.800.000	\$ 482.760.000	Construcción de líneas soldadas para interconexión de equipos de superficie: Tanques de almacenamiento, Gun Barrel, Tanques, Skimmer, Separador, Scrubber, Ko-drum, flame arrestor, TEA. Incluyendo Materiales. (En tubería de 4" SCH-40, accesorios, Tee's, Bidas de 4" ANSI 150, esparragos, Flexitálicos etc. Válvulas de Bola de 4" ANSI 150 etc. De acuerdo a montaje típico de Petrominerales)	
		* Cuadrilla de soldadura API para Construcción de Líneas para combustible. Materiales	1	CUADRILLA	5	\$ 3.800.000	\$ 44.014.000	Construcción de líneas de diesel desde tanque a filtros y Generadores. Incluye materiales (En tubería de 2" SCH-40, bridas, esparragos, flexitálicos de acuerdo a típico solicitado por Petrominerales)	
		* Cuadrilla de soldadura API para Construcción de Líneas de succión y descarga de Bombas. Materiales	1	CUADRILLA	5	\$ 3.800.000	\$ 20.320.000	Construcción de líneas de succión de bombas de transferencia y de descarga a retroalimentación o cargadero Dual. Incluye materiales. (En tubería de 4" SCH-40, accesorios, Tee's, Bidas de 4" ANSI 150, esparragos, Flexitálicos etc. Válvulas de Bola de 4" ANSI 150, Filtros e Yee, válvulas cheque de 4" ANSI 150 etc. De acuerdo a montaje típico de Petrominerales)	
* Cuadrilla de palieria para Construcción o reparación de Barandas y escalera acceso a tanques. Materiales		1	CUADRILLA	5	\$ 3.800.000	\$ 19.000.000	Instalación y modificación de barandas y pasarelas de tanques de almacenamiento		
* Cuadrilla de palieria para instalación de Cargadero Dual. Materiales	120	KG	1	\$ 9.800	\$ 34.176.000	Instalación de Estructura de cargadero Dual. Chazos auto perforante tipo Hilly a placa existente de 3/4" de acuerdo a montaje típico de Petrominerales.			
TOTAL (COP \$)								\$ 1.130.406.686	

ETAPA	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE WT PROPUESTO					COMENTARIO
			SOLICITUD		DISP.	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL	
			CANT	UNIDAD	DIAS	(COP\$)	(COP\$)	
Pruebas de Producción	Pruebas iniciales de Producción	* Personal Operativo Well Testing	1	GLOBAL	7	\$ 7.470.000	\$ 52.290.000	Cuadrilla Operación constituida por: Supervisor, dos operadores y cuatro asistentes de producción, dos estadígrafos.
		* Materiales y consumibles	1	EA	7	\$ 195.000	\$ 1.365.000	Materiales consumibles como trapo, tela oleofílica, varsol etc.
TOTAL (COP \$)							\$ 53.655.000	
ETAPA	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE WT PROPUESTO					COMENTARIO
			SOLICITUD		DISP.	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL	
			CANT	UNIDAD	DIAS	(COP\$)	(COP\$)	
Desconexión y desmovilización de Equipos	Desconexión o Rig down	* Personal contratista para WT	1	GLOBAL	8	\$ 5.760.000	\$ 46.080.000	Cuadrilla Desmontaje constituida por: Supervisor, dos operadores y cuatro asistentes de producción
		* Personal de soldadura para corte de Tuberías y recuperación de líneas pre-fabricadas	1	CUADRILLA	8	\$ 2.300.000	\$ 18.400.000	Cuadrilla palettería : Soldador, tres ayudantes equipos y consumibles a todo costo
	Desmovilización	* Grúa P&H de 70 Ton	1	GLOBAL	1	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	Movilización / Desmovilización. Asume ruta (B Yopal - Corcel - B Yopal)
			1	EA	8	\$ 2.800.000	\$ 22.400.000	P&H para operación de cargue. (Día operativo en Villavicencio)
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Baja	7	EA	1	\$ 3.800.000	\$ 26.600.000	Para Movilizar los seis tanques de almacenamiento y el tanque Gun Barrel. Asume ruta (Corcel - Villavicencio)
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Alta	10	EA	1	\$ 1.800.000	\$ 18.000.000	Para movilizar: Skid de bombas y rack de tuberías, Skimmer tank, Skids colectores y accesorios de tanques, Skid bombas de transferencia crudo-agua, Skid Scrubber-Ko-Drum y TEA. Asume ruta (Corcel- Villavicencio)
		* Camión 600	1	EA	1	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	Para movilizar el Work-shep. Asume ruta (Corcel -Villavicencio)
TOTAL (COP \$)							\$ 147.680.000	

ANEXO B. Costos asociados a cada etapa de pruebas iniciales de producción. Empleado el Set de equipo móvil propuesto

ETAPA	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE WT PROPUESTO					COMENTARIO
			SOLICITUD		DISP.	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL	
			CANT	UNIDAD	DIAS	(COP\$)	(COP\$)	
Planación y Movilización de Equipos	Verificar disponibilidad de Equipos de Well Testing	SET equipo de superficie para puebas de producción completo propiedad de Petrominerales	1	SET	1	\$ 3.200.000.000	\$ 3.559.300.000	Involucra todos los componentes descritos en el capítulo uno de este trabajo
		Movilización	* Grúa P&H de 70 Ton	1	GLOBAL	1	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
	* Vehículo con semi-remolque tipo cama Baja		7	EA	1	\$ 3.800.000	\$ 26.600.000	P&H para operación de cargue. (Día operativo en Villavicencio)
	* Vehículo con semi-remolque tipo cama Alta		5	EA	1	\$ 1.800.000	\$ 9.000.000	Para movilizar los seis tanques de almacenamiento y el tanque Gun Barrel. Asume ruta (Villavicencio - Corcel)
	* Cabezote para enganchar semi-remolque		6	EA	1	\$ 2.000.000	\$ 12.000.000	Para movilizar: SKID Choke manifold, Skid scrubber, Skid Ko-drum, Skid bombas de transferencia, Skid Flame arrester, Skid TEA, Skid cargadero, Skimmer
								Trailer separator, Trailer generación, Trailer tanque diesel, Trailer caseta laboratorio, Trailer caseta de oficinas-Work-shop, Trailer bota de gas de GB y accesorios
		TOTAL (COP \$)					\$ 3.630.300.000	
ETAPA	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE WT PROPUESTO					COMENTARIO
			SOLICITUD		DISP.	COSTO GLOBAL	SUB-TOTAL	
			CANT	UNIDAD	DIAS	(COP\$)	(COP\$)	
Montaje e Instalación de Equipos	Obras Civiles	* Adecuación área para ubicar equipos	1	GLOBAL	1	\$ 43.500.000	\$ 43.500.000	Involucra la conformación y compactación adecuada del área donde se ubicarán los equipos de superficie para pruebas iniciales de producción. Equipos, mano de Obra y Materiales.
		* Instalar Geo-membrana y construir dique	1	GLOBAL	1	\$ 22.000.000	\$ 22.000.000	Instalación de Geo membrana en área de almacenamiento y construcción de dique tipo metálico. Equipos, mano de Obra y Materiales.
		* Placa de concreto para soportar Gun Barrel	1	GLOBAL	1	\$ 51.400.800	\$ 51.400.800	Placa de concreto para soportar Gun Barrel. (L x A) = 13 x 8 m. Espesor = 0.4 m Doble Malla Q7. Concreto 3.000 PSI. Equipos, mano de Obra y Materiales.
		* Excavación para enterrar línea de producción de Pozo hacia Separador trifásico de prueba.	1	GLOBAL	1	\$ 2.772.000	\$ 2.772.000	Excavación para enterrar línea de producción de Pozo hacia Separador trifásico de prueba de 0.8 m. Equipos, mano de Obra y Materiales.
	Trabajos Eléctricos	* Malla a Tierra	1	GLOBAL	1	\$ 17.080.785	\$ 17.080.785	Instalación de Malla a Tierra en áreas donde se ubicarán los equipos de superficie para pruebas iniciales de producción y A.L.S. Equipos, mano de Obra y Materiales.
		* Aterrizaje de Equipos	1	GLOBAL	1	\$ 110.573.087	\$ 110.573.087	Aterrizaje de Equipos (instalación de puestas a Tierra). Equipos, mano de Obra y Materiales.
	Trabajos Mecánicos	* Instalaciones electricas	1	GLOBAL	1	\$ 110.573.087	\$ 110.573.087	Instalaciones eléctricas desde Generadores hacia tablero de servicios generales de distribución para energizar Bombas de Transferencia, Laboratorio, Oficinas, Iluminación perimetral, compresores. Equipos, mano de Obra y Materiales.
		* Personal contratista para Well Testing para montaje e instalación de Equipos	1	GLOBAL	7	\$ 5.760.000	\$ 40.320.000	Cuadrilla Montaje constituida por: Supervisor, dos operadores y cuatro asistentes de producción
		* Ubicación e instalación. Grúa P&H de 70 Ton	1	GLOBAL	1	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	Movilización / Desmovilización. Asume ruta (El Yopal - Villavicencio - El Yopal)
		* Cuadrilla de soldadura API para Construcción de Línea de producción. Materiales	1	EA	7	\$ 2.800.000	\$ 19.600.000	P&H para operación de montaje de Equipos
							Construcción de línea de producción desde árbol de producción hacia separador de prueba en Tubería de 4 1/2" EJE roscada y soldada con prueba hidrostática. (Asume longitud de 100 Ft; construida en Tubería roscada de 4 1/2" EJE)	
		TOTAL (COP \$)					\$ 340.357.872	
ETAPA	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE WT PROPUESTO					COMENTARIO
			SOLICITUD		DISP.	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL	
			CANT	UNIDAD	DIAS	(COP\$)	(COP\$)	
Pruebas de Producción	Pruebas iniciales de Producción	* Personal Operativo Well Testing	1	GLOBAL	7	\$ 7.470.000	\$ 52.290.000	Cuadrilla Operación constituida por: Supervisor, dos operadores y cuatro asistentes de producción, dos estadígrafos.
		* Materiales y consumibles	1	EA	7	\$ 195.000	\$ 1.365.000	Materiales consumibles como trapo, tela oleofílica, varsol etc.
		TOTAL (COP \$)					\$ 53.655.000	
ETAPA	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE WT PROPUESTO					COMENTARIO
			SOLICITUD		DISP.	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL	
			CANT	UNIDAD	DIAS	(COP\$)	(COP\$)	
Desconexión y desmovilización de Equipos	Desconexión o Rig down	* Personal contratista para WT	1	GLOBAL	5	\$ 5.760.000	\$ 28.800.000	Cuadrilla Desmontaje constituida por: Supervisor, dos operadores y cuatro asistentes de producción
		* Personal de soldadura para corte de Tuberías y recuperación de líneas pre-fabricadas	1	CUADRILLA	5	\$ 2.300.000	\$ 11.500.000	Cuadrilla paillería : Soldador, tres ayudantes equipos y consumibles a todo costo
	Desmovilización	* Grúa P&H de 70 Ton	1	GLOBAL	1	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000	Movilización / Desmovilización. Asume ruta (El Yopal - Corcel - El Yopal)
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Baja	7	EA	1	\$ 3.800.000	\$ 26.600.000	P&H para operación de cargue. (Día operativo en Villavicencio)
		* Vehículo con semi-remolque tipo cama Alta	5	EA	1	\$ 1.800.000	\$ 9.000.000	Para movilizar los seis tanques de almacenamiento y el tanque Gun Barrel. Asume ruta (Corcel - Villavicencio)
		* Cabezote para enganchar semi-remolque	6	EA	1	\$ 2.000.000	\$ 12.000.000	Para movilizar: Skid de bombas y rack de tuberías, Skimmer tank, Skids colectores y accesorios de tanques, Skid bombas de transferencia crudo-agua, Skid Scrubber-Ko-Drum y TEA. Asume ruta (Corcel- Villavicencio)
							Para Movilizar: Separador, cargadero dual, oficina-comedor, Laboratorio, semi-remolque de transporte accesorios GB, Skid Generación-compresión. Asume ruta (Corcel- Villavicencio)	
		TOTAL (COP \$)					\$ 116.900.000	

ANEXO C. Cotización Empresa Transportes Técnicos Petroleros. Etapa de planeación y logística.

TRANSPORTES TECNICOS PETROLEROS S.A.S		
NOMBRE: COTIZACION		
CODIGO: CO – R 01	VERSIÓN: 003 FECHA: Enero de 2012	

Yopal, 24 Abril de 2015.

TTP-0120-15

Señores:
PMG PRODUCCION
Yopal

Ref. Cotización

De acuerdo a su solicitud, presentamos la siguiente cotización:

1) Transporte de Equipo en la ruta Villavicencio - Corcel

Ítem	Equipo	Cant.	Valor/unid	Valor Total
1	Movilización y desmovilización Yopal - Villavicencio - Yopal	1	\$15.000.000	\$15.000.000
2	Día de Trabajo Grúa de 70 Ton	1	\$2.800.000	\$2.800.000
4	Cama Baja Especial	6	\$3.800.000	\$ 22.800.000
5	Cama alta	5	\$ 1.800.000	\$ 9.000.000
6	Cabezote	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
7	C-600	1	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000

Esta tarifa incluye:

- Combustible para el equipo.
- Contamos con equipo y personal calificado y certificado.
- Cama alta para el transporte de Pesas
- Contamos con equipos de modelos 2006 en Adelante.

Si pasados treinta días después de enviar la cotización, no se ha notificado la Aceptación por parte del cliente, se entenderá que no fue aceptada.

Agradecemos la oportunidad de presentar esta propuesta y esperamos se acoja a sus necesidades para contribuir al desarrollo de sus operaciones.

Cordialmente,



ISRAEL AVELLA PRECIADO
Gerente General
gerencia@transtecnicospetroleros.com

ANEXO D. Cotización Empresa Petro Services Company Energy. Suministro de Personal para pruebas iniciales de Producción. Set Convencional



SET CONVENCIONAL DE PRUEBAS DE PRODUCCIÓN

SERVICIO	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	DIAS COTIZADOS				VALOR TOTAL (COP \$)
				ARME	OPERACIÓN	DESARME	TOTAL	
Supervisor de Producción (Turno 12 hrs/Disponible 24 hrs)	EA	1	\$ 1.260.000	20	7	8	35	\$ 44.100.000
Estadígrafo	EA	2	\$ 855.000	0	7	0	14	\$ 11.970.000
Operador de Proceso (Turno 12 hrs)	EA	2	\$ 990.000	20	7	8	70	\$ 69.300.000
Asistente de Producción (Turno 12 hrs)	EA	4	\$ 630.000	20	7	8	140	\$ 88.200.000
								\$ 213.570.000

COSTO ESTIMADO DE CONSUMIBLES POR DÍA PARA LOS DOS SET´S

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO DIA
Trapos	requerido en la operación	\$10,000
Tela Oleofílica	requerido en la operación	\$35,000
Varsol	requerido en la operación	\$50,000
Kit básico de Herramienta	(Juego llaves mixtas, 2 llaves de tubo, llave expansiva, juego destornilladores, alicate, bisturí)	\$40,000
Kolor kut	requerido para la operación	\$5,000
Bidones para muestras	(5 de 1/2gl; 5 de 1gls; 5 de 5 gls)	\$5,000
Kit básico de medición	(2 cintas, TP7, Ladrón)	\$50,000
		COP\$ 195,000

ANEXO E. Cotización Empresa Petro Services Company Energy. Suministro de Personal para pruebas iniciales de Producción. Set de superficie móvil propuesto.



SET PROPUESTO DE PRUEBAS DE PRODUCCIÓN

SERVICIO	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	DIAS COTIZADOS				VALOR TOTAL (COP \$)
				ARME	OPERACIÓN	DESARME	TOTAL	
Supervisor de Producción (Turno 12 hrs/Disponible 24 hrs)	EA	1	\$ 1.260.000	7	7	5	19	\$ 23.940.000
Estadígrafo	EA	2	\$ 855.000	0	7	0	14	\$ 11.970.000
Operador de Proceso (Turno 12 hrs)	EA	2	\$ 990.000	7	7	5	38	\$ 37.620.000
Asistente de Producción (Turno 12 hrs)	EA	4	\$ 630.000	7	7	5	76	\$ 47.880.000
								\$ 121.410.000

COSTO ESTIMADO DE CONSUMIBLES POR DÍA PARA LOS DOS SET'S

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO DIA
Trapos	requerido en la operación	\$10,000
Tela Oleofilica	requerido en la operación	\$35,000
Varsol	requerido en la operación	\$50,000
Kit básico de Herramienta	(Juego llaves mixtas, 2 llaves de tubo, llave expansiva, juego destornilladores, alicate, bisturí)	\$40,000
Kolor kut	requerido para la operación	\$5,000
Bidones para muestras	(5 de 1/2gl; 5 de 1gls; 5 de 5 gls)	\$5,000
Kit básico de medición	(2 cintas, TP7, Ladrón)	\$50,000
		COP\$ 195,000

ANEXO F. Cotización Empresa CSM Ingeniería Ltda. Red de Distribución Eléctrica Equipo de Superficie Convencional



NIT: 830.133.074-7

Item	Cant.	Unidad de Medida	Descripción del Material:	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	1	UNIDAD	TABLERO DE DISTRIBUCION ELECTRICO PARA CAMPAMENTO CON TRANSFORMADOR 440/220	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000
2	200	METROS	CANELETA PARA TENDIDO DE CABLE 6 X30	\$ 20.244	\$ 4.048.800
3	1	UNIDAD	CLAVIJAS Y ACCESORIOS (CINTAS Y AMARRES) DE INSTALACION TABLERO Y ACOMETIDAS	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000
4	2	UNIDAD	SISTEMA DE APANTALLAMIENTO CONTRA DESCARGAS ELECTRICAS	\$ 17.000.000	\$ 34.000.000
5	40	UNIDAD	VARILLA DE COBRE DE 5/8 X 2,40 PARA MALLA A TIERRA	\$ 145.000	\$ 5.800.000
6	400	METRO	CABLE DE COBRE AISLADO CON PVC PARA 600 V CAL 2/0 AWG METROS	\$ 12.560	\$ 5.024.000
7	700	METRO	CABLE DE COBRE ENCAUCHETADO CUADRUPLEX TIPO ST-C AISLADO CON PVC PARA 600 V CAL 1X4X14 AWG METROS	\$ 5.700	\$ 3.990.000
8	1500	METRO	CABLE DE COBRE ENCAUCHETADO CUADRUPLEX TIPO ST-C AISLADO CON PVC PARA 600 V CAL 1X4X12 AWGMETROS	\$ 6.500	\$ 9.750.000
9	1500	METRO	CABLE DE COBRE ENCAUCHETADO CUADRUPLEX TIPO ST-C AISLADO CON PVC PARA 600 V CAL 1X4X10 AWG METROS	\$ 8.100	\$ 12.150.000
10	1200	METRO	CABLE DE COBRE ENCAUCHETADO CUADRUPLEX TIPO ST-C AISLADO CON PVC PARA 600 V CAL 1X4X8 AWG METROS	\$ 11.320	\$ 13.584.000
11	16	UNIDAD	CAJAS DE VENDEO Y DISTRIBUSION	\$ 67.000	\$ 1.072.000
12	16	UNIDAD	LUMINARIAS METAL HALIDE DE 400 WATTS	\$ 700.000	\$ 11.200.000
13	32	UNIDAD	ACOPLES FLEXIVES NEMA 7 DE 1" X 1 METRO	\$ 12.358	\$ 395.456
15	1	GLOBAL	CONTRUCION SOPORTES PARA CAJAS Y BANDEJAS PORTACABLES	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
16	1	GLOBAL	CONSTRUCCION DE CAJAS , TAPAS EL CONCRETO Y ENTRRADA DE DUCTOS	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
17	60	UNIDAD	CORTAFUEGOS DE 1"	\$ 72.000	\$ 4.320.000

Item	Cant.	Unidad de Medida	Descripción del Material:	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
18	60	UNIDAD	UNIVERSALES MACHO HEMBRA DE 1"	\$ 63.000	\$ 3.780.000
19	2	GALONES	PASTA CHICO PARA SELLO CORTAFUEGOS	\$ 80.000	\$ 160.000
20	600	METROS	CABLE UNFILAR NUMERO 10 AWG	\$ 1.200	\$ 720.000
21	30	UNIDAD	TUBOS CONDUIT METALICO DE 1"	\$ 8.200	\$ 246.000
22	30	UNIDAD	CURVAS 90 GRADOS CONDUIT METALICA DE 1"	\$ 2.500	\$ 75.000
23	60	UNIDAD	CONECTOR TERMINAL RECTO DE 1" HEMBRA	\$ 22.000	\$ 1.320.000
24	1	GLOBAL	MARCACION, CINTAS Y AISLANTES	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
25	1	GLOBAL	TORNILLERIA Y ANCLAJES BANDEJAS Y DUCTOS PORTACABLES	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
26	35	UNIDAD	Borna ABB Tipo Tornillo para Cables 20- 6 AWG	\$ 2.514	\$ 87.990
27	60	UNIDAD	Borna ABB Tipo Tornillo para Cables 22- 8 AWG	\$ 2.228	\$ 133.680
28	60	UNIDAD	Borna ABB Tipo Tornillo para Cables 22-12 AWG	\$ 2.050	\$ 123.000
29	60	UNIDAD	BORNA DE PONCHAR ESTAÑADA NO. 1/0 (1 HUECO-BARRIL LARGO) MARCA UTILUX SELLO UL	\$ 3.206	\$ 192.360
30	60	UNIDAD	BORNA DE PONCHAR ESTAÑADA NO. 2 (1 HUECO-BARRIL LARGO) MARCA UTILUX SELLO UL	\$ 2.694	\$ 161.640
31	40	UNIDAD	BORNA DE PONCHAR ESTAÑADA NO. 2/0 (1 HUECO-BARRIL LARGO) MARCA UTILUX SELLO UL	\$ 3.986	\$ 159.440
32	40	UNIDAD	BORNA DE PONCHAR ESTAÑADA NO. 4 (1 HUECO-BARRIL LARGO) MARCA UTILUX SELLO UL	\$ 1.592	\$ 63.680
33	40	UNIDAD	BORNA DE PONCHAR ESTAÑADA NO. 6 (1 HUECO-BARRIL LARGO) MARCA UTILUX SELLO UL	\$ 1.346	\$ 53.840
34	80	UNIDAD	TUBOS DE PVC DE 1" CONDUIT	\$ 3.600	\$ 288.000
35	40	UNIDAD	TUBOS DE PVC DE 2" CONDUIT	\$ 5.200	\$ 208.000
36	30	UNIDAD	TUBOS DE PVC DE 3" CONDUIT	\$ 7.300	\$ 219.000
37	1	UNIDAD	ACCESORIOS TUBERIA PVC	\$ 200.000	\$ 200.000
				\$ 81.473.398	\$ 176.525.886

Item	Cantidad	Unidad de Medida	Descripción del Mano de obra:	VALOR UNIT	VALOR TOTA
1	15	DIA	SUPERVISOR ELECTRICISTA	\$ 320.000	\$ 4.800.000
2	30	DIA	TECNICO ELECTRICISTA	\$ 240.000	\$ 7.200.000
3	30	DIA	AYUDANTES ELECTRICISTAS	\$ 180.000	\$ 5.400.000
4	20	DIA	OBREROS CIVILES	\$ 180.000	\$ 3.600.000
5	1	GLOBAL	EQUIPOS Y MAQUINARIA	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000
				\$ 12.920.000	\$ 33.000.000

TOTAL : Materiales y mano de Obra	\$ 209.525.886
--	-----------------------

COMENTARIOS

- ❖ **El tiempo de ejecución de los trabajos serán 15 días**
- ❖ **Se empleará un supervisor, 2 electricistas , dos ayudantes y dos obreros civiles**
- ❖ **Instalación para facilidad cumpliendo normas RETIE**
- ❖ **Toda acometida se dejará en canaleta o por ductos según la necesidad y el área clasificada donde se encuentren los equipos**
- ❖ **Se construirán cajas de acuerdo a las distancia y los ductos quedaran con reservas para futuras ampliaciones.**

ANEXO G. Cotización Empresa CSM Ingeniería Ltda. Red de Distribución Eléctrica Equipo de Superficie Móvil Propuesto



NIT: 830.133.074-7


Item	Cant.	Unidad de Medida	Descripción del Material:	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	1	UNIDAD	TABLERO DE DISTRIBUCION ELECTRICO PARA CAMPAMENTO CON TRANSFORMADOR 440/220	\$ 32.000.000	\$ 32.000.000
2	30	METROS	CANELETA PARA TENDIDO DE CABLE 6 X30	\$ 20.244	\$ 607.320
3	1	UNIDAD	CLAVIJAS Y ACCESORIOS (CINTAS Y AMARRES) DE INSTALACION TABLERO Y ACOMETIDAS	\$ 2.890.000	\$ 2.890.000
4	2	UNIDAD	SISTEMA DE APANTALLAMIENTO CONTRA DESCARGAS ELECTRICAS	\$ 17.000.000	\$ 34.000.000
5	30	UNIDAD	VARILLA DE COBRE DE 5/8 X 2,40 PARA MALLA A TIERRA	\$ 145.000	\$ 4.350.000
6	80	METRO	CABLE DE COBRE AISLADO CON PVC PARA 600 V CAL 2/0 AWG METROS	\$ 12.560	\$ 1.004.800
7	700	METRO	CABLE DE COBRE ENCAUCHETADO CUADRUPLEX TIPO ST-C AISLADO CON PVC PARA 600 V CAL 1X4X14 AWG METROS	\$ 5.700	\$ 3.990.000
8	1000	METRO	CABLE DE COBRE ENCAUCHETADO CUADRUPLEX TIPO ST-C AISLADO CON PVC PARA 600 V CAL 1X4X12 AWG METROS	\$ 6.500	\$ 6.500.000
9	1000	METRO	CABLE DE COBRE ENCAUCHETADO CUADRUPLEX TIPO ST-C AISLADO CON PVC PARA 600 V CAL 1X4X10 AWG METROS	\$ 8.100	\$ 8.100.000
10	800	METRO	CABLE DE COBRE ENCAUCHETADO CUADRUPLEX TIPO ST-C AISLADO CON PVC PARA 600 V CAL 1X4X8 AWG METROS	\$ 11.320	\$ 9.056.000
11	8	UNIDAD	CAJAS DE VENTEO Y DISTRIBUCION	\$ 67.000	\$ 536.000
12	8	UNIDAD	Luminaria de Metal Halide de 400w Ovoide Fosforado	\$ 700.000	\$ 5.600.000
13	20	UNIDAD	Borna ABB para Tierra Verde-Amarillo MA2.5/5pi	\$ 12.358	\$ 247.160

Item	Cant.	Unidad de Medida	Descripción del Material:	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
14	35	UNIDAD	Borna ABB Tipo Tornillo para Cables 20- 6 AWG	\$ 2.514	\$ 87.990
15	60	UNIDAD	Borna ABB Tipo Tornillo para Cables 22- 8 AWG	\$ 2.228	\$ 133.680
16	60	UNIDAD	Borna ABB Tipo Tornillo para Cables 22-12 AWG	\$ 2.050	\$ 123.000
17	60	UNIDAD	BORNA DE PONCHAR ESTAÑADA NO. 1/0 (1 HUECO-BARRIL LARGO) MARCA UTILUX SELLO UL	\$ 3.206	\$ 192.360
18	60	UNIDAD	BORNA DE PONCHAR ESTAÑADA NO. 2 (1 HUECO-BARRIL LARGO) MARCA UTILUX SELLO UL	\$ 2.694	\$ 161.640
19	40	UNIDAD	BORNA DE PONCHAR ESTAÑADA NO. 2/0 (1 HUECO-BARRIL LARGO) MARCA UTILUX SELLO UL	\$ 3.986	\$ 159.440
20	40	UNIDAD	BORNA DE PONCHAR ESTAÑADA NO. 4 (1 HUECO-BARRIL LARGO) MARCA UTILUX SELLO UL	\$ 1.592	\$ 63.680
21	40	UNIDAD	BORNA DE PONCHAR ESTAÑADA NO. 6 (1 HUECO-BARRIL LARGO) MARCA UTILUX SELLO UL	\$ 1.346	\$ 53.840
22	60	UNIDAD	TUBOS DE PVC DE 1" CONDUIT	\$ 3.600	\$ 216.000
23	30	UNIDAD	TUBOS DE PVC DE 2" CONDUIT	\$ 5.200	\$ 156.000
24	10	UNIDAD	TUBOS DE PVC DE 3" CONDUIT	\$ 7.300	\$ 73.000
25	1	UNIDAD	ACCESORIOS TUBERIA PVC	\$ 271.962	\$ 271.962
				\$ 53.186.460	\$ 110.573.872
Item	Cantidad	Unidad de Medida	Descripción del Mano de obra:	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	8	DIA	SUPERVISOR ELECTRICISTA	\$ 320.000	\$ 2.560.000
2	16	DIA	TECNICO ELECTRICISTA	\$ 240.000	\$ 3.840.000
3	16	DIA	AYUDANTES ELECTRICISTAS	\$ 180.000	\$ 2.880.000
4	10	DIA	OBREROS CIVILES	\$ 180.000	\$ 1.800.000
5	1	GLOBAL	EQUIPOS Y MAQUINARIA	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000
				\$ 6.920.000	\$ 17.080.000
TOTAL : Materiales y mano de Obra					\$ 127.653.872


COMENTARIOS

- ❖ El tiempo de ejecución de los trabajos serán 8 días
- ❖ Se utilizara un supervisor, 2 electricistas, dos ayudantes y dos obreros civiles
- ❖ Instalación para facilidad temprana y temporal
- ❖ Solo estará en canaleta el cableado de los generadores al tablero
- ❖ Solo estará protegido por ductos el cableado encauchetado en zonas de peligro a que se dañe
- ❖ No habrá parciales ni ductos para el cableado de distribución a equipos, casetas ni alumbrado perimetral

ANEXO H. Cotización Empresa MONTEC M&V S.A.S. Trabajos Metalmecánicos conexión de Equipos de superficie para Set convencional de Pruebas de Producción.

		Fecha: 15.09.2013		Versión: 01		Código: CR.FT01	
		OFERTA ECONOMICA 00099					
COSTOS ASOCIADOS A TRABAJOS METALMECÁNICOS ETAPA DE CONSTRUCCIÓN PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN EMPLEADO SET DE EQUIPOS DE SUPERFICIE CONVENCIONALES							
Fecha de emisión: 02 Mayo de 2015				Lugar de presentación: Campo Corce A			
ITEM	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE WT PROPUESTO					DESCRIPCION DEL PROCESO A EJECUTAR
		SOLICITUD		DISP.	COSTO GLOBAL	SUB-TOTAL	
		CANT	UNIDAD	DIAS	(COPS)	(COPS)	
1	Construcción de línea de producción desde árbol de producción hacia separador de prueba en Tubería de 4 1/2" E.L.E roscada y soldada con prueba hidrostática. (Asume longitud de 100 Ft (30 metros; construida en Tubería roscada de 4 1/2" E.L.E)	1	CUADRILLA	3	\$ 3.800.000	\$ 11.400.000	Suministro Cuadrilla de soldadura API, (incluye 2 ayudantes tecnicos, soldador api/asma, tubero 1A, aparejador certificado, motosoldador, camioneta 4x4 diesel, camion grua de 8 toneladas, consumibles varios. para Construcción de Linea de producción.
		11,2	M2	2	\$ 126.000	\$ 1.411.200	Preparación de Superficie Desnuda, Aplicación Recubrimiento Tuberías Enterradas.
		1	GLOBAL	1	\$ 5.300.000	\$ 5.300.000	Prueba hidrostática a 500 PSL duracion 3 horas, incluye suministro de equipos certificados, agua baja las especificaciones del contratista para la prueba, la disposcion se realizara en piscinas de tratamiento de las locaciones.
2	Construcción de líneas soldadas para interconexión de equipos de superficie: Tanques de almacenamiento, Gun Barrel, Tanques, Skimmer, Separador, Scrubber, Ko-drum, flame arrestor, TEA. Incluyendo Materiales (En tubería de 4" SCH-40, accesorios, Tee's, Bridas de 4" ANSI 150, esparragos, Flexitáticos etc. Válvulas de Bola de 4" ANSI 150 etc. De acuerdo a montaje típico de Petrominerales)	1	CUADRILLA	40	\$ 3.800.000	\$ 152.000.000	Suministro Cuadrilla de soldadura API, (incluye 2 ayudantes tecnicos, soldador api/asma, tubero 1A, aparejador certificado, motosoldador, camioneta 4x4 diesel, camion grua de 8 toneladas, consumibles varios. para construir líneas de Interconexión de componentes del SET de WT. Materiales
		200	M2	15	\$ 132.000	\$ 26.400.000	Preparación de Superficie Desnuda, Aplicación Recubrimiento Tuberías aereas, incluye indentificación de líneas y flujo.
		3200	KG	15	\$ 9.800	\$ 31.360.000	Estructura metalica- soporteria metalica en general, incluye suministro material estructural.
3	Construcción de líneas soldadas para interconexión de equipos de superficie: Tanques de almacenamiento, Gun Barrel, Tanques, Skimmer, Separador, Scrubber, Ko-drum, flame arrestor, TEA. Incluyendo Materiales (En tubería de 4" SCH-40, accesorios, Tee's, Bridas de 4" ANSI 150, esparragos, Flexitáticos etc. Válvulas de Bola de 4" ANSI 150 etc. De acuerdo a montaje típico de Petrominerales)	1	GLOBAL	1	\$ 16.500.000	\$ 16.500.000	Prueba hidrostática a 500 PSL duracion 3 horas, incluye suministro de equipos certificados, agua baja las especificaciones del contratista para la prueba, la disposcion se realizara en piscinas de tratamiento de las locaciones.
		1	GLOBAL	1	\$ 6.500.000	\$ 6.500.000	Ensayos no destructivos, gammagrafia al 20% del sistema
		1	GLOBAL	1	\$ 250.000.000	\$ 250.000.000	Reembolsable, suministro de material mecanico.
4	Construcción de líneas de diesel desde tanque a filtros y Generadores. Incluye materiales (En tubería de 2" SCH-40, bridas, esparragos, Flexitáticos de acuerdo a típico solicitado por Petrominerales)	1	CUADRILLA	5	\$ 3.800.000	\$ 19.000.000	Suministro Cuadrilla de soldadura API, (incluye 2 ayudantes tecnicos, soldador api/asma, tubero 1A, aparejador certificado, motosoldador, camioneta 4x4 diesel, camion grua de 8 toneladas, consumibles varios. para Construcción de Líneas para combustible. Materiales
		12	M2	5	\$ 132.000	\$ 1.584.000	Preparación de Superficie Desnuda, Aplicación Recubrimiento Tuberías aereas, incluye indentificación de líneas y flujo.
		100	KG	5	\$ 9.800	\$ 980.000	Estructura metalica- soporteria metalica en general, incluye suministro material estructural.
		1	GLOBAL	1	\$ 22.450.000	\$ 22.450.000	Reembolsable, suministro de material mecanico.
5	Construcción de líneas de succión de bombas de transferencia y de descarga a recirculación o cargadero Dual. Incluye materiales (En tubería de 4" SCH-40, accesorios, Tee's, Bridas de 4" ANSI 150, esparragos, Flexitáticos etc. Válvulas de Bola de 4" ANSI 150, Filtros e Yee, válvulas cheque de 4" ANSI 150 etc. De acuerdo a montaje típico de Petrominerales)	1	CUADRILLA	5	\$ 3.800.000	\$ 19.000.000	Suministro Cuadrilla de soldadura API, (incluye 2 ayudantes tecnicos, soldador api/asma, tubero 1A, aparejador certificado, motosoldador, camioneta 4x4 diesel, camion grua de 8 toneladas, consumibles varios. para Construcción de Líneas de succión y descarga de Bombas. Materiales
		10	M2	5	\$ 132.000	\$ 1.320.000	Preparación de Superficie Desnuda, Aplicación Recubrimiento Tuberías aereas, incluye indentificación de líneas y flujo.
6	Construcción de líneas de succión de bombas de transferencia y de descarga a recirculación o cargadero Dual. Incluye materiales (En tubería de 4" SCH-40, accesorios, Tee's, Bridas de 4" ANSI 150, esparragos, Flexitáticos etc. Válvulas de Bola de 4" ANSI 150, Filtros e Yee, válvulas cheque de 4" ANSI 150 etc. De acuerdo a montaje típico de Petrominerales)	120	KG	5	\$ 9.800	\$ 1.176.000	Estructura metalica- soporteria metalica en general, incluye suministro material estructural.
		1	GLOBAL	1	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	Ensayos no destructivos, gammagrafia al 20% del sistema
		1	GLOBAL	1	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000	Reembolsable, suministro de material mecanico.
7	Instalación de Estructura de cargadero Dual. Chazos autopercorante tipo Hilly a placa existente de 3/4" de acuerdo a montaje típico de Petrominerales.	1	CUADRILLA	4	\$ 3.800.000	\$ 15.200.000	* Cuadrilla de paleria para instalación de Cargadero Dual. Materiales
8	* Personal de soldadura para corte de Tuberías y recuperación de líneas pre-fabricadas	1	CUADRILLA	8	\$ 2.300.000	\$ 18.400.000	Cuadrilla paleria : Soldador, tres ayudantes equipos y consumibles a todo costo para liberar set de well testing armado y alistarlo para su movilización, no incluye suministro de camion grua
SUB -TOTAL						\$ 636.781.200	
ADMINISTRACION						10%	\$ 63.678.120
IMPREVISTOS						4%	\$ 25.471.248
UTILIDAD						4%	\$ 25.471.248
COSTO TOTAL ANTES DE IVA						\$ 751.401.816	
IVA ANTE LA UTILIDAD						16%	\$ 4.075.400
COSTO TOTAL						\$ 755.477.216	

ANEXO I. Cotización Empresa MONTEC M&V S.A.S. Trabajos Metalmecánicos Conexión de Equipos de superficie para Set móvil propuesto de Pruebas de Producción.


 <p>MONTEC M&V S.A.S Montajes, Estructuras y Construcciones M&V S.A.S NIT: 900 402 442 - 2 - Reg. Común</p>	Fecha: 15.09.2013	Versión: 01	Código: CR.FT01
	OFERTA ECONOMICA 00098		
	COSTOS ASOCIADOS A TRABAJOS METALMECÁNICOS ETAPA DE CONSTRUCCIÓN PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN EMPLEADO SET DE EQUIPOS DE SUPERFICIE PROPUESTO		
	Fecha de emisión: 02 Mayo de 2015	Lugar de presentación: Campo Corce A	

ITEM	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE WT PROPUESTO				DESCRIPCION DEL RPOCESO A EJECUTAR	
		SOLICITUD		DISP.	COSTO GLOBAL		SUB-TOTAL
		CANT	UNIDAD	DIAS	(COP\$)		(COP\$)
1	Construcción de línea de producción desde árbol de producción hacia separador de prueba en Tubería de 4 1/2" EUE roscada y soldada con prueba hidrostática. (Asume longitud de 100 Ft (30 metros; construida en Tubería roscada de 4 1/2" EUE)	1	CUADRILLA	3	\$ 3.800.000	\$ 11.400.000	Suministro Cuadrilla de soldadura API, (incluye 2 ayudantes tecnicos, soldador api/asme, tubero 1A, aparejador certificado, motosoldador, camioneta 4x4 diesel, camion grua de 8 toneladas, consumibles varios. para Construcción de Linea de producción.
		11,2	M2	2	\$ 126.000	\$ 1.411.200	Preparación de Superficie Desnuda, Aplicación Recubrimiento Tuberías Enterradas.
		1	GLOBAL	1	\$ 5.300.000	\$ 5.300.000	Prueba hidrostática a 500 PSI, duración 3 horas, incluye suministro de equipos certificados, agua baja las especificaciones del contratista para la prueba, la disposición se realizara en piscinas de tratamiento de las locaciones.
2	* Personal de soldadura para corte de Tuberías y recuperación de líneas pre-fabricadas	1	CUADRILLA	5	\$ 2.300.000	\$ 11.500.000	Cuadrilla pailería : Soldador, tres ayudantes equipos y consumibles a todo costo para liberar set de well testing armado y alistarlo para su movilización, no incluye suministro de camion grua
SUB -TOTAL						\$ 29.611.200	
ADMINISTRACION						10% \$ 2.961.120	
IMPREVISTOS						4% \$ 1.184.448	
UTILIDAD						4% \$ 1.184.448	
COSTO TOTAL ANTES DE IVA						\$ 34.941.216	
IVA ANTE LA UTILIDAD						16% \$ 189.512	
COSTO TOTAL						\$ 35.130.728	

ANEXO J. COTIZACIÓN EMPRESA COBISS S.A.S. Obras civiles para Set de Equipo de superficie Convencional

		Fecha: 13.08.2014		Versión: 01		Código: COB.FT01	
		OFERTA ECONOMICA 00013					
		COSTOS ASOCIADOS A TRABAJOS DE OBRAS CIVILES ETAPA DE CONSTRUCCIÓN PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN EMPLEADO SET DE EQUIPOS DE SUPERFICIE CONVENCIONALES					
		Fecha de emisión: 05 Mayo de 2015			Lugar de presentación: Campo Corce A		
ITEM	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE WT PROPUESTO					DESCRIPCION DEL RPOCESO A EJECUTAR
		SOLICITUD		DISP.	COSTO GLOBAL	SUB-TOTAL	
		CANT	UNIDAD	DIAS	(COP\$)	(COP\$)	
1	* Adecuación área para ubicar equipos	1	GLOBAL	1	\$ 43.500.000	\$ 43.500.000	Involucra la conformación y compactación adecuada del área donde se ubicarán los equipos de superficie para pruebas iniciales de producción. Equipos, mano de Obra y Materiales. 41m X 20 m
2	*Instalar Geo-membrana y construir dique	1	GLOBAL	1	\$ 22.000.000	\$ 22.000.000	Instalación de Geo membrana en área de almacenamiento y construcción de dique tipo metálico. Equipos, mano de Obra y Materiales. Incluye Geomembrana y diques metálicos
3	* Placa de concreto para soportar Gun Barrel	42	M3	3	\$ 1.050.000	\$ 44.100.000	Placa de concreto para soportar Gun Barrel. (L x A) = 13 x 8 m. Espesor = 0.4 m Concreto 3.000 PSI. Equipos, mano de Obra y Materiales, incluye localización y replanteo.
		973,4	m2	1	\$ 7.500	\$ 7.300.800	Doble Malla Q7
4	* Placa de concreto para cargadero Dual	1,2	M3	2	\$ 1.050.000	\$ 1.260.000	Placa de concreto para soportar estructura de Cargadero Dual. (L x A) = 3 x 2 m Espesor = 0.2 m, Concreto 3.000 PSI. Equipos, mano de Obra y Materiales, incluye localización y replanteo.
		42,24	m2	1	\$ 7.500	\$ 316.800	Doble Malla Q6.
5	* Placa de concreto y dique para ubicación de TEA	1	GLOBAL	1	\$ 10.400.000	\$ 10.400.000	Placa de concreto y dique para ubicación de TEA. (L x A) = 4 x 4 m, contruidos en forma circular con un radio (r = 2 m). Espesor = 0.1m, Sencilla Malla Q3. Concreto 1.500 PSI. Mampostería Perimetral: H= 0.3 mts para su dique. Equipos, mano de Obra y Materiales.
6	* Dique para Tanque de Combustible	1	GLOBAL	5	\$ 16.500.000	\$ 16.500.000	Dique para Tanque de Combustible tipo metálico. Equipos, mano de Obra y Materiales estructurales, limpieza y recubrimiento estructural.
7	* Excavación para enterrar línea de producción de Pozo hacia Separador trifásico de prueba.	25,2	M3	2	\$ 110.000	\$ 2.772.000	Excavación mecanica para enterrar línea de producción de Pozo hacia Separador trifásico de prueba de 1.2*0.6*35 metro aproximadamente, (incluye suministro de arena de rio para proteccion de la tubería, Equipos, mano de Obra y Materiales).
8	*Placa de concreto para Separador de Prueba	1	GLOBAL	1	\$ 8.750.000	\$ 8.750.000	Placa de concreto para ubicación de Separador de prueba L x A = 4 x 10 m, Espesor = 0.1m, Sencilla Malla Q3. Concreto 1.500 PSI. Equipos, mano de Obra y Materiales.
9	*Placa de concreto y dique para Scrubber	1	GLOBAL	1	\$ 5.800.000	\$ 5.800.000	Placa de concreto y dique para ubicación de Scrubber de prueba L x A = 4 x 4 m, Espesor = 0.1m, Sencilla Malla Q3. Concreto 1.500 PSI. Equipos, mano de Obra y Materiales.
10	*Placa de concreto y dique para Ko-Drum	1	GLOBAL	1	\$ 11.200.000	\$ 11.200.000	Placa de concreto y dique para ubicación de Ko Drum de prueba L x A = 4 x 10 m, Espesor = 0.1m, Sencilla Malla Q3. Concreto 1.500 PSI. Equipos, mano de Obra y Materiales.
SUB -TOTAL						\$ 173.899.600	
ADMINISTRACION						10%	\$ 17.389.960
IMPREVISTOS						4%	\$ 6.955.984
UTILIDAD						4%	\$ 6.955.984
COSTO TOTAL ANTES DE IVA						\$ 205.201.528	
IVA ANTE LA UTILIDAD						16%	\$ 1.112.957
COSTO TOTAL						\$ 206.314.485	

ANEXO K. Cotización Empresa COBISS S.A.S. Obras civiles para Set móvil de Equipo de superficie Propuesto

	Fecha: 13.08.2014	Versión: 01	Código: COB.FT01				
	OFERTA ECONOMICA 00012						
	COSTOS ASOCIADOS A TRABAJOS DE OBRAS CIVILES ETAPA DE CONSTRUCCIÓN PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN EMPLEADO SET DE EQUIPOS DE SUPERFICIE PROPUESTO						
	Fecha de emisión: 05 Mayo de 2015	Lugar de presentación: Campo Corce A					
ITEM	RECURSOS INVOLUCRADOS	EQUIPO DE SUPERFICIE WT PROPUESTO					DESCRIPCION DEL PROCESO A EJECUTAR
		SOLICITUD		DISP.	COSTO GLOBAL	SUB-TOTAL	
		CANT	UNIDAD	DIAS	(COP\$)	(COP\$)	
1	* Adecuación área para ubicar equipos	1	GLOBAL	1	\$ 43.500.000	\$ 43.500.000	Involucra la conformación y compactación adecuada del área donde se ubicarán los equipos de superficie para pruebas iniciales de producción. Equipos, mano de Obra y Materiales. 41m X 20 m
2	*Instalar Geo-membrana y construir dique	1	GLOBAL	1	\$ 22.000.000	\$ 22.000.000	Instalación de Geo membrana en área de almacenamiento y construcción de dique tipo metálico. Equipos, mano de Obra y Materiales. Incluye Geomembrana y diques metálicos
3	* Placa de concreto para soportar Gun Barrel	42	M3	3	\$ 1.050.000	\$ 44.100.000	Placa de concreto para soportar Gun Barrel. (L x A) = 13 x 8 m. Espesor = 0.4 m Concreto 3.000 PSI. Equipos, mano de Obra y Materiales, incluye localización y
		973,4	m2	1	\$ 7.500	\$ 7.300.800	Doble Malla Q7
4	* Excavación para enterrar línea de producción de Pozo hacia Separador trifásico de prueba.	25,2	M3	2	\$ 110.000	\$ 2.772.000	Excavación mecánica para enterrar línea de producción de Pozo hacia Separador trifásico de prueba de 1.2*0.6*35 metro aproximadamente, (incluye suministro de arena de río para protección de la tubería, Equipos, mano de Obra y Materiales).
SUB -TOTAL						\$ 119.672.800	
ADMINISTRACION						10%	\$ 11.967.280
IMPREVISTOS						4%	\$ 4.786.912
UTILIDAD						4%	\$ 4.786.912
COSTO TOTAL ANTES DE IVA							\$ 141.213.904
IVA ANTE LA UTILIDAD						16%	\$ 765.906
COSTO TOTAL							\$ 141.979.810

ANEXO L. Cotización Empresa CHR. Equipos Set Convencional para pruebas de Producción



CHR CONSTRUCCION & SERVICIOS SAS

Oficina Principal: Cra 123 N° 12 A 21 FONTIBÓN

Tels: (571)3115116046

Correo: suiz@chr.com.co

CANTIDAD	UNIDAD	EQUIPO DE SUPERFICIE PARA PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN	
		Componentes Convencionales	COSTO (\$ COP)
1	EA	Choke manifold 3 1/8" x 5000. Entrada y salida tipo union de golpe de 4" Fig 602, choke positivo y choke ajustable resistente a la abrasión mínimo 2", 5 válvulas tipo compuerta mínimo de 3 1/8" x 5000 psi (una de bypass), juego de chokes positivos, punto para monitoreo de presión aguas arriba y debe contar con un kit mínimo de repuestos para los chokes (sillas de choke fijo y ajustable, vastagos, o' ring, etc) y las válvulas (o' ring, internos, ring joint, etc).	\$ 96.000.000
150	FT	Tubería tipo unión de golpe de 4" Figura 602. Incluye la tubería y accesorios: codos, cross-overs, bridas, válvulas, tee, reducciones, y demás requerimientos para conectar desde la cabeza del pozo hasta el choke manifold.	\$ 127.500.000
1	EA	Ko-Drum. (Caudal 2 MMscfd de gas). ANSI 150, con sistema de instrumentación completo (Manometro, termometro y alarma alto nivel), control neumático de nivel de liquido y drenaje automatico hacia proceso, visor de vidrio tipo Penberthy. Incluye: Alarma de nivel neumatico LCV by pass de equipo , Válvulas de Bola.	\$ 100.000.000
1	EA	Scrubber. (Caudal 2 MMscfd de gas). ANSI 150, con sistema de instrumentación completo (Manometro, termometro, indicador presión diferencial en el demister y alarma alto nivel), control neumático de nivel de liquido y drenaje automatico hacia sumidero, visor de vidrio tipo Penberthy, incluye PSV. Incluye: Alarma de nivel sonora , Bypass de equipo y Válvulas Bola.	\$ 55.000.000
1	EA	Flame arrestor. De 4" con bridas ANSI 150 Marca Enardo U.S.A.	\$ 38.000.000
1	EA	TEA. Incluye anclajes, Capacidad para manejo hasta de 2 MMscfd. Armable en secciones hasta una altura de 15 metros. Sistema eléctrico de ignición y manual. Sistema de drenaje.	\$ 65.000.000
2	EA	Bombas inyección o dosificación química. Para Inyección de productos en cabeza de pozo y proceso. Debe incluir accesorio Inyector para instalar en la tubería. Accesorios para succión y descarga: conectores, válvulas, cheques, válvula. Bombas electricas para área Clase 1 división 1 y 2, máxima presión de inyección 500 Psi. Las instalaciones electricas deben cumplir con RETIE y la clasificación del área. Adicional Incluye: Válvulas Aguja, Tanque Químico, Check Valve, Estructura y Conexiones.	\$ 18.000.000
1	EA	Estructura Cargadero dual (crudo y Agua). Con dos brazos articulados (escualizables) de cargue independiente, sistema de protección de caidas, sistema de aterrizaje de tracto mulas, techo e iluminación interna anti-explotión. Adicional Incluye: Estructura, Brazos Articulados, Aterrizaje, Linea de Vida, Iluminacion Explotion proof, Conexión Electrica, Shelter.	\$ 56.000.000
2	EA	Pararrayos. Incluye el pararrayos con punta tipo ionizante, poste de izamiento, cableado Debe especificarse el área de apantallamiento. Incluye: vientos, muertos, base metalica. Indicando Cobertura y Forma de istalacion	\$ 35.000.000
4	EA	Bombas Centrifugas para cargue de agua y crudo. Para manejo de agua y crudos intermedios y livianos (20 API - 41 API). Bombas que cumplan con la norma API 610, con motor eléctrico anti-explotión y conexión electrica de acuerdo a la clasificación del área donde se vaya a instalar (Clase 1, división 1 o 2, etc), Con tablero on-off y contactor arranque y parada, rele térmico, con arrancador suave. Las instalaciones electricas deben cumplir con RETIE. Debe contar con sistema de arranque local y/o remoto de acuerdo a las necesidades operacionales, manómetros de presión succión y descarga, filtro y tomamuestras. Las bombas deben incluir 50 mts de cable para alimentación eléctrica y venir instaladas sobre un skid tipo petrolero. Adicional Incluye: Válvulas Bola , VÁlvula check , Filtro Y Strai, Manómetro , Válvulas Aguja y demás accesorios necesarios para su instalación.	\$ 136.000.000
2	EA	Compresor tipo Pitón de 52 CFM. Suministro de aire para instrumentación de los equipos y consumo de bombas neumaticas.	\$ 6.800.000

CANTIDAD	UNIDAD	EQUIPO DE SUPERFICIE PARA PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN	
		Componentes Convencionales	COSTO (\$ COP)
2	EA	Generadores eléctricos de 150 KVA con motor a diesel. cabinas de insonorización. Incluye cableado para conexión a tableros y alimentación de equipos. Debe contar con opción de sincronismo manual y automático.	\$ 250.000.000
1	EA	Tablero de servicios Generales montado sobre Skid petro transformador de 75 KVA. construido dentro de un Cofre tipo Nema 4 con salidas de 220 y 110 VAC de 16 y 32 AMP y salidas de 440 VAC de 16, 32, 63 AMP.	\$ 42.000.000
1	EA	Separador de Prueba trifasico (Caudal 5.000 bfpd y 3 MMscfd). ANSI 150, control de interfases automático, válvulas de seguridad (PSV), registrador de presión barton, sistema medición de gas (platina de orificio), medidores masico/volumetrico para crudo y agua, visores de vidrio tipo Penberthy, entrada y salidas de líquido en 6", alarma de alto nivel y alta presión	\$ 300.000.000
1	EA	Caseta Laboratorio. Con dos camaras extractoras de vapores (Karl Fisher y manipulación de químicos) , extractores de aire, aire acondicionado, mesas de trabajo (una exclusiva para el karl fisher, lava-platos, cajones organizadores, escritorio y silla. Debe contar con dos puertas de acceso (principal y emergencia), cada una con chapa antipánico y brazo hidráulico. Con detector de humo. Mínimo de 30 pies de largo por 9 pies de ancho.	\$ 100.000.000
1	EA	Caseta Oficina-comedor: Dos oficinas dotadas cada una con escritorios, 3 sillas giratorias ergonómicas, aire acondicionado (12.000 btu, mini split), tres archivadores de pared, un pizarron de 1.2 x 0,8 metros, chapa antipánico y brazo hudráulico, ventana con persiana y black out, un baño (inodoro, lavamanos, gabinete espejo, y extractor de olores) capacidad para 2 puestos de trabajo mínimo. Casetas con menos de 2 años de uso y en buen estado. Debe tener detector de humo. Dimensiones: 40 pies de largo por 9 pies de ancho.	\$ 98.000.000
1	EA	Skimmer Tank: con tres compartimentos separados por compuertas con toma-muestras en cada compartimento, bomba para retiro de crudo a proceso , válvulas de corte, alarmas por alto, alto-alto y bajo nivel. Entrada y salida mínimo en 4"	\$ 120.000.000
6	EA	Tanque de almacenamiento cilíndrico Hz. Con hach de medición de 80 / 90 cm, escotilla de medición y cuello de ganso. Con placa de indentificación del producto, tag, capacidad y altura de referencia. Incluye cuatro válvulas de bola (entrada, salida, recirculacion y drenaje), Entrada y salida de liquido mínimo en 4" Incluye sistema de alarma sonora de alto nivel	\$ 270.000.000
1	EA	Tanque de almacenamiento para combustible: de 10000 Gln Con hach de medición de 80 / 90 cm, escotilla de medición y cuello de ganso. Con placa de indentificación del producto, tag, capacidad y altura de referencia. Incluye cuatro válvulas de bola (entrada, salida, recirculacion y drenaje), Entrada y salida de liquido mínimo en 4" Incluye sistema de alarma sonora de alto nivel Filtros tipo canastilla a entrada y salida	\$ 65.000.000
1	EA	Gun Barrel: Con serpiente de calentamiento interno, ubicado a la altura de la entrada, alarma por alto nivel, con visores y toma-muestras en cada anillo. Dotado con sistema de instrumentación para control de interfase y sus respectivas válvulas de control y by pass. Entrada y salida de mínimo 4", salida de agua en 4" .	\$ 130.000.000
1	EA	Work-shop caseta de 20 ft reformada con estanteria para soportar herramientas y materiales. Y tablero para organizar herramientas	\$ 85.000.000
TOTAL			\$ 2.193.300.000,00

ANEXO M. Cotización Empresa CHR. Set equipo de superficie móvil propuesto para pruebas de Producción



CHR CONSTRUCCION & SERVICIOS SAS

Oficina Principal: Cra 123 N° 12 A 21

Tels: (571)311511 6046

Correo: srviz@chr.com.co

EQUIPO DE SUPERFICIE MOVIL PROPUESTO PARA PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN			
CANT	Componentes Sugeridos	DESCRIPCION	COP \$
1	Skid Choke Manifold	<p>Un Choke manifold 3 1/8" x 5000. Entrada y salida tipo union de golpe de 4" Fig 602, choke positivo y choke ajustable resistente a la abrasión mínimo 2", 5 válvulas tipo compuerta mínimo de 3 1/8" x 5000 psi (una de bypass), juego de chokes positivos, punto para monitoreo de presión aguas arriba y debe contar con un kit mínimo de repuestos para los chokes (sillas de choke fijo y ajustable, vastagos, o' ring, etc) y las valvulas (o' ring, internos, ring joint, etc).</p> <p>Dos Bombas inyección o dosificación química. Para Inyección de productos en cabeza de pozo y proceso. Debe incluir accesorio inyector para instalar en la tubería. Accesorios para succión y descarga: conectores, válvulas, cheques, válvula. Bombas electricas para área Clase 1 división 1 y 2, máxima presión de inyección 500 Psi. Las instalaciones electricas deben cumplir con RETIE y la clasificación del área. Adicional Incluye: Válvulas Aguja, Tanque Químico, Check Valve, Estructura y Conexiones.</p> <p>Un Data header aguas aguas debajo de choke manifold tipo unión de Golpe de 4" Figuras 602 y 206 respectivamente Incluye la tubería y accesorios: codos, cross-overs, bridas, válvulas, tee, reducciones, y demás requerimientos para conectar desde la cabeza del pozo hasta el choke manifold.</p> <p>Dos Canastas sobre skid para guardar accesorios.</p> <p>Soportería para choke manifold y accesorios. Así como para instalación de Switch de presión marca Murpy</p>	\$ 276.500.000
1	Trailer Separador de prueba	cama- baja para ser movilizado por un tractocamión. Provisto de escaleras de acceso a plataforma, barandas abatibles y cajas metálicas para guardar accesorios	\$ 355.000.000
1	Skid Scrubber	Un Scrubber. con bomba neumática para recirculación de condensados. Consiste en el diseño de un skid sobre el cual será instalado el Scrubber con sus accesorios y by-pass de equipo pre-armado. Provisto de una caja donde guardarán sus accesorios tales como visor de nivel, PSV (pressure, safety valve), espárragos, flexitálicos, LCV, switch por alto nivel y alarma. Adicionalmente el skid vendrá diseñado con su dique para la retención de fugas o derrames con su respectivo ducto de drenaje de aguas lluvias. Este skid evitaría la construcción de placa y diques.	\$ 85.000.000
1	Skid Ko-Drum	Un Ko drum.con bomba para recirculación de condensados. Consiste en el diseño de un skid sobre el cual será instalado el Ko-Drum con sus accesorios y by-pass de equipo pre-armado. Provisto de una caja donde guardarán sus accesorios tales como visor de nivel, PSV (pressure, safety valve), espárragos, flexitálicos, switch por alto nivel y alarma. Adicionalmente el skid vendrá diseñado con su dique para la retención de fugas o derrames con su respectivo ducto de drenaje de aguas lluvias. Este skid evitaría la construcción de placa y diques. Así como agilizaría la instalación de este componente y evitaría la pérdida de sus accesorios entre proyectos	\$ 130.000.000
1	Skid Flame arrestor y by pass	Consiste en instalar el flame arrestor sobre un skid o soporte junto con su respectivo by-pass el cual de forma análoga también tendrá un flame arrestor de back-up para seguridad del proceso.	\$ 53.000.000
1	Skid TEA	Las conexiones quedarán en tubería tipo unión de golpe que le permitá su rápida conexión a la línea de gas que proviene del ko-drum.	
1	Skid TEA	TEA convencional pero seccionda en dos partes de 9 m de longitud cada una previamente acopladas mediante una visgra para su posterior acople mediante unión bridada . Su sistema de izaje puede construirse mediante un sistema de poleas y se instalará sobre un skid provisto de dique para la retención de fugas.	\$ 93.000.000

EQUIPO DE SUPERFICIE MOVIL PROPUESTO PARA PRUEBAS INICIALES DE PRODUCCIÓN			
CANT	Componentes Sugeridos	DESCRIPCION	COP \$
1	Skid Bombas de transferencia	Skid cuatro Bombas de trasferencia. Consiste en la instalación de las bombas centrífugas para el cargue de crudo y para cargue de agua en un mismo Skid o soporte junto con sus arrancadores suaves, y cable suficiente para su conexión hasta el tablero de servicios generales, también se trasportarán pre-armadas las líneas de succión con sus filtros, y las líneas de descarga con sus respectivas válvulas cheque y toma-muestras así como accesorios para monitorear la presión de descarga. Adicionalmente el skid vendrá diseñado con su dique para la retención de fugas o derrames durante la operación o mantenimiento; provisto con su respectivo ducto de drenaje de aguas lluvias.	\$ 179.000.000
1	Trailer Tanque de diesel	Trailerización tanque de diesel con capacidad para 5000 Gln con filtros tipo canasta en succión y descarga de tanque. Montado sobre trailer para ser movido con tractocamión. Provisto de dique para contener posibles fugas.	\$ 120.000.000
1	Trailer cargadero Dual	Trailerización cargadero dual crudo y/o Agua en sección estructura, brazos de cargue y shelter según diseño sugerido.	\$ 206.000.000
1	Skid tipo Rack de tuberías y accesorios	diseñar y construir un rack para el transporte y movilización de tubería que como se ha visto a lo largo de este trabajo es el más práctico para la conexión mecánica de los componentes que hacen parte del equipo de superficie para pruebas de producción. Tubería tipo unión de golpe de 4" figuras 602 200 Ft Tubería tipo unión de golpe de 4" figuras 206 2000 Ft	\$ 45.000.000
1	Trailer Generación, compresión	Semi-remolque tipo cama alta con los siguientes equipos según diseño: Dos Generadores eléctricos de 150 KVA con motor a diesel. cabinas de insonorización. Incluye cableado para conexión a tableros y alimentación de equipos. Debe contar con opción de sincronismo manual y automático. Do Compresores tipo Ptón de 52 CFM. Suministro de aire para instrumentación de los equipos y consumo de bombas neumaticas. Un Tablero de servicios Generales montado sobre Skid petro transformador de 75 KVA. construido dentro de un Cofre tipo Nema 4 con salidas de 220 y 110 VAC de 16 y 32 AMP y salidas de 440 VAC de 16, 32, 63 AMP.	\$ 363.800.000
1	Trailer Casetas tipo Oficina-comedor	Semi-remolque tipo cama alta con caseta tipo oficinas-comedor . Oficinas dotadas cada una con escritorios, 3 sillas giratorias ergonómicas, aire acondicionado (12.000 btu, mini split), tres archivadores de pared, un pizarron de 1.2 x 0,8 metros, chapa antipánico y brazo hidráulico, ventana con persiana y black out, un baño (inodoro, lavamanos, gabinete espejo, y extractor de olores) capacidad para 2 puestos de trabajo mínimo. Casetas con menos de 2 años de uso y en buen estado. Debe tener detector de humo. Dimensiones: 40 pies de largo por 9 pies de ancho.	\$ 165.000.000
1	Trailer Casetas tipo laboratorio-Workshop	Semi-remolque tipo cama alta. con laboratorio provisto con: dos camaras extractoras de vapores (Karl Fisher y manipulación de químicos) , extractores de aire, aire acondicionado, mesas de trabajo (una exclusiva para el karl fisher, lava-platos, cajones organizadores, escritorio y silla. Debe contar con dos puertas de acceso (principal y emergencia), cada una con chapa antipánico y brazo hidráulico. Con detector de humo. de 40 Ft de largo por 9 pies de ancho. Con work shop	\$ 163.000.000
6	Tanques de almacenamiento	Tanque de almacenamiento cilindrico Hz. Con hach de medición de 80 / 90 cm, escotilla de medición y cuello de ganso. Con placa de indentificación del producto, tag, capacidad y altura de referencia. Incluye cuatro válvulas de bola (entrada, salida, recirculacion y drenaje), Entrada y salidá de liquido mínimo en 4" Incluye sistema de alarma sonora de alto nivel	\$ 270.000.000
1	Gun Barrel	Gun Barrel: Con serpiente de calentamiento interno, ubicado a la altura de la entrada, alarma por alto nivel, con visores y toma-muestras en cada anillo. Dotado con sistema de instrumentación para control de interfase y sus respectivas válvulas de control y by pass. Entrada y salida de mínimo 4", salida de agua en 4" .	\$ 195.000.000
1	Skimmer Tank	Skimmer Tank: con tres compartimentos separados por compuertas con toma-muestras en cada compartimento, bomba para retro de crudo a proceso , válvulas de corte, alarmas por alto, alto-alto y bajo nivel. Entrada y salida mínimo en 4"	\$ 270.000.000
3000	Tubería baja	Tubería tipo unión de golpe de 4" Figura 206. Para líneas de flujo, interconexión de equipos, colectores de tanques, líneas de recirculación, líneas de cargadero, líneas de manejo de agua, líneas de transferencia, etc. Tubería tipo unión de golpe de 4" Figura 206. Incluye la tubería y accesorios: valvulas, codos, tee, reducciones, bridas, empaques, esparragos.	\$ 555.000.000
2	Pararrayos	Pararrayos. Incluye el pararrayos con punta tipo ionizante, poste de izamiento, cableado Debe especificarse el área de apantallamiento. Incluye: vientos, muertos, base metálica. Indicando Cobertura y Forma de istalacion	\$ 35.000.000
TOTAL			\$ 3.559.300.000,00