

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y PETRÓLEOS

**APLICACIÓN DE ESTÁNDARES API EN LA INSPECCIÓN,
MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL
SISTEMA DE LEVANTAMIENTO, EN UNA TORRE DE
PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS, PARA DETERMINAR
SU CONDICIÓN DE OPERATIVIDAD**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN
PETRÓLEOS**

LEYDI JACKELINE JIMÉNEZ RIVERA
leydi.jmenez@ymaill.com

DIRECTOR: ING. GEOVANNY ÁLVAREZ G. MBA
geovanny.alva.64@gmail.com

Quito, Diciembre 2014

DECLARACIÓN

Yo, Leydi Jackeline Jiménez Rivera, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Leydi Jackeline Jiménez Rivera

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Leydi Jackeline Jiménez Rivera, bajo mi supervisión.

Ing. Geovanny Álvarez Guadalupe. MBA.

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Mi primer agradecimiento es a **DIOS TODO PODEROSO** y a la **SANTA VIRGEN MARÍA** por haberme dado una existencia saludable y mucha fortaleza necesaria para terminar este trabajo y salir siempre adelante pese a las todas las dificultades que se dieron en el camino. Millones de gracias por iluminar mi camino y cada paso de mi vida.

Un agradecimiento muy especial a mis adorados PADRES, a mi padre GERMÁN BOLÍVAR JIMÉNEZ SALAZAR y a mi madre DOLLY RIVERA CORREA, que han dado sentido a mi vida y que siempre están en mi corazón, ya que pase lo que pase tengo su amor y apoyo incondicional para seguir adelante. Todo lo que soy es un triunfo de ellos. Que Dios los cuide y bendiga siempre. “LOS AMO...”

Un agradecimiento Súper Especial a Marquito y Luchito, para mis dos personas incondicionales y excelentes que Dios puso en mi camino, compañeros y amigos, que siempre creyeron en mí, y que me han apoyado en situaciones buenas y adversas de la vida, con un cariño especial y absoluto. Los quiero mucho...

De manera especial, sincera y con infinito agradecimiento a mi tutor y amigo, Ingeniero Geovanny Álvarez, por su orientación y dirección en la elaboración del presente proyecto de titulación, y por su generosidad al compartir su capacidad y experiencia profesional científica, fundamentales para una feliz culminación de este trabajo. Por su esfuerzo, paciencia y motivación ha logrado en mí poder culminar mis estudios con éxito. Mil gracias a usted Ingeniero una excelente persona...

Al Ingeniero Guillermo Ortega y al Ingeniero Francisco Paz, docentes de la Escuela Politécnica Nacional, dos personas excelentes que ayudaron y aportaron con sus conocimientos en la elaboración de este proyecto.

Agradezco a las excelentes personas que forman la empresa Tuscany 117, por el apoyo brindado y los conocimientos impartidos durante mi estadía en ésta.

Al ingeniero Antonio Proaño, docente de la Escuela Politécnica Nacional por su visión de muchos aspectos de la vida diaria, por su orientación y consejos que contribuyeron en mi formación como profesional.

Y a la Escuela Politécnica Nacional, en especial a la Facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos a su cuerpo Docente.

“El agradecimiento es la memoria del corazón”

Leydi Jackeline Jiménez Rivera

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios y la Virgen María, que dieron paz y amor a mi ser, A la vida por enseñarme que hay que aprender a vivirla, aunque existan desengaños, tristeza, maldad y envidia en las personas que nos rodean...Hay personas buenas y que la felicidad se logra y está siempre en nosotros.

A mi padre Germán Bolívar Jiménez Salazar, mi gran ejemplo en la vida un hombre bueno, justo, leal, honesto, responsable, afectivo, con un gran corazón y espíritu; y sobre todo un excelente padre. Por haberme apoyado y siempre haber confiado en mí.

A mi madre por cada una de las lágrimas, risas y todas las experiencias vividas con ella, han sido para mí un ejemplo de amor y paciencia.

A mí que con mi gran esfuerzo y dedicación he logrado por fin alcanzar mi anhelo y gran sueño, la finalización de este proyecto de titulación y llegar a ser una Ingeniera, que una vez pensé era imposible hoy se hace realidad.

A ti amor, porque pasaste a mi lado buenos y malos momentos, por tus consejos y enseñanza que he aprendido de ti, gracias por todo tu apoyo incondicional.

A los Ingenieros de la Escuela Politécnica Nacional que me enseñaron que el camino es difícil pero no imposible de lograr nuestros sueños y anhelos en la vida.

Leydi Jackeline Jiménez Rivera

CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN.....	II
CONTENIDO.....	VI
RESUMEN	XXI
PRESENTACIÓN	XXIII
1 CAPÍTULO 1	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 TORRE DE PERFORACIÓN	1
1.3 TIPOS DE EQUIPOS DE PERFORACIÓN.....	4
1.3.1 TORRES DE PERFORACIÓN EN TIERRA	4
1.3.2 EQUIPOS SUMERGIBLES	5
1.3.3 PLATAFORMAS FIJAS EN EL MAR	8
1.3.4 EQUIPOS SEMI-SUMERGIBLES	9
1.3.5 BARCOS DE PERFORACIÓN	10
1.4 ESPECIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE PERFORACIÓN	11
1.5 COMPONENTES DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN	12
1.5.1 EQUIPO DE ROTACIÓN.....	13
1.5.2 SISTEMA DE CIRCULACIÓN	17
1.5.3 EQUIPO DE CONTROL DE PRESIONES	23
1.5.4 SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA	28
1.5.5 SISTEMA DE LEVANTAMIENTO.....	30
2 CAPÍTULO 2	44
2.1 INTRODUCCIÓN	44
2.2 PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y RE- MANUFACTURA DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO. API PRÁCTICAS RECOMENDADAS 8B SEXTA EDICIÓN, DICIEMBRE 1997	45
2.2.1 EQUIPOS DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO	45
2.2.2 DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS	47
2.2.3 CALIFICACIÓN DEL PERSONAL	47
2.2.4 DOCUMENTACIÓN	47
2.2.5 DEFINICIONES	48
2.2.6 INSPECCIÓN	50
2.2.7 MANTENIMIENTO	53
2.2.8 REPARACIÓN.....	54
2.2.9 REMANUFACTURA.....	55
2.2.10 REGISTROS.....	56
2.3 ESPECIFICACIÓN DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO PARA PERFORACIÓN Y PRODUCCIÓN. API ESPECIFICACIÓN 8A DÉCIMO TERCERA EDICIÓN, DICIEMBRE 1997	56
2.3.1 ALCANCE.....	56
2.3.2 CALIFICACIÓN DE DISEÑO Y PRUEBAS.....	59
2.3.3 ELEVADORES.....	64
2.3.4 SWIVEL ROTATORIO.....	64
2.3.5 POLEAS DEL BLOQUE DE LEVANTAMIENTO	65

2.4 PRÁCTICAS RECOMENDADAS EN LA APLICACIÓN, CUIDADO Y USO DEL CABLE. API PRÁCTICAS RECOMENDADAS 9B DÉCIMA EDICIÓN, JUNIO 1999.....	69
2.4.1. ALCANCE.....	69
2.4.2 USO Y CUIDADO DEL CABLE.....	69
2.4.3 USO Y CUIDADO DE CAMPO DEL CABLE.....	69
2.4.4 CUIDADO DEL CABLE EN SERVICIO	71
2.4.5 AGARRADERAS.....	73
2.4.6 EVALUACIÓN DE LA LÍNEA DE PERFORACIÓN.....	75
2.5 PRÁCTICAS RECOMENDADAS EN EL USO Y PROCEDIMIENTOS PARA INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO, Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE PERFORACIÓN Y SERVICIOS DE POZO. API PRÁCTICAS RECOMENDADAS 4G TERCERA EDICIÓN, ABRIL 2014.	84
2.5.1 ALCANCE.....	84
2.5.2 MODIFICACIÓN Y REPARACIÓN ESTRUCTURAL.....	84
2.5.3 INSPECCIÓN Y REEMPLAZO DE LÍNEAS DE LEVANTAMIENTO.	85
2.5.4 INSPECCIONES ESTRUCTURALES PERIÓDICAS.....	86
2.6 ESPECIFICACIÓN DEL CABLE DE PERFORACIÓN. ESPECIFICACIÓN API 9A, TWENTY-FOURTH EDITION, JUNIO, 1995.....	87
2.6.1 ALCANCE.....	87
2.6.2 MATERIALES.....	88
2.6.3 PROPIEDADES Y PRUEBAS PARA EL CABLE DE PERFORACIÓN	92
2.6.4 REQUERIMIENTOS TENSILES DE UN ALAMBRE INDIVIDUAL.....	93
2.6.5 REQUERIMIENTOS DE TORSIÓN PARA ALAMBRES INDIVIDUALES	94
2.6.6 REQUERIMIENTOS DE ESFUERZO NOMINAL PARA ALAMBRE	96
2.6.7 MANUFACTURA Y TOLERANCIAS.....	109
2.6.8 LÍMITES DE TOLERANCIA	111
2.6.9 MARCADO Y EMPACADO.....	114
2.6.10 INSPECCIÓN O RECHAZO	115
2.7 ESPECIFICACIÓN PARA EQUIPO DE LEVANTAMIENTO DE PERFORACIÓN Y PRODUCCIÓN. (PSL1 Y PSL2) API SPECIFICATION 8C TERCERA EDICIÓN, DICIEMBRE 1997.	125
2.7.1. ALCANCE.....	125
2.7.2 NORMAS DE REFERENCIA.....	127
2.7.3 DEFINICIONES	127
2.7.4 DISEÑO	130
2.7.5 CLASIFICACIÓN DE TAMAÑOS DESIGNADOS.....	132
2.7.6 CLASIFICACIÓN.....	133
2.7.7 BASES CAPACIDAD DE CARGA.....	133
2.7.8 FACTOR SEGURIDAD DE DISEÑO.....	134
2.7.9 RESISTENCIA AL CORTE	135
2.7.10 EQUIPO ESPECIFICADO.....	135
2.7.11 DOCUMENTACIÓN DE DISEÑO	135
2.7.12 PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE DISEÑO.....	135
2.7.13 PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS	136
2.7.14 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA CARGA.....	137
2.7.15 REQUERIMIENTOS DE MATERIALES.....	138
2.7.16 PROPIEDADES MECÁNICAS.....	139
2.7.17 CALIFICACIÓN DEL MATERIAL.....	140
2.7.18 FABRICACIÓN.....	142
2.7.19 CONTROL DE CALIDAD	142

2.7.20 CALIFICACIONES DEL PERSONAL DE CONTROL DE CALIDAD.....	143
2.7.21 MEDICIÓN Y PRUEBAS DE EQUIPO.....	144
2.7.22 EXAMINACIÓN NO DESTRUCTIVA DE SUELDAS	146
2.7.23 FABRICACIÓN DE LA SUELDA	146
2.7.24 VERIFICACIÓN DIMENSIONAL	147
2.7.25 COMPROBACIÓN DE LA CARGA DE PRUEBA	147
2.7.26 EQUIPO	148
2.7.27 BLOQUES VIAJEROS.....	149
2.7.28 CLASIFICACIÓN DEL OJO ABIERTO DEL GANCHO EL BLOQUE VIAJERO.....	150
2.7.29 GANCHOS DE PERFORACION.....	151
2.7.30 BRAZOS ELEVADORES	151
2.7.31 ELEVADORES.....	151
2.7.3.2 SWIVEL ROTATORIOS.....	156
2.7.33 SWIVEL DE LA CONEXIÓN DE CUELLO DE GANSO	157
2.7.34 MARCAJE.....	158
2.7.35 DOCUMENTACIÓN	159
3 CAPÍTULO 3.....	161
3.1 INTRODUCCIÓN	161
3.2 VERIFICACIONES DE CALIDAD DE MATERIALES Y DISEÑO	162
3.3 SISTEMA DE LEVANTAMIENTO.....	162
3.3.1 SUB ESTRUCTURA, MÁSTIL Y COMPONENTES	164
3.3.2 WINCHES NEUMÁTICOS	174
3.3.3 SISTEMA DEL TOP DRIVE.....	177
3.3.4 MANEJO DE TUBULARES.....	178
3.3.5 SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DEL CONJUNTO BOP	181
3.3.6 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE UNIDADES ELECTRÓGENAS.....	183
3.3.7 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO	183
3.3.8 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE CAMPERS	184
3.3.9 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE TANQUES DE DIÉSEL.....	185
3.3.10 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN.	185
3.3.11 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE TALLERES Y BODEGAS.....	189
3.3.12 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE CANASTAS DE TUBULARES Y SUSTITUTOS	190
3.3.13 HERRAMIENTAS DE SOPORTE (CUÑAS, GRAPAS, SPIDERS).....	190
3.3.14 HERRAMIENTAS ACCESORIO.....	191
3.3.15 EQUIPOS DE LEVANTAMIENTO DE PERSONAL.....	192
3.3.16 EQUIPOS DE IZAMIENTO Y HERRAMIENTAS	196
3.3.17 MALACATE.....	203
3.3.18 DISCO DE FRENO DEL MALACATE.....	203
3.3.19 OREJAS DE ENGANCHE PARA SUBIR EL MALACATE.....	204
3.3.20 OREJAS DE ANCLAJE DEL MALACATE.....	204
4 CAPÍTULO 4.....	206
4.1 INTRODUCCIÓN	206
4.2 VERIFICACIÓN CON BASE EN LA NORMA API 8B: PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y RE-MANUFACTURA DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO. API PRÁCTICAS RECOMENDADAS 8B SEXTA EDICIÓN, DICIEMBRE 1997.....	207

4.2.1	FORMATO PARA LA VERIFICACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO.....	207
4.2.2	VERIFICACIÓN PARA LA INSPECCIÓN.....	211
4.2.3	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO.....	212
4.2.4	VERIFICACIÓN EN LA REPARACIÓN.....	213
4.2.5	VERIFICACIÓN EN LA RE MANUFACTURA.....	214
4.3	VERIFICACIÓN CON BASE EN LA NORMA API ESPECIFICACIÓN 8A DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO PARA PERFORACIÓN Y PRODUCCIÓN, DÉCIMO TERCERA EDICIÓN, DICIEMBRE 1997.....	217
4.4	VERIFICACIÓN CON BASE EN LA NORMA API 9B: PRÁCTICAS RECOMENDADAS EN LA APLICACIÓN, CUIDADO Y USO DEL CABLE. API PRÁCTICAS RECOMENDADAS 9B DÉCIMA EDICIÓN, JUNIO 1999.....	223
4.5	VERIFICACIÓN CON BASE EN LA NORMA API 4G: PRÁCTICAS RECOMENDADAS EN EL USO Y PROCEDIMIENTOS PARA INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO, Y REPARACIÓN DE PERFORACIÓN Y ESTRUCTURAS. API PRÁCTICAS RECOMENDADAS 4G TERCERA EDICIÓN, ABRIL 2014.....	230
4.6	VERIFICACIÓN CON BASE EN LA NORMA API 9A: ESPECIFICACIÓN DEL CABLE DE PERFORACIÓN. ESPECIFICACIÓN API 9A, TWENTY-FOURTH EDITION, JUNIO, 1995.....	233
4.7	VERIFICACIÓN CON BASE EN LA NORMA API 8C: ESPECIFICACIÓN PARA EQUIPO DE LEVANTAMIENTO DE PERFORACIÓN Y PRODUCCIÓN. (PSL1 Y PSL2) API SPECIFICATION 8C TERCERA EDICIÓN, DICIEMBRE 1997.....	238
5	CAPÍTULO 5.....	261
5.1	INTRODUCCIÓN.....	261
5.2	ANÁLISIS TÉCNICOS.....	261
5.2.1	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.....	262
5.2.3	ULTRASONIDOS (UL).....	263
5.2.4	PROCEDIMIENTOS DE LA INSPECCIÓN.....	264
5.3	OFERTA TÉCNICA REGIONAL.....	264
5.3.1	SINDES.....	265
5.3.2	MAQUINARIAS Y SERVICIOS PETROLEROS MAUISERPE CIA. LTDA.....	268
5.3.3	LEÓN CABLES CIA. LTDA.....	271
5.3.4	VERIFTEST.....	272
5.3.5	INNODES CIA. LTDA.....	273
5.3.6	BUREAU CERTIFICATION & INSPECTION.....	280
5.4	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	288
5.4.1	OFERTAS-PROFORMAS DE SERVICIOS.....	288
5.4.2	GASTO REALIZADO POR TUSCANY.....	299
5.4.3	ANALISIS ECONÓMICO.....	299
5.4.4	OFERTAS TÉCNICAS ECONÓMICAS.....	300
6	CAPÍTULO 6.....	302
6.1	CONCLUSIONES.....	302
6.2	RECOMENDACIONES.....	307
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	310
	ANEXOS.....	315

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1- CARACTERÍSTICAS DEL MÁSTIL	3
TABLA 1.2- CARACTERÍSTICAS DE LA SUBESTRUCTURA	3
TABLA 1.3- CARACTERÍSTICAS DEL TOP DRIVE	16
TABLA 1.4- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS BOMBAS DE LODO.....	19
TABLA 1.5- CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES DE LAS BOMBAS	20
TABLA 1.6- LÍNEAS DE ALTA PRESIÓN DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN	21
TABLA 1.7- CARACTERÍSTICAS DEL STAND PIPE	22
TABLA 1.8- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BOP	24
TABLA 1.9- CARACTERÍSTICAS DEL MALACATE	33
TABLA 1.10- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BLOQUE CORONA.....	34
TABLA 1.11- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BLOQUE VIAJERO	35
TABLA 1.12- CARACTERÍSTICAS DEL GANCHO.....	36
TABLA 1.13- GANCHO	37
TABLA 1.14- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS ELEVADORES DE TUBULARES DE PERFORACIÓN.....	37
TABLA 1.15- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CUÑAS.....	38
TABLA 1.16- TOLERANCIA DE DIÁMETROS EN CABLE DE ACERO	42
TABLA 1.17- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CABLE DE PERFORACIÓN	42
TABLA 2.1- FRECUENCIAS Y CATEGORÍAS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS Y MANTENIMIENTO	52
TABLA 2.2- FACTOR DE DISEÑO.....	60
TABLA 2.3- RADIO DE LA RANURA PARA POLEAS NUEVAS Y REACONDICIONADAS.....	67
TABLA 2.4- TAMAÑO TÍPICOS Y CONSTRUCCIONES DE CABLE DE ALAMBRE PARA SERVICIOS PETROLÍFEROS.....	71
TABLA 2.5- PESO DEL RECUBRIMIENTO DE ZINC PARA CABLE DE PERFORACIÓN GALVANIZADO	89
TABLA 2.6- PROPIEDADES MECÁNICAS DE CABLES DE ALAMBRES INDIVIDUALES DESPUÉS DE LA FABRICACIÓN.....	90
TABLA 2.7- PROPIEDADES MECÁNICAS DE CABLES INDIVIDUALES ANTES DE LA FABRICACIÓN	91
TABLA 2.8- APLICACIONES DE PRUEBAS DE TENSIÓN Y TORSIÓN	95
TABLA 2.9- 6x7 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRES, BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO DE FIBRA.....	98
TABLA 2.10- 6x19 Y 6x37 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRES, BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO DE FIBRA.....	99
TABLA 2.11- 6x19 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRES, BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRES.....	100
TABLA 2.12- 6x37 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRES, BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRES.....	101

TABLA 2.13- 6x61 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRES, BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMNBRES 103

TABLA 2.14- 6x91 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRES, BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMNBRES 104

TABLA 2.15- 8x19 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRE BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRES 105

TABLA 2.16- 18x7 CONSTRUCCIÓN DE CABLE DE ALAMBRES BRILLANTE O ALAMBRE GALAVANIZADO ESTIRADO, NÚCLEO DE FIBRA..... 106

TABLA 2.17- 19x7 CONSTRUCCIÓN DE CABLE DE ALAMBRES BRILLANTES O ALAMBRES GALVANIZADOS-ESTIRADOS CON NÚCLEO DE HEBRA DE ALAMBRES 107

TABLA 2.18- 19x25 “B”, 6x27 “H”, 6x30 “G”, 6x31 “V” CONSTRUCCIÓN DE HEBRAS APLANADAS DE CABLE DE ALAMBRES BRILLANTE O ALAMBRES ESTIRADOS CON NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRES 108

TABLA 2.19- 6 X 91 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRE SIN RECUBRIMIENTO O GALVANIZADO- ESTIRADO, CON NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRE 112

TABLA 2.20- CONSTRUCCIÓN DE CLASIFICACIONES 6x19, 6x37, y 6x61 CON NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRE 124

TABLA 2.21- CLASIFICACIÓN DE TAMAÑO DE CARGAS..... 133

TABLA 2.22- CAPACIDAD DE CARGA..... 134

TABLA 2.23- FACTORES DE AJUSTE PARA SUB TAMAÑOS DE IMPACTOS DE ESPECÍMENES 140

TABLA 2.24- REQUERIMIENTOS DE ELOGACIÓN 140

TABLA 2.25- PSL 1..... 145

TABLA 2.26- PSL 2..... 146

TABLA 2.27- ELEVADORES DE DRILL PIPE BORES 152

TABLA 2.28- RECOMENDACIONES DEL RADIO DE CONTACTO SUPERFICIAL DE LAS HERRAMIENTAS DEL HOISTING (PULGADAS)..... 153

TABLA 2.29- RECOMENDACIONES DEL RADIO DE CONTATO SUPERFICIAL DE HERRAMIENTAS DE HOISTING (mm)..... 154

TABLA 3.1- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DEL ADAPTADOR PARA LEVANTAMIENTO 165

TABLA 3.2- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE LOS PINES SOPORTES DE LA SUB ESTRUCTURA 166

TABLA 3.3- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE LOS PAD EYES DE IZAJE DERECHO-IZQUIERDO 166

TABLA 3.4- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE LOS SOCKETS DEL CABLE PARA LEVANTAR EL MÁSTIL Y COMPONENTES DEL MÁSTIL..... 167

TABLA 3.5- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DEL ENCUELLADERO 168

TABLA 3.6- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE LA REPISA 169

TABLA 3.7- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE LOS CABLE DE LA SUBESTRUCTURA.....	169
TABLA 3.8- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE LOS CABLES PARA IZAR DE 67 MM.....	170
TABLA 3.9- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN LOS SOCKETS DE LOS CABLES DE LA SUBESTRUCTURA.....	171
TABLA 3.10- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL SOPORTE.....	171
TABLA 3.11- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL ANCLA DE LA LÍNEA MUERTA.....	172
TABLA 3.12- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL MAIN RIDER.....	173
TABLA 3.13- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE ESCAPE.....	173
TABLA 3.14- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE ESCAPE.....	174
TABLA 3.15- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE ESCAPE.....	175
TABLA 3.16- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL WINCHE #1.....	176
TABLA 3.17- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL WINCHE #2.....	176
TABLA 3.18- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL WINCHE #2.....	176
TABLA 3.19- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS RIELES GUÍAS DEL TOP DRIVE.....	177
TABLA 3.20- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS RIELES GUÍAS DEL TOP DRIVE.....	178
TABLA 3.21- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE ELEVADORES MANUALES.....	179
TABLA 3.22- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE GRAPAS DE SEGURIDAD ..	179
TABLA 3.23- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS ADAPTADORES PARA TUBULARES.....	180
TABLA 3.24- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS ADAPTADORES PARA TUBULARES.....	181
TABLA 3.25- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS CABLES DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DEL CONJUNTO BOP.....	182
TABLA 3.26- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS PAD EYES DEL BOP ...	182
TABLA 3.27- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES.....	183
TABLA 3.28- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE BOMBEO.....	184
TABLA 3.29- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE CAMPERS.....	184
TABLA 3.30- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE TANQUES DE DIÉSEL.....	185
TABLA 3.31- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LOS TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN SERIE 13/80 bls.....	186
TABLA 3.32- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LOS TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN SERIE 12, 112 bls.....	186
TABLA 3.33- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LOS TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN SERIE 11, 10/112 BLS.....	187
TABLA 3.34- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LOS TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN SERIE 9-8/112 BLS Y SERIE 7, 6, 5, 4 /112.....	187

TABLA 3.35- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LOS TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN SERIE 3, 2, 1 / 112 BLS.....	188
TABLA 3.36- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LOS TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN SERIE 12/ 112 BLS	188
TABLA 3.37- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DEL TANQUE DE VIAJE.....	188
TABLA 3.38- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE LOS TALLERES.....	189
TABLA 3.39- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE LOS BODEGAS	189
TABLA 3.40- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE CANASTAS DE TUBULARES Y SUSTITUTOS.....	190
TABLA 3.41- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL SWIVEL	191
TABLA 3.42- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL TECLE	191
TABLA 3.43- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE GRILLETES Y CABLE DEL RIG.....	192
TABLA 3.44- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOLDADURA DE LOS PUNTOS DE SOPORTE DEL MAIN RAIDER.....	193
TABLA 3.45- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE PUNTOS DE SOPORTE DEL MAIN RIDER.....	193
TABLA 3.46- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS PUNTOS DE SOPORTE DEL MAIN RIDER.....	194
TABLA 3.47- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL SOPORTE DE RETRÁCTIL DEL ENCUELLADERO	195
TABLA 3.48- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA CANASTA DE LEVANTAMIENTO PERSONAL	195
TABLA 3.49- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA CORONA	196
TABLA 3.50- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LAS TDS DEL TOP DRIVE ..	197
TABLA 3.51- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA U DE IZAJE	197
TABLA 3.52- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL PAD EYE DEL BLOQUE VIAJERO.....	198
TABLA 3.53- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA POLEA ECUALIZADORA	199
TABLA 3.54- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL MALACATE	199
TABLA 3.55- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL ELEVADOR DE 5 ¼".....	200
TABLA 3.56- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL ELEVADOR 5"	201
TABLA 3.57- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA CUÑA PARA DP 5 1/2" ..	201
TABLA 3.58- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA CUÑA PARA 3 ½"	202
TABLA 3.59- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA CUÑA PARA DRILL COLLAR.....	202
TABLA 3.60- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL MALACATE	203
TABLA 3.61- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL FRENO DEL MALACATE ...	204
TABLA 3.62- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DEL MALACATE.....	204
TABLA 3.63- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LAS OREJAS DE ANCLAJE DEL MALACATE	205

TABLA 4.1 - LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO.....	208
TABLA 4.2- LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA INSPECCIÓN.....	211
TABLA 4.3- LISTAS DE VERIFICACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO.....	213
TABLA 4.4- LISTA DE VERIFICACIÓN EN LA REPARACIÓN.....	214
TABLA 4.5- LISTA DE VERIFICACIÓN EN LA RE-MANUFACTURA.....	215
TABLA 4.6- FRECUENCIAS Y CATEGORÍAS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS Y MANTENIMIENTO	216
TABLA 4.7- LISTA DE VERIFICACIÓN EN BASE A LA NORMA API 8A	217
TABLA 4.8- LISTA DE VERIFICACIÓN NORMA API 9B	223
TABLA 4.9- LISTA DE VERIFICACIÓN NORMA API 4G	230
TABLA 4.10- LISTA DE VERIFICACIÓN NORMA API 9A	233
TABLA 4.11- LISTA DE VERIFICACIÓN DE NORMA API 8C	238
TABLA 5.1- DATOS DE LA EMPRESA SINDES	266
TABLA 5.2- DATOS DE LA EMPRESA MAQUINARIAS Y SERVICIOS PETROLEROS MAQUISERPE CI. LTDA.....	270
TABLA 5.3- DATOS DE LA EMPRESAN LEÓN CABLES CIA LTDA	272
TABLA 5.4- DATOS DE LA EMPRESA VERIFTEST	273
TABLA 5.5- DATOS DE LA EMPRESA INNODES CIA LTDA.....	279
TABLA 5.6- DATOS DE LA EMPRESA BIREAU CERTIFICATION & INSPECTION	287
TABLA 5.7- PROFORMA DE LA EMPRESA LEÓN CABLES.....	293
TABLA 5.8- OFERTAS DE SERVICIOS DE INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN	301
TABLA 6.1- PERIODICIDAD DE REVISIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LEVANTAMIENTO DEL RIG 117	309

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1- TORRE DE PERFORACIÓN.....	2
FIGURA 1.2- MÁSTIL	4
FIGURA 1.3- EQUIPO DE TIERRA FIRME-TALADRO DE PERFORACIÓN.....	5
FIGURA 1.4- BARCAZAS	6
FIGURA 1.5- PLATAFORMA DE COLUMNAS PLEGABLES.....	7
FIGURA 1.6- PLATAFORMA FIJA CON BARCO DE APOYO	8
FIGURA 1.7- EQUIPO SEMI-SUMERGIBLE.....	10
FIGURA 1.8- BARCO DE PERFORACIÓN	11
FIGURA 1.9- EQUIPO DE ROTACIÓN	13
FIGURA 1.10- TOP DRIVE SYSTEM	14
FIGURA 1.11- MESA ROTATORIA.....	15
FIGURA 1.12- UNIDAD DE TOP DRIVE.....	16
FIGURA 1.13- TOP DRIVE.....	17
FIGURA 1.14- CIRCUITO O CICLO DEL LODO	17
FIGURA 1.15- SISTEMA DE CIRCULACIÓN.....	18
FIGURA 1.16- BOMBA DE LODO.....	20
FIGURA 1.17- MOTOR DE LA BOMBA DE LODO	20
FIGURA 1.18- LÍNEAS DE ALTA PRESIÓN	21
FIGURA 1.19- STAND PIPE.....	22
FIGURA 1.20- CONJUNTO BOP.....	25
FIGURA 1.21 ACUMULADOR DE PRESIÓN.....	26
FIGURA 1.22- ESTRANGULADOR REMOTO.....	27
FIGURA 1.23- CONJUNTO BOP.....	28
FIGURA 1.24- MOTOR A COMBUSTIÓN INTERNA Y GENERADOR	29
FIGURA 1.25- COMPONENTES DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO	30
FIGURA 1.26- SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DEL TALADRO DE PERFORACIÓN...	32
FIGURA 1.27- MALACATE.....	34
FIGURA 1.28- BLOQUE CORONA.....	35
FIGURA 1.29- BLOQUE VIAJERO.....	36
FIGURA 1.30- ELEVADORES DE TUBULARES DE PERFORACIÓN.....	38
FIGURA 1.31- CUÑAS	39
FIGURA 1.32- GRUPO 6x7	40
FIGURA 1.33- GRUPO 6x19.....	40
FIGURA 1.34- GRUPO 6x37	41
FIGURA 1.35- CABLE DE PERFORACIÓN	43
FIGURA 2.1- CONEXIONES DEL SWIVEL ROTATORIO	65
FIGURA 2.2- RANURA DE LA POLEA.....	66
FIGURA 2.3- SURCOS DE POLEA	68
FIGURA 2.4- COLOCACIÓN DE UNA AGARRADERA EN UN CABLE	75
FIGURA 2.5- PESO EFECTIVO DE LA TUBERÍA EN EL FLUIDO DE PERFORACIÓN	82
FIGURA 2.6- PESO EFECTIVO DE LOS DRILL COLLARS EN EL FLUIDO DE PERFORACIÓN	83

FIGURA 2.7-. COMPARACIÓN DE CAPAS DE UN TÍPICO CABLE DE ALAMBRE.	113
FIGURA 2.8- MEDIDA DE DIÁMETRO	113
FIGURA 2.9- HEBRA COMPACTADA IWRC 6x26 WARRINGTON	116
FIGURA 2.10.- HEBRA COMPACTADA DE CABLE DE ALAMBRE IWRC 8x26 WARRINGTON.....	116
FIGURA 2.11- HEBRA DE CABLE DE ALAMBRE COMPACTADO 19x19 WARRINGTON.....	116
FIGURA 2.12- 3x19 SELLO COMPACTADO (ESTAMPADO)	117
FIGURA 2.13- 3x19 SELLO COMPACTADO	117
FIGURA 2.14- CABLE DE ALAMBRE RECUBIERTO CON PLÁSTICO	117
FIGURA 2.15- CABLE DE ALAMBRE RELLENADO CON PLÁSTICO 6X25.....	118
FIGURA 2.16- CABLE DE ALAMBRE IWRC AISLADO CON PLÁSTICO	118
FIGURA 2.17- CLASIFICACIÓN 6x7 FC.....	118
FIGURA 2.18- 6x19 IWRC.....	119
FIGURA 2.19- 6x21 ALAMBRE DE RELLENO FC.....	119
FIGURA 2.20- CONSTRUCCIONES TÍPICAS DE CABLE DE ALAMBRES - CLASIFICACIÓN 6x19, 6x21, 6x25, 6x26.....	120
FIGURA 2.21- CLASIFICACIÓN 6x31, 6x36, 6x41, 6x46	120
FIGURA 2.22- CLASIFICACIÓN 6X61 y 6x67.....	121
FIGURA 2.23- CLASIFICACIÓN 6x91 CON NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRE.....	121
FIGURA 2.24- CLASIFICACIÓN 6x103 CON NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRE.....	121
FIGURA 2.25- CLASIFICACIÓN 8x19-IWRC	122
FIGURA 2.26- CLASIFICACIÓN 8x19	122
FIGURA 2.27- CONSTRUCCIÓN DE 18x7 Y 19x7.....	122
FIGURA 2.28- CONSTRUCCIONES TIPICAS DE HEBRAS APLANADAS.....	123
FIGURA 2.29- CLASIFICACIÓN 6x61 CON RELLENO DE ALAMBRE IWCR.....	125
FIGURA 2.30- MODELOS REDONDEADOS EQUIVALENTES	141
FIGURA 2.31- RANURAS DE POLEA.....	149
FIGURA 2.32- BLOQUE VIAJERO Y GANCHO	155
FIGURA 2.33- GANCHO Y SWIVEL.....	155
FIGURA 2.34- ELEVADOR.....	156
FIGURA 5.1- LOGOTIPO DE SINDES ECUADOR S.A.....	265
FIGURA 5.2- PASOS PARA REALIZAR EL ULTRASONIDO	267
FIGURA 5.3- PASOS PARA REALIZAR LAS PARTÍCULAS MAGNETIZABLES	268
FIGURA 5.4- EQUIPOS DE INSPECCIÓN.....	269
FIGURA 5.5- ACCESORIOS, CABLES DE ACERO Y ESLINGAS	271
FIGURA 5.6- INSPECCIONES NO DESTRUCTIVAS.....	275
FIGURA 5.7- RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	275
FIGURA 5.8- ULTRASONIDO INDUSTRIAL.....	276
FIGURA 5.9- PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.....	276
FIGURA 5.10- MÉTODO DE CORRIENTES PARÁSITAS	277
FIGURA 5.11- LÍQUIDOS PENETRANTES.....	277

FIGURA 5.12- INSPECCIÓN VISUAL	278
FIGURA 5.13- LOGO TIPO DE BCI	280
FIGURA 5.14- INSPECCIÓN DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	286
FIGURA 5.15- COTIZACIÓN DE LA EMPRESA SINDES	289
FIGURA 5.16- PROFORMA MAQUINARIAS Y SERVICIOS PETROLEROS MAQUISERPE CÍA. LTDA.....	290
FIGURA 5.17- PROFORMA DE LA EMPRESA LEÓN CABLES	292
FIGURA 5.18- PROFORMA DE VERIFTEST.....	294
FIGURA 5.19- PROFORMA DE INNODES	295
FIGURA 5.20- COTIZACIÓN DE LA EMPRESA BUREAU CERTIFICATION & INSPECTION	296

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 2.1- MÁXIMA CARGA DE PRUEBA	62
ECUACIÓN 2.2- CAPACIDAD DE CARGA DE LOS RODAMIENTOS DEL BLOQUE	63
ECUACIÓN 2.3- CAPACIDAD DE LOS RODAMIENTOS DEL SWIVEL.....	63
ECUACIÓN 2.4- FACTOR DE DISEÑO	71
ECUACIÓN 2.5- CALIDAD DE TRABAJO RENDIDO POR CADA VIAJE.....	76
ECUACIÓN 2.6- TRABAJO TOTAL	77
ECUACIÓN 2.7- EL TRABAJO HECHO EN LIBRAS POR PIE	77
ECUACIÓN 2.8- TRABAJO HECHO EN LIBRAS POR PIE	77
ECUACIÓN 2.9- VIAJE DE IDA Y VUELTA.....	78
ECUACIÓN 2.10- TRABAJO REALIZADO PARA UN VIAJE COMPLETO.....	78
ECUACIÓN 2.11- TRABAJO TOTAL HECHO EN UN VIAJE DE IDA Y VUELTA.....	78
ECUACIÓN 2.12- OTRA FORMA DEL TRABAJO TOTAL HECHO EN UN VIAJE COMPLETO	78
ECUACIÓN 2.13- TRABAJO DE PERFORACIÓN DE UN HUECO EQUIVALENTE A TRES VIAJES DE IDA Y VUELTA	79
ECUACIÓN 2.14- TRABAJO HECHO DE PERFORACIÓN	80
ECUACIÓN 2.15- ASENTAMIENTO DEL CASING.....	80
ECUACIÓN 2.16- PESO EFECTIVO POR PIE DEL CASING.....	81
ECUACIÓN 2.17- ESPACIAMIENTO DE LA QUIJADA.....	96
ECUACIÓN 2.18- ESPACIAMIENTO DE JUNTAS	110
ECUACIÓN 2.19- ESFUERZO EQUIVALENTE.....	131
ECUACIÓN 2.20- MÁXIMO ESFUERZO ADMISIBLE	131
ECUACIÓN 2.21- MÁXIMO ESFUERZO ADMISIBLE	132
ECUACIÓN 2.22- CAPACIDAD DE CARGA	134
ECUACIÓN 2.23- MÁXIMO ESFUERZO REALIZADO.....	134
ECUACIÓN 2.24- RANGO DE LOS RODAMIENTOS DEL BLOQUE VIAJERO	150
ECUACIÓN 2.25- RANGO DE SWIVEL ROTATORIO	156

SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DIMENSIONES
API	American Petroleum Institute	
B	Esfuerzo nominal del cable	L
BOP	Blow out preventer	
D	Diámetro total	L
DP	Drill pipe	
HP	Horse Power	ML^2/t^3
IWCR	Independet wire rope core	
Lcs	Longitud de la junta del casing	L
Ls	Longitud del drill pipe stand	L
LP	Líquidos penetrantes	
M	Peso total del montaje bloque viajero	
N	Número de poleas en el bloque	
NDE	Análisis no destructivo	
P	Peso efectivo del montaje del drill collar	
M	Partículas Magnéticas	
R	Calificación de carga	M
SF _D	Límite de elasticidad	
Td	Viaje de ida y vuelta a cierta profundidad	milla-tonelada
Ts	Ajuste del casing	milla-tonelada
W	Tensión de la línea rápida	
Wb	Capacidad de los rodamientos	M
W _{ca}	Peso por pie del casing en el aire	M

Wr	Capacidad individual de cada rodamiento de las poleas	libras/100rpm
Ws	Capacidad de los principales rodamientos	M
Libras	Libras	M, ML/T
Libras/100rpm	Libras por cada 100 toneladas	

RESUMEN

Este proyecto de titulación se ha desarrollado, para determinar la condición de operatividad de los componentes del sistema de levantamiento de una torre de perforación de pozos de petróleo; mediante la aplicación de los estándares API en la inspección, mantenimiento y reparación de dichos componentes.

Este proyecto comprende seis capítulos que han sido desarrollados de la siguiente manera:

En el primer capítulo, se presenta la descripción de una torre de perforación de pozos petroleros y de su sistema de levantamiento, de forma explícita, cada uno de los componentes del sistema de levantamiento de taladro de perforación Tuscany 117, con cada una de las características de dichos componentes.

En el segundo capítulo se determinan las Normas API y su contenido aplicable para el objetivo buscado.

En el tercer capítulo, se presentan los aspectos exactos de los estándares API aplicables a la inspección, mantenimiento y reparación del sistema de levantamiento de una torre de perforación de pozos petroleros.

En el cuarto capítulo, se presenta la aplicación de los estándares API para la inspección, mantenimiento y reparación del sistema de levantamiento de una torre de perforación de pozos petroleros y específicamente del taladro de perforación Tuscany 117.

En el quinto capítulo, se detalla el diseño de un formato para la verificación con base en los requisitos de los estándares API para la inspección, mantenimiento y reparación del sistema de levantamiento de una torre de perforación de pozos petroleros.

En el sexto capítulo, se presentan conclusiones y recomendaciones elaboradas de acuerdo al desarrollo del presente proyecto de titulación. Donde se especifica cada una de las consideraciones que se deben tomar en cuenta para mantener una condición de operatividad del taladro de perforación Tuscany 117.

PRESENTACIÓN

El presente Proyecto de Titulación surgió con la iniciativa de integrar las necesidades y estrategias empresariales al conocimiento y destrezas educacionales impartidas durante la carrera universitaria de sus estudiantes. Esto debido a que solamente en el desarrollo profesional de relaciones contractuales se evidencian aspectos técnicos que al momento de ejecutar una actividad son preponderantes y necesarios.

En este contexto fue identificada como necesidad empresarial de Tuscany la determinación del estado operacional de los equipos involucrados en la prestación del servicio de perforación de pozos de petróleo según lo requerido por el cliente y específicamente de los componentes del sistema de levantamiento del taladro Tuscany 117; tomando en cuenta la obligatoriedad de identificar la base técnica vigente reconocida como mejor práctica dentro de la industria petrolera, para este efecto.

Es así que en este proyecto de titulación fin de lograr objetivos que permitan solventar las necesidades empresariales e institucionales, se planteó el título como “APLICACIÓN DE ESTÁNDARES API EN LA INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO, EN UNA TORRE DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS, PARA DETERMINAR SU CONDICIÓN DE OPERATIVIDAD”. En este título se engloba la necesidad, la base técnica y el cumplimiento del requisito institucional de la Politécnica para la obtención del título de Ingeniero en Petróleos, esto último debido a que este proyecto fue aprobado por autoridad competente.

En el desarrollo del presente proyecto de titulación, se describe en primera instancia la base técnica normativa aceptada como vigente para la certificación de partes y componentes del sistema de levantamiento; se identifican los componentes o sujetos a este tipo de certificación; se determina en la certificación, el nivel técnico de inspección requerido; así mismo y luego de un

análisis regional se determinan los proveedores del servicio de inspección y certificación útil para el taladro Tuscany 117, con datos de precios y costos que involucra la gestión de certificar la operatividad de las partes y componentes del sistema de levantamiento del taladro Tuscany 117.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE UNA TORRE DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS Y DE SU SISTEMA DE LEVANTAMIENTO

1.1 INTRODUCCIÓN

Las torres de perforación son también llamadas taladros de perforación, son estructuras de gran tamaño que soportan grandes magnitudes de peso y carga. Su función es ser el sostén de los sistemas que intervienen en la perforación de un pozo de petróleo. Las torres de perforación son construidas de materiales altamente resistentes y tienen un diseño que facilita su desmontaje, traslado y posterior montaje en el sitio de la perforación.

Las torres de perforación son estructuras fuertes que soportan y transmiten el peso del equipo unido al bloque viajero y al gancho.

La torre de un equipo debe ser lo suficientemente alta para permitir el manejo de las paradas de la tubería de perforación o drill pipe, tubing y otros tubulares que son utilizados durante las operaciones de perforación. También debe tener altura suficiente para permitirle al perforador levantar el bloque viajero sobre el monkeyboard, donde se encuentra el encuellador.

En este contexto, estas estructuras llamadas torres de perforación deben tener la garantía de encontrarse confiables para realizar y soportar el trabajo para el cual son requeridas; requerimiento que se consigue a través de las certificaciones de calidad y operatividad mediante análisis NDT, análisis no destructivos.

1.2 TORRE DE PERFORACIÓN

Esta estructura está constituida por partes que se ensamblan entre sí y soportada en las esquinas del piso de perforación; el mismo que transmite dicho soporte a la

subestructura y esta hacia hacia el suelo. Las torres de perforación deben ser desmontadas totalmente para poder ser movilizadas de un lugar a otro.

Las torres de perforación son el sustento o el apoyo de la sarta de perforación y de los componentes involucrados en la perforación; es por ello que la resistencia de las torres depende de la profundidad del pozo que se va a perforar; así como su sistema de levantamiento. (Ver Figura 1.1)

FIGURA 1.1- TORRE DE PERFORACIÓN



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

En Tuscany la torre de perforación es un equipo con una potencia nominal de 2000 HP.

Las características técnicas del mástil se pueden observar a continuación en la tabla 1.1.

TABLA 1.1- CARACTERÍSTICAS DEL MÁSTIL

Mástil	
Fabricado	Guanghan Yong Hong Machine Company
Tipo	Langhou "Dreco Slingshot" Type
Año de fabricación	2008
Serie	M 08-04-123MI
Dimensiones	147 ft x 29,5 ft
Capacidad bruta nominal API	1,300,000 lbs
Capacidad estática del gancho	1,000,000 lbs
Número de líneas	12

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

A continuación en la tabla 1.2 se muestran las características de la subestructura:

TABLA 1.2- CARACTERÍSTICAS DE LA SUBESTRUCTURA

Subestructura	
Fabricado	Guanghan Yong Hong Machine Company
Tipo	Langhou "Dreco Slingshot" Type
Año de fabricación	2008
Serie	S 08-04-124 MI
Altura de la subestructura	30 ft
Peso limpio de la viga rotaria	28 ft
Ancho de la subestructura	35 ft
Máximo peso de la subestructura	500,000 lbs
Máxima carga rotatoria	800,000 lbs
Máxima carga simultánea	1,300,00 lbs

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

FIGURA 1.2- MÁSTIL



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

1.3 TIPOS DE EQUIPOS DE PERFORACIÓN

Los equipos de perforación se clasifican en:

- Torres de perforación en tierra
- Equipos sumergibles
- Plataformas auto-elevables
- Plataformas fijas en el mar
- Equipos semi-sumergibles
- Barcos de perforación

1.3.1 TORRES DE PERFORACIÓN EN TIERRA

Las torres de perforación en tierra son diseñadas sobre el principio de mástil en cantilever¹, lo que facilita el transporte y armado del equipo. La torre de perforación es transportada en secciones al lugar donde se realizará la perforación, estas secciones son armadas horizontalmente sobre el suelo, para después con el malacate ser levantada a la posición vertical.

¹ Procedimientos y Operaciones en el pozo- Torres de perforación en tierra

Las torres de perforación son fabricadas en clasificaciones liviana, mediana y pesada. Emplean camiones de carga pesada y grúas para ser transportadas. Los equipos livianos únicamente perforan unos pocos miles de pies, mientras que los equipos grandes perforan por encima de los 20.000 pies.

El conjunto de preventoras (BOP) está localizado en la boca del pozo sobre la sección "A" y "B" del cabezal de producción, bajo la subestructura y torre; mismo que una vez levantado, permite circular apropiadamente los fluidos involucrados en la perforación y los viajes de la sarta de perforación.

FIGURA 1.3- EQUIPO DE TIERRA FIRME-TALADRO DE PERFORACIÓN



FUENTE: Zpec

1.3.2 EQUIPOS SUMERGIBLES

Los equipos sumergibles son requeridos para la perforación mar adentro, son buques autosuficientes. Se localizan en sitios remotos y hostiles, su precio es relativamente alto para ser operados y sus normas de seguridad de cumplimiento obligatorio son muy sofisticadas porque la cabeza del pozo está separada de la torre de perforación por el nivel del agua.

En mar adentro se tienen algunos tipos de torres de perforación y su empleo está relacionado a la profundidad del agua a la cual se va a llevar a cabo la perforación. Las instalaciones temporales² que se utilizan en la perforación exploratoria, se pueden sentar en el lecho del mar, o pueden ser ancladas en la posición requerida.

1.3.2.1 BARCAZAS

Las barcazas son pequeños buques que tienen un fondo plano que únicamente se emplean en aguas someras como en los pantanos, lagunas, deltas y lagos pantanos. Pueden operar en aguas con frío extremo. Las profundidades típicas del agua son de 20 pies.

Pueden navegar o ser remolcados y se sumergen cuando los compartimientos del casco son inundados con agua. El equipo se sostiene en el lecho del agua y parte del mismo queda por encima del nivel del agua para poder permitir el trabajo de la cuadrilla de perforación. (Ver figura 1.4)

FIGURA 1.4- BARCAZAS



FUENTE: Expotrade

1.3.2.2 PLATAFORMAS AUTO-ELEVABLES

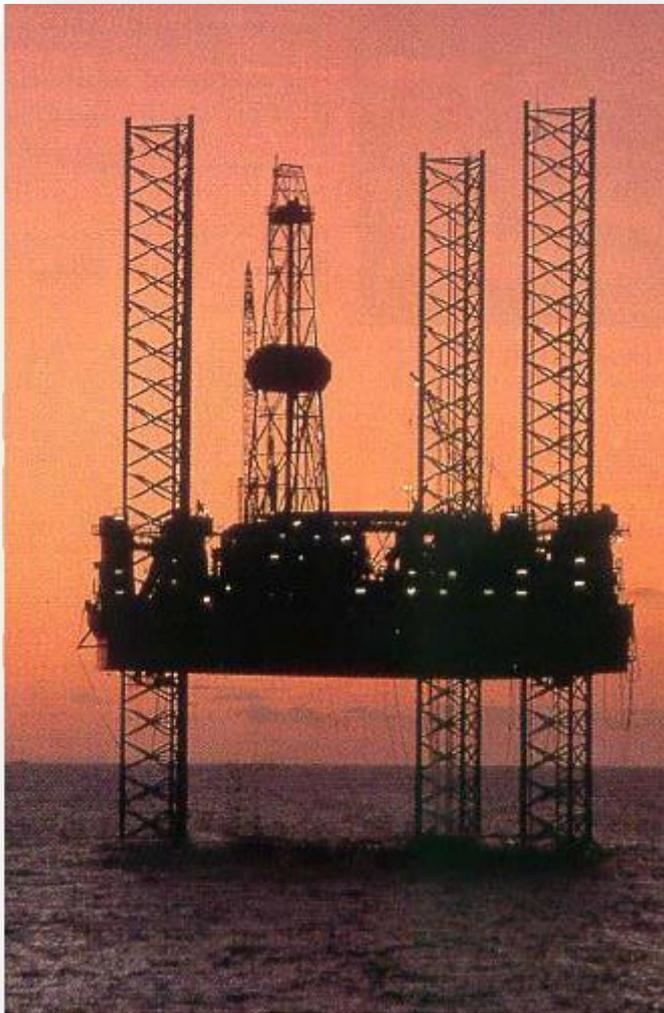
Son buques móviles útiles para perforar en mar con agua poco profunda. Formados por un casco o plataforma fijos que se apoyan en algunas columnas,

² **Instalaciones temporales:** que pueden ser transportadas de un lugar a otro

generalmente tres, que se sostienen en el lecho del mar. Poseen patas estructurales que se pueden subir y bajar según la necesidad.

Al levantarse las patas, el equipo flota en el agua y puede ser remolcado o transportado por barco a otra localización. Al llegar a la nueva localización las patas se bajan hasta que penetren y se afiancen sobre el lecho marino. La plataforma se eleva entonces sobre el nivel del agua. Pueden perforar en aguas hasta de 400 pies. (Ver figura 1.5)

FIGURA 1.5- PLATAFORMA DE COLUMNAS PLEGABLES



FUENTE: Procedimientos y Operaciones en el Pozo-Datalog

1.3.3 PLATAFORMAS FIJAS EN EL MAR

Son estructuras fijas acopladas esencialmente cuando no se requiere movilidad. Generalmente cuando múltiples pozos son perforados para desarrollar y entrar a producir un campo. Se tienen dos diseños, soportadas con pilotes o por gravedad. Una vez construidas permanecen inmóviles. Pueden perforar varios pozos desde una misma localización.

Una plataforma sostenida por pilotes está compuesta por una estructura de acero sostenida por los pilotes calvados en el lecho del mar. Esta plataforma es segura al existir condiciones deterioradas del clima, cuya dificultad es que es poco móvil. Son construidas en secciones separadas, para luego ser remolcadas en forma independiente hasta el lugar y posteriormente ser acopladas

Existen plataformas de tipo por gravedad construidas en concreto, o acero, o conjuntamente la unión de los dos materiales. Poseen una base modular que es aquella que provee de lugar para el almacenamiento y lastre, en dicha base hay columnas verticales encargadas de sostener la mesa de perforación.

FIGURA 1.6- PLATAFORMA FIJA CON BARCO DE APOYO



FUENTE: El horizonte

1.3.4 EQUIPOS SEMI-SUBMERGIBLES

Son taladros flotantes que pueden perforar en aguas más profundas que aquellos de patas plegables. Una cantidad de número de columnas son las encargadas de sostener la mesa. Dichas columnas bajo el nivel del agua son apoyadas por medio de pontones que pueden o no estar conectados. Estos pontones que pueden estar o no conectados entre sí, se pueden usar para mantener firme la plataforma o para lastrar. (Ver Figura 1.7)

Dicha estructura se mantiene estabilizada por debajo del nivel del agua, minimizando los efectos de las turbulencias del mar. Por lo que son más adaptadas para perforar en aguas turbulentas. Para mantener este equipo en posición se requiere de anclas y / o impulsores y posicionadores.

Los pontones poseen hélices motrices que ayudan a la posición y movimiento de éstos, sin embargo son remolcadas por barcasas y emplean dichas hélices para una posición más exacta. Después de ser posicionada, la plataforma se ancla en el sitio, si bien en aguas profundas estas hélices son controladas por medio de un control automático de posición para mantener su posición.

En este tipo de plataforma las BOPs son instaladas al revestimiento del pozo, bajo el nivel del agua en el lecho marino. Para la instalación del conjunto de preventoras se requiere de equipo sumergible especializado y es un proceso complejo.

Las preventoras son conectadas a la plataforma permitiendo la circulación del fluido de perforación y los viajes de la sarta de perforación por medio de un conductor largo, flexible y telescópico.

FIGURA 1.7- EQUIPO SEMI-SUMERGIBLE



FUENTE: Applied Drilling Engineering

1.3.5 BARCOS DE PERFORACIÓN

Los buques de perforación son usados para perforar en aguas profundas. Viajan de una manera fácil de una localización a otra y poseen un medio propio de propulsión. Son fácilmente movibles, pero tienen una dificultad en su estabilidad a diferencia de las plataformas semi sumergibles, motivo por el cual no son idóneos para la perforación en aguas turbulentas.

El barco de perforación similar a las plataformas semi-sumergible puede estar o mantener su posición a través de un control automático.

Los Buques de perforación poseen igual equipo que las plataformas semi-sumergibles, con el conjunto de preventoras conectadas al lecho marino. El riser posee una junta escualizable en lecho del mar que ayuda a compensar el movimiento del barco de perforación y que permite su movimiento horizontal. El factor limitante para perforar en aguas profundas es la longitud del riser, esto es previamente antes de llegar a los límites de esfuerzo y deformación. (Ver Figura 1.8)

FIGURA 1.8- BARCO DE PERFORACIÓN



FUENTE: Dicyt

1.4 ESPECIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE PERFORACIÓN

Dentro de las consideraciones fundamentales para el diseño de un pozo y la selección del equipo de perforación que se va a usar, se tienen las siguientes:

- El territorio donde van a operar.
- El tamaño y la profundidad de los pozos a perforar.
- Las cargas esperadas de los revestidores.
- El rango de velocidades de rotación y el torque requerido.
- El peso y el tamaño de los componentes de la sarte de perforación.
- El sistema de circulación, tanques, múltiples y control de sólidos.

- Servicios auxiliares y la potencia requeridos.
- Altura de la subestructura, espacio libre bajo ella.
- Arreglo de los preventores.
- Controles.
- Otros (herramientas, instrumentación, etc)

El equipo de perforación está formado por varios equipos individuales que combinados componen una unidad capaz de construir pozos, sin esta unidad no se podrían perforar o revestir los pozos.

El procedimiento adecuado para seleccionar un Equipo de Perforación es el siguiente:

- 1) Diseñar el Pozo
- 2) Establecer las cargas máximas esperadas durante las operaciones de perforación, completación y prueba de pozos.
- 3) Obtener los equipos disponibles en el área y comprobar que cumplan con los requisitos del punto # 2.
- 4) Acordar la disponibilidad con los contratistas de Equipos de Perforación.
- 5) Realizar un proceso de licitación y seleccionar el Equipo de Perforación basado en costos, capacidades y disponibilidad.

1.5 COMPONENTES DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN

Los componentes básicos de un equipo de perforación constituyen:

- Equipo de rotación.
- Sistema circulación.
- Equipo de control de presiones.

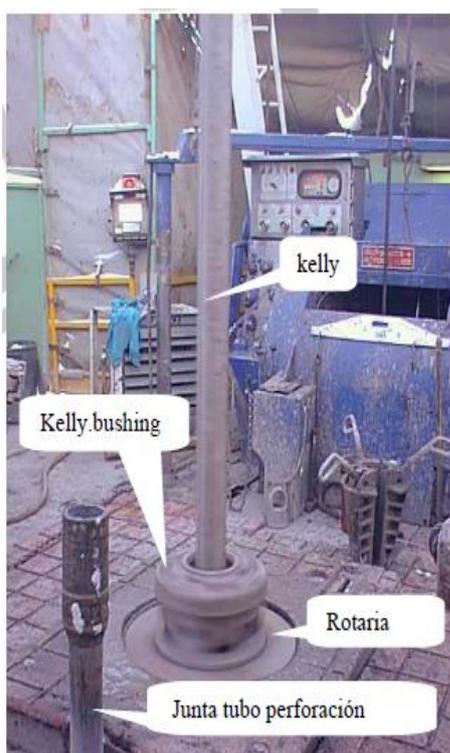
- Sistema de suministro de energía.
- Sistema de levantamiento.

1.5.1 EQUIPO DE ROTACIÓN

Es fundamental y con la ayuda de sus componentes, es el sistema encargado de proporcionar la rotación necesaria a la sarta para que la barrena pueda penetrar la corteza hasta las profundidades donde están localizados los yacimientos petrolíferos, construyendo el hoyo diseñado.

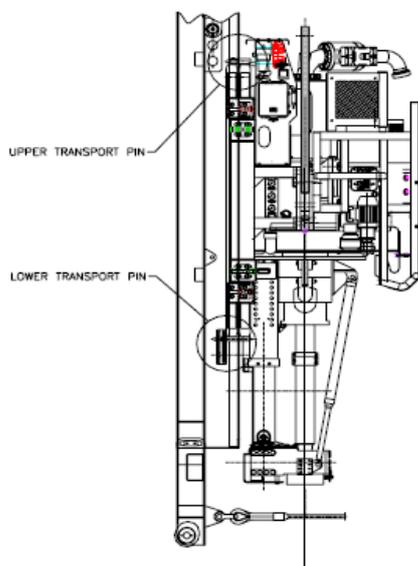
El sistema del equipo de rotación está compuesto de la mesa rotatoria o colisa; de la junta o unión giratoria; top drive o junta Kelly (si la hubiera), la sarta o tubería de perforación, lastra barrena, y finalmente la barrena. (Ver Figura 1.9)

FIGURA 1.9- EQUIPO DE ROTACIÓN



FUENTE: Procedimientos y Operaciones en el Pozo-Datalog

FIGURA 1.10- TOP DRIVE SYSTEM



FUENTE: Canrig

1.5.1.1 La mesa rotatoria o colisa

La mesa rotatoria está instalada en el centro del piso de la cabria. Reposa en una base fuerte, compuesta por vigas de acero que constituyen el armazón del piso, reforzado con puntales adicionales.

Las funciones principales de la mesa rotatoria son: proveer el movimiento a la sarta de perforación o servir de sostén al peso de la sarta cuando se enrosca a otro tubo para continuar con la perforación; o cuando sea necesario desenroscar toda la sarta en parejas para sacarla

La colisa soporta cargas relativamente pesadas durante los viajes que realiza la sarta de revestimiento. Dependiendo de la capacidad del taladro, la mesa rotatoria resiste cargas estáticas y dinámicas que varían de acuerdo a las profundidades a las que se perfora los pozos.

La colisa es de construcción recia, cuyo diámetro varía entre 1.20 a 1.5 metros, con pistas y rolineras de aceros de alta calidad. Las medidas de ancho, largo y altura de la colisa cambian según su robustez y especificaciones.

Una unidad motriz independiente se conecta a la mesa rotatoria para poder darle potencia, aunque su fuerza es impartida por la planta motriz del taladro a través del malacate, por medio de mandos apropiados, acoplamientos y transmisiones.

FIGURA 1.11- MESA ROTATORIA



FUENTE: Tuscany

1.5.1.2 Unidad de Top Drive

El Top Drive es operado eléctrica e hidráulicamente. La sarta de perforación se conecta al Top driver donde la fuerza de rotación es suministrada y el fluido de perforación ingresa a la sarta. (Ver Figura 1.12)

El top drive en comparación con el Kelly convencional, tiene ventajas sustanciales en costo y tiempo. Con el top drive el proceso es relativamente sencillo, debido a que la tubería que se conecta al top drive está armada en paradas, esto quiere decir tres juntas a la vez, por lo que la longitud completa de una parada puede perforarse de manera continua.

Con el empleo del top drive el tiempo total que se utiliza en hacer las conexiones es menor. Dando como resultado un ahorro en los costos de la perforación.

El top drive permite sacar o introducir la tubería, durante las operaciones de perforación. Con el top drive se emplean elevadores y brazos que se encuentran suspendidos de él.

FIGURA 1.12- UNIDAD DE TOP DRIVE



FUENTE: Tuscany

Las características que presenta el top drive se muestran a continuación en la tabla 1.3.

TABLA 1.3- CARACTERÍSTICAS DEL TOP DRIVE

Top drive	
Tipo	Canrig
Modelo	1050E-712
Serie	633
Capacidad	1,000,000 lbs
Motor fabricación	GE 752 HIGH TORQUE SHUNT MOTOR
Continuidad	1130 HP 840 KW
Intermitencia	1297 HP 967 KW
Torque continuo	Radio del engranaje (5.0001) 30,000 ft-lb (40,700 Nm)@180 RPM
	Radio del engranaje (7.1201) 42,0700 ft-lb (57,900 Nm)@125 RPM
Torque (Intermitente)	Radio del engranaje (5.0001) 30,000 ft-lb (40,700 Nm)@180 RPM
	Radio del engranaje (5.0001) 30,000 ft-lb (40,700 Nm)@180 RPM
Sistema de Kelly	Hidráulico
Sistema de backup de levantamiento	Hidráulico
Unidad hidráulica	2 motores eléctricos Baldor 20 HP 1760 RPM
	2 x bombas hidráulicas Rexroth 13 GPM 2400 PSI Serie 700502

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 1.13- TOP DRIVE

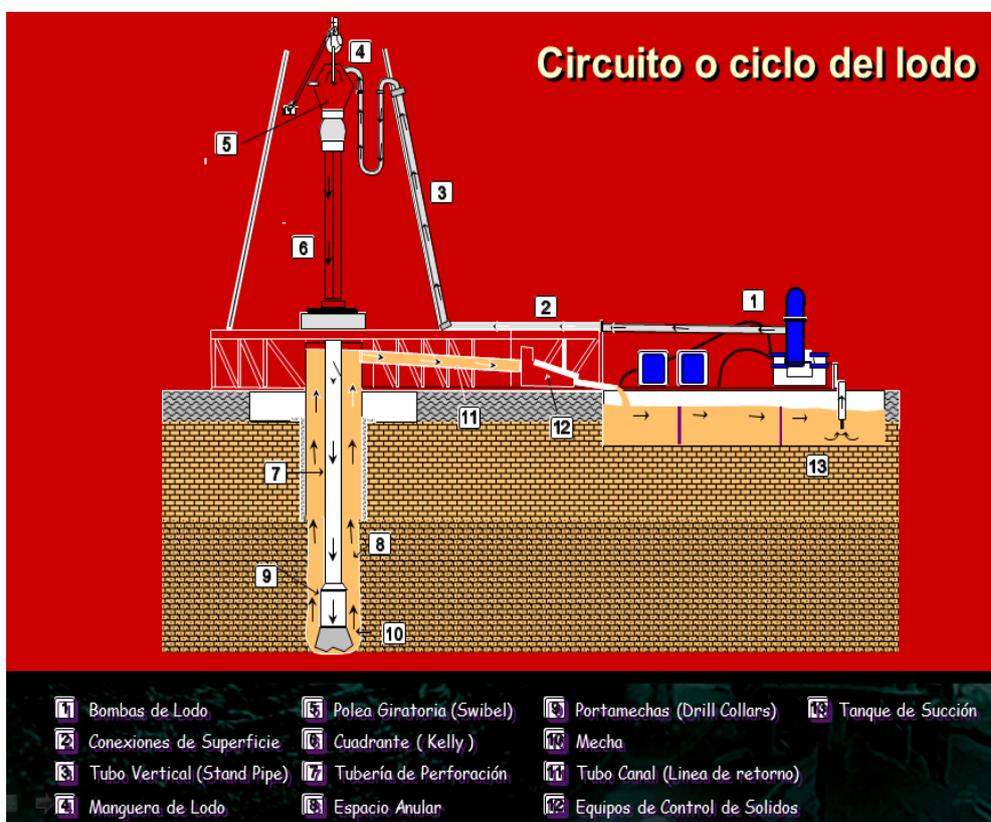


FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

1.5.2 SISTEMA DE CIRCULACIÓN

En el sistema de circulación el fluido de perforación (lodo de perforación) es elaborado en los tanques de lodo, por medio de las unidades de bombeo, líneas de alta presión y filtros, es conducido a la sarta de perforación a través del Top drive.

FIGURA 1.14- CIRCUITO O CICLO DEL LODO

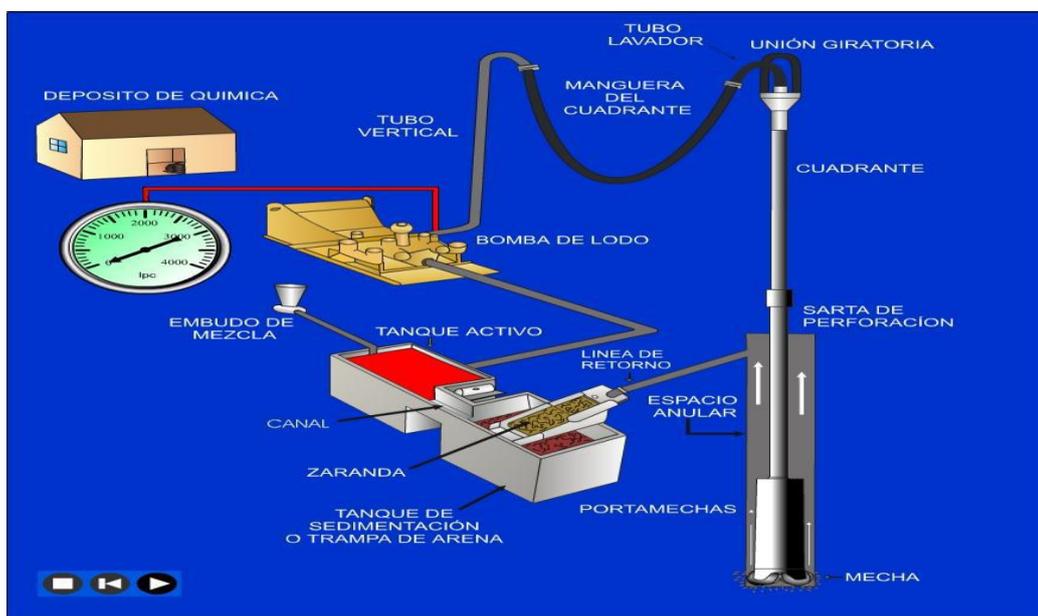


FUENTE: Tuscany

El lodo ayuda y es un elemento vital en la perforación exitosa del pozo.

- Enfría y lubrica la broca y la sarta de perforación para minimizar su desgaste, y economizar costos.
- Remueve los fragmentos de roca perforados, o los cortes que vienen del pozo. Manteniendo el anular limpio, permitiendo el análisis en superficie para la evaluación.
- Balancea las presiones altas de la columna del fluido que pueden presentarse en los yacimientos y minimiza las consecuencias dañinas de influjos.
- Estabiliza el diámetro interior del pozo y las formaciones que han sido perforadas.

FIGURA 1.15- SISTEMA DE CIRCULACIÓN



FUENTE: Fluidos de perforación, Universidad de Zulia, República Bolivariana de Venezuela.

Los 4 componentes principales de un sistema de circulación son:

1. El Fluido de Perforación
2. El área de preparación y almacenaje

3. El equipo para bombeo y circulación de fluidos

4. El equipo y área para el acondicionamiento

En el taladro Tuscany 117 el sistema de circulación se compone de 6 unidades de bombeo, cada una con un motor de tracción eléctrico y una bomba triplex marca Maxum, M-800. Las líneas de alta presión conducen el fluido de perforación al manifold, al goose neck y de ahí al stand pipe y a través del top drive, a la sarta de perforación.

Las características técnicas de las unidades de bombeo del Rig 117 se muestran a continuación en la tabla 1.4.

TABLA 1.4- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS BOMBAS DE LODO

BOMBAS DE LODO #1,#2,#3,#4,#5, #6	
Tipo	Guanghan Yong Hong Machine Company
Fabricante	Langhou "Dreco Slingshot" Type
Número de Serie	MP#1:8-5-08M237/ MP#2:8-5-08M238/ MP#3:8-5-08M239 MP#4:8-5-08M240/ MP#5: 8-05-08M241/ MP#6:8-05-08M242
Fecha de fabricación	2008
Cantidad	Una
Máxima input HP por bomba	800 HP
Tamaño de camisas disponibles	4" , 4 1/2, 5", 5 1/2", 6", 6 1/2
Amortiguador de pulsaciones	China (Tipo Hydril K-20 5000 psi)
Válvula de alivio	China 3" 5000 psi (Tipo Continental)
Válvula de drenaje	Demco 2" 5000 psi
Filtro de succión	Si
Filtro de descarga	Si
Amortiguador de pulsaciones en la succión	Si

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

FIGURA 1.16- BOMBA DE LODO



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

TABLA 1.5- CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES DE LAS BOMBAS

Motores de las bombas de lodo: #1,#2,#3,#4,#5,#6	
Fabricante	Yongji Xinshisu Electric
S/N	10880031/ 1088044/ 1088045/ 1088046/ 1088048/ 108B80005
Modelo	YZ08

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 1.17- MOTOR DE LA BOMBA DE LODO



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

Parte del sistema de circulación son las líneas de alta presión que conducen el fluido de perforación impulsado por las bombas de mlodo, en el Rig Tuscany 117 estás líneas salen de la descarga de las bombas llegan a un manifold (distribuidor) hacia el stand pipe.

TABLA 1.6- LÍNEAS DE ALTA PRESIÓN DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN

Líneas de alta presión	
Tipo	Alta presión
Línea de descarga	5-9/16" Manifold para las bombas
Presión de trabajo	5000 PSI
Especificación de la tubería	Sch 160 tubería OD 5 9/16" ID 3 3/4"

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 1.18- LÍNEAS DE ALTA PRESIÓN



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

El stand pipe es la tubería de alta presión, que luego del manifold, conduce al fluido de perforación hacia arriba del mástil para a través del goose neck (cuello de ganzo) llevar el fluido al top drive y de ahí a la sarta de perforación. Las secciones de esta tubería de alta presión están unidas entre sí por uniones de golpe.

A continuación se presenta en forma detallada las características técnicas del stand pipe:

TABLA 1.7- CARACTERÍSTICAS DEL STAND PIPE

Stand pipe	
Tipo	Alta presión
Tamaño	5-9/16" nominal 5000 psi
Número	1
Válvulas	5 cada 4" 5000 psi WP válvulas de salida
Conexiones	Una unión de golpe de 5" Fig 1502 Cinco conexiones dos pulgadas para transductores
Manómetro de presión	China-psi/MPa
Stand pipe	2ea de tubería para lodo de 5-9/16" x77 1/2 ft de longitud
Manguera rotatoria	Una de 3" x 76 ft; 5000 psi

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 1.19- STAND PIPE



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

El fluido de perforación es preparado y almacenado en el conjunto de tanques que dispone el taladro, el número es de trece y la capacidad de cada uno es aproximadamente de 100 barriles. De este conjunto de tanques unos son utilizados para la preparación del lodo, otros para su bombeo, otros para circulación y otro para cuantificación del fluido de retorno durante bajadas de tubería o de revestidores.

1.5.3 EQUIPO DE CONTROL DE PRESIONES

Un reventón es un flujo incontrolado de fluidos de la formación a la superficie, a través del pozo en perforación. Comienza con un “brote” o “cabeceo” que es un flujo imprevisto de fluidos de la formación dentro del pozo, el cual si no se maneja apropiadamente se convierte en un reventón.

El sistema para control del pozo tiene 3 funciones:

1. Cerrar el pozo en caso de un I influjo imprevisto
2. Colocar suficiente contra-presión sobre la formación
3. Recuperar el Control Primario del pozo

En el Rig Tuscany 117 el equipo de control de presiones se compone:

- Conjunto de preventoras BOP
- Acumulador de presión
- Estrangulador remoto
- Manifold estrangulador

1.5.3.1 Conjunto de Preventoras BOP

En casos de descontrol de presiones en el pozo durante operaciones de perforación el conjunto de preventoras BOP es el que realiza el cierre primario para evitar que cualquier influjo que haya ingresado al pozo llegue a la superficie con una fuerza que cause daño durante su liberación.

En el Rig Tuscany 117 este conjunto de preventoras BOP está formado por:

- Preventor Anular: Marca Shafer, 13 5/8”, 5000 psi de presión, soporta H₂S
- Pipe rams: diámetro: 13 5/8”, 5000 psi de presión
- blind rams: para 13 5/8”
- Rams variables: 4 ½ hasta 7 pulgadas para el rango de 13 5/8”

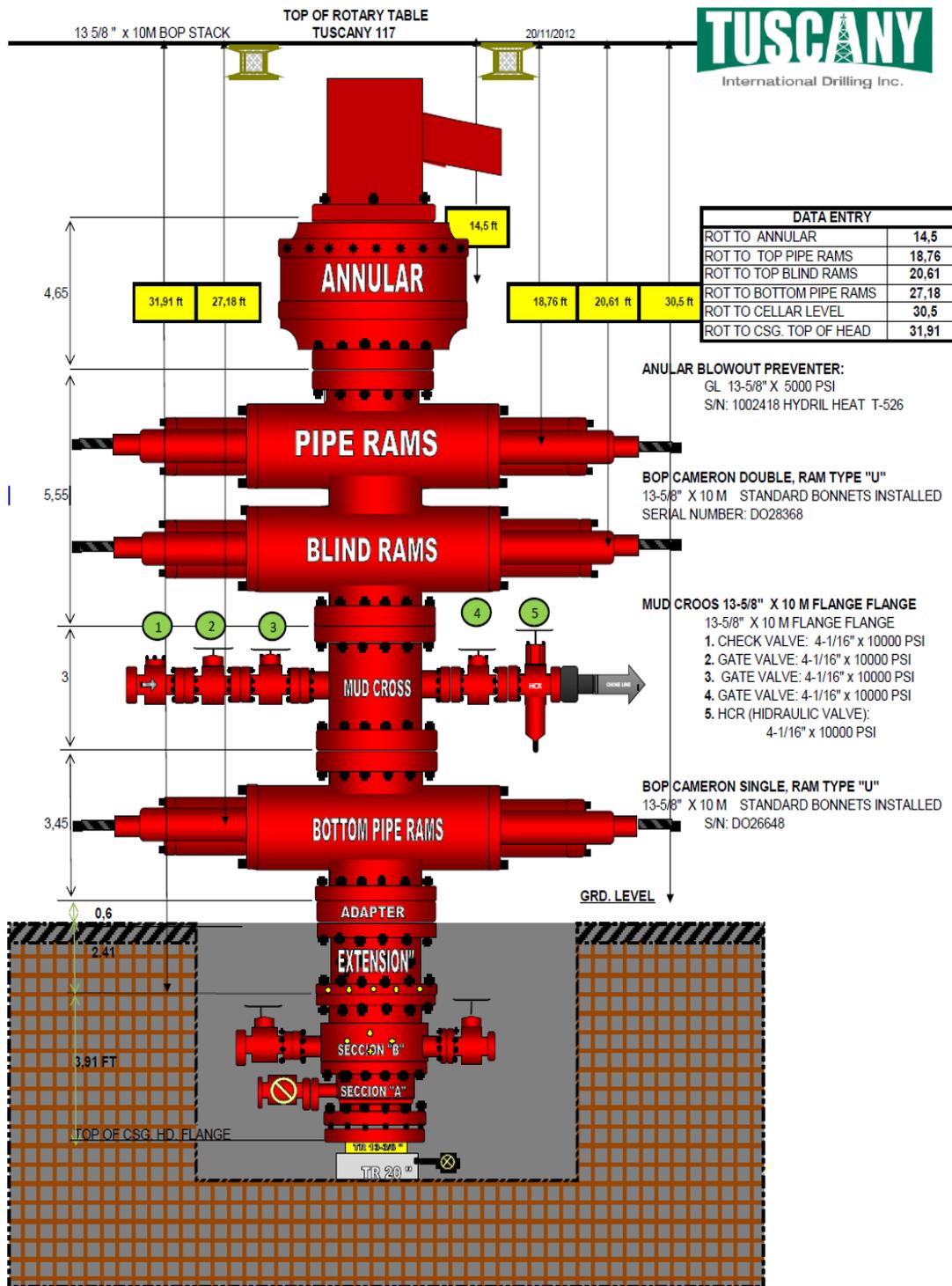
TABLA 1.8- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BOP

Sección	Descripción	Serie
Anular	B.O.P., 13 5/8" 5M ANNULAR S-BOP STUDDED TOP & FLANGED BOTTOM, NEW MFG	2179-13
Rams dobles	B.O.P., 13 5/8" 5M TYPE-U DOUBLE, FLANGED TOP & BOTTOM WITH FOUR 4- 1/16" 5M OUTLETS STANDARD BONNET ASSEMBLIES INSTALLED, REMANUFACTURED	2415-13
Rams simple	B.O.P., 13 5/8" 5M TYPE-U SINGLE, FLANGED TOP & BOTTOM W/ TWO 4 1/16" 5M SIDE OUTLETS STANDARD BONNET ASSEMBLIES INSTALLED, REMANUFACTURED	2415-13-1
Drilling spool	SPOOL-DRILLING, 13 5/8" 5M FLANGED TOP X BTMM W/ TWO 4 - 1/16" 5M FLANGED SIDE OUTLET. 316 ST/STL INLAY RING GROOVES, 24" TALL	2416

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 1.20- CONJUNTO BOP



FUENTE: Tuscany

1.5.3.2 Acumulador de presión

En el Rig Tuscany 117 existe un acumulador de presión de marca Koomey, el mismo que consta de un conjunto de 24 botellas de nitrógeno, sistemas de bombeo, compresión, actuadores hidráulicos para alcanzar un suministro de presión de 3000 psi. Este equipo provee la fuerza necesaria para accionar los cierres que se requieran en el conjunto de preventoras BOP. El buen estado de los materiales, soldadas, uniones de este sistema, es requerido en todo momento; no solo por la seguridad de las personas que lo manipulan, sino por la garantía de proveer la fuerza para actuar los cierres en el conjunto de preventoras BOIP, en caso de un influjo o descontrol en el pozo.

FIGURA 1.21 ACUMULADOR DE PRESIÓN



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

1.5.3.3 Estrangulador remoto

El estrangulador remoto es un sistema localizado en el piso de perforación, en un sitio de fácil acceso, dando las facilidades para su operación, en caso de tener la necesidad de realizar el cierre del pozo con el método de cierre escogido.

FIGURA 1.22- ESTRANGULADOR REMOTO

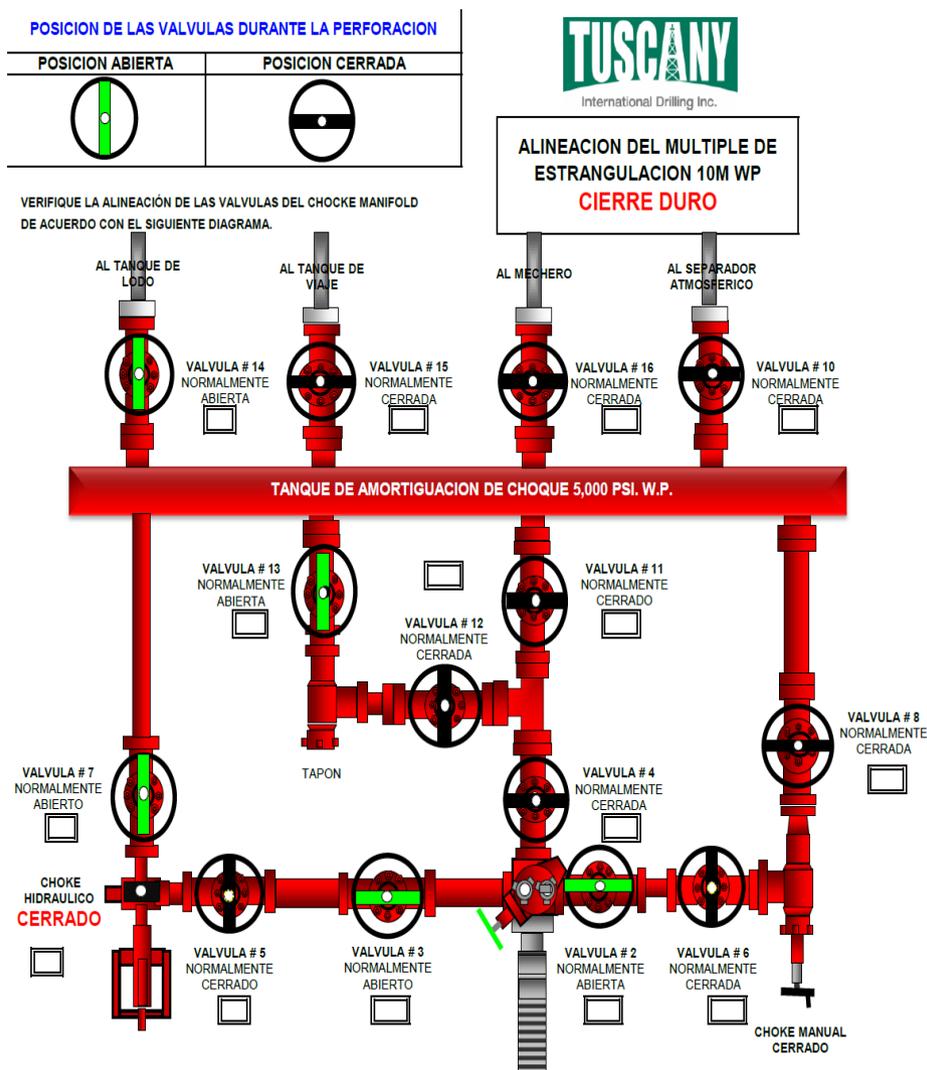


FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

1.5.3.4 Manifold estrangulador

Es un conjunto de válvulas, actuadores, líneas de alta presión, diseñados con capacidad para resistir hasta 5000 psi, este sistema de estrangulación es el que realizará la liberación controlada del influjo en la superficie. En su diseño está considerada la liberación mencionada, hacia el tanque de viaje, hacia un tanque de lodos, hacia el mechero y hacia el desgasificador. (Ver figura 1.21)

FIGURA 1.23- CONJUNTO BOP



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

1.5.4 SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA

Se subdivide en:

- Generación de Potencia
- Transmisión de potencia
 - Transmisión Eléctrica
 - Transmisión Mecánica

1.5.4.1 Generación de potencia

La forma usual es la generación por combustión interna, con motores a diésel. El número de motores y la capacidad depende de las necesidades energéticas del taladro.

1.5.4.2 Transmisión de potencia

1.5.4.2.1 Transmisión eléctrica

Mayormente los equipos de perforación mantienen la forma de transmisión de la energía eléctrica, una vez que ésta es producida por los generadores y conducida o transmitida mediante conductores, a los distintos motores eléctricos del taladro.

1.5.4.2.2 Transmisión Mecánica

Este tipo de transmisión está en sistemas en que la potencia de rotación debe ser transmitida como rotación misma; esto se da en el caso de motores transmitiendo movimiento a las bombas, sean centrífugas, triples o dúplex; así mismo, cuando es transmitido el movimiento al malacate o potencia a la mesa rotaria para maniobras en la perforación. En todos los casos este efecto se debe hacerlo a través de engranajes o couplings. En taladros con tecnología anterior este tipo de transmisión era ocupada enteramente para la perforación con kelly, mediante el accionar de la rotaria.

FIGURA 1.24- MOTOR A COMBUSTIÓN INTERNA Y GENERADOR



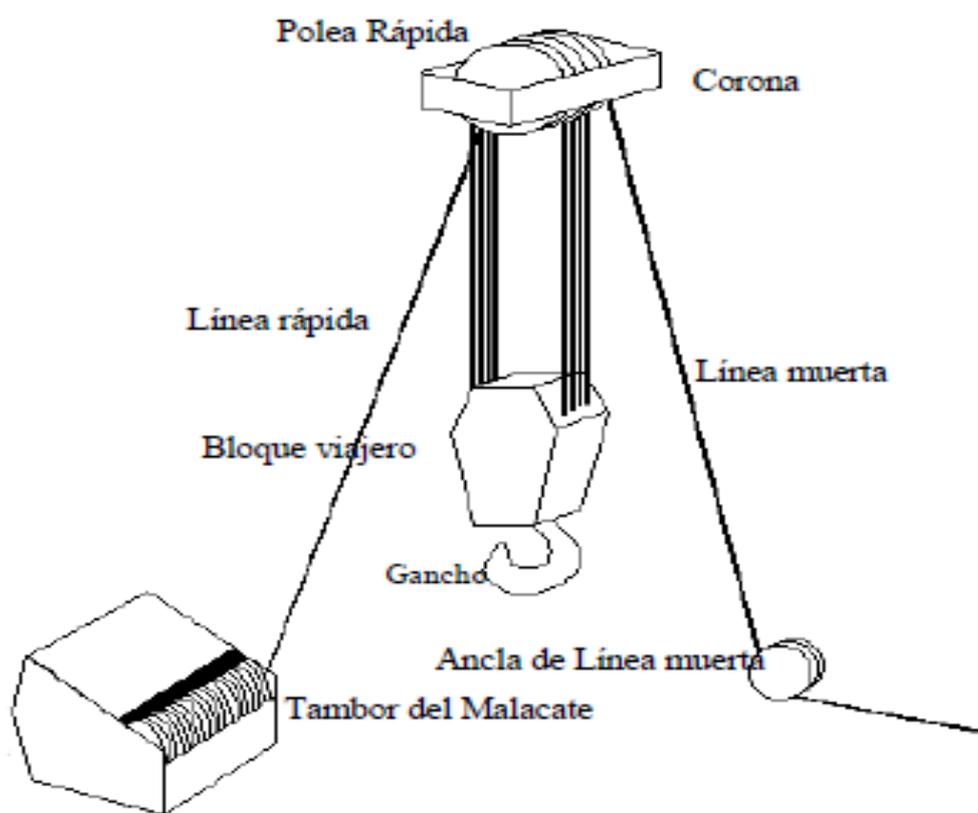
FUENTE: Tuscany

1.5.5 SISTEMA DE LEVANTAMIENTO

Los principales componentes son:

1. Malacate
2. Bloque de corona
3. Bloque viajero
4. Gancho
5. Elevador
6. Cable o línea de perforación

FIGURA 1.25- COMPONENTES DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO



FUENTE: Procedimientos y Operaciones en el Pozo-Datalog

El sistema de movimiento de tubería tiene varias funciones:

- Soportar el peso de la sarta de perforación, posiblemente varios cientos de toneladas.
- Llevar hacia adentro y hacia afuera, según el caso, la sarta de perforación.
- Mantener el peso aplicado sobre la broca durante la perforación.

Sobre la mesa del taladro siempre se estará soportando todo el peso de la sarta de perforación, ya si la sarta está en cuñas o bien si la sarta está colgada en la torre de perforación. El tamaño y la capacidad de carga del taladro es el factor limitante para el peso de la tubería que puede soportar y por lo tanto la profundidad hasta la cual puede perforar.

La altura de la torre determinará el tamaño de las paradas de tubería que podrán ser almacenadas sobre la mesa del taladro cuando la tubería se saque del pozo. Durante la operación, la tubería será quebrada en paradas dobles y triples (de dos o tres juntas).

Durante las operaciones de perforación, la sarta y la Kelly o el Top Drive serán soportadas por el bloque viajero por medio del gancho, a su vez sostenidos por el malacate con la línea de perforación por un sistema de simple de poleas.

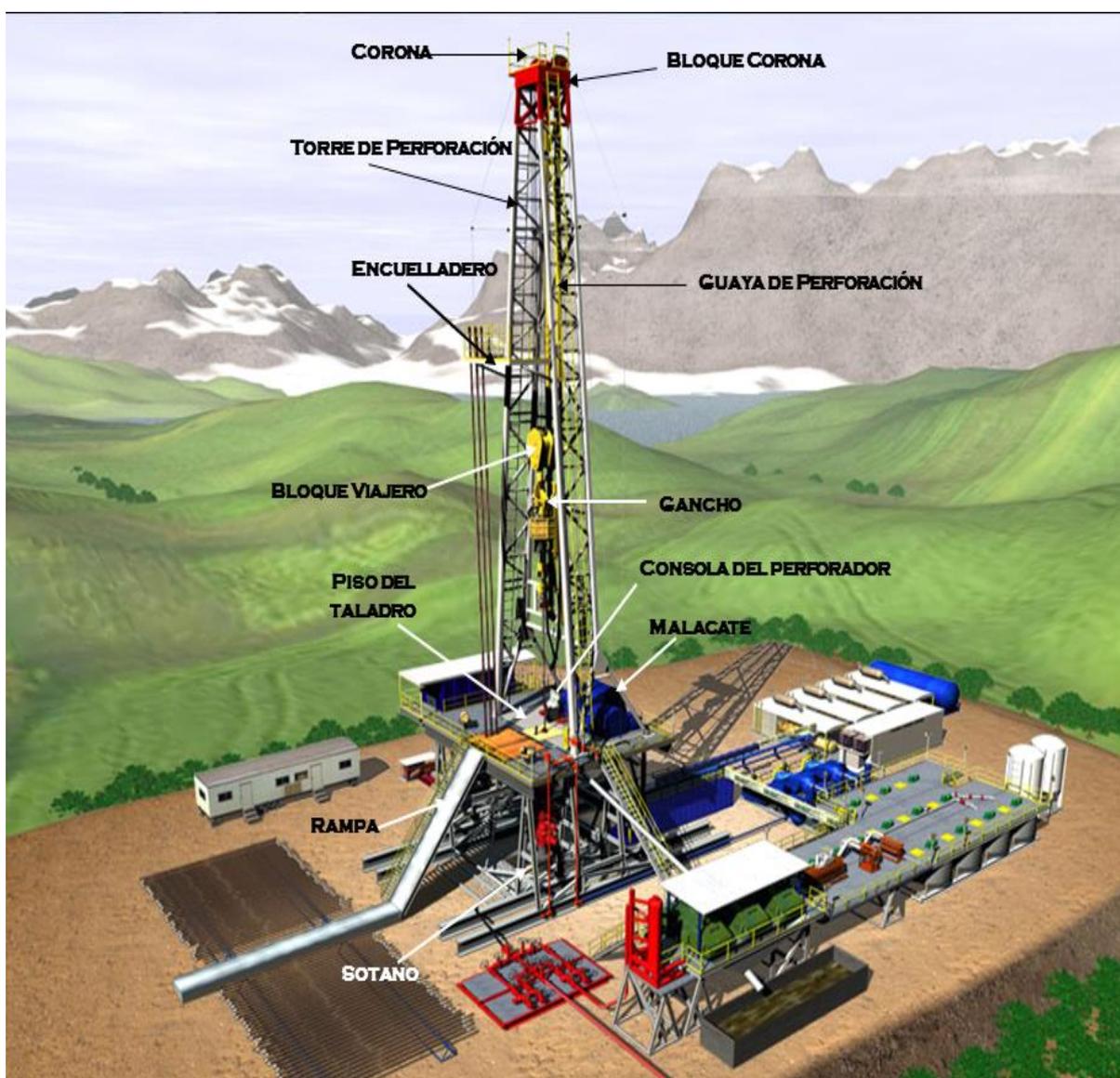
La línea de perforación se enrolla y desenrolla en el tambor del malacate, según se suba o se baje el bloque viajero. Desde el malacate, la línea va hasta el conjunto fijo de poleas en la corona, y desde allí a las poleas en el bloque viajero, el cual queda suspendido de la torre por un número de líneas, generalmente 8, 10, o 12, y por último por la línea muerta donde el cable está debidamente asegurado.

La sección llamada línea muerta, llega al ancla, situada a un lado de la torre. Del ancla la línea pasa a un carrete de almacenamiento, donde se almacena para reemplazarlo a medida que se vaya desgastando. El otro extremo de la línea, el cual está asegurado al malacate se le conoce como línea rápida, debido a que se mueve a mayor velocidad que las otras secciones entre las poleas.

El desgaste de la línea (cable de perforación) se va registrando en términos de la carga movida a una cierta distancia. Este registro permite determinar cuando la línea de perforación requiere que se le reemplace por la línea nueva, el parámetro con el que se registra este aspecto se denomina tonelada-milla.

El procedimiento de “cortar y correr” cable requiere que el bloque viajero sea asegurado a la torre para que no haya un desplazamiento de éste incontrolado; esto debido a que el bloque viajero esta sustentando por las líneas que forma el cable de perforación.

FIGURA 1.26- SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DEL TALADRO DE PERFORACIÓN



FUENTE: Tuscany

1.5.5.1 Malacate

Es la unidad de potencia más importante de un equipo puesto que su magnitud da la capacidad al taladro para levantar y sostener, cuya categorización está en función de la potencia en HP que provea este equipo. Sus funciones son la de ejercer la fuerza y el levantamiento de cargas mediante un sistema de levantamiento que incluye bloque viajero, gancho, poleas y el cable enrollado en tambor. Está instalado en una estructura de acero que permite su montaje y desmontaje en su ubicación en el piso de perforación. Este equipo consta de sistemas de frenos embragues, como transmisión que en un conjunto cumplen las funciones con el malacate.

En el Rig Tuscany 117 las características del malacate se muestran en la tabla 1.9

TABLA 1.9- CARACTERÍSTICAS DEL MALACATE

Malacate	
Tipo	FPI Tomado
Modelo	F-20 EH
Fabricado	Guanghan Yong Hong
Número de serie	D 08-04-196 M1
Fecha de fabricación	2008
Capacidad de flujo	18,000 ft
Drive	Yongji Xinshisu Electric series wound motors (2)
Modelo	YZ08
Número de series	10870325, 108A7286
Tambor de la línea de perforación	23" x 47" de longitud, Lebus grooved f/ 1-1/2" line
Frenos	Disco
Gatos hidráulicos	Gatos hidráulicos
Mfg	Kineco
S/N	Make up: 84703043-1 Break out:8470343-2
Capacidad levantamiento en baja/baja	1,000,000 lbs, w/12 líneas
Dispositivo de seguridad del bloque corona	Crown o matic

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 1.27- MALACATE



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

1.5.5.2 Bloque corona

El bloque corona está ubicado en la parte superior tope del mástil, contiene las distintas poleas que divide la carga, (peso) que soporta la estructura, mediante el cable de perforación.

En el Rig Tuscany 117 el bloque corona tiene las siguientes características que se pueden observar en la tabla 1.10

TABLA 1.10- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BLOQUE CORONA

Bloque corona	
Número de serie	FPI Tomado
Modelo	6 poleas, 60" diámetro de canal, para cable de 1-1/2".
Línea rápida	1 polea de 70" de diámetro de canal, para cable de 1-1/2"
Rating	1,000,000 lbs

FUENTE: Tuscany Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 1.28- BLOQUE CORONA



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

1.5.5.3 Bloque viajero

El bloque viajero es el dispositivo que mantiene a las poleas que soportan las líneas del cable de perforación que dividen la carga total aplicada al mástil.

En el Rig Tuscany 117 consta de 6 poleas por lo que se forman 12 líneas que reparten la carga que soporta el mástil durante la perforación.

A continuación en la tabla 1.11 se muestran las características técnicas del bloque viajero.

TABLA 1.11- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BLOQUE VIAJERO

Bloque viajero	
Tipo	Lanzhou National Oilwell
Modelo	YC 450-2
Número de serie	10207192
Fecha de fabricación	2007
Poleas	6 x 60"
Acanalado	1-1/2"
Capacidad	496 Ton

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 1.29- BLOQUE VIAJERO



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

1.5.5.4 Gancho

El gancho es la herramienta que transmite al bloque viajero la carga de la sarta de perforación más cualquier otra herramienta colocada sobre ella. Permite maniobrabilidad y rotación.

Se puede observar en la tabla 1.12 las características técnicas del gancho.

TABLA 1.12- CARACTERÍSTICAS DEL GANCHO

Gancho	
Tipo	Lanzhou National Oilwell
Modelo	SL-450
Capacidad	496 Ton

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 1.13- GANCHO



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

1.5.5.5 Elevadores y cuñas

Los elevadores son herramientas robustas, especialmente diseñadas para empatar en los cuellos de los tubulares y soportar y levantar su peso en operaciones de perforación; estas herramientas son diseñadas con diámetros exactos para acoplar en los diámetros requeridos.

La función principal de las cuñas para tubería es sostener la sarta de tubulares al nivel del piso de la rotaria. Existen cuñas para tubería de: producción, perforación, revestimiento, lastrabarrenas. Las cuñas de dados extralargos están diseñadas para cargas y profundidades de 15,000 ft. Las cuñas para lastrabarrenas están formadas principalmente por segmentos con insertos desmontables.

TABLA 1.14- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS ELEVADORES DE TUBULARES DE PERFORACIÓN

Elevadores de la sarta de perforación				
Tamaño	Marca	Tipo	Capacidad	número
5"	WTM		350 T	2
3 1/2"	WTM		350 T	2
4" A 20"	CHINA	Spider	350 T	1
4" A 20"	CHINA	Elevador	350 T	1

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany
ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 1.30- ELEVADORES DE TUBULARES DE PERFORACIÓN



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

Se puede visualizar en la tabla 1.15 las características técnicas de las cuñas

TABLA 1.15- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CUÑAS

Cuñas			
Tamaño	Marca	Tipo	Número
5"	VARCO	SDXL	2
3 1/2"	VARCO	SDML	1
8-9 1/2"	VARCO	DCS-L	2
4 1/2"-6"	VARCO	DCS-R	2
20"	VARCO	CMS-XL	2
13 3/8"	VARCO	CMS-XL	2
9 5/8"	VARCO	CMS-XL	2
7"	VARCO	CMS-XL	2

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 1.31- CUÑAS



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

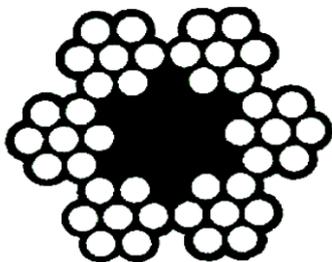
1.5.5.6 Cable o línea de perforación

La línea de perforación puede enrollarse y desenrollarse en el tambor del malacate, a medida que suba o baje del bloque viajero. A partir del malacate, la línea llega hasta el conjunto de poleas ubicadas en la corona, de ahí va a las poleas en el bloque viajero, el cual queda suspendido de la torre mediante un conjunto de líneas (generalmente 8,10 ó 12). En el otro extremo el cable de perforación, forma la línea muestra donde el cable está debidamente asegurado, en la grapa.

Está formado por hilos de acero colocados ordenadamente para un objetivo específico, constituido por alambres, torones y alma. Se clasifican principalmente en tres grupos:

- **Grupo 6x7:** constituido por 6 torones, y cada torón por siete alambres. No tiene mayor flexibilidad, es muy resistente a la abrasión y poder ser instalado en poleas o tambores de malacate que tengan cuarenta veces su diámetro. (Ver Figura 1.32)

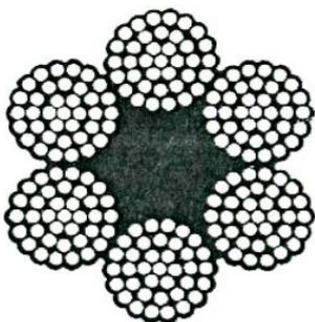
FIGURA 1.32- GRUPO 6x7



FUENTE: Manual de Capacitación y desarrollo de habilidades en actividades de perforación y mantenimiento de pozos- Hernán Ramos

- **Grupo 6x19:** está constituido de 6 torones en forma de espiral alrededor de un alma de acero cada torón puede tener una cantidad variable de alambres de 16 a 26 y de diámetro diferente. Esta distribución de alambres y toronos lo hace más flexible. Pueden trabajar en poleas o tambores de treinta veces su diámetro. (Ver Figura 1.33)

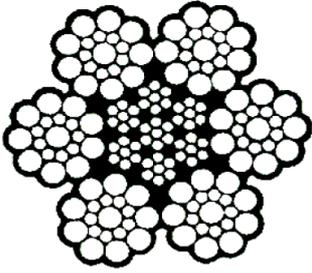
FIGURA 1.33- GRUPO 6x19



FUENTE: Manual de Capacitación y desarrollo de habilidades en actividades de perforación y mantenimiento de pozos- Hernán Ramos

- **Grupo 6x37:** son los cables más flexibles debido a que tienen mayor número de alambres por torón. Recomendables para trabajos en que se requiera flexibilidad, no se recomienda para excesiva abrasión. Los más comunes son cables de 29 a 46 alambres por torón, y el diámetro de poleas y tambores de 18 veces el diámetro del cable. (Ver figura 1.34).

FIGURA 1.34- GRUPO 6x37



FUENTE: Manual de Capacitación y desarrollo de habilidades en actividades de perforación y mantenimiento de pozos- Hernán Ramos

El alma del cable sirve como soporte a los torones enrollados a su alrededor puede ser alma de torón o de fibra.

El cable de perforación es preformado, esto es que los torones y alambres según su diseño tendrán una forma pre-establecida. Así mismo estos cables tienen un “torcido”, que es de fabrica que puede ser regular o torcido LANG. El torcido regular hace que los alambres del torón estén torcidos en dirección opuesta a los de los torones; en el torcido LANG los alambres y torones están en la misa dirección.

En ambos tipos de torcidos los cables pueden fabricarse en dirección derecha o izquierda, los derechos son los de mayor aceptación. El torcido de un cable también se conoce como trama, esto último es la distancia lineal que recorre un torón para dar una vuelta completa alrededor del cable.

A lo anterior hay que sumar características de este cable como: calidad del acero, diámetro y longitud.

A continuación en la tabla 1.16 se presenta la tolerancia de diámetros en cable de acero.

TABLA 1.16- TOLERANCIA DE DIÁMETROS EN CABLE DE ACERO

Tolerancia de diámetros en cables de acero			
Diámetro nominal del cable		Sub- tamaño	Sobre-tamaño
Pulg	Mm	pulg	mm
0-3/4	0,00-19,00	1/32	0,79
1 13/16 -1 1/8	20,63-28,57	3/64	1,19
1 13/16 - 1 1/2	30,16-38,10	1/16	1,58

FUENTE: Manual de Capacitación y desarrollo de habilidades en actividades de perforación y mantenimiento de pozos- Hernán Ramos

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

En el enhebrado o warnido del cable de perforación hay que tomar en cuenta los siguientes puntos críticos:

1. Grapa de sujeción del ancla
2. Grapa del tambor principal del malacate
3. Curvatura de la polea de línea muerta
4. Línea viva en la polea rápida

En el Rig Tuscany 117 el cable de perforación tiene un diámetro de 1 1/2", está conformado por 6 torones, cada torón por 19 alambres, es regular izquierdo, de fabricación china; la tabla siguiente resume las características técnicas

TABLA 1.17- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CABLE DE PERFORACIÓN

Cable de perforación	
Descripción	IWR 1 1/2" 6 x 19 IPS, regular lay
Longitud	*5100 ft
*Depende de la cantidad de cable que se haya recorrido	

FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 1.35- CABLE DE PERFORACIÓN



FUENTE: Inventario Rig 117, Tuscany

CAPÍTULO 2

DETERMINACIÓN DE LOS ESTÁNDARES API A LA INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DE UNA TORRE DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS

2.1 INTRODUCCIÓN

Determinación de los estándares API aplicable a la inspección, mantenimiento y reparación del sistema de levantamiento de una torre de perforación de pozos petroleros.

El Instituto Americano del Petróleo (API) es la única asociación comercial nacional que representa a todos los aspectos de la industria del petróleo y gas natural de Estados Unidos.

Los Orígenes del El Instituto Americano del Petróleo se remontan a la Primera Guerra Mundial, donde la industria del petróleo y el gas natural doméstico trabajó junto al Congreso en el esfuerzo de la guerra.

Actualmente Jack N. Gerard es el CEO del Instituto Americano del Petróleo.

Según su publicación, API está involucrado ampliamente en variedad de actividades de técnicas y de extensión, desde la mejora de su comunidad local a organizaciones benéficas de apoyo que tienen alcance global.

Así mismo, API ofrece, un desarrollo profesional a personas con estudios finales de secundaria o cursando carreras universitarias afines a la industria de petróleo y gas.

Las empresas de servicios y de suministro son una parte integral de la industria del petróleo y el gas natural. En los Estados Unidos, hay más de 10.000 empresas identificadas en la prestación de servicios y el suministro de petróleo y de gas natural a la industria.

Los servicios que ofrece el API son publicitados como de alta calidad y en mejora continua de la compatibilidad de sus operaciones con el medio ambiente.

Dentro de las normas API involucradas en la inspección, mantenimiento y reparación del sistema de levantamiento de una torre de perforación de pozos petroleros, tenemos:

- API RECOMMENDED PRACTICE 8B, SEVENTH EDITION, MARCH 2001
- API RECOMMENDED PRACTICE 4G, THIRD EDITION, APRIL 2004
- API SPECIFICATION 9A, TWENTY– FOUR EDITION , JUNE 1 , 1995
- API SPECIFICATION 8C , THIRD EDITION , DECEMBER 1997
- API RECOMMENDED PRACTICE 9B, TENTH EDITION, JUNE 1999

2.2 PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y RE-MANUFACTURA DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO. API PRÁCTICAS RECOMENDADAS 8B SEXTA EDICIÓN, DICIEMBRE 1997

Es el estándar API que contiene mayor y específicamente lo que concierne a la Inspección, Mantenimiento y Reparación de los componentes de sistema de levantamiento en una torre de perforación de pozos petroleros.

Este estándar menciona criterios generales en procedimientos en la inspección, mantenimiento, reparación y manufactura, para mantener operativos lo equipos involucrados dentro de este sistema.

2.2.1 EQUIPOS DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO

El estándar API en cuestión, define como equipos de levantamiento en una torre de perforación de pozos petroleros, los siguientes:

- a) Poleas y rodamientos del bloque corona

- b) Bloque viajero y gancho del bloque viajero
- c) Adaptadores del Bloque y gancho
- d) Conectores y brazos adaptadores
- e) Gancho de perforación
- f) Ganchos para tubing
- g) Brazos elevadores
- h) Elevadores de casing, tubing, drill pipe, drill collar
- i) Elevadores de barra para suaveo
- j) Adaptadores de pivote giratorios
- k) Pivotes giratorios
- l) Pivotes de potencia
- m) Substitutos de potencia
- n) Arañas cuando se usan como elevadores
- o) Anclas para reacondicionamiento
- p) Compensadores de movimiento para sarta de perforación
- q) Kelly giratorio, cuando es usado como equipo de levantamiento
- r) Componentes de herramientas liberadoras
- s) Herramientas para asentar cabezales
- t) Grapas de seguridad cuando son utilizadas como equipo de levantamiento

2.2.2 DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS

Propietarios y usuarios juntos con los fabricantes deben desarrollar y actualizar procedimientos consistentes para la inspección, mantenimiento, reparación, y re manufactura, con equipos de aplicación, carga, medio ambiente, uso y otras condiciones operacionales. Estos factores pueden cambiar con el tiempo y resultar en nueva tecnología, historial de equipos, mejoras de productos, nuevas técnicas de mantenimiento y cambios en las condiciones de servicio.

Si el fabricante del equipo ya no existe o no está disponible por alguna razón para proveer recomendaciones adecuadas, el propietario o usuario debe desarrollar procedimientos consistentes para la inspección, mantenimiento, reparación y re-manufactura con prácticas industriales ampliamente aceptadas.

2.2.3 CALIFICACIÓN DEL PERSONAL

Los procedimientos para la inspección, mantenimiento y reparación deben ser llevados a cabo por personal calificado por profesionales, y ser verificados por estándares ampliamente aceptados y reconocidos que cubran las habilidades específicas y conocimientos requeridos.

El estándar recomienda mantener un sistema de mantenimiento de registros, aquí el fabricante deberá proveer la información de identificación del equipo del cual se requiera el registro.

2.2.4 DOCUMENTACIÓN

2.2.4.1 Registros

El propietario del equipo o usuario debe mantener un sistema de registro como el cual debe contener información pertinente con respecto al equipo. Los registros pueden incluir lo siguiente:

- a. Información provista por el fabricante
- b. Registros de inspección
- c. Registros de mantenimiento

- d. Registro de reparación
- e. Registros de manufactura

2.2.4.2 Identificación

Números seriales o marcas de identificación provistas por el fabricante deben ser mantenidas en el equipo y registradas en el registro del equipo. Marca de identificación deben ser provistas por el propietario o usuarios de equipo no identificado el cual requiera de registros de mantenimiento.

2.2.4.3 Historia

Cambios en el estado del equipo que puedan afectar la utilidad del equipo deben ser registrados en el registro del equipo.

2.2.4.4 Identificación de los registros

Entradas en el registro del equipo deben incluir la fecha y el nombre de la persona(s) involucrada en la inspección, mantenimiento, reparación o re-manufactura.

2.2.5 DEFINICIONES

2.2.5.1 Área crítica

Región de alto estresamiento para componentes de carga primaria como está identificado por el fabricante.

2.2.5.2 Partes consumibles

Piezas que normalmente se usan para servicio de consumo, tales como sellos, juntas, filtros, empaque, v-correas, cubiertas, resguardos, descansos, desagües, y diversos hardware y aseguradores.

2.2.5.3 Desempeño del equipo

Capacidad operativa de piezas de equipo esperado o parámetros predeterminados o estándares.

2.2.5.4 Inspección

Comparación de conformidad del material para predeterminar los estándares, seguido por una determinación de acciones requeridas.

2.2.5.5 Prueba de carga

Un procedimiento en donde una carga es aplicada para verificar la utilidad del equipo.

2.2.5.6 Mantenimiento

Acciones, que incluyen inspección, ajustes, limpieza, lubricación, pruebas, y partes necesarias reemplazables para mantener la utilidad del equipo.

2.2.5.7 Manufactura

Un término denotado individualmente o acompañado para procesamiento de equipo o material para el cual estándares API han sido o están siendo formulados.

2.2.5.8 Propietario

Un individuo, entidad legal u organización con derecho de participación legal para el equipo.

2.2.5.9 Carga primaria

La carga axial para la cual el equipo está sometido en operaciones.

2.2.5.10 Componentes de transporte de carga primaria

Estos componentes para el equipo cubierto junto con la carga primaria es transportado.

2.2.5.11 Re-manufactura

Acciones realizadas sobre el equipo que involucran procesos particulares o mecanizados.

2.2.5.12 Reparación

Acciones que involucran el reemplazo de partes (otras que se expanden), pero excluyen operaciones re-manufacturadas.

2.2.5.13 Utilidad

La condición de cada una de las piezas del equipo para algún punto que sea afectado con el tiempo, que afecte la habilidad del equipo para realizar esta función(s) como propósito.

2.2.5.14 Procesos especiales

Unas operaciones las cuales podrían cambiar o afectar las propiedades mecánicas, incluyendo dureza, o los materiales usados en el equipo.

2.2.5.15 Prueba

Acciones que son llevadas a cabo a una pieza del equipo para asegurar que éste pueda realizar una función requerida.

2.2.5.16 Usuarios

Un término denotado individualmente o acompañado con quienes usen equipo o material, para implementar las prácticas recomendadas.

2.2.6 INSPECCIÓN

2.2.6.1 Categorías de Inspección

2.2.6.1.1 Categoría I

Observación del equipo durante las operaciones, para indicaciones de ejecución inadecuada.

2.2.6.1.2 Categoría II

Inspección de categoría I, más inspección posterior por corrosión, deformación, pérdida de componentes, deterioro, lubricación propia, fisuras externas visibles y ajustes.

2.2.6.1.3 Categoría III

Inspección de Categoría II, más inspecciones posterior, en la cual debe incluir NDT en áreas críticas expuestas y que puede involucrarse algún desmontaje para acceder a componentes específicos e identificar usos que excedan las tolerancias permitidas del fabricante.

2.2.6.1.4 Categoría IV

Inspección de Categoría III, más inspección posterior donde el equipo es desmontado el grado necesario para realizar NDT³ a los componentes primarios de carga tal y como lo define el fabricante.

2.2.6.2 Frecuencia

El usuario del equipo debería desarrollar su propio cronograma de inspecciones basado en la experiencia, recomendaciones del fabricante y consideraciones de uno o más de los siguientes factores: medio ambiente, ciclos de carga, requerimientos regulatorios, tiempo de operación, pruebas, reparaciones, re-manufactura. La tabla 2.1 es una alternativa para el usuario:

³ NDT: Análisis no destructivos

TABLA 2.1- FRECUENCIAS Y CATEGORÍAS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS Y MANTENIMIENTO

EQUIPO	Diario	Semanal	Mensual	Semestral	Anual	Otra frecuencia
Ganchos (otros ganchos de varillas de bombeo)	I	II		III		IV (5 años)
Bloque viajero, gancho del bloque, adaptador del bloque bloque al gancho, poleas y rodamientos del bloque corona	I	II		III		IV (5 años)
Conectores y brazos elevadores	I	II		III		IV (5 años)
Gancho de barras succionadoras	I	II		III	IV	
Brazos elevadores	I			III	IV	
Elevadores de casing, tubing, drill pipe y drill collars	II			III	IV	
Elevadores de barras de succión	II			III	IV	
Adaptador giratorio	I	II		III	IV	IV (5 años)
Adaptador del refuerzo giratorio	I	II		III		
Swivel rotatoria	I	II		III		IV (5 años)
Swivel de potencia	I	II		III		IV (5 años)
Substitutos de potencia	I	II		III		IV (5 años)
Spiders usados como elevadores	II	II		III		IV (5 años)
Lazos de la línea muerta/ ancla del cable	I	II		III		IV (5 años)
Compensadores de movimiento de la sarta de perforación	II	II		III		IV (5 años)
Kelly spinners usados como equipo de elevación	I	II		III		IV (5 años)
Liberadores y herramientas de cabezal usados como equipo de elevamiento	II	II		III		IV (5 años)
Grapas de seguridad usadas como equipo de elevamiento	I	II		III		IV (5 años)

FUENTE: Recommended Practice for Procedures for Inspections, Maintenance, Repair, and Remanufacture of Hoisting Equipment. API Recommended Practice 8B, Sixth edition, December 1997

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

2.2.6.3 Resultados de la inspección

2.2.6.3.1 Criterio de aceptación

El criterio de aceptación debe ser establecido basado en la experiencia y recomendaciones del fabricante. El equipo desgastado para el cual no se encuentra el criterio de aceptación no debería ser aceptado para operaciones a carga reducida a menos que se haya realizado un análisis en acuerdo con el equipo de especificación API al mando.

2.2.6.3.2 Equipo rechazado

El equipo rechazado debe ser marcado y removido de servicio para una evaluación posterior o hasta que las deficiencias sean corregidas.

2.2.6.4 Registros

Los registros de Inspección de Categoría III, y IV deben ser ingresados en el registro de equipo. Pruebas relacionadas que indiquen la capacidad de carga de un equipo deben ser ingresadas en el registro del equipo.

2.2.7 MANTENIMIENTO

2.2.7.1 Procedimientos

En adición a los procedimientos desarrollados en el punto 2.2.2 el fabricante debe definir cualquier herramienta, material equipo de medida o inspección del equipo, y el personal calificado necesario para ejecutar los procedimientos de mantenimiento.

El fabricante debe también especificar aquellos procedimientos que deberían ser ejecutados solamente por el representante del fabricante, dentro de las facilidades del fabricante o por otras facilidades calificadas.

2.2.7.2 Métodos

Acciones de mantenimiento deben incluir cualquiera de las siguientes inspecciones: ajustes, limpieza, lubricación, prueba y reemplazo de partes.

2.2.7.3 Criterio

Acciones de mantenimiento deben ser iniciadas, pero no limitadas a, uno o más de los siguientes criterios: intervalos de tiempo específicos, límites mesurables de uso, acumulación de ciclos de carga, no ejecución de equipo, medio ambiente, experiencia (historia), requerimientos regulatorios y otros límites medibles.

2.2.7.4 Registros

Actividades de mantenimiento que involucren el reemplazo de cualquier componente primario de cargas deben ser introducidas en el registro del equipo. Si la reparación no es ejecutada por el fabricante debe ser ejecutada usando métodos o procedimientos establecidos en acuerdo con el punto 2.2.2

2.2.8 REPARACIÓN

2.2.8.1 Procedimientos

Los fabricantes deben proveer de criterios adecuados de inspección que permita al propietario del equipo o usuario identificar la naturaleza de la reparación que puede ser requerida. Si la reparación no es ejecutada por el fabricante, debe ser ejecutada usando métodos o procedimientos establecidos en acuerdo con el punto 2.2.2.

2.2.8.2 Rodamientos

Los rodamientos juegan una parte importante en el servicio del equipo. Las más usuales causas para el reemplazo de los rodamientos son: cajas sueltas o dobladas (retenedores o elementos rotatorios); corrosión, abrasión, problemas de lubricación y astillamiento por fatiga. Tolerancias internas en exceso permitidas por los fabricantes pueden indicar un ajuste o ensamble impropio que debe ser corregido. Reparación de rodamientos anti-fricción no deben ser ejecutados por personal de campo. Consultas con el fabricante del equipo son recomendadas en el evento de fallas inexplicadas o repetidas de los rodamientos.

2.2.8.3 Reemplazo de partes

Reemplazo de partes deben cumplir o exceder el criterio de equipo original del fabricante.

2.2.8.4 Registros

Ingresos que describen todas las actividades de reparación, con la excepción de lo descrito en los párrafos 2.2.9.4 y 2.2.9.5a, debe ser incluido en el registro del equipo.

2.2.9 REMANUFACTURA

2.2.9.1 Procedimientos

La re-manufactura de equipo debe ser ejecutada usando métodos y procedimientos desarrollados en acuerdo con el párrafo 2.2.2. Equipo encontrado no útil para la re-manufactura debe ser destruido.

2.2.9.2 Verificación

La re-manufactura NDT debe ser ejecutada para verificar la utilidad del equipo. Si la prueba de carga es ejecutada, NDT debe ser ejecutado después de la prueba de carga.

2.2.9.3 Indicaciones superficiales

Indicaciones superficiales identificadas por NDT pueden ser o no admitidas, dependiendo del tamaño, forma y localización como define el fabricante.

2.2.9.4 Indicaciones Superficiales Admisibles

Indicaciones superficiales admisibles son indicaciones superficiales de tamaño, forma y localización que no necesita ser removida.

2.2.9.5 Indicaciones Superficiales no admisibles

Indicaciones superficiales no admisibles pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

a. Indicaciones superficiales menores

Indicaciones superficiales menores pueden ser removidas por un grado limitado de presentación o afilamiento dentro de límites especificados por el fabricante. Debe tenerse precaución para prevenir calentamiento en exceso que pueda cambiar las propiedades mecánicas, incluyendo la dureza del material.

b. Indicaciones superficiales mayores

Indicaciones de superficie mayores, que requieran mover material más allá de los límites especificados en 2.2.9.5a deben ser corregidos por el fabricante.

2.2.10 REGISTROS

Entradas describiendo toda actividad de manufactura deben ser incluidas en el registro del equipo.

2.3 ESPECIFICACIÓN DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO PARA PERFORACIÓN Y PRODUCCIÓN. API ESPECIFICACIÓN 8A DÉCIMO TERCERA EDICIÓN, DICIEMBRE 1997

2.3.1 ALCANCE

2.3.1.1 Bases para la calificación del diseño

Esta especificación provee una base para establecer las calificaciones de los componentes principales de levantamiento de carga de cierto equipo de levantamiento usado en operaciones de perforación.

2.3.1.1.1 Capacidad de carga máxima

Esta es una carga máxima calculada usando un diseño de factor de seguridad pre establecido del mínimo límite elástico del material usado en el equipo. Esta capacidad de carga no está destinada para fijar la vida del servicio esperado, sino a proveer un margen razonable de seguridad contra fallas.

2.3.1.1.2 Capacidad de carga de rodamientos

Esta es una carga máxima para el rodamiento principal calculada para bloque viajero y swivels. Esta capacidad de la carga es destinada para proveer de un servicio razonable para cada rodamiento principal cuando son usados como cargas dentro de la calificación del equipo.

2.3.1.1.3 Criterio de diseño

Esta especificación provee de un método de calificación de la carga de los componentes de cierto equipo de levantamiento usado en la perforación, basado en una carga de campo normal en el cual las siguientes condiciones son asumidas que existen:

- a. La máxima calificación de carga incluye todas las cargas estáticas encontradas en la operación del equipo. Estas deben ser reconocidas como cargas dinámicas existentes y si son combinadas cargas estáticas y dinámicas excediendo la carga máxima de trabajo, el factor de seguridad será reducido acordemente.
- b. El límite de fatiga del material en el equipo y el efecto del esfuerzo en los elevadores debe ser reconocido como un factor importante en el diseño.
- c. Las calificaciones determinadas serán aplicadas al nuevo equipo solamente.
- d. Modificaciones, incluyendo soldas pueden ser perjudiciales y reducen sustancialmente la calificación del equipo y no deben ser hechas sin aprobación del fabricante.
- e. Efectos de baja temperatura son reconocidos como en la sección “baja temperatura extrema”.

2.3.1.2 Aseguramiento de la calificación - unidades manufacturadas

Esta especificación provee el fabricante con un significado para un aseguramiento adecuado de forma que las unidades fabricadas encuentren una calificación del diseño de cargas establecidas en acuerdo con 2.3.1.1.1

2.3.1.2.1 Controles de material

El uso de controles del material por el fabricante provee de un aseguramiento de que el material usado en el equipo será adecuado para su uso. La verificación del control de materiales debe ser acorde con el control de requerimientos en la sección de materiales.

2.3.1.2.2 Controles de proceso

El uso de controles de proceso por el fabricante provee el aseguramiento que el equipo ha sido fabricado con un nivel consistente de calidad y confiabilidad.

2.3.1.2.3 Análisis no destructivo (NDT)

NDT y pruebas de control provee uniformidad en métodos, procedimientos y estándares de aceptación.

2.3.1.3 Requerimientos suplementarios

Esta especificación también cumple con un grupo de requerimientos suplementarios que deben ser aplicados al equipo fabricado bajo las provisiones de esta especificación. Esto significa ser usado cuando pruebas o inspecciones adicionales han sido requeridas y aplicadas solo con especificaciones individuales del comprador, contratista y órdenes. Detalles de estos requerimientos deben ser acordados por el fabricante y el comprador.

2.3.1.4 Equipo cubierto

Ítems del equipo de levantamiento de perforación cubiertos por esta especificación son:

- a. Poleas y rodamientos del bloque corona
- b. Bloque viajero
- c. Adaptadores bloque y gancho del bloque viajero
- d. Brazos adaptadores y conectores

- e. Gancho perforador
- f. Ganchos de tubing y varillas succionadoras
- g. Brazos elevadores
- h. Elevadores de casing, tubing y tubería de perforación
- i. Elevadores de varillas succionadoras
- j. Adaptadores de swivels rotatorios
- k. Swivels rotatorios
- l. Spider cuando son usados como elevadores
- m. Compensadores de movimiento vertical
- n. Kelly spinners cuando son usados como miembros de tensión

2.3.2 CALIFICACIÓN DE DISEÑO Y PRUEBAS

2.3.2.1 Calificación

Todo equipo de levantamiento dentro de esta especificación deber ser calificado de acuerdo con los requerimientos especificados aquí. Esta calificación debe consistir de una calificación de carga máxima para todos los ítems y de una calificación de los rodamientos principales para el bloque viajero y swivels. La calificación del bloque viajero es independiente del esfuerzo y tamaño del cable de perforación.

2.3.2.2 Bases para la calificación de la carga máxima

La calificación de la carga máxima deberá basarse en (a) el diseño del factor seguridad como está especificado en la sección “diseño de factor de seguridad”; y (b) el límite elástico del material, como está especificado en las secciones “propiedades mecánicas” y “límite elástico”.

2.3.2.3 Pines de poleas

En cálculos de transferencias de la carga individual de poleas a los pines del bloque viajero, estas cargas deben ser consideradas como uniformemente distribuidas sobre una longitud del pin igual a la longitud interna del anillo interno del rodamiento; o sobre una longitud equivalente si el anillo interno del rodamiento no es provisto.

2.3.2.5 Temperatura extrema baja

Calificaciones de máxima carga deben ser establecidas a temperatura de cuarto y ser validadas bajo 0°F (-18 °C).

2.3.2.4 Factor de diseño

Factores de diseño de seguridad deben ser calculados como siguen para la relación entre el factor de diseño de seguridad y la calificación.

TABLA 2.2- FACTOR DE DISEÑO

Calificación calculada (toneladas)	Límite de elasticidad Diseño del factor de seguridad, SF_D
≤ 150	3
>150 a 500	$3 - \frac{0.75(R-150)}{350}$
>500	2,25

FUENTE: API Especificación 8A, décimo tercera edición, Diciembre 1997

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

Donde:

R= clasificación en toneladas (2000 lbs)

2.3.2.6 Unidad de prueba

Para asegurar la integridad de los cálculos de diseño, debe realizarse una prueba con una unidad total. Estas unidades de prueba varían en tamaño, calificación; una prueba será suficiente para verificar la precisión del método de cálculo usado, si un ítem probado es aproximadamente la mitad del tamaño rango de calificación. Los siguientes cambios requerirán pruebas de carga soporte:

- a. Cambios en el diseño que resulte en una redistribución de la cantidad de esfuerzo de varias partes de la unidad.
- b. Cambios en el diseño que resulten de altos niveles de esfuerzo.
- c. Cambios que afecten la calificación de la máxima carga.

2.3.2.7 Prueba de partes

Partes individuales de una unidad pueden ser probadas separadamente si los accesorios de levantamiento duplican las condiciones de carga.

2.3.2.8 Accesorios de prueba

Accesorios de prueba podrán dar soporte a la unidad en la misma forma como en el servicio actual y con las mismas áreas de contacto en la superficie carga-rodamiento.

2.3.2.9 Procedimiento de prueba

2.3.2.9.1 Unidad de prueba

La unidad de prueba deberá ser cargada al máximo rango de carga. Después que esta carga ha sido liberada la unidad deberá ser verificada por sus funciones de diseño. Las funciones de diseño de todas las partes del equipo no deben ser dañadas por esta carga.

2.3.2.9.2 Medidores de deformación

Estos medidores pueden ser aplicados a la unidad de prueba en todos los puntos donde altos esfuerzos han sido aplicados.

2.3.2.9.3 Máxima carga de prueba

La máxima carga de prueba a ser aplicada a la unidad de prueba será determinada como sigue:

ECUACIÓN 2.1- MÁXIMA CARGA DE PRUEBA

$$\text{Carga de prueba} = 0,80 \times R \times SF_D, \quad (2.1)$$

La carga de prueba debe ser no menor que 2R

Donde:

- R=calificación de carga en toneladas
- SF_D = factor de diseño de seguridad

2.3.2.9.4 Carga de la unidad

La unidad deberá ser cargada a la máxima carga de prueba.

2.3.2.9.5 Prueba de carga

Al completar la prueba de carga la unidad debe ser desarmada y las dimensiones de cada carga chequeada cuidadosamente para evidencias permanentes de deformación.

2.3.2.10 Determinación de la capacidad de carga

Los esfuerzos de esa capacidad no deben exceder los valores permitidos en la sección “propiedades mecánicas”. En unidades que han sido probadas con carga, la deformación crítica permanente debe ser determinada por medidores de deformación y no debe exceder de 0,02 pulg x pulg. Si el esfuerzo excede los valores permitidos la parte o partes afectadas debe ser revisada para obtener la

capacidad deseada. Cálculos de distribución de esfuerzo deben ser usadas para el rango de carga del equipo solamente si los valores de stress determinado en el análisis no son menores que los valores de esfuerzo observados durante la carga de prueba.

2.3.2.10.1 Aparato de prueba de carga

El aparato usado para simular la carga de trabajo en unidad de prueba deber ser calibrado en acuerdo ASTM E-4, "Force Verification of Testing Machine".

2.3.2.11 Capacidad de los rodamientos del bloque

La capacidad del rodamiento de la corona y del bloque viajero debe ser determinada por la ecuación:

ECUACIÓN 2.2- CAPACIDAD DE CARGA DE LOS RODAMIENTOS DEL BLOQUE

$$W_b = \frac{NW_r}{714} \quad (2.2)$$

Donde:

W_b = capacidad calculada de los rodamientos del bloque, toneladas

N = número de poleas en el bloque.

W_r = capacidad individual de cada rodamiento de las poleas, libras a 100 rpm; para 3000 horas mínimo de vida para el 90% de rodamientos.

2.3.2.11.1 Capacidad de los rodamientos del swivel

La capacidad de los rodamientos del swivel pueden ser determinados por la fórmula:

ECUACIÓN 2.3- CAPACIDAD DE LOS RODAMIENTOS DEL SWIVEL

$$W_s = \frac{W_r}{714} \quad (2.3)$$

Donde:

W_s = capacidad real de los rodamientos principales, toneladas a 100 rpm

W_r = capacidad individual de cada rodamiento de las poleas, libras a 100 rpm; para 3000 horas mínimo de vida para el 90% de rodamientos.

2.3.2.12 Cambios de diseño

Cuando cualquier cambio en el diseño o fabricación sea realizado debe ser calculado su carga, así mismo debe ser realizada una prueba de verificación con las especificaciones.

2.3.2.13 Registros

Todos los registros, cálculos y pruebas deben ser mantenidos por el fabricante y estar disponibles cuando sean requeridos. Ello debe ser entendido que tal información es útil para el usuario o comprador para verificar la clasificación API.

2.3.3 ELEVADORES

Existen para uso con hombro cónico y cuadrado. Las dimensiones de los “tool joints” están especificadas en tablas.

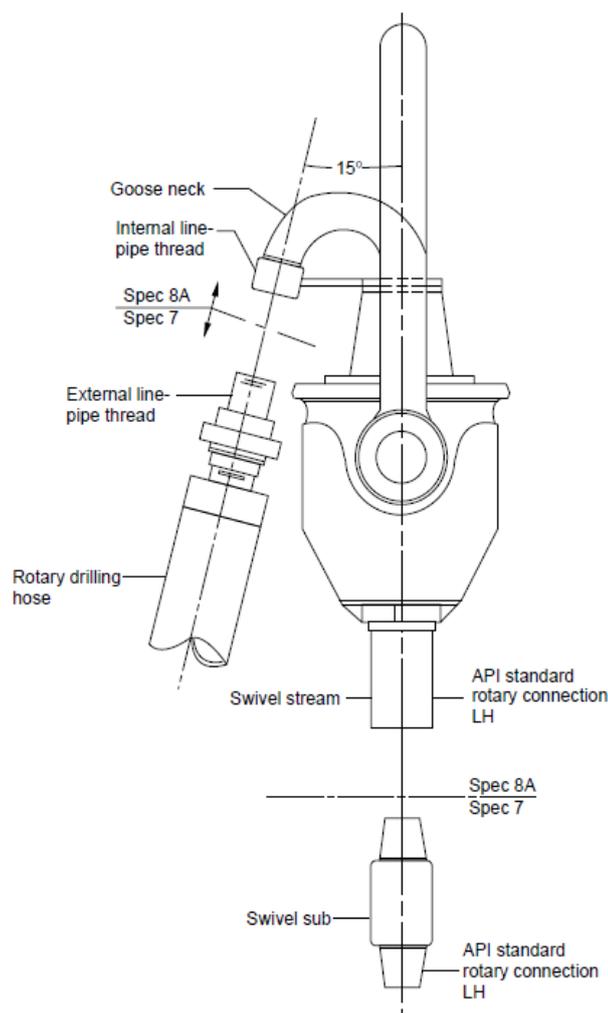
2.3.4 SWIVEL ROTATORIO

2.3.4.1 Conexión swivel del cuello de gancho

2.3.4.1.1 Dimensiones

El ángulo entre el centro del cuello de ganso y la vertical debe ser 15°. El tamaño de la conexión swivel cuello de ganso debe ser: 2, 2 ½, 3, 3 ½, 4 ó 5 pulgadas como tamaño nominal de la tubería (Ver en la figura 2.2)

FIGURA 2.1- CONEXIONES DEL SWIVEL ROTATORIO



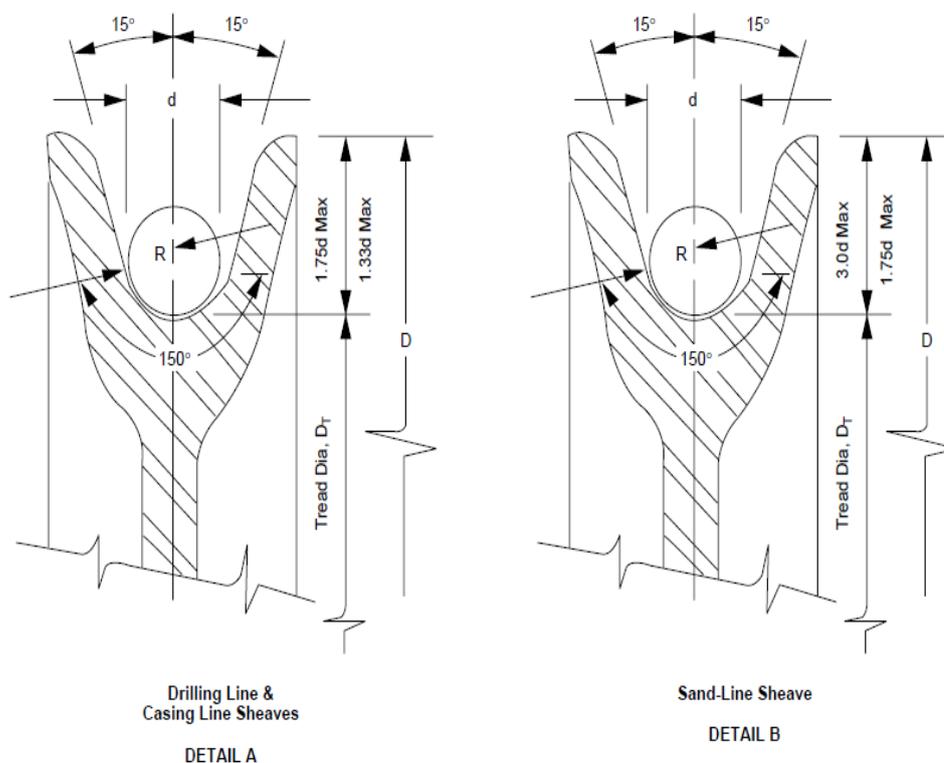
FUENTE: API Especificación 8A, décimo tercera edición Diciembre 1997

2.3.5 POLEAS DEL BLOQUE DE LEVANTAMIENTO

2.3.5.1 Diámetro de la polea

El diámetro de la polea debe ser el diámetro total (D), mostrado en la figura 2.3. Los diámetros de las poleas donde sea practicable deberá ser determinado de acuerdo con las recomendaciones dadas en API RP 9B: Recommended Practice on Application, Care, and Use of Wire Rope for Oilfield Service.

FIGURA 2.2- RANURA DE LA POLEA



FUENTE: API Especificación 8A, décimo tercera edición Diciembre 1997

2.3.5.2 Líneas de poleas de perforación y revestimiento

Las líneas de polea mencionadas deben ser hechas para el tamaño de cable especificado por el comprador.

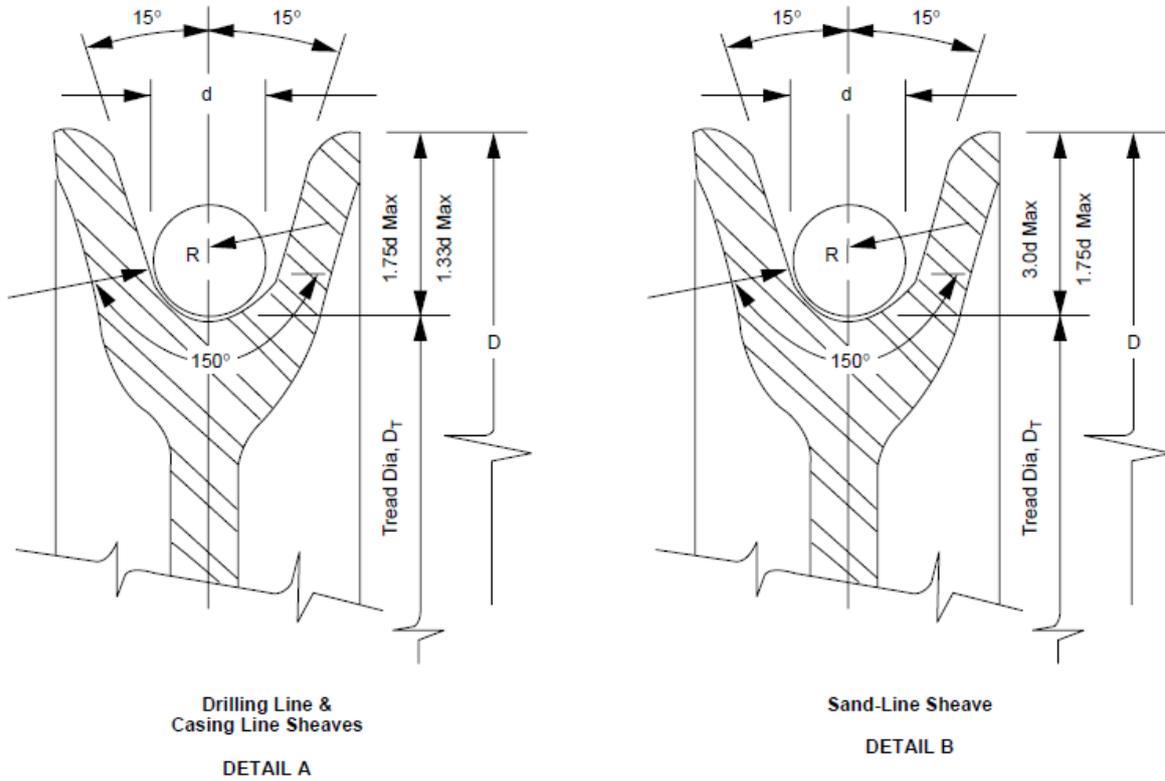
El fondo de la ranura tiene que tener un radio R (tabla 2.6), subtendiendo un arco de 150° . El lado de la ranura debe ser tangente a los terminales de fondo del arco. La profundidad total de la ranura debe tener un mínimo de $1,33d$ y un máximo de $1,75d$, donde d es el diámetro nominal del cable mostrado en la figura 2.3

TABLA 2.3- RADIO DE LA RANURA PARA POLEAS NUEVAS Y REACONDICIONADAS

Nominal Wire Rope		Groove Radius Minimum		Groove Radius Minimum	
In	mm	In	mm	In	Mm
0.25	6.5	0.134	3.4	0.138	3.51
0.343	8	0.167	4.24	0.172	4.37
0.375	9.5	0.199	5.05	0.206	5.23
0.438	11	0.232	5.89	0.241	6.12
0.500	13	0.265	6.73	0.275	6.99
0.563	14.5	0.298	7.57	0.309	7.85
0.625	16	0.331	8.41	0.344	8.74
0.750	19	0.398	10.11	0.413	10.49
0.875	22	0.464	11.79	0.481	12.22
1.000	26	0.530	13.46	0.550	13.97
1.125	20	0.596	15.14	0.619	15.72
1.250	32	0.663	16.84	0.688	17.48
1.375	35	0.729	18.52	0.756	19.20
1.500	38	0.795	20.19	0.825	20.96
1.625	42	0.861	21.87	0.894	22.71
1.750	45	0.928	23.57	0.963	24.46
1.875	48	0.994	25.25	1.031	26.19
2.000	52	1.060	26.92	1.100	27.94
2.125	54	1.126	28.60	1.169	29.69
2.250	58	1.193	30.30	1.238	31.45
2.375	60	1.259	31.98	1.306	33.17
2.500	64	1.325	33.66	1.375	34.93
2.625	67	1.391	35.33	1.444	36.68
2.750	71	1.458	37.03	1.513	38.43
2.875	74	1.524	38.71	1.581	40.16
3.00	77	1.590	40.39	1.650	41.91
3.125	80	1.656	42.06	1.719	43.66
3.250	83	1.723	43.76	1.788	45.42
3.375	86	1.789	45.44	1.856	47.14
3.50	90	1.855	47.12	1.925	48.89
3.750	96	1.988	50.50	2.063	52.40
4.00	103	2.120	53.85	2.200	55.88
4.250	109	2.253	57.23	2.338	59.39
4.500	115	2.385	60.58	2.475	62.87
4.750	122	2.518	63.96	2.613	66.37
5.000	128	2.650	67.31	2.750	69.85
55.250	135	2.783	70.69	2.888	73.36
5.500	141	2.915	74.04	3.025	76.84
5.750	148	3.048	77.42	3.163	80.34
6.000	154	3.180	80.77	3.300	83.82

FUENTE: API Especificación 8A, décimo tercera edición Diciembre 1997
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 2.3- SURCOS DE POLEA



FUENTE: API Especificación 8A, décimo tercera edición, Diciembre 1997

2.4 PRÁCTICAS RECOMENDADAS EN LA APLICACIÓN, CUIDADO Y USO DEL CABLE. API PRÁCTICAS RECOMENDADAS 9B DÉCIMA EDICIÓN, JUNIO 1999.

2.4.1. ALCANCE

Esta práctica recomendada cubre aplicaciones típicas del cable usado en operaciones y servicios petroleros.

2.4.2 USO Y CUIDADO DEL CABLE

2.4.2.1 Manejo del carrete

El uso de lazos o cadenas de levantamiento. Cuando este uso este dándose, bloques de madera deben ser siempre usados entre el cable y cadena para prevenir daños o distorsión del cable.

El uso de barras para mover el carrete debería ser puesto contra la brida y no contra el cable.

El carrete no debería ser lanzado desde camiones o plataformas. Debe ser evitado mover el carrete en ambientes de lodo o suciedad.

2.4.3 USO Y CUIDADO DE CAMPO DEL CABLE

2.4.3.1 Tendido de bloques.

Los bloques son tendidos para dar un mínimo uso contra los lados de las poleas de los surcos.

2.4.3.2 Cambio y soporte de líneas

Es buena práctica en el cambio de líneas suspender el bloque viajero desde la corona con una línea. Esto tiende a limitar la cantidad de fricción de las guayas y espaciadores. Esta práctica es tan efectiva en el recorrido y corte de cable.

2.4.3.3 Rotación del carrete

El carrete debe ser posicionado en un eje horizontal tal que esté libre de la rotación cuando es halado y en la posición en la que el cable no friccionará contra miembros de la torre u otras obstrucciones cuando es alado hacia la corona.

2.4.3.4 Levantar

El uso de aparatos apropiados para levantar el carrete y colgarlo es aconsejable.

2.4.3.5 Tensión del cable

La tensión debe ser mantenida en el cable a medida que él abandona el carrete. Una madera provee un freno satisfactorio.

2.4.3.6 Grapa tipo Swivel

Cuando un cable desgastado va a ser reemplazado por uno nuevo el uso de una grapa tipo swivel para agarrar el nuevo cable al viejo es recomendado. Esto prevendrá la transferencia de torsión de una pieza del cable a otra. El nuevo cable no debería ser soldado al viejo para halarlo dentro del sistema.

2.4.3.7 Retorcimiento

Se debe tener precaución para evitar el retorcimiento del cable a causa de removerlo o que una sección sea dañada.

2.4.3.8 Golpeo con martillo

Los cables no deberían ser golpeados con ningún objeto como martillo de acero o parecidos aun cuando el metal suave sea usado, eso sería notado como un daño del cable. Un bloque de madera puede ser interpuesto entre el martillo y cable si se lo necesitará.

2.4.3.9 Limpieza

El uso de un solvente puede ser perjudicial para el cable. Si el cable viene cubierto de suciedad o polvo deberá ser limpiado con un cepillo.

2.4.3.10 Exceso de envolturas muertas

Después de asegurar apropiadamente el cable en el tambor el número de exceso de envolturas muertas o vueltas especificadas por el fabricante del equipo debe mantenerse.

2.4.3.11 Nuevo cable

Siempre que sea posible un nuevo cable debe ser corrido bajo condiciones controladas de carga y velocidad por un corto período después que ha sido instalado.

TABLA 2.4- TAMAÑO TÍPICOS Y CONSTRUCCIONES DE CABLE DE ALAMBRE PARA SERVICIOS PETROLÍFEROS

1	2	3	4
Profundidad y servicio del pozo	Cable de alambre	Diámetro	Descripción del cable de alambre (capas)
	In	mm	
Líneas de perforación (perforando y cleanout)			
Superficial	5/8, 3/4	16,19	6x21 FW, PF o NPF, RL o LL, PS o IPS, FC
Intermedio	3/4, 7/8	19,22	
Profundo	7/8, 1	22,26	
Líneas de perforación-Rigs Rotarios			
Superficial	1, 1 1/8	26, 29	6x21 o 6x21 S o 6x25 FW o FS, PF, RL, IPS o EIPS, IWRC
Intermedio	1 1/8, 1 1/4	29,32	
Profundo	1 1/4 hasta 1 3/4	32, 45	

FUENTE: Prácticas Recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API prácticas Recomendadas 9B décima edición, junio 1999.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

2.4.4 CUIDADO DEL CABLE EN SERVICIO

2.4.4.1 Factor de diseño

El factor de diseño debería ser determinado por la siguiente fórmula:

ECUACIÓN 2.4- FACTOR DE DISEÑO

$$\text{Factor de diseño} = \frac{B}{W} \quad (2.4)$$

Donde:

B=esfuerzo nominal del cable en libras

W= tensión de la línea rápida

2.4.4.2 Devanado de los tambores

El cable debería caer uniformemente en los tambores.

2.4.4.3 Aplicación de cargas

Repentinos y severos esfuerzos son perjudiciales para el cable y las aplicaciones deben ser reducidas al mínimo.

2.4.4.4 Velocidad de operación

La experiencia ha indicado que el uso se incrementa con la velocidad, resultados económicos se consigue con incrementos moderados de la carga y disminución de la velocidad.

2.4.4.5 Velocidad del cable

Excesiva velocidad cuando el bloque está corriendo puede dañar el cable.

2.4.4.6 Grapas

Debe tenerse cuidado observando que las grapas usadas en la línea muerta no tengan pliegues.

2.4.4.7 Lubricación del cable

Los cables son bien lubricados por los fabricantes, sin embargo no durará para toda la vida el cable. Periódicamente el cable necesita ser lubricado o cuando lo necesita y el lubricante debe ser libre de ácido o álcali.

2.4.4.8 Grapas en la línea muerta

Las grapas usadas en las líneas rápidas o muertas no deben formar pliegues.

2.4.4.9 Prematuras rupturas del cable en las líneas de perforación.

La siguiente precaución debe ser observada para prevenir prematuras rupturas en el cable de perforación:

- a. Movimientos del cable y contra partes metálicas: puede acelerar el desgaste.
- b. Líneas de perforación rotatoria: se debe tener cuidado para mantener el propio devanado de las líneas de perforación rotatorio en el tambor de malacate para evitar la fricción excesiva lo cual puede evitar daños en el cable.

2.4.4.10 Poleas y tambores usados

Poleas y tambores usados causan excesivo desgaste del cable.

2.4.4.11 Alineación de poleas

Todas las poleas deben estar propiamente alineadas.

2.4.4.12 Surcos de la polea

La condición y el contorno de los surcos de las poleas son importantes deberían ser chequeadas periódicamente.

2.4.4.13 Instalación de un nuevo cable

Cuando un nuevo cable es instalado en poleas usadas esto es particularmente importante ya que los surcos de las poleas deben ser chequeados.

2.4.4.14 Lubricación de las poleas

Para asegurar un mínimo esfuerzo las poleas deberían ser apropiadamente lubricadas.

2.4.5 AGARRADERAS

2.4.5.1 Agarraderas para corte

Antes de cortar un cable debería asegurarse que ha sido sujetado en cada lado con suaves lazos de alambre. Para la parte del enchufe al menos dos agarraderas

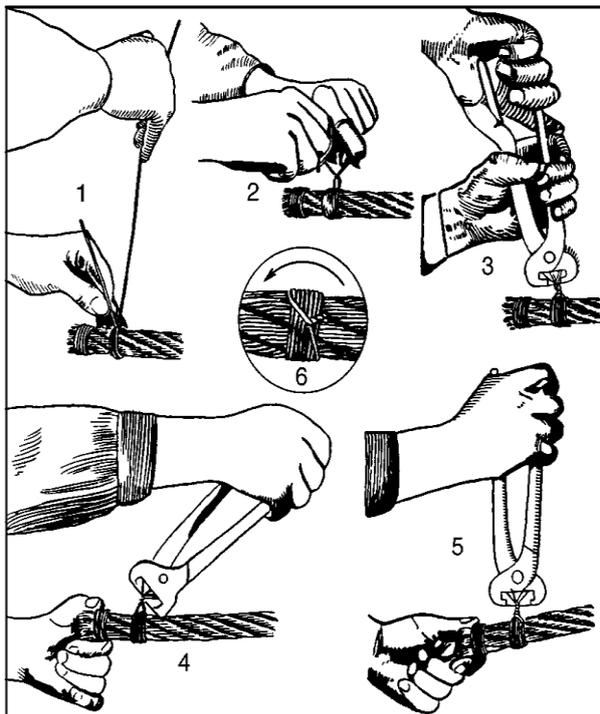
deben ser ubicadas a una distancia del final igual a la longitud d la caja del enchufe. La longitud total de la agarradera debe ser al menos dos veces el diámetro del cable para una envoltura segura como una agarradera de hierro.

2.4.5.2 Procedimiento

El procedimiento para colocar la agarradera en el cable se muestra en la figura 2.8.

- a. La conexión del cable debería ser hecho según se muestra en la figura 2.8.
- b. Después de que la conexión ha sido realizada en el cable el terminal del cable debería ser torcido a mano según en sentido horario de manera que la parte torcida del cable esté cerca al punto de la conexión (ver figura 2.8 en el ítem 2)
- c. Use cortadores, el torcido debe ser suficiente para ajustar.
- d. La conexión debería estar lejos del eje del cable con los cortadores.
- e. El ajuste de la conexión se explica en la figura 2.8, debería ser repetido como sea necesario hasta tener una conexión ajustada
- f. Completar la operación de conexión, los finales del cable deberían ser cortados y la porción torcida cubierta

FIGURA 2.4- COLOCACIÓN DE UNA AGARRADERA EN UN CABLE



FUENTE: Prácticas Recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API prácticas Recomendadas 9B décima edición, junio 1999.

2.4.6 EVALUACIÓN DE LA LÍNEA DE PERFORACIÓN

2.4.6.1 Servicio total ejecutado

El servicio total ejecutado por la línea de perforación puede ser evaluado tomando en cuenta la cantidad de trabajo realizado por la línea en varias operaciones de perforación (perforación, núcleo, pesca) y para la evaluación tales factores como: la tensión impuesta por la aceleración y desaceleración, sobrecargas, esfuerzos de vibración, tensión impuesta por la fricción de la línea en contacto con el tambor y poleas de superficie, y otros hasta más cargas. Sin embargo para propósitos comparativos, una evaluación aproximada puede ser obtenida por computación únicamente el trabajo hecho por la línea para levantamiento y bajada de las cargas aplicadas en cada realización de cada viaje de subida y bajada, y en las operaciones de perforación, recorrido de tubería, viajes cortos.

2.4.6.2 Operaciones de ida y vuelta

A más del trabajo hecho por la línea de perforación en la realización de viajes de ida y vuelta (o medios viajes) involucrando la corrida de la tubería de perforación en el agujero y realizando tracción espaciadamente del hoyo. La calidad de trabajo rendido por cada viaje redondo debería ser determinada usando la siguiente fórmula:

ECUACIÓN 2.5- CALIDAD DE TRABAJO RENDIDO POR CADA VIAJE

$$T_r = \frac{D(L_s + D) W_m}{15,5600,00} + \frac{D\left(M + \frac{1}{2}C\right)}{24,640,000} \quad (2.5)$$

Donde:

T_r =Toneladas-milla [peso en toneladas (2,000 lb) tiempo de distancia movidos en millas],

D = Profundidad del agujero

L_s = longitud del drill-pipe stand, ft

N = número de paradas del drill pipe,

W_m = peso efectivo por pie del drill pipe, lb, de figura 2.8

M = peso total del montaje bloque elevador viajero

P = Peso efectivo del montaje del drill collar de la figura 2.8, sin el peso efectivo de la misma longitud del drill pipe, lb, de la figura 2.8

La fórmula en toneladas-millón por vuelta del viaje hacia arriba se basa en las siguientes procedencias:

En la realización de un viaje de ida y vuelta, trabajo es realizado en el levantamiento y bajada del montaje del bloque viajero y en la corrida y halada del vástago del taladro, incluyendo el montaje del drill collar y broca.

Los cálculos son simplificados para considerar el drill pipe como extendido para el fondo de agujero y hacer separadamente los cálculos para el peso excesivo del montaje del drill-collar-broca superior a la misma longitud del drill pipe.

En la corrida de la sarta, el montaje de bloque viajero, el cual incluye el bloque viajero, ganchos, uniones, y elevadores (peso M), mueve a una distancia igual (aproximadamente) dos veces la longitud de la parada ($2 L_s$) para cada parada. La cantidad de trabajo realizado es igual a $2ML_sN$. En la sacada de la sarta, una cantidad similar de trabajo es hecho, por lo tanto, la cantidad total de trabajo hecho en movimiento y en el viaje del bloque, durante un viaje completo es igual a $4ML_sN$. Porque el drill pipe se asume que está extendida en el fondo del pozo, haciendo L_sN igual a D, el trabajo total puede ser expresado como 4DM en ft-libras o:

ECUACIÓN 2.6- TRABAJO TOTAL

$$\frac{4DM}{5,280 \times 2,00}, \text{ en toneladas-milla} \quad (2.6)$$

En la bajada del drill pipe dentro del agujero, la cantidad de trabajo hecho es igual al promedio de los pesos bajados a ciertos tiempos a la distancia (D). El peso promedio es igual a una mitad de la suma de las paradas (el final de la carga). Desde el peso del drill pipe es disminuido por los efectos de boyanza del fluido de perforación, una corrección de admitancia debe ser realizada para los efectos de boyanza. El trabajo hecho en libras por pie es igual a:

ECUACIÓN 2.7- EL TRABAJO HECHO EN LIBRAS POR PIE

$$\frac{1}{2} (W_m L_s + W_m L_s N) D \quad (2.7)$$

ECUACIÓN 2.8- TRABAJO HECHO EN LIBRAS POR PIE

$$\frac{1}{2} (W_m L_s + W_m L_s D) D \quad (2.8)$$

Asumiendo la mínima fricción es la misma que está dentro del agujero salga, el trabajo hecho es levantado por el drill pipe, es el mismo como en la bajada, para un viaje de ida y vuelta, el trabajo hecho es igual a:

ECUACIÓN 2.9- VIAJE DE IDA Y VUELTA

$$\frac{DW_m(L_s + D)}{5,280 \times 2,000} \quad (2.9)$$

Porque los drill collar y peso de la broca más el drill pipe, una factor de corrección debe ser introducido para adicionar el trabajo hecho en ensambles de levantamiento. Esta cantidad es igual al exceso del ensamble del drill collars, incluyendo sustitutos y brocas (C), las veces y las distancias movidas (D). Para un viaje completo el trabajo realizado (en toneladas millas) será:

ECUACIÓN 2.10- TRABAJO REALIZADO PARA UN VIAJE COMPLETO

$$\frac{2 \times C \times D}{5,280 \times 2,000} \quad (2.10)$$

El trabajo total hecho en un viaje de ida y vuelta debería ser igual a la suma de las cantidades expresadas en la ecuaciones 2.6, 2.7 y 2.8 debería ser:

ECUACIÓN 2.11- TRABAJO TOTAL HECHO EN UN VIAJE DE IDA Y VUELTA

$$T_r = \frac{4DM}{5,280 \times 2,000} + \frac{DW_m(L_s + D)}{5,280 \times 2,000} + \frac{2CD}{5,280 \times 2,000} \quad (2.11)$$

Esto puede ser reescrito como:

ECUACIÓN 2.12- OTRA FORMA DEL TRABAJO TOTAL HECHO EN UN VIAJE COMPLETO

$$T_r = \frac{DW_m(L_s + D)}{10,560,000} + \frac{4D \left(M + \frac{1}{2} C \right)}{2,640,000} \quad (2.12)$$

2.4.6.3 Operaciones de perforación

Las toneladas milla del trabajo ejecutado en operaciones de perforación, es expresada en términos del rendimiento de trabajo en los viajes de ida y vuelta realizados, desde que hay una relación directa como se ilustra en el siguiente ciclo de operaciones de perforación:

1. Perforar por delante la longitud del Kelly
2. Levantar la longitud por el kelly
3. Rimar longitud por delante de la longitud del kelly
4. Tirar hacia arriba de la longitud del kelly para sumar
5. Poner kelly en agujero de la rata.
6. Sacar simples o dobles
7. Bajar el ensamble de fondo al hueco

Análisis del ciclo operaciones muestran que para cualquier hueco, la suma de todas las operaciones 1 y 2 es igual a un viaje de ida y vuelta; la suma de todas las operaciones 3 y 4 es igual a otro viaje de ida y vuelta, la suma de todas las operaciones 7 es igual a mitad de viaje completo; y la suma de todas las operaciones 5, y 6 probablemente, y en este caso hecho, es igual a otra mitad del viaje de ida y vuelta, con lo que el trabajo de perforación de un hueco equivale a tres viajes de ida y vuelta al fondo .

La relación puede expresarse con la ecuación 2.13.

ECUACIÓN 2.13- TRABAJO DE PERFORACIÓN DE UN HUECO EQUIVALENTE A TRES VIAJES DE IDA Y VUELTA

$$T_d = 3(T_2 - T_1) \quad (2.13)$$

Donde:

T_d = millas -toneladas perforación

T_1 = millas-toneladas para un viaje de ida y vuelta a una profundidad D_1
(profundidad donde empieza la perforación después del agujero)

T_2 = millas-toneladas para un viaje de ida y vuelta a una profundidad D_2
(profundidad donde para la perforación antes de salir del agujero)

Si las operaciones 3 y 4 son omitidas, entonces la fórmula 2.13 llega a ser:

ECUACIÓN 2.14- TRABAJO HECHO DE PERFORACIÓN

$$T_d = 2(T_2 - T_1) \quad (2.14)$$

2.4.6.3 Operaciones de asentamiento de casing

Los cálculos de toneladas-millas para la operación de colocación de casing debería ser determinada como en esta sección para tubería de perforación, pero usando un peso efectivo del casing y con el resultado multiplicado por la mitad, porque el asentamiento del casing es en una vía (medio viaje completo). Toneladas-millas para el asentamiento del casing puede ser determinada con la siguiente fórmula:

ECUACIÓN 2.15- ASENTAMIENTO DEL CASING

$$T_s = \frac{D(L_{CS} + D)W_{cm}}{10,560,000} + \frac{D\left(M + \frac{1}{2}C\right)}{2,640,000} \times \frac{1}{2} \quad (2.15)$$

Hasta un peso no excesivo para los drill collars necesita ser considerada la siguiente ecuación:

$$T_s = \frac{D(L_{CS} + D)W_{cm}}{10,560,000} + \frac{DM}{2,640,000} \times \frac{1}{2} \quad (2.16)$$

Donde:

T_s =toneladas-millas ajuste del casing

L_{cs} = Longitud de la junta del Casing, ft

W_{cm} = peso efectivo por pie del casing, lb, puede ser estimada con la ecuación .16:

ECUACIÓN 2.16- PESO EFECTIVO POR PIE DEL CASING

$$W_{cm} = W_{ca}(1 - 0,015B) \quad (2.17)$$

Donde:

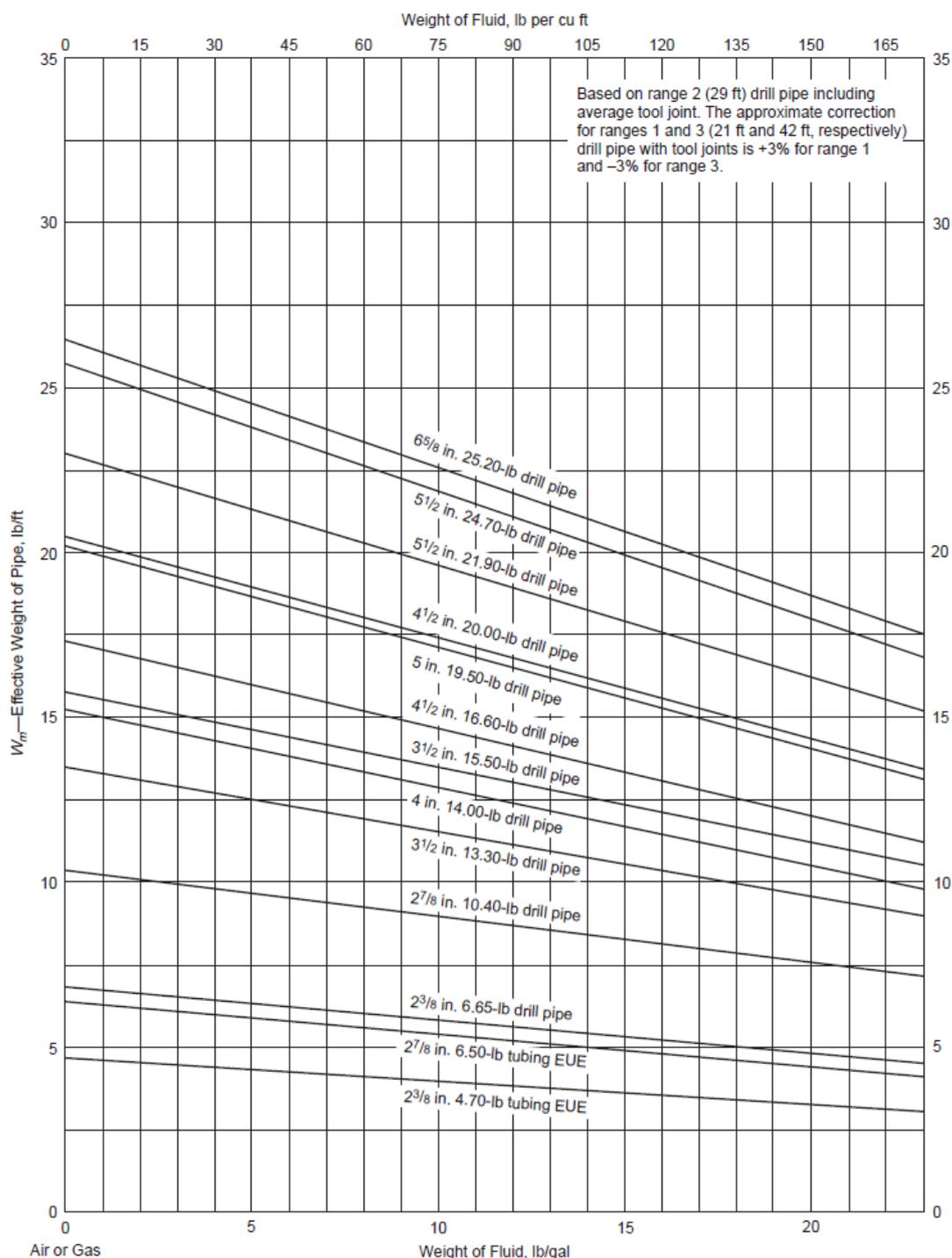
W_{ca} = peso por pie de Casing en aire, lb,

B = peso del fluido de perforación, lb/gal.

2.4.6.4 Evaluación del servicio

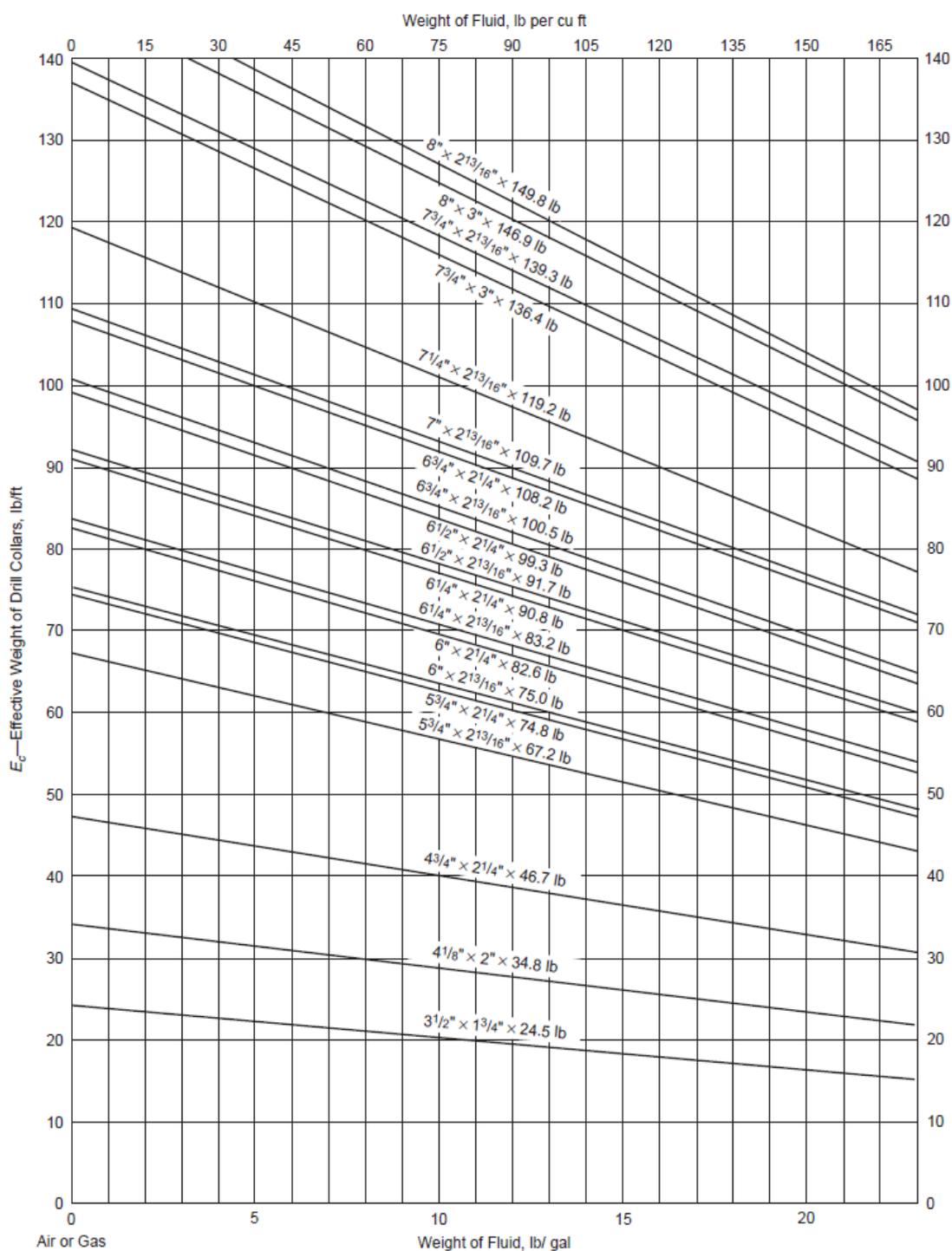
Para una evaluación comparativa del servicio de las líneas de perforación rotaria el gran total de las toneladas millas trabajadas será la suma de todas las toneladas millas de todos los viajes redondos (fórmula 2.4), las toneladas milla de todas las operaciones de perforación (fórmula 2.11), toneladas millas de operaciones de toma de núcleos (fórmula 2.13), las toneladas millas de todas a las operaciones de casing y las toneladas millas de los viajes cortos (fórmula 2.15). Dividiendo el gran total de las toneladas millas para la longitud original de la línea en pies, resulta en la evaluación de las líneas de perforación rotatoria en toneladas millas por pie.

FIGURA 2.5- PESO EFECTIVO DE LA TUBERÍA EN EL FLUIDO DE PERFORACIÓN



FUENTE: Prácticas Recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API prácticas Recomendadas 9B décima edición, junio 1999.

FIGURA 2.6- PESO EFECTIVO DE LOS DRILL COLLARS EN EL FLUIDO DE PERFORACIÓN



FUENTE: Prácticas Recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API prácticas Recomendadas 9B décima edición, junio 1999.

2.5 PRÁCTICAS RECOMENDADAS EN EL USO Y PROCEDIMIENTOS PARA INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO, Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE PERFORACIÓN Y SERVICIOS DE POZO. API PRÁCTICAS RECOMENDADAS 4G TERCERA EDICIÓN, ABRIL 2014.

2.5.1 ALCANCE

Estas recomendaciones deberán ser consideradas como suplementarias y no como sustitutas a las instrucciones del fabricante.

El fabricante ha asumido con gran cuidado el diseño y selección de materiales para la construcción del equipo perforación o estructura de servicios de pozos petroleros. La estructura debería ofrecer un funcionamiento satisfactorio cuando se usa dentro de la capacidad de carga y en conformidad con las instrucciones. Todos los miembros del personal deberían dar instrucciones, preparando, montando, bajando y usando la estructura.

La seguridad de la operación de perforación y de la estructura de servicios del pozo depende de si la base es la adecuada para la carga impuesta. El diseño de la carga para los requerimientos base deberán ser el total del peso de la perforación o los servicios de estructura del pozo.

2.5.2 MODIFICACIÓN Y REPARACIÓN ESTRUCTURAL

La modificación y reparación estructural de una torre de perforación o de servicio de pozo debería ser cuidadosamente planificada antes de iniciarse un trabajo. Los fabricantes deberían ser consultados para la aprobación de materiales y métodos.

En ausencia de las aprobaciones del fabricante, los servicios calificados, utilizando las prácticas de ingeniería deberían ser empleados para proceder con los requerimientos de reparación y modificación.

Las siguientes recomendaciones deben ser seguidas cuando hay reparaciones o modificaciones programadas de estructuras de perforación o servicios de pozos:

- a. Reparar, enderezar, o reemplazar alguna curvatura o daño.
- b. Usar procedimientos de soldadura aprobados por el fabricante y controlar las reparaciones o modificaciones de una persona calificada, como aplicables.
- c. Artículos fijos y accesorios son preferentemente colocados para estructuras por medio de grapas adecuadas. No perforar o agujerear con suelda sin aprobación del fabricante o personal calificado.
- d. Abrazaderas y otros accesorios deberían estar siempre en su lugar cuando la estructura está bajo carga.

2.5.3 INSPECCIÓN Y REEMPLAZO DE LÍNEAS DE LEVANTAMIENTO.

Los tres factores principales que podrían dar el límite de la vida de una línea de levantamiento son: desgaste, corrosión y daños. El desgaste es una función del número de veces que el mástil es levantado. La corrosión es relacionada en el tiempo y condiciones atmosféricas; y el daño no guarda relación con cualquiera de las dos, porque el daño podría ocurrir en cualquier tiempo.

Los siguientes puntos podrían ser útiles en determinados procesos de inspecciones y reemplazo:

- a. El trazado del reemplazo de la línea de elevación puede mostrar un arreglo erróneo, algunas líneas de elevación requieren relativamente reemplazo a fechas tempranas y otras de años
- b. Es impracticable determinar el esfuerzo remanente de un cable oxidado, sin embargo, estas líneas deben ser reemplazadas. Áreas adyacentes a los terminales deberían ser examinadas por evidencias de corrosión.
- c. Sería posible establecer una esperanza de vida normal de la línea de levantamiento en términos del número de locaciones en las cuales fue usado como el número más largo de meses no excedidos. Sin embargo, esto no debería impedir la necesidad de inspecciones cuidadosas contra daños accidentales. Una

línea con cualquier alambre roto deberá ser reemplazada. Una línea mostrando cualquier daño resultado de la distorsión del cable debería ser reemplazada.

d. El reemplazo de las líneas de levantamiento está basado en una esperanza de vida normal que proporciona un cierto grado de seguridad, esto es importante porque tales disposiciones no causan algún grado de negligencia en la inspección de la línea de levantamiento.

e. El levantamiento de las líneas debería ser mantenido en un pozo con condiciones de lubricación. Los lubricantes de campo deberán ser compatibles con el lubricante original, y para ello, el fabricante del cable debería ser consultado. El objetivo de la lubricación del cable es para reducir la fricción interna y la corrosión.

f. Líneas de levantamiento deberían ser adecuadas para prevenir que el cable empiece a romperse en los bordes afilados y dañados.

2.5.4 INSPECCIONES ESTRUCTURALES PERIÓDICAS

Las siguientes revisiones de rutina, como aplicables, deberían ser hechas para intervalos apropiados:

- a. Inspecciones de todas las soldaduras, particularmente en mecanismos de levantamiento, para grietas y otros signos de deformación.
- b. Seguir las instrucciones del fabricante en la verificación del control de los circuitos hidráulicos y de drenaje del aire antes de cada operación. Asegurar una adecuada provisión del fluido hidráulico.
- c. En cables se incluye operaciones de línea, líneas de levantamiento, las cuales deberían ser inspeccionadas para enroscaduras, cable roto y, otros daños. Asegurar que los cables de retención no fallen y que otras líneas estén en su lugar y en las ranuras de las poleas antes y durante cada levantamiento y bajada.
- d. Controlar los mecanismos de transferencia de carga guías y arietes telescópicos estabilizadores en mástiles telescópicos para operaciones

libres y en buenas condiciones antes de operaciones de levantamiento y bajada. Mantener mecanismos y guías limpios y lubricados apropiadamente. Asegurarse que los arietes telescópicos estabilizadores se muevan en la posición apropiada hacia el tope de la sección en la subida. Después del tope de la sección, el telescópico debe ser ubicado en posición de trabajo, verificar que el mecanismo de transferencia de carga esté totalmente engranado.

- e. Verificar la unidad para el nivel de fundación y soporte para la correcta ubicación antes del levantamiento de la torre. El nivel de la unidad debe estar acorde a las recomendaciones del fabricante.
- f. Verificar la lubricación de las poleas de la corona.

2.6 ESPECIFICACIÓN DEL CABLE DE PERFORACIÓN. ESPECIFICACIÓN API 9A, TWENTY-FOURTH EDITION, JUNIO, 1995

2.6.1 ALCANCE

2.6.1.1 Propósito

El propósito de esta especificación es proveer estándares para el cable de perforación en el mínimo número de guardas de material y tipos de construcción para adecuar los requerimientos de la industria petrolera. Esto representa que el cable de perforación fabricado en acuerdo con esta especificación rendirá servicio por algún período de tiempo, debido a algunos factores de aplicación de servicio que afectarán su vida.

El cable de perforación cubierto por esta especificación es adecuado para los siguiente usos del campo petrolífero: carreteras y líneas para sacar tubing, líneas del colgador, líneas de arena, herramientas del cable de perforación y de limpieza de las líneas, líneas de cable y herramientas de casing, líneas de perforación rotatoria, líneas de winches, líneas de unidades de bombeo, líneas de torpedo, líneas de medición en pozo, líneas para amarres en offshore, líneas de

levantamiento del mástil, líneas guías de tensión, líneas tensionadoras de levantamiento.

Las aplicaciones típicas de estos servicios y recomendaciones prácticas para campo están dadas en la API RP 9B; Recommended Practice on Application, Cuidado y uso de cables para servicios petroleros de campo, cubre tamaños y construcción, uso y cuidado en campo, aspectos de diseño recomendados, líneas de perforación rotatoria, problemas de campo y sus causas.

2.6.1.2 Cobertura

Esta especificación cubre (1) cable brillante (sin revestimiento), galvanizado, y cable de perforación estirado-galvanizado de varios grados de construcción, (2) amarre del alambre de perforación, (3) líneas de torpedo, (4) buena medición del cable, (5) buen soporte de medición, (6) alambre galvanizado de tipo recto, y (7) alambre de hilo de estructura galvanizado.

2.6.2 MATERIALES

2.6.2.1 Cable

En la fabricación del cable de perforación se emplea:

- a. Ácidos o bases de acero abierto
- b. Bases de oxígeno de acero, o
- c. Acero fundido electricamente
- d. Las propiedades mecánicas del cable tiene sucesivos niveles especificados en nivel 2, nivel 3, nivel 4 o nivel 5.

2.6.2.2 PROPIEDADES DEL CABLE ANTES Y DESPUÉS DE LA FABRICACIÓN

El cable probado antes y después de la fabricación reunirá diferentes requerimientos extensibles y de tensión como se especifica en las tablas 2.11 y 2.12.

2.6.2.3 Cable de acero galvanizado

El cable de perforación galvanizado tendrá un revestimiento de zinc aplicado después de un baño frío, ambos pasan por el proceso de electro-depositación o por el proceso de galvanizado caliente. El mínimo peso de capa de zinc será especificado en la tabla 2.10

TABLA 2.5- PESO DEL RECUBRIMIENTO DE ZINC PARA CABLE DE PERFORACIÓN GALVANIZADO

(1)	(2)	(3)	(4)
Diámetro del cable		Mínimo peso de recubrimiento de zinc	
In	Mm	oz./ft ²	kg/ft ²
0,028 a 0,047	0,71 a 1,19	0,2	0,06
0,048 a 0,054	1,22 a 1,37	0,4	0,12
0,055 a 0,063	1,40 a 1,60	0,5	0,15
0,064 a 0,079	1,63 a 2,01	0,6	0,18
0,080 a 0,9092	2,03 a 2,34	0,7	0,21
0,093 y más	2,36 y más	0,8	0,24

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June1, 1995

TABLA 2.6- PROPIEDADES MECÁNICAS DE CABLES DE ALAMBRES INDIVIDUALES DESPUÉS DE LA FABRICACIÓN

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)			
Wire Size Nominal Diameter in. mm	Level 2 Bright (Uncoated) or Drawn-Galvanized Breaking Strength						Level 3 Bright (Uncoated) or Drawn-Galvanized Breaking Strength						Level 4 Bright (Uncoated) or Drawn-Galvanized Breaking Strength						Level 5 Bright (Uncoated) or Drawn-Galvanized Breaking Strength					
	Individual Minimum		Average Minimum		Min. Tor.	Individual Minimum		Average Minimum		Min. Tor.	Individual Minimum		Average Minimum		Min. Tor.	Individual Minimum		Average Minimum		Min. Tor.				
	lb	N	lb	N		lb	N	lb	N		lb	N	lb	N		lb	N	lb	N		lb	N		
0.010	0.25	17	76	17	76	241	20	89	21	93	222	21	93	23	102	202	23	102	25	111	176			
0.011	0.28	20	89	22	98	219	23	102	25	111	202	26	116	28	125	183	28	125	30	133	160			
0.012	0.30	24	107	26	116	201	28	125	30	133	185	31	138	33	147	168	33	147	35	156	146			
0.013	0.33	28	125	30	133	185	33	147	35	156	171	36	160	38	169	155	39	173	41	182	135			
0.014	0.36	33	147	35	156	172	38	169	40	173	159	42	187	44	196	144	45	200	47	209	126			
0.015	0.38	38	169	40	178	161	44	196	46	203	148	48	214	50	222	134	52	231	54	240	117			
0.016	0.41	43	191	45	200	150	50	222	52	231	139	55	245	57	254	126	59	262	62	276	109			
0.017	0.43	49	218	51	227	142	56	249	58	253	130	61	271	65	289	118	66	294	70	311	103			
0.018	0.46	55	245	57	254	134	62	276	66	294	124	69	307	73	325	112	74	329	78	347	97			
0.019	0.48	60	267	64	285	126	70	311	74	329	117	77	342	81	360	106	83	369	87	387	93			
0.020	0.51	67	298	71	316	120	77	342	81	360	110	85	378	89	396	100	92	409	96	427	87			
0.021	0.53	74	329	78	347	114	85	378	89	396	105	94	418	98	436	95	100	445	106	471	83			
0.022	0.56	81	360	85	378	109	94	418	98	436	101	102	454	108	480	90	110	489	116	516	79			
0.023	0.58	89	396	93	414	105	102	454	108	480	96	112	498	118	525	86	121	538	127	565	75			
0.024	0.61	97	431	101	449	100	111	494	117	520	92	122	543	128	569	82	132	587	138	614	71			
0.025	0.64	104	463	110	489	96	120	534	126	560	88	133	592	139	618	78	142	632	150	667	68			
0.026	0.66	113	503	119	529	92	130	578	136	603	85	143	636	151	672	75	154	685	162	721	65			
0.027	0.69	122	543	128	569	88	140	623	148	658	82	154	685	162	721	72	166	738	174	774	63			
0.028	0.71	131	583	137	609	86	151	672	159	707	79	166	738	174	774	69	178	792	188	836	60			
0.029	0.74	140	623	148	658	83	162	721	170	756	76	177	787	187	832	66	191	850	201	894	58			
0.030	0.76	150	667	158	703	80	173	770	181	805	73	190	845	200	890	64	205	912	215	956	55			
0.031	0.79	160	712	168	747	77	184	818	194	863	71	203	903	213	947	62	218	970	230	1,023	54			
0.032	0.81	171	761	179	796	74	196	872	206	916	68	215	956	227	1,010	59	232	1,032	244	1,085	51			
0.033	0.84	181	805	191	850	72	209	930	219	974	67	229	1,019	241	1,072	57	247	1,099	259	1,155	50			
0.034	0.86	192	854	202	898	70	221	983	233	1,036	65	244	1,085	256	1,139	56	261	1,161	275	1,223	49			
0.035	0.89	204	907	214	952	68	234	1,041	246	1,094	63	257	1,143	271	1,205	54	277	1,232	291	1,294	47			
0.036	0.91	215	955	227	1,010	67	248	1,103	260	1,156	61	273	1,214	287	1,277	52	293	1,303	309	1,374	45			
0.037	0.94	227	1,010	239	1,063	65	261	1,161	275	1,223	59	288	1,281	302	1,343	50	309	1,374	325	1,446	43			
0.038	0.97	240	1,063	252	1,121	63	276	1,228	290	1,290	58	303	1,348	319	1,419	49	326	1,450	342	1,521	43			
0.039	0.99	253	1,125	265	1,179	61	291	1,294	305	1,357	56	319	1,419	335	1,490	47	343	1,526	361	1,606	41			
0.040	1.02	265	1,179	279	1,241	59	305	1,357	321	1,428	54	335	1,490	353	1,570	46	361	1,606	379	1,686	40			
0.041	1.04	279	1,241	293	1,303	58	321	1,428	337	1,499	53	352	1,566	370	1,646	45	378	1,681	398	1,770	39			
0.042	1.07	293	1,303	308	1,370	56	336	1,495	354	1,575	52	370	1,646	388	1,726	43	397	1,766	417	1,855	37			
0.043	1.09	306	1,361	322	1,432	55	352	1,566	370	1,646	50	387	1,721	407	1,810	42	415	1,850	438	1,948	36			
0.044	1.12	320	1,423	336	1,495	54	369	1,641	387	1,721	49	405	1,801	425	1,890	41	435	1,939	458	2,037	36			

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

TABLA 2.7- PROPIEDADES MECÁNICAS DE CABLES INDIVIDUALES ANTES DE LA FABRICACIÓN

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Wire Size Nominal Diameter	mm	Level 2 Bright (Uncoated) or Drawn-Galvanized Breaking Strength			Level 3 Bright (Uncoated) or Drawn-Galvanized Breaking Strength			Level 4 Bright (Uncoated) or Drawn-Galvanized Breaking Strength			Level 5 Bright (Uncoated) or Drawn-Galvanized Breaking Strength		
		lb	N	Tor.									
0.010	0.25	17	76	254	20	89	234	22	98	218	24	107	190
0.011	0.28	21	93	231	24	107	213	27	120	198	29	129	173
0.012	0.30	25	111	212	29	129	195	32	142	182	34	151	158
0.013	0.33	29	129	195	34	151	180	37	165	168	40	178	146
0.014	0.36	34	151	181	39	173	167	43	191	156	46	205	136
0.015	0.38	39	173	169	45	200	156	49	218	145	53	236	126
0.016	0.41	44	196	158	51	227	146	56	249	136	60	267	118
0.017	0.43	50	222	149	57	254	137	63	280	128	68	302	111
0.018	0.46	56	249	141	64	285	130	71	316	121	76	338	105
0.019	0.48	62	276	133	72	320	123	79	351	114	85	378	100
0.020	0.51	69	307	126	79	351	116	87	387	108	94	418	94
0.021	0.53	76	338	120	87	387	111	96	427	103	103	458	90
0.022	0.56	83	369	115	96	427	106	105	467	98	113	503	86
0.023	0.58	91	405	110	105	467	101	115	512	94	124	552	82
0.024	0.61	99	440	105	114	507	97	125	556	90	135	600	78
0.025	0.64	107	476	101	123	547	93	136	605	86	146	649	75
0.026	0.66	116	516	97	133	592	89	147	654	83	158	703	72
0.027	0.69	125	556	93	144	641	86	158	703	80	170	756	70
0.028	0.71	134	596	90	155	689	83	170	756	77	183	814	67
0.029	0.74	144	641	87	166	738	80	182	810	74	196	872	65
0.030	0.76	154	685	84	177	787	77	195	867	72	210	934	62
0.031	0.79	164	729	81	189	841	75	208	925	69	224	996	60
0.032	0.81	175	778	78	201	894	72	221	983	67	238	1,059	58
0.033	0.84	186	827	76	214	952	70	235	1,045	65	253	1,125	57
0.034	0.86	197	876	74	227	1,010	68	250	1,112	63	268	1,192	55
0.035	0.89	209	930	72	240	1,068	66	264	1,174	61	284	1,263	53
0.036	0.91	221	983	70	254	1,130	64	280	1,245	60	301	1,339	52
0.037	0.94	233	1,036	68	268	1,192	62	295	1,312	58	317	1,410	50
0.038	0.97	246	1,094	66	283	1,259	61	311	1,383	56	334	1,486	49
0.039	0.99	259	1,152	64	298	1,326	59	327	1,454	55	352	1,566	48
0.040	1.02	272	1,210	62	313	1,392	57	344	1,530	53	370	1,646	46
0.041	1.04	286	1,272	61	329	1,463	56	361	1,606	52	388	1,726	45
0.042	1.07	300	1,334	59	345	1,535	55	379	1,686	51	407	1,810	44
0.043	1.09	314	1,397	58	361	1,606	53	397	1,766	50	427	1,899	43
0.044	1.12	328	1,459	57	378	1,681	52	415	1,846	48	447	1,988	42
0.045	1.14	343	1,526	55	395	1,757	51	434	1,930	47	467	2,077	41
0.046	1.17	358	1,592	54	412	1,833	50	453	2,015	46	487	2,166	40
0.047	1.19	374	1,664	53	430	1,913	49	473	2,104	45	508	2,260	39
0.048	1.22	390	1,735	52	448	1,993	48	493	2,193	44	530	2,357	38
0.049	1.24	406	1,806	51	467	2,077	47	513	2,282	43	552	2,455	38

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

2.6.3 PROPIEDADES Y PRUEBAS PARA EL CABLE DE PERFORACIÓN

2.6.3.1 Selección de muestra de pruebas después de la fabricación

Para la prueba individual de cables, una sección de 10 ft, (3.05 m) longitud será cortado de una pieza terminada no usada y en buen estado, del alambre de perforación. Después de las pruebas de fabricación del alambre deberían tomarse en cuenta los requerimientos de la tabla 2.11.

De cada tres hilos serán seleccionados y probados ciertos alambres como los siguientes:

- a. El número total probado deberá ser igual al número total de cualquier hilo.
- b. Ellos serán seleccionados de todos los hilos del cable.
- c. Las muestras serán seleccionadas de todos los lados o posiciones que constituyen un hilo completo exactamente igual al cable original.
- d. La muestra para los todos alambres “como están posicionados” será seleccionada para el uso lo más cercano posible, al de un número igual al de cada hebra.

Nota: Siempre que los alambres “como están posicionados”, se entenderá que significa alambres simétricamente localizados en la hebra.

Alambres localizados asimétricamente, deben ser enteramente ignorados. Alambres centrales están sujetos a las mismas estipulaciones que aplican a alambres simétricos.

2.6.3.2 Selección de muestras de prueba antes de la fabricación

La selección y prueba de alambres más importantes del torón de fabricación, será adecuada para asegurar la resistencia del cable después de la fabricación y los requerimientos existentes. Pruebas de fabricación del cable deberán cumplir con los requerimientos de la tabla 2.12.

2.6.3.3 Desarrollos de las pruebas

Las pruebas serán corridas y datos registrados de una manera que los resultados de cada una de las varias pruebas sean asociados y probablemente estudiados, separadamente de otras muestras.

Si cuando se está haciendo una prueba individual de cualquier cable y la primera muestra falla, no más de dos muestras adicionales del mismo cable deben ser probadas. Si el promedio de cualquiera de dos muestras, observa aceptación, este debe ser usado como valor representativo del cable. La prueba del cable puede ser terminada si han ocurrido suficientes fallas que causen su rechazo.

2.6.4 REQUERIMIENTOS TENSILES DE UN ALAMBRE INDIVIDUAL

Las muestras no deben ser menor de 18 pulgadas (457 mm) de largo y la distancia entre puntos de prueba no debe ser menor de 12 pulgadas (305 mm). La velocidad de la máquina de prueba sin carga no debe exceder una pulgada por minuto. Cualquier corte de muestra con $\frac{1}{4}$ de pulgada (0.4 mm por segundo) en las quijadas debe ser ignorada y ejecutada una nueva prueba.

Nota: El diámetro del cable puede ser fácil y precisamente determinado colando la muestra de cable en la máquina de prueba y aplicando una carga no mayor al 25 % del esfuerzo de rotura del cable.

El esfuerzo de ruptura de cualquier alambre sin recubrimiento o galvanizado de varios grados deberá estar de acuerdo o exceder los valores de los tablas 2.11 y 2.12 para el tamaño de alambre a probarse. Alambres probados después de la fabricación deben tener construcciones con una clasificación de 6x7 o 3 alambres en 6x19, 8x19 y 18x7 y 19x7, o seis alambres con construcciones con una clasificación de 6x37 o nueve alambres con una clasificación de 6x61 o 12 alambres con una clasificación de 6x91, pero no más que el 10% abajo del mínimo esfuerzo tensil especificado para un alambre individual en prueba. Si haciendo la prueba cualquier alambre cae bajo, pero no más que del 10% del mínimo individual, alambres adicionales del mismo cable deberán ser probados

aunque esto sea causa de rechazo. Pruebas de alambres individuales en cables galvanizados y cables individuales con núcleo independiente no son requeridos.

2.6.5 REQUERIMIENTOS DE TORSIÓN PARA ALAMBRES INDIVIDUALES

La distancia estándar entre dos quijadas de una máquina de prueba es 8 pulgadas \pm 1/16 pulgada (203 mm \pm 1 mm). En orden de grabación de los tiempos durante la prueba, la distancia entre quijadas de la máquina de prueba puede ser acortada, tan corta como 100 veces el diámetro del alambre (menor a 8 pulgadas) (203 mm). Un terminal del cable debe ser rotado con respecto al otro terminal a una velocidad uniforme que no exceda 360 (6,28 radianes) revoluciones por minuto, hasta que la ruptura ocurra. La máquina debe estar equipada con un contador automático que graba el número de revoluciones que acusan la ruptura. Una quijada debe ser ajustada axialmente y la otra moviéndose y arreglada para aplicar pesos de tensión al cable bajo prueba. En las pruebas en las que ocurran rupturas dentro de 1/8 de pulgada de la quijada deben ser ignoradas.

En las pruebas de torsión, los alambres siendo probados deben cumplir con los valores de los grados respectivos y tamaños como en la tabla 2.11 y la tabla 2.12. En una prueba del cable después de la fabricación deberá ser permisible para dos alambres en una clasificación 6x7 o construcciones de 5 alambres en clasificaciones de 6x19, 8x19 y 19x7; o para construcciones de 10 alambres en clasificaciones de 6x37 ó 15 alambres en clasificación de 6x61 o 20 alambres en 6x91, pero no más que 30% abajo del número mínimo especificado de vueltas para un cable individual probado.

TABLA 2.8- APLICACIONES DE PRUEBAS DE TENSION Y TORSION

(1)	(2)	(3)	(4)
Tamaño nominal del diámetro del cable		Mínima aplicación de tensión	
In	Mm	oz./ft ²	kg/ft ²
0,011 a 0,016	0,28 a 0,42	1	4
0,017 a 0,020	0,43 a 0,52	2	9
0,021 a 0,030	0,53 a 0,77	4	18
0,031 a 0,040	0,78 a 1,02	6	27
0,041 a ,050	1,05 a 1,20	0	36
0,051 a 0,060	1,29 a 1,53	9	40
0,061 a 0,070	1,54 a 1,79	11	49
0,071 a 0,080	1,80 a 2,04	13	58
0,081 a 0,090	2,05 a 2,30	16	71
0,091 a 0,100	2,31 a 2,55	19	85
0,101 a 0,110	2,56 a 2,80	21	93
0,111 a 0,120	2,81 a 3,06	23	102
0,121 a 0,130	3,07 a 3,31	25	111
0,131 a 0,140	3,32 a 3,57	26	116
0,141 a 0,150	3,58 a 3,82	28	125
0,151 a 0,160	3,83 a 4,07	30	133
0,161 a 0,170	4,08 a 4,33	32	142
0,171 a 0,180	4,34 a 4,58	34	151
0,181 a 0,190	4,59 a 4,84	36	160
0,191 a 0,200	4,85 a 5,09	38	169
0,0201 a 0,210	5,10 a 5,34	40	178
0,211 a 0,220	5,35 a 5,60	42	187
0,221 a 0,230	5,61 a 5,85	44	196
0,231 a 0,240	5,86 a 6,10	46	205
0,241 a 0,250	6,11 a 6,35	48	214

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

ELABORADOR POR: Leydi Jiménez Rivera

Nota: Los pesos no deberían exceder dos veces el máximo de la lista.

Durante la prueba de torsión, pesos de tensión como se muestra en la tabla 2.18 deben ser aplicados al alambre que está siendo probado.

La torsión mínima para un alambre galvanizado (no recubierto) de grado y tamaños como muestran la columnas 7,12,17 y 22 de la tabla 2.11, y la columnas

5,8,11 y 14 de la tabla 2.12 deben tener un número de 160 de revoluciones en 8 pulgadas de longitud, debe ser resistente antes el punto ruptura. Pruebas de torsión de alambres individuales en cables galvanizados y alambres individuales en cables con núcleo y núcleos independientes no son requeridas.

Cuando la distancia entre dos quijadas de la máquina de prueba es diferente a 8 pulgadas, las torsiones mínimas deben ser ajustadas para cambiar el espaciamento de la quijada por la siguiente fórmula:

ECUACIÓN 2.17- ESPACIAMIENTO DE LA QUIJADA

$$T_A = (T_L \times L_A) \div L_L \quad (2.17)$$

Donde

T_A =Mínima torsión para el espaciamento ajustado.

T_L = Mínima torsión para 8 pulgadas de espaciamento de quijadas.

L_A = Distancia entre quijadas de la máquina de prueba para espacios ajustados, pulgadas.

L_L = 8 pulgadas (203 mm)

2.6.6 REQUERIMIENTOS DE ESFUERZO NOMINAL PARA ALAMBRE

La resistencia nominal de varios grados de terminación de cuerdas de alambre con núcleos de la fibra será especificada en las tablas 2.14, 2.19 y 2.23

La resistencia nominal de los varios grados de cuerdas de alambre, teniendo núcleos de hebras o núcleos de cuerdas de alambre independiente, serán especificada como en las tablas 2.18, 2,19, 2.20, 2.21, 2.22 y 2.24

La resistencia nominal de varios tipos de cables de alambres planos será especificada en la tabla 2.23

El esfuerzo nominal de varios grados de cable de alambre galvanizado será especificado en las tablas 2.14, 2.15, 2.16, 2.17, 2.18, 2.19, 2.20, 2.21, 2.22, 2.23 y 2.24

Cuando en muestras de cable de alambre, es hecha una prueba tensil para su punto de ruptura, los enchufes deben ser instalados por el método descrito abajo como “Agarre ” y “Enchufes” de la sección titulada “ Uso y cuidado de campo del cable de alambres”, RP 9B. Para el propósito de esta prueba es recomendable que el tamaño del enchufe será $\frac{1}{4}$ pulgadas (6.35 mm) más largo que el tamaño del diámetro de la cuerda del cable bajo prueba. Otros mecanismos y propiedades comparable serán usados.

Muestras de pruebas de longitud no serán menores a 3 ft (0,91 m) entre sockets para cuerda de alambres de hasta 1 plg (25,4 mm) diámetro, inclusive; y no menos que 5 ft (1,52 m) entre sockets para cuerdas de cables 1 1/8 plg (28,6 mm) para 3 plg (77 mm) de diámetro. Sobre cuerdas de cable más largas que 3 plg (77 mm), la longitud limpia de las de muestras serán al menos 20 veces el diámetro de la cuerda. El resultado de las pruebas podría ser descartado si la falla está dentro de 2 pulgadas (50,8 mm) del mecanismo de sujeción.

Debido a las variables que existen en la preparación del muestreo y preparaciones de prueba es difícil determinar el esfuerzo real. Reconociendo esta dificultad el esfuerzo de ruptura actual durante la prueba debería ser al menos 97 $\frac{1}{2}$ % del esfuerzo nominal como se muestra en la tabla aplicada. Si la primera muestra falla en un valor bajo del 97 $\frac{1}{2}$ % del esfuerzo nominal una segunda prueba debe ser hecha, y si esta segunda prueba cumple los requerimientos de esfuerzo el cable de alambres será aceptado.

TABLA 2.9- 6x7 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRES, BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO DE FIBRA

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Diámetro nominal		Masa aproximada		Nominal Strength															
				Plow Steel								Improved Plow Steel							
In	Mm	lbf/ ft	kg/m	lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	
3/8	9.5	0.21	0.31	10.200	45.4	4.63	11.720	52.1	5.32										
7/16	11.5	0.29	0.43	13.800	61.4	6.26	15.860	70.5	7.20										
½	13	0.38	0.57	17.920	79.7	8.13	20.600	91.6	9.35										
9/16	14.5	0.48	0.71	22.600	101	10.3	26.000	116	11.8										
5/8	16	0.59	0.88	27.800	124	12.6	31.800	141	14.4										
¾	19	0.84	1.25	39.600	176	1.0	45.400	202	20.6										
7/8	22	1.15	1.71	53.400	238	24.2	61.400	273	27.9										
1	26	1.50	2.23	69.000	307	31.3	79.400	353	36.0										

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 2.10- 6x19 Y 6x37 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRES, BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS-ESTIRADO, NÚCLEO DE FIBRA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Diámetro nominal		Masa aproximada		Nominal Strength								
				Plow Steel			Improved Plow Steel			Extra Improved Plow Steel		
in	Mm	lbf/ft	kg/m	lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas
1/2	13	0.42	0.63	18.700	83.2	83.2	21.400	95.2	9.71	23.600	105	10.7
9/16	14.5	0.53	0.79	23.600	106	106	27.000	120	12.2	29.800	132	13.5
5/8	16	0.66	0.98	29.000	129	129	33.400	149	15.1	36.600	163	16.6
3/4	19	0.95	1.41	41.400	184	184	47.600	212	21.6	52.400	233	23.8
7/8	22	1.29	1.92	56.000	249	249	64.600	286	29.2	70.800	315	32.1
1	26	1.68	2.50	72.800	324	324	83.600	372	37.9	92.000	409	41.7
1 1/8	29	2.13	3.17	91.400	407	407	105.200	468	47.7	115.600	514	52.4
1 1/4	32	2.63	3.91	112.400	500	500	129.200	575	58.5	142.200	632	64.5
1 3/8	35	3.18	4.73				155.400	691	70.5	171.000	760	77.6
1 1/2	38	3.78	5.63				184.000	818	83.5	202.000	898	91.6
1 5/8	42	4.44	6.61				214.000	952	97.1	236.000	1050	107
1 3/4	45	5.15	7.66				248.000	1100	112	274.000	1220	124
1 7/8	48	5.91	8.80				282.000	1250	128	312.000	1390	142
2	52	6.72	10.0				320.000	1420	146	352.000	1560	160

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 2.11- 6x19 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRES, BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRES

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
Diámetro nominal		Masa aproximada		Nominal Strength																					
				Plow Steel			Improved Plow Steel			Extra Improved Plow Steel															
in	Mm	lbf/ft	kg/m	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	
1/2	13	0.46	0.63	23.000	102	10.4	26.600	118	12.1	29.200	130	13.2													
9/16	14.5	0.59	0.88	29.000	129	13.2	33.600	149	15.2	37.000	165	16.8													
5/8	16	0.72	1.07	35.800	159	16.2	41.200	183	18.7	45.400	202	20.6													
3/4	19	1.04	1.55	51.200	228	23.2	58.800	262	26.7	64.800	288	29.4													
7/8	22	1.42	2.11	69.200	308	31.4	79.600	354	36.1	87.600	389	39.7													
1	26	1.85	2.75	89.800	399	40.7	103.400	460	46.9	113.800	506	51.6													
1 1/8	29	2.34	3.48	113.00	503	51.3	130.000	678	59.0	143.000	636	64.9													
1 1/4	32	2.89	4.30	138.800	617	63.0	159.800	711	72.5	175.800	782	79.8													
1 3/8	35	3.50	5.21	167.000	743	75.7	192.000	854	87.1	212.000	943	96.2													
1 1/2	38	4.16	6.19	197.800	880	89.7	228.000	1010	103	250.000	1112	113													
1 5/8	42	4.88	7.26	230.000	1020	104	264.000	1170	120	292.000	1300	132													
1 3/4	45	5.67	8.44	266.000	1180	121	306.00	1360	139	338.000	1500	153													
1 7/8	48	6.50	9.67	304.000	1350	138	348.000	1550	158	384.000	1710	174													
2	52	7.39	11.0	344.000	1630	156	396.00	1760	180	434.000	1930	197													

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 2.12- 6x37 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRES, BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRES

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
Diámetro nominal		Masa aproximada		Nominal Strength																					
				Plow Steel			Improved Plow Steel			Extra Improved Plow Steel															
in	mm	lbf/ft	kg/m	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	
1/2	13	0.46	0.68	23.000	102	10.4	26.600	118	12.1	29.200	130	13.2													
9/16	14.5	0.59	0.88	29.000	129	13.2	33.600	149	15.2	37.000	165	16.8													
5/8	16	0.72	1.07	35.800	159	16.2	41.200	183	18.7	45.400	202	20.6													
3/4	19	1.04	1.55	51.200	228	23.2	58.800	262	26.7	64.800	288	29.4													
7/8	22	1.42	2.11	69.200	308	31.4	79.600	354	36.1	87.600	389	39.7													
1	26	1.85	2.75	89.800	399	40.7	103.400	460	46.9	113.800	506	51.6													
1 1/8	29	2.34	3.48	113.00	503	51.3	130.000	678	59.0	143.000	636	64.9													
1 1/4	32	2.89	4.30	138.800	617	63.0	159.800	711	72.5	175.800	782	79.8													
1 3/8	35	3.50	5.21	167.000	743	75.7	192.000	854	87.1	212.000	943	96.2													
1 1/2	38	4.16	6.19	197.800	880	89.7	228.000	1010	103	250.000	1112	113													
1 5/8	42	4.88	7.26	230.000	1020	104	264.000	1170	120	292.000	1300	132													
1 3/4	45	5.67	8.44	266.000	1180	121	306.00	1360	139	338.000	1500	153													

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 2.17- CONTINUACIÓN

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13																																	
Diámetro nominal		Masa aproximada		Nominal Strength																																																					
				Plow Steel			Improved Plow Steel			Extra Improved Plow Steel																																															
in	Mm	lbf/ft	kg/m	lb	kN	Toneladas métricas	Lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas																																	
1 7/8	48	6.50	9.67	304.000	1350	138	348.000	1550	158	384.000	1710	174	434.000	1930	197	488.000	2170	221	544.000	2420	247	604.000	2690	274	664.000	2950	301	728.000	3240	330	794.000	3530	360	864.000		392	936.000		425	1.010.000		458	1.086.000		493	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720
2	52	7.39	11.0	344.000	1530	156	396.00	1760	180	434.000	1930	197	488.000	2170	221	544.000	2420	247	604.000	2690	274	664.000	2950	301	728.000	3240	330	794.000	3530	360	864.000		392	936.000		425	1.010.000		458	1.086.000		493	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720			
2 1/8	54	8.35	12.4	384.000	1710	174	442.00	1970	200	488.000	2170	221	544.000	2420	247	604.000	2690	274	664.000	2950	301	728.000	3240	330	794.000	3530	360	864.000		392	936.000		425	1.010.000		458	1.086.000		493	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720						
2 1/4	58	9.36	13.9	430.000	1910	195	494.000	2200	224	544.000	2420	247	604.000	2690	274	664.000	2950	301	728.000	3240	330	794.000	3530	360	864.000		392	936.000		425	1.010.000		458	1.086.000		493	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720									
2 3/8	60	10.4	15.5	478.000	2130	217	548.000	2440	249	604.000	2690	274	664.000	2950	301	728.000	3240	330	794.000	3530	360	864.000		392	936.000		425	1.010.000		458	1.086.000		493	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720												
2 1/2	64	11.6	17.3	524.000	2330	238	604.000	2690	274	664.000	2950	301	728.000	3240	330	794.000	3530	360	864.000		392	936.000		425	1.010.000		458	1.086.000		493	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720															
2 5/8	67	12.8	19.0	576.000	2560	261	658.000	2930	299	728.000	3240	330	794.000	3530	360	864.000		392	936.000		425	1.010.000		458	1.086.000		493	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720																		
2 3/4	71	14.0	20.8	628.000	2790	285	736.000	3270	333	794.000	3530	360	864.000		392	936.000		425	1.010.000		458	1.086.000		493	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720																					
2 7/8	74	15.3	22.8	682.000	3030	309	796.000	3540	361	864.000		392	936.000		425	1.010.000		458	1.086.000		493	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720																								
3	77	16.6	24.7	740.000	3290	336	856.000	3810	389	936.000		425	1.010.000		458	1.086.000		493	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720																											
3 1/8	80	18.0	26.8	798.000	3550	362	920.000	4090	417	1.010.000		458	1.086.000		493	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720																														
3 1/4	83	19.5	29.0	858.00	3820	389	984.000	4380	447	1.086.000		493	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720																																	
3 3/8	87	21.0	31.3	918.00	4080	416	1.074.000	4780	487	1.164.000		528	1.242.000		563	1.410.000		640	1.586.000		720																																				
3 1/2	90	22.7	33.8	982.000	4370	445	1.144.000	5090	519	1.242.000		640	1.586.000		720																																										
3 3/4	96	26.0	38.7	1.114.000	4960	505	1.290.000	5740	585	1,410.000		720																																													
4	103	29.6	44.0	1.254.000	5580	569	1.466.000	6520	665	1.586.000		720																																													

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 2.13- 6x61 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRES, BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRES

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Diámetro nominal		Masa aproximada		Nominal Strength															
				Plow Steel					Improved Plow Steel										
in	Mm	lbf/ ft	kg/m	lb	Kn	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas										
3 1/2	90	22.7	33.8	966.000	4300	438	1.110.000	4940	503										
3 3/4	96	26.0	38.7	1.098.000	4880	498	1.264.000	5620	573										
4	103	29.60	44.0	1.240.00	5520	562	1.426.000	6340	647										
4 1/4	109	33.3	49.6	1.388.000	6170	630	1.598.000	7110	725										
4 1/2	115	37.4	55.7	1.544.000	6870	700	1.776.000	7900	806										
4 3/4	122	41.7	62.1	1.706.000	7590	774	1.962.000	8730	890										
5	128	46.2	69.0	1.874.000	8340	850	2.156.000	9590	978										

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 2.14- 6x91 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRES, BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRES

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Diámetro nominal		Masa aproximada		Nominal Strength															
				Plow Steel					Extra Improved Plow Steel										
In	Mm	lbf/ft	kg/m	Lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas										
4	103	29.6	44.1	1.178.000	5240	534	1.354.000	6020	614										
4 ¼	109	33.3	49.6	1.320.000	5870	599	1.518.000	6750	689										
4 ½	115	37.4	55.7	1.468.000	6530	666	1.688.000	7510	766										
4 ¾	122	41.7	62.1	1.620.000	7210	735	1.864.000	8290	846										
5	128	46.2	68.7	1.782.000	7930	808	2.048.000	9110	929										
5 ¼	135	49.8	74.1	1.948.000	8670	884	2,240.000	9960	1016										
5 2/4	141	54.5	81.1	2.120.000	9430	962	2.438.000	10800	1106										
5 ¾	148	59.6	88.7	2.296.000	10200	1049	2.640.000	11700	1198										
6	154	65.0	96.7	2.480.000	11000	1125	2.852.000	12700	1294										

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 2.15- 8x19 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRE BRILLANTE O ALAMBRES GALVANIZADOS- ESTIRADO, NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRES

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10			
Diámetro nominal		Masa aproximada		Nominal Strength																	
				Improved Plow Steel								Extra Improved Plow Steel									
in	Mm	lbf/ ft	kg/m	Lb	kN	Toneladas métricas	lbf/ ft	kg/m	Lb	kN	Toneladas métricas	lbf/ ft	kg/m	Lb	kN	Toneladas métricas	lbf/ ft	kg/m	Lb	kN	Toneladas métricas
1/2	13	0.47	0.70	20.200	89.9	9.16	23.400	104	10.5												
9/16	14.5	0.60	0.89	25.600	114	11.6	29.400	131	13.3												
5/8	16	0.73	1.09	31.400	140	14.2	36.200	161	16.4												
3/4	19	1.06	1.58	45.000	200	20.4	51.800	230	23.5												
7/8	22	1.44	2.14	61.000	271	27.7	70.000	311	31.8												
1	26	1.88	2.80	79.200	352	35.9	91.000	405	41.3												
1 1/8	29	2.39	3.56	99.600	443	45.2	114.600	507	51.7												

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 2.16- 18x7 CONSTRUCCIÓN DE CABLE DE ALAMBRES BRILLANTE O ALAMBRE GALVANIZADO ESTIRADO, NÚCLEO DE FIBRA

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Diámetro nominal		Masa aproximada		Nominal Strength															
				Improved Plow Steel					Extra Improved Plow Steel										
in	Mm	lbf/ft	kg/m	Lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas										
1/2	13	0.43	0.64	19.700	87.6	8.94	21.600	96.1	9.80										
9/16	14.5	0.55	0.82	24.800	110	11.2	27.200	121	12.3										
5/8	16	0.68	1.01	30.600	136	13.9	33.600	149	15.2										
3/4	19	0.97	1.44	43.600	194	19.8	48.000	214	21.8										
7/8	22	1.32	1.96	59.000	262	26.8	65.000	289	29.5										
1	26	1.73	2.57	76.600	341	34.7	84.400	375	38.3										
1 1/8	29	2.19	3.26	96.400	429	43.7	106.200	472	48.2										
1 1/4	32	2.70	4.02	118.400	527	53.7	130.200	579	59.1										
1 3/8	35	3.27	4.87	142.600	634	64.7	156.800	697	71.1										
1 1/2	38	3.89	5.79	168.800	751	76.6	185.600	826	84.2										

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 2.17- 19x7 CONSTRUCCIÓN DE CABLE DE ALAMBRES BRILLANTES O ALAMBRES GALVANIZADOS-ESTIRADOS CON NÚCLEO DE HEBRA DE ALAMBRES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diámetro nominal		Masa aproximada		Nominal Strength					
				Improved Plow Steel			Extra Improved Plow Steel		
in	Mm	lbf/ ft	kg/m	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas
1/2	13	0.45	0.67	19.700	87.6	8.94	21.600	96.1	9.80
9/16	14.5	0.58	0.86	24.800	110	11.2	27.200	121	12.3
5/8	16	0.71	1.06	30.600	136	13.9	33.600	149	15.2
3/4	19	1.02	1.52	43.600	194	19.8	48.000	214	21.8
7/8	22	1.39	2.07	59.000	262	26.8	65.000	289	29.5
1	26	1.82	2.71	76.600	341	34.7	84.400	375	38.3
1 1/8	29	2.30	3.42	96.400	429	43.7	106.200	472	48.2
1 1/4	32	2.84	4.23	118.400	527	53.7	130.200	579	59.1
1 3/8	35	3.43	5.10	142.600	634	64.7	156.800	697	71.1
1 1/2	38	40.8	6.07	168.800	751	76.6	185.600	826	84.2

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 2.18- 19x25 “B”, 6x27 “H”, 6x30 “G”, 6x31 “V” CONSTRUCCIÓN DE HEBRAS APLANADAS DE CABLE DE ALAMBRES BRILLANTE O ALAMBRES ESTIRADOS CON NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRES

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Diámetro nominal		Masa aproximada		Nominal Strength*															
				Improved Plow Steel					Extra Improved Plow Steel										
in	Mm	lbf/ft	kg/m	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas	
1/2	13	0.47	0.70	25.400	113	11.5	28.000	125	12.7	28.000	125	12.7	28.000	125	12.7	28.000	125	12.7	
9/16	14.5	0.60	0.89	32.000	142	14.5	35.200	157	16.0	35.200	157	16.0	35.200	157	16.0	35.200	157	16.0	
5/8	16	0.74	1.10	39.400	175	17.9	43.400	193	19.7	43.400	193	19.7	43.400	193	19.7	43.400	193	19.7	
3/4	19	1.06	1.58	56.400	251	25.6	62.000	276	28.1	62.000	276	28.1	62.000	276	28.1	62.000	276	28.1	
7/8	22	1.46	2.17	76.000	330	34.5	83.800	373	38.0	83.800	373	38.0	83.800	373	38.0	83.800	373	38.0	
1	26	1.89	2.81	98.800	439	44,8	108.800	484	49.3	108.800	484	49.3	108.800	484	49.3	108.800	484	49.3	
1 1/8	29	2.39	3.56	124.400	553	56,4	137.000	609	62.1	137.000	609	62.1	137.000	609	62.1	137.000	609	62.1	
1 1/4	32	2.95	4.39	152.600	679	69.2	168.000	747	76.2	168.000	747	76.2	168.000	747	76.2	168.000	747	76.2	
1 3/8	35	3.57	5.31	183.600	817	83.3	202.000	898	91.6	202.000	898	91.6	202.000	898	91.6	202.000	898	91.6	
1 1/2	38	4.25	6.32	216.000	961	98.0	238.000	1.060	108	238.000	1.060	108	238.000	1.060	108	238.000	1.060	108	
1 5/8	42	4.99	7.43	254.000	1.130	115	280.000	1.250	127	280.000	1.250	127	280.000	1.250	127	280.000	1.250	127	
1 3/4	45	5.74	8.62	292.000	13.000	132	322.000	1.430	146	322.000	1.430	146	322.000	1.430	146	322.000	1.430	146	
1 7/8	48	6.65	9.90	334.000	1.490	151	368.000	1.640	167	368.000	1.640	167	368.000	1.640	167	368.000	1.640	167	
2	52	7.56	11.2	378.000	1.680	171	414.000	1.840	188	414.000	1.840	188	414.000	1.840	188	414.000	1.840	188	

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

2.6.7 MANUFACTURA Y TOLERANCIAS

2.6.7.1 Construcción de hebras

La clasificación de 6x7 de cuerdas de alambre contienen 6 hebras que se componen de 3 hasta 14 alambres, de los cuales no más que 9 están fuera de alambres fabricados en una operación. (Ver la tabla 2.14)

La clasificación de 6x19 cuerdas de alambre contiene 6 hebras que están hechas de 15 hasta 26 alambres de los cuales no más que 12 están fabricados en una operación (Ver tablas 2.15 y 2.16)

La clasificación de 6x37 cuerdas de alambre contienen 6 hebras que son hechas de 27 hasta 49 alambres de los cuales no más de 18 están fuera de la fabricación en una operación. (Ver tabla 2.15 y 2.17)

Cables de alambre de 6x61 deberán contener 6 hebras hechas con alambres sobre los 50 y 74 alambres, de los cuales no más de 24 estarán fuera de alambres fabricados en una operación. (Ver Tabla 2.18 y Figura 2.25).

Clasificación de cables de alambres 6x91, deberán tener 6 hebras que sean hechas sobre 75 a 109 hilos, de los cuales no más de 30 estarán fuera. Ver tabla 2.26 y figuras 2.26, 2.27

Clasificaciones 8x91 de cables de alambre deberán tener 8 hebras que son hechas sobre 15 a 26 alambres de los cuales no más de 12 alambres estarán fuera del fabricado.

Cables de alambre de 18x7 y 19x7 deberán contener 18 o 19 hebras respectivamente. Cada hebra es hecha sobre 7 hilos. Fabricado por contadores helicoidales por capas de 12 hebras sobre un diámetro de cable de alambres de 6x7 o 7x7.

Estilo "B" 6x25, estilo "H" 6x27, estilo "G" 6x30, estilo "V" 6X35 de cables de alambres de hebra aplanada tienen 6 hebras con 24 alambres fabricados en dos operaciones alrededor de un centro semitriangular. (Ver tabla 2.15 y figura 2.31)

En el cable de alambres las hebras se harán continuas. Si uniones son necesarias en alambres individuales, ellas serán hechas anterior a la fabricación de la hebra por un arco eléctrico de suelda. Las juntas deberán ser espaciadas en acuerdo con la fórmula:

ECUACIÓN 2.18- ESPACIAMIENTO DE JUNTAS

$$J=24 D \quad (2.18)$$

Donde:

J= distancia mínima entre juntas en cables principales en cualquier hebra, pulgadas.

D= diámetro nominal del cable de alambre en pulgadas.

El cable de alambre es usualmente acabado preformado pero puede ser acabado no preformado por algún requerimiento especial del comprador. Un cable preformado es el que tiene las hebras formadas de forma helicoidal, ello asume que el terminado del cable es antes que las hebras hayan sido fabricadas construidas dentro del cable.

2.6.7.2 Dirección del tendido

El cable de alambre debe ser terminado con tendido derecho o izquierdo y tendido regular especificado por el comprador (ver figura 2.10). Si no hay otra especificación en la orden del comprador, el tendido derecho, cable regular será su terminado.

2.6.7.3 Longitud del tendido

Para cables de alambre 6x7 el tendido del terminado del cable no excederá 8 veces el diámetro nominal.

Para cables y alambres de 6x19, 6x37, 6x61, 6x91, y 8x19 el tendido del cable determinado no excederá 7 ¼ veces el diámetro nominal.

Para cables de alambre de 18x7 y 19x7 el tendido del cable acabado no debe exceder 7 1/4 veces el diámetro nominal.

Para designaciones de hebras de cables aplanados 6x25 "B", 6x27 "H", 6x30 "G" Y 6x31 "V", el tendido del cable no debería exceder 8 veces el diámetro nominal

2.6.8 LÍMITES DE TOLERANCIA

El diámetro de la cuerda de un alambre será el diámetro de un círculo circunscrito. El diámetro debe ser medido al menos 5 pies desde el final con un calibrador apropiado figura 2.11.

2.6.8.1 Tolerancia del diámetro

La tolerancia del diámetro del cable de alambre será:

Diámetro nominal en pulgadas: 0% a + 5%

Diámetro nominal en milímetros :- 1% a +4%

Una pregunta puede surgir aún cuando del cable cumpla con tolerancias, en estos casos el cable puede ser medido mientras una tensión no menor de 10% y no más del 20% del esfuerzo nominal sea aplicada al cable.

2.6.8.2 Límites de tolerancia del diámetro del alambre

En separaciones del cable de alambres y para calibración del alambre, se deben tomar por separado varios tamaño de cable de diferentes capas, del cable no recubierto galvanizado.

En todo caso las variaciones de diámetros de alambres no excederán los valores de la tabla 2.24.

TABLA 2.19- 6 X 91 CLASIFICACIÓN DE CABLE DE ALAMBRE SIN RECUBRIMIENTO O GALVANIZADO- ESTIRADO, CON NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRE

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Diámetro nominal		Masa aproximada		Nominal Strength															
				Improved Plow Steel					Extra Improved Plow Steel										
in	mm	lbf/ ft	kg/m	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas	lb	kN	Toneladas métricas	
4	103	29.6	44.1	1.178.000	5240	534	1.354.000	6020	614										
4 1/4	109	33.3	49.6	1.320.000	5870	599	1.518.000	6750	689										
4 1/2	115	37.4	55.7	1.468.000	6530	666	1.688.000	7510	766										
4 3/4	122	41.7	62.1	1.620.000	7210	735	1.864.000	8290	846										
5	128	46.2	68.7	1.782.000	7930	808	2.048.000	9110	929										
5 1/4	135	49.8	74.1	1.948.000	8670	884	2.240.000	9960	1016										
5 2/4	141	54.5	81.1	2.120.000	9430	962	2.438.000	10800	1106										
5 3/4	148	59.6	88.7	2.296.000	10200	1049	2.640.000	11700	1198										
6	154	65.0	96.7	2.480.000	11000	1125	2.852.000	12700	1294										

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FIGURA 2.7-. COMPARACIÓN DE CAPAS DE UN TÍPICO CABLE DE ALAMBRE.

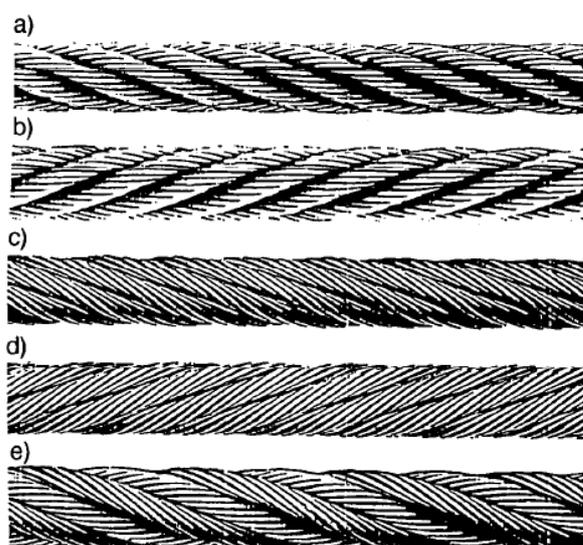
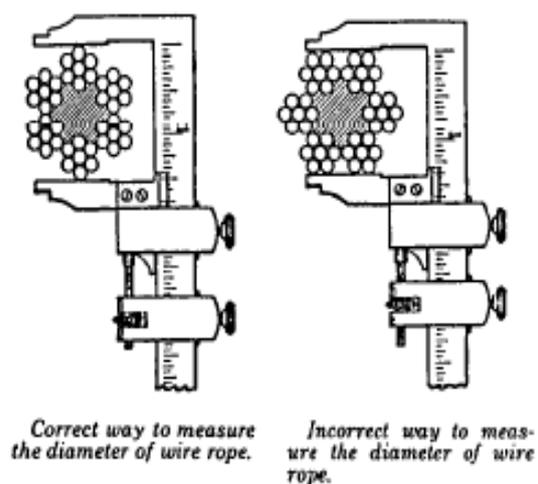


Figure 1—A comparison of typical wire rope lays: a) right regular lay, b) left regular lay, c) right lang lay, d) left lang lay, e) right alternate lay.

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.8- MEDIDA DE DIÁMETRO



FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

2.6.9 MARCADO Y EMPACADO

2.6.9.1 Empacado del carrete

El cable de alambres a menos de otra especificación, será transportado en un carrete de cabeza redondeada. El carrete de líneas de perforación o líneas de casing será transportado en hoyos redondeados de 5 pulgadas a 5 ¾ de pulgada (146 mm) en diámetro. Cuando el carrete está lleno de cable, habrá un espacio libre de no menos de 2 pulgadas (51 mm) entre el carrete y el diámetro exterior de la brida .

El fabricante deberá proteger el cable en el carrete con un cubrimiento resistente al agua como papel de alquitrán o estopa o algún material similar que protega al cable por daños de humedad, polvo, o suciedad.

2.6.9.2 Marcado del carrete

Los siguientes datos deben ser marcados en la cara del carrete del cable:

- a. Nombre del fabricante
- b. Número del carrete
- c. Especificación 9A
- d. Longitud del cable en pies (m)
- e. Diámetro del cable en mm
- f. Tipo de construcción (Warrington, Seale, Filler Wire o un arreglo combinado)
- g. Capa (i.e. RRL, RLL)
- h. Grado (i.e: surcos de acero mejorado o surcos de acero extra mejorados)
- i. Tipo de núcleo (fibra, alambre, plástico, o fibra y plástico)

2.6.10 INSPECCIÓN O RECHAZO

A menos que de otro modo sea provisto, las siguientes propiedades serán aplicables.

A.1

El fabricante, a pedido del comprador, conducirá pruebas como en esta especificación, durante estas pruebas el fabricante proporcionará la oportunidad al representante del comprador de estar presente

A.2

El fabricante entregará el cojinete del cable con la marca API, designado el grado, con la garantía que el material cumple con esta especificación. Rechazos bajo ésta u otra especificación deberán constar como marca API en el cable.

A.3

Es recomendable siempre y cuando sea posible el recibo del comprador, el comprador al recibir probará todo el nuevo cable de acuerdo con esta especificación. Si el cable falla al reproducir satisfactoriamente el equipo esto inhabilita realizar nuevamente la prueba del cable usado.

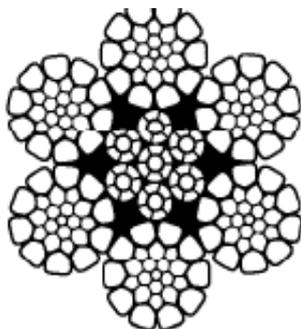
A.4

Si el comprador no está satisfecho con el servicio del cable, pueden enviar una muestra preservada (para A3) o una muestra del cable de una sección no usada, para cualquier prueba de laboratorio mutuamente acordado por el comprador y el fabricante con las instrucciones de hacer la prueba API completa y notificar al fabricante.

A.5

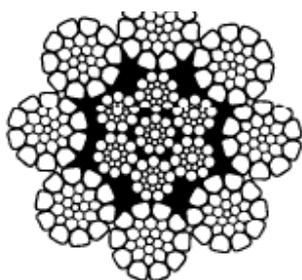
El fabricante es el responsable de cumplir con todo lo estipulado en esta especificación. El comprador puede hacer cualquier investigación necesaria para satisfacerse por si mismo del cumplimiento del fabricante y puede rechazar cualquier material que no cumpla con esta especificación.

FIGURA 2.9- HEBRA COMPACTADA IWRC 6x26 WARRINGTON



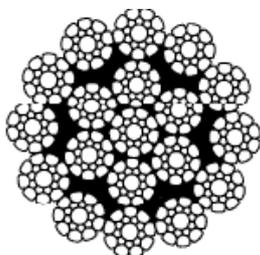
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.10.- HEBRA COMPACTADA DE CABLE DE ALAMBRE IWRC 8x26 WARRINGTON



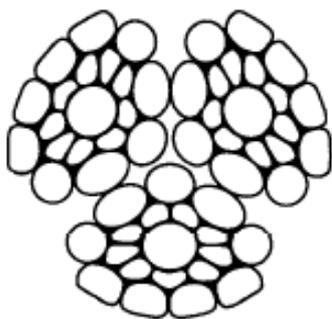
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.11- HEBRA DE CABLE DE ALAMBRE COMPACTADO 19x19 WARRINGTON



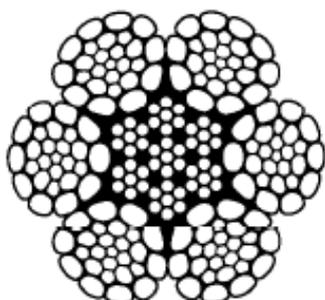
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.12- 3x19 SELLO COMPACTADO (ESTAMPADO)



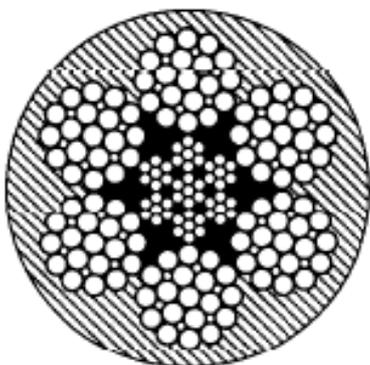
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.13- 3x19 SELLO COMPACTADO



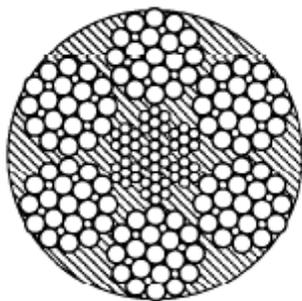
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.14- CABLE DE ALAMBRE RECUBIERTO CON PLÁSTICO



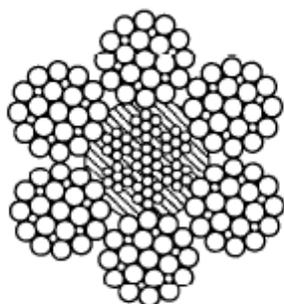
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.15- CABLE DE ALAMBRE RELLENADO CON PLÁSTICO 6X25



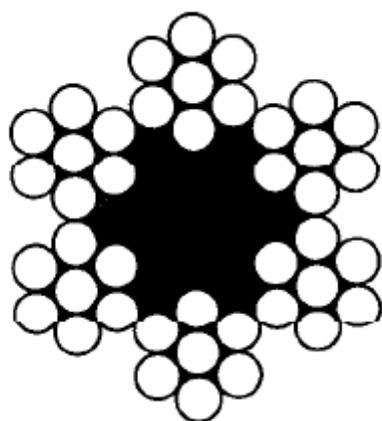
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.16- CABLE DE ALAMBRE IWRC AISLADO CON PLÁSTICO



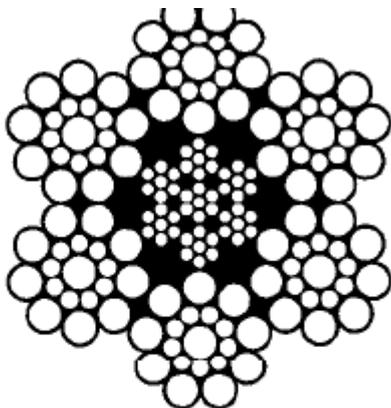
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.17- CLASIFICACIÓN 6x7 FC



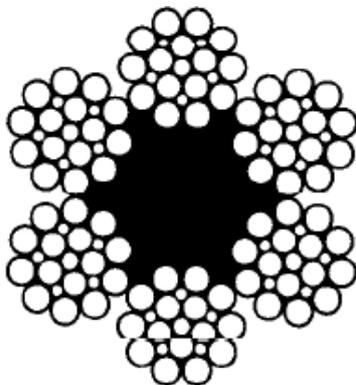
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.18- 6x19 IWRC



FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.19- 6x21 ALAMBRE DE RELLENO FC



FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.20- CONSTRUCCIONES TÍPICAS DE CABLE DE ALAMBRES -
CLASIFICACIÓN 6x19, 6x21, 6x25, 6x26

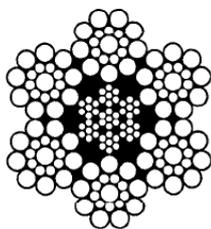


Figure 12—6 x 19 Seale IWRC

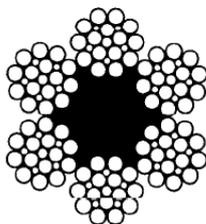


Figure 13—6 x 21 Filler Wire FC

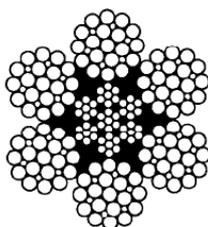
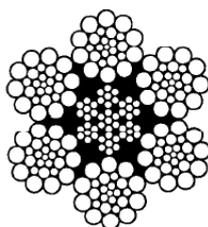
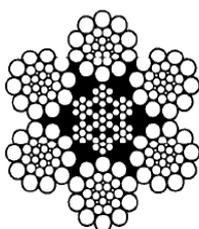
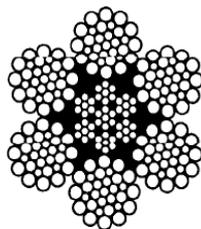
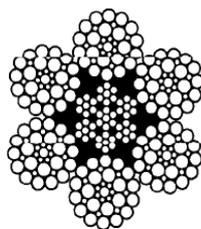
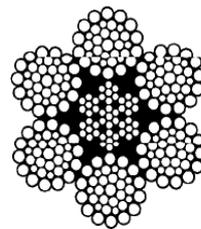
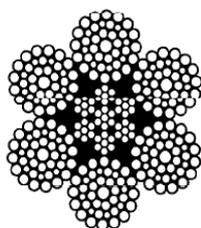
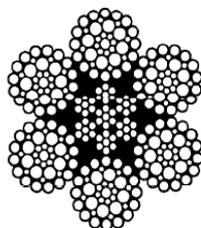
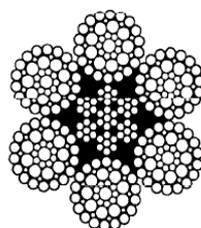


Figure 14—6 x 25 Filler Wire IWRC

Figure 15—6 x 26 Warrington
Seale IWRC

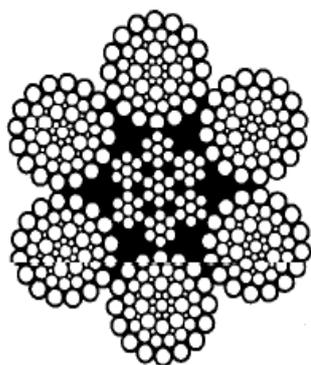
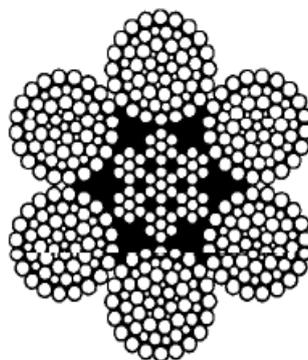
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.21- CLASIFICACIÓN 6x31, 6x36, 6x41, 6x46

Figure 16—6 x 31 Filler
Wire Seale IWRCFigure 17—6 x 31
Warrington Seale IWRCFigure 18—6 x 36 Seale
Filler Wire IWRCFigure 19—6 x 36
Warrington Seale IWRCFigure 20—6 x 41
Warrington Seale IWRCFigure 21—6 x 41 Seale
Filler Wire IWRCFigure 22—6 x 46 Seale
Filler Wire IWRC

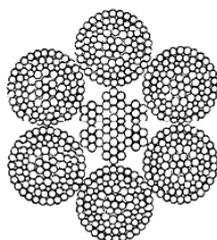
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.22- CLASIFICACIÓN 6X61 y 6x67

Figure 23 6 x 57 Seale
Filler Wire Seale IWRCFigure 24—6 x 61 Filler Wire
Warrington Seale IWRC

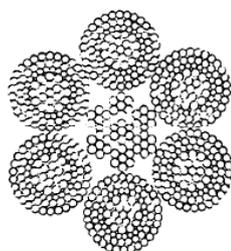
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.23- CLASIFICACIÓN 6x91 CON NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRE



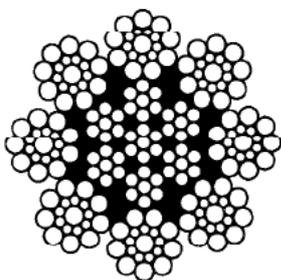
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.24- CLASIFICACIÓN 6x103 CON NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRE



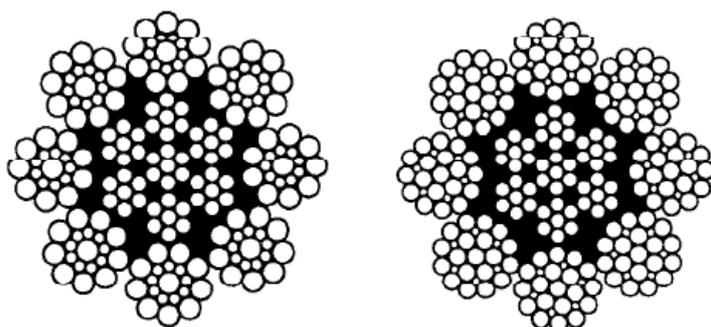
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.25- CLASIFICACIÓN 8x19-IWRC



FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.26- CLASIFICACIÓN 8x19



FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.27- CONSTRUCCIÓN DE 18x7 Y 19x7

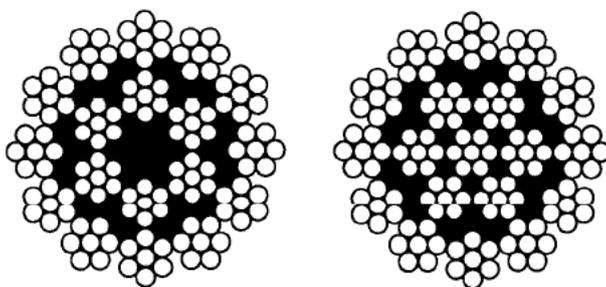


Figure 29—18 x 7 FC

Figure 30—19 x 7

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.28- CONSTRUCCIONES TIPICAS DE HEBRAS APLANADAS

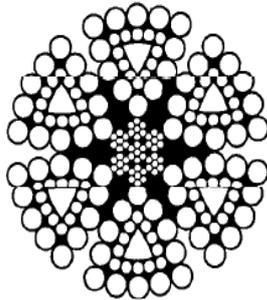


Figure 31—6 × 25 Style B
Flattened Strand IWRC

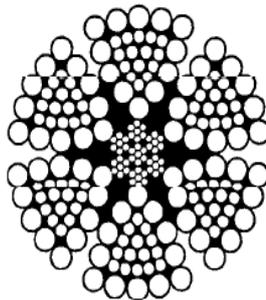


Figure 32—6 × 27 Style H
Flattened Strand IWRC

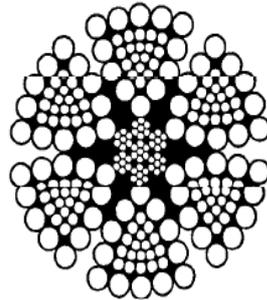


Figure 33—6 × 30 Style G
Flattened Strand IWRC

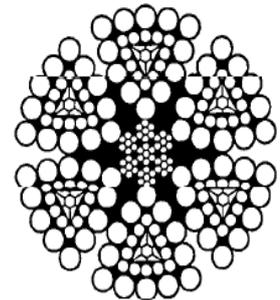


Figure 34—6 × 31 Style \\\
Flattened Strand IWRC

FLATTENED STRAND CONSTRUCTIONS

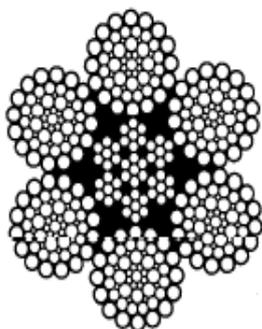
FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

TABLA 2.20- CONSTRUCCIÓN DE CLASIFICACIONES 6x19, 6x37, y 6x61 CON NÚCLEO INDEPENDIENTE DE CABLE DE ALAMBRE

Construction Classification	Nominal Diameter		Approximate Mass		Nominal Strength					
	in.	mm	lb/ft	kg/m	Galvanized			Bright		
					lb	kN	Metric Tonnes	lb	kN	Metric Tonnes
6 x 19	1	26	1.85	2.75	93,060	414	42.2	95,800	426	43.5
	1 ¹ / ₈	29	2.34	3.48	117,000	520	53.1	119,000	530	54.1
	1 ¹ / ₄	32	2.89	4.30	143,800	640	65.2	145,000	646	65.9
	1 ³ / ₈	35	3.50	5.21	172,800	769	78.4	174,000	773	78.8
	1 ¹ / ₂	38	4.16	6.19	205,200	913	93.1	205,000	911	92.9
	1 ⁵ / ₈	42	4.88	7.26	237,600	1,060	108	250,000	1,110	113
	1 ³ / ₄	45	5.67	8.44	275,400	1,230	125	287,000	1,280	130
	1 ⁷ / ₈	48	6.50	9.67	313,200	1,390	142	327,000	1,450	148
	2	52	7.39	11.0	356,400	1,590	162	369,000	1,640	167
	2 ¹ / ₈	54	8.35	12.4	397,800	1,770	180	413,000	1,840	188
	2 ¹ / ₄	58	9.36	13.9	444,600	1,980	202	461,000	2,050	209
	2 ³ / ₈	60	10.4	15.5	493,200	2,190	224	528,000	2,350	239
	2 ¹ / ₂	64	11.6	17.0	543,600	2,420	247	604,000	2,690	274
	2 ⁵ / ₈	67	12.8	18.6	595,800	2,650	270	658,000	2,930	299
	2 ³ / ₄	71	14.0	20.9	649,800	2,890	295	736,000	3,270	333
	2 ⁷ / ₈	74	15.3	22.7	705,600	3,140	320	796,000	3,540	361
	3	77	16.6	24.6	765,000	3,400	347	856,000	3,810	389
	3 ¹ / ₈	80	18.0	26.6	824,400	3,670	374	920,000	4,090	417
	6 x 37	3 ¹ / ₄	83	19.5	28.6	885,600	3,940	402	984,000	4,380
3 ³ / ₈		87	21.0	31.4	952,200	4,240	432	1,074,000	4,780	487
3 ¹ / ₂		90	22.7	33.6	1,015,000	4,520	460	1,144,000	5,090	519
3 ³ / ₄		96	26.0	38.2	1,138,000	5,060	516	1,290,000	5,740	585
4		103	29.6	44.0	1,283,000	5,710	582	1,466,000	6,520	665
4 ¹ / ₄		109	33.3	49.3	1,438,000	6,400	652	1,606,000	7,140	728
4 ¹ / ₂		115	37.4	54.9	1,598,000	7,110	725	1,774,000	7,890	805
4 ³ / ₄	122	41.7	61.8	1,766,000	7,860	801	1,976,000	8,790	896	

FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

FIGURA 2.29- CLASIFICACIÓN 6x61 CON RELLENO DE ALAMBRE IWCR



FUENTE: Especificación del cable de perforación. API Especificación 9A, twenty-fourth edition, June 1, 1995

2.7 ESPECIFICACIÓN PARA EQUIPO DE LEVANTAMIENTO DE PERFORACIÓN Y PRODUCCIÓN. (PSL1 Y PSL2) API SPECIFICATION 8C TERCERA EDICIÓN, DICIEMBRE 1997.

2.7.1. ALCANCE

2.7.1.1 Propósito

El propósito de esta especificación es proveer estándares para el diseño manufactura y prueba de equipo de levantamiento útil para uso en operaciones de perforación y producción.

2.7.1.2 Equipo Cubierto

Esta especificación cubre los siguientes:

- a. Rodamientos y poleas del bloque corona
- b. Bloque viajero y gancho
- c. Adaptadores del bloque al gancho
- d. Conectores y brazos adaptadores

- e. Gancho de perforación
- f. Tubing y ganchos de las barras succionadoras
- g. Brazos elevadores
- h. Elevadores de casing, tubing, drill pipe, drill collars
- i. Elevadores de barras de succionadoras
- j. Adaptadores de rotary swivels
- k. Power swivel de potencia
- l. Sustitutos de poder
- m. Spiders cuando son usados como elevadores
- n. Anclas de cables
- o. Compensadores de movimiento de la sarta de perforación
- p. Kelly cuando son usados como sistema de levantamiento
- q. Recipientes de presión montados como sistema de levantamiento
- r. Grapas de seguridad como equipo de levantamiento

2.7.1.3 Requerimientos funcionales y operativos

El equipo de levantamiento debe ser diseñado, fabricado y probado de tal manera que cumpla con el propósito. El equipo debe transferir la carga con seguridad. El equipo debe ser diseñado para una operación segura.

2.7.1.4 Niveles de especificación de producto

Esta especificación establece requerimientos para dos niveles de especificación del producto. Estas dos designaciones PSL definen diferentes niveles de requerimiento técnico.

PSL1 incluye prácticas corrientemente implementadas por un amplio espectro e fabricantes de la industria. Todos los requerimientos de las secciones de la 2.7.1.1 a la 2.7.1.4 son aplicables a PSL1 a menos que específicamente se identifique como PSL2.

PSL2 incluye todos los requerimientos de PSL1 más prácticas adicionales implementadas por usuarios

2.7.1.5. Requerimientos Suplementarios

Requerimientos suplementarios deben ser aplicados solamente cuando sea especificado por el comprador en el contrato u orden.

2.7.1.6 Conversiones métricas

Conversiones métricas de las unidades SI son provistas en paréntesis en el texto de esta especificación. Conversiones métricas de unidades SI son incluidas en todas las tablas y figuras. Los factores usados para conversión de unidades imperiales a valores métricos. (Ver anexo)

2.7.2 NORMAS DE REFERENCIA

Los requerimientos en esta especificación son esencialmente de seguridad e intercambiabilidad del equipo producido. Otros estándares nacionales e internacionales reconocidos pueden usarse si ellos alcanzan o exceden los requerimientos de estándares referidos aquí.

2.7.3 DEFINICIONES

2.7.3.1 Rango de carga de rodamiento

Es el rango de carga máxima calculada en rodamientos sujetos a carga primaria.

2.7.3.2 Carga diseñada

Es la carga dinámica estática que causa el máximo esfuerzo permitido.

2.7.3.3 Factor de seguridad de diseño

Es el máximo factor para dar un margen de seguridad entre el máximo esfuerzo permitido y el mínimo límite elástico especificado del material usado.

2.7.3.4 Pruebas de verificación de diseño

Una prueba comprometida válida para la integridad de cálculos de diseño usado.

2.7.3.5 Carga dinámica

La carga aplicada para el equipo apto para acelerar los efectos.

2.7.3.6 Vuelta equivalente

Un estándar para comparar varias secciones conformadas para barras redondeadas, en determinación de las respuestas de las características de dureza cuando el bajo calor del tratamiento de aleación y corrosión resistente de acero.

2.7.3.7 Máximo esfuerzo admisible

El mínimo rendimiento especificado de esfuerzo dividido para la designación del factor de seguridad.

2.7.3.8 May

Dentro de esta especificación, may es usado para indicar que una provisión es opcional.

2.7.3.9 Carga primaria

La carga axial a la cual el equipo está sujeto en operaciones.

2.7.3.10 Componentes

Estos componentes del equipo cubierto junto con la carga primaria es llevada.

2.7.3.11 Nivel de especificación de productos

El nivel de materiales y control de procesos colocados sobre la carga primaria que lleva los componentes del equipo cubierto.

2.7.3.12 Prueba de carga resistente

Una prueba de producción de carga encargada de validez de la clasificación de cargas de la unidad.

2.7.3.13 Carga nominal

La máxima carga operada, ambas la estática y dinámica, será aplicada al equipo cubierto. La carga nominal es numéricamente equivalente al diseño de carga.

A22.7.3.14 Reparación

Los defectos de la eliminación de fundición y soldaduras de fabricación y rehabilitación de los componentes o por ensamblaje de soldadura durante los procesos de manufactura. Notar que reparación se refiere en esta aplicación únicamente a la manufactura del equipo nuevo.

2.7.3.15 Carga de trabajo segura

La carga de trabajo segura es igual al diseño de carga reducida por la carga dinámica.

2.7.3.16 Shall

Dentro de esta especificación, shall es usado para indicar una provisión que es obligatoria.

2.7.3.17 Should

Dentro de esta especificación, should es usada para indicar una provisión que no es obligatoria sino es recomendada como buena práctica.

2.7.3.18 Clases de tamaño

Representa la inter cambiabilidad de dimensiones y la máxima carga clasificada del equipo especificada aquí.

2.7.3.19 Procesos especiales

Una operación que podría cambiar o afectar las propiedades mecánicas, incluyen dureza, de los materiales demandados en el equipo.

2.7.3.20. Unidad de prueba

Un prototipo de unidad sobre la cual una prueba de diseño es presentado.

2.7.4 DISEÑO

2.7.4.1 Condiciones de diseño

Las siguientes condiciones de diseños se aplicarán:

- a. El diseño de la carga y la seguridad de la carga trabajada deberá ser como se define en la sección 2.7.14. El operador del equipo deberá responsabilizarse de la determinación de la seguridad de trabajo de la carga para el equipo de izamiento.
- b. El diseño mínimo y operación de temperatura es de -4°F (-20°C), a no ser cambiada por un requerimiento suplementario.

PRECAUCIÓN: Usar el equipo cubierto por estas especificaciones para las clasificaciones de carga y temperatura menos que -4°F (-20°C), no es recomendado para materiales con propiedades de dureza y diseños de temperatura.

2.7.4.2 Análisis de fuerza

El análisis del diseño del equipo debe dar la dirección del rendimiento excesivo, fatiga, o pandeo como modo posible de falla.

El análisis de esfuerzo será basado en la teoría elástica. El esfuerzo nominal equivalente de acuerdo a la teoría de Von Mises Hencky causada por la carga de diseño será no exceder el máximo esfuerzo admisible definido antes. El esfuerzo equivalente será definido como lo siguiente:

ECUACIÓN 2.19- ESFUERZO EQUIVALENTE

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3} \quad (2.20)$$

Ó:

$$\sigma_e = \frac{(\sqrt{2})}{2} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2} \quad (2.21)$$

Donde:

σ_e =El esfuerzo de flujo en tensión y $\sigma_1, \sigma_2,$ y σ_3 son ls esfuerzos verdaderos en combinación de carga. Formas equivalentes de estas ecuaciones son aceptables. Para esfuerzos de estados biaxiales, σ_3 es cero.

ECUACIÓN 2.20- MÁXIMO ESFUERZO ADMISIBLE

$$\text{Máximo esfuerzo admisible} = \frac{\text{Rendimiento especificado de esfuerzo}}{\text{factor de seguridad de diseño}} \quad (2.20)$$

Todas las fuerzas que podrian regir el diseño será tomadas en cuenta. Para que cada sección pasada sea considerada, la combinación más favorable, posición, y dirección será usada.

Supociones simplificadas respecto a la distribución de tensiones y concentración de esfuerzo podría ser usada, proporcionar las asunciones que son hechas en concordancia con prácticas generalmente aceptadas, o en concordancia con experiencia suficientemente compresiva o pruebas

El uso de ralaciones empíricas son permitidas en lugar de análisis, proveer como relaciones documentadas con las pruebas de calibración de tensión para verificar el esfuerzo dentro de la parte. Equipo componentes que su designación no

permite la fijación para estimar el esfuerzo para verificar el diseño será calificado como pruebas.

Un último análisis de fuerza (plástica) es permitido bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

a. Contactos de áreas

b. Áreas de concentraciones verdaderas localizadas para parte geométrica y otras áreas de grandes gradientes de esfuerzo, donde el esfuerzo promedio en la sección es menos o igual que el máximo esfuerzo permitido.

En tales áreas, el análisis será gobernado para todos los valores de esfuerzo debajo del esfuerzo medio.

En caso de análisis de esfuerzo plástico equivalente definido como en 2.7.4.2 no excederá el máximo esfuerzo admisible definido lo siguiente:

ECUACIÓN 2.21- MÁXIMO ESFUERZO ADMISIBLE

$$\text{Máximo esfuerzo admisible} = \frac{\text{Esfuerzo final especificado}}{\text{factor de seguridad de diseño}} \quad (2.22)$$

El análisis de estabilidad será llevado a cabo acordando a teorías generalmente aceptadas de pandeo.

El análisis de fatiga será basado en un período de tiempo no menos de 20 años.

El análisis de fatiga llevado a cabo de acuerdo a las teorías generalmente aceptadas. Un método que podría ser usado es definido como FEM Rules for Design of Hoisting Appliances.

2.7.5 CLASIFICACIÓN DE TAMAÑOS DESIGNADOS.

La clasificación de tamaño diseñado será representada con la inter cambiabilidad dimensional y la clasificación de carga de equipo especificado aquí. Las recomendaciones de clases de tamaño de carga son los siguientes:

TABLA 2.21- CLASIFICACIÓN DE TAMAÑO DE CARGAS

Toneladas cortas	Toneladas métricas
5	4,5
10	9,1
15	13,6
25	22,7
40	36,3
65	59
100	91
150	136
250	227
350	318
500	454
650	590
750	681
1000	908

FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Tercera edición, Diciembre 1997

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

2.7.6 CLASIFICACIÓN

Todo el equipo de izamiento proporcionado bajo estas especificaciones será calificado en conformidad con los requerimientos especificados aquí.

Dichas calificaciones serán consistentes de las capacidades de las cargas para todo el equipo y una carga soportada para todo el equipo contenido dentro de la trayectoria de la carga primaria.

La trayectoria de la carga es destinada ante todo para lograr la consistencia de clasificaciones, pero esto también intenta proveer un servicio de vida razonable para el cual principalmente es soportado cuando se usan cargas dentro de equipo calificado.

2.7.7 BASES CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad de carga será basada en (a) el factor de diseño como se especifica en la sección 2.7.6. (b) la resistencia a la afluencia mínima especificada de los materiales usados en la llevada de los componentes de carga primaria, y (c) la

distribución de esfuerzo como determinación para los cálculos de diseño y/o datos desarrollados en una verificación de pruebas del diseño de carga como específica.

2.7.8 FACTOR SEGURIDAD DE DISEÑO

Factor de diseño de seguridad será establecido con lo siguiente:

TABLA 2.22- CAPACIDAD DE CARGA

Toneladas	Toneladas métricas	Factor de seguridad de diseño
≤150	≤136	3,0
150 a 500	136 a 154	$3 - \frac{0,75(R - 150)}{350}$
≥500	≥454	2,25

FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Tercera edición, Diciembre 1997

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

Donde:

R= capacidad de carga en toneladas

Nota: Donde R= Capacidad de carga en toneladas métricas, la fórmula es:

ECUACIÓN 2.22- CAPACIDAD DE CARGA

$$300 - \frac{0,75(R-136)}{318} \quad (2.22)$$

El máximo esfuerzo realizado asociado con el diseño de la carga es menor o igual que el máximo esfuerzo admisible

ECUACIÓN 2.23- MÁXIMO ESFUERZO REALIZADO

$$\text{Máximo esfuerzo realizado} = \frac{\text{Rendimiento mínimo de esfuerzo}}{\text{Factor de diseño de seguridad}} \quad (2.23)$$

El máximo esfuerzo realizado asociado con el diseño de la carga es menor o igual que el máximo esfuerzo admisible.

PELIGRO: Diseño del factor de seguridad es entendido como criterio de diseño y será no bajo algunas circunstancias construido como la carga admisible en el equipo en exceso de lo establecido bajo esta especificación.

2.7.9 RESISTENCIA AL CORTE

Para propósitos de cálculos de diseño involucra la resistencia, el radio de rendimiento en resistencia para el rendimiento del corte en tensión será 0,58.

2.7.10 EQUIPO ESPECIFICADO

Se refiere a la sección 2.7.19, para todo el equipo adicional especificado en los requerimientos de diseño.

2.7.11 DOCUMENTACIÓN DE DISEÑO

Documentación de diseño incluye métodos, asunciones, cálculos y requerimientos de diseño. Requerimientos de diseño serán incluidos, pero no serán limitados para esos criterios para tamaño, pruebas y presiones de operación, material, medio ambiente y requerimientos de las especificaciones API, y otros requerimientos pertinentes sobre el cual el diseño está basado.

Los requerimientos también aplican el cambio de documentación del diseño.

2.7.12 PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE DISEÑO

2.7.12.1 Pruebas de verificación de diseño

Para asegurarse de la integridad del diseño del equipo, verificación de las pruebas de diseño serán ejecutadas como a continuación se describe.

Verificación de las pruebas de diseño del equipo designado y construido para esta especificación será llevada a cabo y/o certificado por un departamento u organización independiente de la función de diseño. Verificación de pruebas de diseño conduce antes del primer problema de estas especificaciones por los requerimientos de la especificación API 8B, décima primera edición, son considerados para encontrar los requerimientos de esta especificación.

Equipo, el cual por la virtud de la forma geométrica permite ocurrencia de análisis de esfuerzo debido únicamente a cálculos, será exento de pruebas de diseño de verificación.

2.7.12.2 Muestro de Unidades de prueba

Para calificar diseño de cálculos aplicados a la familia de unidades con un concepto de diseño autenticado pero variando en tamaños y rangos, las siguientes opciones de muestreo aplican:

- a. Mínimo tres unidades de diseño deben ser objeto de la prueba de verificación. Las unidades de prueba serán seleccionadas del rango bajo y medio alto del tamaño.
- b. Alternativamente el número de unidades de prueba puede ser establecido en base en la calificación de cada unidad de prueba en base al tamaño o clasificación arriba y por debajo de la selección de unidades de prueba.

2.7.13 PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS

La unidad de prueba puede ser cargada para designar la carga. Después de esto la carga ha sido liberada, la unidad será chequeada para diseño de funciones. El funcionamiento de diseño de todas las partes del equipo no serán dañados por esta sobrecarga.

Los medidores de deformación se aplicarán para las unidades de prueba en todos los lugares donde existan grandes tensiones, proveen a la configuración de las unidades que permiten tales técnicas. El uso del análisis de elementos finitos, modelos, laca frágil, etc., es recomendada para confirmar el propósito de la ubicación apropiada de los medidores de deformación. Tres elementos de medidores de deformación son recomendados en áreas críticas para permitir la determinación del esfuerzo cortante y para eliminar la necesidad de la orientación exacta de los medidores.

Las pruebas de verificación de diseño de carga para ser aplicados a las unidades de prueba deberán ser determinadas como lo siguiente: pruebas de verificación

de diseño de la carga= $0,8 \times R \times \text{SFD}$, pero no menos que $2R$, donde R es la máxima capacidad de carga en toneladas y SFD es el factor de diseño de seguridad como define en la sección 2.7.8.

La unidad deberá ser cargada para la verificación de las pruebas de diseño de carga. Esta prueba de carga debería aplicarse cuidadosamente, en la lectura de los valores de medición de deformación y observando su rendimiento. La prueba de unidad podría ser cargada como algunas veces necesario para obtener los datos adecuados.

Los valores de esfuerzo calculados de las lecturas de los medidores de deformación no excederán los valores obtenidos de los cálculos de diseño (basados en la verificación de pruebas de diseño de carga) para la incertidumbre de las pruebas para los aparatos especificados. Para encontrar la incertidumbre de este requerimiento o incertidumbre prematura de alguna prueba de unidad, deberá ser causa para una completa apreciación del diseño siguiente por pruebas adicionales de una identificación numérica de las unidades de pruebas como originalmente se requiere, incluyendo una unidad de prueba del mismo tamaño y clasificación de una de las que falló.

Al completar el diseño de la verificación de pruebas de diseño, la unidad deberá ser desmontada y las dimensiones de cada parte chequeada por la evidencia de rendimiento.

Partes individuales de una unidad puede probarse separadamente si los accesorios de inversiones las condiciones de cargas aplicables para la parte en la unidad de montaje.

2.7.14 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA CARGA

La capacidad de la carga será determinada de los resultados de las pruebas de verificación de diseño y/o diseño y cálculos de la distribución de esfuerzo requeridos en la sección 2.7.12.1. El esfuerzo en que la clasificación no deberá exceder los valores admisibles.

Localización del rendimiento deberá ser permitida en las áreas de contacto. En una unidad que ha sido probado la verificación de diseño, la crítica permanente de deformación determinará los medidores de deformación u otros medios adecuados no serán excedidos de 0,2 de porcentaje excepto en contacto con áreas. Si el esfuerzo excede el valor admisible, los efectos de la parte o partes pueden ser utilizados para obtener la clasificación deseada. Los cálculos de distribución de esfuerzo podrían ser usados para el factor de carga del equipo únicamente si el análisis muestra dentro de los rendimientos de ingeniería aceptables como verificados por las pruebas de verificación de diseño establecidas en esta sección.

2.7.15 REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

2.7.15.1 General

Todos los materiales usados en la manufactura del equipo terminado bajo esta especificación serán aplicables al servicio.

Esta sección describe la calificación de varios materiales propiedades y requerimientos de proceso para cargas primarias y componentes de presión.

2.7.15.2 Especificaciones escritas

Los materiales serán producidos con una especificación escrita del material. Para PSL2 los requerimientos especificados escritos tendrán un mínimo de definiciones de parámetros y limitaciones:

- a. Requerimientos propiedades mecánicas
- b. Calificación de material
- c. Requerimientos de procesos, incluye permiso de fundición, trabajos y prácticas de tratamiento de tensión.
- d. Composición química y tolerancias.
- e. Requerimientos de reparación de soldaduras.

La descripción de las prácticas de trabajo será incluyendo la relación de forja.

2.7.16 PROPIEDADES MECÁNICAS

Materiales deben satisfacer los requerimientos de las propiedades especificadas en la especificación del material del fabricante.

Componentes con un rendimiento mínimo de fuerza especificado para menos de 45,000 psi (310 mPa) deberá ser de materiales provistos de un mínimo impacto de dureza de 31 pies-libras (42 joules) para -4°F (-20°C). El mínimo especificado será un promedio de tres pruebas con valores no individuales menos que 24 pies-libras (32 joules), usando el tamaño completo de las pruebas donde es posible.

Para componentes con una resistencia mínima de rendimiento especificada de menos que 45,000 psi (310 mPa), la -4°F (-20°C) mínimo impacto de dureza será 20 pies-libras (27 joule) con valores no individuales menores que 15 pies-libras (20 joule).

Cuando esto es necesario para las pruebas de impacto de sub-tamaño para ser usadas, el criterio de aceptación debe ser multiplicado por el factor de ajuste apropiado en la tabla 2.36. Pruebas para piezas de sub-tamaño de ancho menor a 5 milímetros que no son permitidos.

Para designar las temperaturas bajo los -20°C a los requerimientos suplementarios de impacto de dureza serán aplicados.

Donde los diseños requeridos de las propiedades de espesor y rugosidad, materiales deben ser probados para una reducción del área en espesor de acuerdo a ASTM A770. La deducción mínima debe ser del 25 por ciento.

Para PSL2, los componentes deben ser fabricados con requerimientos aplicados de ductibilidad especificada en la tabla 2.35 de esta especificación.

TABLA 2.23- FACTORES DE AJUSTE PARA SUB TAMAÑOS DE IMPACTOS DE ESPECÍMENES

Ejemplo de dimensiones (mm)	Factor de ajuste
10,0 x 7,5	0,833
10,0 x 5	0,667

FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Tercera edición, Diciembre 1997
ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 2.24- REQUERIMIENTOS DE ELOGACIÓN

Resistencia de rendimiento		Mínima elongación en porcentaje	
		Lo= Longitud de calibración; d= Diámetro	
Psi	MPa	Lo= 4d	Lo= 5d
menor que 45,000	menos que 310	23	20
45,000 a 75,000	310 a 517	20	19
75,000 a 110,000	517,1 a 758	17	15
Sobre 110,000	sobre 758	14	12

FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Third edition, December 1997
ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

2.7.17 CALIFICACIÓN DEL MATERIAL

Las pruebas del material requeridas por esta especificación deben ser ejecutadas por cupones de prueba representativos al calor y tratamientos de calor usados en la construcción de los componentes.

Las pruebas deben ser ejecutadas en acuerdo con ASTM 370 o estándares equivalentes usando materiales al final del tratamiento de calor para propósitos de pruebas de calificación de material, esfuerzo seguido a la suelda no es considerado el tratamiento de calor.

El tamaño del cupón de prueba de calificación debe ser determinado usando un método de radio equivalente (ER).

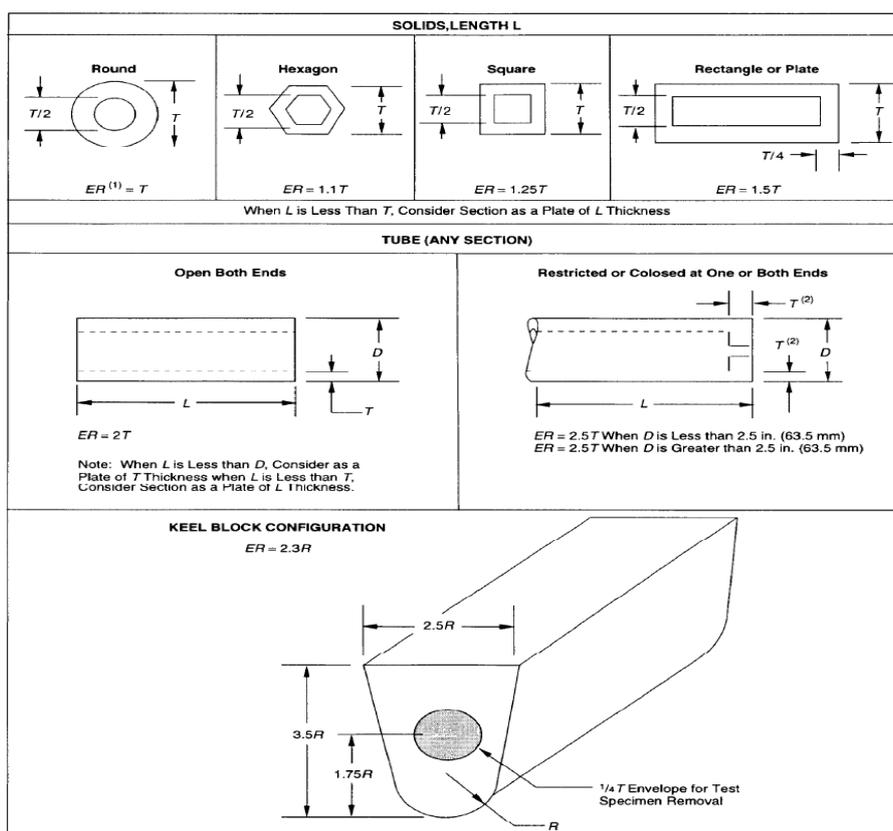
Los cupones de prueba pueden ser integrados con los componentes que ellos representan o separados de los componentes o partes de sacrificio. En todos los

casos cupones de prueba deben ser de igual calor que los componentes que ellos califican para las mismas operaciones y con el mismo tratamiento de calor de los componentes.

Muestras probados deben ser removidos de la calificación integral es separada de los cupones de prueba. Tal que su eje longitudinal este dentro del centro del núcleo $\frac{1}{4}$ de espesor de un cupón de prueba sólido o dentro del $\frac{1}{8}$ de pulgada (3 mm) de la mitad del espesor de la sección de un cupón de prueba hueco.

La medida de la longitud de una muestra tensil de la muesca del impacto de una muestra debe ser al menos $\frac{1}{4}$ del espesor del final del cupón de prueba. Muestras de prueba tomados de las partes de sacrificio deben ser removidas desde el centro del núcleo a $\frac{1}{4}$ del espesor.

FIGURA 2.30- MODELOS REDONDEADOS EQUIVALENTES



Notes: 1. ER = Equivalent Round
 2. Use maximum thickness for calculation

FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Third edition, december 1997

2.7.18 FABRICACIÓN

El proceso de fabricación debe asegurar la repetitividad en la producción de los componentes con todos los requerimientos de esta especificación.

2.7.19 CONTROL DE CALIDAD

2.7.19.1 Generalidades

Esta sección especifica los requerimientos de control de calidad. Todos los trabajos de control de calidad deben ser controlados por instrucciones el fabricante, la cual debe mantener metodología apropiada y criterios de aceptación cualitativos y cuantitativos.

Para pruebas NDT se deben detallar los requerimientos e Instrucciones de estas pruebas. El personal que realice estas pruebas debe ser nivel III

El estatus de aceptación de todos sus equipos, partes y materiales debe ser indicado en los equipos, partes, materiales, o en registros trazables:

- a. Rodamientos y poleas del bloque corona
- b. Bloque viajero y gancho
- c. Adaptadores del bloque al gancho
- d. Conectores y brazos adaptadores
- e. Gancho de perforación
- f. Tubing y ganchos de las barras succionadoras
- g. Brazos elevadores
- h. Elevadores de casing, tubing, drill pipe, drill collars
- i. Elevadores de barras de succionadoras
- j. Adaptadores de rotary swivels

- k. Power swivel de potencia
- l. Sustitutos e poder
- m. Spiders cuando son usados como elevadores
- n. Anclas de cables
- o. Compensadores de movimiento de la sarta de perforación
- p. Kelly cuando son usados como sistema de levantamiento
- q. Recipientes de presión montados como sistema de levantamiento
- r. Grapas de seguridad como equipo de levantamiento

2.7.20 CALIFICACIONES DEL PERSONAL DE CONTROL DE CALIDAD

2.7.20.1 Personal de NDT

Debe ser calificado o certificado en acuerdo con ASNT TC-1A o un estándar equivalente reconocido por ASNT.

Personal que realiza inspecciones visuales de operaciones de suelda deben ser calificados y certificados como siguen:

- a. AWS inspector certificado de suelda
- b. AWS inspector asociado de suelda, o
- c. Programa de entrenamiento del fabricante para certificar inspectores de suelda.

Todo el personal que ejecuta otras actividades de control directamente afectando el material y calidad de productos que serán calificados en acuerdo con los procedimientos del fabricante.

2.7.21 MEDICIÓN Y PRUEBAS DE EQUIPO

Los equipos a ser usado en inspecciones, pruebas, material examinado u otros equipos serán identificados, controlados, calibrados y ajustados a intervalos específicos en acuerdo con documentos de instrucciones del fabricante, y consistentes con un estándar reconocido para mantener los requerimientos de nivel de precisión

2.7.21.1 Pruebas extensibles

Métodos y criterios aceptados serán en concordancia con secciones 2.7.16 y 2.7.17.

2.7.21.2 Pruebas de impacto

Métodos y criterios aceptados serán en concordancia con secciones 2.7.16 y 2.7.17

2.7.21.3 Trazabilidad

Para identificación de lotes de tratamiento de calor por calor. La identificación debe ser mantenida en materiales y componentes a través de todas las etapas de la construcción y acabados de los componentes o ensamblajes. Requerimientos de trazabilidad de documentos del fabricante deben incluir provisiones para el mantenimiento y reemplazo de identificación de marcas y registros de control de identificación. Ajustes de tubería deben ser excluidos de los requerimientos de trazabilidad.

2.7.21.4 Examinación visual

Los componentes deben ser visualmente examinados. Examinación de materiales debe estar en acordancia con los procedimientos del fabricante.

2.7.21.5 Superficie NDT

Todas las superficies accesibles de cada componente acabado debe ser inspeccionada en acuerdo con esta sección después del tratamiento final de calor o al final de operaciones de maquinado.

Si el equipo es sometido a cargas de prueba, la calificación NDT debe ser llevada a cabo después de la carga de prueba para materiales susceptibles a fisuramiento, como identifique el fabricante, NDT debe ser ejecutada en un mínimo de 24 horas después de la prueba de carga. El equipo debe ser desarmado para esta inspección. Superficies con recubrimiento deben ser removidas para al inspección.

Materiales ferromagnéticos deben ser examinados por partículas magnéticas (MP)

Materiales no ferromagnéticos deberán ser examinados por líquidos penetrantes (LP)

2.7.21.7 Criterio de aceptación

2.7.21.7.1 Fundiciones

El criterio de aceptación está especificado en la tabla 2.35 PSL1 y en la tabla 2.36 para PSL2.

TABLA 2.25- PSL 1

Tipo	Descripción de discontinuidades	Máximo grado permitido	
		Áreas críticas	Áreas no críticas
I	Fisuras por calor	Ninguno	Grado 1
II	Contracción y encogimiento	Grado 2	Grado 2
III	Inclusiones	Grado 2	Grado 2
IV	Escalofríos internos, guirnalda corona	Grado 1	Grado 1
V	Porosidad	Grado 1	Grado 2

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Third edition, December 1997

TABLA 2.26- PSL 2

Tipo	Fisuras por calor	Máximo grado permitido	
		Áreas críticas	Áreas no críticas
I	Fisuras por calor	Ninguno	Ninguno
II	Contracción y encogimiento	Ninguno	Grado 1
III	Inclusiones	Grado 1	Grado 2
IV	Escalofríos internos, guirnalda corona	Ninguno	Grado 1
V	Porosidad	Grado 1	Grado 2

FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Third edition, December 1997
ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

2.7.21.7.2 Material forjado

El criterio de aceptación siguiente aplica para superficies de material forjado:

- a. Indicaciones no relevantes o mayores que 3/16 de pulgadas
- b. No más indicaciones relevantes en cualquier área continua de 6 pulgadas cuadradas.
- c. No más que 3 en línea separadas 1/16 de pulgada.
- d. Indicaciones no relevantes en áreas de sello de presión.

2.7.22 EXAMINACIÓN NO DESTRUCTIVA DE SUELDAS

2.7.22.1 Generalidades

Cuando esta examinación es requerida sueldas completadas de mínimo ½ de pulgada de la base del metal a la suelda entera accesible debe ser examinada en acuerdo con métodos y criterios de aceptación de esta sección

2.7.23 FABRICACIÓN DE LA SUELDA

2.7.23.1 Examen visual

Todas las sueldas deben ser examinadas en acuerdo con códigos ASME.

La porosidad de la superficie no debe permitir estar dentro de 1/8 de pulgada de la superficie.

2.7.23.2 Superficie NDE

Todos los rodamientos conteniendo sueldas en el rodamiento principal de carga y contenedores de presión pueden ser examinados como describe en la sección 8.4.6.

Criterios de aceptación:

- a. Indicación lineal no relevante
- b. Indicadores no redondeados mayor que 1/8 de pulgada para sueldas con profundidad de 5/8 de pulgada o menor a 3/16 pulgadas para sueldas con profundidad mayor que 5/8 de pulgada.
- c. No más de tres indicaciones relevantes en una línea separada 1/16 de pulgada.

2.7.24 VERIFICACIÓN DIMENSIONAL

Verificaciones de las dimensiones deben ser llevadas a cabo en una base simple como defina el fabricante.

Todos los rodamientos de carga principales y sellos de presión deben ser medidos según las especificaciones.

Para PSL2 la verificación de dimensiones externas deben ser llevadas a cabo en cada componente.

2.7.25 COMPROBACIÓN DE LA CARGA DE PRUEBA

Esto es para el siguiente equipo:

- a. Elevadores
- b. Brazos
- c. Spiders cuando son susados como elevadores

- d. Grapas de seguridad cuando son usadas como equipo de levantamiento

2.7.26 EQUIPO

2.7.26.1 Generalidades

Todos los requerimientos de suelda, aplica a los componentes de carga primario especificados en esta sección.

- Poleas de levantamiento
- Materiales de las poleas

Las poleas están excentas de pruebas de impacto.

2.7.26.2 NDT para poleas

Áreas de superficie dura de las ranuras de las poleas deben ser excluidas de los requerimientos de suelda. El área de la ranura puede ser ejecutada prioritariamente en la parte dura de la superficie de la ranura.

2.7.26.3 Diámetro de la polea

El diámetro de la polea debe ser determinado en acuerdo con las recomendaciones API Recommended Practice 9B.

2.7.26.4 Líneas de poleas para perforación y revestimiento

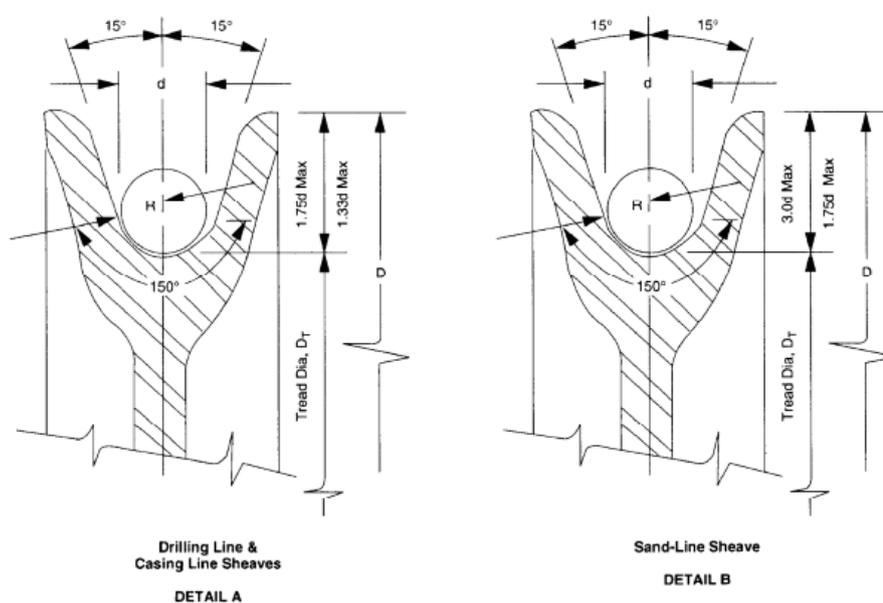
Ranuras para líneas de poleas para perforación y revestimiento deben ser hechas por lo especificado para el diámetro del cable por el comprador. El fondo de la ranura tendrá un radio R subyacente a un arco de 150°. Los lados de la ranura serán tangentes al fondo del arco. Profundidad total de la ranura tendrá un mínimo de 1,3d y un máximo de 1,75d, donde d es el diámetro nominal del cable mostrado en la figura 2.40.

2.7.26.5 Marcado

Las poleas de esta especificación deberán ser marcadas con nombre o marca del fabricante, el tamaño de la ranura de la polea OD. Esta marca será estampada en el lado exterior de la polea ejemplo: polea de 36 pulgadas con 1 1/8 pulgadas de ranura debe ser marcada:

AB CO 11/8 Spec 8C 36

FIGURA 2.31- RANURAS DE POLEA



FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Third edition, December 1997

2.7.27 BLOQUES VIAJEROS

2.7.27.1 Poleas

Poleas del bloque viajero deberán cumplir con lo aplicable de los requerimientos de la sección 2.7.26.2.

2.7.27.2 Rango de los rodamientos de la polea

El rango de los rodamientos del bloque viajero está dada por:

ECUACIÓN 2.24- RANGO DE LOS RODAMIENTOS DEL BLOQUE VIAJERO

$$W_B = N W_R / 714 \quad (2.24)$$

Donde:

- W_B rango calculado para los rodamientos del bloque viajero
- N número de poleas del bloque

W_R rango individual para cada rodamiento de la polea, libras por 100 RPM para 3000 horas mínimo de vida por 90% de los rodamientos

2.7.27.3 Bloques viajeros

Radio de contacto superficial cumplirá con las dimensiones de la tabla 9 figura 6.

2.7.27.4 Bloque de gancho

Radio de la superficie de contacto cumplirá con las dimensiones en la tabla 9 y figuras 6, 7 y 8. El método de conexión del bloque viajero y los componentes del gancho es del fabricante.

2.7.28 CLASIFICACIÓN DEL OJO ABIERTO DEL GANCHO EL BLOQUE VIAJERO.

El bloque viajero tendrá la clasificación de 500 ton. Tendrá una carga establecida basada en los mismos factores de seguridad como los requeridos para miembros finales.

2.7.27.5 *Marcas en el ojo abierto del gancho el bloque viajero*

El marcaje es en acuerdo con la sección 2.7.33.3, deberá ser puesta cerca del ojo tope del extremo de manejo. El marcado indicará el rango del ojo de la conexión.

2.7.27.6 Adaptadores bloque – gancho

Adaptadores de elevadores, gancho, brazos adaptadores y adaptadores de tubería de perforación deben ser hechos para asentarlos en la zona de hombros de la tubería y las orejas de los brazos elevadores deben cumplir con el radio de contacto de la tabla 2.39 Y 2.40, que se muestran en la figura 2.43.

El radio de contacto de los elevadores debe cumplir con las dimensiones de la tabla 2.39 y 2.40; que se muestran en las figuras 2.41 ,2.42 y 2.43

2.7.29 GANCHOS DE PERFORACION

Radio de contacto superficial cumpliendo con las dimensiones en la tabla 2.39 y 2.40 y figura 2.43.

2.7.30 BRAZOS ELEVADORES

Los brazos elevadores deben cumplir con los requerimientos de la tabla 2.39 y 2.40; que se muestra en la figura 2.37.

Los brazos elevadores deben ser diseñados y fabricados en pares incluyendo 14 pies de longitud (medido entre las superficies de contacto), los cuales ajustarán dentro de 1/8". Brazos sobre 14 pies deberán ajustar dentro de ¼ pulgada.

2.7.31 ELEVADORES

Elevadores de tubería de perforación para uso en hombros y hombros cuadrados, deberán tener dimensiones especificadas en la tabla 2.38.

Adicional al marcado especificado en la sección 2.7.33.2, elevadores de tubería de perforación deben ser marcados con el tamaño de la tubería y la clase como en la tabla 2.38, columna 7.

Pruebas de verificación de diseño para elevadores de cuñas deben ser extraídas con insertos y cuñas en su lugar.

El mecanismo de activación del elevador deberá ser funcionalmente probado según los requisitos.

Insertos son excluidos de requerimientos de pruebas mecánicas y trazabilidad.

TABLA 2.27- ELEVADORES DE DRILL PIPE BORES

1	2	3		4		5		6		7
Tool Joint Designation Reference	Drill Pipe Size and Style (All Weights and Grades)	Weld-On Tool Joints								
		Taper Shoulder				Square Shoulder				Elev. Marking
		Neck Diam. D _{TE} Max. ¹		Elev. Bore		Neck Diam. D _{SE} Max. ²		Elev. Bore		
in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm			
NC 26(2 ³ / ₈ IF)	2 ³ / ₈ EU	2 ⁹ / ₁₆	65.09	2 ²¹ / ₃₂	67.47	*		*		2 ³ / ₈ EU
NC 31(2 ⁷ / ₈ IF)	2 ⁷ / ₈ EU	3 ³ / ₁₆	80.96	3 ⁹ / ₃₂	83.34	3 ³ / ₁₆	80.96	3 ³ / ₈	87.73	2 ⁷ / ₈ EU
NC 38(3 ¹ / ₂ IF)	3 ¹ / ₂ EU	3 ⁷ / ₈	98.43	3 ³¹ / ₃₂	100.81	3 ⁷ / ₈	98.43	4 ¹ / ₁₆	103.19	3 ¹ / ₂ EU
NC 40(4 FH)	3 ¹ / ₂ EU	3 ⁷ / ₈	98.43	3 ³¹ / ₃₂	100.81	3 ⁷ / ₈	98.43	4 ¹ / ₁₆	103.19	
NC 40(4 FH)	4 IU	4 ³ / ₁₆	106.36	4 ⁹ / ₃₂	101.86	4 ¹ / ₈	104.78	4 ⁵ / ₁₆	109.54	4 IU
NC 46(4 IF)	4 EU	4 ¹ / ₂	114.30	4 ²⁵ / ₃₂	121.44	4 ¹ / ₂	114.30	4 ¹³ / ₁₆	122.24	
	4 ¹ / ₂ IU	4 ¹¹ / ₁₆	119.06	4 ²⁵ / ₃₂	121.44	4 ⁵ / ₈	117.48	4 ¹³ / ₁₆	122.24	4 EU
	4 ¹ / ₂ IEU	4 ¹¹ / ₁₆	119.06	4 ²⁵ / ₃₂	121.44	4 ⁵ / ₈	117.48	4 ¹³ / ₁₆	122.24	4 ¹ / ₂ IU
4 ¹ / ₂ FH	4 ¹ / ₂ IU	4 ¹¹ / ₁₆	119.06	4 ²⁵ / ₃₂	121.44	4 ⁵ / ₈	117.48	4 ¹³ / ₁₆	122.24	4 ¹ / ₂ IEU
	4 ¹ / ₂ IEU	4 ¹¹ / ₁₆	119.06	4 ²⁵ / ₃₂	121.44	4 ⁵ / ₈	117.48	4 ¹³ / ₁₆	122.24	
NC 50(4 ¹ / ₂ IF)	4 ¹ / ₂ EU	5	127.00	5 ¹ / ₄	133.35	5	127.00	5 ⁵ / ₁₆	134.94	4 ¹ / ₂ EU
	5 IEU	5 ¹ / ₈	130.18	5 ¹ / ₄	133.35	5 ¹ / ₈	130.18	5 ⁵ / ₁₆	134.94	5 IEU
5 ¹ / ₂ FH	5 IEU	5 ¹ / ₈	130.18	5 ¹ / ₄	133.35	5 ¹ / ₈	130.18	5 ⁵ / ₁₆	134.94	
5 ¹ / ₂ FH	5 ¹ / ₂ IEU	5 ¹¹ / ₁₆	144.46	5 ¹³ / ₁₆	147.64	5 ¹¹ / ₁₆	144.46	5 ⁷ / ₈	149.23	5 ¹ / ₂ IEU
6 ⁵ / ₈ FH	6 IEU	6 ¹⁵ / ₁₆	175.02	7 ¹ / ₃₂	178.66					6 ⁵ / ₈ IEU

Note: Elevators with the same bores are the same elevators.

* Not manufactured.

¹Dimension D_{TE} from API Specification 7.

²Dimension D_{SE} from API Specification 7.

FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Third edition, December 1997.

TABLA 2.28- RECOMENDACIONES DEL RADIO DE CONTACTO SUPERFICIAL DE LAS HERRAMIENTAS DEL HOISTING (PULGADAS)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rating	Traveling Block & Hook Bail (See Fig. 4A)				Hook & Swivel Bail (See Fig. 4B)				Elevator Link & Hook Link Ear (See Fig. 5)				Elevator Link & Elevator Ear (See Fig. 5)			
Short Tons	A ₁ Max	A ₂ Min	B ₁ Min	B ₂ Max	E ₁ Min	E ₂ Max	F ₁ Max	F ₂ Min	C ₁ Max	C ₂ Min	D ₁ Min	D ₂ Max	G ₁ Max	G ₂ Min	H ₁ Min	H ₂ Max
25-40	2 ³ / ₄	2 ³ / ₄	3 ¹ / ₄	3	2	1 ¹ / ₂	3	3	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₄	1 ¹ / ₄	7 ⁷ / ₈		1		2
41-65	2 ³ / ₄	2 ³ / ₄	3 ¹ / ₄	3	2	1 ³ / ₄	3 ¹ / ₂	3 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	1 ¹ / ₄	7 ⁷ / ₈		1		2
66-100	2 ³ / ₄	2 ³ / ₄	3 ¹ / ₄	3	2 ¹ / ₄	2	4	4	2 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₈		1		2
101-150	2 ³ / ₄	2 ³ / ₄	3 ¹ / ₄	3	2 ¹ / ₂	2 ¹ / ₄	4 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₈	1 ⁵ / ₁₆	1 ¹ / ₂	2	2
151-250	4	4	3 ¹ / ₄	3	2 ³ / ₄	2 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	4	4	1 ³ / ₄	1 ³ / ₈	1 ⁷ / ₃₂	1 ⁷ / ₈	2 ³ / ₄	2 ³ / ₄
251-350	4	4	3 ¹ / ₄	3	3	2 ³ / ₄	4 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	4	4	1 ³ / ₄	1 ³ / ₈	1 ¹⁵ / ₃₂	1 ⁷ / ₈	2 ³ / ₄	2 ³ / ₄
351-500	4	4	3 ¹ / ₂	3 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	3 ¹ / ₄	4 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	4	4 ³ / ₄	2 ¹ / ₄	1 ⁷ / ₈	1 ⁷ / ₈	2	3 ¹ / ₄	3 ¹ / ₄
501-650	4	4	3 ¹ / ₂	3 ¹ / ₄	3 ¹ / ₂	3 ¹ / ₄	4 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	4	4 ³ / ₄	2 ¹ / ₄	1 ⁷ / ₈	2 ¹ / ₄	2 ³ / ₈	5	5
651-750	6	6	3 ¹ / ₄	3 ¹ / ₄	4 ¹ / ₄	4	4 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	4	5	2 ¹ / ₂	2 ¹ / ₂	2 ¹ / ₄	2 ³ / ₈	5	5
751-1000	6	6	6 ¹ / ₄	6	5 ¹ / ₄	5	5	5	4 ¹ / ₂	5	3	2 ³ / ₄	2 ³ / ₄	2 ⁷ / ₈	6 ¹ / ₄	6 ¹ / ₄

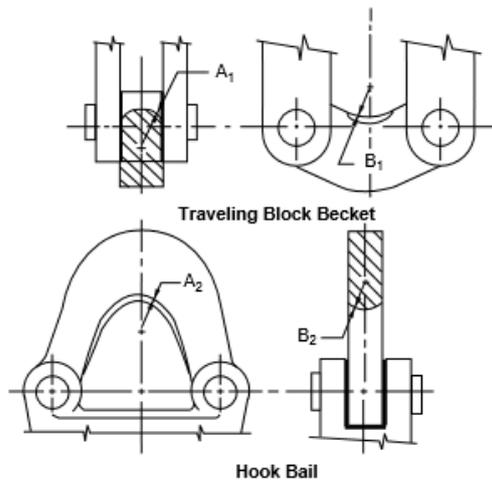
FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Third edition, December 1997.

TABLA 2.29- RECOMENDACIONES DEL RADIO DE CONTACTO SUPERFICIAL DE HERRAMIENTAS DE HOISTING (mm)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rating	Traveling Block & Hook Bail (See Fig. 4A)				Hook & Swivel Bail (See Fig. 4B)				Elevator Link & Hook Link Ear (See Fig. 5)				Elevator Link & Elevator Ear (See Fig. 5)			
Metric Tons	A ₁ Max	A ₂ Min	B ₁ Min	B ₂ Max	E ₁ Min	E ₂ Max	F ₁ Max	F ₂ Min	C ₁ Max	C ₂ Min	D ₁ Min	D ₂ Max	G ₁ Max	G ₂ Min	H ₁ Min	H ₂ Max
22.7–36.3	69.85	69.85	82.55	76.20	50.80	38.10	76.20	76.20	38.10	38.10	31.75	22.23		25.40		50.80
37.2–59	69.85	69.85	82.55	76.20	50.80	44.45	88.90	88.90	63.50	63.50	31.75	22.23		25.40		50.80
59.9–91	69.85	69.85	82.55	76.20	57.15	50.80	101.60	101.60	63.50	63.50	38.10	28.58		25.40		50.80
91.7–136	69.85	69.85	82.55	76.20	63.50	57.15	114.30	114.30	63.50	63.50	38.10	28.58	23.82	38.10	50.80	50.80
137.1–227	101.60	101.60	82.55	76.20	69.85	63.50	114.30	114.30	101.60	101.60	44.45	34.93	30.94	47.63	69.85	69.85
227.9–318	101.60	101.60	82.55	76.20	76.20	69.85	114.30	114.30	101.60	101.60	44.45	34.93	37.31	47.63	69.85	69.85
318.7–454	101.60	101.60	88.90	82.55	88.90	82.55	114.30	114.30	101.60	120.65	57.15	47.63	47.63	50.80	82.55	82.55
454.9–591	101.60	101.60	88.90	82.55	88.90	82.55	114.30	114.30	101.60	120.65	57.15	47.63	57.15	60.32	127.00	127.00
591.1–681	152.40	152.40	88.90	82.55	107.95	101.60	114.30	114.30	101.60	127.00	63.50	63.50	57.15	60.32	127.00	127.00
681.9–908	152.40	152.40	158.75	152.40	133.35	127.00	127.00	127.00	114.30	127.00	76.20	69.85	69.85	73.03	158.75	158.75

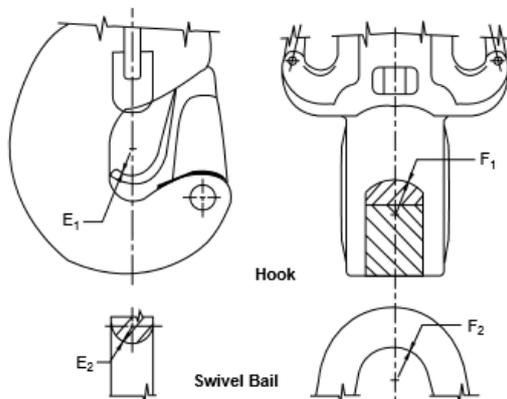
FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Third edition, December 1997.

FIGURA 2.32- BLOQUE VIAJERO Y GANCHO



FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Third edition, December 1997.

FIGURA 2.33- GANCHO Y SWIVEL



FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Third edition, December 1997

FIGURA 2.34- ELEVADOR

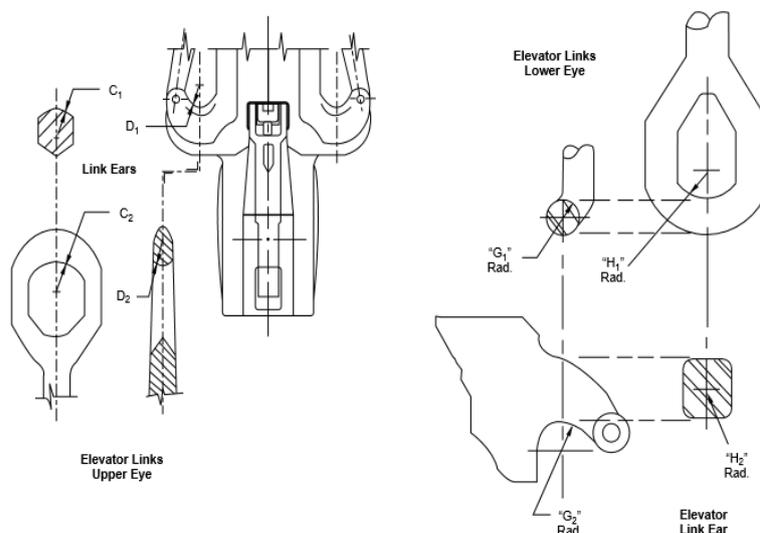


Figure 8—Elevator Link and Link Ear Contact Surface Radii (See Tables 9A and 9B)

FUENTE: Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Specification 8C Third edition, December 1997.

2.7.32 SWIVEL ROTATORIOS

2.7.32.1 Rangos de swivels rotatorios

Esto puede ser determinado por:

ECUACIÓN 2.25- RANGO DE SWIVEL ROTATORIO

$$W_s = \frac{W_R}{1600} \quad (2.25)$$

Donde:

- W_s rango del rodamiento principal, toneladas a 100 rpm.
- W_R rango del rodamiento principal libras a 100 rpm para 3000 horas mínimo de vida para 90% de rodamientos.

2.7.33 SWIVEL DE LA CONEXIÓN DE CUELLO DE GANSO

2.7.33.1 Dimensiones

El ángulo entre el centro del cuello de ganso y la vertical será de 15°. La especificación la dará el fabricante.

Cuando esto es especificado los hilos pueden ser de 2 ½, 3, 3 ½, 4 ,5 “. Hilos internos conforman API Specification 5B. Ejemplo: 3 API LP THD es de 3 hilos.

2.7.33.2 Sub conector de swivel rotatorio

La conexión baja del swivel rotatorio aceptará medidores API intercambiables con conexiones API. La conexión deberá conformarse con los requerimientos aplicables con conexiones API.

2.7.33.3 Swivel para tubería de lavado

Debe estar exento de los requerimientos de NDT de la sección 2.7.19.

2.7.33.4 Swivels de poder

Es un dispositivo que se mueve con el bloque viajero y está diseñado para proveer el poder rotatorio al tope de la sarta de perforación para operaciones de perforación.

2.7.33.5 Rangos de los rodamientos del power swivel.

El rango de rodamientos de swivels de poderes calculado por la ecuación dada en la sección 2.7.31.1

2.7.33.6 Conexión de swivel de poder

Cumplirá con lo de la sección 2.7.32

2.7.33.7 Sub conexión swivel de poder

Cumplirá con lo de la sección 2.7.32.7

2.7.33.8 Substitutos de poder

Son dispositivos que se mueven con el bloque viajero y están diseñados para proveer de poder al tope de la sarta de perforación.

2.7.33.9 Extensión cuello de ganso - substitutos de poder

Debe cumplir requerimientos de la sección 2.7.32.7

2.7.33.10 Conexiones substitutos de poder

Las conexiones de substitutos de poder deben ajustarse en base a la sección 2.7.32.7.

2.7.34 MARCAJE

2.7.34.1 Marcado de producto

Cada objeto del equipo de levantamiento en conformidad con esta especificación debe tener la marca del fabricante. Observar la sección 2.7.33.2.

2.7.34.2 Rango de marcación

Todos los artículos de equipo de levantamiento diseñado y fabricado por estas especificaciones deberán ser marcadas con la carga de diseño y presión. Ejemplo AB CO 650 Specification 8A.

2.7.34.3 Marcado de quipo compuesto

Componentes conteniendo presión y llevando carga debe ser especificado como en la sección 2.7.21.3.

2.7.34.4 Trazabilidad del componente

Componentes que contienen presión y carga deben ser marcados según como en la sección 2.7.21.3.

2.7.34.5 Número de serie

Cada componente del equipo debe ser marcado con un único número serial.

2.7.34.6 Método de marcación

eguir el marcado referido en las secciones 2.7.33.1, 2.7.33.2; 2.7.33.3 y 2.7.33.5.

2.7.35 DOCUMENTACIÓN

2.7.35.1 Generalidades

Todos los registros y documentación referenciada en esta especificación deben ser mantenidos por el fabricante por un período de 10 años después que el equipo ha sido realizado un nomograma. La documentación a ser mantenida por el fabricante.

- a. Documentación del diseño
- b. Documentación de verificación del diseño
- c. Especificaciones escritas
- d. registros de calificación
- e. Inspección y registros trazables del equipo o sus componentes: reportes de materia / NDT

2.7.35.2 Documentación que debe ser entregada con el equipo

La siguiente documentación debe ser entregada con el equipo.

- a. Declaraciones de conformidad del fabricante con esta especificación y otros requerimientos del comprador.
- b. Registros de pruebas de carga
- c. Manuales de operación y mantenimiento, incluyendo:
 1. Diagramas de ensamblaje
 2. Lista de componentes

3. Rangos y capacidades nominales
4. Procedimientos de operación
5. Frecuencia recomendada de inspecciones de campo y mantenimiento preventivo, métodos y criterios de aceptación.
6. Partes reemplazables y stock de niveles recomendados.
7. PSL 2: Capacidad de cambios como resultado del uso.

CAPÍTULO 3

APLICACIÓN DE LOS ESTÁNDARES API PARA LA INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DE UNA TORRE DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS

3.1 INTRODUCCIÓN

En el capítulo 1 se describieron los componentes de una torre de perforación de pozos petroleros aplicando todos los criterios, partes y definiciones técnicas al taladro Tuscany 117. En el capítulo 2 se identificaron los estándares API aplicables al objetivo de esta tesis. En este capítulo se presentarán los elementos componentes del sistema de levantamiento del taladro de perforación Tuscany 117 y la aplicación determinada de los estándares API estudiados anteriormente.

Dentro de la actividad del taladro de perforación de pozos de petróleo Tuscany 117 está la provisión del servicio de perforación, para esto cuenta con el equipo de perforación heli-transportable designado como RIG 117, mismo que está clasificado como uno de 2000 HP (horse power). Esta designación de potencia está dada por la potencia que pueden proveer los motores que accionan el malacate.

En la provisión del servicio de perforación dentro de las previsiones técnicas usuales que llevan a cabo, está la verificación del buen funcionamiento del “equipo”, llamado así al conjunto de equipos que conforman el taladro. Dentro de estas verificaciones están las de funcionamiento de equipos rotatorios, de bombeo, compresión y presión de diseño; paralelamente tenemos la verificación de estándares de seguridad y calidad, tanto de materiales como de integridad de partes.

En lo último mencionado anteriormente consta el objetivo de este Proyecto de Titulación y está relacionado con la conformidad de calidad del equipo de levantamiento, tanto en sus materiales como en el diseño de la estructura, esto

último refiriéndose al conjunto de piezas que forman estructuras necesarias de soporte de sistemas existentes en el taladro.

3.2 VERIFICACIONES DE CALIDAD DE MATERIALES Y DISEÑO

De la curva histórica de trabajos de verificación realizados en el taladro Tuscany 117 a su sistema de levantamiento, se puede ver que la inspección de soldas y puntos de anclaje, es la que mayoritariamente se la ha realizado, cumpliendo con lo estipulado en el estándar API, poniendo la frecuencia de la inspección en concordancia con API, fabricante, usuario, comprador y cliente.

De información recabada con el Jefe de Mantenimiento, las acciones de mantenimiento y reparación llevadas cabo a componentes del Sistema de Levantamiento del taladro, son realizados en talleres especializados, quienes poseen las respectivas certificaciones para la realización de las actividades de mantenimiento y reparación. Estos talleres al final del trabajo solicitado verifican la conformidad con estándares del fabricante, tal y como menciona API.

En este Proyecto de Titulación se enfatiza, con base en la necesidad manifestada de Tuscany, la aplicación de los estándares API para la Inspección.

Los estándares enfocados al mantenimiento y reparación, constan como la referencia técnica aplicable, que los talleres especializados toman en cuenta al momento de realizar su trabajo.

3.3 SISTEMA DE LEVANTAMIENTO

El sistema de levantamiento, es uno importante dentro de los demás, porque es el que soportará toda la carga para la que está diseñado el taladro, si es del caso que opere en condiciones críticas, como sobretensión por atrapamientos de tubería; así mismo, este sistema permite el manejo y manipulación de toda herramienta que por operaciones deba ser introducida al pozo, con el cuidado que cada una de estas herramientas requiera y por último este sistema es el que permite el desarmado o armado del taladro, moviendo hacia su posición final la

subestructura, mástil y la todos los demás equipos en su ubicación en el piso de perforación.

El diseño total de soporte de carga del equipo de perforación Tuscany 117, está en función de la carga total que puede soportar el mástil, que para su caso es de 1'000.000 libras, con un gancho de igual capacidad con 12 líneas de carga estática similar a la de los dos anteriores.

De forma general, los componentes del sistema de levantamiento, tomados en cuenta para la aplicación de estándares en el taladro Tuscany 117, se agrupan dentro de las siguientes categorías:

- Subestructura, Mástil y componentes
- Encuelladero, Encuelladero de casing
- Cables de elevación
- Elementos soportes de los winches neumáticos
- Elementos soportes del top drive
- Herramientas para manejo de tubulares
- Soportes de llaves hidráulicas de potencia
- Soportes de levantamiento del conjunto BOP
- Soportes de levantamiento de unidades electrógenas
- Soportes de levantamiento de campers, talleres y bodegas
- Soportes de levantamiento de tanques de diesel
- Soportes de levantamiento de tanques de agua
- Soportes de levantamiento de tanques de lodo
- Soportes de levantamiento de canastas de tubulares y sustitutos

- Herramientas de soporte (cuñas, grapas, spiders)
- Equipos de levantamiento de personal
- Equipos de levantamiento y herramientas
- Corona
- Bloque viajero
- Gancho
- Malacate
- Ancla de la línea muerta

A continuación y para el equipo Tuscany 117 se aplicarán los conceptos establecidos en los capítulos anteriores y los estándares API que se ajustan al sistema de levantamiento; adicionalmente se compilará y mostrará la información existente en Tuscany, respecto a las certificaciones de los componentes del sistema de levantamiento. En la clasificación antes mencionada la aplicación de los estándares es como sigue:

3.3.1 SUB ESTRUCTURA, MÁSTIL Y COMPONENTES

3.3.1.1 Sub estructura

La inspección de la subestructura se debe documentar de acuerdo a la norma API 4G. Esta categoría implica estrictamente el desarme parcial de los componentes para su adecuada inspección. Esta categoría de inspección sólo la podrán llevar a cabo aquellas empresas especializadas y certificadas. A continuación se muestra unas tablas de resumen de cada una de las certificaciones, de acuerdo a la información recaudada en el Tuscany Rig 117.

A continuación en la tabla 3.1 se muestra un resumen de la certificación emitida. Este componente mostrado en la fotografía corresponde a un adaptador que se coloca en el gancho para acoplar los cables de levantamiento de la subestructura.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R-187-2014. La inspección corresponde a: limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.1- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DEL ADAPTADOR PARA LEVANTAMIENTO

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Adaptador para levantamiento	Maquiserpe	13-05-2014	API 8C	VIGENTE
			API 4G	

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

La tabla 3.2 muestra el resumen de la certificación emitida. Los componentes mostrados en la fotografía corresponden a: 4 pines que traban los sockets de los cables levantamiento de la subestructura, de longitud 19 1/2" y 4 23/32" de diámetro; y 4 pines de 11 3/4" de longitud y 4 23/32" de diámetro.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R-177-2014. La inspección corresponde a: limpieza, inspección visual, dimensional e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.2- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE LOS PINES SOPORTES DE LA SUB ESTRUCTURA

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Pines soportes de la sub estructura	Maquiserpe	11-05-2014	API 8C	VIGENTE
			API 4G	

FUENTE: Tuscany, Rig 117

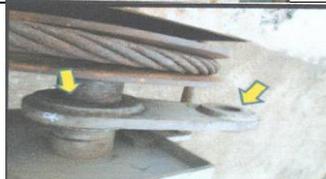
ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

A continuación en la tabla 3.3 se muestra un resumen de la certificación emitida para los cordones de soldadura de los pad eyes izquierdos y derechos de levantamiento de la subestructura.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R210-2014 y R-211-2014. La inspección corresponde a: limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.3- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE LOS PAD EYES DE IZAJE DERECHO-IZQUIERDO

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Pad eyes de izaje, derecho-izquierdo	Maquiserpe	21-05-2014	API 8B	VIGENTE
			API 4G	
			API 4G	

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.1.2 Mástil

Estructura de celosía de tres caras para operaciones de perforación, de base rectangular o cuadrada y generalmente de secciones unidas a través de ojales y pasadores (macho y hembra). Es fabricado con perfiles o tubulares de acero de alta resistencia (galvanizado o no).

A continuación en la tabla 3.4 se muestra un resumen de la certificación emitida para los sockets del cable de levantamiento del mástil, tanto del lado derecho como izquierdo.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R197-2014 y R198-2014. La inspección corresponde a: limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes. Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.4- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE LOS SOCKETS DEL CABLE PARA LEVANTAR EL MÁSTIL Y COMPONENTES DEL MÁSTIL

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Sockets del cable para levantar el mástil.	Maquiserpe	14-05-2014	API 8C API 4G	VIGENTE
				Izquierdo Derecho
Mástil y sus elementos	Maquiserpe	07-04-2011	API 8B / 4G	VIGENTE
			ASME B 30.9	

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.1.3 Encuelladero

A continuación en la tabla se muestra un resumen de la certificación emitida para el encuelladero o trabajador de la torre.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R1104-2013. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes de: cordones de soldadura, postes de la polea del winche, orejas de sujeción frontales, superiores, laterales, orejas de la lengüeta central, orejas de levantamiento posterior, soportes inferiores y poste del dispositivo de escape.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.5- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DEL ENCUELLADERO

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Encuelladero	Maquiserpe	23-02-2013	API 4G	VIGENTE
			API 9B	

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.1.4 Encuelladero de casing

A continuación en la tabla 3.6 se muestra un resumen de la certificación emitida para el encuelladero o trabajador de casing.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R1179-2013. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes de: cordones de soldadura, postes de la polea del winche, orejas de sujeción frontales, superiores, laterales, orejas

de la lengüeta central, orejas de levantamiento posterior, soportes inferiores y poste del dispositivo de escape.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.6- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE LA REPISA

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Repisa	Maquiserpe	23-10-2014	API 4G	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.1.5 Cable de elevación de la subestructura

La tabla 3.7 muestra un resumen del certificado de inspección del Cable para levantar la subestructura de 159 pies de largo y 2 7/8" de diámetro.

La empresa que emite el certificado es León Cables, según la inspección visual del material sin encontrar daños visibles que pongan en duda su funcionamiento.

TABLA 3.7- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE LOS CABLE DE LA SUBESTRUCTURA

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Cables 2 7/8"	León Cables	21-05-2014	API 8C/4G, 9B / ASME B 30.9	VIGENTE

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.1.6 Cable de elevación de la torre

La tabla 3.8 muestra un resumen del certificado de inspección del Cable para levantar la torre de 152 pies de largo y 67 mm de diámetro.

La empresa que emite el certificado es León Cables, según la inspección visual del material sin encontrar daños visibles que pongan en duda su funcionamiento.

TABLA 3.8- CERTIFICACIÓN DE INSPECCIÓN DE LOS CABLES PARA IZAR DE 67 MM

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Cables para izar 67 mm	León Cables	21-05-2014	API 4G	VIGENTE
			API 9B ASME B 30.9	

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.1.7 Cabezas del cable de elevación de la subestructura

A continuación en la tabla 3.9 se muestra un resumen de la certificación emitida para los sockets de los cables de levantamiento de la subestructura, lados derecho e izquierdo.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R184-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes. Diámetro de 2 5/8" y 125 pies de longitud.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.9- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN LOS SOCKETS DE LOS CABLES DE LA SUBESTRUCTURA

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Sockets de los cables de la sub estructura	Maquiserpe	21-05-2014	API 8C	VIGENTE
			API 4G API 9B	

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.1.8 Orejas de la mesa de la torre

A continuación en la tabla 3.10 se muestra un resumen de la certificación emitida para los soportes de levantamiento de la subestructura, lados derecho e izquierdo.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R347-2014 y R484-2014. La inspección de la soldadura que corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.10- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL SOPORTE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Soporte	Maquiserpe	04-08-2014	API 8B	VIGENTE
			API 4G	

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.1.9 Ancla de línea muerta

A continuación en la tabla 3.11 se muestra un resumen de la certificación emitida para el componente denominado ancla de la línea muerta.

La empresa certificadora es Sindes, consta el número de reporte SINDES-M-071-386-054. La inspección de la soldadura que corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes.

Equipo utilizado: Magnaflux 0,15 ml / 100 ml, 2000 $\mu\text{w}/\text{cm}^2$.

TABLA 3.11- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL ANCLA DE LA LÍNEA MUERTA

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Ancla	Maquiserpe	23-04-2013	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.1.10 Dispositivo de detención de caídas

A continuación en la tabla 3.12 se muestra un resumen de la certificación emitida para el soporte del dispositivo de detención de caídas (Main Rider).

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R196-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes.

TABLA 3.12- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL MAIN RIDER

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Main Rider, suport	Maquiserpe	14-05-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.1.11 Dispositivo de escape

A continuación en la tabla 3.13 se muestra un resumen de la certificación emitida para el soporte del dispositivo de escape (Jerónimo).

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R323-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.13- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE ESCAPE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Dispositivo de escape	Maquiserpe	22-07-2014	API 8B	VIGENTE
				

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FUENTE: Tuscany, Rig 117

3.3.1.12 Repisa del encuelladero

A continuación en la tabla 3.14 se muestra un resumen de la certificación emitida para la repisa del encuelladero o trabajadero de la torre.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R1104-2013. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes de: cordones de soldadura de las orejas de la lengüeta central.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.14- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE ESCAPE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Repisa	Maquiserpe	18-10-2013	API 4G	OPERATIVA
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.2 WINCHES NEUMÁTICOS

3.3.2.1 Puntos críticos de winches DO y ODS

A continuación en la tabla 3.15 se muestra un resumen de la certificación emitida para los puntos de sujeción en la corona de las poleas de los winches.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R193-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes de: cordones de soldadura de las orejas de la lengüeta central.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.15- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE ESCAPE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Soporte de la polea	Maquiserpe	13-05-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.2.2 Capacidad de carga

A continuación las tablas 3.16, 3.17 y 3.18 muestran el resumen de los datos que constan en el certificado de inspección de los winches del piso de la torre de perforación.

Según el certificado los winches fueron sometidos a la prueba con el 100% de la carga, según esto el estado final es CERTIFICADO.

TABLA 3.16- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL WINCHE #1

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Winche 1	Veriftest	6-5-2013	ASME B 30.5/ API 4G	Certificado
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 3.17- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL WINCHE #2

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Winche 2	Veriftest	13-5-2013	ASME B 30.5 /API 9B/API 4G	Certificado
				

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FUENTE: Tuscany, Rig 117

TABLA 3.18- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL WINCHE #2

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Winche 4	Veriftest	13-5-2013	ASME B 30.5	Certificado
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.3 SISTEMA DEL TOP DRIVE

3.3.3.1 Rieles guías

A continuación en la tabla 3.19 se muestra un resumen de la certificación emitida para los puntos de soldadura en el riel del top drive.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R859-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes de: cordones de soldadura de las orejas de la lengüeta central.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.19- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS RIELES GUÍAS DEL TOP DRIVE.

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Rieles	Maquiserpe	31-08-2013	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.3.2 TDS

A continuación en la tabla 3.20 se muestra la evidencia del mantenimiento realizado por el fabricante CANRIG.

Este informe firma el representante de CANRIG.

TABLA 3.20- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS RIELES GUÍAS DEL TOP DRIVE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
TOP DIRVE SYSTEM	Canrig	31-08-2013	Canrig	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.4 MANEJO DE TUBULARES

3.3.4.1 Herramientas manuales

3.3.4.1.1 Elevadores Manuales

A continuación se muestra en la tabla 3.21 la información en resumen de los datos de la certificación de estas herramientas.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R222-2014, R223-2014, R216-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.21- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE ELEVADORES MANUALES

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Elevador	Maquiserpe	16-07-2014	API 8B	VIGENTE
			ASTM E 709	

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.4.1.2 Grapas de seguridad

A continuación se muestra en la tabla 3.22 la información en resumen de los datos de la certificación de esta herramienta.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R224-2014, R225-2014, R226-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

TABLA 3.22- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE GRAPAS DE SEGURIDAD

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Grapa	Maquiserpe	16-07-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

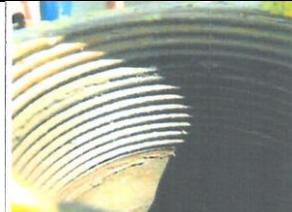
3.3.4.1.3 Tapones de levantamiento

A continuación se muestra en la tabla 3.23 la información en resumen de los datos de la certificación de esta herramienta.

La empresa certificadora es Veriftest, constan los números de reporte EC-IFJ-2014-0014-9. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.23- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS ADAPTADORES PARA TUBULARES

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Adaptadores para tubulares	Veriftest	07-05-2014	ASME BM30.10	Certificado
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.4.2 Llaves hidráulicas de potencia

A continuación se muestra en la tabla 3.24 la información en resumen de los datos de la certificación de esta herramienta.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R215-2014, R214-2014, R213-2014.

La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.24- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS ADAPTADORES PARA TUBULARES

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Soportes de llaves	Maquiserpe	21-07-2014	ASME BM30.10 / API 8B	Certificado
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.5 SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DEL CONJUNTO BOP

La tabla 3.25 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de las eslingas del sistema de levantamiento del BOP.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R855-2014, R214-2014, R213-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.25- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS CABLES DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DEL CONJUNTO BOP

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Cables de levantamiento	Maquiserpe	31-08-2013	API 8C	Operativa
				

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FUENTE: Tuscany, Rig 117

A continuación se muestra en la tabla 3.26 la información en resumen de los datos de la certificación de los pad eyes para el levantamiento del BOP.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R206-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras. Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.26- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS PAD EYES DEL BOP

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Pad eyes del BOP	Maquiserpe	15-05-2014	API 8C	Operativa
				
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.6 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE UNIDADES ELECTRÓGENAS

La tabla 3.27 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de los soportes de levantamiento de los grupos electrógenos

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R343-2014, R344-2014, R345-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.27- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Soportes	Maquiserpe	21-07-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.7 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO

La tabla 3.28 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de los soportes de levantamiento de las bombas de lodo

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R237-2014, R238-2014, R239-2014, R240-2014, R241-2014, R242-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.28- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE BOMBEO

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Soportes	Maquiserpe	21-06-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.8 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE CAMPERS

La tabla muestra la información en resumen de los datos de la certificación de los soportes de levantamiento de las bombas de lodo

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R299-2014, R230-2014, R231-2014, R232-2014, R233-2014, R234-2014, R235-2014, R236-2014, R237-2014, R238-2014, R239-2014 hasta R316-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.29- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE CAMPERS

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Campers	Maquiserpe	21-07-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.9 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE TANQUES DE DIÉSEL

La tabla 3.30 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de los soportes de levantamiento de los tanques de diesel.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R258-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.30- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE TANQUES DE DIÉSEL

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Soportes	Maquiserpe	24-06-2014	API 8B	VIGENTE
				
ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Soportes	Maquiserpe	24-06-2014	API 8B	VIGENTE
	serie y712/14 serie y7 9/14			

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.10 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN.

Las tablas 3.31, 3.32, 3.33, 3.34, 3.35, y 3.36 muestran la información en resumen de los datos de la certificación de los soportes de levantamiento de los tanques de

lodo de serie 13/80 bls, serie 12, 112 bls, serie 11, serie 10/112 bls, 9-8/112 BLS y serie 7, 6, 5, 4 /112

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R251-2014, R252-2014, R253-2014, R254-2014, R255-2014, R256-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.31- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LOS TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN SERIE 13/80 bls

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
SERIE 13 / 80 bls	Maquiserpe	23-06-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 3.32- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LOS TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN SERIE 12, 112 bls

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
SERIE 12, 112 bls	Maquiserpe	23-06-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 3.33- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LOS TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN SERIE 11, 10/112 BLS

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
SERIE 11 – 10 / 112 bls	Maquiserpe	23-06-2014	API 8B	VIGENTE
				

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

FUENTE: Tuscany, Rig 117

TABLA 3.34- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LOS TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN SERIE 9-8/112 BLS Y SERIE 7, 6, 5, 4 /112

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
SERIE 9–8/112 bls	Maquiserpe	23-06-2014	API 8B	VIGENTE
				
ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
SERIE 7,6,5,4 / 112 bls	Maquiserpe	23-06-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 3.35- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LOS TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN SERIE 3, 2, 1 / 112 BLS

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
SERIE 3,2,1 / 112 bls	Maquiserpe	24-06-2014	API 8B	VIGENTE
				

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera
FUENTE: Tuscany, Rig 117

TABLA 3.36- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LOS TANQUES DE LODO DE PERFORACIÓN SERIE 12/ 112 BLS

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
SERIE 12 / 112 bls	Maquiserpe	23-06-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117
ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 3.37- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DEL TANQUE DE VIAJE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
TANQUE DE VIAJE	Maquiserpe	23-06-2014	API 8B	VIGENTE
				

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera
FUENTE: Tuscany, Rig 117

3.3.11 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE TALLERES Y BODEGAS

Las tablas 3.38 y 3.39 muestran la información en resumen de los datos de la certificación de los soportes de levantamiento de talleres y bodegas.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan los números de reporte R315-2014, R317-2014, R318-2014, R319-2014, R320-2014, R321-2014, R322-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.38- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE LOS TALLERES

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Talleres	Maquiserpe	21-07-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 3.39- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE LOS BODEGAS

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Bodegas	Maquiserpe	21-07-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.12 SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DE CANASTAS DE TUBULARES Y SUSTITUTOS

La tabla 3.40 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de los soportes de levantamiento de la canasta para transportar tubulares y sustitutos.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R314-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.40- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOPORTES DE CANASTAS DE TUBULARES Y SUSTITUTOS

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Soporte	Maquiserpe	22-07-2014	API 8B	
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.13 HERRAMIENTAS DE SOPORTE (CUÑAS, GRAPAS, SPIDERS)

La tabla 3.41 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de un swivel.

La empresa certificadora es Veriftest, consta el número de reporte EC-IZJ-2014-0014-8. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.41- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL SWIVEL

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Swivel	Veriftest	13-05-2014	API 8B	
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.14 HERRAMIENTAS ACCESORIO

La tabla 3.42 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de un tecele.

La empresa certificadora es Veriftest, constan los números de reporte EC-IZJ-2014-0014-7. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.42- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL TECLE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Tecele	Veriftest	13-05-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 3.43- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE GRILLETES Y CABLE DEL RIG

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Grilletes	León Cables	21-05-2014	API 8B	VIGENTE
Cables del Rig	León Cables	21-05-2014	API 8B	VIGENTE
$\frac{1}{2}$ " x 380 ft $\frac{1}{2}$ " x 80 ft $\frac{1}{2}$ " x 125 ft $\frac{1}{2}$ " X 150 ft $\frac{1}{2}$ " X 300 ft $\frac{1}{2}$ " X 400 ft $\frac{3}{4}$ " X 170 ft $\frac{3}{4}$ " X 60 ft $\frac{3}{4}$ " X 95 ft $\frac{3}{4}$ " X 97 (dos) $\frac{3}{4}$ " X 138 $\frac{3}{4}$ " X 420ft(dos) $\frac{3}{8}$ " X 150 ft $\frac{3}{8}$ " X 29,5 ft $\frac{3}{8}$ " X 90 ft $\frac{7}{8}$ " X 42 ft $7"16"$ x 500 ft 1,5" X 28 ft 1,5" x 60 ft 1,5" X 60 ft 1,5" X 200 ft 1 $\frac{1}{4}$ " X 70 ft 1 $\frac{1}{8}$ " X 59 ft (3)				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.15 EQUIPOS DE LEVANTAMIENTO DE PERSONAL

3.3.15.1 Main Raider

La tabla 3.44 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de la soldadura de los puntos de soporte del main raider.

La empresa certificadora es Maquiserpe, constan el número de reporte R-0196-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.44- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE SOLDADURA DE LOS PUNTOS DE SOPORTE DEL MAIN RAIDER

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Soporte de la polea del Main Rider	Maquiserpe	14-05-1024	API 8B	Operativa
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

La tabla 3.45 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de los puntos de soporte del main rider.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R196-2014. La inspección corresponde a la limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.45- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE PUNTOS DE SOPORTE DEL MAIN RIDER.

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Soporte de la polea del Main Rider	Maquiserpe	14-05-1024	API 8B	Operativa
 				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

La tabla 3.46 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de los puntos de soporte de la polea del main rider en la corona.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R0196-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.46- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS PUNTOS DE SOPORTE DEL MAIN RIDER.

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Soporte de la polea del Main Rider en la corona	Maquiserpe	14-05-1024	API 8B	Operativa
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.15.2 Retráctiles del encuelladero

La tabla 3.47 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de los cordones de soldadura de un soporte para elementos retráctiles

La empresa certificadora es Fualtec, consta el número de reporte E-007-13. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.47- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL SOPORTE DE RETRÁCTIL DEL ENCUELLADERO

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
SopORTE de retráctiles del Encuelladero	Fualtec	17-02-2013	8 B	
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.15.3 Canasta de levantamiento de personal

La tabla 3.48 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de la canasta de levantamiento de personal.

La empresa certificadora es Veriftest, consta el número de reporte EC-IZJ-2014-0014-6. La inspección corresponde a la prueba de carga admisible y limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.48- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA CANASTA DE LEVANTAMIENTO PERSONAL

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Canasta	Veriftest	7-05-2014	ASME B30.5 API 8C	Certificado
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.16 EQUIPOS DE IZAMIENTO Y HERRAMIENTAS

3.3.16.1 Corona

La tabla muestra la información en resumen de los datos de la certificación de las orejas de soldadura en la corona del taladro.

La empresa certificadora es Superior, consta el número de reporte E734-12. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.49- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA CORONA

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Corona	Maquiserpe	23-10-2012	API 8B	VIGENTE
			API 4G	

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.16.2 Orejas de enganche del Top Drive

La tabla 3.50 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de las orejas de enganche del top drive.

La empresa certificadora es Sindes, consta el número de reporte SINDES-M-071-443-082. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.50- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LAS TDS DEL TOP DRIVE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
TDS	Maquiserpe	23-10-2012	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.16.3 Gancho

La tabla 3.51 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de la “U” de izaje.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R-186-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.51- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA U DE IZAJE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
U de izaje	Maquiserpe	13-05-2014	API 8C	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.16.4 Bloque viajero

La tabla 3.52 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de los pad eyes del bloque viajero.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R-195-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.52- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL PAD EYE DEL BLOQUE VIAJERO

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Pad eyes soporte en el bloque viajero	Maquiserpe	14-05-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.16.5 Polea ecualizadora

La tabla 3.53 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de la polea ecualizadora su eje y partes laterales.

La empresa certificadora es Sindes, consta el número de reporte SINDES-M-071-678-103. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.53- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA POLEA ECUALIZADORA

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Polea	Maquiserpe	23-10-2013	API 8B	VENCIDA
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.16.6 Orejas para levantar el malacate

La tabla 3.54 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de los cordones de soldadura de los soportes de elevación.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R-192-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.54- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL MALACATE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Malacate	Maquiserpe	13-05-2013	API 8B	VENCIDA
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.16.7 Elevador de 5 ¼”

La tabla 3.55 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de la herramienta armada.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R-223-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.55- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL ELEVADOR DE 5 ¼”

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Elevador	Maquiserpe	20-05-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.16. 8 Elevador de 5”

La tabla 3.56 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de la herramienta armada.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R-222-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.56- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL ELEVADOR 5”

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Elevador	Maquiserpe	16-07-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.16.9 Cuña para DP 5 ½”

La tabla 3.57 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de la herramienta armada.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R-222-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.57- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA CUÑA PARA DP 5 1/2”

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Cuña	Maquiserpe	21-05-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.16.10 Cuña para DP 3 ½”

La tabla 3.58 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de la herramienta armada.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R-218-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.58- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA CUÑA PARA 3 ½”

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Cuña	Maquiserpe	16-07-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.16.11 Cuña para Drill Collar

La tabla 3.58 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de la cuña para drill collar.

TABLA 3.59- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LA CUÑA PARA DRILL COLLAR

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Cuña	Maquiserpe	16-07-2014	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.17 MALACATE

La tabla 3.60 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de la herramienta armada.

La empresa certificadora es SINDES, consta el número de reporte SINDES-PR-041-001. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.60- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL MALACATE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Malacate	Maquiserpe	21-08-2012	API 8B	VENCIDA
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.18 DISCO DE FRENO DEL MALACATE

La tabla 3.61 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de la herramienta armada.

La empresa certificadora es SINDES, consta el número de reporte SINDES-PR-041-001. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.61- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DEL FRENO DEL MALACATE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Malacate, freno	Maquiserpe	21-08-2012	API 8B	VIGENTE
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.19 OREJAS DE ENGANCHE PARA SUBIR EL MALACATE

La tabla muestra la información en resumen de los datos de la certificación de los soportes de levantamiento del malacate

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R-192-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002

TABLA 3.62- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LOS SOPORTES DE LEVANTAMIENTO DEL MALACATE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Malacate	Maquiserpe	19-08-2011	API 8B	VENCIDA
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

3.3.20 OREJAS DE ANCLAJE DEL MALACATE

La tabla 3.63 muestra la información en resumen de los datos de la certificación de los soportes de anclaje del malacate.

La empresa certificadora es Maquiserpe, consta el número de reporte R-178-2014, R-179-2014, R-192-2014. La inspección corresponde a limpieza, inspección visual e inspección con partículas magnéticas húmedas fluorescentes para descubrir fisuras.

Equipo utilizado: lámpara LUV de 1800 uWatts/cm²; AC Yoke para partículas magnéticas de 0,3 ml, radiómetro MUV-002.

TABLA 3.63- CERTIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE LAS OREJAS DE ANCLAJE DEL MALACATE

ELEMENTO	CERTIFICADORA	FECHA	NORMA	ESTADO
Malacate, anclaje	Maquiserpe	19-08-2014	API 8B	VENCIDA
				

FUENTE: Tuscany, Rig 117

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

Con base en lo anterior, a continuación se muestra una matriz con los componentes del sistema de levantamiento para el Taladro Tuscany 117, agrupados en sus categorías generales, con el estándar aplicado, la fecha de inspección, la frecuencia de inspección y el estado actual de vigencia de la certificación.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE UN FORMATO PARA LA VERIFICACIÓN CON BASE EN LOS REQUISITOS DE LOS ESTÁNDARES API PARA LA INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DE UNA TORRE DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS.

4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se diseñará para cada estándar API una lista de verificación para la inspección, mantenimiento y reparación del sistema de levantamiento, según corresponda; aplicable al taladro de perforación de pozos petroleros Tuscany 117. Cada lista de verificación debe ser vista como una herramienta que debe ser utilizada según la necesidad que se tenga en el contexto de este Proyecto de Titulación.

Actualmente en lo que concierne a controles de calidad en el ámbito de este Proyecto de Titulación, se han desarrollado mayormente para la Inspección; mientras que para el mantenimiento y reparación, han sido desarrollados por los contratistas calificados para el efecto. Sin embargo, se piensa que en un futuro, si alguna acción correctiva o preventiva tenga que ser ejecutada y caiga dentro de los campos de la fabricación, mantenimiento o reparación (re manufactura), serán de mucha utilidad las listas de verificación que tienen que ver con estos campos.

Las listas de verificación que a continuación serán exhibidas, corresponden a los siguientes estándares:

- Prácticas recomendadas para procedimientos de inspección, mantenimiento, reparación y re-manufactura del equipo de levantamiento. API prácticas recomendadas 8B sexta edición, diciembre 1997.

- Especificación del equipo de levantamiento para perforación y producción. API especificación 8A décimo tercera edición, diciembre 1997.
- Prácticas recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API prácticas recomendadas 9B décima edición, junio 1999.
- Prácticas recomendadas en el uso y procedimientos para inspección, mantenimiento, y reparación de perforación y estructuras. API prácticas recomendadas 4G tercera edición, abril 2014.
- Especificación del cable de perforación. Specification API 9A, twenty-fourth edition, junio, 1995.
- Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 y PSL2) API Specification 8C tercera edición, diciembre 1997.

4.2 VERIFICACIÓN CON BASE EN LA NORMA API 8B: PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y RE-MANUFACTURA DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO. API PRÁCTICAS RECOMENDADAS 8B SEXTA EDICIÓN, DICIEMBRE 1997.

Este estándar API contiene mayormente los requisitos recomendados a ser tomados en cuenta en procedimientos de inspección, reparación y re manufactura del equipo de levantamiento del taladro.

4.2.1 FORMATO PARA LA VERIFICACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO.

A continuación se detallarán los componentes del sistema de levantamiento para el taladro:

TABLA 4.1 - LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO.

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.2.1 EQUIPOS DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO	Mástil y sus elementos		
	Encuelladero, encuelladero de casing, cable de levantamiento de la torre, cabezas del cable de levantamiento de la torre, orejas de la torre, ancla de la línea muerta.		
	Sub estructura		
	Cable de levantamiento de la sub estructura, cabezas del cable de levantamiento.		
	Winches		
	Winches del lado del perforador y contrario al lado del perforador, winches del encuelladero, del main rider		
	Sistema de levantamiento		
	Puntos de levantamiento de mástil y sub estructura, puntos de levantamiento del marco, cables de levantamiento.		
Top Drive System			
Soportes de rieles y guías, soportes del TDS.			

FUENTE: Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.1- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.2.1 EQUIPOS DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO	Manejo de Tubulares		
	Elevadores de untas, grapas de seguridad, tapones y cabezas de levantamiento.		
	Llaves hidráulicas de potencia		
	Ojos de los soportes		
	BOP		
	Grapa de levantamiento.		
	Grupos electrógenos		
	Skid y compresor de aire		
	Mini Camp		
	Soportes de levantamiento.		
	Accesorios del sistema de levantamiento		
	Soportes de levantamiento de: tanques de diesel, agua, canastas de tubulares, talleres, bodegas, dormitorios, grilletes, ganchos.		
	Equipo de levantamiento y herramientas		
	Corona, orejas de enganche del TDS, Gancho del aparejo, Bloque viajero, polea ecualizadora, anca de la torre y bases, orejas para levantamiento de malacate, elevadores, cuñas de drill pipe y drill collar.		

FUENTE: Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.1- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.2.1 EQUIPOS DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO	Malacate		
	Disco de freno, base del freno, orejas de enganche para subir el malacate, soportes de anclaje del malacate.		
	Equipos de Seguridad		
	Canasta de levantamiento de personal.		
2.2.2 DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS	Propietarios y usuarios juntos con los fabricantes deben desarrollar y actualizar procedimientos consistentes para la inspección, mantenimiento, reparación, y re manufactura.		
2.2.4 DOCUMENTACIÓN 2.2.4.1 Registros	Los procedimientos para la inspección, mantenimiento y reparación deben ser llevados a cabo por personal calificado.		
2.2.4.2 Identificación	Números seriales deben ser mantenidos en el equipo y registradas.		
2.2.4.3 Historia	Cambios en el estado del equipo que puedan afectar su utilidad deben ser registrados		
2.2.4.4 Identificación de los registros	El registro debe incluir fecha y el nombre de la persona(s) involucrada en la inspección, mantenimiento, reparación o re manufactura.		I

FUENTE: Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

4.2.2 VERIFICACIÓN PARA LA INSPECCIÓN

Dentro de la norma API “Prácticas recomendadas para procedimientos de inspección, mantenimiento, reparación y re-manufactura del equipo de levantamiento. “API prácticas recomendadas 8B sexta edición, diciembre 1997”, se tienen los siguientes puntos a verificar:

TABLA 4.2- LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA INSPECCIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.2. 6 INSPECCIÓN 2.2.6.1 CATEGORÍAS DE INPECCIÓN 2.2.6.1.1 Categoría	Observación del equipo durante las operaciones, para indicaciones de ejecución inadecuada.		
2.2.6.1.2 Categoría II	Inspección de Categoría I, más inspección posterior por corrosión, deformación, pérdida de componentes, deterioro, lubricación propia, fisuras externas visibles y ajustes.		
2.2.6.1.4 Categoría IV	Inspección de Categoría III, más inspección posterior donde el equipo es desmontado el grado necesario para realizar NDE a los componentes primarios de carga tal y como lo define el fabricante		
2.2.6.2 FRECUENCIA	Desarrollar propio cronograma de inspecciones por la experiencia, recomendaciones del fabricante y consideraciones de uno o más de los siguientes factores: medio ambiente, ciclos de carga, requerimientos regulatorios, tiempo de operación, pruebas, reparaciones, re manufactura		

FUENTE: Tuscany

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.2- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.2.6.2 FRECUENCIA	La tabla 2.1 es una alternativa para el usuario. Mayormente realizar Categoría III, semestral		
2.2.6.3 RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN 2.2.6.3.1 Criterio de aceptación	Debe ser establecido basado en la experiencia y recomendaciones del fabricante. Para un equipo desgastado que no se encuentra el criterio de aceptación no debería ser aceptado para operaciones a carga reducida a menos que se haya realizado un análisis en acuerdo con el equipo de especificación API al mando.		
2.2.6.3.2 Equipo rechazado	El equipo rechazado debe ser marcado y removido de servicio para una evaluación posterior o hasta que las deficiencias sean corregidas.		
2.2.6.4 Registros	Los registros de Inspección de Categoría III, y IV deben ser ingresados en el archivo del equipo. Pruebas relacionadas que indiquen la capacidad de carga de un equipo deben ser ingresadas en el registro del equipo.		

FUENTE: Prácticas Recomendadas para procedimientos de inspección, mantenimiento, reparación y re- manufactura del equipo de levantamiento. API Prácticas Recomendadas 8B sexta edición, Diciembre 1997

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

4.2.3 LISTA DE VERIFICACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

Dentro de la norma API “Prácticas recomendadas para procedimientos de inspección, mantenimiento, reparación y re-manufactura del equipo de levantamiento. API prácticas recomendadas 8B sexta edición, diciembre 1997”, tenemos los siguientes puntos a verificar:

TABLA 4.3- LISTAS DE VERIFICACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO.

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.2.7 MANTENIMIENTO</p> <p>2.2.7.1 Procedimientos</p>	<p>El fabricante debe definir cualquier herramienta material, equipo de medida o inspección del equipo y el personal calificado necesario para ejecutar los procedimientos de mantenimiento.</p> <p>El fabricante debe también especificar aquellos procedimientos que deberían ser ejecutados solamente por el representante del fabricante.</p>		
<p>2.2.7.2 Métodos</p>	<p>Los mantenimientos deben incluir cualquiera de las siguientes inspecciones: ajustes, limpieza, lubricación, prueba y reemplazo de partes.</p>		
<p>2.2.7.3 Criterio</p>	<p>Los mantenimientos serán por: intervalos de tiempo específicos, límites mesurables de uso, acumulación de ciclos de carga, no ejecución de equipo, medio ambiente, experiencia (historia), requerimientos regulatorios y otros límites medibles.</p>		
<p>2.2.7.4 Registros</p>	<p>Actividades de mantenimiento que involucren el reemplazo de cualquier componente primario de cargas deben constar en el registro del equipo. Si la reparación no es ejecutada por el fabricante debe ser ejecutada usando métodos o procedimientos establecidos en acuerdo con el punto 2.2.2</p>		

FUENTE: Prácticas Recomendadas para procedimientos de inspección, mantenimiento, reparación y re- manufactura del equipo de levantamiento. API Prácticas Recomendadas 8B sexta edición, Diciembre 1997

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

4.2.4 VERIFICACIÓN EN LA REPARACIÓN

Dentro de la norma API “Prácticas recomendadas para procedimientos de inspección, mantenimiento, reparación y re-manufactura del equipo de

levantamiento. API prácticas recomendadas 8B sexta edición, diciembre 1997”, tenemos los siguientes puntos a verificar:

TABLA 4.4- LISTA DE VERIFICACIÓN EN LA REPARACIÓN

REPARACIÓN	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.2.8 REPARACIÓN 2.2.8.1 Procedimientos	El fabricante debe proveer los criterios que identifiquen la naturaleza de la inspección.		
2.2.8.2 Rodamientos	La reparación de rodamientos anti-fricción no debe ser ejecutada por personal de campo.		
2.2.8.3 Reemplazo de partes	El reemplazo de partes debe cumplir o exceder el criterio de equipo original del fabricante.		
2.2.8.4 Registros	Se deben registrar las actividades de reparación.		

FUENTE: Prácticas recomendadas para procedimientos de inspección, mantenimiento, reparación y re- manufactura del equipo de levantamiento. API prácticas recomendadas 8B sexta edición, Diciembre 1997

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

4.2.5 VERIFICACIÓN EN LA RE MANUFACTURA

Dentro de la norma API “Prácticas recomendadas para procedimientos de inspección, mantenimiento, reparación y re-manufactura del equipo de levantamiento API prácticas recomendadas 8B sexta edición, diciembre 1997”, tenemos los siguientes puntos a verificar:

TABLA 4.5- LISTA DE VERIFICACIÓN EN LA RE-MANUFACTURA

REPARACIÓN	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.2.9 REMANUFACTURA 2.2.9.1 Procedimientos	La re manufactura debe ser ejecutada usando métodos y procedimientos aprobados por el estándar.		
2.2.9.2 Verificación	Se deben ejecutar pruebas NDE para verificar la utilidad del equipo, esta debe ser ejecutada después de la prueba de carga.		
2.2.9.3 Indicaciones superficiales	Marcas superficiales identificadas por NDE pueden ser o no admitidas, dependiendo del tamaño, forma y localización como define el fabricante.		
2.2.9.4 Indicaciones Superficiales Admisibles	Marcas superficiales admisibles son aquellas que por su tamaño, forma y localización no necesitan ser removidas.		
2.2.9.5 INDICACIONES SUPERFICIALES NO ADMISIBLES	<p>2.2.9.5a Indicaciones superficiales menores</p> <p>Indicaciones superficiales menores pueden ser removidas por un grado limitado de pulimiento dentro de límites especificados por el fabricante. Debe tenerse precaución para prevenir calentamiento que pueda cambiar las propiedades mecánicas, incluyendo la dureza del material.</p> <p>2.2.9.5b Indicaciones superficiales mayores</p> <p>Indicaciones de superficie mayores, que requieran mover material más allá de los límites especificados en 2.2.9.5a deben ser corregidos por el fabricante.</p>		

FUENTE: Prácticas recomendadas para procedimientos de inspección, mantenimiento, reparación y re-manufactura del equipo de levantamiento. API Prácticas Recomendadas 8B sexta edición, Diciembre 1997

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.6- FRECUENCIAS Y CATEGORÍAS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS Y MANTENIMIENTO

EQUIPO	Semestral
Ganchos (otros ganchos de varillas de bombeo)	III
Bloque viajero, gancho del bloque, adaptador del bloque	III
Bloque al gancho, poleas y rodamientos del bloque corona	III
Conectores y brazos elevadores	III
Gancho de barras succionadoras	III
Brazos elevadores	III
Elevadores de casing, tubing, drill pipe y drill collars	III
Elevadores de barras de succión	III
Adaptador giratorio	III
Adaptador del refuerzo giratorio	III
Swivel rotatoria	III
Swivel de potencia	III
Substitutos de potencia	III
Spiders usados como elevadores	III
Lazos de la línea muerta/ ancla del cable	III
Compensadores de movimiento de la sarta de perforación	III
Kelly spinners usados como equipo de elevación	III
Liberadores y herramientas de cabezal usados como equipo de elevamiento	III
Grapas de seguridad usadas como equipo de elevamiento	III

FUENTE: Prácticas Recomendadas para procedimientos de inspección, mantenimiento, reparación y re-manufactura del equipo de levantamiento. API Prácticas Recomendadas 8B sexta edición, Diciembre 1997

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera.

4.3 VERIFICACIÓN CON BASE EN LA NORMA API ESPECIFICACIÓN 8A DEL EQUIPO DE LEVANTAMIENTO PARA PERFORACIÓN Y PRODUCCIÓN, DÉCIMO TERCERA EDICIÓN, DICIEMBRE 1997.

Dentro de la norma “Especificación del equipo de levantamiento para perforación y producción. API especificación 8A décimo tercera edición, diciembre 1997”, tenemos los siguientes puntos que se deben verificar:

TABLA 4.7- LISTA DE VERIFICACIÓN EN BASE A LA NORMA API 8A

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.3.1.4 Equipo cubierto</p>	<p>Ítems del equipo de levantamiento de perforación cubiertos por esta especificación son: Poleas y rodamientos del bloque corona, Bloque viajero, Adaptadores bloque a gancho, Brazos, adaptadores y conectores, Gancho perforador, Ganchos de tubing y varillas succionadoras, Brazos elevadores, Elevadores de casing, tubing y tubería de perforación, elevadores de varillas succionadoras, adaptadores de swivels rotatorios, Swivels rotatorios.</p> <p>Spider cuando son usados como elevadores, compensadores de movimiento vertical, Kelly spinners cuando son usados como miembros de tensión.</p>		
<p>2.3.2.1 Calificación</p>	<p>Todo equipo de levantamiento debe ser sometido a una calificación de carga máxima y una prueba aparte para los rodamientos principales para el bloque viajero y swivels. La calificación del bloque viajero es independiente del esfuerzo y tamaño del cable de perforación.</p>		

FUENTE: Norma API especificación 8A del equipo de levantamiento para perforación y producción, décimo tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.7- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.3.2.2 Bases para la calificación de la carga máxima	La calificación de la carga máxima deberá basarse en (a) el diseño del factor seguridad como está especificado en la sección “diseño de factor de seguridad”; y (b) el límite elástico del material, como está especificado en las secciones “propiedades mecánicas” y “límite elástico”.		
2.3.2.3 Pines de polea	La transferencia de carga individual de poleas a los pines del bloque viajero debe ser considerada distribuida uniformemente sobre una longitud del pin igual a la longitud interna del anillo interno del rodamiento o sobre una longitud equivalente si el anillo interno del rodamiento no es provisto.		
2.3.2.9.1 Unidad de prueba	Debe realizarse una prueba con una unidad total, para verificar el método de cálculo usado.		
2.3.2.9.1 Unidad de prueba	La unidad de prueba deberá ser cargada al máximo rango de carga, luego deberá ser verificada por sus funciones de diseño. Las funciones de diseño de todas las partes del equipo no deben ser dañadas por esta carga.		
2.3.2.9.2 Medidores de deformación	Pueden ser utilizados en la unidad de prueba en todos los puntos donde altos esfuerzos han sido aplicados.		

FUENTE: Norma API Especificación 8A del equipo de levantamiento para perforación y producción, décimo tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.7- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.3.2.9.3 Máxima carga de prueba	<p>La máxima carga de prueba a ser aplicada será determinada como:</p> <p>Carga de prueba=0,80 x R x SFD, pero no menor que 2R</p> <p>R=calificación de carga en toneladas</p> <p>SFD = factor de diseño de seguro</p>		
2.3.2.9.4 Carga de la unidad	La unidad deberá ser cargada a la máxima carga de prueba.		
2.3.2.9.5 Prueba de carga	Al completar la prueba de carga la unidad debe ser desarmada y las dimensiones de cada carga chequeada cuidadosamente para evidencias permanentes de deformación.		
2.3.3.0 Determinación de la capacidad de carga	Los esfuerzos de esa capacidad no deben exceder los valores permitidos en la sección "propiedades mecánicas". En unidades que han sido probadas con carga, la deformación crítica permanente debe ser determinada por medidores de deformación y no debe exceder de 0,0 2pulg x pulg.		
2.3.3.1 Aparato de prueba de carga	Este aparato deber ser calibrado de acuerdo a ASTM E-4, "Force Verification of Testing Machine".		

FUENTE: Norma API Especificación 8A del equipo de levantamiento para perforación y producción, décimo tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.7 CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.3.3.2 Capacidad de los rodamientos del bloque</p>	<p>La capacidad del rodamiento de la corona y del bloque viajero debe ser determinada por la fórmula</p> $W_b = \frac{NW_r}{714}$ <p>W_b= capacidad calculada de los rodamientos del bloque, toneladas</p> <p>N= número de poleas en el bloque.</p> <p>W_r= capacidad individual de cada rodamiento de las poleas, libras a 100 rpm; para 3000 horas mínimo de vida para el 90% de rodamientos.</p>		
<p>2.3.3.3 Capacidad de los rodamientos del swivel</p>	<p>La capacidad del rodamiento de la corona y del bloque viajero debe ser determinada por la fórmula:</p> $W_s = \frac{W_r}{714}$ <p>W_b= capacidad calculada de los rodamientos del bloque, toneladas</p> <p>N= número de poleas en el bloque.</p> <p>W_r= capacidad individual de cada rodamiento de las poleas, libras a 100 rpm; para 3000 horas mínimo de vida para el 90% de rodamientos.</p>		

FUENTE: Norma API Especificación 8A del equipo de levantamiento para perforación y producción, décimo tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.7 CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.3.3.3 Capacidad de los rodamientos del swivel	<p>La capacidad de los rodamientos del swivel pueden ser determinados por la fórmula:</p> $W_s = \frac{W_r}{714}$ <p>W_s= capacidad calculada real de los rodamientos principales, toneladas a 100 rpm</p> <p>W_r= capacidad individual de cada rodamiento de las poleas, libras a 100 rpm; para 3000 horas mínimo de vida para el 90% de rodamientos.</p>		
2.3.3.4 Cambios de diseño	<p>Cuando cualquier cambio en el diseño o fabricación sea realizado debe ser calculado su carga, así mismo debe ser realizada una prueba de verificación con las especificaciones.</p>		
2.3.3 ELEVADORES	<p>Con hombro cónico y cuadrado, dimensiones especificadas según la tabla 2.1</p> <p>De casing y tubing de acuerdo con API Especificación 5CT.</p>		
2.3.4 SWIVEL ROTATORIO 2.3.4.1 Conexión swivel del cuello de gancho 2.3.4.1.1 Dimensiones	<p>El ángulo entre el centro del cuello de gancho y la vertical debe ser 15°. El tamaño de la conexión swivel cuello de gancho debe ser: 2, 2 ½, 3, 3 ½, 4 ó 5 pulgadas como tamaño nominal de la tubería</p>		

FUENTE: Norma API Especificación 8A del equipo de levantamiento para perforación y producción, décimo tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.7 CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.3.4 SWIVEL ROTATORIO</p> <p>2.3.4.1 Conexión swivel del cuello de gancho</p> <p>2.3.4.1.1.1 Hilos de la conexión de cuello de gancho</p>	<p>Los hilos de la conexión cuello de ganso deben ser internos conforme "API Especificación 5B: Threading, Gauging, and Thread Inspection of Casing, Tubing and Line Pipe Threads.</p>		
<p>2.3.5 POLEAS DEL BLOQUE DE LEVANTAMIENTO</p> <p>2.3.5.1 Diámetro de la polea</p>	<p>El diámetro de la polea debe ser el diámetro total D mostrado en la figura de ese apartado y de acuerdo con las recomendaciones dadas en API RP 9B: Recommended Practice on Application, Care, and Use of Wire Rope for Oilfield Service.</p>		
<p>2.3.5 POLEAS DEL BLOQUE DE LEVANTAMIENTO</p> <p>2.3.5.2 Líneas de poleas de perforación y revestimiento</p>	<p>Las líneas de polea mencionadas deben ser hechas para el tamaño de cable especificado por el comprador.</p> <p>El fondo de la ranura tiene que tener un radio R (tabla 2.2), subtendiendo un arco de 150°. El lado de la ranura debe ser tangente a los terminales de fondo del arco. La profundidad total de la ranura debe tener un mínimo de 1,33d y un máximo de 1,75d, donde d es el diámetro nominal del cable mostrado en la figura 2.1.</p>		

FUENTE: Norma API Especificación 8A del equipo de levantamiento para perforación y producción, décimo tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.7 CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.3.5 POLEAS DEL BLOQUE DE LEVANTAMIENTO 2.3.5 RADIO DE LA SUPERFICIE DE CONTACTO	Ver figuras 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 y tablas 2.7 Y 2.8 para los radios recomendados de las superficies de contacto de herramientas de levantamiento, (ganchos para levantar tubing, todas las herramientas de workover son excluidas.)		

FUENTE: Norma API Especificación 8A del equipo de levantamiento para perforación y producción, décimo tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

4.4 VERIFICACIÓN CON BASE EN LA NORMA API 9B: PRÁCTICAS RECOMENDADAS EN LA APLICACIÓN, CUIDADO Y USO DEL CABLE. API PRÁCTICAS RECOMENDADAS 9B DÉCIMA EDICIÓN, JUNIO 1999.

Dentro de la norma “Prácticas recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API prácticas recomendadas 9B décima edición, junio 1999”, tenemos los siguientes puntos que se deben verificar:

TABLA 4.8- LISTA DE VERIFICACIÓN NORMA API 9B

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.4.2 USO Y CUIDADO DE CAMPO DEL CABLE 2.4.2.1 Manejo del carrete	<p>El uso de lazos o cadenas de levantamiento. Cuando este uso este dándose, bloques de madera deben ser siempre usados entre el cable y la cadena para prevenir daños o distorsión del cable.</p> <p>El uso de barras para mover el carrete debería ser usado contra la brida y no contra el cable</p>		

FUENTE: Norma API 9B: Prácticas Recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API prácticas recomendadas 9B décima edición, junio 1999.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.8- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.4.3.1 Tendido de bloques.	Los bloques son tendidos para dar un mínimo uso contra los lados de las poleas de los surcos		
2.4.3.2 Cambio y soporte de líneas	En el recorrido y corte de cable, es buena práctica suspender el bloque viajero desde la corona.		
2.4.3.3 Rotación del carrito	Cuando es alado, posicionarlo en un eje horizontal tal que esté libre de la rotación		
2.4.3.5 Tensión del cable	Mantener tensionado el cable a medida que abandona el carrito.		
2.4.3.6 Grapa tipo Swivel	Para reemplazar un cable desgastado por uno nuevo se debe usar una grapa tipo swivel para agarrar el nuevo cable al viejo. Esto prevendrá la transferencia de torsión de una pieza del cable a otra. El nuevo cable no debería ser soldado al viejo para halarlo dentro del sistema.		
2.4.3.7 Retorcimiento	Evitar retorcer el cable a causa de remover el cable o una sección dañada de él.		

FUENTE: Norma API 9B Prácticas Recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API prácticas recomendadas 9B décima edición, junio 1999.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.8- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.4.3.8 Golpeo con martillo	No golpear con objetos metálicos como martillo de acero o parecidos aun cuando metal suave sea usado. Interponer un bloque de madera.		
2.4.3.9 Limpieza	No usar solventes. Si tiene suciedad o polvo deberá ser limpiado con un cepillo.		
2.4.3.10 Exceso de envolturas muertas	Debe mantenerse el número de exceso de envolturas muertas o vueltas del cable en el tambor especificadas por el fabricante del equipo.		
2.4.3.11 Nuevo cable	Siempre que sea posible para un cable nuevo, se debe correr bajo condiciones controladas de carga y velocidad por un corto período después que ha sido instalado.		
2.4.4 CUIDADO DE CABLE EN SERVICIO 2.4.4.1 Factor de diseño	El factor de diseño debería ser determinado por la siguiente fórmula: $\text{Factor de diseño} = \frac{B}{W}$ Donde: B=esfuerzo nominal del cable en libras W= tensión de la línea rápida		

FUENTE: Norma API 9B Prácticas Recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API prácticas recomendadas 9B décima edición, junio 1999.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.8- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.4.4.2 Devanado de los tambores	El cable debería caer uniformemente en los tambores		
2.4.4.3 Aplicación de cargas	Repentinos y severos esfuerzos son perjudiciales para el cable y las aplicaciones deben ser reducidas al mínimo		
2.4.4.4 Velocidad de operación	Realizar incrementos moderados de velocidad y carga para que no se incremente el uso.		
2.4.4.5 Velocidad del cable	No alcanzar excesiva velocidad cuando el bloque está corriendo para no dañar el cable.		
2.4.4.6 Grapas	Observar que las grapas usadas en la línea muerta no tengan pliegues		
2.4.4.7 Lubricación del cable	Lubricar el cable cuando lo necesite y el lubricante debe ser libre de ácido o álcali.		
2.4.4.8 Grapas en la línea muerta	Las grapas usadas en las líneas rápidas o muertas no deben formar pliegues.		
2.4.4.9 Prematuras rupturas del cable en las líneas de perforación.	A fin de prevenir prematuras rupturas en el cable de perforación, evitar: a. Movimientos del cable contra partes metálicas		

FUENTE: Norma API 9B. Prácticas recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API Prácticas Recomendadas 9B décima edición, junio 1999.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

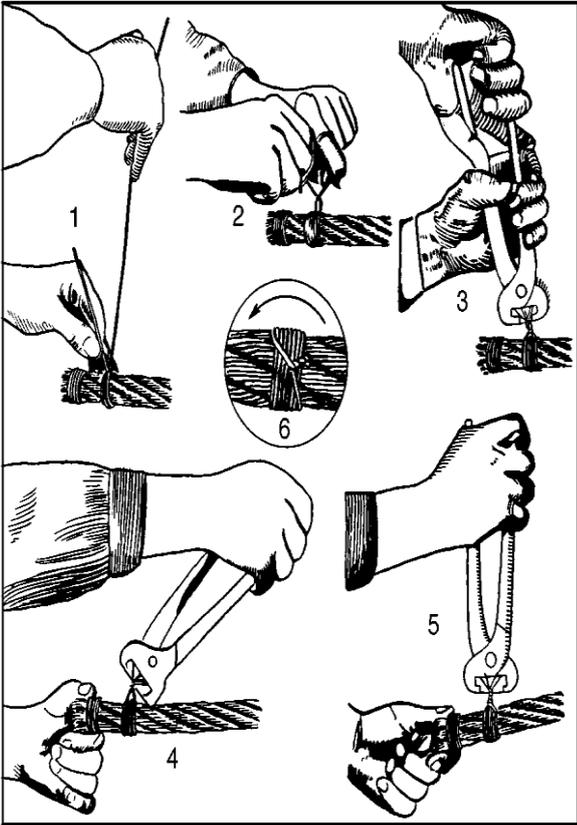
TABLA 4.8- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.4.4.9 Prematuras rupturas del cable en las líneas de perforación.	b. Evitar la fricción excesiva en perforación rotatoria, manteniendo el propio devanado de las líneas de perforación en el tambor de malacate.		
2.4.4.10 Poleas y tambores usados	Presencia de poleas y tambores usados causan excesivo desgaste del cable.		
2.4.4.11 Alineación de poleas	Todas las poleas deben estar propiamente alineadas.		
2.4.4.12 Surcos de la polea	La condición y el contorno de los surcos de las poleas son importantes y deberían ser chequeadas periódicamente.		
2.4.4.13 Instalación de un nuevo cable	Cuando un cable nuevo es instalado en poleas usadas esto es particularmente importante ya que los surcos de las poleas deben ser chequeados		
2.4.4.10 Lubricación de las poleas	Lubricar apropiadamente las poleas para prevenir un mínimo esfuerzo.		

FUENTE: Norma API 9B: Prácticas Recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API prácticas recomendadas 9B décima edición, junio 1999.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.8- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.4.5 AGARRADERAS</p> <p>2.4.5.1 Agarraderas para corte</p>	<p>En caso de cortar cable asegurarse que ha sido sujetado en cada lado con suaves lazos de alambre. La longitud total de la agarradera debe ser al menos dos veces el diámetro del cable para una envoltura segura como una agarradera de hierro.</p>		
<p>2.4.5 AGARRADERAS</p> <p>2.4.5.2 Procedimiento</p>	<p>Seguir procedimiento de esta norma:</p> 		

FUENTE: Norma API 9B: prácticas recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API prácticas recomendadas 9B décima edición, junio 1999.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.8- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.4.6 EVALUACIÓN DE LA LÍNEA DE PERFORACIÓN</p> <p>2.4.6.1 Servicio total ejecutado</p>	<p>El servicio total ejecutado por la línea de perforación se puede evaluar tomando en cuenta: cantidad de trabajo realizado en perforación (perforación, núcleo, pesca), tensión impuesta por la aceleración y desaceleración, sobrecargas, esfuerzos de vibración, tensión impuesta por la fricción de la línea en contacto con el tambor y poleas de superficie, y otros hasta más cargas.</p> <p>Sin embargo también se puede evaluar por cómputo del trabajo realizado por la línea para levantamiento y bajada de las cargas aplicadas en cada realización de cada viaje de subida y bajada, y en las operaciones de perforación, recorrido de tubería, viajes cortos.</p>		
<p>2.4.6.4 Evaluación del servicio</p>	<p>Para una evaluación comparativa del servicio de las líneas de perforación rotaria el gran total de las toneladas millas trabajadas será la suma de todas las toneladas millas de todos los viajes redondos (fórmula 2.5), las toneladas milla de todas las operaciones de perforación (fórmula 2.6), toneladas millas de operaciones de toma de núcleos (fórmula 2.7), las toneladas millas de todas a las operaciones de casing y las toneladas millas de los viajes cortos (fórmula 2.8).</p> <p>Dividiendo el gran total de las toneladas millas para la longitud original de la línea en pies, resulta en la evaluación de las líneas de perforación rotatoria en toneladas millas por pie.</p>		

FUENTE: Norma API 9B: prácticas recomendadas en la aplicación, cuidado y uso del cable. API prácticas recomendadas 9B décima edición, junio 1999.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

4.5 VERIFICACIÓN CON BASE EN LA NORMA API 4G: PRÁCTICAS RECOMENDADAS EN EL USO Y PROCEDIMIENTOS PARA INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO, Y REPARACIÓN DE PERFORACIÓN Y ESTRUCTURAS. API PRÁCTICAS RECOMENDADAS 4G TERCERA EDICIÓN, ABRIL 2014.

Dentro de la norma “Prácticas recomendadas en el uso y procedimientos para inspección, mantenimiento, reparación de estructuras de perforación. API prácticas recomendadas 4G tercera edición, abril 2014.

TABLA 4.9- LISTA DE VERIFICACIÓN NORMA API 4G

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.5.2 MODIFICACIÓN Y REPARACIÓN ESTRUCTURAL</p>	<p>Se debe planificar cuidadosamente la modificación y reparación estructura.</p> <p>El fabricante debería ser consultado para la aprobación de materiales y métodos.</p> <p>Si no hay la aprobación del fabricante, se debe contratar servicios calificados de ingeniería en construcción o modificación.</p> <p>Se recomienda, previa la reparación o modificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Reparar, enderezar, o reemplazar alguna curvatura o por otra parte un daño. b. Usar procedimientos de soldadura aprobados por el fabricante y controlar las reparaciones o modificaciones por una persona calificada, como aplicables. 		

FUENTE: Norma API 4G. Prácticas Recomendadas en el uso y procedimientos para inspección, mantenimiento, y reparación de perforación y estructuras. API Prácticas recomendadas 4G tercera edición, abril 2014

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.9- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.5.2 MODIFICACIÓN Y REPARACIÓN ESTRUCTURAL</p>	<p>c. Artículos fijos y accesorios deben ser preferentemente colocados para estructuras por medio de grapas adecuadas. No perforar o agujerear con suelda sin aprobación del fabricante o personal calificado.</p> <p>d. Abrazaderas y otros accesorios deberían estar siempre en el lugar cuando la estructura está bajo carga</p>		
<p>2.5.3 INSPECCIÓN Y REEMPLAZO DE LÍNEAS DE LEVANTAMIENTO.</p>	<p>Tomar en cuenta los tres factores principales que podrían dar el límite de la vida de una línea de levantamiento: desgaste, corrosión y daños. El desgaste es una función del número de veces que el mástil es levantado.</p> <p>Corrosión es relacionada en el tiempo y condiciones atmosféricas</p> <p>Daño, mismo que no guarda relación con cualquiera de los dos anteriores, ya que este podría ocurrir en cualquier tiempo.</p> <p>Los siguientes puntos podrían ser útiles en determinados procesos de inspecciones y reemplazo:</p> <p>a. El trazado del reemplazo de la línea de elevación puede mostrar un arreglo erróneo, algunas líneas de elevación requieren relativamente reemplazo a fechas tempranas y otras de años</p>		

FUENTE: Norma API 4G. Prácticas Recomendadas en el uso y procedimientos para inspección, mantenimiento, y reparación de perforación y estructuras. API Prácticas recomendadas 4G tercera edición, abril 2014

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.9- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.5.3 INSPECCIÓN Y REEMPLAZO DE LÍNEAS DE LEVANTAMIENTO.</p>	<p>b. Es impracticable determinar el esfuerzo remanente de un cable oxidado, sin embargo, estas líneas deben ser reemplazadas. Áreas adyacentes a los terminales deberían ser examinadas por evidencias de corrosión.</p> <p>c. Sería posible establecer una esperanza de vida normal de la línea de levantamiento en términos del número de locaciones en las cuales fue usada, como el número más largo de meses no excedidos. Una línea mostrando cualquier daño resultado de la distorsión del cable debería ser reemplazada</p> <p>d. El reemplazo de las líneas de levantamiento está basado en una esperanza de vida normal que proporciona un cierto grado de seguridad, pero esto es importante porque tales disposiciones no causan algún grado de negligencia en la inspección de la línea de levantamiento.</p> <p>e. El levantamiento de las líneas debería ser en condiciones de lubricación. El objetivo de la lubricación del cable es para reducir la fricción interna y la corrosión.</p> <p>f. Líneas de levantamiento deberían ser adecuadas para prevenir que el cable empiece a romperse en los bordes afilados y dañados.</p>		

FUENTE: Norma API 4G. Prácticas Recomendadas en el uso y procedimientos para inspección, mantenimiento, y reparación de perforación y estructuras. API Prácticas recomendadas 4G tercera edición, abril 2014

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

4.6 VERIFICACIÓN CON BASE EN LA NORMA API 9A: ESPECIFICACIÓN DEL CABLE DE PERFORACIÓN. ESPECIFICACIÓN API 9A, TWENTY-FOURTH EDITION, JUNIO, 1995.

Dentro de la norma “Especificación del cable de perforación. Especificación API 9A, twenty-fourth edition, junio, 1995”, se tienen los siguientes puntos para la verificación:

TABLA 4.10- LISTA DE VERIFICACIÓN NORMA API 9A

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.6.1 ALCANCE 2.6.1.1 Propósito	El cable de perforación cubierto por esta especificación es adecuado para usos del campo petrolífero: carreteras y líneas para sacar tubing, líneas del colgador, líneas de arena, herramientas del cable de perforación y de limpieza de las líneas, líneas de cable y herramientas de casing, líneas de perforación rotatoria, líneas de winches, líneas de unidades de bombeo, líneas de torpedo, líneas de medición en pozo, líneas para amarres en offshore, líneas de levantamiento del mástil, líneas guías de tensión, líneas tensionadoras de levantamiento.		
2.6.1.2 Cobertura	Esta especificación cubre (1) brillante (sin revestimiento), galvanizado, y cable de perforación estirado-galvanizado de varios grados y construcción, (2) amarre del alambre de perforación, (3) líneas de torpedo, (4) medición del cable, (5) soporte de medición, (6) alambre galvanizado de tipo recto, y (7) alambre de hilo de estructura galvanizado.		

FUENTE: Norma API 9A. Especificación del cable de perforación. Especificación API 9A, twenty-fourth edition, junio, 1995.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.10- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.6.6 REQUERIMIENTOS DE ESFUERZO NOMINAL PARA ALAMBRE</p>	<p>La resistencia nominal de los varios grados de cuerdas de alambre con núcleos de hebras o cuerdas de alambre independientes están especificados en las tablas 2.18, 2.19, 2.20, 2.21, 2.22 y 2.24. La resistencia nominal de varios tipos de cables de alambres planos están especificados en la tabla 2.25.</p> <p>El esfuerzo nominal de varios grados de cable de alambre galvanizado está especificado en las tablas 2.16, 2.17, 2.18, 2.19, 2.20, 2.21, 2.22, 2.23, 2.24 y 2.25</p> <p>El esfuerzo nominal de varios cables de alambres galvanizados cuyo tamaño de alambre es 90% del esfuerzo nominal del hilo brillante.</p>		
<p>2.6.7 MANUFACTURA Y TOLERANCIAS</p>	<p>El cable de alambre debe ser terminado con tendido derecho o izquierdo y tendido regular especificado por el comprador ver figura 2.10. Si no hay otra especificación en la orden del comprador tendido derecho, cable regular será su terminado.</p>		
<p>2.6.8 LÍMITES DE TOLERANCIA</p>	<p>El diámetro de la cuerda de un alambre será el diámetro de un círculo circunscrito. El diámetro debe ser medido al menos 5 pies desde el final con un calibrador apropiado figura 2.11.</p>		

FUENTE: Norma API 9A. Especificación del cable de perforación. Especificación API 9A, twenty-fourth edition, junio, 1995.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.10- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.6.8.1 Tolerancia del diámetro</p>	<p>La tolerancia del diámetro del cable de alambre será: Diámetro nominal en pulgadas: 0% a + 5% Diámetro nominal en milímetros :- 1% a +4% Una pregunta puede surgir aun cuando el cable cumpla con tolerancias, en estos casos el cable puede ser medido mientras una tensión no menor de 10% y no más del 20% del esfuerzo nominal es aplicada al cable</p>		
<p>2.6.8.2 Límites de tolerancia del diámetro del alambre</p>	<p>Para cable no recubierto galvanizado, las variaciones de diámetros de alambres no excederán los valores de la tabla 2.33.</p>		
<p>2.6.9 MARCADO Y EMPACADO</p> <p>2.6.9.1 Empacado del carrete</p>	<p>A menos de otra especificación será transportado en un carrete de cabeza redondeada. El carrete de líneas de perforación, o líneas de casing serán transportados en hoyos redondeados de 5 pulgadas a 5 ¾ de pulgadas (146 mm) de diámetro. Cuando el carrete está lleno de cuerda, habrá un espacio libre de no menos que 2 pulgadas (51 mm) entre el carrete y el diámetro exterior de la brida.</p> <p>El fabricante deberá proteger el cable de alambres en el carrete con un cubrimiento resistente al agua como papel de alquitrán o estopa o algún material similar que proteja al cable por daños de humedad, polvo, o suciedad.</p>		

FUENTE: Norma API 9A. Especificación del cable de perforación. Especificación API 9A, twenty-fourth edition, junio, 1995.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.10- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.6.9.2 Marcado del carreto</p>	<p>Los siguientes datos deben ser marcados en la cara del carreto del cable:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Nombre del fabricante b. Número del carreto c. Especificación 9A d. Longitud del cable en pies (m) e. Diámetro del cable en mm f. Tipo de construcción (Warrington, Seale, Filler Wire o un arreglo combinado) g. Capa (i.e. RRL, RLL) h. Grado (i.e: surcos de acero mejorado o surcos de acero extra mejorados) i. Tipo de núcleo (fibra, alambre, plástico, o fibra y plástico) 		
<p>2.6.10 INSPECCIÓN O RECHAZO</p>	<p>Lo siguiente es aplicable:</p> <p>A.1</p> <p>El fabricante, a pedido del comprador, conducirá pruebas como en esta especificación, durante estas pruebas el fabricante proporcionará la oportunidad al representante del comprador de estar presente.</p>		

FUENTE: Norma API 9A. Especificación del cable de perforación. Especificación API 9A, twenty-fourth edition, junio, 1995.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.10- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.6.10 INSPECCIÓN O RECHAZO	A.2. El fabricante entregará el cojinete del cable con la marca API y designado el grado, con la garantía que el material cumple con esta especificación no rechazos bajo ésta u otra especificación deberán constar como marca API en el cable.		
	A.3 Es recomendable siempre y cuando sea posible el recibo del comprador, el comprador al recibir probará todo el nuevo cable comprado de acuerdo con esta especificación. Si el cable falla al reproducir satisfactoriamente el equipo esto inhabilita realizar nuevamente la prueba del cable usado.		
	A.4 Si el comprador no está satisfecho con el servicio del cable ellos pueden enviar una muestra preservada (para A3) o una muestra del cable de una sección no usada para cualquier prueba de laboratorio mutuamente acordado por el comprador y el fabricante con las instrucciones de hacer la prueba API completa y notificar al fabricante.		
	A.5 El fabricante es el responsable de cumplir con todo lo estipulado en esta especificación. El comprador puede hacer cualquier investigación necesaria para satisfacerse por si mismo del cumplimiento del fabricante y puede rechazar cualquier material que no cumpla con esta especificación.		

FUENTE: Norma API 9A. Especificación del cable de perforación. Especificación API 9A, twenty-fourth edition, junio, 1995.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

4.7 VERIFICACIÓN CON BASE EN LA NORMA API 8C: ESPECIFICACIÓN PARA EQUIPO DE LEVANTAMIENTO DE PERFORACIÓN Y PRODUCCIÓN. (PSL1 Y PSL2) API SPECIFICATION 8C TERCERA EDICIÓN, DICIEMBRE 1997.

Dentro de la norma “Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 y PSL2) API Specification 8C tercera edición, diciembre 1997.”, se tienen los siguientes puntos para la verificación:

TABLA 4.11- LISTA DE VERIFICACIÓN DE NORMA API 8C

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.7.1. ALCANCE 2.7.1.1 Propósito	El propósito de esta especificación es proveer estándar para el diseño manufactura y prueba de equipo de levantamiento útil para uso en operaciones de perforación y producción.		
2.7.1.2 Equipo Cubierto	Esta especificación cubre lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> a. Rodamientos y poleas del bloque corona b. Bloque viajero y gancho c. Adaptadores del bloque al gancho d. Conectores y brazos adaptadores e. Gancho de perforación f. Tubing y ganchos de las barras succionadoras g. Brazos elevadores h. Elevadores de casing, tubing, drill ppe, drill collars. i. Elevadores de barras de succionadoras j. Adaptadores de rotary swivels 		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.7.1.3 Requerimientos funcionales y operativos	<p>El equipo de levantamiento debe ser diseñado, fabricado y probado de tal manera que ajuste para el propósito. El equipo debe transferir la carga con seguridad. El equipo debe ser diseñado para una operación segura.</p>		
2.7.1.4 Niveles de especificación de productos	<p>Establece requerimientos para 2 niveles de especificación de producto. Estas dos designaciones PSL definen diferentes niveles de requerimiento técnico.</p> <p>PSL1 incluye prácticas corrientemente implementadas por un amplio espectro e fabricantes de la industria. Todos los requerimientos de las secciones de la 2.7.1.1 a la 2.7.1.4 son aplicables a PSL1 a menos que específicamente se identifique como PSL2.</p> <p>PSL2 incluye todos los requerimientos de PSL1 más prácticas adicionales implementadas por usuarios.</p>		
2.7.1.5. Requerimientos Suplementarios	<p>Requerimientos suplementarios deben ser aplicados solamente cuando sea especificado por el comprador en el contrato u orden.</p>		
2.7.4 DISEÑO 2.7.4.2 Análisis de fuerza	<p>El análisis del diseño del equipo debe reflejar la dirección del rendimiento excesivo, fatiga, o pandeo como modo posible de falla.</p> <p>El análisis de esfuerzo será basado en la teoría elástica (Von Mises Hencky).</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.7.4 DISEÑO</p> <p>2.7.4.2 Análisis de fuerza</p>	<p>Todas las fuerzas que podrían regir el diseño serán tomadas en cuenta, con la combinación más desfavorable.</p> <p>El uso de relaciones empíricas son permitidas en lugar de análisis,</p> <p>El análisis de fatiga será basado en un período de tiempo no menos de 20 años.</p> <p>El análisis de fatiga llevado a cabo de acuerdo a las teorías generalmente aceptadas. Un método que podría ser usado es definido como FEM Rules for Design of Hoisting Appliances.</p>		
<p>2.7.5 CLASIFICACIÓN DE TAMAÑOS DESIGNADOS.</p> <p>2.7.6 CLASIFICACIÓN</p>	<p>Todo el equipo de izamiento será calificado en conformidad con los requerimientos especificados aquí.</p> <p>Las calificaciones serán consistentes con las capacidades de las cargas para todo el equipo.</p>		
<p>2.7.7 BASES CAPACIDAD DE CARGA</p>	<p>La capacidad de carga será basada en (a) el factor de diseño como se especifica en la sección 2.7.6.</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD													
<p align="center">2.7.8 FACTOR SEGURIDAD DE DISEÑO</p>	<table border="1" data-bbox="558 427 1166 719"> <thead> <tr> <th data-bbox="558 427 762 528">Toneladas</th> <th data-bbox="762 427 948 528">Toneladas métricas</th> <th data-bbox="948 427 1166 528">Factor de seguridad de diseño</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="558 528 762 568">≤150</td> <td data-bbox="762 528 948 568">≤136</td> <td data-bbox="948 528 1166 568">3,0</td> </tr> <tr> <td data-bbox="558 568 762 674">150 a 500</td> <td data-bbox="762 568 948 674">136 a 154</td> <td data-bbox="948 568 1166 674"> $3 - \frac{0,75(R - 150)}{350}$ </td> </tr> <tr> <td data-bbox="558 674 762 719">≥500</td> <td data-bbox="762 674 948 719">≥454</td> <td data-bbox="948 674 1166 719">2,25</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="539 786 979 819">R= capacidad de carga en toneladas</p> $300 - \frac{0,75(R - 136)}{318}$	Toneladas	Toneladas métricas	Factor de seguridad de diseño	≤150	≤136	3,0	150 a 500	136 a 154	$3 - \frac{0,75(R - 150)}{350}$	≥500	≥454	2,25		
	Toneladas	Toneladas métricas	Factor de seguridad de diseño												
	≤150	≤136	3,0												
	150 a 500	136 a 154	$3 - \frac{0,75(R - 150)}{350}$												
≥500	≥454	2,25													
<p>2.7.9 RESISTENCIA AL CORTE</p>	<p>El máximo esfuerzo realizado asociado con el diseño de la carga es menor o igual que el máximo esfuerzo admisible.</p>														
<p>2.7.11 DOCUMENTACIÓN DE DISEÑO</p>	<p>Documentación de diseño incluye métodos, asunciones, cálculos y requerimientos de diseño. Los requerimientos de diseño serán incluidos pero no serán limitados para esos criterios para tamaño, pruebas y presiones de operación, material, medio ambiente y requerimientos de las especificaciones API, y otros requerimientos pertinentes sobre el cual el diseño está basado.</p>														
<p>2.7.12.2 Muestro de Unidades de prueba</p>	<p>Para calificar el diseño de cálculos aplicados a unidades con un concepto de diseño autenticado pero variando en tamaños y rangos, las siguientes opciones de muestreo aplican:</p>														

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.7.12.2 Muestro de Unidades de prueba</p>	<p>a. Mínimo tres unidades de diseño deben ser objeto de la prueba de verificación. Las unidades de prueba serán seleccionadas del rango bajo y medio alto del tamaño</p> <p>b. Alternativamente el número de unidades de prueba puede ser establecido en base en la calificación de cada unidad de prueba en base al tamaño o clasificación arriba y por debajo de la selección de unidades de prueba.</p>		
<p>2.7.15 REQUERIMIENTOS DE MATERIALES</p> <p>2.7.15.2 Especificaciones escritas</p>	<p>Los materiales serán producidos con especificación escrita del material. Para PSL2 los requerimientos especificados escritos tendrán un mínimo de definiciones de parámetros y limitaciones:</p> <p>a. Requerimientos propiedades mecánicas</p> <p>b. Calificación de material</p> <p>c. Requerimientos de proceso, incluye permiso de fundición, trabajos y prácticas de tratamiento de tensión.</p> <p>d. Composición química y tolerancias</p> <p>e. Requerimientos de reparación de soldaduras.</p> <p>La descripción de las prácticas de trabajo será incluyendo la relación de forja</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.7.16 PROPIEDADES MECÁNICAS	Los materiales deben satisfacer los requerimientos de las propiedades especificadas por el fabricante.		
2.7.17. CALIFICACIÓN DEL MATERIAL	<p>Las pruebas del material deben ser ejecutadas en cupones de prueba representativos al calor y al tratamiento de calor usados en la construcción de los componentes.</p> <p>Las pruebas deben ser ejecutadas en acuerdo con ASTM 370.</p> <p>El tamaño del cupón de prueba de calificación debe ser determinado usando un método de radio equivalente (ER).</p> <p>La medida de la longitud de una muestra tensil de la muesca del impacto de una muestra debe ser al menos $\frac{1}{4}$ del espesor del final del cupón de prueba.</p> <p>Muestras de prueba tomados de las partes de sacrificio deben ser removidas desde el centro del núcleo a $\frac{1}{4}$ del espesor.</p>		
2.7.18 FABRICACIÓN	El proceso de fabricación debe asegurar la repetitividad en la producción de los componentes con todos los requerimientos de esta especificación.		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.7.18 FABRICACIÓN	El proceso de fabricación debe asegurar la repetitividad en la producción de los componentes con todos los requerimientos de esta especificación.		
2.7.19 CONTROL DE CALIDAD 2.7.19.1 Generalidades	<p>Todos los trabajos de control de calidad deben ser controlados por instrucciones el fabricante. Instrucciones para exámenes MBE deben ser los requerimientos detallados en esas especificaciones. Todas las instrucciones MBE deben ser aprobadas por ASNT TC-1A nivel 3 o por un estándar calificado reconocido por ASNT</p> <p>El estatus de aceptación de todos sus equipos, partes y materiales debe ser indicado en los equipos, partes, o materiales, o en registros trazables:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Rodamientos y poleas del bloque corona b. Bloque viajero y gancho c. Adaptadores del bloque al gancho d. Conectores y brazos adaptadores e. Gancho de perforación f. Tubing y ganchos de las barras succionadoras g. Brazos elevadores 		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.7.19 CONTROL DE CALIDAD</p> <p>2.7,19.1 Generalidades</p>	<p>h. Elevadores de casing, tubing, drill pipe, drill collars</p> <p>i. Elevadores de barras de succionadoras</p> <p>j. Adaptadores de rotary swivels</p> <p>k. Power swivel de potencia</p> <p>l. Sustitutos e poder</p> <p>m. Spiders cuando son usados como elevadores</p> <p>n. Anclas de cables</p> <p>o. Compensadores de movimiento de la sarta de perforación</p> <p>p. Kelly cuando son usados como sistema de levantamiento</p> <p>q. Recipientes de presión montados como sistema de levantamiento</p> <p>r. Grapas de seguridad como equipo de levantamiento</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.7.20 CALIFICACIONES DEL PERSONAL DE CONTROL DE CALIDAD</p> <p>2.7.20.1 Personal de NDE</p>	<p>Debe ser calificado o certificado en acuerdo con ASNT TC-1A o un estándar equivalente reconocido por ASNT.</p> <p>Personal que realiza inspecciones visuales de operaciones de suelda y sueldas deben ser calificados y certificados como siguen:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. AWS inspector certificado de suelda b. AWS inspector asociado de suelda, o c. Programa de entrenamiento del fabricante para certificar inspectores de suelda. <p>Todo el personal que ejecuta otras actividades de control directamente afectando el material y calidad de productos que serán calificados en acuerdo con el fabricante.</p>		
<p>2.7.21.1</p> <p>Pruebas extensibles</p>	<p>Equipo usado para inspecciones, pruebas, material examinado u otros equipos será identificado, controlado, calibrado y ajustado a intervalos específicos en acuerdo con documentos de instrucciones del fabricante, y consistentes con un estándar reconocido.</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.7.21.2 Pruebas de impacto	Métodos y criterios aceptados serán en concordancia con secciones 2.7.16 y 2.7.17		
2.7.21.3 Trazabilidad	Para identificación de lotes de tratamiento de calor por calor la identificación debe ser mantenida en materiales y componentes a través de todas las etapas de la construcción y acabados de los componentes o ensamblajes. Ajustes de tubería deben ser excluidos de los requerimientos de trazabilidad		
2.7.21.4 Examinación visual	Los componentes deben ser visualmente examinados, deben estar bajo los requerimientos de MSS SP-55. La examinación de materiales debe estar en acuerdo con los procedimientos del fabricante.		
2.7.21.5 Superficie NDE	Todas las superficies accesibles de cada componente acabado debe ser inspeccionada en acuerdo con esta sección después del tratamiento final de calor o al final de operaciones de maquinado.		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.7.21.5 Superficie NDE</p>	<p>Si el equipo es sometido a cargas de prueba, la calificación NDE debe ser llevada a cabo después de la carga de prueba para materiales susceptibles a fisuramiento, como identifique el fabricante, NDE debe ser ejecutada en un mínimo de 24 horas después de la prueba de carga. El equipo debe ser desarmado para esta inspección. Superficies con recubrimiento deben ser removidas para la inspección</p> <p>Materiales ferromagnéticos deben ser examinados por partículas magnéticas (MP) en acuerdo con código ASME.</p> <p>Materiales no ferromagnéticos deberán ser examinados por líquidos penetrantes (LP) en acuerdo con código ASME.</p>		
<p>2.7.21.7 Criterio de aceptación</p> <p>2.7.21.7.1 Fundiciones</p>	<p>ASTM E125 debe ser aplicada como un estándar de evaluación de partículas magnéticas.</p> <p>El criterio de aceptación está especificado en la tabla 2.12 PSL1 y en la tabla 2.39 para PSL2.</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.7.21.7.2 Material forjado	<p>El criterio de aceptación siguiente aplica para superficies de material forjado:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Indicaciones no relevantes o mayores que 3/16 de pulgadas b. No más indicaciones relevantes en cualquier área continua de 6 pulgadas cuadradas. c. No más que 3 en línea separadas 1/16 de pulgada d. Indicaciones no relevantes en áreas de sello de presión. 		
2.7.22 EXAMINACIÓN NO DESTRUCTIVA DE SUELDAS	<p>Cuando esta examinación es requerida sueldas completadas de mínimo ½ de pulgada de la base del metal a la suelda entera accesible debe ser examinada en acuerdo con métodos y criterios de aceptación de esta sección.</p>		
2.7.23.1 Examen visual	<p>Todas las sueldas deben ser examinadas en acuerdo con códigos ASME.</p> <p>La porosidad de la superficie no debe permitir estar dentro de 1/8 de pulgada de la superficie.</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.7.23.2 Superficie NDE</p>	<p>Todos los rodamientos conteniendo sueldas en el rodamiento principal de carga y contenedores de presión pueden ser examinados como describe en la sección 8.4.6.</p> <p>Criterios de aceptación:</p> <p>Indicación lineal no relevante</p> <p>Indicadores no redondeados mayor que 1/8 de pulgada para sueldas con profundidad de 5/8 de pulgada o menor a 3/16 pulgadas para sueldas con profundidad mayor que 5/8 de pulgada</p> <p>No más de tres indicaciones relevantes en una línea separada 1/16 de pulgada</p>		
<p>2.7.24 VERIFICACIÓN DIMENSIONAL</p>	<p>Verificaciones de las dimensiones deben ser llevadas en una base simple como defina el fabricante.</p> <p>Todos los rodamientos de carga principales y sellos de presión deben ser medidos según las especificaciones.</p> <p>Para PSL2 la verificación de dimensiones externas deben ser llevadas a cabo en cada componente.</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p align="center">2.7.26 EQUIPO</p> <p>2.7.26.1 Generalidades</p>	<p>Todos los requerimientos de suelda, aplica a los componentes de carga primario especificados en esta sección.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poleas de levantamiento • Materiales de las poleas <p>Las poleas están exentas de pruebas de impacto.</p>		
<p>2.7.26.2 NDE para poleas</p>	<p>Áreas de superficie dura de las ranuras de las poleas deben ser excluidas de los requerimientos de suelda. El área de la ranura puede ser ejecutada prioritariamente en la parte dura de la superficie de la ranura.</p>		
<p>2.7.26.3 Diámetro de la polea</p>	<p>El diámetro de la polea debe ser determinado en acuerdo con las recomendaciones API Recommended Practice 9B.</p>		
<p>2.7.26.4 Líneas de poleas para perforación y revestimiento</p>	<p>Ranuras para líneas de poleas para perforación y revestimiento deben ser hechas según lo especificado para el diámetro del cable por el comprador. El fondo de la ranura tendrá un radio R subyacente a un arco de 150°.</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.7.26.4 Líneas de poleas para perforación y revestimiento	Los lados de la ranura serán tangentes al fondo del arco. Profundidad total de la ranura tendrá un mínimo de 1,3d y un máximo de 1,75d, donde d es el diámetro nominal del cable.		
2.7.26.5 Marcado	Las poleas de esta especificación deberán ser marcadas con nombre o marca del fabricante, el tamaño de la ranura de la polea OD. Esta marca será estampada en el lado exterior de la polea ejemplo: polea de 36 pulgadas con 1 1/8 pulgadas de ranura debe ser marcada.		
2.7.27 BLOQUES VIAJEROS 2.7.27.1 Poleas	Poleas del bloque viajero deberán cumplir con lo aplicable de los requerimientos de la sección 2.7.26.2.		
2.7.27.2 Rango de los rodamientos de la polea	$W_B = N W_R / 714 \quad (2.24)$ <p>Donde:</p> <p>W_B rango calculado para los rodamientos del bloque viajero</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.7.27.2 Rango de los rodamientos de la polea</p>	<p>N número de poleas del bloque</p> <p>WR rango individual para cada rodamiento de la polea, libras por 100 RPM para 3000 horas mínimo de vida por 90% de los rodamientos</p>		
<p>2.7.27.3 Buques viajeros</p>	<p>Radio de contacto superficial cumplirá con las dimensiones de la tabla 9 figura 6.</p>		
<p>2.7.27.4 Bloque de gancho</p>	<p>Radio de la superficie de contacto cumplirá con las dimensiones en la tabla 9 y figuras 6,7 y 8. El método de conexión del bloque viajero y los componentes del gancho es del fabricante.</p>		
<p>2.7.28 CLASIFICACIÓN DEL OJO ABIERTO DEL GANCHO EL BLOQUE VIAJERO.</p>	<p>El bloque viajero tendrá la clasificación de 500 ton. Tendrá una carga establecida basada en los mismos factores de seguridad como los requeridos para miembros finales.</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.7.27.5 Marcas en el ojo abierto del gancho el bloque viajero	El marcaje es de acuerdo con la sección 2.7.33.3, deberá ser puesta cerca del ojo tope del extremo de manejo. El marcado indicará el rango del ojo de la conexión.		
2.7.27.6 Adaptadores bloque-gancho	<p>Son adaptadores de conectores, brazos adaptadores y adaptadores de tubería de perforación.</p> <p>Adaptadores de elevadores de tubería de perforación deben ser hechos para asentarlos en la zona de hombros de la tubería y las orejas de los brazos elevadores deben cumplir con el radio de contacto de la tabla 2.39 Y 2.4, que se muestran en la figura 2.43. El radio de contacto de los elevadores debe cumplir con las dimensiones de la tabla 2.39 y 2.40; que se muestran en las figuras 2.41 ,2.42 y 2.43</p>		
2.7.28 GANCHOS DE PERFORACION	Radio de contacto superficial cumpliendo con las dimensiones en la tabla 2.39 y 2.40 y figura 2.43.		
2.7.29 BRAZOS ELEVADORES	Los brazos elevadores deben cumplir con los requerimientos de la tabla 2.39 y 2.40.		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.7.29 BRAZOS ELEVADORES	Los brazos elevadores deben ser diseñados y fabricados en pares incluyendo 14 pies de longitud (medido entre las superficies de contacto), los cuales ajustarán dentro de 1/8". Brazos sobre 14 pies deberán ajustar dentro de ¼ pulgada.		
2.7.30 ELEVADORES	<p>Los elevadores deberán tener dimensiones especificadas en la tabla 2.38.</p> <p>Adicional deben ser marcados con el tamaño de la tubería y la clase como en la tabla 2.38, columna 7.</p> <p>Pruebas de verificación de diseño para elevadores de cuñas deben ser ejecutadas con lo insertos y cuñas en su lugar.</p> <p>El mecanismo de activación del elevador deberá ser funcionalmente probado según los requisitos.</p> <p>Insertos son excluidos de requerimientos de pruebas mecánicas y trazabilidad.</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.7.31.1 Rangos de swivels rotatorios</p>	<p>Esto puede ser determinado por:</p> $W_s = \frac{W_R}{1600}$ <p>W_s rango del rodamiento principal, toneladas a 100 rpm calculado</p> <p>W_R rango del rodamiento principal libras a 100 rpm para 3000 horas mínimo de vida para 90% de rodamientos.</p>		
<p>2.7.32.1 Dimensiones</p>	<p>El ángulo entre el centro del cuello de ganso y la vertical será de 15°. La especificación la dará el fabricante</p> <p>Cuando esto es especificado los hilos pueden ser de 2 ½, 3, 3 ½, 4, 5 “Hilos internos conforman API Specification 5B. Ejemplo: 3 API LP THD es de 3 hilos.</p>		
<p>2.7.32.2 Sub conector de swivel rotatorio</p>	<p>La conexión baja del swivel rotatorio aceptará medidores API intercambiables con conexiones API. La conexión deberá conformarse con los requerimientos aplicables con conexiones API.</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.7.32.3 Swivel para tubería de lavado	Debe estar exento de los requerimientos de NDT de la sección 2.7.19.		
2.7.32.4 Swivels de poder	Es un dispositivo que es mueve con el bloque viajero y está diseñado para proveer el poder rotatorio al tope de la sarta de perforación para operaciones de perforación.		
2.7.32.5 Rangos de los rodamientos del power wivel.	El rango de rodamientos de swivels de poderes calculado por la ecuación dada en la sección 2.7.31.1		
2.7.32.6 Conexión de swivel de poder	Cumplirá con lo de la sección 2.7.32		
2.7.32.7 Sub conexión swivel de poder	Cumplirá con lo de la sección 2.7.32.		
2.7.32.8 Substitutos de poder	Son dispositivos que se mueven con el bloque viajero y están diseñados para proveer de poder al tope de la sarta de perforación.		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.7.32.9 Extensión cuello de ganso – substitutos de poder	Debe cumplir requerimientos de la sección 2.7.32.7		
2.7.32.10 Conexiones substitutos de poder	Ambos a los y bajos conexiones de substitutos de poder deben ajustarse a la sección 2.7.32.7.		
2.7.33.1 Marcado de producto	Cada objeto del equipo de levantamiento en conformidad costa especificación debe tenerla marca del fabricante. Observar la sección 2.7.33.2.		
2.7.33.2 Rango de marcación	Todos los artículos de equipo de levantamiento diseñado y fabricado por estas especificaciones deberán ser marcadas con la carga de diseño y presión. Ejemplo AB CO 650 Specification 8A.		
2.7.33.3 Marcado de equipo compuesto	Componentes conteniendo presión y llevando carga debe ser especificado como en la sección 2.7.21.3		
2.7.33.4 Trazabilidad del componente	Componentes conteniendo presión y carga deben ser marcados según como en la sección 2.7.21.3.		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
2.7.33.5 Número de serie	Cada componente del equipo debe ser marcado con un único número serial.		
2.7.44.6 Método de marcación	Seguir el marcado referido en las secciones 2.7.33.1, 2.7.33.2; 2.7.33.3 y 2.7.33.5.		
2.7.45 DOCUMENTACIÓN	<p>Los registros y documentación referenciada en esta especificación deben ser mantenidos por el fabricante por un período de 10 años</p> <p>La documentación a ser mantenida por el fabricante.</p> <p>Documentación del diseño</p> <p>Documentación de verificación del diseño</p> <p>Registros de calificación</p> <p>Inspección y registros trazables del equipo o sus componentes</p>		
2.7.45.2 Documentación que debe ser entregada con el equipo	La siguiente documentación debe ser entregada con el equipo.		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

TABLA 4.11- CONTINUACIÓN

REFERENCIA	CONDICIÓN	CONFORMIDAD	
<p>2.7.45.2 Documentación que debe ser entregada con el equipo</p>	<p>Declaraciones de conformidad del fabricante con esta especificación y otros requerimientos del comprador.</p> <p>Registros de pruebas de carga.</p> <p>Manuales de operación y mantenimiento, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagramas de ensamblaje • Lista de componentes • Rangos y capacidades nominales • Procedimientos de operación • Frecuencia recomendada de inspecciones de campo y mantenimiento preventivo, métodos y criterios de aceptación. <p>Partes reemplazables y stock de niveles recomendados.</p> <p>PSL 2: capacidad de cambios como resultado del uso.</p>		

FUENTE: Norma API 8C. Especificación para equipo de levantamiento de perforación y producción. (PSL1 Y PSL2). API Especificación 8C tercera edición, diciembre 1997.
 ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

CAPÍTULO 5

ÁNÁLISIS TÉCNICO-ECÓNOMICO DEL PROYECTO

5.1 INTRODUCCIÓN

En la industria del petróleo y como en todas las áreas es conocida la exigencia del contratante de que se le garantice de la mejor forma posible el control de los riesgos que están presentes en cada una de la actividades de operación. De forma que, en el área de perforación y así constan en los contratos, es responsabilidad del proveedor del equipo de perforación (taladro) llevar a cabo las inspecciones y certificaciones del equipo, que las normas y estándares obliguen. Con base en esto, se ha desarrollado una base teórica y técnica para soportar esta demanda en los servicios.

En este capítulo se verá la oferta técnica que existe regionalmente para la Empresa Tuscany International Drilling Inc, de servicios de inspección de soldaduras, integridad de material, inspección de cables, terminales de cables, winches y otros accesorios más que son componentes de su sistema de levantamiento de la torre de perforación de pozos de petróleo.

Relacionado a esto último, está la disponibilidad de la prestación de estos servicios, desde el punto de vista de contar con técnicos especializados y proveer la logística, es decir llegar al sitio en donde se encuentre el taladro con los equipos e insumos necesarios para efectuar las inspecciones.

5.2 ANÁLISIS TÉCNICOS

Las inspecciones son procedimientos conducidos a detectar condiciones sub estándares, tales como: procedimientos incorrectos, equipos defectuosos, áreas peligrosas y por tanto la determinación de la condición de operatividad o no del objeto inspeccionado, con las recomendaciones que ameriten del caso.

Mediante la realización de las inspecciones a equipos y accesorios, a fin de ver su operatividad; se tiene una herramienta poderosa para bajar notablemente el

riesgo de falla y la consiguiente prevención de accidentes potenciales, involucrados en la manipulación u operación de estos equipos y accesorios.

En la Inspección se conocen etapas, que generalmente se llevan a cabo, estas son: preparación, ejecución e informe.

En la preparación deben tomarse en cuenta: la planificación, recolección de información, los insumos y equipos y la lista de verificación.

En la ejecución habrá de tomarse en cuenta: las secuencia establecida, los procedimientos de trabajo, análisis de riesgo y uso del equipo de protección personal adecuado.

En el informe es recomendable que conste: los datos generales de identificación del cliente y proveedor del servicio, proceso o estándar seguido, equipos utilizados, precisión de los equipos, cualquier dato de trazabilidad de materiales referenciales o estándares, fotos o detalles que contribuyan a un mayor entendimiento del problema, números de serie o marcas y conclusiones.

Dentro de las técnicas y métodos de inspección utilizados están: la inspección visual, pruebas hidrostáticas y ensayos no destructivos (NDT).

En lo que comprenden estos últimos ensayos (NDT), constan:

- Partículas magnéticas (PM)
- Líquidos penetrantes
- Ultrasonido

5.2.1 PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Este método permite detectar discontinuidades en la superficie o cercanas a ella, en materiales ferro magnéticos. Utiliza principios de los campos magnéticos en el que las fuerzas de estos campos magnéticos generados son uniformes. Los materiales pueden clasificarse en función de sus propiedades magnéticas:

- Ferromagnéticos, con μ mayor que 1

- Paramagnéticos con μ igual a 1
- Diamagnéticos con μ menor que 1

Donde μ , es una constante que depende de: valor de H y B, composición química del material, temperatura, tratamiento térmico, procesamiento mecánico. H es la fuerza magnetizante y B, densidad de flujo del campo magnético.

Dentro de las opciones en las partículas magnéticas se tiene:

5.2.1.1 Partículas magnéticas vía húmeda

Este método es más sensible para grietas superficiales finas, cubre fácilmente grandes superficies, tiene buena movilidad, fácil de recoger el sobrante

5.2.1.2 Partículas magnéticas vía seca

Más cómodo y limpio que el método húmedo, menos sensible que el húmedo, más lento, económico.

Consiste en magnetizar la superficie a analizarse y aplicar partículas magnéticas. La presencia de una discontinuidad en la superficie hará que se forme una distorsión del campo magnético de la superficie ferro magnética analizado, generando una concentración de partículas magnéticas proporcional a la distorsión.

5.2.2 LÍQUIDOS PENETRANTES (LP)

Mediante este método se detectan discontinuidades ubicadas en la superficie de materiales no porosos sólidos, basándose en el principio de capilaridad de las discontinuidades, las mismas que absorben líquidos por su misma naturaleza; estas discontinuidades pueden ser fisuras, porosidades, grietas.

Los líquidos penetrantes una vez que han actuado en las discontinuidades.

5.2.3 ULTRASONIDOS (UL)

Basado en el principio de propagación reflexión y refracción del sonido, múltiples ondas sonoras de alta frecuencia (0,5 a 25 mega hertz) son aplicadas a los

materiales a inspeccionar, a fin de propiciar la reflexión del sonido, el mismo que en las discontinuidades se manifiesta, pudiendo ser detectado y evaluado.

5.2.4 PROCEDIMIENTOS DE LA INSPECCIÓN

Una vez identificada la parte, equipo o soldadura, se debe registrar su identidad, ubicar los puntos críticos en cuanto a su grado de exposición o carga de trabajo, quitar de su superficie cualquier elemento ajeno al material a inspeccionar; esto bien puede ser cualquier recubrimiento o pintura.

5.3 OFERTA TÉCNICA REGIONAL

Para tomar en cuenta esta oferta técnica hay que analizar varios puntos de vista: el requerimiento especializado que ese tipo de servicios representa, la necesidad de acceder a estos servicios en tiempos y fechas no programadas mayormente y en la mayor parte de veces, el poco tiempo que se tiene para ejecutar estos servicios. Los costos implicados en este análisis serán expuestos más adelante.

Actualmente el Taladro de Perforación Tuscany 117, tiene un contrato para perforar pozos de petróleo en el Sector del Cantón Shushufindi, provincia de Sucumbíos. Así mismo, la empresa Tuscany posee una Base de abastecimiento logístico en las cercanías de la ciudad Francisco de Orellana (coca), encontrándose las oficinas principales en la ciudad de Quito. En este contexto estarían las tres provincias inmersas en la logística de abastecimiento del Taladro Tuscany 117: Pichincha, Sucumbíos y Orellana; es por esto que el análisis de los proveedores de este servicio se concentró en estas tres provincias.

En el estudio de la oferta y demanda de estos servicios hay que tomar en cuenta lo especializado y escaso del servicio, ya que hay muy pocas compañías que lo ofrecen; también hay que tomar en cuenta que la demanda en casi la totalidad, está en la industria petrolera y especialmente en la que se desarrolla en la Región Amazónica de nuestro País. En este contexto, en este Proyecto de Titulación, se ha enfocado la búsqueda de proveedores de servicios en las tres provincias mencionadas anteriormente, y las siguientes son las empresas identificadas con el potencial de brindar de servicio al taladro Tuscany 117:

- SINDES ECUADOR S.A
- MAUISERPE
- LEÓN CABLES CIA. LTDA.
- VERIFTEST
- INNODES
- BUREAU CERTIFICATION & INSPECTION

5.3.1 SINDES

Sindes Ecuador S.A Servicios de Inspección No Destructiva y Soldadura, presta sus servicios a la industria en general. Su política declara que “Trabaja respetando los requisitos del cliente en cada uno de sus trabajos, bajo normas internacionales y nacionales (ASTM, ASNT, API, ASME, AW, ETC), procedimientos, documentos técnicos, recomendaciones prácticas, manuales de calidad, seguridad y protección al medio ambiente”, que existan para el efecto.

FIGURA 5.1- LOGOTIPO DE SINDES ECUADOR S.A



FUENTE: Sindes.com

Su oferta de servicios se detalla a continuación:

- Ultrasonido
 - Medición de espesor de paredes en planchas, tuberías oleoductos, tanques, etc.
 - Inspección de discontinuidades volumétricas en soldaduras de tanques, tuberías y más, siendo estas discontinuidades poros, escorias, fisuras, falta de fusión y penetración.

- Detección de laminaciones en planchas.
- Partículas magnetizables
- Soldadura

TABLA 5.1- DATOS DE LA EMPRESA SINDES

CATEGORÍAS	DATOS
Nombre de la empresa:	SINDES ECUADOR S.A.
Dirección:	Autopista General Rumiñahui y Avenida Simón Bolívar. Conjunto Portón de Cádiz
Teléfono:	Convencional: 022-322645
	Celular: 0993695970
E-mail:	info@sindes.com
Persona de contacto:	Ingeniero Robert Toasa
Ofertas de servicios:	<ul style="list-style-type: none"> • Ultrasonido • Partículas magnetizables • Soldadura

FUENTE: Tuscany International Drilling Inc.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

5.3.1.1 Ultrasonido

El procedimiento que la Empresa Sindes Ecuador S.A sigue para llevar a cabo las pruebas de ultrasonido es el siguiente:

1. Realizar la medición del espesor de las paredes en tuberías, oleoductos, etc.

2. Realizar la inspección de las discontinuidades volumétricas en las soldaduras de tuberías, planchas, y más, a fin de detectar fisuras, falta de penetración, poros, etc.
3. Detectar las laminaciones en planchas.

A continuación en la figura 5.2, se visualiza en forma gráfica los pasos de la realización del ultrasonido.

FIGURA 5.2- PASOS PARA REALIZAR EL ULTRASONIDO



FUENTE: Sindes.com

5.3.1.2 Partículas Magnetizables/ Tintas penetrantes

Este método se lleva a cabo mediante la inspección de cada una de los elementos de levantamiento y de cada parte de los equipos que son sometidos a fatiga, para poder descubrir fisuras, determinación de los puntos de fuga y la debida inspección de las conexiones de las herramientas de perforación (herramientas de levantamiento, BHA, etc).

En la figura 5.3 se detallan los pasos para realizar el método de partículas magnetizables que anteriormente fue descrito.

FIGURA 5.3- PASOS PARA REALIZAR LAS PARTÍCULAS MAGNETIZABLES



FUENTE: Sindes.com

5.3.1.3 Soldadura

Dentro de los procesos de soldadura Sindes Ecuador S.A desarrolla estos procesos con firma CWI, calificando y certificando cada uno de dichos procesos, y realizando el control de fiscalización y calidad de los proyectos.

5.3.2 MAQUINARIAS Y SERVICIOS PETROLEROS MAUISERPE CIA. LTDA.

Maquiserpe Cía. Ltda., brinda servicios de reparación de herramientas de perforación tomando en cuenta considerando la importancia de los servicios que se prestan en la industria, optimizando constantemente las necesidades de sus clientes.

Maquiserpe tiene la misión de ejecutar reparaciones de las herramientas de sus clientes con material que estén dentro de los estándares y normas de soldaduras adaptables y requeridas.

Maquiserpe es una empresa que ofrece la reparación de herramientas de perforación para clientes de la industria petrolera.

Su oferta de servicios se detalla a continuación:

- Inspección de herramientas y tuberías.

- Inspección de tuberías de perforación, producción, revestimiento y ensamblaje de fondo (BHA).
- Inspección de motor sleeves estabilizadores y moledores.
- Inspección de estabilizadores.
- Inspección de motores direccionales y MWD.
- Inspección de rotores de motores direccionales.
- Inspección en conexiones rotarias: drill collars, heavy wate drill pipe, drill pipe, drill collars no magnéticos, misceláneos (x-overs-motores –martillos de pesca, etc.
- Inspección de bridas.
- Inspección de equipo de levante: cuñas, elevadores, links

FIGURA 5.4- EQUIPOS DE INSPECCIÓN



FUENTE: Maquiserpe.com

A continuación en la tabla 5.2 se muestran todos los datos de la Maquiserpe:

TABLA 5.2- DATOS DE LA EMPRESA MAQUINARIAS Y SERVICIOS PETROLEROS MAQUISEPERE CI. LTDA

CATEGORÍAS	DATOS
Nombre de la empresa:	Maquinarias y Servicios Petroleros Maquiserpe CIA. LTDA.
Dirección:	Quito: Avenida República del Salvador N34-127 y Suiza.
	Orellana: km 4 1/2 vía Lago Agrio s/n el Coca.
Teléfono:	2922173
E-mail:	maquiserpe@gmail.com
Persona de contacto:	Ingeniero Antonio Medranda
Ofertas de servicios:	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección de herramientas y tuberías • Inspección de tuberías de perforación, producción, revestimiento y ensamblaje de fondo (BHA) • Inspección de motores direccionales y MWD • Inspección en conexiones rotarias, drill collars, heavy wate, drill pipe, drill pipe.. • Inspección de bridas. • Inspección de equipo de levante: cuñas, elevadores, links

FUENTE: Tuscany International Drilling Inc.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

5.3.3 LEÓN CABLES CIA. LTDA.

Ofrece a sus clientes tanto equipos como servicios de inspección de cables y eslingas. En lo que tiene que ver con productos, ofrece cables de acero de diferente diámetro y aplicación, eslingas de cable de acero, eslingas sintéticas, cadenas de acero, y accesorios de izaje.

León Cables comercializa las mejores marcas de elementos de izaje, y ofrece una línea de productos de alto grado de competitividad como:

- Cables de acero para uso general
- Cables compactados
- Cables para sensores de alta velocidad
- Accesorios de izaje

FIGURA 5.5- ACCESORIOS, CABLES DE ACERO Y ESLINGAS



FUENTE: leoncables.net

A continuación en la tabla 5.3 se detallan los datos de la Empresa León Cables Cía. Ltda.

TABLA 5.3- DATOS DE LA EMPRESAN LEÓN CABLES CIA LTDA

CATEGORÍAS	DATOS
Nombre de la empresa:	León Cables
Dirección:	Quito: Avenida 10 de Agosto y Avenida Rumipamba.
	Orellana: Alejandro Labaca y Calle C, esquina
Teléfono:	Convencional: 02-2256522/ 06-2883664
	Celular: 0999454716/ 0986195568
E-mail:	lcables@gye.satnet.net
	ventaselcoca@leoncables.net
Persona de contacto:	Ingeniero Rodrigo León
Ofertas de servicios:	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación de eslingas de cable y sintéticas. • Certificación e inspección para cables, eslingas sintéticas, grilletes, poleas y pastecas.

FUENTE: Tuscany International Drilling Inc.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

5.3.4 VERIFTEST

Veriftest está enfocada en proveer los servicios de inspección, verificación y control de materias primas, productos terminados, y en proceso; equipos y maquinarias que están bajo estándares de calidad nacional e internacional.

A continuación en la tabla 5.4 se detallan cada uno de los datos de la Empresa Veriftest entre ellos dirección, teléfono, e-mail, persona de contacto, y todos los servicios que presta a sus clientes.

TABLA 5.4- DATOS DE LA EMPRESA VERIFTEST

CATEGORÍAS	DATOS
Nombre de la empresa:	Veriftest
Dirección:	Quito: Mariano Paredes N 70-20 y Moisés Luna Ponciano Alto.
	Guayaquil: Alborada Etapa 14 Mz8 villa 17
Teléfono:	Convencional: 02-2482873
	Celular: 0984537604/ 0981697595
E-mail:	operaciones@veriftest.com.ec
Persona de contacto:	Ingeniero Nicolás Vela
Ofertas de servicios:	<ul style="list-style-type: none"> • Certificación de izaje. • Inspección y Certificación de Montacargas. • Inspección y Certificación de Manlift / Side Boom / Maquinaria Pesada / plataformas / otros equipos de levantamiento e izaje. • Inspección y Certificación de Elementos de Izaje. • Capacitación y Certificación de Operadores de Grúa y Montacargas.

FUENTE: Tuscany International Drilling Inc.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

5.3.5 INNODES CIA. LTDA

Es una empresa enfocada a las radiografías industriales, con Rayos X y Gammagrafías, para lo cual cuenta con equipos y personal especializado, entre

los equipos que ofrecen están: equipos de gammagrafías SPEC 2T, contadores Geiger, Gammalarmas, Densitómetros, Negatoscopios.

Así mismo ofrece el servicio de inspecciones por el método de ultrasonido Industrial con transductores de haz longitudinal y transversal, en soldaduras, líneas de conducción, tanques de almacenamiento, fundiciones, así como mediante la medición de espesores hacemos el análisis experto para el control de corrosión.

Innodes cuenta con equipos detectores de fallas Krautkramer, Epoch III, equipos para medición de espesores T-Mike E, Scan B NDT Systems, bloques de calibración e insumos de alta calidad y confiabilidad.

Los servicios que la Empresa Innodes Cía. Ltda., ofrece son los que a continuación se detallarán en forma explícita.

5.3.5.1 Inspecciones no destructivas

Innodes Cía. Ltda., cuenta con personal especializado en inspecciones no destructivas, certificados por la Sociedad Americana de Ensayos No Destructivos (ASNT), ofrece los servicios de:

- Servicios especializados de inspecciones no destructivos en:
 - Radiografía Industrial
 - Ultrasonido Industrial
 - Partículas Magnéticas
 - Líquidos penetrantes
 - Corrientes inducidas
 - Inspección visual e inspección de elementos de izaje

FIGURA 5.6- INSPECCIONES NO DESTRUCTIVAS



FUENTE: Innodes.es

5.3.5.2 Radiografía industrial

Innodes Cía. Ltda., realiza inspecciones por el método de Radiografía Industrial, con Rayos X y Gammagrafía, en soldaduras, líneas de conducción, fundiciones, etc.

FIGURA 5.7- RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL



FUENTE: Innodes.es

5.3.5.3 Ultrasonido Industrial

Innodes Cía. Ltda., ejecuta inspecciones por el método de ultrasonido industrial, con transductores de haz longitudinal y transversal, en soldaduras, líneas de conducción, tanques de almacenamiento, fundiciones, así como mediante la medición de espesores hacemos el análisis experto para el control de corrosión.

Esta empresa cuenta con equipos detectores de fallas Krautkramer, Epoch III, equipos para medición de espesores T-Mike E, Scan B NDT Systems, bloques de calibración e insumos de alta calidad y confiabilidad.

FIGURA 5.8- ULTRASONIDO INDUSTRIAL



FUENTE: Innodes.es

5.3.5.4 Partículas Magnéticas

Innodes Cía. Ltda., realiza inspecciones mediante el método de partículas magnéticas, visibles, húmedas o secas, en material ferromagnético como los cordones de soldaduras, líneas de conducción, zonas térmicas afectadas y fundiciones.

FIGURA 5.9- PARTÍCULAS MAGNÉTICAS



FUENTE: Innodes.es

5.3.5.5 Corrientes Parásitas

Innodes Cía. Ltda., lleva a cabo inspecciones por el método de corrientes parásitas, por medio de equipos de multi frecuencia y bobinas de media, baja y alta frecuencia a intercambiadores de calor no ferromagnéticos, tubing, casing, etc., por medio de un análisis de la pérdida de espesor.

FIGURA 5.10- MÉTODO DE CORRIENTES PARÁSITAS



FUENTE: Innodes.es

5.3.5.6 Líquidos penetrantes

Innodes Cía. Ltda., realiza inspecciones con el método de líquidos penetrantes, visibles o fluorescentes, en cualquier material sea metálico y no metálico, que es usado para la detección de defectología superficial

Esta empresa cuenta con kit de penetrantes visibles Sherwin, Chem-Park o fluorescentes Magnaflux, Luz Ultravioleta, bloque de sensibilidad e insumos de alta calidad y confiabilidad.

FIGURA 5.11- LÍQUIDOS PENETRANTES



FUENTE: Innodes.es

5.3.5.7 Inspección visual

Innodes Cía. Ltda., elabora inspecciones con procedimiento visual, con la finalidad de encontrar cualquier tipo de defectología en materiales metálicos y no metálicos.

Esta empresa cuenta con equipos y materiales específicos para este tipo de inspecciones; tales como: magnificadores, lámparas, gal gage, calibradores, etc.

FIGURA 5.12- INSPECCIÓN VISUAL



FUENTE: Innodes.es

5.3.5.8 Inspección elementos de levantamiento

Innodes Cía. Ltda., ejecuta inspecciones de los elementos de levantamiento, tales como eslingas, grilletes, ganchos, tecles, etc., usando ensayos no destructivos de partículas magnéticas, inspección visual y líquidos penetrantes.

Innodes Cía. Ltda., cuenta con equipos y personal de alta calidad y confiabilidad.

A continuación en la tabla 5.5 se detallan los datos de la empresa Innodes.

TABLA 5.5- DATOS DE LA EMPRESA INNODES CIA LTDA

CATEGORÍAS	DATOS
Nombre de la empresa:	INN ODES CIA. LTDA.
Dirección:	Quito: Avenida del Maestro OE4-263 y Quitumbe (Sector el Rosario).
Teléfono:	Convencional: 02-2296686
	Celular: 0997939811/ 0987211016
E-mail:	innodes@andinanet.net / innodescialtda@gmail.com
Persona de contacto:	Ingeniero Hugo Morillo
Ofertas de servicios:	<ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones no destructivas • Radiografía industrial • Ultrasonido industrial • Inspecciones no destructivas • Radiografía industrial • Ultrasonido industrial • Corrientes parásitas • Líquidos penetrantes • Inspección de elementos de izaje.

FUENTE: Tuscany International Drilling Inc.

ELABORADO POR: Leydi Jiménez Rivera

5.3.6 BUREAU CERTIFICATION & INSPECTION

Es una Empresa dedicada a la inspección y certificación en equipos de levantamiento y operadores, cuentan con todas las normativas nacionales e internacionales. Sus inspecciones y certificaciones se encuentran calificadas, avaladas y aceptadas en todo el sector petrolero, minero y de la construcción.

FIGURA 5.13- LOGO TIPO DE BCI



FUENTE: Tuscany

BCI tiene un personal calificado internacionalmente, por lo que tienen una experiencia garantizada de sus servicios en el campo, lo que hace que sus servicios sean garantizados en la certificación, como un respaldo de conocimiento impartido.

Los servicios que BCI ofrece a sus clientes son los siguientes:

En lo concerniente a la inspección en equipos de izaje se tiene lo siguiente:

- Grúas
- Montacargas
- Cargadoras
- Puentes grúas
- Camiones grúas
- Grúas de pedestal
- Camiones petroleros
- Elevadores de personal (manlift)
- Telehandlers

Cuenta con Certificaciones de Operadores, este programa está diseñado para la formación del personal y su participación activa en el desarrollo de programas de seguridad de operación. El programa desarrolla las habilidades de cada operador y proporciona las herramientas necesarias para el mejoramiento de su conocimiento.

A continuación se detallan las certificaciones requeridas para operadores:

OPERADOR DE GRÚAS / CAMIONES GRÚAS

- Requisitos del operador de grúa y responsabilidades
- Tipos de Grúas Móviles
- Comunicaciones eficaces entre el personal de elevación
- Uso correcto de señales de mano y señales de voz
- Normas aplicables de seguridad en y ANSI / ASME
- Técnicas seguras eficaces y eficientes de operación
- Configuración adecuada de las grúas antes de la operación
- Evaluación y aplicación de condiciones del sitio
- Los peligros de las líneas eléctricas
- Equipos de control de sobrecarga
- Sistema de anti choque de bloques (A2B)
- Requisitos de las superficie de apoyo o entibado
- Interpretaciones de tablas de carga, gráficos de carga y utilidad
- Comprobación de peso de carga y planificación de los levantamientos
- Control de Carga

- Uso de ayudas operacionales
- Principios Básicos de aparejamiento
- Determinación de centros de gravedad
- Selección e inspección de eslingas y ángulos de incidencia
- Construcción e inspección de eslingas de alambre
- Selección y aplicaciones de amarres
- Pre-y Post Inspecciones de operación
- Mantenimiento del Equipo
- Minimización de situaciones de accidentalidad

OPERADOR DE PUENTES GRÚAS

- Normas aplicables ANSI / ASME
- Construcción y nomenclatura de la Grúa
- Técnicas seguras eficaces y eficientes de operación
- Limitaciones operacionales
- Manipulación de la carga
- Métodos y formas de comunicación
- Consideraciones para cargas críticas
- Equipos de control de sobrecarga
- Pre-y Post Inspecciones de operación
- Procedimiento de inspección y documentación

- Mantenimiento del equipo
- Minimización de situaciones de accidentalidad
- Construcción e inspección de eslingas de alambre
- Principios Básicos de amarre e izaje
- Determinación del centro de gravedad de la carga.
- Selección e inspección de eslingas y ángulos de incidencia
- Selección y aplicaciones de amarres
- Efecto de los ángulos en los accesorios de izaje

OPERADOR DE MONTACARGAS / CARGADORAS

- Requisitos del operador y responsabilidades
- Las comunicaciones eficaces entre el personal
- Normas aplicables ANSI / ASME
- Nomenclatura y construcción de los montacargas
- Requisitos del operador y responsabilidades
- Técnicas seguras eficaces y eficientes de operación
- Métodos y formas de comunicación
- Equipos de control de sobrecarga
- Procedimiento de inspección y documentación
- Mantenimiento del equipo
- Minimización de situaciones de accidentalidad

Tipos de Montacargas cubiertos:

- Montacargas de almacenamiento
- Montacargas Todo Terreno
- Carretilla elevadora de brazo telescópico
- Montacargas de levantamiento desde la parte superior de contenedores

OPERADOR ELEVADORES DE PERSONAL (MANLIFT)

- Requisitos del operador y Responsabilidades
- Las comunicaciones eficaces entre el personal
- Normas aplicables OSHA, ANSI / ASME
- Técnicas seguras eficaces y eficientes de operación
- Limitaciones operacionales
- Pre-y Post Inspecciones de operación
- Procedimiento de inspección y documentación
- Mantenimiento del equipo
- Minimización de situaciones de accidentalidad

Tipos de Plataformas Aéreas de Trabajo Cubierta:

- Plataformas Elevadoras Telescópicas de impulso manual (Manually Propelled Elevating Aerial Platforms)
- Plataformas elevadoras de soporte de pluma telescópico (Boom-Supported Elevating Work Platforms)
- Plataformas elevadoras autopropulsadas (Self-Propelled Elevating Work Platforms)

APAREJADORES

- Las normas aplicables ASME
- Procedimientos eficaces de inspección y listas de verificación
- Uso correcto de las herramientas de inspección
- Mantenimiento básico de aparejos
- Recomendaciones del fabricante
- Inspección de cable de acero
- Inspección de accesorios de carga incluye:
 - Ganchos
 - Grilletes
 - Anillos para levantar
 - Cáncamos
 - Templadores
 - Pastecas
- Inspección de eslingas incluye:
 - Eslingas de cable metálico
 - Eslingas sintéticas
 - Eslingas de cadena de aleación
 - Eslingas planas de acero
 - Eslingas redondas

- Eslingas de malla metálica
- Eslingas de Alto Rendimiento
- Eslingas gemelas

En la Inspección de los dispositivos de elevación se cuenta con los siguientes puntos:

- Protección y prevención de danos en eslingas
- Gestión de inventario de accesorios de aparejamiento
- Registros obligatorios y documentación
- Principios Básicos de aparejamiento
- Determinación de centros de gravedad
- Selección y aplicaciones de amarres

BCI también cuenta con la Inspección de partículas Magnéticas:

- Ganchos y patecas de izaje
- Puntos de anclaje en campers

FIGURA 5.14- INSPECCIÓN DE PARTÚCLAS MAGNÉTICAS



FUENTE: Tuscany

A continuación en la tabla 5.5 se detalla en forma resumida cada uno de los datos de la empresa BCI:

TABLA 5.6- DATOS DE LA EMPRESA BUREAU CERTIFICATION & INSPECTION

CATEGORÍAS	DATOS
Nombre de la empresa:	BUREAU CERTIFICATION & INSPECTION
Dirección:	Quito: El Morlán N49-53 y Calle C
Teléfono:	Convencional: 02-2417531
	Celular: 0997701045
E-mail:	vizuite_ingrid@hotmail.es
Persona de contacto:	Ingeniera Ingrid Vinueza
Ofertas de servicios:	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección en equipos de izaje • Certificación de operadores • Operador de grúas / camiones grúas • Operador de puentes grúas • Operador de montacargas / cargadoras • Operador elevadores de personal (manlift) • Operador grúas de pedestal • Aparejadores • Operador side boom • Inspección de los dispositivos de elevación • Inspección por partículas magnéticas.

Fuente: BCI

5.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Dentro de este análisis se involucrarán aspectos que tienen que ver con gastos históricos realizados por la empresa Tuscany, ofertas de servicios, volumen de trabajo, oportunidad del servicio y costos que pudieran adicionarse si el requisito de certificación no es cumplido y fuera causa comprobada de accidentabilidad.

Tomando en cuenta el ámbito regional expresado en el apartado 5.2 este análisis económico contemplará el mismo ámbito y con base en la misma oferta técnica, del mencionado apartado.

5.4.1 OFERTAS-PROFORMAS DE SERVICIOS

Para propósito de este Proyecto de Titulación se solicitaron ofertas-proformas de servicios de inspecciones de diferentes elementos y componentes del sistema de levantamiento (izaje) para el taladro de perforación Tuscany 117. En estas ofertas generadas hay que tomar en cuenta que la empresa Tuscany, para los ofertantes, ya es un cliente y sus ofertas pueden tener un componente de ventaja por serlo.

A continuación se exhibirán las ofertas enviadas por empresa ofertante:

5.4.1.1 Sindes

En la presente cotización de la Empresa Sindes el trabajo a realizar es:

- Inspección con partículas magnetizables métodos húmedas fluorescentes y secas.
- Medición de espesores de pared

Las condiciones aplicadas que menciona la proforma de la Empresa Sindes son las siguientes:

- Las inspecciones con base en ensayos no destructivos, partículas magnéticas y ultrasonido, serán en base a normas establecidas técnicamente aceptables.
- Los inspectores ofertados son de niveles I y II

- En las tuberías de alta presión se medirán espesores y se aplicarán partículas magnetizables para detección de fallas.

FIGURA 5.15- COTIZACIÓN DE LA EMRESA SINDES

COTIZACIÓN					
Cotización	Revisión	Validez Oferta	Fecha de Inicio de Trabajo	Condición de Pago	Fecha
SINDES-CO-054-001-084	0	30 días	Por Confirmar	Por Confirmar	ago 23/2014
I) TRABAJO A REALIZAR					
1.1. Inspecciones por ensayos no destructivos se ejecutan en base a los siguientes códigos, normas y recomendaciones:					
ASTM E 709: Standard Guide for Magnetic Particle Examination					
ASTM E 797: Standard Practice for Measuring Thickness by Manual Ultrasonic Pulse-Echo Contact Method					
1.2. El trabajo a realizar es:					
- Inspección con partículas magnetizables métodos húmedas fluorescentes y secas					
- Medición de espesores de pared					
II) COSTOS					
Ítem	Descripción	Cant	Unid	Precio	Prec Total
1	Pad eyes (4 Pad eyes)	1	Horas	\$60,00	\$60,00
2	Soportes de skid de maquinaria (1 skid)	1	Horas	\$60,00	\$60,00
3	Poleas de hasta 60 pulgadas de diámetro (1 polea de 60")	3	Horas	\$60,00	\$180,00
4	Winches de 11.000 libras (1 Winche)	1	Horas	\$60,00	\$60,00
5	Grilletes (4 grilletes)	1	Horas	\$60,00	\$60,00
6	Tubería de alta presión de hasta 4 pulgadas de diámetro	1	Horas	\$70,00	\$70,00
TOTAL					
OBSERVACIONES					
1. Los precios no incluyen IVA					
2. Los inspectores son certificados niveles I y II según SNT - TC - 1A, con equipos de calibración vigente.					
3. Los precios son referenciales y puede aumentar o disminuir una vez realizado el trabajo.					
4. Las líneas de alta presión se realiza medición de espesores y partículas magnetizables, el tiempo en horas se definirá una vez realizado el trabajo					

FUENTE: Sindes

5.4.1.2 Maquinarias y Servicios Petroleros Maquiserpe Cía. Ltda.

La oferta de Maquiserpe contempla gastos que corren como parte del cliente, como: grasa y combustibles; movilización, pasaje aéreo si es fuera de la Región Amazónica, alojamiento y alimentación del personal en ejecución del trabajo.

A continuación se presenta la proforma de la Empresa Maquiserpe, en la cual indica el costo por cada uno de sus servicios de inspección y certificación de los elementos de izaje.

5.4.1.3 León Cables

León Cables es una empresa de Servicios de elaboración, inspección y certificación de Cables y eslingas. León cables realiza la inspección visualmente, no utilizamos Luz UV ni partículas magnéticas. La inspección es de todos los elementos de izaje: cadenas, estrobos y accesorios Crosby. León Cables en el desarrollo del trabajo incluye:

- Descripción de los elementos de izaje inspeccionados
- Recomendaciones para el uso de elementos de izaje
- Certificados de inspección visual emitido por León Cables que ha inspeccionado el elemento de izaje que se encuentra en estado óptimo.

La inspección que realiza León Cables Cía. Ltda., es únicamente de tipo visual, por lo que no puede certificar la resistencia de elementos de izaje que presenten algún tipo de daño.

En la figura 5.15 se muestra el escaneado de la Proforma de la Empresa León Cables Solicitada por Tuscany para poder evaluar el precio de los servicios que ellos brindan.

En la tabla 5.6 se muestra una segunda proforma de León Cables, con la diferencia de la primera la segunda fue un trabajo realizado en Tuscany.

FIGURA 5.17- PROFORMA DE LA EMPRESA LEÓN CABLES

P R O F O R M A No. 00039185

=====

CLIENTE : TUSCANY INTERNATIONAL DRILLING INC. CODIGO: Q-T00028
 HDC : 1792208068001
 Atte : SR. MAURICIO FLORES
 CONTACTO : LEYDI JIMENEZ
 DIRECCION : AV. REPUBLICA DEL SALVADO R N34-127 Y SUIZA EDIP.
 TELEFONO : 3325000
 CIUDAD : QUITO

EMISION : 5-Septiembre-2014

ATENDIDO POR: PR

CANT.	U.M.	C O D I G O	ALTERN0	DESCRIPCION	VALOR UNITA	%DSC	V.UNI.C/D	VALOR TOTAL
1.00		00001		INSPECCION VISUAL VALOR POR DIA. INCLUYE DOS TECNICOS CERTIFICADOS POR THE CROSBY GROUP INFORME DE INSPECCION RE-ETIQUETACION Y LUBRICACION DE ESTROBOS DE CABLE CON PLACAS DE ACERO	565.00	0 %	565.00	565.00

OBS :

SUMAN S/D	565.00
- 0.00 % DSCTO	0.00
SUMAN	565.00
+12% IVA	67.80
TOTAL	632.80

FORMA DE PAGO : CREDITO 30 DIAS
 TIEMPO DE ENTREGA : A CONVENIR
 SUJETO A CONFIRMACION DE STOCK

LUGAR DE ENTREGA : A CONVENIR
 VALIDEZ DE LA OFERTA : 3 DIAS

CONDICIONES PARTICULARES: EN PRODUCTOS DE IMPORTACION LOS PRECIOS ESTAN SUJETOS A LAS CANTIDADES SOLICITADAS

FUENTE: Empresa León Cables

TABLA 5.7- PROFORMA DE LA EMPRESA LEÓN CABLES

CANTIDAD	CÓDIGO DE ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Nº PARTE	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.00	\00001	INSPECCIÓN VISUAL INCLUYE: INSPECCIÓN VISUAL ETIQUETAMIENTO Y LUBRICACIÓN DE ESLINGAS DE CABLE INFORME FINAL CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN TIEMPO ESTIMADO: 3 DÍAS CANTIDAD DE ESLINGAS A INSPECCIONAR 57		1.350,000	1.350,000
2		ELABORACIÓN DEL OJO DE 3/4 PULGADAS		47,50	90,00
				SUMAN	1440,000
				DESCUENTO + 12% IVA	172,80
				TOTAL	1612,80

FUENTE: Empresa León Cables

5.4.1.4 Veriftest

Veriftest ejecutó servicios de inspección de elementos y componentes del sistema de levantamiento (izaje) para Tuscany con los valores que se muestran a continuación en la proforma de dicha empresa.

La oferta del servicio de Veriftest es bajo normas técnicas estándares aceptado por las partes, en el sitio especificado por el cliente y con la emisión de un informe técnico con los resultados y firma de responsabilidad.

Las condiciones generales de servicio de Veriftest son los siguientes:

- Identificación del elemento de izaje y sus características.
- Inspección visual del elemento de izaje en sitio.
- Se aplicara método de inspección por tintas penetrantes.
- Se aplicara método de inspección por ultrasonido.
- Todo el proceso de inspección y certificación será respaldado con un Set Fotográfico.

FIGURA 5.18- PROFORMA DE VERIFTEST

CLIENTE: TUSCANY INTERNATIONAL DRILLING INC.					
SOLICITUD DE COTIZACION: S/N					
OFERTA VERIFTEST EC: EC OFER-0047-2014-CEI					
LISTA DE PRECIOS					
CANTIDAD	DESCRIPCION	FACTOR	LUGAR DE INSPECCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	PAD EYES / CANCAMOS	N/D	N/D	70,00	70,00
1	SOPORTES DE SKID DE MAQUINARIA	N/D	N/D	350,00	350,00
1	POLEAS	60 PULGADAS	N/D	110,00	110,00
1	WINCHES	5,5 TON.	N/D	550,00	550,00
1	CABLES	2 7/8 PULGADAS	N/D	90,00	90,00
1	TUBERIA ALTA PRESION 4 PULGADAS DIAMETRO	4 PULGADAS	N/D	110,00	110,00
1	GRILLETES	N/D	N/D	60,00	60,00
1	AYATOLAS	N/D	N/D	90,00	90,00
1	TECLE MANUAL / POLIPASTOS	N/D	N/D	150,00	150,00
1	PASTECA	N/D	N/D	150,00	150,00
1	SWILVELS	N/D	N/D	150,00	150,00
1	ESTROBOS / ESLINGAS DE ACERO	N/D	N/D	120,00	120,00
1	ESLINGAS DE POLIESTER	N/D	N/D	120,00	120,00
1	CANASTILLA ELEVACION PERSONAS	N/D	N/D	450,00	450,00
14					2.570,00

FUENTE: Empresa Veriftest

5.4.1.5 Innodes

A continuación se muestra la siguiente proforma de la Empresa Innodes para la inspección y certificación de cada uno de los elementos de izaje.

FIGURA 5.19- PROFORMA DE INNODES

			
PROFORMA DE TRABAJO			
CLIENTE : TUSCANY			
PROYECTO : TALADRO			
LOCACION : ORIENTE		FECHA: 10/09/2014	
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1 DIA O INTERVENCION	INSPECCION DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL	\$ 400,00	
1 METRO	PELICULA PROCESADA	\$ 15,00	
1 DIA O INTERVENCION	INSPECCION DE PARTICULAS MAGNETICAS FLOURESCENTES	\$ 500,00	
1	MOVILIZACION	\$ 200,00	
		SUBTOTAL	
		IVA 00%	
		IVA 12%	
		TOTAL	
VALIDES DE LA OFERTA	TIEMPO DE ENTREGA	CONDICIONES DE PAGO	IVA 0 %
30 DIAS	NO APLICA	N/A	MOVILIZACION
OBSERVACIONES: La inspeccion sera realizada por dos tecnicos calificados			
 HUGO MORILLO GERENTE GENERAL			

FUENTE: Innodes

Para el cumplimiento de esta inspección, en el detalle de la oferta económica es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

IVA: Nuestra oferta no incluye IVA.

Movilización estará a cargo de INNODES

Alimentación y hospedaje estará a cargo de TUSCANY

5.4.1.6 Bureau Certification & Inspection

B.C.I es una empresa ecuatoriana, de inspección y certificación en equipos de izaje y operadores, dichas certificaciones rigen bajo las normativas nacionales e internacionales.

A continuación se muestra la Proforma de B.C.I:

FIGURA 5.20- COTIZACIÓN DE LA EMPRESA BUREAU CERTIFICATION & INSPECTION

		COTIZACION SERVICIOS			
		INSPECCION DE EQUIPOS DE IZAJE Y SUS ACCESORIOS CERTIFICACION DE OPERADORES			
Telf: (02) 2417531 / 0997701045		E-mail: cristian_lopez25@hotmail.com		RUC:1792341272001	
		Quito-Ecuador			
CLIENTE:		TUSCANY PERFORACION PETROLERA TUSCANYPERF S.A.			
DIRECCION:		Av. República de El Salvador N34-127 Y Suiza			
FECHA	10/09/2014	TELEFONOS	3325000	FAX	***
Requerimiento General del Cliente: INSPECCION DE EQUIPOS					
Item	Num de parte	Descripción	Cantidad	Unitario	Costo
1		INSPECCIÓN DE WINCHE (Costo unitario)	1	400	400
2		INSPECCIÓN DE GRILLETES (Costo unitario)	1	10	10
3		INSPECCIÓN DE CABLE (Costo por hora)	1	80	80
4		INSPECCIÓN DE POLEAS, DESGASTE Y END POR PARTICULAS MAGNETICAS (Costo unitario)	1	130	130
Nota:		- Costos no incluyen gastos de movilización, hospedaje y alimentación.			
				Subtotal	620,00
				12% Iva	74,40
				TOTAL (USD)	694,40

FUENTE: Empresa Bureau Certification & Verification

ALCANCE Y OBSERVACIONES.

1. Si el equipo pasa satisfactoriamente toda la inspección, se emitirá el Certificado de Operación y se entregará una placa para que sea colocado en un lugar visible del equipo.
2. El presente certificado tiene una validez de un año calendario a partir de la fecha de emisión.
3. BCI se reserva el derecho de retirar el certificado en caso de que el propietario, subcontratista, operador o usuario independiente o casual altere algún documento
4. En caso de que por algún motivo el equipo no apruebe la inspección, se deberán solucionar todas las observaciones indicadas por el técnico. Cuando sean subsanadas estas observaciones, se solicitará una nueva inspección (re-inspección).
5. En caso de requerir una re-inspección debido a que el equipo no aprobó, esta tendrá un costo de los 40% del valor inicial más impuestos.
6. Si la re-inspección se realiza en un plazo máximo de 1 mes, se revisarán únicamente las novedades encontradas en la inspección, si se realiza en un período de 1 a 3 meses se realizará una re-inspección de todo el equipo, pasado los 3 meses se considerará como inspección nueva.
7. La Empresa contratante deberá proveer de todas las facilidades para la realización de las actividades por parte del inspector. Si los trabajos son fuera del Distrito Metropolitano de Quito o del Coca, la Empresa contratante, deberá asumir los gastos de movilización, alimentación y hospedaje.
8. El Inspector de BCI no operará ningún tipo de equipo, es responsabilidad de la Empresa contratante disponer de un operador para que realice las maniobras que el Inspector solicite. Por tal motivo BCI no es responsable por las maniobras realizadas, las cuales son de exclusiva responsabilidad de la empresa contratante tanto en lo físico como en lo referente a seguros de todo riesgo, equipo o riesgo civil.

9. El informe será emitido dentro de las 72 horas laborables siguientes a la finalización de la inspección y/o finalización de trabajos, en caso de que se inspeccione más de un equipo.
10. La aprobación de la cotización, se la debe formalizar confirmación vía e-mail, fax, telefónicamente o personalmente.
11. BCIBUREAU CERTIFICACION & INSPECCION DE EQUIPOS S.A. garantiza en todo momento su imparcialidad, confidencialidad e integridad, ya que el personal de la Empresa está libre de cualquier presión comercial, financiera, económica o de otro índole, ya sea esta interna o externa, que pueda influenciar su juicio.
12. En caso de que se tenga la intención de hacer pública una información se informará con antelación al cliente, y se le indicará qué información es la que se planea publicar. De igual manera cuando por ley se deba divulgar información confidencial o cuando esté autorizada por compromisos contractuales, se notificará al cliente acerca de la información proporcionada, salvo que esté prohibido por la ley.
13. Nuestra política como BCI es ofertar la misma calidad de servicio a todos nuestros clientes sin ninguna distinción en costos y en atención.
14. La Empresa contratante se compromete a la aceptación de la presencia de evaluadores del OAE cuando esta sea requerida, para que participen como observadores en las visitas que el Organismo de evaluación realice como parte de los procesos de inspección. La misma que será informada con anticipación.
15. Por motivos de calidad es posible que se requiera que el equipo o accesorio ya inspeccionado y certificado sea sometido a una nueva inspección, es decir, se realice una verificación del trabajo ya realizado. El resultado de la nueva inspección no influye en los resultados (informe y certificado) ya emitidos.

16. Si por algún motivo (exceso de trabajo, personal que salió inesperadamente, etc) BCI decidiera subcontratar el servicio de inspección se comunicará previamente al cliente.

5.4.2 GASTO REALIZADO POR TUSCANY

De los archivos de Tuscany, luego de la búsqueda, procesamiento y comprobación de los valores facturados por las empresas que ofrecen Inspección y Certificación de componentes y elementos del sistema de levantamiento (izaje) para un taladro de perforación, a Tuscany, tenemos que el valor egresado por Tuscany para cubrir estos servicios durante el año 2013 es de \$ 25.645,78 durante el presente año 2014 es de \$ 48.166,46

5.4.3 ANALISIS ECONÓMICO

El gasto que involucra la inspección y posterior certificación de los elementos y componentes del sistema de levantamiento del Taladro de Perforación Tuscany 117, es una cantidad de dinero que puede verse significativamente alta, tomando en cuenta que es un gasto semestral.

Sin embargo de lo anterior, hay que tomar en cuenta que el no cumplimiento de un requisito, como es la certificación de un elemento o componente del sistema de levantamiento, puede dar como consecuencia la paralización de operaciones de perforación de un pozo. En caso de darse este evento, las penalidades son los NPT (TIEMPOS NO PRODUCTIVOS) de la perforación a cargo de Tuscany.

Estos NPT mencionados están compuestos por el costo de la hora de operación del taladro y cualquier otro costo por cualquier operación que se suspenda o afecte.

A lo anterior mencionado, deben añadirse los aspectos de Seguridad Ocupacional conjuntamente con el legal. Esto está tomando en cuenta la ocurrencia de accidentes, como consecuencias de fallas de los componentes o elementos del sistema de levantamiento, que puedan causar accidentes a trabajadores o terceras personas; atribuibles, luego de la investigación respectiva, a una

negligencia. En este caso, habría la indemnización y cobertura de gastos por atención médica, respectiva.

De este modo el análisis económico realizado toma en cuenta aspectos que influyen en el acceso al servicio de inspección y certificación de los componentes y elementos de levantamiento anteriormente mencionados así como el costo en que se incurriría en el caso de la ocurrencia de accidentes.

Aunque el dato no es preciso por ser confidencial, solamente tomando en cuenta la tarifa a cargo del taladro en la perforación, sin anexar cualquier otro gasto imputable a una paralización de operaciones o accidente sería de 1375 USD /hora. Si miramos que generalmente en inspeccionar un conjunto de 10 elementos ha tomado aproximadamente alrededor de 10 horas, la cifra en un evento de paralización sería de 13.750 USD más el costo de la realización del servicio.

A la cantidad de dinero anteriormente mencionada se la puede también considerar, como un dinero que se ha dejado de ganar, es decir ganancias pérdidas. Por lo que de cualquier manera no es procedente incurrir en costos por NPT por no cumplir la certificación de los elementos o componentes del sistema de levantamiento (izaje).

5.4.4 OFERTAS TÉCNICAS ECONÓMICAS

Con un análisis previo de cada una de las proformas de las Empresas ofertantes de los servicios de inspección y certificación de cada elemento del sistema de izaje, se procedió a realizar la tabla 5.7 en la que se escoge la oferta más económica de cada uno de los servicios ofertados.

Es importante que recalcar los elementos a inspeccionar en el Taladro Tuscany 117:

- Pad eyes (elementos soldados a una estructura para sujeción o elevación)
- Cables de hasta 2 7/8 pulg
- Ayatolas (elevadores con pin) para tubería

- Tecele manual
- Pasteca
- Swivels
- Estrobos/ eslingas de acero, eslingas de poliéster.
- Canastilla de elevación personal
- Puntos de elevación de estructuras (skid)
- Winches
- Grilletes

TABLA 5.8- OFERTAS DE SERVICIOS DE INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN

Cantidad	Elementos	Oferta más Económica	Precio (\$)
1	Pad eyes	Verifitest	70,000
1	Soporte de Skid Maquinaria	Verifitest	350,000
1	Poleas de hasta 60 pulg de diámetro	Verifitest	110,000
1	Winches de 11.000 libras	Verifitest	350,000
4	Grilletes	BCI	10
1	Cables de hasta 2 7/8 pulg	Verifitest	90,000
1	Ayatolas	Verifitest	90,000
1	Tecele manual	Verifitest	150,000
1	Pasteca	Verifitest	150,000
1	Swivels	Verifitest	150,000
1	Estrobos/ eslingas de acero	Verifitest	120,000
1	Eslingas de Poliéster	Verifitest	120,000
1	Canastilla de elevación personas	Verifitest	450,000

FUENTE: Maquiserpe, Verifitest, Sindes

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Las inspecciones son procedimientos de mantenimiento y producción que consisten en observaciones a las diversas áreas industriales, así como en los equipos y herramientas de trabajo, para detectar: procedimientos incorrectos, equipos defectuosos, áreas peligrosas y riesgos potenciales. Evaluando los riesgos, planteando medidas correctivas y monitoreando correcciones anteriores.
- La inspección visual genera tanto información cualitativa como cuantitativa. Es el método más antiguo y común de ensayos no destructivos
- Todo taladro nuevo o usado deberá ser inspeccionado y certificado antes de iniciar operaciones.
- La inspección y certificación de operatividad de los componentes o partes de equipos de levantamiento de carga en las unidades de perforación y servicios a pozos, constituye un aval del adecuado funcionamiento, garantizando que el equipo operará de acuerdo con lo especificado por el fabricante
- La inspección debe ser documentada detalladamente según la norma que sea aplicada. Todas las soldaduras (100%) deben ser certificadas por personal competente.
- Cualquier cambio que se presente en el estado del equipo puede afectar la utilidad del equipo, y debe ser registrado en el respectivo registro del equipo, según la Norma API 8B
- Equipo rechazado debe ser marcado y removido de servicio para una evaluación posterior, hasta que las deficiencias sean corregidas, según la norma API 8B.

- En las acciones de mantenimiento, se debe enfatizar la inclusión de las siguientes inspecciones: ajustes, limpieza, lubricación, prueba y reemplazo de partes, según la norma API 8B.
- Las indicaciones superficiales menores, pueden ser removidas por un grado limitado de presentación en el marco de los límites especificados por el fabricante; en su acción se debe prevenir el calentamiento en exceso que afecte a las propiedades mecánicas, incluyendo la dureza del material, tal y como consta en la norma API 8B.
- La calificación de la carga máxima se basará en el diseño del factor seguridad, propiedades mecánicas y en el límite elástico del material, según la norma API 8ª.
- La verificación del control de materiales será acorde con el control de requerimientos en la sección de materiales, tal y como consta en la Norma API 8A
- La Norma API 9B es Práctica Recomendada que designa las aplicaciones típicas del cable usado en operaciones y servicios petroleros.
- Para el manejo del carrete se establece que se debe utilizar siempre bloques de madera entre el cable y la cadena para prevenir daños o distorsión del cable, como consta en la Norma API 9B
- De acuerdo a la Norma API 9B se debe evitar mover el carrete en ambientes de lodo o suciedad.
- Durante el cambio de líneas se debe suspender el bloque viajero desde la corona con una línea. Esta práctica es efectiva para el corte y recorrido del cable, según la Norma API 9B
- De acuerdo con la Norma API 9B en cuanto a la rotación del carrete, éste debe ser posicionado en un eje horizontal que esté libre de la rotación cuando es alado y en una posición que el cable no friccione con cualquier elemento de la torre, o cualquier obstáculo al ser halado hacia la corona.

- La Norma API 9B establece que es aconsejable el uso de equipo apropiado para el levantamiento y colgamiento respectivo del carrito.
- De acuerdo con la Norma API 9B en cuanto a la tensión del cable indica que debe ser mantenida a medida que abandona el carrito, y se debe tener una precaución adecuada para evitar el retorcimiento del cable a causa de removerlo o que una sección sea dañada.
- Según la Norma API 9B en cuanto a la limpieza del cable recomienda ser limpiado con un cepillo. El uso de un solvente puede dañar el cable. Establece que el cable necesita ser lubricado y éste debe ser libre de ácido o álcali.
- La Norma API 9B establece que cuando un cable es nuevo, antes de ser instalado por un período corto, éste debe ser corrido en condiciones controladas de carga y velocidad. Se debe controlar la velocidad del cable cuando éste siendo corrido. Y debe ser instalado en poleas usadas debido a que los surcos de las poleas deben ser chequeados.
- En cuanto al cable la Norma API 9B establece con respecto a las poleas que deben estar correctamente alineadas y el contorno de los surcos deben ser chequeados periódicamente. Las poleas deben ser debidamente lubricadas para evitar un mínimo esfuerzo éstas.
- Antes de cortar un cable se debería asegurar que ha sido sujetado en cada lazo con suaves lazos de alambre. En la parte del enchufe se debe contar con al menos dos agarraderas que deberían ser colocadas a una distancia del final igual a la longitud (d) de la caja del enchufe, tal y como lo establece la Norma API 9B.
- Para evaluar el servicio total ejecutado por el cable de perforación se puede evaluar tomando en cuenta la cantidad de trabajo realizado por la línea en varias operaciones de perforación (perforación, núcleo, pesca) y tomar en cuenta factores como: la tensión impuesta por la aceleración y desaceleración, sobrecargas, esfuerzos de vibración, tensión impuesta por la

fricción de la línea en contacto con el tambor y poleas de superficie, y otros hasta más cargas

- Según la Norma API 4G, en el levantamiento y bajada de las operaciones se debe utilizar el malacate, una práctica lenta en el uso de la línea rápida debe ser aplicada.
- Los factores que afectan el límite de vida de una línea de levantamiento son: desgaste, corrosión y daños, según la Norma API 4G.
- En el caso de reparaciones programadas de servicios de pozo se debe reemplazar alguna curvatura o parte de un daño y usar procedimientos de soldadura aprobados por el fabricante, los artículos fijos y accesorios deben colocarse en estructuras por medio de grapas adecuadas y abrazaderas y otros accesorios deben estar siempre en el lugar cuando la estructura está bajo carga, según recomienda la Norma API 4G.
- Se recomienda revisiones de rutina, a intervalos apropiados, de inspecciones de todas las soldaduras y otros aspectos de:
 - Inspección de todas las soldaduras de Mecanismo de levantamiento para grietas y otros signos de deformación.
 - Los circuitos hidráulicos en drenaje del aire antes de cada operación.
 - Cables deben ser inspeccionados por enroscaduras, o cualquier tipo de daño.
 - Controlar los mecanismos de transferencia de cargas guías y arietes telescópicos estabilizadores. Después del tope de la sección, el telescópico debe ser ubicado en posición de trabajo, verificar que el mecanismo de transferencia de carga esté totalmente engranado.
 - Verificar la lubricación de las poleas
 - Verificar la unidad para el nivel de fundación y soporte adecuado para la ubicación anterior al levantamiento de la torre.

- En la Norma API 9A constan las propiedades, los requisitos, propiedades que debe cumplir, de acuerdo a la aplicación del cable en la industria petrolera.
- El esfuerzo de ruptura de un cable sin recubrimiento o galvanizado, de varios grados, deberá estar de acuerdo con los valores de las tablas 2.11 y 2.12 para el tamaño de alambre a probarse, de acuerdo con la Norma API 9A.
- De acuerdo con la Norma API 9A, en el transporte del cable de perforación, a menos de otra especificación, será transportado en un carrito de cabeza redondeada.
- Según la Norma API 9A el fabricante deberá proteger el cable en el carrito con un recubrimiento resistente al agua como papel de alquitrán o estopa o algún material similar que proteja al cable por daños de humedad, polvo, o suciedad.
- La aplicación de las normas API al sistema de levantamiento del Rig Tuscany 117, contribuyó a mejorar la calidad de los servicios de perforación que brinda Tuscany, debido al incremento de la confiabilidad de su equipo de levantamiento, el mismo que se complementa con el control respectivo.
- La revisión de los certificados de cada una de las partes de los componentes del sistema de levantamiento contribuyó a verificar la vigencia de cada uno de estos certificados e inspecciones existentes en el taladro.
- La Norma API 8C proporciona los estándares para el diseño y manufactura del equipo de levantamiento útil para operaciones de perforación y producción.
- Cuando un equipo es sometido a cargas de prueba, la realización de pruebas NDE, deberán ser realizadas después de estas cargas de pruebas para materiales susceptibles de fisuramiento, como indique el fabricante. Estas pruebas NDE se ejecutará en un mínimo de 24 horas después de la prueba de carga.
- Según la Norma API 8C las pruebas de verificación de diseño para elevadores se las debe hacer con insertos y cuñas en su lugar.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se deben detectar procedimientos incorrectos, equipos defectuosos, áreas peligrosas y riesgos potenciales, con la evaluación de los riesgos, planteando medidas correctivas y monitoreando correcciones anteriores.
- En primera instancia aplicar la inspección visual, previo a los ensayos no destructivos
- Antes de iniciar operaciones de perforación se debe certificar la operatividad de los componentes y partes del sistema de levantamiento.
- Junto con las consideraciones técnicas de la prestación del servicio de perforación se debe otorgar el aval de operatividad de los componentes y partes del sistema de levantamiento de carga.
- Deben ser inspeccionadas y certificadas todas las soldaduras por personal competente.
- Cuando existan cambios en el estado de los equipos que puede afectar su utilidad, se debe registrar.
- Cuando un equipo es rechazado debe ser marcado y removido de servicio para una evaluación posterior, hasta que las deficiencias sean corregidas.
- Cuando el mantenimiento es realizado, se debe enfatizar la inclusión de las siguientes inspecciones: ajustes, limpieza, lubricación, prueba y reemplazo de partes, según la norma API 8B.
- Se puede remover afecciones superficiales menores, siempre y cuando se respeten los límites establecidos por el fabricante en cuanto a exceso de calor y afectaciones de propiedades mecánicas, incluyendo la dureza del material.

- Para las aplicaciones típicas del cable usado en operaciones y servicios petroleros, se deben aplicar las recomendaciones técnicas especificadas para el cable de perforación.
- Se deben utilizar bloques de madera cuando se requiera manejar el cable de perforación, a fin de prevenir daños en el mismo
- Se debe evitar para el cable de perforación ambientes de lodo o suciedad y para movilizarlo, utilizar el equipo adecuado.
- Se debe evitar el retorcimiento del cable en el manejo del mismo. La limpieza del cable debe ser cuidadosa y con un cepillo exclusivo para él; así mismo se deben utilizar lubricantes libres de álcalis
- Las poleas que vayan a tener contacto con el cable deben ser apropiadamente limpiadas y lubricadas.
- Se debe llevar un registro completo del servicio del cable a fin de evaluar su vida útil (perforación, núcleo, pesca), además de deben tomar en cuenta factores como: la tensión impuesta por la aceleración y desaceleración, sobrecargas, esfuerzos de vibración, tensión impuesta por la fricción de la línea en contacto con el tambor y poleas de superficie, y otros hasta más cargas
- A fin de alargar la vida útil del cable de perforación se deben evitar factores como: desgaste, corrosión y daños.
- Se recomienda revisiones de rutina en:
 - Inspección de todas las soldaduras del Mecanismo de levantamiento para grietas y otros signos de deformación.
 - Los circuitos hidráulicos en drenaje del aire antes de cada operación.
 - Cables deben ser inspeccionados por enroscaduras, o cualquier tipo de daño.

- Controlar los mecanismos de transferencia de cargas guías y arietes telescópicos estabilizadores. Después del tope de la sección, el telescópico debe ser ubicado en posición de trabajo, verificar que el mecanismo de transferencia de carga esté totalmente engranado.
- Verificar la lubricación de las poleas
- Verificar la unidad para el nivel de fundación y soporte adecuado para la ubicación anterior al levantamiento de la torre.
- Se debe revisar que de fábrica el cable en el carrito esté protegido con un recubrimiento resistente al agua como papel de alquitrán o estopa o algún material similar que proteja al cable por daños de humedad, polvo, o suciedad.
- Se debe realizar inspecciones según la periodicidad de las normas a todos los componentes y partes del sistema de levantamiento, esto es un requisito técnico y sobre todo es una medida de seguridad para bajar el riesgo de accidentes durante operaciones del taladro de perforación.

TABLA 6.1- PERIODICIDAD DE REVISIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LEVANTAMIENTO DEL RIG 117

ITEM	COMPONENTE	PERIODICIDAD
1	Pad eye	6 meses
2	Soporte de levantamiento	6
3	Grilletes	6
4	Ayatola	6
5	Cables	6
6	Tecla manual	6
7	Poleas	6
8	Swivel	6
9	Winches	6
10	Canastilla de elevación de personal	6
11	Malacate	Cada año
12	TDS	Cada año
13	Soldaduras	6 meses
14	Corona	1 año
15	Bloque viajero	1 año
16	Gancho	1 año
17	Ancla de línea muerta	6 meses

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Ancla de línea muerta: dispositivo de soporte para el extremo fijo del cable de perforación.

ANSI: Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, American National Standards Institute es una organización sin ánimo de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos.

API: (American Petroleum Institute). Instituto americano del petróleo.

Ariete hidráulico: mecanismo para bombear movido por energía hidráulica

Ayatola: accesorio con pin y gancho para conectar en cajas de tubulares

B

Bloque corona: dispositivo que soporta en la parte más alta de la torre las líneas de perforación.

Bloque viajero: dispositivo que contiene a las poleas de las líneas de perforación, soporta al resto de la sarta de perforación y se mueve en forma vertical

BOP: dispositivo preventor de reventones

C

Cable de perforación: cable que soporta la tensión del peso de la sarta y a provee de movimiento.

Canastilla de elevación de personal: dispositivo para subir o bajar personas en la torre, en tareas de reparación.

D

E

Elevadores de casing: dispositivos que permiten conectarlos tubos revestidores para subirlos al piso de perforación.

Enhebrar: pasar el cable por el sistema de levantamiento

F

Factor de seguridad: porcentaje de soporte adicional a la cantidad de soporte diseñada de un equipo, accesorio material.

G

Gancho: dispositivo que engancha al top drive al bloque viajero

Grillete: Accesorio para conectar eslingas o cables

I

Inspección: Actividad comprobatoria del defecto o la falla prevista o no prevista.

K

Kelly giratorio: tubo hexagonal para transmitir la rotación a la sarta de perforación

L

Línea muerta: parate o sección de la línea de perforación que no se mueve.

Línea rápida: parte de la línea de perforación que se mueve con toda la velocidad que le demanda el malacate.

M

Malacate: Es un carrete principal de diámetro y longitud proporcionales según el modelo y especificaciones generales.

N

NDT: Análisis no destructivo

P

Pad eyes: accesorios con orificio y soldados a una estructura para ser un punto de levantamiento.

Pivote giratorio: accesorio que permite elevar cargas y descargar la rotación que esta acción puede generar.

R

Resistencia nominal: resistencia de diseño a una fuerza dada por el fabricante

S

Soldadura: material añadido a otro material por efectos de calor

Swivel: pivote

T

Torre o taladro de perforación: estructura que soporta todo el equipo de perforación.

Torón: sección de un cable formado por varios alambres individuales.

Top drive: sistema de perforación con fuerza motriz, hidráulica y mecánica; con sistemas integrados que permiten mandos a distancia.

W

Winche: dispositivo con motor y cable diseñado para transmitir fuerza a través del cable

Warnido del alambre: torsión dada a un cable

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (December de 1995). *API Recommended Practica 7L*. first edition.
- (1 de June de 1995). *API Specification 9A*. Canada: four edition.
- (December de 1997). *API Recommended Practica 8B*. sixth edition.
- (December de 1997). *API Specification 8C*. third edition.
- (June de 1999). *API Recommended Practica 9B*. tenth edition.
- (March de 2001). *API Recommended Practice 8B*. C nada: seventh edition.
- (April de 2004). *API Recommended Practica 4G*. Canada: third edition.
- Bourgoyne, A. T., Millheimz, K. K., & Chenevert, M. E. (1991). *Applied Drilling Engineering*. United States of America: Society of Petroleum Engineers.
- García, A. (2009). *El taladro componentes*. Recuperado el 26 de Junio de 2014, de <http://es.scribd.com/doc/22519554/Taladro-de-perforacion>
- Hawker, D., Vogt, K., & Robinson, A. (2002). *Procedimientos y Operaciones en el Pozo*. Calgary: Datalog.
- *INNODES CIA LTDA*. (s.f.). Recuperado el 12 de Septiembre de 2014, de <http://innodes.es.tl/>
- *LEÓN CABLES CIA LTDA*. (s.f.). Recuperado el 14 de Agosto de 2014, de <http://www.leoncables.net/>
- *MAQUISERPE*. (s.f.). Recuperado el 17 de junio de 2014, de <http://www.maquiserpe.com/site/>
- PDVSA. (1998). *Pozo Ilustrado*. Venezuela: FONCIED.

- Tuscany. (2012). *Curso de Well Control International*. Departamento de QSHE.
- Universidad de Zulia. (2009). *Perforación rotatoria*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2014, <http://es.scribd.com/doc/27340754/Universidad-Del-Zulia-Perforacion-I>
- Universidad de Zulia. (2011). *Fluidos de perforación*. Recuperado el 12 de Mayo de 2014, <http://seminarioluzpetroleo.files.wordpress.com/2012/11/sistema-de-circulacic3b3n.pdf>
- VERIFTEST. (s.f.). Recuperado el 20 de mayo de 2014, <http://www.veriftest.com.ec/ui/>

ANEXOS

ANEXO No 1
MATRIZ DE FRECUENCIAS DE CERTIFICACIONES DEL RIG
117

ANEXO No 2
CERTIFICACIONES DE LAS PARTES Y ELEMENTOS DEL
SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DEL RIG 117

ANEXO No 3
MATRIZ DE EGRESOS EMITIDA POR TUSCANY