

TR-OPE-PR-02-IT-01

INSTRUCCIÓN TÉCNICA PARA

INSPECCIÓN CON

PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

HCT

Fecha de emisión: 10-Febrero-2023

Elaboró:	Ing. Jorge Álvarez Rivera
Puesto:	Gte. de Operaciones
Firma:	

Revisó:	Ing. Otoniel Arévalo Hernández
Puesto:	Director General
Firma:	

Aprobó:	Ing. Juan M. Rangel Rodríguez
Puesto:	Nivel III ASNT ID 210716
Firma:	 NDT Level III Juan M Rangel Rodriguez ID: 210716



1.0 OBJETIVO.

- 1.1 Establecer los parámetros técnicos necesarios para llevar a cabo la inspección con Partículas Magnéticas en herramientas de terminación de pozos petroleros “Completion Tools” de la empresa Halliburton.

2.0 ALCANCE.

- 2.1 Esta instrucción es aplicable para la detección de discontinuidades lineales superficiales inducidas por servicio.
- 2.2 Esta instrucción ha sido desarrollada, principal y específicamente, para la inspección de herramientas de Halliburton - Function/PSL: Completion Tools, y no es adecuado para inspección de herramientas de otras áreas de Halliburton o de otras compañías.
- 2.3 Esta instrucción contempla las técnicas de inspección con yugo electromagnético, bobina y conductor central. La inspección deberá realizarse con partículas magnéticas húmedas fluorescentes.
- 2.4 La técnica de magnetización por yugo electromagnético solo se podrá utilizar para la inspección de piezas con superficies planas, curvas, en ángulo o de otras configuraciones que permitan un apropiado contacto entre los polos del yugo y la superficie de inspección. La inspección con yugo no debe ser considerada para superficies de diámetros interiores.
- 2.5 La técnica de magnetización por bobina prefabricada se podrá utilizar para la inspección de piezas sólidas o tubulares con relación longitud/diámetro mayor a 3.

3.0 DEFINICIONES.

- 3.1 Área de interés: Es la zona específica del objeto que será evaluado.
- 3.2 Defecto: Discontinuidad cuya forma, tamaño, ubicación o propiedades no cumple con los criterios de aceptación especificados y por tal motivo es causa de rechazo.



-
- 3.3 Desmagnetización: Reducción del magnetismo residual a un nivel aceptable.
 - 3.4 Discontinuidad: una falta de continuidad o cohesión, una interrupción intencional o no intencional en la estructura física o configuración de un material o componente.
 - 3.5 Evaluación: Es el proceso de comparar las características de una discontinuidad contra un estándar de aceptación y rechazo.
 - 3.6 Fuga de campo magnético: es la distorsión que sufren las líneas de flujo magnético cuando interceptan alguna discontinuidad intencional o no intencional o algún cambio de permeabilidad.
 - 3.7 Indicación: Es la respuesta o evidencia que se obtiene de la aplicación de un método de ensayo no destructivo.
 - 3.8 Indicación falsa: una indicación detectada por algún método de ensayo no destructivo y que es causada por una condición distinta a una discontinuidad.
 - 3.9 Indicación no relevante: una indicación detectada por algún método de ensayo no destructivo y que es causada por una condición o tipo de discontinuidad que no es rechazable. Las indicaciones falsas son no relevantes.
 - 3.10 Indicación relevante: una indicación detectada por algún método de ensayo no destructivo y que es causada por un tipo de discontinuidad que requiere evaluación.
 - 3.11 Indicadores de campo magnético: Placa octagonal o en forma de tiras flexibles bimetálicas, con discontinuidades artificiales, usadas para verificar la intensidad y/o dirección del flujo magnético sobre el área de interés.
 - 3.12 Intensidad de luz negra: Término utilizado para medir la radiación ultravioleta UV-A en unidades de $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

-
- 3.13 Interpretación: Es determinar si una indicación es relevante o no relevante.
 - 3.14 Luz negra: Radiación electromagnética con longitud de onda de 330nm a 365nm.
 - 3.15 Magnetización con conductor central: es una técnica de magnetización en la cual se introduce una barra o un cable por el diámetro interno de una pieza tubular, con el propósito de inducir un campo magnético circular para la detección de discontinuidades orientadas de forma paralela al eje de la pieza.
 - 3.16 Magnetización con bobina: es una técnica de magnetización en la cual la pieza es enrollada por un cable o solenoide prefabricado que conduce corriente eléctrica con el propósito de inducir un flujo magnético longitudinal en la pieza.
 - 3.17 Magnetización con yugo: técnica de magnetización que utiliza un electroimán en forma de yugo que induce un campo magnético lineal entre sus polos sobre el área en que es posicionado.
 - 3.18 Medio de inspección: Polvo o suspensión de partículas magnéticas que se aplica sobre la superficie de prueba magnetizada para determinar la presencia o ausencia de discontinuidades superficiales.
 - 3.19 Partículas magnéticas (Magnetic Test - MT): Es un método de Ensayo No Destructivo que sirve para la localización de discontinuidades superficiales y sub-superficiales en materiales ferromagnéticos. Su aplicación requiere que una parte o el total del componente a inspeccionar se encuentre magnetizado, las discontinuidades que sean transversales a la dirección del flujo magnético aplicado causarán una "fuga de campo" y al aplicar un polvo o suspensión ferro magnética (medio de inspección) sobre el área magnetizada las fugas de campo atraerán el medio de inspección revelando así la localización y tamaño de las discontinuidades presentes en el material.

- 3.20 Suspensión: Un sistema de dos fases que consiste en un sólido finamente dividido dispersado en un líquido. Medio de inspección seco suspendido en un líquido.

4.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

ASTM E3024	Standard Practice for Magnetic Particle Testing for General Industry
ASTM E 3022	Standard Practice for Measurement of Emission Characteristic and Requirements for LED UV-A Lamps Used in Fluorescent Penetrant and Magnetic Particle Testing
ASTM E 709	Standard Guide for Magnetic Particle Testing
ASTM E 1444	Standard Practice for Magnetic Particle Testing
Standard DS-1 Volumen 4	Drilling Specialty Tools Printed 2018
Standard DS-1 Volumen 3	Drilling Stem Inspection Printed 2018
WM-GL-HAL-HCT-910	Global Maintenance Work Method
HALLIBURTON ES-I-72	Magnetic Particle Examination
GD-GL-HAL-ELH-433	Maintenance Acceptance Criteria Guideline

5.0 RESPONSABILIDADES.

- 5.1 Es responsabilidad de la Gerencia Operaciones la autorización de este procedimiento, la disposición de los equipos y materiales necesarios y de personal certificado.
- 5.2 Es responsabilidad de los supervisores de TRUEPECT el observar la adecuada y correcta aplicación de esta instrucción técnica.
- 5.3 Es responsabilidad del técnico aplicar correcta y adecuadamente de esta instrucción técnica.
- 5.4 El Nivel III ASNT es responsable de la Revisión de esta instrucción técnica.

- 5.5 Es responsabilidad del cliente mantener un registro actualizado de las uniones inspeccionadas, así como de las reparaciones, y verificar los resultados de la inspección.

6.0 DESARROLLO/INSTRUCCIONES/LINEAMIENTOS

6.1 Requisitos de Iluminación

- 6.1.1 La prueba con Partículas Magnéticas fluorescentes debe ser realizada bajo luz negra de 365 nm, en un área oscura, con una intensidad máxima de luz visible de 20 luxes (2 candelas-pies). La lámpara de luz negra debe proveer una intensidad mínima de luz ultravioleta de $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ a una distancia de 38.1 cm (15") como mínimo sobre la superficie de inspección, se debe ser utilizado un medidor de intensidad de luz negra para verificar esta condición al inicio de cada operación, en un cambio de posición, cambio de turno, después de cada 8 horas de uso, al terminar el trabajo y cuando se sospeche de un mal funcionamiento de la lámpara.
- 6.1.2 La prueba con Partículas Magnéticas visibles debe ser realizada bajo luz blanca natural o artificial de mínimo de 100 fc. [1076 lx] de luz visible cuando se examina con partículas magnéticas no fluorescentes, así como para la interpretación de indicaciones encontradas con partículas magnéticas fluorescentes medida en la superficie de la parte sometida a examen o evaluación.
- 6.1.3 El medidor de intensidad de luz negra (UV-A) y luz visible debe tener una calcomanía adherida que demuestre su calibración dentro de los 6 meses pasados.
- 6.1.4 Se debe verificar diariamente el filtro de las lámparas para comprobar su integridad. Los filtros rotos o fracturados deben ser remplazados inmediatamente.
- 6.1.5 Se debe usar una lámpara de luz negra de diodo emisor de luz (LED), este tipo de lámparas no necesitan precalentarse para su uso o de la medición de su intensidad.

- 6.1.6 Antes de llevar a cabo la prueba, el personal debe permanecer en el área oscurecida por lo menos 1 minuto para que sus ojos se adapten a la oscuridad.
- 6.1.7 No está permitido realizar la inspección haciendo uso de lentes oscuros o fotosensibles.

6.2 Yugo electromagnético

- 6.2.1 El yugo electromagnético por emplear durante la inspección debe ser de corriente alterna y de polos flexibles, debe encontrarse en condiciones óptimas de trabajo, debe estar plenamente identificado por medio de un número de serie y deberá contar con un registro vigente que ampare la prueba de capacidad de levantamiento.
- 6.2.2 El yugo electromagnético de corriente alterna deberá ser capaz de levantar un peso de 4.5 Kg (10 libras) con una apertura entre polos de 2" a 4".
- 6.2.3 El área de operaciones debe realizar la prueba de levantamiento del yugo electromagnético al menos cada 6 meses de acuerdo con el procedimiento No. TR-OPE-PR-02-IT-02.
- 6.2.4 La barra patrón utilizada para verificar el poder de levantamiento del yugo electromagnético debe estar plenamente identificada y debe contar con un certificado que acredite su peso, el peso de la barra patrón necesitará ser verificado cada 1 año.

6.3 Bobina

- 6.3.1 Se debe emplear una bobina prefabricada de 8 a 14 pulgadas de diámetro interno alimentada con corriente alterna o rectificada (directa). La bobina deberá estar en óptimas condiciones de funcionamiento, debe estar plenamente identificada y tener marcado el número de amperes/vuelta.
- 6.3.2 La bobina debe proporcionar un campo magnético de intensidad suficiente para garantizar la correcta magnetización del componente. Para la inspección de productos tubulares con corriente directa, la bobina debe ser

capaz de inducir un campo magnético de al menos 1200 amperes-vuelta por cada pulgada de diámetro externo de la pieza a examinar. Ejemplo:

Diámetro externo de la pieza: 6.5" = OD

Números de vueltas de la bobina: 1000 = N

$$I = \frac{(1200)(OD)}{N} = \frac{(1200)(6.5)}{1000} = \frac{7800}{1000} = 7.8 \text{ amperes}$$

- 6.3.3 Se debe realizar una verificación semestral del funcionamiento de la bobina de acuerdo con el procedimiento No. TR-OPE-PR-02-IT-02.

6.4 Descarga de capacitores

- 6.4.1 La magnetización circular se deberá realizar pasando corriente a través de un conductor que se coloca dentro de la pieza. Si solo el interior de la pieza debe ser examinado, el diámetro deberá sea la mayor distancia entre dos puntos, con 180 grados de diferencia en la circunferencia interior. De lo contrario, el diámetro a considerar será el diámetro externo de la pieza.
- 6.4.2 El amperaje necesario para la magnetización debe ser conforme la siguiente tabla:

Corriente mínima para Descarga de Capacitores		
Número de Pulso	Requisitos de Descarga de Capacitores	
1 pulso	240 veces el peso especificado en lb/ft.	161 veces el peso especificado en Kg/m.
2 pulsos	180 veces el peso especificado en lb/ft.	121 veces el peso especificado en Kg/m.
3 pulsos	145 veces el peso especificado en lb/ft.	97 veces el peso especificado en Kg/m.

- 6.4.3 Cuando el conductor sea colocado a un costado de la pieza, sobre la pared de diámetro interno, se deberán emplear los niveles de corriente citados en 6.4.4, excepto que el diámetro total será la suma del diámetro del conductor central más el doble del espesor de la pared de la pieza. La distancia a lo

. Este documento pertenece a Truespect S.A. de C.V. Su reproducción solo procede con la autorización escrita del Gerente de QHSE

TRUEPECT
UN MUNDO DE INSPECCIÓN
COPIA CONTROLADA NO. (1)

largo de la circunferencia de la parte (interior) que puede ser examinado efectivamente se tomará como aproximadamente cuatro veces el diámetro del conductor, se deben realizar las magnetizaciones necesarias hasta que se examine la circunferencia total de la pieza, considerando un traslape de al menos un 10% entre magnetizaciones.

- 6.4.4 Para la examinación del total de la circunferencia de materiales con diámetros externos de 16" o menos, la centralización del conductor central no se requiere para la magnetización.
- 6.4.5 El funcionamiento de la caja de disparo para la magnetización con conductor central deberá ser verificado en cada uso con un anillo de Ketos conforme la instrucción técnica TR-OPE-PR-02-IT-02

6.5 Partículas Magnéticas

- 6.5.1 Verificar la concentración de las partículas magnéticas en suspensión midiendo su volumen de asentamiento en un tubo de decantación como se indica a continuación:
 - a) Preparar la suspensión de partículas magnéticas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Solo preparar la cantidad de suspensión suficiente para máximo 5 jornadas de trabajo. Agitar manualmente la suspensión por un lapso de al menos 15 minutos.
 - b) Preparar la suspensión de partículas magnéticas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Solo preparar la cantidad de suspensión suficiente para máximo 5 jornadas de trabajo. Agitar manualmente la suspensión por un lapso de al menos 15 minutos.
 - c) La siguiente tabla es una guía para la preparación de las partículas MAGNAFLUX 20B:

Vehículo	Recomendación del fabricante	medidas equivalentes			
		1 galón		1 galón	
		gramos de partícula magnética	Concentración de la suspensión (mL/100 mL)	gramos de partícula magnética	concentración de la suspensión (mL/100 mL)
AGUA	1.5 OZ. / GALLON	42	0.10 - 0.12	84	0.11 - 0.13
		45	0.17 - 0.19	90	0.18 - 0.20
		60	0.21 - 0.24	121	0.22 - 0.27
		65	0.27 - 0.30	131	0.28 - 0.30
		72	0.34 - 0.37	145	0.34 - 0.37
		75	0.39 - 0.40	150	0.39 - 0.40

- d) Preparar la suspensión de partículas magnéticas de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Solo preparar la cantidad de suspensión suficiente para máximo 5 jornadas de trabajo. Agitar manualmente la suspensión por un lapso de al menos 15 minutos.
- e) Verter 100 mililitros de la suspensión preparada en un tubo de decantación con espiga de 1 ml y divisiones de 0.05 ml para partículas húmedas fluorescentes. El tubo de decantación debe ser como se muestra en la figura 1.
- f) Colocar el tubo de decantación en una zona libre de vibraciones y campos magnéticos, permitir un tiempo de decantación de por lo menos 30 minutos para suspensiones base agua y 60 minutos para suspensiones base destilado de petroleo, posteriormente medir el volumen de partículas magnéticas asentadas en la espiga, este deberá de cumplir con lo siguiente: Para partículas magnéticas fluorescentes el volumen de asentamiento deberá estar entre 0.1 a 0.4 ml/100 ml de suspensión.

6.5.2 La verificación de la concentración de las partículas magnéticas en suspensión debe realizarse al inicio de cada turno de inspección y cada vez que se prepara una nueva suspensión.

6.5.3 Quedan exentas de la prueba de concentración las partículas en suspensión suministradas en latas presurizadas listas para su uso, solo se debe mantener el certificado del producto.

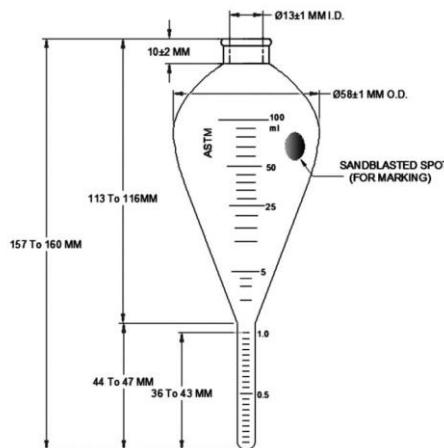


Figura 1

Tubo de decantación para partículas fluorescentes en suspensión

- 6.5.4 Cuando se utilicen partículas magnéticas húmedas, deberá realizarse la prueba del rompimiento del agua diariamente, estas deberán mojar o humectar adecuadamente el área de interés, al aplicarlas no deberá de observarse rompimiento de la película de suspensión, si esto ocurre, es posible que la superficie este sucia o que el medio de inspección se encuentre degradado, corregir como sea necesario o cambiar la suspensión de partículas magnéticas.
- 6.5.5 La verificación del (PH-agua) vehículo de las partículas magnéticas para el control del baño se debe realizar cada vez que se prepare una nueva suspensión. Considerando el baño aceptable si la lectura esta entre el margen del PH de 7 a 10.5 o de lo contrario deberá reemplazarse por otro nuevo. Se recomienda un medidor de PH adecuado, pero se permite el uso de papel especial (tiras reactivas) de PH para medir su nivel.
- 6.5.6 Verificar la contaminación del baño de partículas magnéticas por lo menos semanalmente en busca de contaminantes como suciedad, pelusas, incrustaciones, pigmentos fluorescentes sueltos que afecten negativamente el rendimiento del ensayo.

- 6.5.7 Para la verificación de la contaminación del baño de partículas magnéticas se debe comparar una muestra recién preparada utilizando los mismos materiales con una muestra no usada del baño original que se retuvo para dicho propósito, si la muestra usada es más fluorescente que la muestra de comparación, se debe reemplazar el baño. Además, la porción graduada debe evaluarse en busca de bandas o estrías, diferencia de color o apariencia. Si el volumen total de los contaminantes excede el 30% del volumen del concentrado, el baño debe ser reemplazado.

6.6 Actividades Previas

- 6.6.1 Verificar que todas las piezas a inspeccionar cuenten con número de identificación, las piezas que no cuenten con identificación se deberán examinar hasta que el cliente asigne un número de identificación.
- 6.6.2 Cuando sea factible, los componentes a inspeccionar deberán estar sobre racks o mesas de trabajo, de forma que se pueda tener un libre acceso a todas las zonas a ser inspeccionadas.
- 6.6.3 Verifique que el equipo de inspección se encuentre con calibración vigente.

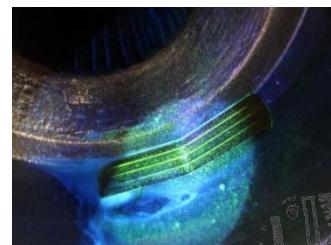
6.7 Limpieza

- 6.7.1 La superficie del área de interés debe estar libre de irregularidades superficiales que puedan provocar indicaciones falsas; en estos casos, puede ser necesaria la preparación de la superficie por medio de pulido, limado o lija, como sea necesario sin que se perjudique la herramienta. Las marcas de llaves de apriete originan este tipo de irregularidades.
- 6.7.2 Para componentes que tengan soldaduras y/o puntos específicos el área de interés y el área adyacente (al menos hasta una pulgada), debe estar seca y libre de suciedad, grasa, aceite, óxido, escoria, salpicaduras de soldadura (chisporroteo), pintura o cualquier otro material extraño que pueda interferir con la prueba o que puedan obstruir las discontinuidades abiertas a la superficie.

- 6.7.3 Las pequeñas aberturas y agujeros que conducen a áreas en las que sería difícil extraer las sustancias magnéticas deberán taparse antes de inspeccionar la pieza.
- 6.7.4 La limpieza puede realizarse con detergentes, solventes orgánicos, soluciones de descalcificación, removedores de pintura, desengrasado con vapor, arena o granalla, o cualquier otro método aprobado por el cliente.
- 6.7.5 Cobertura de examen. La prueba deberá realizarse en el 100% de las superficies accesibles a la sensibilidad de prueba establecida.

6.8 Verificación del campo magnético

- 6.8.1 Antes de realizar la inspección se debe verificar que la intensidad y dirección del campo magnético sobre el área de interés sean apropiadas para asegurar la detección de discontinuidades relevantes.
- 6.8.2 Verificar la intensidad y orientación del campo magnético sobre el área de interés empleando una tira laminada flexible (laina) Tipo I – uso general. Se deben observar las imperfecciones artificiales del indicador que estén orientadas de forma transversal a la dirección del campo magnético.
- 6.8.3 La verificación de la dirección e intensidad del campo magnético debe realizarse al inicio de cada jornada de inspección, al inicio y al final de la inspección de cada una de la serie de piezas similares, cuando se cambie la geometría de las piezas que comúnmente se inspeccionan, cuando se sospeche de un mal funcionamiento del sistema de inspección y en intervalos regulares durante la jornada de trabajo.



Indicador de tira flexible o laina (laminilla castrol)

6.9 Secuencia de inspección

- 6.9.1 Cada pieza deberá ser magnetizada con dos orientaciones de campo, perpendiculares entre sí, podrán ser empleadas las siguientes combinaciones de técnicas de magnetización de acuerdo con la configuración de la pieza.
- 6.9.2 La técnica de magnetización circular por conductor central se debe realizar antes de la magnetización longitudinal con bobina.
- 6.9.3 **Campo transversal/circular:** El campo magnético transversal debe ser inducido con conductor central (corriente directa) para el examen de la superficie del diámetro externo y diámetro interno; con el propósito de detectar discontinuidades longitudinales (axiales) sobre la superficie (hasta donde sea posible), como se indica a continuación:
- Inducir un campo magnético circular mediante conductor central y corriente directa. El conductor central debe estar aislado, así como los racks metálicos donde se posicionan las herramientas para evitar arco eléctrico.
 - Las piezas cortas podrán examinarse en su superficie interna total para detección de discontinuidades longitudinales (axiales), las piezas largas deberán examinarse desde sus extremos hasta una distancia de 24" de cada extremo.
 - Si el espesor, diámetro y permeabilidad de la pieza dificulta el campo circular del conductor central podría aplicar más disparos para obtener una buena inspección de la superficie del diámetro externo, verifique con un indicador de campo si esto es posible.
- 6.9.4 **Campo longitudinal:** El campo magnético longitudinal debe ser inducido con una bobina de corriente directa, con el propósito de detectar discontinuidades trasversales sobre la superficie del diámetro externo e interno (hasta donde sea posible), como se indica a continuación:

- a) La bobina de magnetización debe colocarse en un extremo de la pieza y desplazarse para examinar la longitud total de la pieza. El campo efectivo que se extiende hacia cada de la bobina debe ser determinado con un indicador de campo magnético.
 - b) La suspensión de partículas magnéticas se debe aplicar sobre la región del campo efectivo de la bobina. La inspección debe abarcar la superficie del diámetro externo e interno, hasta donde sea posible.
 - c) Las piezas cortas podrán examinarse en su superficie interna y externa total para detección de discontinuidades trasversales. Las piezas largas deberán examinarse en toda su superficie externa, y en la superficie interna hasta donde sea posible.
- 6.9.5 Realizar primero la magnetización circular y posteriormente la magnetización longitudinal.
- 6.9.6 Para la técnica de magnetización longitudinal se deberá emplear campo activo: la aplicación de las partículas magnéticas se deberá realizar de forma simultánea a la activación de la corriente eléctrica necesaria para inducir el campo magnético. Las partes deberán examinarse en dos etapas, rotando la pieza 180° y realizando una nueva magnetización y aplicación de partículas.
- Nota:** Se podrá realizar inspección con magnetismo residual cuando la configuración del componente sea muy compleja siempre y cuando se comprueba mediante el uso de un indicador de campo magnético que el campo residual es de la apropiada intensidad y dirección para producir resultados confiables.
- 6.9.7 Para la técnica de magnetización circular por descarga de capacitores, la activación del flujo magnético debe iniciar antes de la aplicación de las partículas magnéticas, Por cada sección de la pieza a examinar se debe activar el campo en forma de disparos, la aplicación o cantidad de disparos depende del espesor y permeabilidad del material, normalmente 2 a 3 disparos de corriente son suficientes para realizar el examen.

- 6.9.8 Examinar las áreas de interés con un lampara de luz negra. Usar un espejo con extensión para el examen de la superficie del diámetro interno.
- 6.9.9 Cuando utilice yugo electromagnético debe posicionar los polos del yugo sobre el área de interés, ajustar los polos como sea necesario para maximizar el contacto entre los polos y la superficie de inspección, la distancia entre polos debe estar en un mínimo de 2" y un máximo acorde a su verificación.
- 6.9.10 Cada examinación se debe realizar asegurando una cobertura total de la superficie a examinar.
- 6.9.11 Verificar la intensidad del campo con un indicador de campo magnético después de cada magnetización.

NOTA: el uso constante del indicador de campo magnético es de alta importancia, ya que proporciona una evidencia cualitativa para verificar la correcta intensidad del campo magnético.

6.10 Interpretación y evaluación de las indicaciones.

- 6.10.1 Cuando sean empleadas partículas de color fluorescente, la inspección, interpretación y evaluación de las indicaciones debe ser realizada bajo luz ultravioleta, en una zona semi oscurecida y se deben cumplir con los requisitos de iluminación establecidos en este documento.
- 6.10.2 Se debe usar la interpretación de los resultados y los criterios de aceptación que se establecen en este documento, a menos que se indique lo contrario en la orden de compra del cliente o en los documentos de ingeniería.
- 6.10.3 Deberán acondicionarse y reexaminarse las áreas que muestren indicaciones no relevantes causadas por irregularidades de la superficie localizadas debidas a marcas de herramientas u otras condiciones que interfieran con el proceso de interpretación o que puedan enmascarar indicaciones relevantes.

6.10.4 Se deben considerar como “indicaciones lineales” aquellas que su longitud sea mayor a tres veces su ancho.

6.10.5 Se deben considerar como “indicaciones redondeadas” aquellas que su longitud sea igual o menor tres veces su ancho.

6.10.6 Para efectos de evaluación, solo las indicaciones con dimensión mayor de 1/16 pulg. (1.5 mm) se deben considerar relevantes. Las indicaciones inherentes no asociadas con la ruptura de la superficie (es decir, variaciones de permeabilidad magnética, muescas, ranuras, etc.) se consideran no relevantes.

6.10.7 Cualquier indicación debe ser confirmada con al menos una inspección con líquidos penetrantes.

6.10.8 Para las indicaciones no abiertas a la superficie, el técnico Nivel II o III deberá determinar si la indicación es relevante o no relevante.

6.10.9 Cuando sea aplicable la remoción de indicaciones relevantes, se eliminarán las indicaciones pertinentes de acuerdo con el Manual del Departamento de Instrucción de Calidad WM-GL-HAL-HCT-MFG-700U de Halliburton.

6.10.10 Si un método complementario de evaluación confirma que la (s) indicación (es) es (n) relevante (s), El cliente revisará la evaluación y, si la pieza aún cumple con los Criterios de aceptación del diseño, la indicación puede ser aceptada.

Nota: se debe considerar el principio de funcionamiento y las limitantes del método de inspección complementario. Indicaciones de discontinuidades verdaderas detectadas con partículas magnéticas no necesariamente formaran indicación con líquidos penetrantes.

6.10.11 Todas las conexiones deben ser inspeccionadas visualmente para localizar daños en bisel, hombro de sellado, relevadores de estuerzo. Por (daños mecánicos, marcas de herramientas, corrosión, golpes, picaduras, arrancaduras, abolladuras, etc.)

6.10.12 Se debe verificar el abocinamiento en las conexiones tipo caja (con una regla o escala) y en la conexión tipo pin con un perfil de rosca (perfilómetros), verificar que no presenten daños como estiramiento o desgaste de los hilos.

6.10.13 Todas las conexiones patentadas se deberán aplicar el Dimensional 2 y también a las conexiones rotaria con hombro (API) en los equipos o componentes que van conectados a la tubería de perforación de peso normal o pesado y el Dimensional 3 aquellas otras herramientas que por su funcionalidad tienen conexiones rotarias similares y que se acoplan al BHA o que por especificaciones de OEM se tengan que inspeccionar como parte del BHA.

6.11 Criterios de aceptación:

6.11.1 Criterios de aceptación. A menos que haya otras especificaciones de Halliburton o requisitos del cliente especificados, todas las indicaciones relevantes se evaluarán de acuerdo con las Especificaciones API 6A, según el PSL que corresponda, 14A, 14L y 11D1 última edición. Y al DS1 vol. 4 4ta. Edición y DS1 vol. 3 4ta edición, Referente a las conexiones Premium, API y Similares cuando aplique.

6.11.2 Cualquier indicación relevante de 3/16 pulg. (5 mm) o mayor es inaceptable. No se permiten indicaciones lineales relevantes (1/16 pulg.) en soldaduras (soldadura y el área adyacente a 1/2 pulgada o 12.7 mm de ambos lados de la soldadura).

6.11.3 No más de 10 indicaciones relevantes en cualquier área de 6 pulgadas cuadradas (3871 mm²).

6.11.4 Son inaceptables cuatro o más indicaciones relevantes alineadas, separada por 1/16 in (1.5 mm) o menos de borde a borde.

6.11.5 No se permiten indicaciones relevantes en las superficies de sellado de contacto a presión.



- 6.11.6 No se permiten indicaciones redondeadas de más de 1/8 de pulgada para soldaduras cuya profundidad es de 5/8 pulgada o menos; o 3/16 pulgadas para soldaduras cuya profundidad es mayor a 5/8 pulgadas.
- 6.11.7 En la conexión Box y Pin no está permitida ninguna picadura o corrosión en las primeras 1 1/2" de hilo, midiendo desde la salida del hilo hacia el extremo de la conexión. En los demás hilos se permite la corrosión siempre que no ocupe un área mayor de 1 1/2" hacia cualquier dirección o que una picadura no tenga una profundidad mayor a 1/32" o más ancha a un 1/8".
- 6.11.8 Picaduras localizadas en el diámetro interno (ID) del pin que midan o se estime que tengan una profundidad mayor a 1/8" serán causa de rechazo.
- 6.11.9 Deberá tener presente un bisel en toda la circunferencia tanto para el pin como para la caja con al menos 1/32" de espesor en un ángulo aproximado de 45° o de lo contrario será causa de rechazo.
- 6.11.10 Lo plano del sello de la conexión box será verificado colocando una regla metálica sobre el diámetro del área de sellado y rotando la regla un mínimo de 180° a lo largo del plano del sello. También se verificará el sello del pin colocando la regla sobre una parte de la superficie del sello. Cualquier abertura entre la regla y el sello es causa de rechazo.
- 6.11.11 El perfil de las conexiones no deberá tener espacios visibles en el área de carga, de estabilización, de cresta y de la raíz de los hilos, Las aberturas visibles que se estimen ser mayores a 1/16" en dos crestas y mayores a 1/32" en cuatro hilos consecutivos serán causa de rechazo. Desgaste uniforme que se estime mayor a 0.010" en los flancos de la conexión será causa de rechazo.
- 6.11.12 Los defectos tridimensionales (picaduras) consideradas como dañinas para la efectividad de algunas de las partes, especificado por el cliente, serán anotados en el reporte de inspección para que sean evaluadas más profundamente por el cliente.

7.0 REGISTROS.

TR-OPE-PR-01-FOR-002

Reporte de inspección de herramientas

8.0 ANEXO

Anexo A

Paso a Paso del Proceso de Inspección con Partículas Magnéticas

9.0 REVISION Y CAMBIOS

***Este documento debe ser revisado:**

Anualmente	
Cada tres años	✓
Cada dos años	
Cada Junta de Revisión de Gerencia	
Otro Caso	

*Puede requerir una revisión antes si existiera una actualización de la norma de referencia

Historial de Cambios.

Fecha	Revisión	Descripción de la Revisión	Elaboró	Autorizó
21/07/2017	00	Edición Inicial	Ing. Jorge Álvarez Rivera	Ing. Otoniel Arévalo H.
27/12/2019	01	Implementación del SGI	Ing. Jorge Álvarez Rivera	Ing. Otoniel Arévalo H
15/02/2020	02	Revisión del proceso y actualización de procedimientos de Halliburton	Ing. Juan M Rangel R	Ing. Otoniel Arévalo H
10/02/2023	03	Revisión del proceso, sin cambios	Ing. Juan M Rangel R	Ing. Otoniel Arévalo H

Anexo A
Paso a Paso del Proceso de Inspección con Partículas Magnéticas

1	Verificar vigencia de certificados y examen de la vista de cada inspector.
2	Verificar disposición de normas DS-1, sus adendas recientes y procedimientos vigente del cliente y de TRUESPECT.
3	Verificar y registrar número de serie de equipos/instrumentos, así como vigencia y documentos de calibración.
4	Agitar la suspensión 20B y tomar una muestra de 100 mL en el tubo de decantación. Se debe tener en sitio el certificado de las partículas. Verificar y registrar el volumen de asentamiento de la suspensión 20B, este debe estar entre 0.1 a 0.4 mL . Aplicar más agua o más polvo 20B en caso de ser necesario para cumplir con la concentración requerida.
5	Las piezas por examinar deben ser lavadas y limpiadas, verificar que estén libres de grasa, polvo o cualquier contaminante que interfiera con la inspección.
6	Prepara el cuarto oscuro de inspección: Mida la luz visible en el cuarto oscuro, esta no debe ser mayor a 2 candelas – pie . La luz negra debe tener al menos 1000 μw/cm² a 15 pulgadas desde la fuente de luz al sensor. Permita 1 minuto para que si vista se adapte al nivel de iluminación del cuarto oscuro.
7	Introduzca el cable de la Caja de Descarga de Capacitores en el anillo de Ketos para verificar su funcionalidad usando suspensión 20B y luz negra. Verifique la formación de indicaciones.
8	Realice prueba de rompimiento de la película de suspensión 20B, aplicándola sobre la superficie más lisa de una de la pieza a examinar. La suspensión debe mojar la superficie de la pieza.
9	Retire el conductor central e intodúzcalo en las piezas a examinar.
10	Introduzca el cable de la Caja de Descarga de Capacitores en cada parte a ser examinada.
11	Conecte el cable de la Caja de Descarga de Capacitores y active el interruptor para generar un campo circular y detectar fallas longitudinales. Realice dos disparos.

12	Verifique el campo magnético circular utilizando la laminilla Castrol sobre el diámetro externo de cada pieza que será examinada, agite la suspensión 20B y aplíquela sobre la laminilla Castrol y con luz negra verifique que se observen las indicaciones de la laminilla Castrol.
13	Si todas las piezas tienen una intensidad de campo suficiente, se debe retirar el cable de la Caja de Disparo de las piezas a ser examinada.
14	Agite la suspensión 20B y aplíquela de manera uniforme sobre el diámetro externo (OD) e interno (ID) de cada parte a ser examinada. La aplicación se debe realizar sobre la mitad del perímetro superior de cada pieza (ID y OD).
15	Proceda a examinar con luz negra todas las piezas sin rotarlas. Puede mover la pieza sobre su eje longitudinal (sin rotación) para examinar de forma apropiada las superficies cubiertas con la suspensión 20B, sin tocar las zonas de examinación. Si se encuentra alguna imperfección esta debe ser marcada para su posterior limpieza y reexaminación.
16	Rotar las piezas 180°, realizar limpieza con trapo seco y limpiador SKC-2 en la superficie superior. Introducir el conductor central nuevamente en las piezas.
17	Repetir los pasos 11 a 15 para examinar las zonas donde la suspensión se encharco y las superficies que no se pudieron examinar en la primera inspección.
18	Determinar la polaridad en cada lado de la bobina y marcar (+ / -) según corresponda. Verifique que el amperaje de la bobina y su número de vueltas sea el apropiado para inducir un campo magnético longitudinal de al menos 1200 amperes vuela por cada pulgada de diámetro externo (OD) de la conexión .
19	Use un medidor gauss para verificar la intensidad del campo magnético en cada extremo de cada pieza. Marcar la polaridad (+ / -) en cada pieza.
20	Colocar las piezas en la bobina de forma que se refuerce el campo magnético existente de la pieza (no opuesto), con la intención de detectar imperfecciones transversales (magnetización longitudinal).
21	Utilice una laminilla Castrol y colóquela sobre el diámetro interno de la pieza para verificar el campo: active la bobina y al mismo tiempo aplique suspensión 20B sobre la laminilla Castrol, inspeccione con luz negra para verificar la formación de indicaciones de la laminilla Castrol.

22	Si el campo magnético es el apropiado proceda con la activación de la corriente y con la aplicación de la suspensión 20B (campo activo), la corriente debe permanecer al menos 2 segundos después de la aplicación de la suspensión. La suspensión 20B se debe aplicar sobre el ID y OD en los 180° de la superficie superior.
23	Examine con luz negra las superficies rociadas con suspensión 20B, se debe usar un espejo para examinar la raíz de la rosca y otras superficies inaccesibles como áreas de sellado. Si es necesario retire la pieza de la bobina sin tocar la superficie de inspección, con la intención de examinar el OD. Si se encuentra alguna imperfección esta debe ser marcada para su posterior limpieza y reexaminación.
24	Rotar la pieza 180°, realizar limpieza con trapo seco y limpiador SKC-2 en la superficie superior (OD e ID).
25	Repetir los pasos 21, 22 y 23.
26	Realizar limpieza con trapo y solvente SKC-S.
27	Desmagnetizar cada componente, el magnetismo residual no debe ser mayor a 3 Gauss. Los componentes desmagnetizados deben colocarse a al menos 36" de componentes magnetizados.

Notas:

- a) Componentes que, por su tamaño, configuración geométrica, o retentividad no puedan ser examinados bajo esta secuencia podrán ser examinados con un método de END alterno aprobado por el cliente.
- b) Componentes grandes pueden ser examinados usando cable enrollado para magnetización longitudinal, previendo que el número de vueltas sea el adecuado mediante la verificación del campo con la laminilla Castrol.