	<p>Estándar</p> <p><b>Manejo de Fuentes Radioactivas</b></p>	<p>Autorizó</p> <p>Enrique Lusso</p> <p>Director General</p>
	<p>Revisión: 1</p> <p>Fecha: 29/11/2020</p>	<p>Página: 1 de 10</p> <p>Código: HOK-OTZ-ES-005</p>

## • Contenido

1. Objetivo
2. Alcance
3. Términos, abreviaturas y definiciones.
4. Desarrollo
5. Documentos de referencia
6. Anexos

1	Revisión del documento y actualización de referencias.	29/10/2020
0	Primera Edición	01/02/2016
REV	DESCRIPCION	FECHA

## 1. Objetivo

Establecer los requisitos mínimos para la manipulación de Fuentes Radiactivas Selladas y los lineamientos de la planificación y operación en un pozo para preservar la vida de las personas, el impacto al medioambiente y la reputación de la compañía.

## 2. Alcance

Operación Costa Afuera. Este estándar es de aplicación obligatorio por parte de todo el personal involucrado en las actividades de Drilling & Completion.

## 3. Términos, abreviaturas y definiciones

**ADR:** Análisis de Riesgos

**Autoridad Competente:** Autoridad de Aplicación (Provincial, Nacional o Internacional, según corresponda) destinada al control y fiscalización de la actividad nuclear. Establece, desarrolla y aplica el régimen regulatorio para todas las actividades que utilicen fuentes radioactivas.

**BHA:** Bottom Hole Assembly, ensamblaje de fondo de pozo.

**DDR:** Desarrollo de Reserva de la EMPRESA

**Drilling Manager:** Gerente de Perforación

**Drilling Rig – WSL:** Company Man

**Fuente de Radiación o Fuente:** Cualquier sustancia natural o artificial, o dispositivo tecnológico que emite radiaciones ionizantes, Incluyendo a los aceleradores lineales de uso industrial.

**Fuente radiactiva sellada (FRS):** Fuente de Radiación en la que el material radiactivo se halla en una o más cápsulas suficientemente resistentes para prevenir la dispersión del material radiactivo, bajo las condiciones de uso para la cual fue diseñada.

**FRS irre recuperable:** FRS que tras esfuerzos fallidos de pesca no puede ser recuperada y que con la aprobación de la AUTORIDAD COMPETENTE se procederá a su disposición en el pozo.

**Herramienta atascada o aprisionada:** Situación donde la herramienta de Perfilaje (Logging/LWD) se encuentra atascada en el pozo por diferentes motivos (presión diferencial, derrumbes, etc.) y no puede ser recuperada utilizando un método rutinario.

**Logging:** Operación de toma de registros del pozo mientras no se está perforando. Se utilizan diferentes métodos para bajar y recuperar las herramientas que contienen la FRS, entre ellos: Cable, Alambre, Sondeo, Tractores y Coiled Tubing.

**LWD:** Logging While Drilling. Operación de toma de registros del pozo mientras se perfora. En este caso la herramienta está vinculada al sondeo del equipo de perforación.

**Perfilaje (Logging y/o LWD):** Operación de toma de registros del pozo por medio de herramientas que son bajadas/recuperadas del pozo con diversos métodos. Con el propósito de obtener información sobre las características petrofísicas de las formaciones, geometría / trayectoria del pozo, etc. Abarca tanto las operaciones de Logging como de LWD.

**Permiso individual:** Certificado, expedido por la Autoridad Competente, por el que se autoriza a una persona a trabajar con fuentes de radiación.

**Offshore Drilling Superintendent:** Superintendente

**Sidetrack:** Trayectoria o Rama lateral de un pozo.

**Sidetracking:** Perforar una trayectoria o rama lateral.

**Titular del Permiso Individual:** Persona con Permiso Individual otorgado por la Autoridad Competente para asegurar la gestión, uso e integridad de fuentes radiactivas.

**Trabajador radiológico:** Persona designada por la EMPRESA de servicios, que ha recibido entrenamiento en la manipulación y disposición segura de materiales radiactivos.

**TCP:** Tubing-Conveyed Perforating: Sistema de cañoneo bajado con tubería de producción.

#### 4. Desarrollo

Las acciones internas y externas que deben llevarse a cabo para recuperar una FRS, el abandono temporario o definitivo del pozo por no poder recuperar la FRS generan pérdidas de alto costo y exposición de nuestra compañía ante las Autoridades Regulatorias y la Comunidad.

##### 4.1. Planificación del Perfilaje de un pozo con FRS

La utilización de FRS, deberá estar establecida y alertada en programa emitido por personal de DDR. El Senior Drilling Engineer deberá ser notificado del requerimiento de utilización de FRS con tiempo suficiente para determinar el nivel de riesgo del tipo de pozo. DDR definirá el tipo de pozo según la característica de los fluidos y presiones del reservorio tales como: Desarrollo, Avanzada, Exploración, High GOR, Gas de Alta, Inyectores, PWF, etc.

La Guía de toma de decisiones para corridas de fuentes radioactivas (Anexo I del presente Estándar) considera los aspectos más relevantes tales como trayectoria de pozo, estabilidad, zona de pérdidas, cavernas, tortuosidad, tipo de lodo, etc. u otros escenarios potenciales facilitando la toma de decisiones al momento de evaluar si es posible utilizar o no una herramienta con FRS en un pozo determinado. La Guía de Toma de Decisiones para corridas de fuentes radioactivas, no debe ser considerada un ADR.

Durante la etapa de planificación del pozo, en caso de que sea de extrema necesidad el uso de FRS, los ingenieros de la EMPRESA evaluarán con DDR opciones alternativas de Logging con BHA cortos/simples, Logging a través de tubería, o bien LWD u otras opciones tecnológicas disponibles en el mercado local.

Para la carreras de Perfilaje (Logging/LWD) en las que se utilice una FRS el Senior Drilling Engineer de la EMPRESA evaluará en función del: Índice de Riesgo, trayectoria / geometría del pozo, diámetro interno del casing / tubing / niples / válvulas y las posibles restricciones que pudiera tener el pozo si es necesario que el CONTRATISTA que realice una simulación gráfica de las tensiones esperadas en distintos puntos del pozo, tanto bajando como subiendo, de acuerdo a los registros de desviación / azimuth adquiridos durante la perforación.

El programa Operativo de Pozo deberá incluir las simulaciones de limpieza para diferentes regímenes de caudales y ROP estimada. El Senior Drilling Engineer de la EMPRESA, el Drilling Rig WSL y Superintendente deberán asegurar un nivel de limpieza del pozo, tal que garantice una operación segura de Perfilaje (y/o viajes con LWD). Especial atención se pondrá en la reunión de Pre-Spud meeting.

En pozos Exploratorios o en pozos de Avanzada que no se tenga pozos offset de referencia, o que no posean referencias significativas (bajo nivel de información histórica) no se planificará ni ejecutará ninguna carrera de Perfilaje con FRS con Wireline en la primera carrera de perfil.

#### **4.2. Análisis de riesgos previo a Perfilar un pozo con FRS**

Previo a ejecutarse una carrera de perfil con FRS, en Perforación y/o Completación, deberá realizarse en TODOS los casos un Análisis de Riesgo utilizando el formato corporativo de la EMPRESA y la Guía para toma de decisiones para corrida de fuentes radioactivas (Anexo I del presente Estándar).

Para la realización del ADR se considerarán toda la información indicada en la Guía de Toma de Decisiones, clasificación de pozos definido por DDR, los últimos informes de parámetros registrables en tiempo real, maniobras, manifestaciones del pozo durante la operación y carreras de Perfilaje previas a la carrera con FRS.

El ADR realizado previo a utilizar una FRS para Perfilaje (Logging/LWD) deberá adjuntarse como evidencia a la Guía de Toma de Decisiones.

Dicho ADR debe ser realizado obligatoriamente por el Senior Drilling Engineer, con soporte del Drilling Rig WSL. En caso que el ADR indique un riesgo residual bajo (blanco según Matriz de Riesgo de la EMPRESA) se enviara para revisión y aprobación del Offshore Drilling Superintendent. Una vez aprobado el ADR se podrá bajar al pozo la FRS.

Si el ADR identifica un riesgo remanente medio o alto (amarillo o rojo según Matriz de Riesgo de la EMPRESA) se deberá involucrar (además del Offshore Drilling Superintendent, Senior Drilling Engineer y Drilling Rig WSL), al Especialista de Wireline de la EMPRESA y al Drilling Manager de la EMPRESA para preparar un plan de mitigación que permita bajar el riesgo a un nivel bajo.

En caso que se logre reducir el riesgo residual a un valor bajo el ADR podrá ser aprobado por el Drilling Manager de la EMPRESA y se podrá utilizar la FRS.

Caso contrario, se deberá involucrar al Líder de DDR para evaluar la necesidad de correr el servicio con FRS y qué acciones de mitigación pudieran aplicarse. En caso que no se

suspenda el servicio con FRS se deberá realizar un MoC según está establecido en el Estándar Manejo de Cambio.

Si durante la Perforación se identifica un escenario con alto riesgo de aprisionamiento y/o pérdida de BHA, la herramienta LWD con FRS no debe ser corrida, excepto que el Análisis de Riesgo considere el uso de FRS que permita ser pescada por el interior de la herramienta de LWD.

No se deberá correr una FRS inmediatamente después de una carrera que presente problemas de estabilidad de pozo. Se deberá normalizar previamente las condiciones del pozo o modificar el programa de Perfilaje.

Antes de bajar una FR al pozo el Supervisor del CONTRATISTA presentara al Drilling Rig WSL un diagrama de las herramientas con sus dimensiones completas. Se verificara que dichas dimensiones sean apropiadas, en función del: diámetro del trepano, Caliper del pozo (si está disponible), trayectoria del pozo, diámetro interno del casing / tubing / niples / válvulas y cualquier restricción que tenga el pozo. Adicionalmente el Supervisor deberá confirmar al Drilling Rig WSL que esté disponible (aunque no sea en la locación) un pescador apropiado para la herramienta que contiene la FRS. Y que este pueda ser bajado en el pozo, de acuerdo a sus características particulares, detallando si pesca en el cuello de pesca o en el cuerpo de la herramienta.

#### **4.3. Requerimientos particulares para el CONTRATISTA que provee el servicio con FRS**

Para operar con una FRS el CONTRATISTA debe contar con una Licencia de Operación vigente otorgada por la Autoridad Competente.

En toda operación con FRS para Perfilaje, deben intervenir dos (2) personas como mínimo y, al menos, una de ellas con permiso individual vigente para el propósito específico, emitido por la Autoridad Competente. El cual deberán presentar al Drilling Rig WSL, para su verificación, al arribar al sitio de trabajo.

El CONTRATISTA deberá brindar a todo su personal que participa en la operación con FRS, de acuerdo sus Estándares y de acuerdo a su función, un entrenamiento especial para trabajos con FRS y una habilitación para manipular FRS.

El CONTRATISTA deber proveer a su personal afectado a los trabajos con FRS de un monitor individual (dosímetro personal), para registrar su exposición a la irradiación externa.

En todas operaciones de Perfilaje en que se utilicen FRS el CONTRATISTA deberá disponer de, al menos, un medidor de radiación adecuados para el/los tipos de radiaciones ionizantes utilizados, con calibración vigente y sensibilidad suficiente para realizar las mediciones rutinarias antes / después de la utilización de la FRS y durante las operaciones de pesca.

El CONTRATISTA deberá entregar una copia de las mediciones radiológicas realizadas en la locación al Drilling Rig WSL antes de retirarse de la locación.

El CONTRATISTA a deberá tener disponible en el sitio de trabajo:

- a. Una doble Barrera Mecánica para evitar que la FRS caiga dentro del pozo o en lugar de difícil acceso.
- b. Un procedimiento en español para para el almacenamiento temporal, manipulación e instalación de la FRS en las herramientas, basado en un análisis de riesgo tendiente a reducir los riesgos de caída de la FRS, exposición a la radiación externa del personal y pérdida de control de la fuente.
- c. Una pinza apropiada para poder recuperar la FRS en caso que esta se caiga de la pinza utilizada para su manipulación.
- d. Un plan de contingencia para los posibles incidentes que involucren a una FRS. Dicho plan deberá estar alineado a los requisitos de las Autoridades de Aplicación y de La EMPRESA. El mismo deberá ser comunicado a todos los involucrados del proyecto.

#### **4.4. Almacenamiento transitorio de la FRS en el sitio de trabajo**

El contenedor de la FR debe estar ubicado en zonas de bajo factor ocupacional, que no impida o dificulte el normal tránsito en el sitio de trabajo y al mismo tiempo que asegure su seguridad física contra el acceso inadvertido o intencional de personas no autorizadas. La zona de almacenamiento temporal debe estar delimitada e identificada.

Cuando no se está utilizando una FR deberá permanecer dentro de su contenedor (blindaje). El cual deber estar cerrado, su apertura bloqueada (ya sea por medio de una llave o candado) y ubicado en la zona de almacenamiento temporal. Las llaves de los contenedores deben mantenerse separadas de los mismos, mientras no estén en uso, permaneciendo bajo el control directo del responsable.

#### **4.5. Barreras Mecánicas**

Cuando se instale una FRS con la herramienta de Perfilaje en la boca de pozo o sobre el piso de la torre, el CONTRATISTA deberá proveer e instalar al menos dos barreras mecánicas que eviten la caída de la FRS al pozo o a un lugar de difícil acceso mientras se la está manipulando. Dichas barreras deberán ser independientes entre sí y de cualquier válvula o preventor de surgencia que se encuentre instalado en el pozo. Mientras que cuando se instale una FRS con la herramienta de Perfilaje sobre la planchada del equipo de torre o sobre el terreno NO será necesaria la utilización de la doble barrera.

Las barreras deberán ser construidas con materiales suficientemente robustos para soportar el impacto de la caída de la FRS con que se trabaje y que se ajusten al diámetro / geometría de la herramienta de Perfilaje, impidiendo que la FRS pueda pasar por cualquier intersticio entre la herramienta de Perfilaje y la barrera.

La primera barrera, o barrera superior, deberá ser preferentemente rígida y la segunda preferentemente de material flexible para lograr un mejor cubrimiento de superficies irregulares. En caso que alguna de las barreras se coloque al nivel del piso, deberá estar fabricada de material antideslizante o poseer elementos que minimicen el riesgo de resbalones.

Las dimensiones de la primera barrera deberán ser tal que, al menos, cubra completamente la boca de pozo. Mientras que la segunda barrera deberá tener dimensiones suficientemente grandes para cubrir la boca de pozo y cualquier hueco u orificio que se encuentre en un radio de al menos 0,75 m desde el centro de la boca de pozo.

Se deberá contemplar en el diseño de las barreras que durante el montaje sea necesario pasar la cadena de amarre para la roldana inferior a través el master bushing, generando una superficie irregular, la cual deberá cubrirse.

#### **4.6. Operación con FRS**

El CONTRATISTA deberá asegurar que todo su equipamiento se encuentra en condiciones operativas óptimas. Esto incluye las barreras mecánicas, las herramientas necesarias para manipular e instalar la FRS y los contenedores de las FRS. Con suficiente tiempo y previo al montaje el CONTRATISTA deberá revisar el piso de la torre y las instalaciones de la boca de pozo para asegurarse que podrá instalar la doble barrera de manera efectiva y sin demoras.

El CONTRATISTA deberá revisar las superficies por las que se transite con la FRS desde su contenedor hasta la herramienta de Perfilaje, asegurando que se encuentren libres de obstáculos y limpias para evitar cualquier riesgo de resbalones o caídas. Cualquier hueco u orificio en estas superficies deberá ser cubierto previo a manipular la fuente radioactiva.

El Drilling Rig WSL, siguiendo lineamientos del especialista de La EMPRESA, y el responsable de la compañía de servicio, deberán designar quienes podrán estar presentes en área de trabajo durante el armado y manipuleo de FRS.

El Supervisor del CONTRATISTA en el sitio de trabajo deberá informar al Drilling Rig WSL quien será el responsable de manipular la FRS, de acuerdo a sus estándares, entrenamiento, permisos y competencia.

El CONTRATISTA deberá realizar pull tests durante la bajada de la herramienta para verificar la tensión subiendo a la que se encuentra sometida la herramienta y el cable/alambre/sondeo, según corresponda.

Tanto para Perforación como Completación mientras NO se tenga una herramienta de Perfilaje dentro del pozo, el RAM Total de la BOP deberá permanecer cerrado. De igual la boca de pozo como el Rathole deberán permanecer cubiertos mientras no tengan una herramienta dentro.



**Peligro:** En caso que una FRS quede expuesta al medio ambiente, dentro de las áreas operadas por la EMPRESA, se deberá: aplicar Plan de Emergencia, seguir las instrucciones que reciba de la EMPRESA y las indicaciones establecidas en la Guía de Respuesta en caso de Emergencia Nro. 161 al 164. El CONTRATISTA titular de la licencia para operar con FR deberá notificar a las Autoridades de Aplicación y colaborar con la EMPRESA en los procedimientos que se necesiten implementar.



#### 4.7. Operaciones con Generadores de Neutrones

En el caso que se utilice un generador de neutrones para la toma de registros del pozo y mientras que el generador esté conectado al cable de Perfilaje, la llave que permite su activación deberá permanecer fuera del panel de alimentación y bajo el control directo del responsable, hasta que el generador se encuentre a más de 15 m (50 ft) de profundidad bajo la boca de pozo.

Al sacar la herramienta se esta deberá ser des-energizada antes de alcanzar los 15 m de profundidad. Se retirara la llave del panel de activación y esta deberá permanecer bajo el control directo del responsable hasta que se desconecte el cable de Perfilaje del generador. De acuerdo a la tecnología del generador y el tiempo durante el cual estuvo emitiendo neutrones puede necesario esperar unos minutos antes de manipular la sección del generador, el Supervisor del CONTRATISTA deberá determinar el tiempo requerido.

#### 4.8. Herramienta atascada o aprisionada:


Si una FRS quedara aprisionada en el pozo, se deberán realizar todos los esfuerzos razonables para recuperarlas, pero no se utilizarán métodos de pesca que puedan dañar la integridad de la herramienta que contiene la FRS y menos su encapsulamiento.


Ante el aprisionamiento en el pozo de una herramienta de Logging que contenga una FRS no se deberá sobrepasar el límite seguro de tensión del punto débil, definido por el CONTRATISTA, sin aprobación del Drilling Manager y del Gerente del CONTRATISTA. Se deberá considerar que durante las sucesivas maniobras de tensionamiento se corre el riesgo de fatigar el punto débil, reduciendo el valor de tensión a la que se produce su rotura.

El CONTRATISTA deberá proveer toda la información técnica necesaria para determinar los esfuerzos a los que se podrá someter la herramienta que contiene la FRS.

#### 4.9. Operaciones de Pesca:

En caso que la herramienta no pueda ser liberada en un plazo prudencial, se deberá iniciar las maniobras de pesca.

 El CONTRATISTA a través de su Responsable por la Salud Radiológica ante la Autoridad de Aplicación deberá informar a dicha Autoridad que se encuentra la FRS aprisionada en el pozo y que se dará comienzo a las maniobras de pesca. La EMPRESA trabajará en conjunto con el CONTRATISTA en la preparación de un plan para el potencial abandono del pozo.

 Tener en cuenta que la Autoridad de Aplicación podrá requerir la presentación de un estudio para determinar la profundidad a la cual se encuentran los acuíferos, el cual, la EMPRESA deberá presentar para la aprobación del plan de abandono del pozo.

El método de pesca que se deberá utilizar se determinará en el Documento de Interfaz y de acuerdo a los requerimientos de las Autoridades Competentes.

Durante las operaciones de pesca un responsable del CONTRATISTA con Permiso para operar con FRS y con experiencia en este tipo de maniobras deberá permanecer en el sitio



de trabajo para supervisar la operación, asegurar la integridad de la FRS y realizar las mediciones en boca de pozo, zaranda y piletas donde retorna el fluido del pozo. Demostrando que no existe exposición a la radiación para de los trabajadores ni contaminación debida a la FRS en pesca. Las operaciones de pesca pueden duran varias horas o incluso días por lo que el CONTRATISTA deberá contar con suficiente personal certificado y competente para realizar los relevos que sean necesarios.

**⚠ Peligro:** En caso de utilizar cortadores explosivos o de otro tipo, el distanciamiento entre el punto de corte y la FRS, dependiendo del tipo de cortador que se utilice, deberá asegurar una distancia mínima de separación de 60mts. Salvo que la Autoridad Competente o el fabricante del cortador establezcan una distancia mayor.

Se continuarán con los intentos de pesca de una FRS hasta haber realizado todos los esfuerzos razonables para recuperarla. El Drilling Manager (previo consulta interna con VP de Drilling & Completion, VP DDR y COO), el Responsable por la Seguridad Radiológica del CONTRATISTA y el Organismo Competente determinaran cuando deben cesar los esfuerzos y comenzar con el procedimiento de abandono del pozo y disposición final de la FRS.

#### **4.10. Abandono Temporal o Definitivo de FRS**

Si las maniobras de pesca realizadas para recupera la FRS han resultado infructíferas y se han realizado todos los esfuerzos razonables para recuperar la FRS, el CONTRATISTA en conjunto con la EMPRESA presentarán un programa de disposición final de la FRS a la Autoridad Competente.

Únicamente con la aprobación de dicho programa por parte de la Autoridad Competente se considera la FRS irrecuperable y se procederá a realizar las operaciones de disposición final.

Cuando se requiera abandonar una FRS, se deberá asegurar que esta quede aislada de los fluidos circulantes y/o de las operaciones que se realicen posteriores al abandono.

Los tapones de aislamiento deben conformarse con una lechada de cemento densificada (idónea para sidetracking).


El tapón de cemento superior deberá cumplir con una altura mínima de 33mts de “cemento colorado” (el cual denota una alerta temprana en caso que se intente perforarlo o que hubiera una intersección de una nueva trayectoria de pozo).


Las coordenadas conocidas X, Y, Z del tope y fondo de la pesca, se anotarán en el parte diario del pozo.

El cabezal de pozo se marcará con una placa permanente que indique la fuente abandonada más las coordenadas X, Y, Z para el tope y fondo de la pesca.

En caso que se requiera continuar con las operaciones en el pozo mediante la realización de un sidetrack, el tapón de cemento para realizar el mismo se colocara por encima del último tapón de abandono de la FRS (cemento colorado), asegurando una separación entre ambos como mínimo de 60mts.

Toda trayectoria de desvío (sidetrack) se debe planificar y realizar de manera tal que en todo momento el pozo se encuentre como mínimo a 6 m del lugar donde se encuentre la FRS.

 **Peligro:** En caso de pozos vecinos sometidos a fractura hidráulica, se deberá respetar un distanciamiento mínimo de 2 veces la distancia resultante de la propagación de la estimulación, respecto a las coordenadas de la fuente perdida. En caso de no cumplir este distanciamiento NO se podrá realizar la estimulación propuesta.

 **Peligro:** En caso que se requiera realizar un punzado, con cualquier tecnología, en el pozo donde reside una FRS abandonada o en un pozo cercano, el CONTRATISTA que realice el punzado deberá presentar evidencia de que dicha intervención no afecta la zona donde reside la FRS abandonada; de acuerdo a sus Estándares, mediante simulaciones y revisión de los datos del fabricante del explosivo.

## 5. Documentos de Referencia

- HOK Estándar Manejo del Cambio
- Part 39 – Licenses and Radiation Safety Requirements for Well Logging – US Code of Federal Regulation (CRF) Title 10 Ch. 1 (1-1-2008) – US Nuclear Regulatory Commission
- Part W – Radiation Safety requirements for wireline service operations and subsurface tracer studies – Suggested State Regulations for Control of Radiation – SSRCR – Conference of Radiation Control Program Directors – USA
- Rule 3.35 – Procedures for identification and control of wellbores in which certain logging tools have been abandoned – Texas Administrative Code – Part 1: Railroad Commission of Texas
- Code of Practice for the safe use of sealed radioactive sources in borehole logging – Radiation Health Series No. 28 – National Health and Medical Research Council of Australia
- Guía de Respuesta en caso de Emergencias: 161/162/163/164.

## 6. Anexos

- Anexo I: Guía para la toma de decisiones para corrida de fuentes radioactivas. 