

	<b>Título:</b> CRITERIOS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS DE RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL	
<b>Código:</b> PE-1-DGSMS-137-A	<b>Aprobador:</b> GGL/DGSMS	<b>Fecha de aprobación:</b> 05/07/2022
	<b>Gestor:</b> GGL/DGSMS	<b>Firma:</b> Aldo Marcelo Reynaga Salazar

## 1. OBJETIVO

Establecer medidas de seguridad para la ejecución de trabajos de radiografía industrial por parte de las empresas contratistas calificadas dentro de las instalaciones de YPFB Refinación S.A. y sus áreas de influencia.

## 2. ALCANCE

Es aplicable a todos los trabajos de radiografiado industrial que se ejecuten en las áreas de YPFB Refinación S.A. (RCBA, DRAC, plantas de bombeo de agua Sumumpaya y La Palca-RSCZ y el OPVV).

## 3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

### 3.1. NORMAS

**ISO 45001:** Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo

### 3.2. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

### 3.3. LEGISLACIÓN

Ley N° 1205/19 Ley para las Aplicaciones Pacíficas de la Tecnología Nuclear  
DS. 24483/97 Reglamento a la Ley de Protección y Seguridad Radiológica  
DL 16998/79 Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar, Capítulo X

## 4. DEFINICIONES Y SIGLAS

### 4.1. DEFINICIONES

**EMERGENCIA:** Situación que involucra exposición temporal de personas por la liberación accidental de la fuente radioactiva.

**ENCARGADO DE PROTECCION RADIOLOGICA:** Persona que asume las acciones de radio protección en las tareas relativas relacionadas a esa práctica que debe poseer una Licencia Individual Específica y/o una de Responsable de Protección Radiológica

**EXPOSICIÓN:** Irradiación externa o interna de personas con radiación ionizante.

**FUENTE:** equipo o material que emite o es capaz de emitir radiación ionizante o de liberar sustancias o materiales radioactivos.

**GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL:** Técnica de radiografía industrial en la que se utiliza los rayos gamma de una fuente radiactiva sellada.

**MATERIAL RADIOACTIVO:** material que contiene sustancias emisoras de radiación ionizante

**RADIACION IONIZANTE:** cualquier partícula o radiación electromagnética que, al interactuar con la materia, ioniza directa o indirectamente sus átomos o moléculas.

**PROTECCION RADIOLOGICA:** Conjunto de medidas que buscan proteger al ser humano y sus descendientes contra posibles efectos no deseados causados por la radiación ionizante.

**PUBLICICO:** cualquier trabajador no sometido a la exposición ocupacional a Radiaciones Ionizantes

**TRABAJADOR EXPUESTO:** Cualquier trabajador sujeto a exposición ocupacional a Radiaciones Ionizantes

## 4.2. SIGLAS

**APR:** Análisis Preliminar de Riesgo

**AETN:** Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear

**Ci:** El curio es la unidad de desintegración radioactiva. Se define como la cantidad de sustancia radioactiva que presenta una velocidad de desintegración de  $3,7 \times 10^{10}$  desintegraciones por segundo (DPS)

**EPP:** Equipo de Protección Personal.

**GBq:** Giga Bequerel

**Bq:** Becquerel o becquerelio

**DRAC:** Ducto refinería aeropuerto de Cochabamba

**mR/h:** mili Rem por hora

**Sv:** sievert. La equivalencia con la nueva unidad es  $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$ .

**OPVV** Oleoducto Palmasola Viru Viru

**PT:** Permiso de Trabajo.

**RCBA:** Refinería Gualberto Villarroel

**RSCZ** Refinería Guillermo Elder Bell

## 5. RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad de la empresa contratista, del fiscal de servicio y personal de SST cumplir y hacer cumplir este procedimiento sus anexos y registros correspondientes a fin de garantizar la protección radiológica en YPFB Refinación S.A.

### 5.1. EMPRESA CONTRATISTA

Presentar a la fiscalización la siguiente documentación aprobado por la AETN

- Registro de fuente de radiación (Reglamento N°1 DS 24483/97)
- Sistema de Intervención (Reglamento N° 2 DS 24483/97)
- Licencia Ambiental (Reglamento N° 3 DS 24483/97)

- Procedimiento de Operación (Reglamento N° 6 DS 24483/97)
- Entrenamiento del personal (Reglamento N° 6 DS 24483/97)
- Plan de Emergencia (Reglamento N° 6 DS 24483/97)
- Examen de aptitud física del personal (Reglamento N° 9 DS 24483/97)
- Dosímetro personal (Reglamento N° 10 DS 24483/97)
- Tabla de decaimiento de la fuente
- Certificados de calibración de los equipos necesarios requeridos para la ejecución del trabajo de gammagrafía aprobados

## **5.2. FISCAL DE CONTRATO**

Coordinación con SST e INSP para que procedan a revisar la documentación presentada por la empresa contratista.

Participar de la elaboración del Plan de Radiografiado RG-1-PE-1-DGSMS-137 (si se requiere su participación) y de la emisión del PT.

Coordinar la permanencia o desmovilización de la fuente radioactiva.

Solicitar autorización a Gerencia de la Refinería para ejecución de actividades

Solicitar, revisar y aprobar la documentación del punto 5.1 y firmar el RG-1 PE-1-DGSMS-137 previa a la presentación a SST.

## **5.3. TÉCNICOS DE SST**

Revisar las condiciones mecánicas del laboratorio "móvil" donde se transporta y/o permanecerá la fuente radioactiva, RG-2-PE-1-DGSMS-137

Aprobar el Plan de Radiografía en conjunto con el Ejecutor

Emitir el Permiso de Trabajo. Verificar que la empresa contratista cumpla con la señalización correspondiente. Comunicar vía radio comunicación a todo el personal de la Refinería del inicio del trabajo de radiografiado industrial-

## **5.4. PROFESIONAL DE SST de YPFB Refinación**

Revisar la documentación entregada por la contratista para habilitar el ingreso de personal, equipos y fuente radioactiva a YPFB Refinación.

## **5.5. PROFESIONAL DE INSPECCIÓN**

Revisar la información entregada de la empresa contratista

Gestionar el ingreso a YPFB Refinación

Coordinar las actividades de radiografía industrial con las unidades donde se realizará el trabajo

## **6. MEDIDAS DE SMS**

Durante el trabajo se debe usar ropa de trabajo y equipo de protección personal básico, es decir, casco, lentes de seguridad, guantes, zapatos de seguridad, se deberán hacer uso de arnés y cabo de vida para trabajos en altura y ambientes confinados

## **7. DESARROLLO**

### **7.1. REQUERIMIENTOS**

Antes de la realización de una radiografía industrial se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Se debe realizar un análisis preliminar de riesgos (APR) específico del trabajo de radiografía industrial.
- c) Se debe efectuar una reunión de planificación con la participación de todos los involucrados en el trabajo a ser realizado, y con el asesoramiento de SST, para validar el APR y el plan de Radiografía industrial.
- d) Una vez aprobada la ejecución del trabajo de Radiografía Industrial, se debe realizar el llenado de los formularios correspondientes de control para trabajo de Radiografía industrial.

### **7.2. PERMISO PARA TRABAJO Y RECOMENDACIÓN ADICIONAL DE SEGURIDAD**

- Es recomendable que los trabajos de radiografía sean realizados en horarios donde haya el menor número de personas en las proximidades del sitio de la irradiación, considerando los aspectos de seguridad y aspectos operacionales.

- El permiso de trabajo deberá ser solicitado por la empresa ejecutante y el fiscal de servicio

Como parte del trabajo de resguardo de seguridad que realiza personal de SST verificar que el trabajador lleve un dosificador que lo debe llevar en el pecho cuando esté expuesto a las Radiaciones

Contador Géiser (con certificado de calibración).

Un medidor individual con alarma sonora de nivel máximo de radiación.

- Dosímetro de lectura directa.
- Dosímetro de lectura indirecta (la placa de plomo del AETN (debe estar vigente al momento de la prueba).

### **7.3 PERMISO DE TRABAJO**

El permiso de trabajo deberá ser solicitado por el fiscal de servicio.

Para efectuar cualquier trabajo de radiografía industrial es obligatorio tener el permiso de trabajo, mediante el cual se debe solicitar un CERTIFICADO DE TRABAJO CON RADIACIÓN IONIZANTE; mismo que es llenado y autorizado por SST.

El horario de radiografiado será a partir de las 17:00 horas, a menos que por necesidad de la planta haya que efectuar radiografías en otros horarios (trabajos extraordinarios y no planificados), previa coordinación y aprobación de SST y se debe comunicar a todo el personal que se encuentra en la Refinería.

Se debe intentar minimizar la presencia de personas durante los trabajos de radiografía.

## 7.4 DETERMINACIÓN DE DISTANCIA PARA AISLAMIENTO DE ÁREA

Áreas abiertas sin equipos o materiales que puedan atenuar la radiación:

a) para el cálculo de distancia para aislamiento de áreas deben ser utilizadas las fórmulas de la Tabla 1.

TABLA 1  
FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE DISTANCIA PARA AISLAMIENTO DE ÁREAS

FUENTE	FÓRMULA
--------	---------

Ir-192

$$d = \sqrt{\frac{A \times 0.5 \times D}{0.0004}}$$

Donde:

d = distancia del punto de exposición de la fuente al sitio del aislamiento (m);

A = actividad de la fuente en el momento de la exposición, en Curies (Ci);

D = tiempo total de exposición (en horas), en 1 día de trabajo de lo máximo 8 horas, obtenido en función del número de radiografías a ser efectuadas y el tiempo de exposición de cada radiografía; este valor es la suma de todas las exposiciones a ser efectuadas en un sitio dentro de 8 horas de trabajo.

b) Cuando el aislamiento del área, calculado por las fórmulas de la Tabla 1 se torna en la práctica inviable de ejecutar, o sea, impracticable en función de la distancia, deben ser utilizadas las fórmulas de la Tabla 2.

TABLA 2  
OTRAS FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE DISTANCIA PARA AISLAMIENTO DE ÁREAS

FUENTE	FÓRMULA
--------	---------

Ir-192

$$d = \sqrt{\frac{A \times 0.5 \times S}{0.002}}$$

Donde:

d= Distancia del punto de exposición de la fuente local de aislamiento (m)

A= Actividad de la fuente en el momento de exposición en Curies (Ci)

S= Tiempo total de exposición en horas, en un día de trabajo de máximo 8 horas, obtenido en función al número de radiografías a ser efectuadas y el tiempo de exposición de cada radiografía. (Este valor es la suma de todas las exposiciones a ser efectuadas en el local dentro de 8 horas de trabajo).

Nota: En este caso, no puede ser realizado otro trabajo de radiografía en el lugar, ni la repetición de cualquier radiografía ya efectuada, en un plazo mínimo de 7 días a partir de la fecha de realización del trabajo.

c) Cuando sea utilizado el colimador, el cálculo de distancia de aislamiento debe ser efectuado sustituyendo las fórmulas utilizadas en las tablas 1 y 2 donde:

Donde:

$$A2 = \frac{A}{FR}$$

FR= Factor de reducción del colimador utilizado.

**La distancia de aislamiento resultante deberá ser registrada en el plan de Radiografía que debe ser anexado al PT**

## 7.5 AISLAMIENTO DE ÁREAS

Para determinar la distancia de aislamiento se deberán considerar los siguientes datos importantes:

LÍMITES DE DOSIS	
Trabajadores expuestos	Público
5 rem (anual)	0,1 rem (anual)
0,1 rem (semanal)	0,002 rem (semanal)
2,5 mrem (hora)	0,05 mrem (hora)
$2.5 \times 10^{-3}$ mSv/hora	$0.05 \times 10^{-3}$ mSv/hora

Determinación de distancias para aislamiento de áreas

A. aplicar la siguiente ecuación:

$$\dot{X} = \frac{\Gamma A}{d^2}$$

Dónde:

**d**= Distancia de aislamiento en metros

**A**= Actividad de la fuente en Curies (Ci)

**Γ**= Factor Gamma

**X** = Límite de dosis

La constante  $\Gamma$  para el Ir-192 es de 0.5

Despejando la ecuación:

$$d = \sqrt{\frac{\Gamma A}{X}}$$

Dónde:

Calculo para la distancia de aislamiento para trabajadores expuestos:

$$d = \sqrt{\frac{0.5 \times A}{0.0025}}$$

Dónde:

**d**= Distancia de aislamiento en metros

**A**= Actividad de la fuente en Curies (Ci)

Calculo de la distancia de aislamiento para el publico

$$d = \sqrt{\frac{0.5 \times A}{0.00005}}$$

Dónde:

**d**= Distancia de aislamiento en metros

**A**= Actividad de la fuente en Curies (Ci)

Los resultados obtenidos del cálculo corresponden al radio de la circunferencia del área de aislamiento, debiendo ser trazado sobre un plano del área a intervenir a partir del punto de la exposición de la fuente, dicho plano debe ser aprobado por SST y coordinado con el área de Procesos o responsable del área afectada.

Se debe considerar como distancia de aislamiento inicial al resultado del cálculo para trabajadores expuestos y como distancia de aislamiento en caso de emergencia al resultado del cálculo para el público.

Se debe realizar el monitoreo con el contador Geiger durante los disparos en aquellos lugares con barreras y no sea aplicable la distancia de aislamiento inicial.

## 7.6. SEÑALIZACIÓN DE ÁREAS AISLADAS.

El aislamiento debe ser efectuado con cuerdas/cintas y placas de señalización, con el símbolo internacional de radiación ionizante (anexo A) indicando mínimamente las palabras radiación y peligro en todas las vías de acceso hacia y dentro el perímetro de la zona de aislamiento inicial.

En la noche, debe ser colocado un dispositivo luminoso intermitente, en el local donde está siendo expuesta la fuente, con la finalidad de indicar que el trabajo está siendo realizado. Si existiese mucho tránsito de personas se deberá colocar otras señales luminosas. (Considerar equipos para áreas clasificadas en caso ser necesario)

## 7.7. FUENTE RADIATIVA

En YPFB Refinación S.A. solamente se podrán utilizar las siguientes fuentes radioactivas:

a) Iridio 192 (Ir192)	740 GBq (20 Ci)
-----------------------	-----------------

Los trabajos deberán ser realizados con uso de colimador.

Nota 1: Cualquier otra fuente radioactiva puede ser usada si se consideran necesario su uso por el personal involucrado y la participación de SST.

No será admitida en las áreas donde sean realizados servicios de radiografía, fuente radioactiva que presente niveles de radiación en la superficie de la armazón del irradiador, mayor o igual a 51,6  $\mu\text{C/kg h}$  (200 mR/h) en la superficie y 2,58  $\mu\text{C/kg h}$  (10 mR/h) a 1 m (un metro) de distancia. Esta verificación debe ser efectuada por el órgano de seguridad industrial o por la fiscalización cuando llegara el equipo.

Nota 2: En algunos casos y dependiendo del espesor de los elementos metálicos es necesario contar con fuentes de mayor potencia. Estos casos deberán ser analizados por personal de INSP para autorizar el uso de dichas fuentes y comunicar a SST

## 7.8 COMUNICACIÓN

Una vez se cuente con todos los requisitos establecidos en este procedimiento y el visto bueno de SST, se debe enviar a la Dirección de Comunicación Empresarial la siguiente información para su divulgación a las refinerías hasta las 13:00 del mismo día de la ejecución del trabajo.

Fuente Radioactiva:	
Actividad de la Fuente Radioactiva:	
Horario de Inicio:	
Horario de finalización:	
Distancia de aislamiento inicial:	

**Nota.** - En otro horario para trabajos extraordinarios y no planificados de igual manera se debe comunicar a todo el personal presente en las refinerías.



### **7.9. ALMACENAMIENTO DE FUENTES RADIOACTIVAS.**

No se debe almacenar fuentes radioactivas en las instalaciones de YPFB Refinación S.A., debiendo efectuar una planificación para que la fuente radioactiva ingrese y sea retirada de las instalaciones.

En caso de ser necesario que la fuente radioactiva permanezca en las instalaciones por motivos de trabajo; El Técnico de SST deberá asignar una zona para que sea confinada y señalizada; además de dar aviso a todo el personal que dicha área es restringida. En el caso del traslado se debe de verificar todos los permisos exigidos por ley; incluyendo el procedimiento de seguridad radiológica de la empresa contratista.

### **7.10 PLAN DE EMERGENCIA.**

Remitirse al procedimiento de seguridad radiológica de la empresa contratista el cual esta validado por AETN.

Este procedimiento remplaza a los procedimientos PE-3-SSTCB-25-A Seguridad en trabajos de radiografiado industrial y al PE-2-SSTSC-26-B Criterios de seguridad para trabajos de radiografiado industrial

## ANEXOS

NRO	ANEXO	TITULO DEL ANEXO
1	ANEXO A	<a href="#">ANEXO A SEÑALIZACIONES INTERNACIONALES.DOCX</a>

## REGISTROS

NRO	REGISTRO	TITULO DEL REGISTRO
1	RG-1-A-PE-1-DGSMS-137	<a href="#">PLAN DE RADIOGRAFIA INDUSTRIAL</a>
2	RG-2-A-PE-1-DGSMS-137	<a href="#">FICHA DE INSPECCION DE SEGURIDAD DE VEHICULO</a>

## REGISTROS COMPLEMENTARIOS

No Aplica.

## SUMARIO DE REVISIONES

REVISION	FECHA	DESCRIPCION
A	05/07/2022	Emisión original

## LISTA DE DISTRIBUCION

GRCBA/INSP, DGSMS/SSTCB, INSP, DGSMS/SSTSC

## FECHA DE ANALISIS CRITICO

La próxima fecha de análisis crítico es **30/06/2023**