	Estándar	Autorizó Enrique Lusso Director General
	Pruebas de Integridad de Formación y Kick Tolerance	
	Revisión: 01 Página: 1 de 15 Fecha: 21/05/2020 Código: HOK-OTD-ES-002	

- **Contenido**

1. Objetivo
2. Alcance
3. Términos, abreviaturas y definiciones
4. Desarrollo
 - 4.1. Pruebas de Integridad de Formación
 - 4.2. Kick Tolerance
 - 4.3. Registros
5. Documentos de referencia
6. Anexos

Resumen de Versiones

Versión	Descripción	Vigencia
1	Se agrupan los estándares de Pruebas de Integridad y Kick Tolerance en un único documento. Ver Control de cambios - revisiones.	21/05/2020
0	Primera edición del documento	30/06/2015

Control de cambios - revisiones:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA
1	<ol style="list-style-type: none">1. Se agrupan en un solo estándar Prueba de Integridad de Formación y Kick Tolerance.2. Se define un único valor de Kick Tolerance, el cual debe ser mayor o igual a 25 bbl para cada sección del pozo que se perfora con BOP instalado.3. Se incluye el escenario de cálculo de Swab Kick y se define cuándo se puede aplicar únicamente dicho escenario para el cálculo del Kick Tolerance.4. Se define la capacidad, mínima, para detectar cambios de volumen (influjos) en Piletas y Trip Tank.5. Se indica cómo proceder para determinar la densidad del fluido en el reservorio cuando no sea posible validarla.6. Se incorpora un gráfico para estimar la Densidad del Gas, en función de la presión y temperatura (Anexo IV).7. Se indica dónde debe quedar registrado el Cálculo del Kick Tolerance.8. Se actualiza la hoja de cálculo del Kick Tolerance (Anexo III).9. Se incluyen las definiciones de: FBP, LOP, SBT y Resistencia de la formación.10. Se corrige la cantidad de metros de formación nueva a perforar por debajo del zapato para realizar la Pruebas de Integridad de Formación.11. Se define el criterio para realizar un SBT.12. Se definen las condiciones que se deben cumplir, simultáneamente, para poder exceptuar el requisito de realizar la Prueba de Integridad de Formación, en una sección del pozo.13. Se permite el uso de las bombas eléctricas para realizar pruebas de Integridad de Formación.14. Se incluye el criterio de aceptación de las pruebas de SBT y FIT.15. Se agrega al criterio de aceptación de las pruebas de LOT que luego de detener el bombeo, la presión debe mantenerse constante o disminuir con una tasa de declinación (psi/min) cada vez menor, durante un periodo de monitoreo de al menos 5 minutos, para que la prueba sea aceptable.16. Se indica dónde deben quedar registradas las Pruebas de Integridad de Formación y SBT.	21/05/2020

1 Objetivo

Establecer el criterio para confirmar la capacidad de aislación del cemento y la presión que puede soportar la formación ubicada inmediatamente por debajo del último zapato, previo al inicio de la perforación de una nueva sección de pozo.

Definir el valor mínimo aceptado de Kick Tolerance, cómo debe calcularse y la capacidad, mínima, para detectar cambios de volumen (influjos) que deben tener los Equipos de Perforación, en las piletas y trip tank, cuando se perforan secciones del pozo con BOP instalado.

2 Alcance

Este estándar es de aplicación obligatoria para el personal propio y contratado, involucrado en las actividades de Perforación de la Vicepresidencia de Drilling & Completion, para todas las secciones de pozo donde se instale un BOP.

3 Términos, abreviaturas y definiciones

bbl (*US Barrel of Oil*): Abreviatura de barril de petróleo estadounidense que equivale a 42 galones estadounidenses y a 159 litros (158,987 litros) medidos a: 60 °F y 14,7 psi.

BOP (*Blow out preventor*): Válvula de control de surgencias.

DDR: Desarrollo de Reservas.

ECD (*Equivalent Circulating Density*): Densidad Equivalente de Circulación.

Elemento de Barrera (*WBE – Well Barrier Element*): Objeto o elemento que, solo o en combinación con otro elemento, forma una envolvente de barrera de pozo para prevenir el flujo no deseado de un fluido.

FBP (*Formation Breakdown Pressure*): Presión de ruptura de formación. Magnitud de la presión a la cual la formación expuesta se fractura y pierde su Integridad (capacidad de soportar presión sin aceptar fluido).

FIT (*Formation Integrity Test*): Prueba de Integridad de Formación. Se utiliza en áreas en las que se conoce el LOP a través de datos estadísticos para verificar la resistencia de la formación debajo del zapato del último casing a un valor preestablecido.

Se realiza aplicando presión a la formación, a caudal de bombeo constante, hasta la presión definida en el Programa de Perforación. Una vez alcanzada la presión definida en el Programa de Perforación o habiéndose encontrado el LOP antes de alcanzar dicha presión, se debe detener el bombeo.

En esta prueba se trabaja en la zona lineal de la curva Presión vs Volumen bombeado (zona elástica de la roca) y no se busca alcanzar el LOP, como se explica en el apartado 4.1.1 y Gráfico #1.

Intensidad de Kick: Es la diferencia entre la Presión de Poro y la Presión Hidrostática del fluido de perforación o la ECD, a la profundidad en que ingresa el influjo al pozo.

Kick Perforando: Influjo que ocurre cuando la presión de poro de la formación es mayor que la presión hidrostática del fluido de perforación o la ECD.

Kick Tolerance (KT): Es el máximo volumen de influjo que puede ser confinado y circulado al exterior sin fracturar la zona más débil del pozo.

LOP (*Leak off Pressure*): Presión de fuga de Formación. Magnitud de la presión ejercida sobre la formación expuesta que genera microfracturas en la misma.

Corresponde con el punto de pérdida de linealidad (cambio de pendiente) de la curva de Presión vs. Volumen bombeado, ver Gráfico #1. Dicha pérdida de linealidad se debe a que el fluido bombeado penetra en la formación, a través de las microfracturas, produciendo una disminución en la presión de superficie, a pesar de que el caudal de bombeo sea constante.

LOT (*Leak Off Test*): Prueba de Fuga de Formación. Se utiliza para determinar el LOP en áreas donde no se tienen datos estadísticos de la resistencia de la formación debajo del zapato del último casing o se necesita confirmar su valor.

Se realiza aplicando presión a la formación con caudal de bombeo constante, hasta alcanzar el LOP, como se explica en el apartado 4.1.1.

MAASP (*Maximum Allowable Annulus Surface Pressure*): Máxima Presión Permitida en Superficie para el Espacio Anular. Es la mayor presión, medida en superficie, que el anular puede contener sin comprometer la integridad de ningún elemento de barrera del anular, incluyendo las formaciones expuesta en pozo abierto.

Margen de Seguridad: Considera la presión adicional debida a las pérdidas de carga (pérdida de presión) que se producen durante la circulación de fluidos en el espacio anular y líneas del choke, más el posible error en la operación del choke. Se utiliza en el cálculo de la $MAASP_{ADJ}$, ver Anexo III.

Percentil 90 de la Presión de Poro: Representa la menor presión que es mayor o igual al 90% de las presiones de poro de una muestra. Dicho de otra manera, el 90% de las presiones de poro de la muestra es menor o igual a su Percentil 90 y la probabilidad de que la presión de poro resulte menor o igual su Percentil 90 es del 90%.

Presión de Poro: Presión que actúa sobre los fluidos contenidos en el espacio poral de la roca (reservorio).

Resistencia de la formación: Presión que la formación expuesta puede soportar sin aceptar fluido.

SOR (*Statement of Requirements*): Definición de Requisitos.

SBT (*Shoe Bond Test*): Prueba de Integridad del Cemento alrededor del Zapato. Se utiliza para verificar la capacidad del cemento, alrededor del zapato, para soportar presión sin aceptar fluido.

Se realiza aplicando presión al cemento alrededor del zapato, con caudal de bombeo constante, hasta el valor predeterminado en el Programa de Perforación, una vez alcanzado dicho valor se debe detener el bombeo.

Swab Kick (pistoneo o llenado deficiente): Influjo que ocurre durante el movimiento ascendente de la sarta de perforación, cuando la presión de poro de la formación es menor que la presión hidrostática del fluido de perforación, en condiciones estáticas. Esto sucede porque el fluido de perforación no escurre con la misma velocidad con la que sarta está subiendo, ocasionando un descenso de la presión por debajo de la presión de poro, que permite que el fluido de la formación ingrese al pozo.

XLOT (*Extended Leak of Test*): Prueba Extendida de Formación. Se utiliza para determinar, principalmente: LOP, la Presión de ruptura de formación (FBP), la presión de propagación de la fractura (FPP, Fracture Propagation Pressure), la presión instantánea de cierre (ISIP, Instantaneous shut-in pressure) y presión de cierre de la fractura (FCP, Fracture Closure Pressure).

4 Desarrollo

4.1 Pruebas de integridad de formación

Los resultados de las Pruebas de Integridad de Formación impactan en:

- El aseguramiento de la integridad del pozo para perforar una nueva sección de pozo (verificar que la resistencia de la formación es un elemento de barrera),
- $MAASP$,
- Cálculo del Kick Tolerance,
- La máxima profundidad a la que se asentará el próximo casing,
- La máxima densidad del lodo que se podría utilizar,
- Necesidad de realizar cementaciones correctivas,
- Potenciales operaciones de Well Control.

Luego de haber realizado la prueba de integridad de casing de acuerdo con el estándar de Prueba de Casing, Liner y Tubing, y previo a iniciar la perforación de una nueva sección del pozo, se debe verificar la integridad del cemento alrededor del zapato y la resistencia de la formación realizando, al menos, una de las siguientes Pruebas de Integridad de Formación:

- FIT: Se realizará en áreas en las que se conoce el LOP debajo del zapato del último casing, a través de datos estadísticos obtenidos de los pozos de referencia.
- LOT: Se realizará en áreas donde no se tienen datos estadísticos del LOP o se necesite verificar su valor.
- XLOT: sólo se realizarán a requerimiento específico y su criterio de aceptación no se encuentra dentro del alcance de este estándar.



Nota 1: Para los pozos ubicados en campos Convencionales Onshore se puede exceptuar el requisito de realizar la Prueba de Integridad de Formación en su Casing Superficial cuando se cumplan, simultáneamente, las siguientes condiciones:

- Se debe realizar un SBT con resultado Aceptable, según este estándar, y
- Se cuenta con datos de, al menos, dos pozos de referencia en un radio de 1 km (a nivel de reservorio) que permitan confirmar que las formaciones expuestas, por debajo de la profundidad de asentamiento del zapato del casing de la sección previa, tienen un LOP menor que el de la zona de asentamiento de dicho zapato (o presión de FIT de dicho zapato en caso de que no se tenga el dato de LOP).

La presión a la que se realizarán las Pruebas de Integridad de Formación debe ser menor que las siguientes presiones:

- Presión de prueba de la BOP
- Presión de prueba del Cabezal de pozo
- Presión de prueba del Casing / Liner, tanto en Superficie como en toda su longitud hasta el zapato.
- FBP (estimada).

Para realizar un SBT se debe limpiar el cemento en la cámara, al menos 1 metro, SIN perforar formación nueva.

Para efectuar cualquiera de las Pruebas de Integridad de Formación se debe perforar de 3 a 4 m de formación nueva (pozo nuevo, por debajo de la cámara de cemento).

Con el valor de la máxima presión registrada en el FIT con resultado aceptable o con el valor de LOP obtenido de un LOT con resultado aceptable, se debe recalculer el Kick Tolerance de acuerdo a este estándar.



Nota 2: En caso de exceptuarse el requisito de realizar la Prueba de Integridad de Formación (ver Nota 1), se tomará para calcular el Kick Tolerance de la sección del pozo, el menor valor entre el LOP (o en su defecto FIT) definido en las bases de diseño a nivel de zapato y el obtenido en la prueba de SBT.

El Company Man debe supervisar presencialmente tanto los SBT como las Pruebas de Integridad de Formación.

Los resultados del SBT y de las pruebas de integridad de formación deben ser:

- Interpretados por el Company Man, y
- Validados por el Superintendente de WarRoom (Superintendente en Offshore), o por quien desempeñe este rol en aquellas UGs donde no exista dicho puesto.

En caso de que el SBT o la Prueba de Integridad de Formación resulte No Aceptable, el Company Man debe aplicar el estándar de Manejo del Cambio.

4.1.1 Comportamiento ideal de una formación durante un FIT y LOT

El Gráfico #1 muestra el comportamiento ideal de una formación durante la prueba FIT y de LOT, bombeando a caudal constante. A continuación se explican cada uno de los puntos identificados en dicho gráfico:

1. Indica el valor de la presión del LOP estimado en la planificación (línea de trazo discontinuo horizontal).
2. Comportamiento teórico de la prueba de Integridad de Casing (línea inclinada de color negro y trazo grueso discontinuo).
3. Prueba de Integridad de Casing (línea de trazo continuo, color verde).
4. Zona de respuesta lineal de la curva Presión vs. Volumen bombeado, a caudal constante, durante la prueba de integridad de formación (curva de trazo continuo, color rojo).



Nota 3: Mientras se bombea a volumen constante, la tasa con que aumenta la presión (psi/Volumen bombeado) debe ser también constante y mantenerse a la derecha de la curva de Prueba de Integridad de Casing (siempre y cuando ambas pruebas se hayan realizado con el mismo fluido). La pendiente de la curva dependerá principalmente de la compresibilidad del fluido, expansión del casing, expansión del pozo abierto, permeabilidad de la formación y filtrado.

5. Muestra una presión a la que se podría haber realizado la prueba de FIT.
6. Es el punto a partir del cual la curva Presión vs. Volumen bombeado, a caudal constante, deja de ser una línea recta y se denomina LOP, el cual se busca determinar con la prueba de LOT.



Importante: En una prueba de LOT, una vez alcanzado el LOP se recomienda bombear hasta un máximo de 1/4 bbl para verificar la pérdida de linealidad (cambio de pendiente) de la curva Presión vs. Volumen y luego se debe detener el bombeo. Dado que, si se continúa bombeando más fluido, se alcanzará el FBP donde la formación pierde su Integridad (capacidad de soportar presión sin aceptar fluido) y no podrá considerar un elemento de barrera.

7. Zona de respuesta no lineal de la curva Presión vs. Volumen bombeado, a caudal constante, durante la prueba de LOT: En esta zona se observa que a pesar de que el caudal es constante la presión se incrementa en menor proporción (disminuyendo la pendiente), debido al crecimiento de las microfracturas.



Importante: Un caudal de bombeo excesivo o la falta de estricto control, especialmente en esta etapa de la prueba, aumenta el riesgo de alcanzar el FBP.

8. En este punto se detiene el bombeo. La disminución de la presión, inmediatamente después de detener el bombeo, dependerá de que tan rápido sea el corte el bombeo y de las pérdidas de carga por fricción que se tenían durante el bombeo en las líneas, motor de fondo, boquillas del trepano y anular.
9. Luego de la caída de presión por haber detenido el bombeo, la presión continúa disminuyendo debido al lodo que se filtra a través de las microfracturas generadas durante la prueba de LOT.
10. En esta zona se reduce el ancho de las microfracturas generadas, no obstante, el lodo continúa filtrándose a la formación a través de ellas con una tasa (psi/min) alta, debido a la alta permeabilidad de dichas microfracturas.
11. Muestra el punto en que cambia la pendiente de la curva Presión vs Tiempo, el cual corresponde con la presión de cierre de las microfracturas.
12. La presión continúa declinando debido al filtrado y permeabilidad de la formación expuesta, pero con una tasa de declinación (psi/min) cada vez menor.

Espacio en blanco intencional

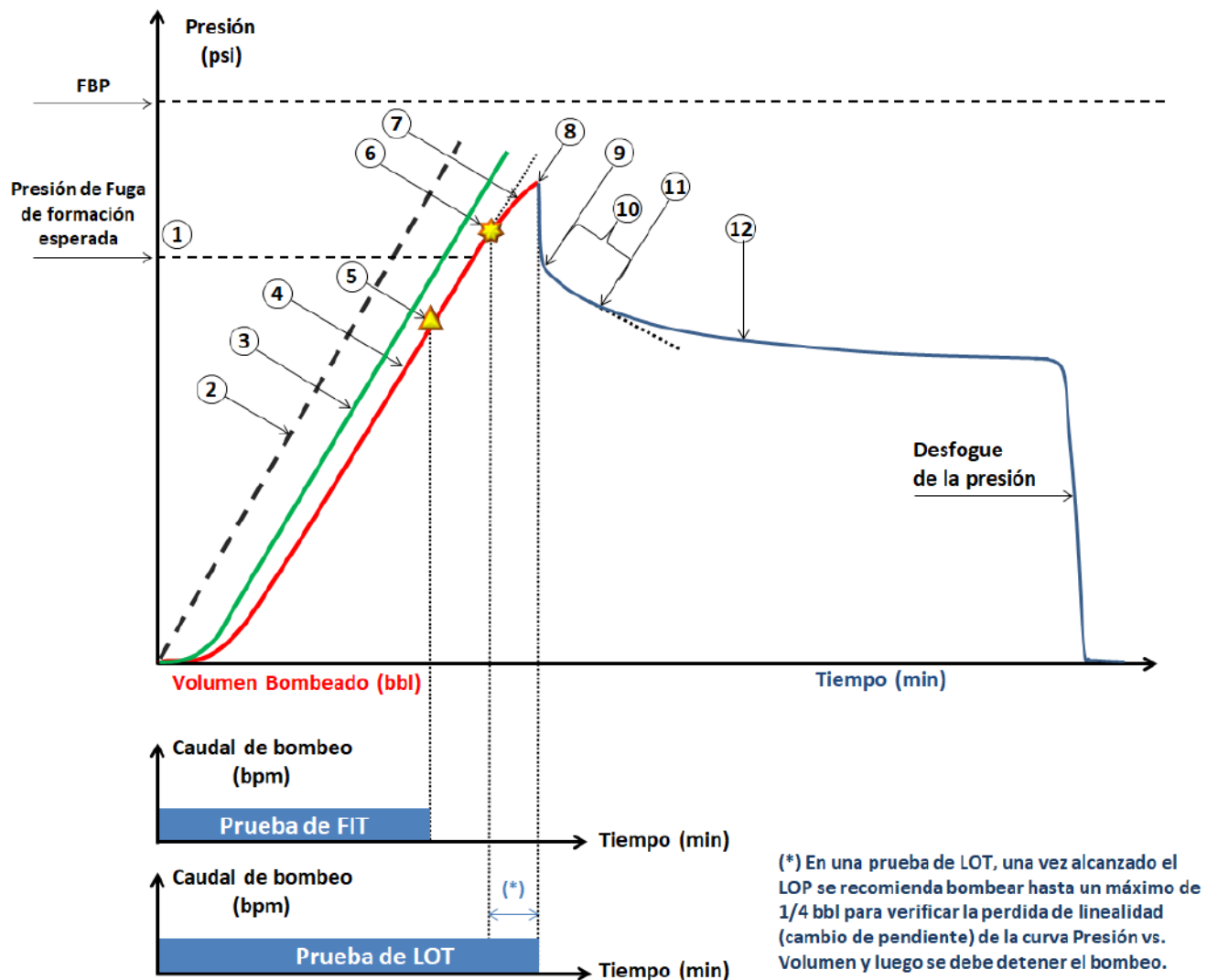


Gráfico #1- Muestra el comportamiento ideal de una formación durante un FIT y LOT. Se comienza graficando Presión en Superficie vs. el Volumen hasta que se detiene el bombeo, luego se continúa graficando Presión en Superficie vs. Tiempo. Nótese que se ha exagerado tanto el volumen bombeado una vez alcanzado el LOP, como así también el cambio de pendiente de la curva entre el LOP y el punto 8, con el fin de poder visualizar dicho cambio de pendiente de forma más evidente.

4.1.2 Criterios de Aceptación de las pruebas de SBT, FIT y LOT

La curva de Presión vs. Volumen obtenida durante la prueba debe mantenerse a la derecha de la curva de Prueba de Integridad de Casing, siempre y cuando ambas pruebas se hayan realizado con el mismo fluido.

4.1.2.1 Criterio de aceptación de la Prueba de FIT

Una prueba de FIT se considera aceptable cuando se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones (Ver gráfico #2, izquierda):

- 1) El caudal de bombeo fijado al inicio se mantiene hasta el final de la prueba, y
- 2) Se alcanza la presión de FIT, definida en el Programa de Perforación, y
- 3) Luego de detener el bombeo, la presión se mantiene constante o disminuye con una tasa de declinación (psi/min) cada vez menor, durante un periodo de monitoreo de al menos 5 minutos.

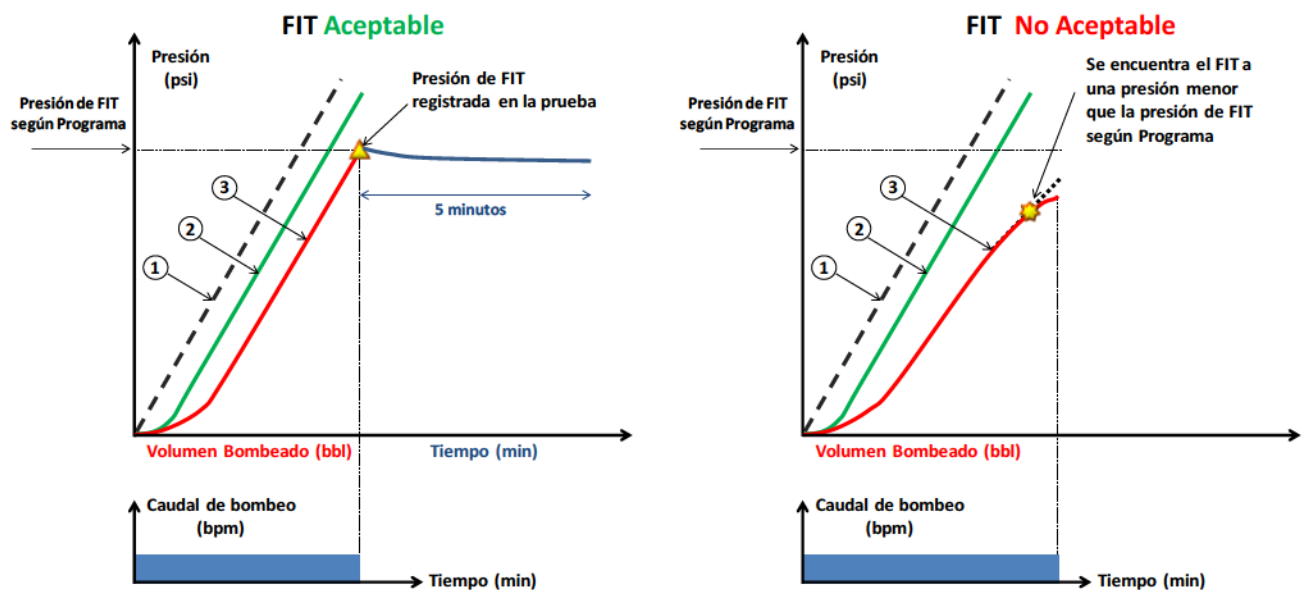


Gráfico #2: Criterio de Aceptación pruebas de FIT. El gráfico de la izquierda muestra una prueba de FIT Aceptable debido a que se alcanza la presión de FIT, definida en el Programa de Perforación y luego de detener el bombeo, la presión se mantiene constante o disminuye con una tasa de declinación (psi/min) cada vez menor. El gráfico de la derecha muestra una prueba de FIT No Aceptable debido a que se debe detener el bombeo por haber alcanzado el LOP a una presión menor que la presión estimada para el FIT según el Programa de Perforación. Referencias: 1-Curva teórica de prueba de casing. 2-Curva de prueba de casing. 3-Curva de Presión vs. Volumen durante la prueba de FIT.

4.1.2.2 Criterio de aceptación de la Prueba de LOT

Una prueba de LOT se considera aceptable cuando se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones (Ver gráfico #3, izquierda):

- 1) El caudal de bombeo fijado al inicio se mantiene hasta el final de la prueba, y
- 2) La Presión de Fuga de Formación (LOP) alcanzada durante la prueba es mayor o igual la definida en el Programa de Perforación, y
- 3) Luego de detener el bombeo, la presión se mantiene constante o disminuye con una tasa de declinación (psi/min) cada vez menor, durante un periodo de monitoreo de al menos 5 minutos.

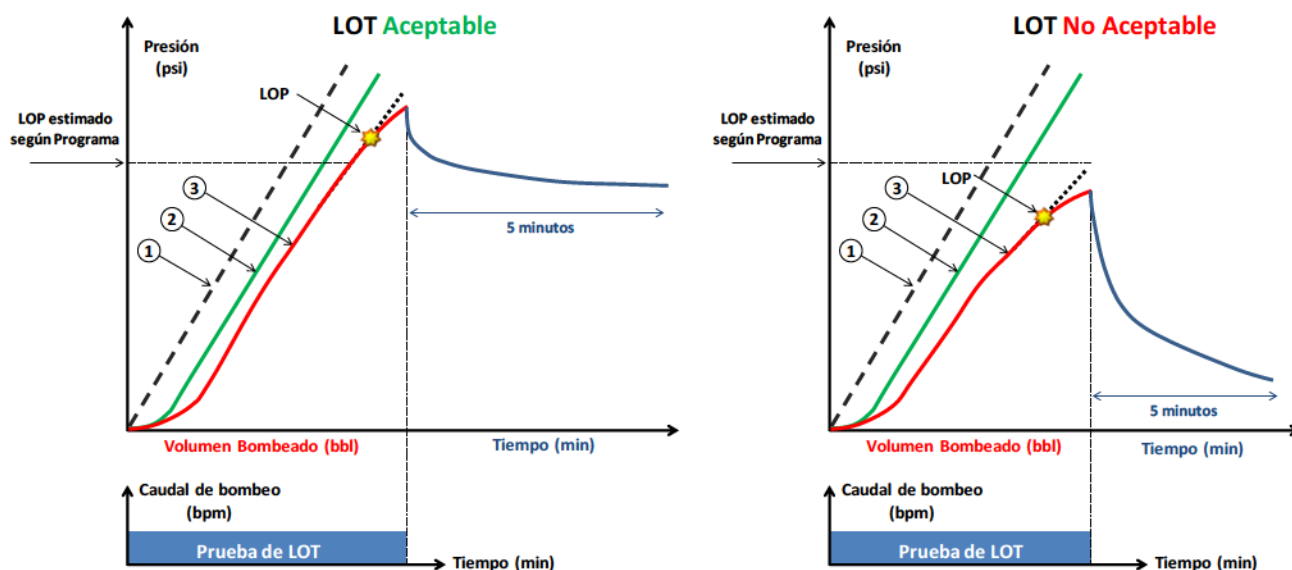


Gráfico #3: Pruebas de LOT. El gráfico de la izquierda muestra una prueba LOT Aceptable debido a que se alcanza el LOP a una presión mayor que la definida en el Programa de Perforación y luego de detener el bombeo la presión disminuye con una tasa (psi/min) cada vez menor. El gráfico de la derecha muestra una prueba de LOT No Aceptable debido a que no se alcanzó el valor de LOP estimado en el Programa de Perforación y porque luego de detener el bombeo la presión disminuye con una tasa (psi/min) que no tiende a estabilizar. Referencias: 1-Curva teórica de prueba de casing. 2-Curva de prueba de casing. 3-Curva de Presión vs. Volumen durante la prueba de LOT.

4.1.2.3 Criterio de aceptación de la Prueba de SBT

Para la prueba de SBT se aplica el mismo criterio de aceptación que en la prueba de FIT.

4.1.3 Gráficos para evaluar el resultado del SBT y Pruebas de Integridad de Formación

El gráfico que resulta más práctico para evaluar el resultado de las pruebas es la combinación de un gráfico que muestra, desde el inicio de la prueba hasta que se detiene el bombeo, la Presión de prueba vs. Volumen bombeado y luego la Presión de prueba vs. Tiempo.



Nota 4: No es necesario que la gráfica de Prueba de Integridad de formación o SBT contenga la curva de Prueba de Casing.

En caso de que no sea posible graficar en tiempo real la Presión de prueba vs. Volumen Bombeado, se debe:

1. Graficar en tiempo real Presión y Caudal vs. Tiempo, manteniendo el caudal estrictamente constante, dado que toda variación en el caudal producirá una respuesta no lineal (distorsión) en la curva Presión vs. Tiempo, dificultando su interpretación y la detección del LOP.
2. Completar el formato del Anexo I de este estándar, una vez detenido el bombeo, para graficar la Presión vs. Volumen bombeado y validar el resultado de la prueba.

En los gráficos se deben utilizar escalas que permitan una clara visualización de la magnitud de las variables y que faciliten su interpretación.

Para una mejor visualización utilizar una escala de presión cuyo valor máximo debe ser menor o igual a 1.25 veces la presión de SBT o Prueba de Integridad de Formación estimada en el Programa de Perforación.

4.1.4 Esquema de Barreras – Integridad de Formación

En el Anexo II, de este estándar, se incluye un ejemplo genérico de un esquema de barreras durante la perforación. En dicho esquema se muestra cómo queda representada la Integridad de la Formación probada, según este estándar.

4.1.5 Requisitos operacionales

No se debe superar la máxima presión definida para la prueba en el Programa de Perforación.

El caudal de bombeo no debe superar $\frac{1}{2}$ bpm y preferiblemente la prueba deberá realizarse con un caudal igual a $\frac{1}{4}$ bpm.



Importante: Un caudal de bombeo excesivo o la falta de estricto control durante las pruebas aumenta el riesgo de alcanzar el FBP.

No está permitido el uso de las bombas de lodo acopladas a motores a combustión para realizar las pruebas de integridad de formación, por el riesgo de superar las presiones máximas admisibles o alcanzar la FBP.

Si se permite el uso de bombas eléctricas para realizar las pruebas de integridad de formación y SBT.

Previo iniciar el SBT o una de las Pruebas de Integridad de Formación, se debe circular el pozo hasta lograr homogeneizar el lodo y luego subir el trépano por encima del zapato, para evitar riesgos de aprisionamiento.

4.2 Kick Tolerance

El Kick Tolerance es uno de los factores claves para asegurar la Integridad del pozo, debido a que indica el máximo volumen de influjo que puede ser aceptado y circulado al exterior sin fracturar la zona más débil del pozo, es decir, manteniendo la resistencia de la formación como un elemento de barrera. También tiene un papel muy importante en el diseño mecánico del pozo, dado que la cantidad de casings y su profundidad de asentamiento se seleccionan para cumplir, entre otros requisitos, con el valor mínimo de Kick Tolerance definido en este estándar.

El valor de Kick Tolerance debe ser mayor o igual a 25 bbl (3975 litros) para cada sección del pozo que se perfora con BOP instalado, con excepción de las operaciones de UBD, en cuyo caso la definición de Kick Tolerance y método de cálculo deberá ser explícitamente definido y no forma parte del presente estándar.

El cálculo del Kick Tolerance comprende los siguientes dos escenarios: Kick Perforando (sin la técnica de MPD o aplicando dicha técnica) y Swab Kick (ver Anexo III). En ambos escenarios el Kick Tolerance

debe ser mayor o igual a 25 bbl (3975 litros) para cada sección del pozo que se perfora con BOP instalado.



Nota 5: Para el cálculo del Kick Tolerance de pozos ubicados en campos Convencionales Onshore (sin la técnica de MPD) donde las formaciones expuestas tengan un LOP (*Leak Off Pressure*) menor que la resistencia del zapato superficial, es condición suficiente que el Kick Tolerance verifique para el escenario Swab Kick (pistoneo o llenado deficiente).

La Intensidad de Kick que se debe utilizar en el cálculo del Kick Tolerance, para un Kick Perforando, es:

- 0,5 ppg: para las secciones de pozos ubicados dentro de los límites de un reservorio, para los cuales se cuenta con información (datos estadísticos) de los pozos de referencia que permiten determinar: la presión de poro de formación, densidad y tipo de fluidos de reservorio.
- 1 ppg: para las secciones de pozos que no cumplen con la condición previa.

En las secciones de los pozos que se perforan con BOP instalado, el Equipo de Perforación debe tener la capacidad de detectar, como mínimo, un cambio de volumen (influjo) de:

- 10,5 bbl (1669,5 litros) en piletas, y
- 0,5 bbl (79,5 litros) en el trip tank.

4.2.1 Cálculo del Kick Tolerance

En la Etapa de Ingeniería y de preparación del Programa de Perforación, el KT se debe calcular para cada sección del pozo que se perfora con BOP instalado.

En la Etapa de Ejecución, el KT debe ser recalculado en las secciones de los pozos que se perforan con BOP instalado:

- Luego de realizar la prueba de SBT o Prueba de Integridad de Formación, y
- Cuando se detecten cambios de las variables que afectan el KT, respecto a las utilizadas para su cálculo en el Programa de Perforación, por ejemplo: profundizaciones, presiones de poro mayor a la estimada (influjos), variaciones en la densidad del lodo cuya magnitud sea superior a 0,3 ppg (tanto positiva como negativa), cambio del tipo de fluido esperado en el reservorio, longitud o diámetro del BHA, diámetro o inclinación del pozo, diámetro del drill pipe y temperatura.



Importante: En caso de que en la Etapa de Ejecución el valor de KT resulte menor al valor de KT definido en este estándar, el Ingeniero a cargo del cálculo debe informar inmediatamente tanto al Company Man como al Superintendente de WarRoom (Superintendente para Offshore) o a quien desempeñe este rol en aquellas UGs donde no exista dicho puesto y aplicar el estándar de Manejo del Cambio.


Para cálculo del KT debe utilizarse la Hoja de cálculo del Anexo III de este estándar y los siguientes parámetros:


- a. Margen de Seguridad [psi]: debe ser mayor o igual a 100 psi.

b. Valor de SBT o Prueba de Integridad de Formación [ppg]:

- Etapa de Ingeniería y de preparación del Programa de Perforación: este valor debe ser calculado luego del análisis de los pozos de referencia y validado con la información del SOR suministrado por DDR/Exploración.
- Etapa de Ejecución: debe tomarse el valor obtenido de la Prueba de Integridad de Formación o del SBT, según se detalla en la sección 4.1 de este estándar.


c. Presión de Poro estimada de la formación [psi]: Debe ser calculada luego del análisis de los pozos de referencia y/o Estudio de Geomecánica y validada con la información del SOR suministrado por DDR/Exploración.

 **Nota 6:** Para aquellos pozos en los que se disponga de datos estadísticos de la presión de poro, se debe tomar su percentil 90.

 **Nota 7:** Cuando no se disponga de información suficiente para definir la Presión de Poro, se debe realizar un estudio de Geomecánica.

d. Densidad y tipo de fluido del reservorio: Deben ser definidos luego del análisis de los pozos de referencia y validados con la información del SOR suministrado por DDR/Exploración.

Cuando no se disponga de información suficiente para validar la densidad y/o tipo de fluido de reservorio, se debe asumir que el fluido del reservorio es gas metano seco a la presión de reservorio, con la temperatura y factor de compresibilidad correspondiente, ver Nota 8.

 **Nota 8:** En este último caso, se puede asumir como densidad del fluido de reservorio, la densidad tomada del gráfico del Anexo IV de este estándar.

e. Para el cálculo de Kick Perforando (sin la técnica de MPD), se debe utilizar:

- i. Intensidad de Kick Perforando [ppg] = según se define en este estándar (ver apartado 4.2).
- ii. Densidad de Lodo para cálculo del KT Perforando [ppg] = Presión de Poro estimada de la formación [psi] / (TVD_i [m] x 3,281 x 0,052)


Donde: TVD_i [m] = Profundidad vertical verdadera a la que ingresa el influjo.

- iii. Presión de Poro para cálculo del KT Perforando [psi] = Presión de Poro estimada de la formación [psi] + Intensidad de Kick [ppg] x TVD_i [m] x 3,281 x 0,052

Donde: TVD_i [m] = Profundidad vertical verdadera a la que ingresa el influjo.

4.3 Registros

Los resultados de las pruebas de integridad de formación o SBT deben ser registrados en la solapa LOT/FIT/SBT del reporte diario de operaciones de Open Wells, del día en que se realice la prueba.

 **Nota 9:** La carta con el registro de la prueba de Integridad de Formación o SBT realizada, debe quedar disponible en la base de datos de adquisición de tiempo real definida por HOKCHI. Caso contrario, se deberá adjuntar una imagen de dicha carta en el reporte diario de operaciones de Open Wells, del día en que se realice la prueba.

El formato para graficar la Presión de prueba vs. el Volumen bombeado (Anexo I de este estándar) se deberá adjuntar una imagen de dicha carta en el reporte diario de operaciones de Open Wells, del día en que se realice la prueba.

El Kick Tolerance para cada etapa debe quedar registrado en:

- La Ingeniería Modelo.
- El Programa de Perforación.
- En la solapa LOT/FIT/STB del reporte diario de operaciones de Open Wells, del día en que se recalcule su valor.




Nota 10: En dicha solapa se debe adjuntar la hoja cálculo actualizada (Anexo III de este estándar).

5 Documentos de Referencia


- Estándar Manejo del Cambio (MoC)
- Estándar Pruebas de Presión Casing, Liner, Tieback y Tubing
- API Std 53:2018, Well Control Equipment Systems for Drilling Wells
- API RP 59, Recommended Practices for Well Control Operations.
- ISO 16530-1:2017, Petroleum and natural gas industries - Well integrity - Part 1: Life cycle governance
- SPE/IADC 37589 Pressure Integrity Test Interpretation. D. P. Postle, SPE, Exxon Company, International.

6 Anexos


Anexo I – Formato para graficar la Presión de prueba vs. el Volumen bombeado

Presione el siguiente ícono para abrir el formato: 

Anexo II – Ejemplo genérico del esquema de barreras durante la perforación, donde se muestra cómo queda representada la Integridad de la Formación probada, según este estándar

Presione el siguiente ícono para abrir el esquema de barreras: 

Anexo III: Hoja de cálculo para Kick Tolerance

Presione el siguiente ícono para abrir el formato: 

Anexo IV: Densidad del Gas en función de la Presión y Temperatura

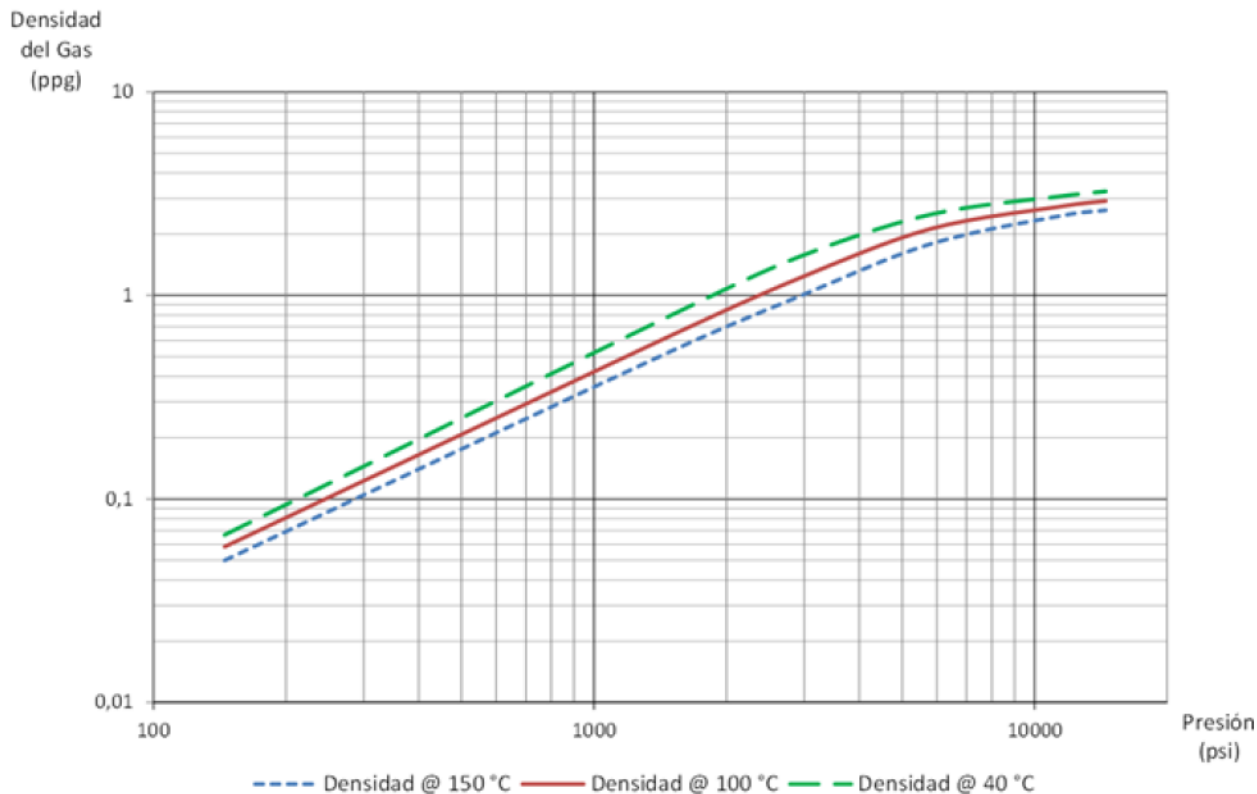


Gráfico # 1: Densidad del Gas (80% Metano) en función de la Presión y Temperatura.
Referencia: Drilling Data Handbook – 6° Edición – TECHNIP, página 455.

A continuación, se muestra un ejemplo de uso del Gráfico # 1 para determinar la densidad del gas (80% Metano) con una Presión de reservorio de 3,229 psi y Temperatura del reservorio de 110 °C:

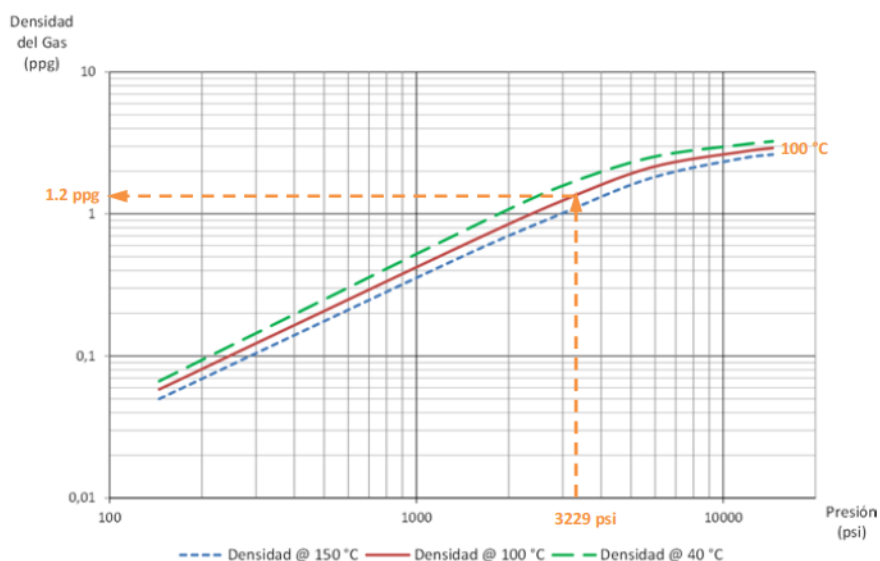


Gráfico #2 - Ejemplo de cómo determinar la densidad del gas (80% Metano): Ingresar al gráfico por el eje horizontal con una Presión de 3,229 psi y con una línea recta vertical interceptar la curva (roja) de Densidad @ 100 °C. Luego desde ese punto, trazar una línea recta horizontal hasta interceptar el eje vertical de Densidad, resultando una densidad para el gas (80% Metano) igual a 1,2 ppg, en estas condiciones.