



OBJETIVO:

Indicar el procedimiento para la verificación del funcionamiento de los dispositivos de seguridad Radiológica en los equipos generadores de Rayos-X, utilizados en las instalaciones de la **AGENCIA NACIONAL DE ADUANAS DE MÉXICO**.

REFERENCIAS:

1. Reglamento General de Seguridad Radiológica. Diario Oficial de la Federación. 22 de Noviembre 1988.
2. Instructivo para la Preparación del Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica.
3. Manual de Operación del equipo Generador de Rayos-X.
4. Procedimiento **PORX-1.1** "Operación del equipo generador de Rayos X"
5. Procedimiento **PORX-1.5** "Levantamiento de niveles de radiación"
6. Procedimiento **PARX-1.2** "Determinación y clasificación de zonas".

DEFINICIONES:

1. **Blindaje:** Material que envuelve al equipo generador de Rayos-X, para reducir la intensidad de Radiación a niveles bajos (similares a la Radiación de fondo natural) en las áreas cercanas de los operadores.
2. **Equipo generador de Rayos-X:** Equipo empleado para inspección Aduanera en cualquier punto de la República Mexicana.
3. **Interruptores de seguridad (interlocks):** Mecanismos con los cuales se aseguran e interrumpen las emisiones del Equipo Generador de Rayos-X.
4. **Puentear:** Interconexión de una misma fase (seguro) para cancelar circuitos de seguridad.
5. **Panel de control:** Es el centro de control de la exploración, adquisición de datos, visualización y análisis de imágenes y todas las funciones.

REQUISITOS:

1. La Operación del Equipo Generador de Rayos-X debe realizarla personal capacitado para desarrollar dicha función, bajo supervisión del Encargado de Seguridad Radiológica.
2. La verificación de los sistemas de seguridad Radiológica, deben realizarse estando el equipo en operación.



3. Las verificaciones del funcionamiento de los dispositivos de seguridad radiológica deben ser realizados diariamente previo al inicio de operación, por el personal operativo capacitado y autorizado por el Encargado de Seguridad Radiológica. El registro y resguardo de estas revisiones están incluidos en los formatos establecidos en el PORX-1.6.

MATERIAL Y EQUIPO:

1. Detector y medidor de Radiación Ionizante (Monitor portátil tipo Centelleo / Cámara de Ionización / G.M. / D.P.).

PRECAUCIONES:

1. Cualquier anomalía que se observe en el equipo generador de R-X, deberá oprimirse el botón de paro de emergencias o cualquiera de los interruptores (interlocks).
2. Queda prohibido puentear los interruptores de seguridad (Interlocks) o modificarlos.
3. Cualquier falla encontrada, deberá ser reparada de inmediato.

INSTRUCCIONES:

EQUIPO RAPISCAN CARVIEW INLANE

El equipo Rapiscan CarView InLane posee los siguientes elementos de Seguridad: símbolos de seguridad, advertencias de seguridad, indicación de peligros, seguridad general, procedimientos de seguridad, advertencias y alarmas del sistema, indicadores de seguridad en el uso de los rayos X, bloqueos del sistema, Botones de Parada de Emergencia (E-Stop), confinamiento de detectores, protocolos de radiación, libramiento del arco y áreas de acceso limitado. Por este motivo, es un equipo seguro tanto para el Personal Operacionalmente Expuesto, como para los usuarios que transiten por la Aduana donde esté instalado este equipo. El sistema está diseñado para un funcionamiento seguro. El uso inadecuado del equipo puede crear riesgos de radiación, eléctricos o mecánicos.

Peligros

El equipo no contiene elementos radiactivos.

Todos los gabinetes del sistema tienen cerradura o requieren una herramienta para abrirse

El equipo incluye Plomo (Pb) (Figura 2-6).

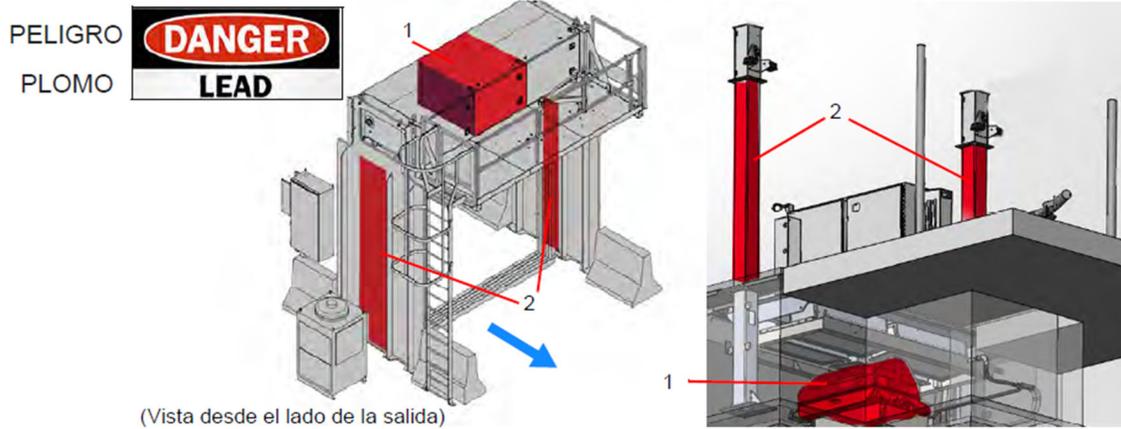


Figura 2-6: Componentes de plomo (Pb):
(1) Interior de la carcasa de la fuente de rayos X (gabinete interior)
(2) (Beam Stops) el haz se detiene dentro de las torres

El equipo incluye blindaje interno de plomo (Pb) para bloquear la fuga de rayos X de los componentes generadores. Estos componentes y blindaje están encapsulados en los recintos y bóvedas.

Además, los Beam Stops soportan placas de plomo (Pb) que bloquean la radiación de rayos X para que no salga del túnel de exploración a la altura donde podrían estar presentes personas o animales

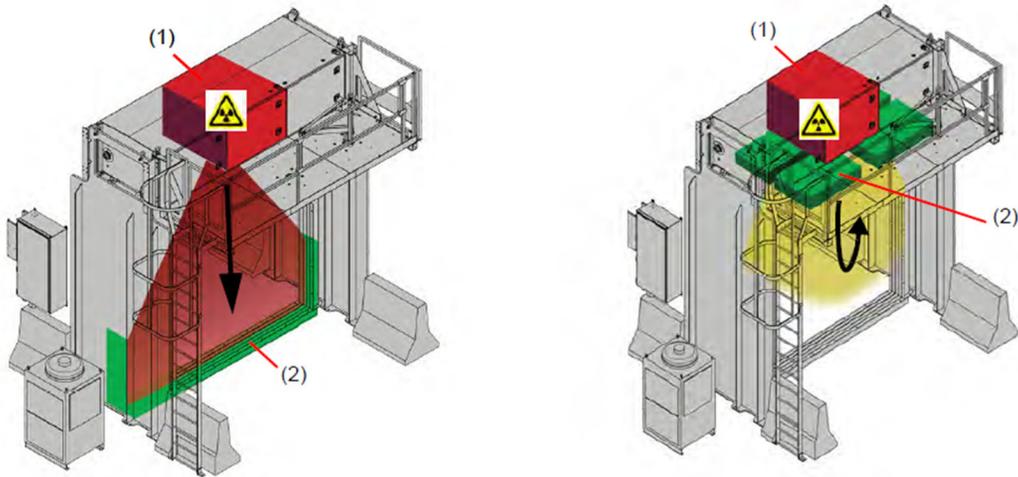


Figura 2-7: Trayectorias del haz de rayos X CarView InLane. (Izquierda) Tx (Transmisión), (Derecha) Bx (Retrodispersión).
(1) Fuente y (2) detectores.

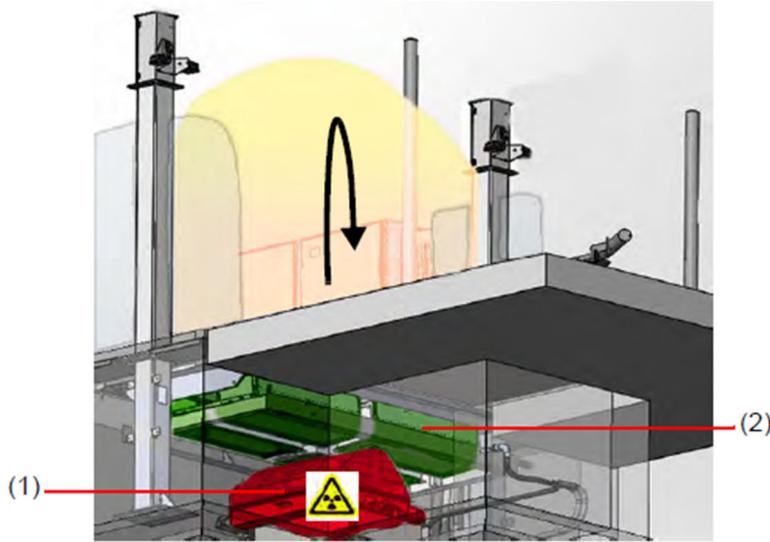


Figura 2-8: Trayectoria del haz de rayos X del Portal UVBx. (1) Fuente y (2) detectores.

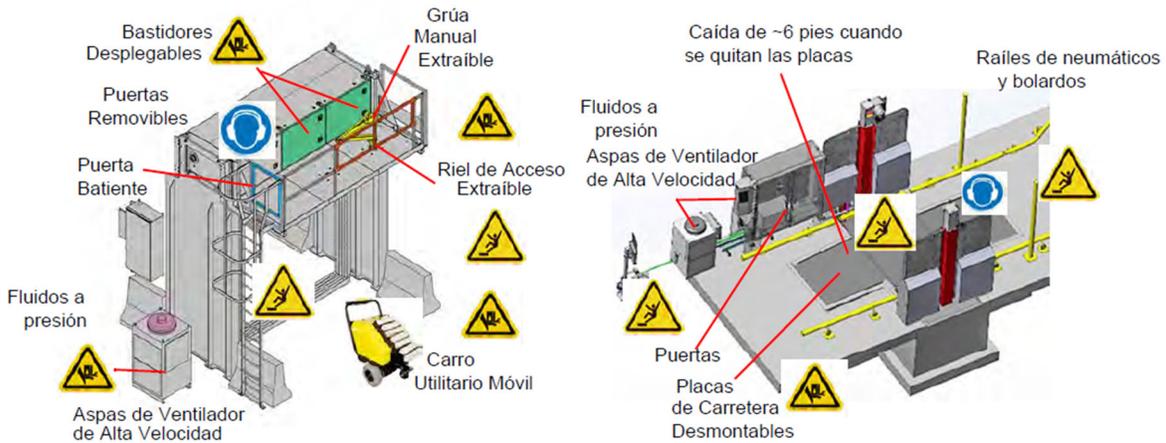


Figura 2-9: Ruido fuerte cuando los paneles de acceso del gabinete de la fuente están abiertos durante la operación. Componentes móviles, vehículos en movimiento y terreno irregular. Visibilidad limitada para los conductores de vehículos. Se puede proporcionar un aparato empujador de automóviles opcional; tenga cuidado de leer y comprender completamente las instrucciones del fabricante antes de usar; pueden producirse daños graves en el equipo de escaneo, el vehículo objetivo y lesiones personales. El detector de tierra del equipo, los conductos periféricos, las cubiertas de la bóveda, las barandillas del vehículo y los bolardos presentan una superficie irregular y presentan un riesgo de tropiezo o colisión para el conductor del automóvil y los peatones. Los vehículos o peatones que ingresen a la Bóveda descubierta pueden sufrir daños graves, lesiones o la muerte.

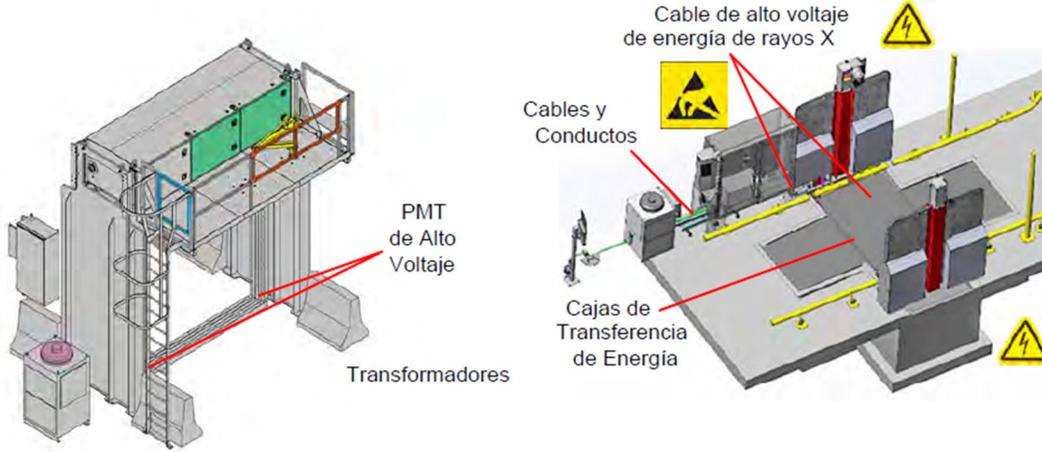


Figura 2-10: Componentes sensibles a la electricidad estática. Los altos voltajes están encerrados, pero evite los cables y los paneles de acceso sueltos. No ingrese a la Bóveda si hay agua presente sin antes confirmar que toda la energía del sistema esté cortada en la red eléctrica.



Figura 2-11: Sistema de Evacuación de Agua. Cámara de pozo rallado. Peligro de tropiezo o caída si la rejilla no está bien montada. Peligro de descarga eléctrica o electrocución si se acumula agua en la bóveda; apague todo el sistema antes de entrar. Se puede utilizar una batería de plomo/ácido de 12 V, peligro de humos nocivos e inflamables y fugas de líquidos corrosivos. No fumar en la bóveda.

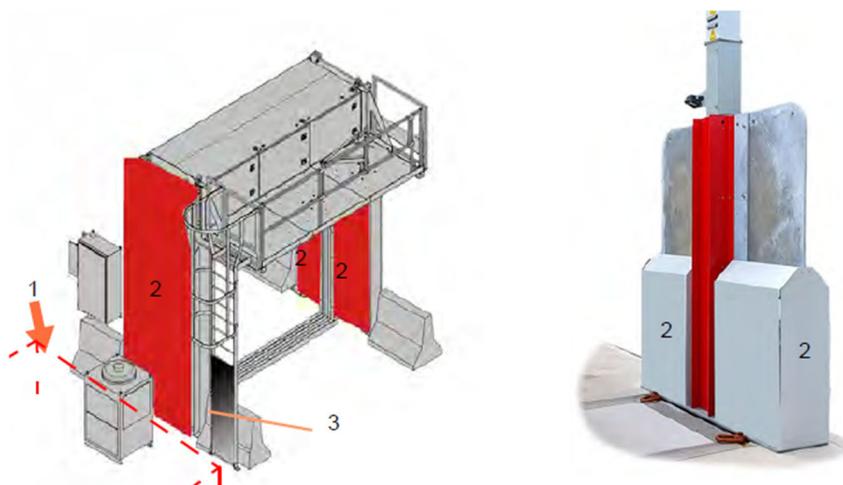


Figura 2-12: Vandalismo. (1) Deben instalarse vallas alrededor de los enfriadores y los equipos de energía eléctrica. Asegúrese de que esta área sea segura. (2) Los blindajes de los cables se montan dentro del túnel de exploración y en las superficies exteriores de los extremos. Estos deben ser cuidadosamente mantenidos y las fijaciones revisadas de forma rutinaria, para evitar que los pasajeros dañen los cables o se expongan a la energía eléctrica. (3) Se proporciona un protector de escalera para evitar que los peatones accedan a la escalera.

Advertencias Visuales

Durante el funcionamiento normal, las advertencias visuales se activan para cualquiera de los siguientes eventos:

- Los rayos X se producen, pero no se emiten (luz estroboscópica amarilla, "Rayos X Encendido")
- Se están emitiendo rayos X (luz estroboscópica roja, "Escaneo")
- En la consola del operador para cada carril (Figura 2-2):
 - Un indicador amarillo "Rayos X Encendido" de estatus de generación de rayos X
 - Un indicador rojo "escaneo" de estatus de emisiones de rayos X
- En el monitor de Control, en el Panel de Control, tres indicadores de estatus (Figura 2-13).
- Cuando se generan rayos X, el indicador de estado "Rayos X activados" (rojo) parpadea.
- Cuando se hace clic en el botón de habilitación de emisión de rayos X (derecha), el fondo del botón cambia a rojo y el título cambia a "Detener escaneo".

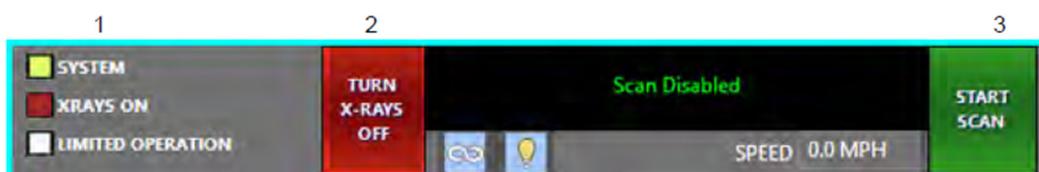


Figura 2-13: Panel de control de Advertencia de actividad de rayos X. (1) Indicadores de estado del sistema, (2) Botón de control de generación de rayos X y (3) Botón de control de emisión.

Botones de Paro de Emergencia (E-Stop)

En caso de emergencia, el operador puede detener rápidamente la generación de rayos X. Esto se

hace usando cualquiera de los varios botones de parada de emergencia (E-Stop) ubicados en el sistema. La activación de un botón de parada de emergencia apaga la rueda de generación de rayos X y las fuentes de alimentación de alto voltaje correspondientes. La base de datos y otros sistemas de soporte, como los enfriadores del subsistema de rayos X, permanecen en funcionamiento, lo que permite el monitoreo del sistema y un reinicio más rápido una vez que se ha resuelto el problema.

Iluminación y Sensores

Además de los indicadores de seguridad, el usuario tiene varias ayudas visuales y sensores que se controlan manual y automáticamente para mejorar la inspección de vehículos y la vigilancia del área de escaneo (Figura 3-8).

Semáforos

Se proporciona una lámpara de control de tráfico doble (Figura 3-8) en el lado de la entrada del escáner CarView InLane para cada carril del sistema. El dispositivo señala automáticamente el tráfico entrante si ese carril del sistema no está obstruido y está listo para recibir un vehículo objetivo para escanear. El estado actual del semáforo se muestra en las páginas de Estatus (Figura 3-9).

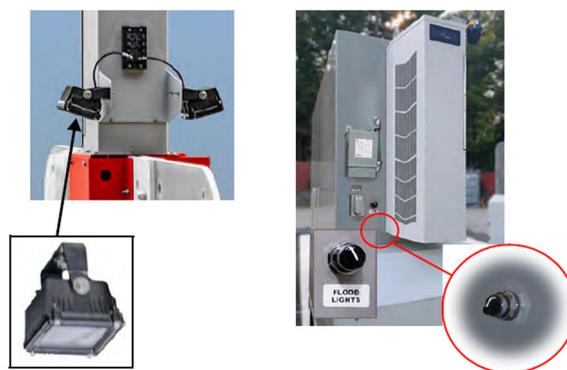


Figura 3-10: Iluminación de inundación del portal UVBx (2 accesorios por carril). (Izquierda) En cada carril del sistema, se montan dos luces de inundación de tareas en las secciones superiores de cada una de las dos torres Beam Stop. En cada torre, una lámpara apunta hacia el carril de circulación, y en las torres exteriores, la otra lámpara apunta hacia el exterior del carril de circulación. (Derecha) Se proporciona una perilla de interruptor mecánico con la etiqueta "Luces de inundación" en el Gabinete de equipo sobre el suelo (AEC) para cada carril del sistema para controlar las luces del área del portal UVBx para ese carril.

Sensores de Barrera de Infrarrojos de Presencia de Vehículos

La presencia del vehículo objetivo durante el escaneo se confirma mediante dos sensores de haz de infrarrojos (IR) en el lado de la entrada del túnel de escaneo correspondiente. Esto se utiliza para determinar:

- El vehículo está presente para habilitar el escaneo. Después de que se enciende la luz verde de control de tráfico, el vehículo debe avanzar y romper el haz de infrarrojos activo inicial dentro del límite de tiempo preestablecido, o el sistema vuelve a un estado inactivo y se debe hacer clic nuevamente en el botón **Iniciar escaneo**. El límite de tiempo lo establecen los Técnicos de Rapiscan | AS&E según las condiciones del sitio. Nota: El haz de luz de infrarrojos activo inicial está en el escáner UVBx Portal o, si el portal de UVBx está

desactivado, entonces el haz de luz de infrarrojos activo inicial está en el escáner CarView InLane.

- El vehículo está presente para permitir la apertura del obturador de la fuente de rayos X y emitir rayos X. El haz de infrarrojos del portal UVBx debe romperse para permitir las emisiones del escáner del portal UVBx, y el haz de infrarrojos del escáner CarView InLane debe interrumpirse para permitir las emisiones del escáner CarView InLane.

Cada uno de los dos haces tiene un emisor y un receptor (Figura 3-13). Las carcasas del emisor y del detector parecen idénticas, pero cada una tiene una etiqueta que indica que es un emisor o un receptor. Mientras el equipo está alimentado, este subsistema de sensor siempre está alimentado y en funcionamiento. Si una fuente de rayos X está desactivada, el sistema ignora el haz de infrarrojos correspondiente. Los haces IR deben coincidir (emisor-receptor) y el haz emitido debe incidir en los receptores correspondientes para ser detectado e informado al sistema. Cuando un vehículo rompe ambos haces de un par al mismo tiempo, el sistema lo evalúa como uno de los requisitos para habilitar las emisiones de rayos X. Cuando el vehículo se aleja de la trayectoria del haz de rayos X y los haces de rayos infrarrojos ya no están bloqueados, el sistema inicia un temporizador para continuar permitiendo la exploración durante un breve retraso para proporcionar tiempo suficiente para que el extremo del vehículo pase por el X- plano del haz de rayos y para que el escáner Tx se recalibre.

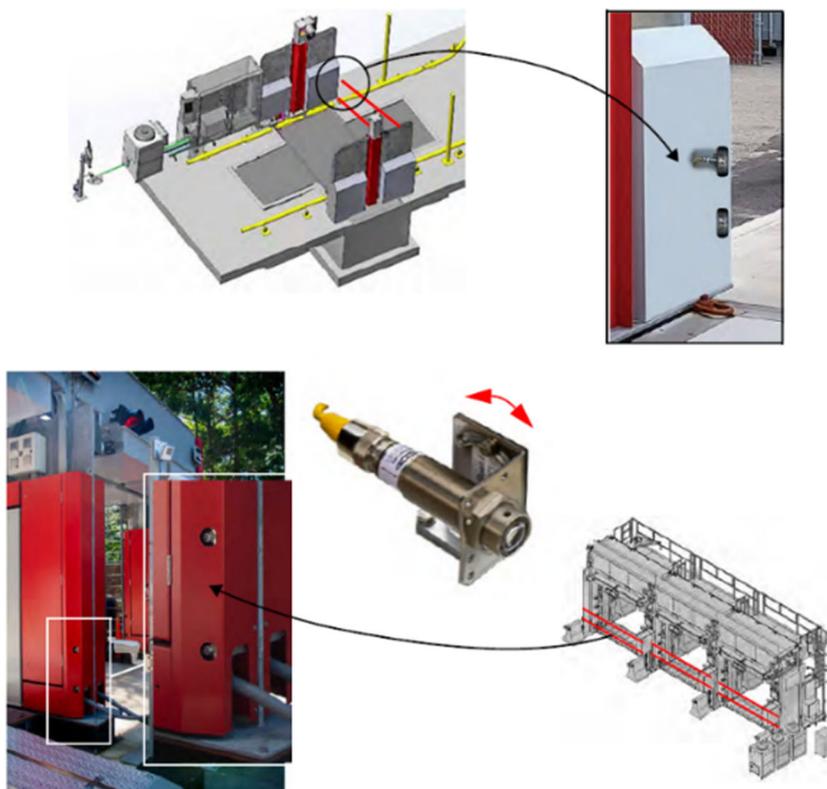


Figura 3-13: Montaje del detector de barrera de infrarrojos. Dos rayos IR se proyectan a través de la entrada de cada carril de circulación. Cada par de haces tiene una unidad emisora y una unidad receptora. Las unidades se pueden alinear según las preferencias del sitio

Cámaras de vigilancia

Para cada carril del sistema, se instala un módulo de cámara fija con vista al túnel de escaneo en el lado de entrada del escáner CarView InLane (Figura 3-17). Este módulo incorpora múltiples cámaras que están dispuestas para proporcionar una vista fija de 180 grados sin interrupciones a lo largo de todo el carril del sistema. Las imágenes del carril del sistema de todos los carriles se muestran en una pantalla compartida opcional de 43 pulgadas (109 cm) (Figura 10-4).

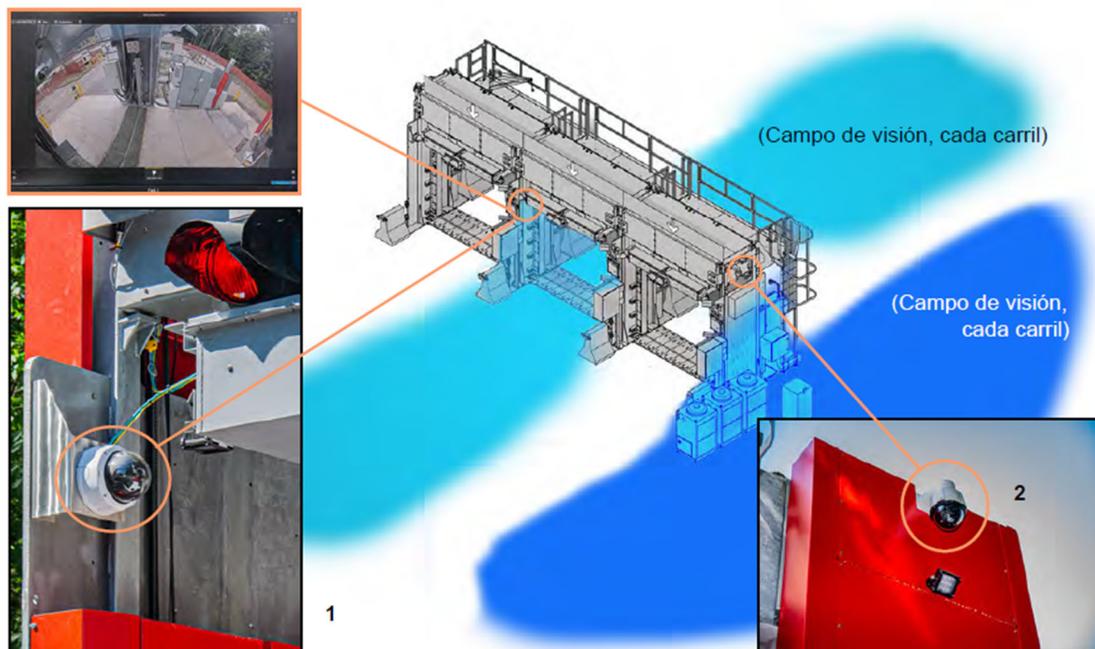


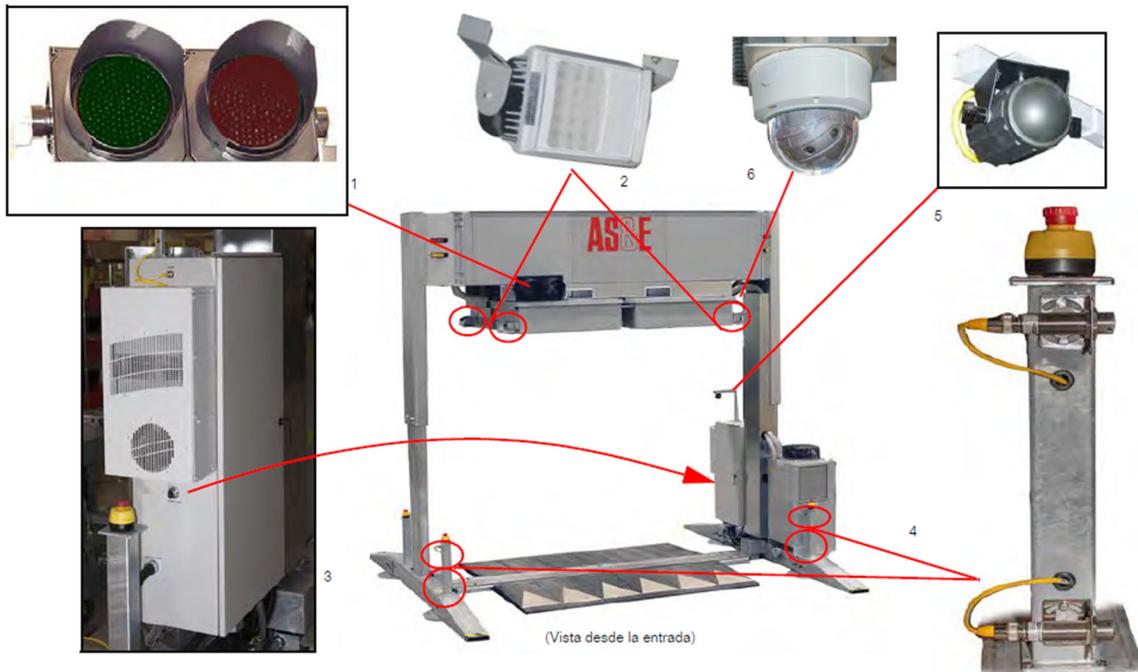
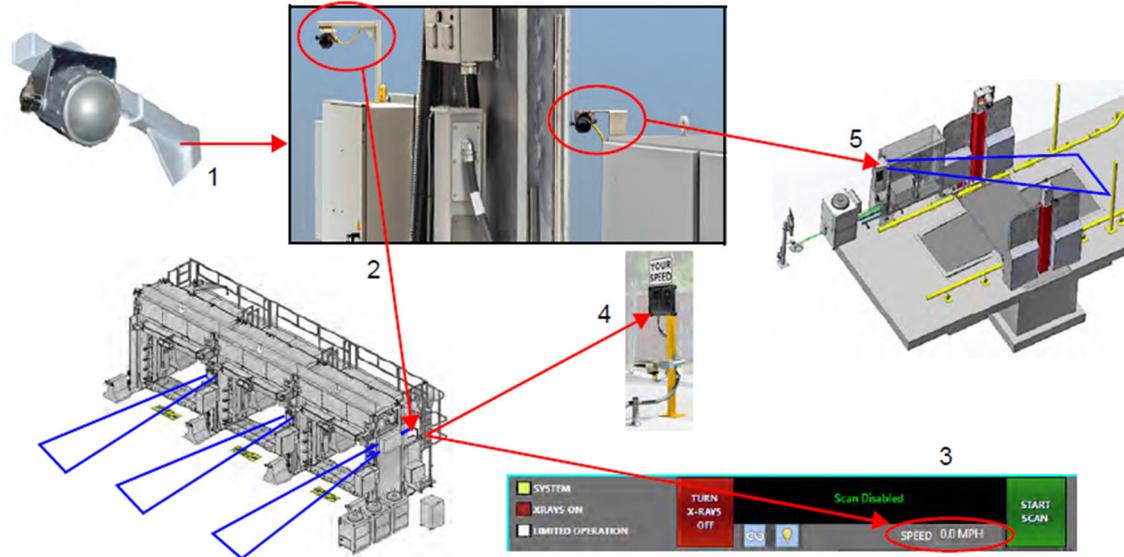
Figura 3-17: Opciones de la cámara. (1) Vista fija panorámica de 180 grados (imágenes unidas de tres o cuatro cámaras dentro de un módulo) a lo largo de todo el carril del sistema. Un módulo de cámara para cada carril. (2) Cámaras de panorámica, inclinación y zoom (PTZ) opcionales (ambos extremos de la estructura o una sola cámara en la ubicación de la opción del cliente).

Sensores de velocidad por radar

Cuando un vehículo pasa por los túneles de escaneo, debe mantener una velocidad mínima, configurable por los técnicos de acuerdo con las políticas del sitio, de aproximadamente 5 mph (8k/h) para que se habilite el escaneo de rayos X. Si la velocidad cae por debajo del mínimo durante más de 2 segundos, las emisiones de rayos X se desactivan automáticamente. Este seguimiento de la velocidad es necesario para garantizar que las personas en el vehículo no reciban una dosis excesiva de rayos X. También se requiere la velocidad del vehículo para ajustar la imagen escaneada a la velocidad real del vehículo para la optimización de la imagen.

Los datos de velocidad se recopilan por separado mediante un emisor-receptor de radar para la opción de escáner debajo del vehículo y otro emisor-receptor de radar para el escáner CarView InLane. La velocidad detectada en el radar del escáner CarView InLane se muestra al operador en el panel de control de ASEInspection y se utiliza para la pantalla de velocidad del conductor opcional y para la corrección de la relación de aspecto para la imagen de escaneo Car-View InLane. La velocidad

detectada en el radar del escáner debajo del vehículo se utiliza para la corrección de la relación de aspecto de la imagen de escaneo debajo del vehículo.



El equipo cuenta con detectores de velocidad. Si se están generando rayos-X, y la velocidad del vehículo es reducida a menos de 0.8 km/hr la fuente interrumpe esta generación de rayos-X.



EQUIPO RAPISCAN ZVB

Condiciones de interrupción automática del haz en la consola de control.

El sistema de radiación está dotado de varios dispositivos de seguridad y avisos. Dichos dispositivos pueden ser utilizados individualmente o combinados siendo estos:

- Un interruptor llave de 2 posiciones. Al encontrarse la llave en posición Alta tensión, no es posible sacarla.
- Lámpara de aviso para Rayos-X
- Indicadores luminosos.

Todos estos dispositivos se muestran en el anexo **A/PORX-1.2/1**.

Descripción de los dispositivos de advertencia en la unidad de control (luces y alarmas audibles)

El sistema está dotado de:

- Un pulsador de emergencia que se encuentra al alcance del operador en el panel de mando y uno en a la entrada de la banda y un más a la salida de la banda.
- Una lámpara (USA = roja) que están encendidas cuando existe generación de radiación.

Una vez que uno de los dispositivos de seguridad se activa, se paran todos los movimientos al instante.

De los dispositivos de verificación visual en las zonas o locales de irradiación.

El diseño del equipo generador de rayos-x incluye un sistema de video dentro del cuarto de exposición de Rayos-X con un monitor disponible en el rack del tablero de control, que permite visualizar las muestras a ser inspeccionadas, el acceso al personal es muy complicado por el tamaño del equipo.

De los dispositivos de advertencia visuales.

Visuales: En el panel de control se encuentran un indicador visual de color verde el cual indica que el equipo está listo para usarse, el color rojo indica cuando el equipo está emitiendo rayos- X, el color amarillo indica cuando la puerta del gabinete se encuentra abierto, si hay un exceso de temperatura o si la lámpara roja se encuentra en mal estado.

Además, en la zona donde se encuentra colocado el equipo existen señalamientos que indican la emisión de radiación. Ver procedimiento **PARX-1.2**.

Dispositivos de interrupción manual del haz en el cuarto de exposición.

En el panel de control existen dos paros de emergencia para el caso que se requiriera interrumpir la generación de Rayos-X por cualquier eventualidad. Uno es el interruptor principal que se localiza en el panel de control y una en la entrada y otro a la salida de la banda **A/PORX-1.2/1**.



PROCEDIMIENTO No.: **PORX – 1.2**

TÍTULO: **VERIFICACION DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD
RADIOLÓGICA**

VERSION: 2

FECHA: MAYO 2024

HOJA: 12 DE 19

Se utilizan bloques de blindaje de plomo y acero alrededor de la cabina de control para atenuar el haz de fugas y algunos haces de dispersión.

ANEXOS:

1. Indicadores Luminosos del sistema - **A/PORX-1.2/1.**
2. Paros de emergencias - **A/PORX-1.2/2**

ANEXO 1RELATIVO A: **PORX – 1.2**IDENTIFICACION DEL DOCUMENTO: **A/PORX 1.2/1**TITULO DEL ANEXO: **INDICADORES LUMINOSOS DE LOS EQUIPOS**

VERSION: 2

FECHA: MAYO 2024

HOJA: 14 DE 19

Tabla 2-2: Estación de trabajo del operador, consola del operador
(Izquierda) Versión de parada de emergencia (carril principal solamente),
(Derecha) Sin parada de emergencia (entre carriles)



Llave	Artículo	Descripción
1	Botón de parada de emergencia	Elimina la energía del subsistema de rayos X
2	Interruptor de encendido de la cerradura	Controla el suministro de energía a los subsistemas de rayos X
3	Posición de apagado	Icono que indica la posición de apagado ("O")
4	Posición de encendido	Icono que indica la posición de encendido ("I")
5	Posición de reinicio/inicio	Icono que indica la posición de reinicio  de la tecla
6	LED de emisión de rayos X	El LED se ilumina (rojo) cuando se emiten rayos X
7	LED de generación de rayos X	El LED se ilumina (amarillo) cuando el sistema de rayos X está completamente habilitado
8	Anillo LED de estatus de energía	El LED se ilumina (verde) cuando el carril está encendido

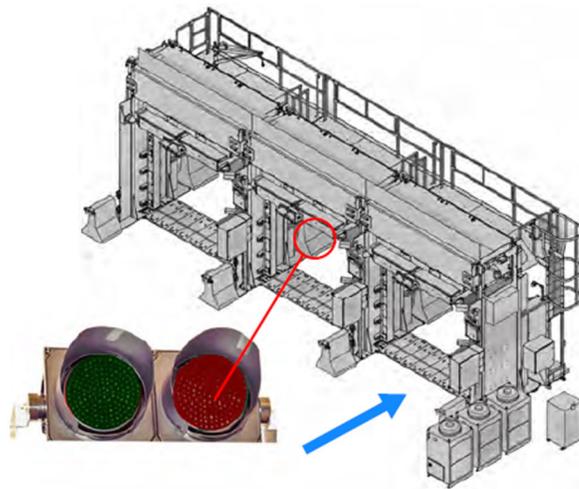


Figura 3-8: Semáforos de Control de Carril. Uno verde y otro rojo por cada carril.



ANEXO 1

RELATIVO A: **PORX – 1.2**

IDENTIFICACION DEL DOCUMENTO: **A/PORX 1.2/1**

TITULO DEL ANEXO: **INDICADORES LUMINOSOS DE LOS EQUIPOS**

VERSION: 2

FECHA: MAYO 2024

HOJA: 15 DE 19

EQUIPO ZBV

BALIZAS DE ADVERTENCIA



SEÑALES LUMINOSAS



ANEXO 2

RELATIVO A: **PORX – 1.2**
IDENTIFICACION DEL DOCUMENTO: **A/PORX 1.2/2**
TITULO DEL ANEXO: **PAROS DE EMERGENCIA**

VERSION: 2
FECHA: MAYO 2024
HOJA: 16 DE 19

EQUIPO RAPISCAN CARVIEW INLANE

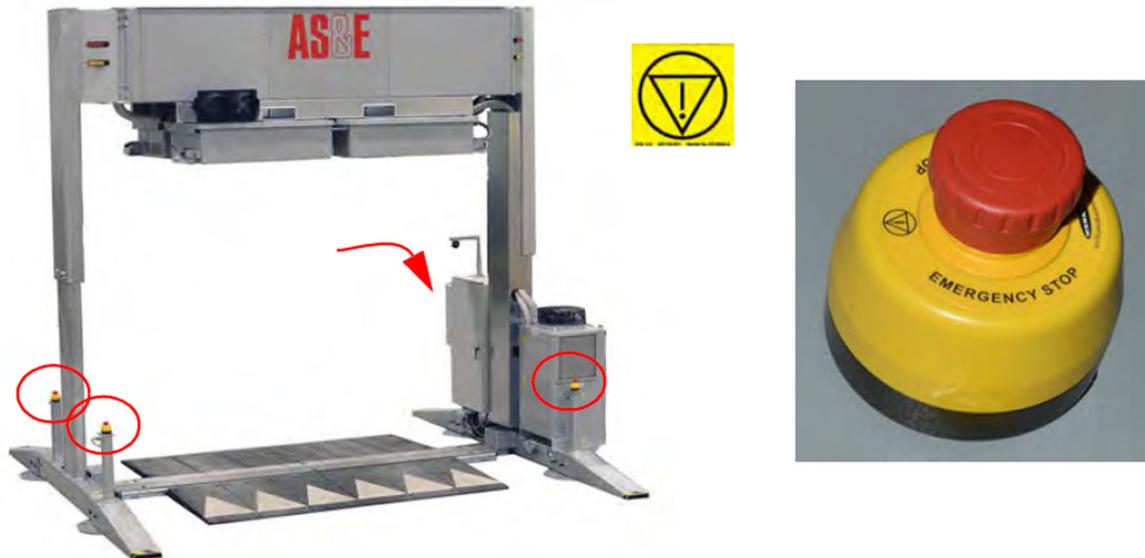


Figura 2-15: Botones de parada de emergencia (E-Stop). (Izquierda) Los botones de parada de emergencia están ubicados en pedestales en cada una de las cuatro esquinas del túnel de escaneo. La activación de cualquiera de los botones rompe el circuito de interconexión y detiene la generación de rayos X inmediatamente. (Derecha) Para activar un botón de parada de emergencia, presione el botón rojo hacia abajo en el cuerpo del interruptor. Para reiniciar, gire el botón rojo en la dirección de las flechas grabadas en él, hasta que salte hacia afuera.



ANEXO 2

RELATIVO A: **PORX – 1.2**

IDENTIFICACION DEL DOCUMENTO: **A/PORX 1.2/2**

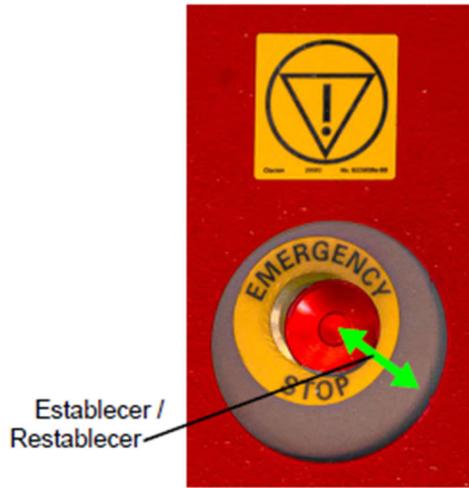
TITULO DEL ANEXO: **PAROS DE EMERGENCIA**

VERSION: 2

FECHA: MAYO 2024

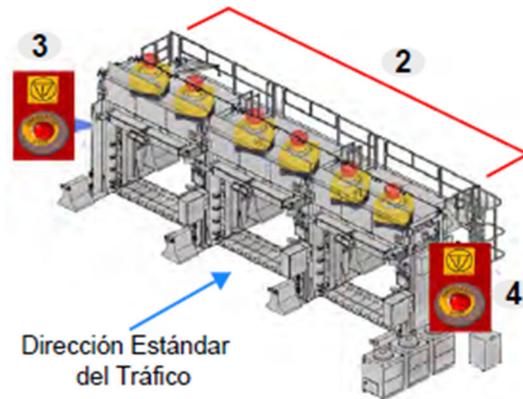
HOJA: 17 DE 19

EQUIPO RAPISCAN CARVIEW INLANE



BX Controller Properties - Bx Controller (Top)

Scan Status	Estops/Stops/Interlocks
<input type="checkbox"/> Prewam Light	<input checked="" type="checkbox"/> 1 OpCon EStop
<input type="checkbox"/> Xray Light	<input checked="" type="checkbox"/> 2 Internal EStop
<input checked="" type="checkbox"/> STOP Traffic Lamp	<input checked="" type="checkbox"/> 3 Left Global EStop
<input type="checkbox"/> GO Traffic Lamp	<input checked="" type="checkbox"/> 4 Right Global EStop
<input checked="" type="checkbox"/> Vehicle Sensor 1	<input type="checkbox"/> Reserved
<input checked="" type="checkbox"/> Vehicle Sensor 2	<input type="checkbox"/> Reserved
<input type="checkbox"/> Shutter Open	<input checked="" type="checkbox"/> Tube Temp
	<input checked="" type="checkbox"/> Tube Flow
	<input checked="" type="checkbox"/> Coolant Leak Sensor
	<input checked="" type="checkbox"/> Motor Temp
	<input checked="" type="checkbox"/> Tube Shielding 1
	<input checked="" type="checkbox"/> Tube Shielding 2
	<input checked="" type="checkbox"/> Safety Fault
	<input checked="" type="checkbox"/> OpCon Light Fault





ANEXO 2

RELATIVO A: **PORX – 1.2**

IDENTIFICACION DEL DOCUMENTO: **A/PORX 1.2/2**

TITULO DEL ANEXO: **PAROS DE EMERGENCIA**

VERSION: 2

FECHA: MAYO 2024

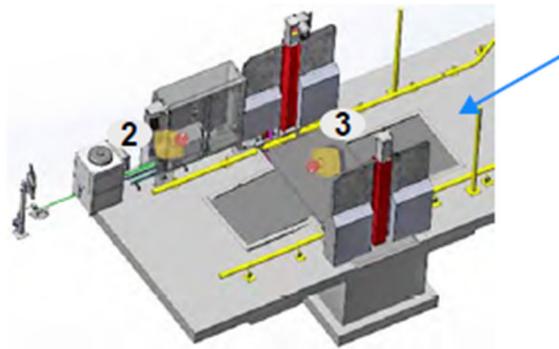
HOJA: 18 DE 19

EQUIPO RAPISCAN CARVIEW INLANE



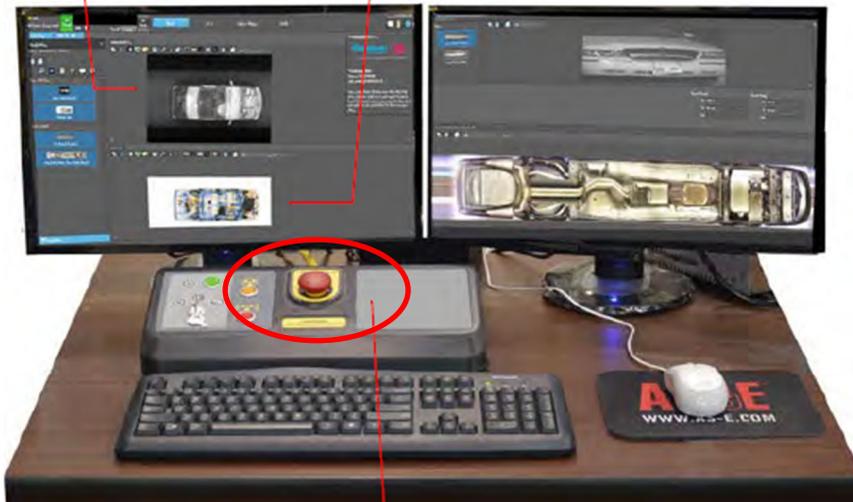
BX Controller Properties - Bx Controller (Under Vehicle)

Scan Status		Estops/Stops/Interlocks	
<input type="checkbox"/> Prewarn Light	<input checked="" type="checkbox"/> 1 OpCon EStop	<input checked="" type="checkbox"/> 2 Internal EStop	
<input type="checkbox"/> Xray Light	<input checked="" type="checkbox"/> 3 External Estop 2-1	<input type="checkbox"/> 3 External Estop 2-2	
<input checked="" type="checkbox"/> STOP Traffic Lamp	<input checked="" type="checkbox"/> 3 External Estop 2-3	<input checked="" type="checkbox"/> 3 External Estop 2-4	
<input type="checkbox"/> GO Traffic Lamp	<input checked="" type="checkbox"/> Tube Temp	<input type="checkbox"/> Tube Flow	
<input checked="" type="checkbox"/> Vehide Sensor 1	<input type="checkbox"/> Reserved	<input checked="" type="checkbox"/> Motor Temp	
<input checked="" type="checkbox"/> Vehide Sensor 2	<input checked="" type="checkbox"/> Tube Shielding 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tube Shielding 2	
<input type="checkbox"/> Shutter Open	<input checked="" type="checkbox"/> Safety Fault	<input checked="" type="checkbox"/> OpCon Light Fault	
Scan Activation		Wheel Status	
Normal		Reset required	



Vista de retrodispersión (Bx)

Vista de transmisión (Tx)



Panel de interruptores e indicadores



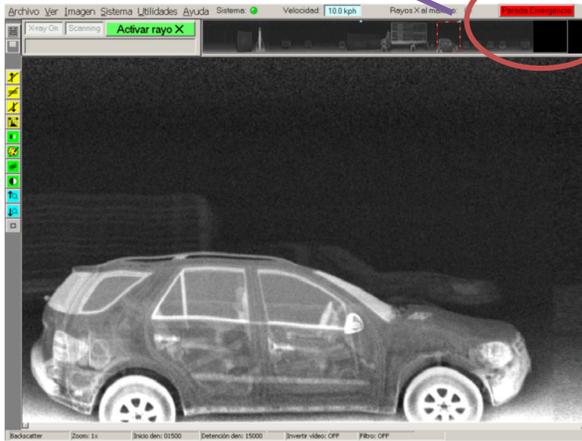
ANEXO 2

RELATIVO A: **PORX – 1.2**
IDENTIFICACION DEL DOCUMENTO: **A/PORX 1.2/2**
TITULO DEL ANEXO: **PAROS DE EMERGENCIA**

VERSION: 2
FECHA: MAYO 2024
HOJA: 19 DE 19

EQUIPO ZBV

Parada Emergencia



PAROS DE EMERGENCIA