

RAYPLAN v2026

Instrucciones de uso



RayPlan

v2026

Traceback information:
Workspace Main version a1134
Checked in 2026-06-30
Skribenta version 5.6.020.1

Declaración de conformidad



Cumple con el Reglamento 2017/745 sobre los productos sanitarios. Se puede solicitar una copia de la declaración de conformidad correspondiente.

Avisos de seguridad

Las advertencias y precauciones que figuran en la documentación del usuario informan sobre el uso seguro del producto y deben respetarse.



ADVERTENCIA:

Una advertencia informa sobre un riesgo de lesiones físicas o muerte. En la mayoría de los casos, el riesgo está relacionado con el maltrato al paciente.



Precaución

Un aviso de precaución informa sobre el riesgo de daños al equipo, al software o a los datos.

Nota: *Una nota proporciona información adicional útil, consejos o recordatorios.*

Copyright

Este documento contiene información confidencial que está protegida por derechos de autor. Ninguna parte de este documento puede fotocoparse, reproducirse o traducirse a otro idioma sin el consentimiento previo por escrito de RaySearch Laboratories AB (publ).

Reservados todos los derechos. © 2026, RaySearch Laboratories AB (publ).

El material impreso

Se dispone de copias impresas de documentos relacionados con las instrucciones de uso y las notas de la versión bajo petición.

Marcas comerciales

RayAdaptive, RayAnalytics, RayBiology, RayCare, RayCloud, RayCommand, RayData, RayIntelligence, RayMachine, RayOptimizer, RayPACS, RayPlan, RaySearch, RaySearch Laboratories, RayStation, RayStore, RayTreat, RayWorld y el logotipo de RaySearch Laboratories son marcas comerciales de RaySearch Laboratories AB (publ)*.

Las marcas comerciales de terceros son propiedad de sus respectivos propietarios, que no están afiliados con RaySearch Laboratories AB (publ).

RaySearch Laboratories AB (publ) y sus filiales se denominarán, en adelante, RaySearch.

* Sujeto a registro en algunos mercados.



TABLA DE CONTENIDOS

1	PRESENTACIÓN	9
1.1	Acerca de este manual	10
1.2	Aplicaciones principales del sistema RayPlan	11
1.3	Documentación de RayPlan	11
1.3.1	Documentación del sistema RayPlan	11
1.3.2	Otra documentación asociada	12
2	INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	13
2.1	Uso previsto	14
2.2	Usuarios previstos	14
2.3	Población prevista de pacientes y enfermedades	14
2.4	Contraindicaciones	14
2.5	Hardware y sistema operativo	14
2.6	Datos de contacto del fabricante	15
2.7	Notificación de incidentes y errores de funcionamiento del sistema	15
2.8	Representantes autorizados	16
2.9	Etiqueta del producto	18
2.10	Vigencia	19
2.11	Información normativa	20
2.12	Precisión de los cálculos de dosis	20
2.12.1	Precisión para los motores de dosis de fotones	20
2.12.2	Precisión para el motor de dosis de electrones	24
2.12.3	Precisión del motor de dosis TG43 de braquiterapia	26
2.12.4	Precisión del motor de dosis de braquiterapia Monte Carlo	26
3	INFORMACIÓN NECESARIA PARA UN FUNCIONAMIENTO SEGURO	29
3.1	Precauciones de seguridad	30
3.1.1	Avisos sobre la responsabilidad del usuario	31
3.1.2	Avisos sobre instalación de secuencias de comandos	37
3.1.3	Avisos sobre el uso general del sistema	38
3.1.4	Avisos sobre la importación en formato DICOM	39
3.1.5	Avisos sobre la exportación en formato DICOM	41
3.1.6	Advertencias relativas a EQD2	42
3.1.7	Avisos sobre cálculo de dosis	44
3.1.8	Avisos sobre modelado del paciente	55
3.1.9	Avisos sobre la planificación del tratamiento	57
3.1.10	Avisos sobre la planificación de TomoHelical y TomoDirect	60
3.1.11	Advertencias sobre la planificación del tratamiento de CyberKnife	61
3.1.12	Advertencias sobre la planificación del tratamiento de braquiterapia	62
3.1.13	Avisos sobre evaluación de la dosis	64
3.1.14	Avisos sobre el comisionado del haz	65

3.1.15	Avisos sobre control de calidad	71
3.1.16	Avisos sobre la RayPlan Storage Tool (Herramienta de almacenamiento de RayStation)	71
3.2	Importación de datos del paciente	73
3.3	Datos de entrada	73
3.4	Formato de visualización	73
4	INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN	75
4.1	Manual de instalación	76
4.2	Prueba de aceptación del entorno del sistema	76
4.3	Comprobaciones diagnósticas del hardware	76
4.4	Entorno de comunicación de datos	76
5	VISUALIZACIÓN DE COORDENADAS, MOVIMIENTOS Y ESCALAS	77
5.1	El sistema de coordenadas del paciente	78
5.2	Sistema de coordenadas de pacientes en la exportación en formato DICOM	79
5.3	El sistema de coordenadas del equipo de tratamiento	80
5.3.1	Visión general de los sistemas de coordenadas del equipo	81
5.3.2	El sistema de coordenadas del brazo	82
5.3.3	Sistema de coordenadas del dispositivo limitador de haz	83
5.3.4	El sistema de coordenadas del filtro de cuña	86
5.3.5	El sistema de coordenadas de apoyo del paciente	87
5.3.6	El sistema de coordenadas excéntrico de sobremesa	88
5.3.7	El sistema de coordenadas de sobremesa	88
5.3.8	El sistema de coordenadas del receptor de imagen de rayos X	90
5.3.9	El sistema de coordenadas de la fuente de radiación de CyberKnife	90
5.3.10	Sistema de coordenadas de la curva de dosis en RayPlan Physics	94
5.3.11	Sistemas de coordenadas de generadores de imágenes de posicionamiento	94
5.4	El estándar de etiquetaje de mordazas y MLC	97
5.4.1	El estándar de etiquetaje de mordazas IEC 61217.....	97
5.4.2	El estándar de etiquetaje de mordazas IEC 601.....	98
6	INTEGRIDAD Y SEGURIDAD DEL SISTEMA	99
6.1	Diagramas de controles de ciberseguridad	100
6.2	Precauciones de ciberseguridad	102
6.2.1	Precauciones relativas a la instalación y actualización incorrectas del producto	102
6.2.2	Precauciones relativas a la configuración incorrecta de seguridad del producto	103
6.2.3	Precauciones relativas a la supervisión y la respuesta ante eventos de seguridad	105
6.2.4	Precauciones relativas al uso del producto tras el fin de la asistencia técnica	106
6.3	Protección frente a usos no autorizados	107
6.4	Recopilación de pruebas forenses y registro de incidentes de seguridad	110
6.5	Rutinas de copia de seguridad y mantenimiento de bases de datos	111
6.6	Conservación y recuperación de la configuración del sistema	113
6.7	Permisos de acceso a la base de datos	113
6.8	RAM ECC	114

6.9	Puesta fuera de servicio del sistema	114
APÉNDICE A - DEFINICIONES		115

1 PRESENTACIÓN

Acerca de RayPlan

RayPlan es una configuración predeterminada de RayStation. Admite toda la gama de actividades de planificación del tratamiento para 3D-CRT, SMLC, DMLC, VMAT, TomoTherapy y radioterapia con haces de electrones. RayPlan también admite la planificación del tratamiento para braquiterapia HDR.

RayPlan es compatible con todos los aceleradores lineales disponibles en el mercado.

En este capítulo

Este capítulo contiene las siguientes secciones:

1.1	Acerca de este manual	p. 10
1.2	Aplicaciones principales del sistema RayPlan	p. 11
1.3	Documentación de RayPlan	p. 11

1.1 ACERCA DE ESTE MANUAL

Este manual contiene información general sobre el producto, información relacionada con la seguridad, instrucciones de instalación, información sobre sistemas de coordenadas y escalas de equipo e información sobre la integridad y la seguridad del sistema. Lea atentamente este manual antes de utilizar el sistema RayPlan v2026. Solo se puede garantizar el funcionamiento óptimo del dispositivo si se siguen las instrucciones de este manual. Lea atentamente las *RSL-D-RP-v2026-RN*, *RayPlan v2026 Release Notes* porque proporcionan instrucciones recientes sobre cómo utilizar el sistema RayPlan v2026.

Algunos módulos descritos en este manual no están incluidos en la configuración estándar de RayPlan v2026 y pueden requerir licencias adicionales.

1.2 APLICACIONES PRINCIPALES DEL SISTEMA RAYPLAN

El sistema RayPlan incluye las siguientes aplicaciones principales:



RayPlan: la aplicación principal donde se llevan a cabo todas las actividades relacionadas con la planificación del tratamiento.

La aplicación RayPlan se describe en *RSL-D-RP-v2026-USM, RayPlan v2026 User Manual*.



RayPlan Physics: la aplicación de puesta en servicio en la que se pueden realizar actividades como la puesta en servicio de modelos de haz, de equipos de braquiterapia y de TC.

La aplicación RayPlan Physics se describe en *RSL-D-RP-v2026-RPHY, RayPlan v2026 RayPlan Physics Manual*.



RayPlan Physics mode: la aplicación en la que es posible calcular la dosis con equipos de tratamiento no puestos en servicio, para permitir más actividades de modelado y prueba de máquinas de las que permite el módulo Beam commissioning de RayPlan Physics.

La aplicación RayPlan Physics mode se describe en *RSL-D-RP-v2026-USM, RayPlan v2026 User Manual*.



Clinic Settings – la herramienta de administración de los parámetros clínicos.

La aplicación Clinic Settings se describe en *RSL-D-RP-v2026-USM, RayPlan v2026 User Manual*.



RayPlan Storage Tool – la herramienta de administración de bases de datos.

La aplicación RayPlan Storage Tool (Herramienta de almacenamiento de RayStation) se describe en el *RSL-D-RP-v2026-USM, RayPlan v2026 User Manual*.

1.3 DOCUMENTACIÓN DE RAYPLAN

1.3.1 Documentación del sistema RayPlan

La documentación del sistema RayPlan v2026 consta de:

Documento	Descripción
<i>RSL-D-RP-v2026-IFU, RayPlan v2026 Instructions for Use</i>	Este manual contiene información normativa y de seguridad sobre el sistema RayPlan v2026.
<i>RSL-D-RP-v2026-RN, RayPlan v2026 Release Notes</i>	En este documento se proporciona un resumen de las nuevas funciones, los problemas conocidos y los cambios desde la última versión de RayPlan.
<i>RSL-D-RP-v2026-USM, RayPlan v2026 User Manual</i>	En este manual se describe la funcionalidad del sistema RayPlan v2026 y se ofrecen instrucciones paso a paso sobre cómo llevar a cabo las operaciones más habituales.

Documento	Descripción
<i>RSL-D-RP-v2026-RPHY, RayPlan v2026 RayPlan Physics Manual</i>	Este manual describe la aplicación RayPlan Physics v2026.
<i>RSL-D-RP-v2026-REF, RayPlan v2026 Reference Manual</i>	Este manual contiene descripciones de algoritmos e información de referencia física.
<i>RSL-D-RP-v2026-OPT, RayPlan v2026 A Guide to Optimization in RayPlan</i>	Este manual contiene información detallada sobre la optimización de RayPlan v2026.

1.3.2 Otra documentación asociada

- *RSL-D-RP-v2026-SEAT, RayPlan v2026 System Environment Acceptance Test Protocol*
- *RSL-D-RP-v2026-BAMDS, RayPlan v2026 Brachy Applicator Model Data Specification*
- *RSL-D-RP-v2026-BCDS, RayPlan v2026 Beam Commissioning Data Specification*
- *RSL-D-RP-v2026-DCS, RayPlan v2026 DICOM Conformance Statement*
- *RSL-D-RP-v2026-SEG, RayPlan v2026 System Environment Guidelines*
- *RSL-D-RP-v2026-ATP, RayPlan v2026 Product Acceptance Test Protocol*
- *RSL-D-RP-v2026-SUO, RayPlan v2026 System Upgrade Options*
- *RSL-D-RP-v2026-CIRSI, RayPlan v2026 Customer Instruction for RayStation Installation*
- *RSL-D-RP-v2026-SBOM, RayPlan v2026 Software Bill of Materials*
- *RSL-P-RP-CSG, RayPlan Cyber Security Guidelines*
- *RSL-P-RP-RGI, RayPlan RayGateway Installation Instructions*

Nota: En el caso de un paquete de servicio, solo se actualizarán los manuales afectados. Para obtener una lista completa de los manuales actualizados en el paquete de servicio, consulte las notas de la versión (disponibles en Notas de la versión de RayPlan) de este paquete de servicio concreto.

2 INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

En este capítulo se proporciona información importante sobre el sistema RayPlan v2026.

En este capítulo

Este capítulo contiene las siguientes secciones:

2.1	Uso previsto	p. 14
2.2	Usuarios previstos	p. 14
2.3	Población prevista de pacientes y enfermedades	p. 14
2.4	Contraindicaciones	p. 14
2.5	Hardware y sistema operativo	p. 14
2.6	Datos de contacto del fabricante	p. 15
2.7	Notificación de incidentes y errores de funcionamiento del sistema	p. 15
2.8	Representantes autorizados	p. 16
2.9	Etiqueta del producto	p. 18
2.10	Vigencia	p. 19
2.11	Información normativa	p. 20
2.12	Precisión de los cálculos de dosis	p. 20

2.1 USO PREVISTO

RayStation es un sistema de software para radioterapia, terapia de ablación y oncología médica. A partir de los datos introducidos por el usuario, RayStation visualiza y propone planes de tratamiento. Una vez que el plan de tratamiento propuesto ha sido revisado y aprobado por los usuarios autorizados, RayStation también puede utilizarse para administrar tratamientos.

Las funciones del sistema se pueden configurar según las necesidades del usuario.

Japón: para el uso previsto en Japón, consulte la información normativa y las instrucciones de uso de RayStation para Japón RSJ-C-00-03.

2.2 USUARIOS PREVISTOS

Los usuarios previstos de RayStation deben ser expertos clínicamente cualificados que hayan recibido formación para utilizar el sistema.

Los usuarios deben tener conocimiento práctico del inglés o del idioma en que se encuentra la interfaz de usuario.

2.3 POBLACIÓN PREVISTA DE PACIENTES Y ENFERMEDADES

Los pacientes a los que se destina RayStation son pacientes —adultos o pediátricos— en los que un médico cualificado y autorizado ha decidido que es apropiado administrar radioterapia, terapia de ablación o tratamiento oncológico médico para tumores, lesiones y otras afecciones.

2.4 CONTRAINDICACIONES

El usuario es responsable de determinar el plan de tratamiento individual y las técnicas para cada paciente; esto también incluye la identificación de cualquier contraindicación para el tratamiento individual.

2.5 HARDWARE Y SISTEMA OPERATIVO

RayPlan v2026 se instalará en un PC de gama alta con una resolución de pantalla recomendada de 1920 x 1200 píxeles (o 1920 x 1080). RayPlan v2026 es compatible con diferentes versiones de los sistemas operativos Windows. Para obtener más información sobre las configuraciones recomendadas de hardware y del sistema operativo, consulte *RSL-D-RP-v2026-SEG, RayPlan v2026 System Environment Guidelines*.

El sistema solo debe utilizarse en un ordenador que cumpla los estándares de seguridad de hardware pertinentes en cuanto a fallos eléctricos y radiación electromagnética.

Se recomienda instalar nuevos Windows Service Packs. Son conjuntos probados y acumulativos de actualizaciones críticas y de seguridad ampliamente publicados por Microsoft. Además, también se recomienda instalar actualizaciones de seguridad, que son parches ampliamente publicados para solucionar vulnerabilidades relacionadas con la seguridad del sistema operativo. Se desaconseja instalar cualquier otra actualización. Una vez instaladas todas las actualizaciones, se debe comprobar el funcionamiento del sistema; consulte el *sección 4.2 Prueba de aceptación del entorno del sistema en la página 76*.

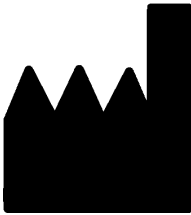
Microsoft SQL Server

Se recomienda instalar nuevos paquetes de servicios de SQL Server. Microsoft los publica y prueba e incluye conjuntos acumulativos de revisiones y correcciones para problemas notificados. Después de todas las actualizaciones, se debe verificar el rendimiento del sistema [consulte *sección 4.2 Prueba de aceptación del entorno del sistema en la página 76*].

GPU utilizadas para los cálculos

Las GPU utilizadas para cálculo deben tener RAM ECC y el estado ECC debe estar activado en la configuración del controlador de la GPU. La versión de los controladores de la GPU, identificada en las Directrices del Entorno del Sistema, debe utilizarse en todo momento. Si se utilizan varias GPU para los cálculos, se recomienda que todas sean del mismo modelo. Si se utilizan varias GPU de modelos diferentes, es posible que los cálculos consecutivos no den resultados idénticos, en función de la tarjeta o tarjetas gráficas que se hayan utilizado. Para obtener una lista detallada de las tarjetas gráficas compatibles, consulte *RSL-D-RP-v2026-SEG, RayPlan v2026 System Environment Guidelines*. Se han realizado validaciones adicionales que se identifican con los certificados disponibles en support@raysearchlabs.com.

2.6 DATOS DE CONTACTO DEL FABRICANTE



RaySearch Laboratories AB (publ)
Eugeniavägen 18C
SE-113 68 Stockholm
Suecia
Teléfono: +46 8 510 530 00
Correo electrónico: info@raysearchlabs.com
País de origen: Suecia

2.7 NOTIFICACIÓN DE INCIDENTES Y ERRORES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Notifique los incidentes y errores a la dirección de correo electrónico de asistencia de RaySearch, support@raysearchlabs.com, o al servicio de asistencia local por teléfono.

Cualquier incidente grave que haya ocurrido en relación con el dispositivo debe notificarse al fabricante.

En función de las reglamentaciones aplicables, es posible que los incidentes también deban notificarse a las autoridades nacionales. Para la Unión Europea, los incidentes graves deben notificarse a la autoridad competente del Estado miembro de la Unión Europea en el que reside el usuario o el paciente.

2.8 REPRESENTANTES AUTORIZADOS

En la tabla siguiente se proporcionan los representantes autorizados y su información de contacto.

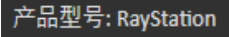
Representantes autori- zados	Información de contacto
Representante austriaco	Emergo Australia Level 20, Tower II Darling Park 201 Sussex Street Sydney, NSW 2000 Australia
Importador de Brasil	Emergo Brazil Import Importação e Distribuição de Produtos Médicos Hospitalares Ltda Avenida Francisco Matarazzo, 1752, sala 502 e 503, Água Branca, São Paulo, SP CEP:05.001-200. CNPJ: 04.967.408/0001-98 Email: brazilvigilance@ul.com Responsável Técnico: Luiz Levy Cruz Martins – CRF/SP: 42415 Anvisa nº: 80117580996
Representante chino	RaySearch (Shanghai) Medical Device Co., Ltd Room 608, No. 1118, Pudong South Road Pilot Free Trade Zone, Shanghai China
Representante de Hong Kong	Emergo Hong Kong Limited 18/F Delta House 3 ON YIU Street Shatin, NT Hong Kong
Representante indio	RAYSEARCH INDIA PVT. LTD. Level-2, Elegance Tower, Mathura Road, Jasola, New Delhi-110025 India N.º de oficina 208 y 209
Representante de Israel	I.L Emergo Israel Ltd. Andrei Sakharov 9 Matam P.O.B 15054 Haifa 3190501 Israel

Representantes autori- zados	Información de contacto
Representante japonés	RaySearch Japan K.K. Saiwai building, 1-3-1 Uchisaiwaicho Chiyoda-ku Tokyo 100-0011 Japón
Representante coreano	RaySearch Korea, LLC Unit 1005, 10th Floor Hybro Building, 503, Teheran-ro, Gangnam-gu Seoul República de Corea
Promotor de Nueva Zelan- da	CARSL Consulting PO Box 766 Hastings Nueva Zelanda
Representante de Singa- pur	RaySearch Singapore Pte. Ltd. 260 Orchard Road #07-01/04 The Heeren, Singapore 238855 Singapur
Representante de Taiwán	Tomorrow Medical System Co., Ltd. 6F, No. 88, Xing'ai Road, Neihu Dist. Taipei City, 114067 Taiwán
Representante tailandés	Kamol Sukosol Electric Co., Ltd. 665 Mahachai Road, 2nd Floor Samranraj, Pranakorn Bangkok 10200 Tailandia
Representante norte- americano	RaySearch Americas, Inc. The Empire State Building 350 5th Avenue, Suite 5000 New York, New York 10118 EE. UU.

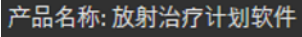
2.9 ETIQUETA DEL PRODUCTO

El número de versión de un sistema RayPlan v2026 instalado se puede encontrar eligiendo **Help: About RayStation** (Ayuda: Acerca de RayStation) en el menú de RayPlan.

Se puede identificar la siguiente información:

- Nombre del producto = RayStation
-  **产品型号: RayStation** (solo para el mercado chino)
- Versión = **18.0**
- Nombre de comercialización = RayPlan v2026
- Versión del producto = v2026
- Número de compilación del software = **18.0.0.2189**
- Compilación clínica = indica que se trata de un software diseñado para el uso clínico.

Nota: una instalación clínica requiere tanto una compilación clínica como una licencia clínica. De lo contrario, se mostrará "Not for clinical use (No apto para uso clínico) en la barra de título.

- Vigencia del producto = la vigencia por mercado es de un año después de la siguiente versión principal, pero no inferior a tres años
- Radiation Treatment Planning System Software = el nombre genérico del producto
-  **产品名称: 放射治疗计划软件** (solo para el mercado chino)

-  = indica que el producto es un producto sanitario
-  = número único de identificación del dispositivo

Identificadores de aplicación GS1:

{01} = Número global de artículo comercial (Global Trade Item Number, GTIN)

{11} = Fecha de fabricación (AAMMDD)

-  = el representante autorizado suizo y el importador

- Información del controlador = la versión instalada para CyberKnife RAIL. Expanda este campo haciendo clic en la flecha.
-  = el marcado CE y el número del organismo notificado
-  = fecha de producción
-  = consulte las instrucciones de uso
-  = el nombre y la dirección del fabricante
-  = la dirección de correo electrónico de asistencia



Ilustración 1. El cuadro de diálogo **About RayStation** (Acerca de RayStation) para RayPlan.

2.10 VIGENCIA

La vigencia por mercado es de un año después de la siguiente versión principal, pero no inferior a tres años. El soporte para una versión de producto en un mercado finaliza 36 meses después de la autorización de comercialización, siempre que se lance una nueva versión principal en un plazo de 24 meses. De lo contrario, el soporte se prolonga y finaliza 12 meses después de que se lance la siguiente versión principal en ese mercado. Cuando el soporte ya no está disponible

para una versión en un mercado determinado, se considera que es el final de la vigencia en ese mercado.

2.11 INFORMACIÓN NORMATIVA

Renuncia

Canadá: La silla del centro oncológico Leo (Leo Cancer Center, LCC) no se admite en Canadá.

Japón: para obtener la información normativa japonesa, consulte la cláusula de exención de responsabilidad RSJ-C-02-003 para el mercado japonés.

Estados Unidos: En Estados Unidos, RayPlan no está pensado para adaptaciones de planes realizadas en la propia sesión con el paciente, también denominadas planificación adaptativa en línea. El equipo de tratamiento OXRAY no está admitido en Estados Unidos.

Número SRN europeo

Se ha expedido a RaySearch Laboratories AB (publ) el número de registro único (SRN, por sus siglas en inglés) SE-MF-000001908, según lo requerido por el Reglamento (UE) 2017/745 sobre productos sanitarios.

2.12 PRECISIÓN DE LOS CÁLCULOS DE DOSIS

Se ha comprobado que todos los motores de dosis de RayPlan v2026 tienen el mismo nivel de precisión que los de los principales sistemas de planificación del tratamiento independientes. El usuario debe validar los cálculos de dosis para todas las situaciones clínicamente relevantes; consulte *sección 3.1.1 Avisos sobre la responsabilidad del usuario en la página 31* para obtener más información.

Nota: *Los modelos de haces de RayPlan son generales en cuanto al tipo de equipo y sus propiedades. Es posible crear modelos de haces para configuraciones del equipo de tratamiento que RaySearch no haya validado expresamente.*

2.12.1 Precisión para los motores de dosis de fotones

RayPlan tiene dos motores de dosis de fotones: Collapsed Cone (CC) y Monte Carlo (MC). A continuación se describen las estrategias de validación de los dos motores de dosis, seguidas de una descripción del ámbito de la validación de diferentes máquinas y técnicas de tratamiento. El motor de dosis Monte Carlo no es compatible con las máquinas TomoTherapy.

Estrategia de validación para el motor de dosis Collapsed Cone (Cono colapsado) de fotones

La validación de RayPlan se ha realizado frente a un conjunto considerable de mediciones, como dosis de puntos en maniqués homogéneos y heterogéneos, dosis lineales, películas y mediciones empleando los detectores Delta4, MapCheck, ArcCheck, MatriXX, Octavius1500 y PTW 729. Esto incluye la serie de pruebas de la IAEA (OIEA), que incluye dosis medidas para

un equipo Elekta para una serie de casos de prueba para energías de 6 MV, 10 MV y 18 MV. Los criterios de aceptación de las validaciones frente a mediciones se formulan en términos de criterio de gamma (se aceptan si el valor gamma es inferior a 1 para el 95% de los puntos de datos de gamma 3%/3 mm), de diferencias entre las dosis de puntos y de niveles de confianza.¹ La precisión global es aceptable. Se han identificado algunas limitaciones de algoritmos que se describen en este apartado, en la advertencia 4001 de *sección 3.1.1 Avisos sobre la responsabilidad del usuario en la página 31* y en el apartado de puntos débiles del algoritmo del RSL-D-RP-v2026-REF, *RayPlan v2026 Reference Manual*.

El motor de dosis de fotones Collapsed Cone (cono colapsado) de RayPlan v2026 también se ha comparado con sistemas de planificación de tratamiento clásicos y reconocidos, como Eclipse (Varian), Pinnacle³ Radiation Treatment Planning System 7.2 (Philips), Monaco (Elekta) y Oncentra (Elekta). La comparación incluye planes para equipos Siemens, Elekta y Varian. La concordancia entre la dosis calculada por los sistemas de planificación del tratamiento independientes y la dosis de RayPlan se define como un valor gamma² global inferior a 1 para el 95% del volumen para el criterio de gamma (3%, 3 mm) y para el 98% del volumen para el criterio de gamma (5%, 5 mm). Como en todos los casos se devuelven distribuciones gamma dentro de los criterios de aceptación, los cálculos del motor de dosis pueden considerarse equivalentes a los de los sistemas clínicos con los que se compararon.

La validación se ha centrado en el uso clínico frecuente, con modelos LINAC comunes, como Varian (600 CD, CLINAC, 2100, 2100 EX, 2300C/D, Trilogy, TrueBeam con MLC MLC120, HD120, Millennium MLC, m3 y Varian Halcyon), Elekta (con MLCi/MLCi2, Beam Modulator y cabezales Agility), y Siemens (Primus con 3D-MLC y Artiste), para energías entre 4 y 20 MV, y maniqués de agua y geometrías de pacientes. La administración sin filtro aplanador se valida utilizando, por ejemplo, Siemens Artiste y Varian Halcyon. La mayoría de los datos se recogen utilizando MLC con hojas de 5 y 10 mm de ancho. RayPlan v2026 también se ha validado con el MLC complementario Brainlab m3 en una máquina Varian Novalis. El MLC m3 no ha sido validado con ninguna otra máquina, por ejemplo, una máquina sin mordaza, como las máquinas Siemens. No se ha validado ningún otro MLC adicional.

Validación de cuñas, bloques y conos

En el caso de las cuñas, la validación se realiza únicamente en agua. La validación se centra en los campos cuadrados centrales, con algunas excepciones. Hay que tener especial cuidado al verificar y evaluar los modelos de haz en cuña. La validación de bloques se realiza comparando las dosis de RayPlan v2026 con Eclipse (Varian) y Oncentra (Elekta) y como parte del conjunto de pruebas del OIEA. El conjunto de pruebas del OIEA también incluye cuñas Elekta. Solo se admiten bloques de fotones divergentes. La validación de conos se limita a los LINAC de Elekta.

1 IAEA-TECDOC-1540, "Specification and Acceptance Testing of Radiotherapy Treatment Planning Systems", abril de 2007.

2 Low D.A., Harms W.B., Mutic S, and Purdy J.A., A technique for the qualitative evaluation of dose distributions, Med. Phys. 25 (1998) 656-661.

Validación de MLC LINAC de doble capa

La validación de MLC LINAC de doble capa para máquinas Varian Halcyon se ha llevado a cabo comparando los resultados con las mediciones de los planes DMLC y VMAT. La mayoría de los planes se crearon para distintas geometrías de pacientes, a lo que se añadieron algunos campos de prueba idealizados para DMLC. Los planes se transfirieron a los maniqués Octavius1500, MatriXX o ArcCheck para realizar mediciones y compararlas con la dosis calculada en RayPlan. Los planes VMAT incluyen tanto la secuencia estándar de VMAT como la secuencia de VMAT con ventana deslizante.

La validación de MLC LINAC de doble capa para NeuRT, fabricado por Neusoft IntelliRay, ha sido realizada por el fabricante del LINAC con el apoyo de RaySearch. La validación incluye planes 3DCRT, SMLC, DMLC y VMAT creados para distintas geometrías de pacientes, y dichos planes se transfirieron a los maniqués MatriXX o ArcCheck para su medición y comparación con la dosis calculada en RayPlan.

No se ha validado ningún otro LINAC MLC de doble capa.

Cálculo de dosis para planes de rotación

La técnica estándar de administración VMAT se ha validado para los LINAC de Varian, Elekta y Vero. La secuenciación VMAT de ventana deslizante ha sido validada para los LINAC de Elekta Agility y Varian Halcyon. La secuenciación VMAT debe considerarse a la par con una nueva técnica de tratamiento y, por tanto, debe realizarse una validación del modelo de haz y del comportamiento de la máquina, y el paciente debe hacer un control de calidad.

La validación ha demostrado que el cálculo de dosis de RayPlan para planes de rotación de campos pequeños es muy sensible a los parámetros de MLC del modelo de haz.

RayPlan v2026 ofrece la técnica de modo ráfaga de VMAT, que consiste en que en cada segundo segmento se produce un movimiento del MLC con el haz apagado y cada dos segmentos se enciende el haz sin que se mueva el MLC. La técnica del modo ráfaga solo ha sido concebida y validada para los equipos Siemens.

Cálculo de la dosis para Vero

En RayPlan v2026, se ha realizado una validación del equipo Vero. El motor de dosis CC se ha validado correctamente en comparación con las mediciones de los planes de MLC y VMAT estáticos.

No se ha validado en IMRT dinámico (DMLC) para Vero y el DMLC no está disponible para los equipos Vero en RayPlan v2026. La validación para Vero se limita al MLC para Vero con 30 pares de láminas con todas las amplitudes de lámina de 0,5 cm. La administración del seguimiento dinámico no ha formado parte de la validación de RayPlan v2026. La validación de la dosis administrada para planes de Vero con seguimiento dinámico activado depende del usuario.

Cálculo de la dosis de OXRAY

Hitachi desarrolla un nuevo LINAC denominado OXRAY. Respecto a RayPlan v2026, la validación del OXRAY se ha realizado con una versión no clínica de la máquina. Los motores de dosis CC y MC han sido validados correctamente en comparación con las mediciones de los planos estáticos MLC, Arco Estático, Arco Conformado y VMAT. La IMRT dinámica (DMLC) no ha sido validada y

la DMLC no está disponible para OXRAY en RayPlan v2026. La administración con seguimiento dinámico no ha formado parte de la validación de RayPlan v2026. Corresponde al usuario validar la dosis administrada en los planes OXRAY con seguimiento dinámico activado. Con la validación realizada con una versión no clínica de la máquina, se debe tener especial cuidado antes de utilizar RayPlan v2026 con el LINAC OXRAY.

Cálculo de dosis de CyberKnife

El cálculo de dosis de RayPlan v2026 se ha validado para equipos de tratamiento de CyberKnife M6/S7. Las versiones anteriores de CyberKnife no son compatibles con RayPlan v2026.

El motor de dosis Collapsed Cone (cono colapsado) se ha validado correctamente con respecto a las mediciones de los planes de tratamiento colimados con conos fijos, conos de iris y MLC. Las mediciones se han realizado con película y cámara de ionización, en diferentes maniquíes homogéneos y heterogéneos, por ejemplo el maniquí pulmonar CIRS. La validación incluye diferentes conjuntos de nodos y técnicas de sincronización del movimiento.

La técnica de sincronización del movimiento seleccionada no tiene ningún efecto sobre la dosis calculada en RayPlan. Para obtener información precisa sobre el seguimiento del objetivo mediante las técnicas de sincronización de movimiento disponibles para el equipo de tratamiento de CyberKnife, consulte Accuray.

Además de la comparación con las mediciones, la dosis de RayPlan se ha comparado con la dosis calculada mediante los motores de dosis de Accuray con haz concentrado de tamaño finito (Finite Size Pencil Beam, FSPB) y Monte Carlo y ha mostrado una coincidencia excelente.

Estrategia de validación para el motor de dosis de fotones Monte Carlo

El motor de dosis de fotones Monte Carlo utiliza el mismo cálculo de fluencia en el cabezal del LINAC que el motor de dosis Collapsed Cone. La descripción de los detalles de MLC, bloques, conos, cuñas virtuales y transmisión de cuñas físicas se ha validado exhaustivamente en combinación con el motor de dosis Collapsed Cone. El mismo cálculo de fluencia se ha validado también en combinación con el cálculo de dosis Monte Carlo utilizando un subconjunto representativo de las mediciones del cálculo de dosis del Collapsed Cone. El subconjunto se selecciona para cubrir diferentes energías (de 4 a 20 MV), modelos LINAC (Varian con MLC120, HD120 y m3, Elekta con MLC Agility y MLCi/i2, y CyberKnife), cuñas (cuña estándar Varian, EDW y cuña motorizada Elekta), conos y bloques, técnicas de tratamiento (3D-CRT, SMLC, DMLC y tratamientos de arco) y geometrías homogéneas y heterogéneas. Se incluyó el conjunto de pruebas del OIEA (Elekta 6 MV, 10 MV, 18 MV) y se añadió un conjunto de pruebas AAPM TG105 de alta resolución (TrueBeam con 6 MV, 10 MV, 10 MV FFF) con insertos heterogéneos para diferentes geometrías (cortes gruesos, incidencia inclinada, superficies en forma de nariz, escalones) en agua en comparación con la validación de dosis de Collapsed Cone.

Las mediciones incluyeron perfiles escaneados, dosis de profundidad y mediciones puntuales en agua y en el maniquí CIRS, así como mediciones con película, Delta4, ArcCheck y MapCheck. Los criterios de aceptación fueron los mismos que los utilizados para la validación de Collapsed Cone y la precisión general fue aceptable. La mayoría de las limitaciones descritas en *sección 2.12.1 Precisión para los motores de dosis de fotones en la página 20* también se aplican al motor de dosis Monte Carlo. Para obtener más detalles, véase *RSL-D-RP-v2026-REF, RayPlan*

v2026 Reference Manual. Véase también la advertencia 4001 en sección 3.1.1 Avisos sobre la responsabilidad del usuario en la página 31.

Además de la validación basada en mediciones, el cálculo de fotones de Monte Carlo en el paciente se ha comparado con EGSnrc respecto a distintas geometrías (placas, insertos heterogéneos fuera del eje, superficies curvas), materiales (agua, pulmón, hueso, aluminio, titanio), energías (de 0,5 a 20 MeV) y tamaños de campo (0,4 x 0,4 cm a 40 x 40 cm). Puesto que ya no hay incertidumbre respecto a la medición, los criterios de aceptación de las pruebas de validación usando una dosis simulada son más estrictos que los criterios utilizados para la medición: es necesario que un 95% de todos los vóxeles tengan un valor gamma por debajo de 1 para gamma 2%, 2 mm.

El cálculo de dosis Monte Carlo no es compatible con las máquinas TomoTherapy. El cálculo no se ha validado para los LINAC de Vero y Siemens. Corresponde al usuario validar el cálculo de dosis Monte Carlo de RayPlan v2026 con las máquinas Vero y Siemens.

Estrategia de validación para el cálculo de la respuesta EPID

El cálculo de la respuesta EPID en RayPlan incluye el cálculo de la dosis en un modelo de EPID utilizando los motores de dosis Collapsed Cone o Monte Carlo.

El cálculo de la respuesta EPID se ha validado comparándolo con las respuestas EPID medidas para una máquina Varian CLINAC a 8 MV con un EPID aS500, una Varian Halcyon a 6 MV FFF con un EPID aS1200 y una Varian TrueBeam a 6 MV FFF, 6 MV, 10 MV FFF y 10 MV con un EPID aS1200. En la validación se incluyen campos cuadrados con dimensiones que van desde 1x1 cm² hasta 30x30 cm², así como campos modulados IMRT y VMAT.

Para TrueBeam y Halcyon, se requiere que el 95 % de todos los píxeles del detector tengan un valor gamma inferior a 1 para un gamma del 2 %, 2 mm. Para LINAC, se requiere que el 95 % de todos los píxeles del detector tengan un valor gamma inferior a 1 para un gamma del 3 %, 3 mm.

Para TrueBeam y Halcyon, la validación se ha llevado a cabo con los motores de dosis Collapsed Cone y Monte Carlo, mientras que para CLINAC solo se ha validado con Collapsed Cone.

2.12.2 Precisión para el motor de dosis de electrones

La precisión del cálculo de la dosis de electrones en RayPlan v2026 se ha validado con éxito en entornos clínicamente relevantes. El objetivo de la validación es ofrecer evidencia de una precisión de dosis clínicamente aceptable para los LINAC utilizando la técnica de dispersión de doble lámina con aplicadores y recortes. El modelo de espacio de fase de electrones en RayPlan está diseñado para modelar esta disposición. La implementación se basa en parámetros y, por tanto, es genérica respecto a una disposición típica de doble lámina, aplicador y recorte.

El sistema RayPlan v2026 se ha validado para el uso clínico típico del aplicador con campos colimados recortados. La validación cubre energías entre 4 y 25 MeV, en maniqués de agua con y sin inhomogeneidades y en geometrías de pacientes con LINAC de los principales fabricantes. Solo se admiten y están validados los recortes Cerrobend con bordes rectos, es decir, paralelos a la línea del eje del haz.

Se ha realizado la validación de las siguientes combinaciones de LINAC y energías de electrones:

	4 MeV	6 MeV	9 MeV	12 MeV	15 MeV	18 MeV	20 MeV	25 MeV
Varian Clinac 2100			x				x	
Elekta Synergy		x		x		x		
Elekta Agility	x	x	x	x				
Elekta BM		x	x	x	x			
Siemens Primus		x		x		x		
EGSnrc (máquina genérica de tratamiento de electrones)			x			x		x

El motor de dosis de electrones Monte Carlo se ha comparado con el sistema de planificación del tratamiento Oncentra (Elekta) utilizando los mismos criterios gamma que para los fotones, véase *sección 2.12.1 Precisión para los motores de dosis de fotones en la página 20*. La comparación con Oncentra incluye planos para una máquina Elekta Synergy. Dado que todos los casos devuelven distribuciones gamma dentro de los criterios de aceptación, los cálculos de dosis de electrones pueden considerarse equivalentes al sistema clínico con el que se comparó.

Además, el motor de dosis de electrones de RayPlan v2026 se ha validado con mediciones de máquinas de tratamiento con mordazas x e y (Elekta y Varian), máquinas Elekta con Beam Modulator y máquinas sin mordazas x (Elekta Agility y Siemens). En el agua, el 98 % de los valores de dosis calculados superarán a gamma (5 %, 5 mm) < 1 cuando se comparen con las dosis medidas, y el 95 % superarán a gamma (3 %, 3 mm) < 1.

El cálculo de dosis de electrones Monte Carlo en el paciente también se ha validado exhaustivamente frente al código independiente Monte Carlo EGSnrc para diferentes geometrías, materiales y energías. En la comparación con las dosis EGSnrc se utilizan los mismos criterios de aceptación que en la comparación con las mediciones.

Todas las pruebas de validación devuelven resultados dentro de los criterios de aceptación, excepto una desviación menor de Elekta Agility. Para un caso de prueba de 9 MeV con un maniquí de corte grueso óseo, la diferencia relativa entre la dosis medida y la calculada es del 4,5%. Esta cifra está por encima del criterio de aceptación del 3 %, pero dentro del nivel de tolerancia del 5 %. El mismo caso de prueba para energías de electrones de 6 MeV y 12 MeV pasa el criterio de aceptación, y los casos de prueba para energía de electrones de 9 MeV pasan los criterios de aceptación para los otros dos maniqués de corte grueso, uno de los cuales contiene tanto un corte grueso óseo como un corte grueso pulmonar y debería ser más complejo que el caso de prueba fallido con solo el corte grueso óseo. Además, uno de los casos de prueba que compara la dosis EGSnrc con RayPlan v2026 utiliza hueso a 9 MeV y esta prueba pasa el criterio de aceptación. El punto de medición se encuentra en la atenuación distal, lo que significa que la medición es muy sensible a pequeños desajustes o a una mala interpretación de la densidad

utilizada en el maniquí. Por tanto, concluimos que es muy probable que el punto de medición en este caso sea inexacto.

La precisión global es aceptable y se concluye que el motor de dosis de electrones Monte Carlo es seguro para uso clínico.

2.12.3 Precisión del motor de dosis TG43 de braquiterapia

El motor de dosis TG43 de braquiterapia se ha validado frente a datos along-away (de coordenadas rectangulares o cartesianas) de controles de calidad publicados de seis fuentes habituales de HDR, como las fuentes E&Z Bebig Co0-A86 e Ir2.A85-2. Los criterios de aceptación se han formulado en términos de criterios gamma locales y diferencias de dosis relativas. Las seis fuentes superan los criterios de aceptación.

El motor de dosis también se ha validado frente a sistemas clínicos independientes de planificación del tratamiento que utilizan el formalismo TG43 (SagiPlan, E&Z Bebig y Oncentra Brachy, Elekta). La validación se lleva a cabo tanto para posiciones de permanencia únicas en un maniquí como para planes de tratamiento de cuello uterino, próstata y mama. Además, se ha validado comparándolo con un motor de dosis Monte Carlo independiente considerado como estándar de referencia (EGS Brachy, basado en EGSnrc) para un caso clínico relevante. Se utilizan criterios gamma locales para la comparación con los sistemas independientes. Dado que todos los casos devuelven distribuciones gamma dentro de los criterios de aceptación, el cálculo de la dosis TG43 para braquiterapia ofrece un rendimiento equivalente al de los sistemas independientes con los que se ha comparado.

También se ha realizado la validación frente al procedimiento de medición analítico EQUAL-ESTRO. El punto de medición supera el criterio de aceptación formulado como una diferencia de dosis relativa.

La precisión global del motor de dosis TG43 de RayPlan cumple la normativa clínica. No obstante, el formalismo TG43 presenta intrínsecamente algunas limitaciones que el usuario debe conocer. Los criterios de aceptación y las limitaciones del algoritmo del motor de dosis se recogen en la sección *Precisión y limitaciones del motor de dosis* del RSL-D-RP-v2026-REF, RayPlan v2026 Reference Manual.

2.12.4 Precisión del motor de dosis de braquiterapia Monte Carlo

El motor de dosis de braquiterapia Monte Carlo se ha validado comparándolo con los datos de QA junto-lejos publicados para las fuentes de E&Z Bebig Co0-A86 e Ir2.A85-2 HDR. Los criterios de aceptación se formulan en términos de criterios gamma locales. Ambas fuentes cumplen los criterios de aceptación.

El motor de dosis también se ha validado comparándolo con un motor de dosis Monte Carlo independiente considerado como estándar de referencia (EGS Brachy, basado en EGSnrc). La validación se realiza en:

- Posiciones de permanencia únicas en medio acuoso, situadas junto a las interfaces entre materiales que suelen estar presentes en el cuerpo humano.

- Planes de tratamiento para cuello y cabeza, y para mama, con densidades y materiales derivados de TC.

Para completar la información, el motor de dosis Monte Carlo también se ha comparado con la dosis TG-43 calculada en RayPlan en planes de tratamiento de cabeza y cuello, y de mama, en los que se sobrescribió con agua toda la geometría.

Se utilizan criterios gamma locales para la comparación con el sistema independiente en el caso de las comparaciones de posiciones de permanencia únicas, y criterios gamma globales para las comparaciones de planes de tratamiento. Dado que todos los casos devuelven distribuciones gamma que se ajustan a los criterios de aceptación, el cálculo de dosis Monte Carlo para braquiterapia ofrece un rendimiento equivalente al de los sistemas independientes con los que se ha comparado.

La precisión global del motor de dosis Monte Carlo de RayPlan cumple la normativa clínica. Los criterios de aceptación y las limitaciones del algoritmo del motor de dosis se recogen en la sección *Precisión y limitaciones del motor de dosis* del RSL-D-RP-v2026-REF, RayPlan v2026 Reference Manual.

3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA UN FUNCIONAMIENTO SEGURO

En este capítulo se proporciona la información necesaria para realizar un uso seguro del sistema RayPlan v2026.

Nota: Cabe recordar que pueden distribuirse notas de la versión de seguridad adicionales por separado un mes después de la instalación del software.

En este capítulo

Este capítulo contiene las siguientes secciones:

3.1	Precauciones de seguridad	p. 30
3.2	Importación de datos del paciente	p. 73
3.3	Datos de entrada	p. 73
3.4	Formato de visualización	p. 73

3.1 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Tenga en cuenta las advertencias siguientes para un funcionamiento seguro del sistema RayPlan v2026.

En esta sección

Esta sección contiene los siguientes apartados:

3.1.1	Avisos sobre la responsabilidad del usuario	p. 31
3.1.2	Avisos sobre instalación de secuencias de comandos	p. 37
3.1.3	Avisos sobre el uso general del sistema	p. 38
3.1.4	Avisos sobre la importación en formato DICOM	p. 39
3.1.5	Avisos sobre la exportación en formato DICOM	p. 41
3.1.6	Advertencias relativas a EQD2	p. 42
3.1.7	Avisos sobre cálculo de dosis	p. 44
3.1.8	Avisos sobre modelado del paciente	p. 55
3.1.9	Avisos sobre la planificación del tratamiento	p. 57
3.1.10	Avisos sobre la planificación de TomoHelical y TomoDirect	p. 60
3.1.11	Advertencias sobre la planificación del tratamiento de CyberKnife	p. 61
3.1.12	Advertencias sobre la planificación del tratamiento de braquiterapia	p. 62
3.1.13	Avisos sobre evaluación de la dosis	p. 64
3.1.14	Avisos sobre el comisionado del haz	p. 65
3.1.15	Avisos sobre control de calidad	p. 71
3.1.16	Avisos sobre la RayPlan Storage Tool (Herramienta de almacenamiento de RayStation)	p. 71

3.1.1 Avisos sobre la responsabilidad del usuario



ADVERTENCIA:

Garantice una formación adecuada. La organización debe asegurarse de que las personas autorizadas para realizar las funciones de planificación de tratamiento reciban la formación adecuada para desempeñar dichas funciones. Este software debe ser utilizado únicamente por personas autorizadas para realizar tareas de planificación de tratamiento y que cuenten con la formación adecuada en técnicas de planificación de tratamientos. Lea detenidamente todas las instrucciones antes de usarlo. El usuario se responsabiliza del uso clínico correcto y de la dosis de radiación prescrita. [508813]



ADVERTENCIA:

Calidad de los datos introducidos. Tenga siempre en cuenta que la calidad del resultado depende en gran medida de la calidad de los datos introducidos. Cualquier irregularidad en los datos importados o duda sobre las unidades de datos introducidos, de identificación, de orientación de la imagen o de calidad de cualquier índole debe investigarse minuciosamente antes de utilizar los datos. [508811]



ADVERTENCIA:

Revisión y aprobación de planes. Todos los datos del plan de tratamiento deben ser minuciosamente revisados y aprobados por una persona cualificada antes de utilizarlos para el tratamiento con radioterapia. Un plan (conjunto de haces) que sea "óptimo" respecto a los objetivos de optimización puede continuar siendo inadecuado para el uso clínico.

[4780]



ADVERTENCIA:

Los modelos de haz deben validarse antes del uso clínico. Es responsabilidad del usuario validar y poner en servicio todos los modelos de haz antes de que se utilicen para crear planes de tratamiento clínico de radioterapia de haz externo.

RayPlan se ha desarrollado para el uso por parte de profesionales en oncología radioterápica capacitados. Hacemos hincapié en que los usuarios cumplan las recomendaciones publicadas en AAPM TG40, TG142, TG53, TG135, IAEA TRS 430, IAEA TRS 483 y otros estándares para garantizar planes de tratamiento precisos.

La exactitud de la dosis calculada depende directamente de la calidad del modelo de haz. La insuficiencia del modelo de haz puede producir desviaciones entre la dosis aprobada y administrada. Todos los valores de los parámetros y controles de calidad de los planes serán revisados y aprobados por médicos cualificados. El cálculo de la dosis debe validarse para todas las máquinas de TC puestas en servicio.

- La dosis calculada se validará para todas las situaciones clínicas relevantes, incluidas, entre otras, una variación de SAD, SSD, tamaño de campo, forma de campo, posición fuera del eje (X, Y y diagonal), tipo de colimación, grado de modulación, dosis de fuga (variación en MU/ Gy o NP/Gy), ángulos de mesa/gantry (brazo)/colimador, conjuntos de nodos de CyberKnife, composición material del paciente/maniquí y geometría del material del paciente/maniquí.
- La dosis calculada se validará para todas las resoluciones de malla de dosis clínicamente pertinentes.
- Las limitaciones conocidas se describen en *RSL-D-RP-v2026-REF, RayPlan v2026 Reference Manual*. Deben identificarse los límites adicionales del funcionamiento de cada modelo de haz durante la validación y cumplirse durante la planificación.

Para los fotones:

Se debe tener especial cuidado antes de utilizar RayPlan con hojas MLC de menos de 5 mm, materiales que difieren de los materiales habituales del paciente, bloques, conos circulares pequeños, cuñas (en especial, cuñas fuera del eje), planes VMAT complejos, planes rotacionales con tamaño de campo pequeño y planes mARC de Siemens.

A tener en cuenta:

- un modelo de haz validado para 3D-CRT no es necesariamente adecuado para planes de IMRT.
- un modelo de haz validado para SMLC no es necesariamente adecuado para planes de DMLC.
- un modelo de haz validado para SMLC o DMLC no es necesariamente adecuado para planes de VMAT.
- un modelo de haz validado para VMAT no es necesariamente adecuado para los planes creados con la secuenciación de VMAT de ventana deslizante.
- Un modelo de haz modelado para un motor de dosis de fotones (Cono colapsado o Monte Carlo) no es adecuado para el otro motor de dosis sin adaptación de los parámetros del modelo de haz.

La validación debe realizarse para cada técnica de tratamiento seleccionada utilizando Physics mode o RayPlan. Para los LINAC de brazo en C y CyberKnife, véase el aviso 3438. En el caso de los equipos de tratamiento TomoTherapy, véase también el aviso 10172.

Para electrones:

La validación debe incluir geometrías relevantes del aplicador, tamaños de campo sin recortes, tamaños de campo y formas de campo sin recortes, orientaciones de formas de campo para aplicadores rectangulares, materiales y espesores de recorte, espacios de aire hacia el isocentro y rangos en agua de D50 según la energía de haz nominal. Solo se admiten los recortes de Cerrobend con bordes rectos, es decir, paralelos a la línea del eje del haz.

[4001]

**ADVERTENCIA:****Los modelos de braquiterapia deben validarse antes de su uso clínico.**

En braquiterapia, los equipos de carga diferida, los modelos de fuente y las configuraciones de aplicación deben validarse antes de su uso clínico.

Es responsabilidad del usuario validar en braquiterapia todos los equipos de carga diferida, los modelos de fuente y las configuraciones de aplicación antes de su uso clínico. Para obtener más información sobre las configuraciones de aplicaciones, consulte la advertencia 283879.

Para los modelos de fuente TG43, consulte la advertencia 283358, y para los modelos de fuente Monte Carlo, consulte la advertencia 1593258.

[285635]

**ADVERTENCIA:**

Puesta en servicio del equipo TomoTherapy. Al poner en servicio un equipo TomoTherapy, la mayoría de parámetros se leen desde iDMS y solo se prevén pequeños cambios en el modelo del equipo en RayPlan Physics. El perfil transversal, los factores de campo de fluencia de la mordaza y las compensaciones de latencia de lámina se sobrescriben en este proceso y es posible que deban actualizarse.

Tenga en cuenta que, en el caso de los equipos TomoTherapy, las curvas de dosis calculadas en el módulo Beam commissioning (Puesta en servicio del haz) se normalizan frente a las curvas medidas; es decir, las curvas de dosis medidas y calculadas coincidirán en el resultado, independientemente del resultado del modelo de haz. Por lo tanto, es necesario ajustar y verificar el resultado del modelo para todas las anchuras de campo con haces TomoHelical. Para obtener más información, consulte la *RSL-D-RP-v2026-BCDS, RayPlan v2026 Beam Commissioning Data Specification*.

Tenga también en cuenta que los filtros del MLC no forman parte del cálculo de la curva de dosis en el módulo Beam commissioning en RayPlan Physics y su uso solo puede verificarse con haces TomoHelical o TomoDirect.

El cálculo de la dosis debe validarse para el rango pertinente de los campos de tratamiento clínicos antes del uso clínico. Además de lo indicado en la advertencia 4001, la validación incluirá diferentes tamaños de mordaza y modos, tiempos de proyección, fracciones de apertura y pasos.

[10172]



ADVERTENCIA:

Detección de colisiones para CyberKnife. La detección de colisiones realizada en RayPlan no garantiza que siempre se detecten colisiones. Antes de la administración, el usuario está obligado a validar que el sistema de administración realizará la detección de colisiones.

[339623]



ADVERTENCIA:

Comprobación de bloques y recortes. Compruebe siempre que los bloques y los recortes de los haces de electrones creados en los módulos de diseño de haces sean físicamente realizables. No se pueden definir limitaciones de fabricación para los bloques en RayPlan.

Compruebe siempre el bloque creado frente a la impresión de la apertura del bloque.
[508816]



ADVERTENCIA:

Compruebe la escala de impresión de bloques y recortes. Los ajustes de impresión determinarán el tamaño real del bloque o el recorte en la impresión. Antes de utilizar la impresión de bloques o recortes para la fabricación o verificación de bloques o recortes, compruebe siempre que la escala de los ejes X e Y sean iguales y que 1 cm en la escala de verificación corresponda a 1 cm utilizando una regla[508818]



ADVERTENCIA:

Verificación de ROI/POI. Revise siempre todas las regiones de interés (ROI) y los puntos de interés (POI) detenidamente antes de utilizarlos para planificar o evaluar el tratamiento.

[4793]

**ADVERTENCIA:**

Revisión de las proyecciones 4DCT. El usuario deberá revisar el conjunto de imágenes resultante de una proyección 4DCT antes de utilizarlo con fines de evaluación o planificación del tratamiento. El conjunto de imágenes proyectadas se comparará con los conjuntos de imágenes del grupo 4DCT para comprobar que las unidades Hounsfield y las densidades correspondientes son las esperadas. Esto puede realizarse examinando los valores HU en las vistas del paciente y calculando las dosis de evaluación en el módulo Plan evaluation.

Las propiedades geométricas del conjunto de imágenes proyectadas, como la orientación, la posición y el tamaño, también se compararán con la 4DCT original. Esto puede realizarse fusionando los conjuntos de imágenes proyectadas con los conjuntos de imágenes 4DCT originales en el módulo Structure definition o en el módulo Image registration y verificando que estén alineados correctamente.

(10414)

**ADVERTENCIA:**

Tabla de densidad específica de la imagen obtenida mediante cambio de escala de HU. Cuando se utiliza una tabla de densidades específica de un conjunto de imágenes obtenida mediante cambio de escala de HU, es muy importante que el usuario revise adecuadamente la tabla de densidades resultante antes de utilizarla para el cálculo de dosis. La tabla de densidades con cambio de escala afectará directamente al cálculo de dosis.

(9506)

**ADVERTENCIA:**

Configuración del paciente. Las instrucciones de cambio de mesa (desplazamiento de la sobremesa) para la colocación del paciente se muestran en el cuadro de diálogo Patient Setup (Configuración del paciente) y en el informe del plan.

La presentación predeterminada de cambio de mesa es "Patient" (Paciente); es decir, las instrucciones de cambio de mesa del cuadro de diálogo Patient setup (Configuración del paciente) se expresan en términos de direcciones anatómicas del paciente.

Si se desea, se puede cambiar la presentación de cambio de mesa a "Couch" (Mesa); es decir, que las instrucciones de cambio de mesa del cuadro de diálogo Patient setup (Configuración del paciente) se expresen en términos de direcciones de la mesa. La presentación de cambio de mesa se cambia en la aplicación Clinic Settings.

Antes del uso clínico, compruebe siempre que el cambio de mesa mostrado en RayPlan y en el informe del plan sea el previsto y que esté en conformidad con la práctica clínica.

Tenga en cuenta que otra opción para la configuración del paciente es exportar el desplazamiento de mesa según el estándar DICOM. Esta opción puede seleccionarse en RayPlan Physics.

[9101]



ADVERTENCIA:

Revisión del registro del marco de referencia antes del cálculo de la dosis.

Es especialmente importante que los registros de marcos de referencia que se hayan importado se revisen antes de calcular la dosis en conjuntos de imágenes adicionales.

[9650]



ADVERTENCIA:

Configuración de inicio de sesión único. Si se utiliza la configuración de inicio de sesión único en Clinic Settings (Ajustes clínicos), es posible que un usuario no autorizado se autentique en RayPlan si una estación de trabajo se deja desatendida. La autenticación se realiza en el nombre del usuario que ha iniciado sesión.

[578762]



ADVERTENCIA:

Verifique los códigos de accesorios. Se pueden introducir códigos accesorios para bloques de fotones y recortes de electrones. El usuario deberá verificar que el código de accesorio introducido en RayPlan coincide con el accesorio físico que se va a utilizar durante el tratamiento. RayPlan no invalidará automáticamente el código de accesorio si el bloque o el recorte se modifica en RayPlan. El bloque o el recorte no se invalidarán en RayPlan si se cambia el código de acceso. Es responsabilidad del usuario asegurarse de que se ha introducido el código de accesorio correcto y, si es necesario, actualizado.

[574934]

3.1.2 Avisos sobre instalación de secuencias de comandos

**ADVERTENCIA:**

Ajustes de visualización. Tenga en cuenta que el resultado visual del sistema RayPlan depende de la calibración y la resolución del monitor y de otros parámetros de hardware específicos. Asegúrese de que la salida del monitor sea adecuada para las tareas clínicas. {366562}

**ADVERTENCIA:**

Plataforma de hardware/software. La prueba de aceptación del entorno del sistema debe realizarse siempre que se cambie la plataforma de hardware o software. {366563}

**ADVERTENCIA:**

Pruebas de instalación. El usuario debe añadir pruebas adicionales específicas para la instalación y configuración del sistema RayPlan en la organización del usuario. {366564}

**ADVERTENCIA:**

Uso de memoria GPU no ECC. Las GPU utilizadas para cálculos deben tener memoria RAM ECC y el estado ECC debe estar activado en la configuración del controlador de la GPU.

{8453}

**ADVERTENCIA:**

El cálculo de la dosis en la GPU puede verse afectado por actualizaciones del ordenador o de los controladores. El cálculo de la dosis en la GPU se debe revalidar después de cualquier modificación en la plataforma de hardware o software, incluidos los Service Packs del sistema operativo. Esto se puede realizar ejecutando el *RSL-D-RP-v2026-SEAT, RayPlan v2026 System Environment Acceptance Test Protocol* y las autocomprobaciones de todos los cálculos mediante el uso de la GPU.

{4039}

3.1.3 Avisos sobre el uso general del sistema

**ADVERTENCIA:**

Ejecución de varias instancias de RayPlan. Tenga especial cuidado cuando ejecute varias instancias de RayPlan. Asegúrese en todo momento de que está trabajando con el paciente correcto.

(3312)

**ADVERTENCIA:**

Cálculo de la dosis independiente. Asegúrese de que el sistema de cálculo de la dosis independiente en uso sea realmente independiente. Hay sistemas que pueden parecer adecuados para el cálculo de dosis independientes que, en realidad, no son independientes en absoluto, ya que el motor de dosis es fabricado por RaySearch y utiliza el mismo algoritmo para el cálculo de la dosis de fotones y posiblemente también el mismo código que RayPlan (p. ej. Compass (IBA)).

(6669)

**ADVERTENCIA:**

Tenga cuidado al cambiar el modo de recuperación automática. Los datos de recuperación automática se almacenan en una base de datos o en un disco. Si el modo de recuperación automática está desactivado o si el área de almacenamiento se modifica mientras todavía hay datos de recuperación automática en el lugar de almacenamiento anterior, esos datos dejan de ser útiles y es posible que RayPlan no pueda eliminarlos. Los datos del lugar de almacenamiento anterior deben eliminarse manualmente.

(282521)

**ADVERTENCIA:**

Asignación de nombres a plantillas de informe. Las plantillas de informe creadas por el usuario no incluyen necesariamente toda la información sobre el paciente, el plan, los conjuntos de haces, etc. Por ejemplo, una plantilla de informe puede incluir solo el conjunto de haces actualmente seleccionado. Utilice una convención clara de asignación de nombres cuando cree las plantillas de informe. (5147)

**ADVERTENCIA:**

Cambio del comportamiento de las prescripciones de conjuntos de haces con dosis de base. Desde RayPlan 11A, las prescripciones siempre prescribirán dosis para el conjunto de haces actual. Las prescripciones definidas en versiones de RayPlan anteriores a 11A que están relacionadas con el conjunto de haces + dosis de base han quedado obsoletas. Los conjuntos de haces con esas prescripciones no se pueden aprobar y la prescripción no se incluirá cuando el conjunto de haces se exporte en formato DICOM.

Desde RayPlan 11A, el porcentaje de prescripción ya no se incluye en los niveles de dosis de prescripción exportadas. En las versiones de RayPlan anteriores a 11A, el porcentaje de prescripción definido en RayPlan se incluyó en la dosis de prescripción objetivo exportada. Este aspecto se ha cambiado en la versión 11A para que solo la dosis prescrita definida en RayPlan se exporte como dosis de prescripción objetivo. Este cambio también afecta a las contribuciones nominales exportadas.

En versiones de RayPlan anteriores a 11A, la UID de referencia de la dosis exportada en planes de RayPlan se basaba en la UID de instancia SOP del Plan RT/Plan RT Ion. Esto se ha cambiado para que diferentes prescripciones puedan tener la misma UID de referencia de la dosis. Debido a este cambio, la UID de referencia de la dosis de los planes exportados mediante el uso de versiones de RayPlan anteriores a 11A se ha actualizado de modo que si el plan se reexporta se utilizará un valor diferente.

[344549]

3.1.4 Avisos sobre la importación en formato DICOM

**ADVERTENCIA:**

Integridad del conjunto de imágenes. DICOM no ofrece ninguna manera de comprobar que todos los cortes de imágenes en una serie de imágenes se incluyan. El usuario siempre debe realizar una comprobación manual después de la importación. [508830]

**ADVERTENCIA:**

Dosis importada. Una dosis importada para un plan aprobado se considerará automáticamente clínica.

[508831]



ADVERTENCIA:

Para la dosis importada, no se hacen suposiciones acerca del modo en que se calculó la dosis. La dosis no se invalidará cuando los datos utilizados para calcular la dosis en RayPlan no coincidan con los datos utilizados para calcular la dosis importada. Esto será aplicable incluso cuando el cálculo de la dosis importada se haya realizado originalmente en RayPlan. Por ejemplo, la dosis importada no se invalidará aunque el conjunto de estructuras se haya modificado con anulaciones de densidad o cambios en la ROI externa.

[224134]



ADVERTENCIA:

El esquema de fraccionamiento se descarta en la importación en formato DICOM. Cuando un plan DICOM se importa a RayPlan, se descarta el esquema de fraccionamiento. Como resultado, los conjuntos de haces creados durante la importación siempre se configurarán para la administración secuencial, aunque el plan original indicara un patrón interlaminado.

Además, el orden de administración indicado por el orden del conjunto de haces puede no coincidir con el orden de administración previsto. Como consecuencia, después de la importación, no se realizarán actividades que dependan de un esquema de fraccionamiento correcto. [119127]



ADVERTENCIA:

Exportación después de utilizar un filtro de importación en formato DICOM. Evite exportar datos que se hayan modificado con filtros de importación en formato DICOM durante una importación en formato DICOM. Así se evitará la creación de diferentes archivos con la misma UID de DICOM. [508832]



ADVERTENCIA:

Ninguna indicación de error al utilizar Storage SCP. No hay ninguna indicación en RayPlan de que la importación de datos de pacientes mediante Storage SCP esté incompleta, por ejemplo, debido a un error en la sesión de transferencia o un error de escritura del archivo en el disco. [508833]

3.1.5 Avisos sobre la exportación en formato DICOM

**ADVERTENCIA:**

Error de exportación. Al exportar datos desde el sistema, compruebe siempre que la exportación se haya realizado correctamente. Si la exportación se interrumpe por causa de, por ejemplo, un fallo de hardware o un error del sistema operativo, elimine todos los datos exportados y vuelva a iniciar la exportación. [508805]

**ADVERTENCIA:**

Exportación del conjunto de estructuras RT en formato DICOM. La exportación en formato DICOM del conjunto de estructuras RT convertirá todas las ROI en contornos y no se incluirá ninguna parte de estructura que quede fuera del corte del conjunto de imágenes superiores o inferiores.

Esto se aplica a las geometrías de la ROI con representación de malla o vóxeles. Normalmente, estas geometrías se crean mediante segmentación basada en modelos o mediante herramientas de interacción de la ROI en 3D en RayPlan. La exportación en formato DICOM solo abarca los contornos en cortes de imágenes, lo que significa que las partes que se extienden fuera del primer o el último corte del conjunto de imágenes no se incluyen en la exportación. Por lo tanto, no serán idénticos después de una exportación/importación en formato DICOM y de que vuelvan a RayPlan o a un sistema externo. [508804]

**ADVERTENCIA:**

Los parámetros de tratamiento deben transferirse desde el sistema RayPlan con la exportación en formato DICOM. Asegúrese de que los puntos de control para un plan de tratamiento se exporten desde el sistema RayPlan con la exportación en formato DICOM. El usuario no debe transferir manualmente estos ajustes. [508803]

**ADVERTENCIA:**

Exportación en formato DICOM de los planes de Vero. Debe tener especial cuidado al exportar en formato DICOM un plan con múltiples isocentros al sistema Vero R&V. Es necesario realizar la exportación en formato DICOM dos veces, una con la casilla ExacTrac Vero marcada y otra con la casilla desmarcada. [125706]

**ADVERTENCIA:**

Errores de transacción al exportar a iDMS. Si se produce algún error durante la exportación del plan, es posible que no haya ninguna indicación en RayPlan. El operador debe comprobar en iDMS el estado del paciente y el plan. {261843}

**ADVERTENCIA:**

Gestión de objetos DICOM con el mismo UID de la instancia de SOP. En ciertos casos, RayPlan puede producir objetos en formato DICOM con los mismos UID de la instancia de SOP pero con contenido diferente. Si se envían dos objetos con los mismos UID al mismo destino (por ejemplo, un sistema PACS), el resultado dependerá de la implementación del sistema receptor. El usuario debe comprobar manualmente que se utiliza el objeto correcto en la tarea correspondiente.

{404226}

3.1.6 Advertencias relativas a EQD2

**ADVERTENCIA:**

Criterios de evaluación para las distribuciones de EQD2. Los criterios de evaluación de la dosis física no pueden utilizarse directamente para evaluar las distribuciones de EQD2. Los criterios de dosis física deben convertirse siempre antes al dominio EQD2. Esto también es fundamental para los tratamientos prescritos a 2 Gy/fracción en el tumor: Aunque la dosis prescrita en el tumor sea de 2 Gy por fracción, tanto en dosis física como en EQD2, los puntos fríos y calientes dentro del tumor se agravarán aún más en el ámbito del EQD2. Y lo que es más importante, las tolerancias del tejido normal pueden variar significativamente entre la dosis física y la distribución de EQD2, incluso en los tratamientos fraccionados a 2 Gy.

{1538161}

**ADVERTENCIA:**

Limitaciones del formalismo EQD2. La dosis equivalente en fracciones de 2 Gy (EQD2) implementada en RayPlan se basa en el modelo estándar lineal-cuadrático (LQ), que tiene las siguientes implicaciones que el usuario debe conocer:

- El modelo asume la reparación completa entre fracciones y no tiene en cuenta la repoblación de las células tumorales. Por lo tanto, en los casos en que no se logre una reparación completa entre fracciones, los efectos biológicos no

se modelarán adecuadamente. Además, cuando la repoblación de células tumorales se vuelve importante, por ejemplo, debido a interrupciones en el tratamiento o para tumores que proliferan rápidamente, la dosis de EQD2 no será del todo correcta.

- Las incertidumbres en el modelo LQ son mayores para dosis prescritas bajas (por debajo de 1 Gy) y dosis prescritas altas (8 Gy) por fracción. En consecuencia, las dosis de EQD2 son menos fiables para dichos niveles de dosis.
- Las dosis de EQD2 dependen en gran medida de los valores de α/β utilizados en la evaluación. Se aconseja al usuario que considere un rango de valores de α/β en la evaluación e investigue los peores escenarios posibles para EQD2, especialmente cuando la tolerancia normal del tejido puede verse afectada.
- Las dosis EQD2 no dependen linealmente de la dosis física, lo que significa que los puntos fríos y calientes se realzan al trasladar la dosis física a EQD2 y que los gradientes en la distribución de EQD2 son mayores que en la distribución de la dosis física. Por lo tanto, se aconseja no evaluar la EQD2 en un solo punto, sino utilizar evaluaciones multipunto para tener en cuenta las diferencias en todo el volumen. Además, cuando la evaluación de EQD2 se basa en los volúmenes en el DVH, se aconseja utilizar más de un objetivo clínico. Por ejemplo, un objetivo clínico en EQD2[D90] podría complementarse con objetivos clínicos para otros volúmenes acumulados distintos al 90 % del volumen total de la ROI. Los efectos del volumen pueden analizarse más a fondo en la distribución EQD2 completa, tal como se obtiene del cálculo EQD2 en Plan evaluation.

[406776]



ADVERTENCIA:

Interpretación de las distribuciones de EQD2 de evaluación. Las distribuciones de EQD2 de evaluación calculadas en el módulo Plan evaluation utilizan una aproximación basada en prioridades para asignar valores α/β a los vóxeles que pertenecen a varias ROI. Hay que tener especial cuidado a la hora de interpretar este tipo de distribuciones:

- En una distribución EQD2 de evaluación, a las ROI adyacentes o superpuestas se les pueden asignar valores α/β distintos, lo que provoca que la distribución EQD2 sea discontinua en los límites entre las ROI con valores α/β distintos. En el caso de los vóxeles que solo pertenecen parcialmente a una ROI o que se encuentran dentro de una zona de solapamiento entre ROI, se aplica una regla de prioridad para asignar un único valor α/β para el cálculo EQD2. Por consiguiente, el valor α/β especificado para una ROI puede aplicarse únicamente a una parte de dicha ROI.

- Para garantizar que se utilice un valor α/β específico para toda la ROI al evaluar un objetivo clínico a partir de una distribución EQD2 de evaluación, se recomienda extraer primero el objetivo clínico de dosis física y, a continuación, convertirlo a EQD2 utilizando el valor α/β elegido, en lugar de extraer el objetivo clínico directamente de la distribución EQD2. La presentación de métricas EQD2 es habitual en braquiterapia, y RayPlan ofrece soporte para los objetivos clínicos EQD2 en el módulo Brachy planning, que realiza automáticamente la conversión recomendada.

[408774]

3.1.7 Avisos sobre cálculo de dosis

Avisos sobre el cálculo de las dosis generales



ADVERTENCIA:

Región de cálculo de dosis. La región de cálculo de dosis se limita a la intersección de la malla de dosis y la región formada por las ROI de cálculo de dosis. Las ROI de cálculo de dosis incluyen la ROI externa, las ROI de soporte y fijación incluidas en el conjunto de haces, así como las ROI de Bolo asignadas a haces externos de fotones y electrones. No se puntuará ninguna dosis en la región situada fuera de la región de cálculo de dosis.

Tratamiento de haz externo

En el caso de la radioterapia externa, toda la información importante de los datos de la imagen se omitirá fuera de la región de cálculo de la dosis. En todas las modalidades, excepto electrones, el volumen fuera de la región de cálculo de la dosis se trata como vacío en la transmisión de radiación (sin interacciones).

En los electrones, se utiliza aire en lugar de vacío, con dispersión y pérdida de energía en la transmisión de la radiación. RayPlan no podrá calcular una dosis correcta si alguna parte de un haz se interseca con datos de imagen que no están incluidos en la región de cálculo de la dosis. Esto podría ocurrir si las ROI de cálculo de la dosis no cubren todos los datos de imagen relevantes o si la matriz de dosis no abarca los volúmenes relevantes de las ROI de cálculo de la dosis.

Se esperan grandes errores en la dosis si cualquier parte del haz entra en una superficie de una ROI de cálculo de la dosis que no está cubierta por la matriz de dosis. También se espera un error en la dosis en los bordes de salida de la matriz de dosis si se utiliza una matriz de dosis demasiado pequeña, ya que no se tiene en cuenta la dispersión desde fuera de la matriz de dosis. No hay ninguna advertencia en RayPlan si la matriz de dosis no cubre la región adecuada en los bordes de salida.

Braquiterapia (motor de dosis TG43)

El cálculo de dosis de braquiterapia basado en TG43 es un modelo basado en datos que utiliza mediciones y simulaciones en agua. El cálculo de dosis no tiene en cuenta ninguna información material y trata todo el volumen como agua tanto dentro como fuera de la región de cálculo de dosis. Esto afecta de dos maneras a la región de cálculo de dosis:

- La dosis en la superficie de una ROI de cálculo de dosis puede ser incorrecta, ya que se asume un medio de dispersión infinito y se ignora la interfase de baja densidad.
- Si la matriz de dosis no cubre toda la ROI externa (o cualquier otra ROI de cálculo de dosis), la dosis seguirá siendo correcta en los bordes de la matriz de dosis, dado que todos los puntos de permanencia activos están dentro de la matriz de dosis. En RayPlan, no es posible calcular la dosis si hay puntos de permanencia activos fuera de la ROI externa. Dentro de la ROI externa, la matriz de dosis debe cubrir todos los puntos de permanencia activos, incluido al menos un margen de 3 cm para garantizar que se tengan en cuenta los valores de dosis altos cercanos a las fuentes.

(9361)

**ADVERTENCIA:**

Asegúrese de que se ha asignado la ROI correcta como ROI externa. Compruebe siempre que la ROI externa cubra todas las ROI objetivo y OAR. Es posible que los histogramas dosis-volumen no se calculen correctamente si toda la ROI no está incluida en la ROI externa.

(9360)

**ADVERTENCIA:**

Asegúrese de que la matriz de dosis cubra todas las ROI previstas. Solo se incluye en el DVH y en el cálculo estadístico de la dosis la parte de una ROI cubierta por la matriz de dosis.

(9358)



ADVERTENCIA:

La resolución de la matriz de cálculo de dosis afecta a la dosis. Tanto el resultado como el tamaño de la dosis pueden verse afectados significativamente por la resolución y la alineación de la matriz de cálculo de dosis. Asegúrese de utilizar una matriz de cálculo de dosis adecuada teniendo en cuenta factores como, por ejemplo, el tamaño de campo, la modulación y la geometría de pacientes.

[2305]



ADVERTENCIA:

Rellenado de píxeles. Es posible que la dosis calculada no sea correcta si la región utilizada para el cálculo de la dosis presenta relleno de píxeles. Asegúrese de que las unidades Hounsfield de relleno de píxeles coincidan con la densidad deseada o de añadir una sobrescritura de material a la región de relleno de píxeles.

Si una imagen de TC excluye material que estará presente en el tratamiento y que se encuentra dentro de la región de dispersión de radiación, no se recomienda utilizar valores de relleno de píxeles. En lugar de ello, añada una sobrescritura de material a cada material para incluirlos en el cálculo de la dosis. De lo contrario, podrían producirse errores en el cálculo de la dosis.

Si todo lo que es importante para la transmisión de radiación se encuentra dentro de la imagen de TC, pero la ROI externa cubre partes de la imagen con valores de relleno de píxeles que corresponden a unidades Hounsfield de alta densidad, podrían producirse errores en el cálculo de la dosis.

[9354]



ADVERTENCIA:

Sobrescritura de material para varios conjuntos de estructuras. Si se define la sobrescritura de material para una ROI que no tiene ninguna geometría definida en el conjunto de imágenes utilizado, no se mostrará ninguna advertencia al calcular la dosis.

[9353]

**ADVERTENCIA:**

Uso de la densidad de TC para materiales de origen no humano. El cálculo de la dosis de RayPlan se ajusta para poder utilizarse con datos de TC para materiales que normalmente se pueden encontrar en el cuerpo humano. Para materiales de origen no humano, el uso de una sobrescritura de densidad, por lo general, será más preciso que el uso de información de datos de TC. Esto se aplica a las ROI de tipo soporte, fijación y bolus para estructuras de haz, así como implantes dentro del paciente. Asegúrese de que se ha asignado una sobrescritura de material a la ROI si se pretende sobrescribir la densidad de TC. No se mostrará ninguna advertencia antes del cálculo de la dosis si no se ha asignado ningún material.

[404666]

**ADVERTENCIA:**

Las ROI de bolo deben asignarse a haces. Las ROI del bolo se consideran propiedades del haz. Para que una ROI de bolo pueda ser utilizada para la transmisión de radiación y el cálculo de dosis para un determinado haz, debe ser asignada a dicho haz. Si se va a utilizar un bolo para todos los haces, deberá asignarse a todos los haces individualmente. Un bolo que no esté asignado a ningún haz en un plan no va a contribuir en absoluto al cálculo de la dosis.

Una ROI de bolo asignada a un haz:

- se mostrará con estilo de línea sólida en las vistas 2D del paciente;
- se mostrará en la vista 3D del paciente, y
- se incluirá en la vista de paciente Material cuando se seleccione la dosis del haz para el haz correspondiente.

[5347]

**ADVERTENCIA:**

Asegúrese de que todas las ROI de fijación y soporte clínicamente relevantes están incluidas en el conjunto de haces. Por defecto, todas las ROI de fijación y soporte se incluirán en todos los conjuntos de haces. Todas las ROI de fijación y soporte que se incluyan en un conjunto de haces se utilizarán para el cálculo de dosis del conjunto de haces. Si se ha excluido una ROI de fijación o soporte de un conjunto de haces, no se tendrá en cuenta en el cálculo de dosis para ese conjunto de haces.

Las ROI de soporte y fijación incluidas en el conjunto de haces:

- se marcarán con un icono azul de conjunto de haces en la lista de ROI
- se marcarán con una casilla de verificación en la pestaña Fijación y soporte
- se mostrarán con estilo de línea sólida en las vistas 2D del paciente
- se incluirán en la vista de paciente Material cuando se seleccione el conjunto de haces.

[713679]



ADVERTENCIA:

Utilización de ROI de tipo fijación y soporte. Las ROI de tipo fijación y soporte están pensadas para utilizarse en regiones de soporte del paciente y dispositivos de fijación o inmovilización, y solo deben utilizarse en estructuras que están principalmente fuera del esquema del paciente. Utilice siempre otros tipos de ROI para la sobrescritura de material dentro de la ROI externa. Un pequeño solape con la ROI externa es aceptable si la ROI de fijación o soporte se encuentra principalmente fuera de la ROI externa. Es posible que el uso de ROI de tipo fijación o soporte que están principalmente dentro del esquema del paciente produzca errores en el cálculo de la densidad de la masa de los vóxeles en intersección tanto con la ROI externa como con las ROI de fijación/soporte. Consulte el *RSL-D-RP-v2026-REF, RayPlan v2026 Reference Manual* para obtener más información sobre estos efectos. [262427]



ADVERTENCIA:

Planificación de RM: asignación de la densidad aparente. RayPlan La planificación basada únicamente en imágenes de RM depende de la asignación de la densidad aparente especificada por el usuario. Tenga en cuenta que en el caso de determinadas configuraciones o regiones, una asignación de densidad aparente con un material homogéneo producirá un error de dosimetría inaceptable. [254454]



ADVERTENCIA:

Planificación de RM: distorsión geométrica y campo de visión. Las imágenes de RM previstas para planificación deben tener una distorsión geométrica insignificante. RayPlan no incluye ningún algoritmo de corrección de distorsión. La imagen de RM debe cubrir el esquema del paciente. [261538]

**ADVERTENCIA:**

Contraste de TC mejorado. Los agentes de contraste utilizados para realzar los conjuntos de imágenes de TC afectarán los valores de HU, lo que puede conducir a diferencias entre la dosis planificada y la administrada. Se recomienda al usuario que evite por completo el uso de conjuntos de imágenes de TC realizados con contraste para la planificación del tratamiento o que se asegure de que las sobrescrituras de material para las áreas de contraste se asignen correctamente.

[344525]

**ADVERTENCIA:**

Asegúrese de que las dosis calculadas con diferentes motores de dosis sean compatibles. La combinación o comparación de dosis calculadas con diferentes motores de dosis (por ejemplo, en respaldo, optimización simultánea, dosis de fondo, suma de dosis) debe realizarse con cuidado si la convención de dosis difiere entre algoritmos y el plan es sensible a la dosis en materiales con alto número atómico.

Los motores de dosis Monte Carlo para electrones calculan la dosis en agua con transmisión de radiación en el medio. El motor de dosis Collapsed Cone para fotones calcula la dosis en agua con transmisión de radiación en agua de distinta densidad, una propiedad que se sitúa entre la dosis en agua y la dosis en el medio cuando se calcula en este último. Los motores de dosis Monte Carlo para fotones y braquiterapia de RayPlan v2026 calculan la dosis en el medio con transmisión de radiación en el medio. Se ha observado que, cuando los fotones se propagan en un medio, las diferencias entre la dosis en agua y la dosis en el medio son pequeñas en los tejidos distintos del hueso (1-2 %), pero la diferencia puede llegar a ser relativamente grande en el hueso (10 %) u otros materiales de alto Z.

La convención de dosis para dosis importadas es desconocida para RayPlan, y debe gestionarse con cuidado si el plan es susceptible a la dosis en materiales con alto número atómico y si la dosis se usa como dosis de fondo o para la imitación de dosis.

[409909]

Avisos sobre el cálculo de las dosis de electrones**ADVERTENCIA:**

La incertidumbre estadística máxima permitida no afecta a dosis clínicas Monte Carlo ya calculadas. Al cambiar la incertidumbre estadística máxima permitida en Clinic Settings para dosis clínicas de electrones Monte Carlo, tenga en cuenta que las dosis ya calculadas no se verán afectadas. Por lo tanto, las dosis calculadas antes del cambio pueden marcarse como clínicas aunque tengan una incertidumbre estadística que diera como resultado una dosis clínica si se calcularan.

[9349]

**ADVERTENCIA:**

Cálculo de la dosis de electrones para tamaños de recorte pequeños. Se ha notificado una precisión limitada en el resultado del cálculo de tamaños de recortes para el cálculo de dosis de electrones de RayPlan. Se ha notificado una diferencia entre el resultado medido y calculado de más del 3% para tamaños de recortes de 4×4 cm de más del 5% para tamaños de recortes de 2×2 cm

El usuario tiene que conocer esta limitación y verificar exhaustivamente el resultado de la dosis de electrones calculada para tamaños de recorte pequeños.

[142165]

Avisos sobre el cálculo de las dosis de fotones**ADVERTENCIA:**

Asignación de una tabla de densidad de CBCT. Para el uso directo de la información de CBCT sin procesar en el cálculo de dosis, RayPlan utiliza una tabla de densidad de CBCT específica de la imagen. Dado que existe un conjunto limitado de niveles de densidad especificados para una CBCT en comparación con lo que normalmente se especifica para una TC, el cálculo de la dosis en las imágenes de CBCT puede ser menos preciso que el uso de imágenes de TC o imágenes de CBCT convertidas. La precisión del cálculo de la dosis utilizando CBCT con una tabla de densidad asignada está relacionada con la sintonía respecto a esta tabla y en función de cómo la densidad real en el paciente se corresponde con las densidades seleccionadas en la tabla.

Revise siempre la tabla de densidad antes de usarla en el cálculo de dosis. La revisión se puede realizar mediante la comprobación de puntos de sectores

seleccionados en el cuadro de diálogo Create density table for CBCT (Crear una tabla de densidad para CBCT), donde se visualiza el efecto de la tabla de densidad.

El cálculo de dosis en conjuntos de datos de imágenes CBCT sin procesar solo se admite en el caso de fotones y para braquiterapia con el motor de dosis TG43.

[9355]



ADVERTENCIA:

La incertidumbre estadística máxima permitida no afecta al estado clínico de la dosis Monte Carlo ya calculada. Al cambiar la incertidumbre estadística máxima permitida en Clinic Settings para dosis clínicas de fotones Monte Carlo, tenga en cuenta que las dosis ya calculadas no se verán afectadas. Por lo tanto, las dosis calculadas antes del cambio pueden marcarse como clínicas aunque tengan una incertidumbre estadística que daría como resultado una dosis clínica si se calcularan.

[399]



ADVERTENCIA:

Asimetría en los perfiles Y de CyberKnife para campos colimados del MLC que no se tienen en cuenta en el modelado de haces. Para los campos colimados del MLC más grandes, los perfiles Y del LINAC de CyberKnife muestran una asimetría intrínseca, lo que no se tiene en cuenta en el modelado de haces. Las diferencias entre las dosis administradas y calculadas pueden aparecer para los campos colimados directamente por una de las mordazas Y fijas (las placas de protección laterales del MLC) o por unos pocos pares de láminas cerradas junto a una de las mordazas Y.

El usuario debería tener en cuenta esta limitación y debería proceder con sumo cuidado al examinar este comportamiento durante la puesta en servicio de RayPlan y durante el control de calidad específico del paciente posterior.

[344951]

**ADVERTENCIA:**

Distancia entre ángulos del brazo de arco para planos de rotación de objetivos pequeños fuera del eje. La distancia del brazo de arco determina el número de direcciones utilizadas durante el cálculo de la dosis para planos de rotación. Se ha encontrado una sobreestimación de la dosis de alrededor del 3,5 % en algunos planos con un objetivo pequeño que esté fuera del eje respecto a la dirección en el plano para haces de arco, cuando se utiliza una distancia de brazo de 4 grados en comparación con una de 2 grados. No se observa el mismo efecto en los objetivos centrales pequeños. Utilice una distancia entre ángulos de brazo de 2 grados al crear dichos planos de arco.

[723988]

Advertencias sobre el cálculo de dosis de braquiterapia**ADVERTENCIA:**

Validez del cálculo de dosis basado en TG43. El cálculo de dosis basado en TG43 parte de una serie de suposiciones: {1} todos los tejidos circundantes a las fuentes son equivalente de agua; {2} cada fuente debe estar rodeada por un volumen de paciente lo suficientemente grande para mantener la validez del conjunto de datos de consenso; y {3} cualquier efecto de protección puede ignorarse. Las situaciones en las que no se cumplen estas condiciones supuestas son: planes en los que la fuente está cerca de cavidades de aire o implantes metálicos, configuraciones que incluyen protección del aplicador y fuentes colocadas cerca de la piel.

El usuario debe conocer estos supuestos y el modo en que influirán en el cálculo de dosis.

[283360]

**ADVERTENCIA:**

Corrección de los parámetros de TG43. La precisión del cálculo de la dosis de braquiterapia basado en TG43 depende en gran medida de la corrección de los parámetros de TG43 utilizados. Si está disponible para la fuente actual, se recomienda encarecidamente utilizar los datos de consenso publicados del informe HEBD (Perez-Calatayud et al., 2012) o informes similares. La resolución de la función de dosis radial y la función de anisotropía deben seguir las recomendaciones publicadas en el informe TG43u1 (Rivard et al., 2004) y en el informe HEBD. Es responsabilidad del usuario verificar que los parámetros de TG43 se hayan introducido correctamente, independientemente de si los datos los ha introducido el usuario o el fabricante. El usuario también debe comprobar la exactitud del algoritmo de cálculo de dosis usando los parámetros introducidos.

(283358)

**ADVERTENCIA:**

Limitación de las dosis de braquiterapia. Las dosis de braquiterapia calculadas con los motores de cálculo de dosis TG43 y Monte Carlo tienen un límite máximo de 100 Gy por fracción. Cualquier valor de dosis que supere este umbral se limitará a 100 Gy en la distribución de dosis resultante. Esto afecta a todos los resultados relacionados con la dosis, por ejemplo, las vistas de dosis, los DVH, las estadísticas de dosis y las evaluaciones de los objetivos clínicos.

Tenga en cuenta que, cuando se cambia la escala de distribuciones de dosis que incluyen valores de dosis limitados, dichos valores se modificarán aplicando el mismo factor; es decir, si una distribución de dosis que incluye valores de dosis limitados a 100 Gy se multiplica por un factor z , los valores de dosis limitados pasarán a ser $z \times 100$ Gy. Considere la posibilidad de volver a calcular la dosis tras realizar una reducción de escala significativa en la distribución de dosis, con el fin de evitar que se limiten los valores de dosis clínicamente relevantes.

(1312866)

**ADVERTENCIA:**

Dosis de tránsito en braquiterapia. Las dosis administradas entre las posiciones de permanencia, así como las dosis de entrada y salida desde y hacia el aplicador de carga diferida, no se tienen en cuenta en el cálculo de dosis. Estas dosis de tránsito dependen de la intensidad de la fuente y del movimiento real (velocidad y aceleración) de la fuente dentro de los canales de braquiterapia HDR. Las dosis de tránsito pueden alcanzar niveles clínicamente significativos en algunos casos, especialmente para intensidades de la fuente elevadas, movimientos de la fuente lentos y ocasiones donde hay un gran número de canales de braquiterapia HDR, lo que provoca que la fuente pase una parte significativa del tiempo en tránsito. El usuario debe ser consciente de esta limitación y evaluar en qué casos las dosis de tránsito podrían convertirse en un problema para cada aplicador de carga diferida y fuente.

[331758]

**ADVERTENCIA:**

Administración de braquiterapia HDR en campos magnéticos. Si el tratamiento de braquiterapia HDR se realiza en un campo magnético (por ejemplo, administración durante una RM), puede haber grandes discrepancias entre la dosis administrada y la dosis calculada mediante RayPlan. La derivación de los parámetros TG43 publicados no incluye los campos magnéticos y el motor de dosis Monte Carlo para braquiterapia de RayPlan no tiene en cuenta los campos magnéticos durante el transporte de partículas. El efecto de los campos magnéticos en la distribución de la dosis no se tendrá en cuenta en el cálculo de la dosis. El usuario debe ser consciente de esta limitación si el tratamiento va a administrarse en un campo magnético. Debe prestarse especial atención a las fuentes de Co^{60} y a las intensidades de campo magnético superiores a 1,5 T, así como a las regiones que contengan aire (o estén muy próximas a él).

[332358]

**ADVERTENCIA:**

Motor de dosis de braquiterapia Monte Carlo: método de validación y puesta en servicio. El motor de dosis de braquiterapia Monte Carlo de RayPlan ha sido validado comparándolo con datos de referencia consensuados en agua: el conjunto de datos de consenso junto-lejos de AAPM HEBD para las fuentes compatibles en un maniquí de agua. Además, el modelo de braquiterapia Monte Carlo ha sido validado frente

al modelo TG-43 de RayPlan utilizando planes clínicos en anatomías de pacientes sobrescritas con agua.

En el caso de geometrías heterogéneas, la validación se llevó a cabo en anatomías clínicas de pacientes y en maniqués de corte grueso con interfaces entre hueso, pulmón, aire y material de alto Z, mediante la comparación con el código independiente de Monte Carlo *egs_brachy* y no mediante mediciones directas de la dosis en los maniqués.

Para obtener más información sobre la puesta en servicio de un motor de dosis de braquiterapia Monte Carlo, consulte el documento AAPM TG-186 y el documento WGDCAB Report 372 (o las directrices regionales equivalentes).

[1593258]

3.1.8 Avisos sobre modelado del paciente



ADVERTENCIA:

Generación y modificación automáticas de ROI. Verifique siempre el resultado de la generación y modificación automáticas de ROI. Se debe prestar especial atención a la elección del modelo de órgano adecuado para el paciente en función de las propiedades características del modelo, como la zona del cuerpo, la posición del paciente y la modalidad de la imagen. Esto se aplica a todos los métodos de segmentación automática, incluida la segmentación basada en modelos y la segmentación basada en atlas.

Tenga en cuenta que no podrá utilizarse ninguna segmentación automática de órganos para identificar lesiones en RayPlan.

[9662]



ADVERTENCIA:

Registro automático de imágenes. Verifique siempre el resultado del registro automático de imágenes.

[9660]



ADVERTENCIA:

Separación entre cortes del conjunto de imágenes y extrapolación de contornos.

En RayPlan, la reconstrucción 3D de una ROI a partir de contornos supone que el primer y el último contorno se extienden a la mitad de la distancia entre cortes. El primer y el último contorno de una ROI se extrapolan, por tanto, a la mitad de la distancia entre cortes de los contornos dibujados más externos. Tenga en cuenta que no hay límite para esta extrapolación, siempre es la mitad de la distancia entre cortes. Para conjuntos de imágenes típicos con una distancia entre cortes de unos 2-3 mm, esto significa que RayPlan extrapola a 1-1,5 mm; pero, en un conjunto de imágenes con una distancia entre cortes amplia, esta extrapolación puede dar lugar a un comportamiento inesperado. Por ello es muy recomendable utilizar siempre TC de planificación reconstruidas con una separación entre cortes inferior o igual a 3 mm.

[9492]



ADVERTENCIA:

Ausencia de contornos de ROI intermedios. Si faltan contornos de ROI intermedios, el espacio NO se rellenará automáticamente.

Si hay cortes de imagen en los que faltan contornos entre los contornos más externos de la geometría de la ROI, no se realiza ninguna interpolación automática entre los contornos. Esto se aplica tanto a los contornos importados como a los generados en RayPlan.

[9658]



ADVERTENCIA:

Geometría de la ROI que se extiende fuera del conjunto de imágenes. Cuando se lleva a cabo una operación de contornos (p. ej., dibujo manual, simplificación de contornos, etc.) en una ROI que se extiende más allá de la parte superior o inferior del conjunto de imágenes, la ROI se recortará en los cortes superior e inferior del grupo de imágenes.

[8817]

**ADVERTENCIA:**

Creación de material común con nueva composición elemental. Es posible definir un material que no refleja un material físicamente razonable con respecto a la combinación de densidad de masa y composición elemental. Tenga cuidado con el orden de los números atómicos y los pesos para asegurarse de que ambos tengan el mismo orden. Los motores de dosis en RayPlan están optimizados para materiales similares a los que se encuentran en el cuerpo humano. El uso de materiales fuera de ese dominio puede disminuir la precisión de la dosis.

[274572]

3.1.9 Avisos sobre la planificación del tratamiento

**ADVERTENCIA:**

Evitación de colisiones: compruebe siempre la posición del paciente, los ángulos del brazo y los de la mesa (o los ángulos anulares en las máquinas en las que la rotación de la mesa se reemplaza por la rotación anular). La configuración paciente/máquina debe comprobarse manualmente en todos los haces a fin de evitar colisiones que provoquen lesiones al paciente o daños al equipo. La vista de la sala no se utilizará para comprobar que no se producirán colisiones con la configuración actual de paciente/máquina. Respecto a los tratamientos TomoTherapy, véase la advertencia 254787 (**Evitación de colisiones en TomoHelical y TomoDirect**).

[3310]

**ADVERTENCIA:**

Imágenes en posición vertical de exploración etiquetadas típicamente como HFS. Debido a las limitaciones del estándar DICOM, las imágenes capturadas en posición vertical de exploración se suelen etiquetar como HFS (primero la cabeza, en decúbito supino). La posición de exploración "SENTADO" no existe en DICOM. Para las imágenes capturadas por escáneres de TC que proporcionan el ángulo de inclinación del respaldo, este ángulo se mostrará en la GUI de RayPlan como un sufijo añadido a la posición de exploración del paciente.

[1201906]



ADVERTENCIA:

Seleccione una posición de tratamiento correcta. Asegúrese de que se ha seleccionado la posición de tratamiento correcta (primero la cabeza o primero los pies) para el paciente en el momento de crear el plan de tratamiento. La posición de tratamiento seleccionada afectará la manera en que los haces están orientados en relación al paciente. Una especificación incorrecta puede hacer que no se trate al paciente de forma correcta.

Tenga en cuenta que se puede seleccionar una posición de tratamiento distinta de la posición del paciente en los datos de la TC (posición de escaneado del paciente) al crear un plan. Utilice esta opción solo si el paciente debe tratarse en una posición distinta de la que se utilizó durante el escaneado. (508900)



ADVERTENCIA:

Ángulo del colimador para VMAT, arco conformado y arco estático. Los ángulos del colimador de 0, 90, 180 y 270 grados deberían evitarse, si es posible, para los haces de arco, ya que esto puede provocar una fuga de la dosis acumulada. Los ángulos del colimador deberían desplazarse al menos 10 grados con respecto a los valores anteriormente indicados. La fuga de la dosis acumulada debido a la transmisión entre láminas no se reproduce con el cálculo de la dosis clínica. Tenga esto en cuenta al tomar decisiones clínicas. Es probable que los pares de láminas cerradas se coloquen en medio de la proyección objetivo, lo que puede hacer que la fuga se acumule en el centro del objetivo en estos ángulos del colimador.

(3305)

**ADVERTENCIA:**

Cálculo de la dosis de estructuras pequeñas. Cuando se utilizan estructuras pequeñas, es importante tener en cuenta que pueden verse afectadas significativamente por los efectos de la discretización. Por lo tanto, es importante elegir la resolución de la matriz de cálculo de dosis en función de las estructuras más pequeñas que necesiten ser reconstruidas. Cuando se reconstruyen estructuras para visualización en las vistas de los pacientes, se utiliza una matriz de alta resolución específica de la estructura para lograr una representación precisa de la estructura. Sin embargo, en el caso de la optimización del plan, el cálculo de la dosis y las estadísticas de la dosis, las estructuras se reconstruyen en la matriz de cálculo de dosis. Si los vóxeles de la matriz de cálculo de dosis son demasiado grandes, es posible que la reconstrucción represente las estructuras de manera imprecisa. Además, se producirá una discrepancia entre las estructuras visualizadas y lo que realmente se utiliza para calcular la dosis. Por tanto, se recomienda encarecidamente utilizar una resolución de matriz de cálculo de dosis de manera que el tamaño de un vóxel de la matriz de cálculo de dosis no supere la mitad del tamaño de la estructura más pequeña que se vaya a reconstruir.

(6444)

**ADVERTENCIA:**

Visualización de materiales. La vista de material muestra las densidades de vóxel combinadas a partir de los valores del conjunto de imágenes y la sobrescritura de material. Cualquier ROI de sobrescritura de material dentro de la ROI externa, las ROI de tipo fijación y soporte incluidas en el conjunto de haces seleccionado, y las ROI de tipo bolo asignadas al haz seleccionado se incluye en este cálculo de densidad. Los valores de densidad mostrados son las densidades de vóxel utilizadas para el cálculo de la dosis.

Se aconseja al usuario que revise cuidadosamente los valores del material para asegurarse de que la entrada de datos para el cálculo de la dosis es correcta.

Tenga en cuenta que para Brachy TG43 la visualización del material no está disponible. Para el cálculo de la dosis de Brachy TG43 se considera que todo el paciente es agua.

2638

**ADVERTENCIA:**

El cabeceo y el alabeo de la mesa influyen en la geometría del paciente. Al planificar o tomar imágenes con cabeceo o alabeo de la mesa, tenga en cuenta que no existe ninguna validación en RayPlan sobre que la rotación del paciente en la imagen coincida con la rotación del paciente en el plan de tratamiento.

[68044]

3.1.10 Avisos sobre la planificación de TomoHelical y TomoDirect

**ADVERTENCIA:**

Prevención de colisiones en TomoHelical y TomoDirect. Después de ajustar el isocentro, asegúrese siempre de que el paciente quepa cómodamente en la mesa del tubo del brazo. Las vistas en 2D y 3D incluyen una visualización específica de FOV y tubo del equipo que puede utilizarse para comprobar que no se produzcan colisiones. No utilice la vista de sala para comprobar la prevención de colisiones. [254787]

**ADVERTENCIA:**

Tratamiento TomoDirect mediante la mesa. La mesa TomoTherapy consiste en un palé inferior fijo y un palé superior móvil. La posición del palé superior durante la administración puede ser diferente de la posición de planificación debido a los ajustes de configuración lateral del paciente. Esto puede influir en la dosis para los haces que entran a través o cerca del borde del palé superior. Las correcciones diarias del alabeo del brazo también pueden alterar la ruta del haz a través de la mesa. Debe evitarse la creación de planes TomoDirect con una gran fracción de la dosis de los haces que entran a través o cerca del borde del palé superior.

[5062]

**ADVERTENCIA:**

BD de pacientes única por iDMS. Una iDMS solo debe recibir datos de una BD de pacientes para prevenir errores de consistencia. El bloqueo de un paciente en una BD de pacientes garantiza que no se exporte el mismo paciente a iDMS desde dos instancias de RayPlan al mismo tiempo.

[261846]

**ADVERTENCIA:**

Sincronización del movimiento para planes TomoHelical. Cuando se utiliza sincronización del movimiento para un plan TomoHelical, se crean tres ángulos de imagen {0, 90, 270 grados} como punto de partida. El usuario tiene que editar manualmente los ángulos, evaluarlos y asegurarse de que sean adecuados para las imágenes de los objetivos seleccionados que seguir.

En la aprobación o la exportación, los ángulos se validan para garantizar que no infrinjan algunas restricciones. Por ejemplo, todos los ángulos deben estar separados por un mínimo de 30 grados. No obstante, tenga en cuenta que no hay validaciones para garantizar que los ángulos sean adecuados para su uso en el seguimiento de objetivos.

[143545]

**ADVERTENCIA:**

No utilice "Fiducial" en títulos de ROI/POI cuando use TomoHelical con Synchrony [Sincronía]. En los planes de TomoHelical que utilizan seguimiento y tiempo real y soporte para la administración del tratamiento, no se debe usar "Fiducial" en el título de la ROI/el POI. El sistema de administración del tratamiento identifica los fiduciales que hay que seguir mediante esta convención de denominación. El uso del nombre "Fiducial" en títulos de ROI/POI puede provocar problemas en el lado de la administración con ROI/POI incorrectos establecidos como seguidos, así como títulos de ROI/POI repetidos. El uso fiducial incorrecto puede provocar un fallo en la administración del plan en el equipo.

[282912]

3.1.11 Advertencias sobre la planificación del tratamiento de CyberKnife

**ADVERTENCIA:**

Una ROI de margen de 1 vista creada no depende de la técnica de seguimiento seleccionada o de la ROI de origen. Una vez creada una ROI de margen de 1 vista, no depende de la técnica de sincronización de movimiento del conjunto de haces, ni de la ROI de origen. Si se cambia la sincronización de movimiento o se actualiza la ROI de origen, vuelva a generar la ROI de margen.

[341543]

3.1.12 Advertencias sobre la planificación del tratamiento de braquiterapia

**ADVERTENCIA:**

Validación de las propiedades de configuración de la aplicación antes del uso clínico. Es responsabilidad del usuario validar que los parámetros definidos para la configuración de la aplicación representen correctamente el aplicador correspondiente antes del uso clínico. En particular, debe verificarse la posición correcta de los puntos de permanencia.

[283879]

**ADVERTENCIA:**

Límites del tiempo de permanencia. Los límites del tiempo de permanencia en RayPlan Physics se basan en la tasa de kerma del aire de referencia en la fecha y hora de referencia especificadas para la fuente actual; no se aplica ninguna corrección de deterioro en el momento de la planificación. Verifique que los límites especificados tienen en cuenta toda la gama prevista de factores de corrección de deterioro a lo largo de la vida útil de la fuente, en particular, para evitar infringir cualquier restricción del cargador posterior sobre el tiempo de permanencia máximo permitido.

[283881]

**ADVERTENCIA:**

Posicionamiento de los puntos de permanencia de la braquiterapia. Que la distribución de la dosis en el paciente sea correcta depende en gran medida de la precisión del posicionamiento de los canales y los puntos de permanencia. Es responsabilidad del usuario verificar que los canales estén bien posicionados para cada paciente y que la representación de los puntos de permanencia dentro de los canales sea correcta.

[283361]

**ADVERTENCIA:**

Dosis notificada para la braquiterapia. Todos los valores de dosis en RayPlan se notifican como dosis física absorbida para la braquiterapia. Se recomienda realizar una evaluación clínica de los planes de tratamiento de braquiterapia utilizando la dosis EQD2 ponderada biológicamente además de la dosis absorbida. Actualmente, no hay una visualización directa de las dosis EQD2 en la interfaz gráfica de usuario y es responsabilidad del usuario convertir los valores de dosis notificados a dosis EQD2.

[284048]

**ADVERTENCIA:**

Suma de dosis de braquiterapia y radioterapia de haz externo. Los planes de tratamiento de braquiterapia suelen tener dosis de fracción significativamente más altas que los planes de radioterapia de haz externo. Cuando hay grandes diferencias en las prescripciones de dosis fraccionadas, las dosis no deben sumarse directamente sin tener en cuenta los efectos radiobiológicos (mediante conceptos como BED y EQD2).

[283362]

**ADVERTENCIA:**

Los modelos de aplicadores de braquiterapia deben validarse antes de su uso clínico. Es responsabilidad del usuario validar todos los modelos de aplicadores de braquiterapia antes de utilizarlos en los planes de tratamiento de braquiterapia clínica.

RayPlan ha sido desarrollado para ser utilizado por profesionales formados en oncología radioterápica. Se recomienda encarecidamente a los usuarios que cumplan las normas del sector para garantizar la calidad de los aplicadores de braquiterapia y la planificación del tratamiento. Esto incluye realizar una verificación dosimétrica utilizando métodos como las mediciones de películas Gafchromic, tal y como recomienda la Asociación Americana de Físicos en Medicina (AAPM) en *Task Group 56 (TG-56) on the quality assurance of brachytherapy equipment and Medical Physics Practice Guideline 13.a*.

También es muy recomendable crear una plantilla de estructura y, tras completar las comprobaciones de control de calidad pertinentes, aprobar la plantilla para garantizar que las estructuras del aplicador no se modifiquen involuntariamente. Durante el proceso de planificación del tratamiento, los usuarios solo deben utilizar

estructuras de estas plantillas aprobadas para mantener la coherencia y la precisión en la administración del tratamiento.

[726082]



ADVERTENCIA:

Revisar las longitudes de los canales. Las longitudes interior y efectiva del canal son valores críticos que se comunican directamente al equipo de carga diferida para la ejecución del plan de tratamiento. Es imprescindible reconocer que cualquier discrepancia en las longitudes de los canales puede no ser detectada por la máquina. Los errores en estos valores pueden dar lugar a desviaciones significativas respecto al tratamiento previsto.

Cuando se editan las longitudes de los canales durante la planificación del tratamiento, es esencial confirmar que todas las longitudes editadas reflejan con precisión la configuración de tratamiento prevista antes de la aprobación final y la administración del plan de tratamiento.

[936234]

3.1.13 Avisos sobre evaluación de la dosis



ADVERTENCIA:

Se muestran valores de dosis interpolados en las vistas de los pacientes. Por defecto, se muestran valores de dosis interpolados en las vistas de los pacientes. Asegúrese de utilizar la resolución de matriz de cálculo de dosis adecuada para la situación de planificación de tratamiento específica.

[3236]



ADVERTENCIA:

Visualización de la dosis total. Las vistas de los pacientes, el gráfico del HDV, las estadísticas de dosis y la lista de objetivos clínicos siempre muestran la dosis total para todas las fracciones planificadas.

La excepción es el módulo QA, en el que se visualiza la dosis para una fracción.

[3233]

**ADVERTENCIA:**

El sistema comprueba al aprobar. Tenga en cuenta que las siguientes comprobaciones antes de la aprobación solo se realizan para dosis de planificación:

- Validación de la entrada de haces.
- Existe una geometría ROI de bolus.
- Existe una geometría ROI de soporte.
- Existe una geometría ROI de fijación.
- La resolución de la matriz de cálculo de dosis es inferior a 5 mm en todas las direcciones.

En el caso de las dosis de evaluación, el usuario es responsable de realizar estas comprobaciones.

Tenga en cuenta que tener una matriz de cálculo de dosis que incluya ROI externas, de soporte, de fijación y de bolus no garantiza que todas las regiones pertinentes se incluyan en el cálculo de la dosis en grupos de datos adicionales. [508962]

**ADVERTENCIA:**

Las dosis aproximadas solo están pensadas para los pasos intermedios de la planificación del tratamiento. La dosis aproximada es menos precisa que la dosis que se muestra como "Clínical" y no se debe utilizar para tomar decisiones clínicas. Un plan con una dosis aproximada no se puede aprobar ni exportar.

[9405]

3.1.14 Avisos sobre el comisionado del haz

Puesta en servicio de haces generales

**ADVERTENCIA:**

La calidad del modelo de haz depende de los datos del haz. La calidad del modelo de haz depende en gran medida de la calidad y del tipo de datos del haz, como curvas de dosis, factores de salida y cuña, calibración absoluta, tamaño del maniquí y ajustes de colimación, que determinan la configuración del campo de curva. Las condiciones de medición introducidas deben coincidir con la técnica de medición. Los tamaños de los campos medidos deben abarcar los tamaños de campo de las futuras aplicaciones del modelo de campo.

Todos los datos introducidos, como las curvas medidas y los factores de salida, deben ser coherentes y corresponderse con el sistema de administración que se pondrá en servicio. De lo contrario, el modelo de haz generado no será capaz de calcular una dosis correcta.

Para obtener más información, consulte *RSL-D-RP-v2026-BCDS, RayPlan v2026 Beam Commissioning Data Specification*.

[3188]

**ADVERTENCIA:**

Limitaciones de la máquina. RayPlan se basa en que los planes de tratamiento generados por RayPlan se apliquen mediante un sistema de verificación y control de la administración del tratamiento que garantice una ejecución segura, evitando tratamientos que no puedan llevarse a cabo debido a parámetros inviables de la máquina, por ejemplo, el ángulo del brazo, el ángulo del colimador, las posiciones de las hojas MLC y MU, la posición del cabezal (snout), así como la velocidad del brazo y de las hojas en el caso de tratamientos dinámicos.

Si las limitaciones de la máquina definidas en RayPlan Physics no reflejan con precisión el comportamiento de la máquina de tratamiento y del sistema R&V, los planes podrían detenerse en el momento de la administración o ajustarse fuera de RayPlan, lo que daría lugar a una dosis administrada diferente de la dosis aprobada. Al crear un modelo de máquina a partir de una plantilla, verifique que todos los parámetros de limitaciones de la máquina se adapten a la máquina de tratamiento concreta. Aunque RayPlan cumpla todas las limitaciones de la máquina especificadas en RayPlan Physics, no hay garantía de que todos los planes puedan administrarse. Verifique que los planes no se modifiquen fuera de RayPlan de ninguna forma que afecte significativamente a la dosis sin una evaluación adecuada.

[3185]

**ADVERTENCIA:**

Parámetros del modelo de haz. La precisión del cálculo de la dosis depende en gran medida de los parámetros del modelo de haz establecidos durante la puesta en servicio del haz. Antes de poner un equipo en servicio, una persona con formación adecuada debe revisar con cuidado todos los parámetros del modelo de haz.

[9377]

**ADVERTENCIA:**

Revise siempre las curvas después de importar. Revise siempre las curvas después de importar para garantizar la coherencia con la situación de medición. La calidad del modelo de haz depende en gran medida de la corrección de los datos importados.

(9373)

Puesta en servicio de haces de LINAC del brazo en forma de C, TomoTherapy y CyberKnife

**ADVERTENCIA:**

Los equipos de intensidad modulada con arco dinámico requieren información sobre el movimiento del colimador, el movimiento del brazo (gantry) y las tasas de dosis. La desviación entre los valores seleccionados y el comportamiento del acelerador/sistema de LINAC/R&V puede provocar diferencias entre la dosis administrada y la dosis aprobada en RayPlan.

(3183)

**ADVERTENCIA:**

Cuña Siemens Virtual. Los valores predeterminados de los parámetros de la Siemens virtual wedge, como la atenuación lineal y la calibración medias, deben ajustarse con los valores adecuados para su LINAC. Si esto no se hace, la dosis clínica calculada podría ser errónea.

(3180)

**ADVERTENCIA:**

Orientación de la cuña en la curva de dosis. La orientación de la cuña en las curvas acuñadas se determina a partir de la curva en el momento de la importación. Todos los ángulos de cuña deben medirse con la misma orientación. Si todas las curvas no tienen la misma orientación de cuña, entonces no se importarán curvas. En caso de que no se pueda determinar la orientación de las curvas, se asume que su orientación es idéntica a la de las otras curvas importadas en el mismo momento.

(9371)

**ADVERTENCIA:**

Calibración del colimador. Las calibraciones del colimador (compensación, ganancia y curvatura) se utilizan para desplazar las posiciones del colimador desde las posiciones del plano (mostradas en la vista de ojo del haz, en listas de haces, en informes, exportadas en DICOM, etc.) hasta una posición eficaz utilizada en el cálculo de dosis. Para las curvas de dosis, esto solo desplaza la penumbra, pero para un campo VMAT, SMLC o DMLC con muchos segmentos que se suman, esto puede cambiar considerablemente el nivel de dosis global. Asegúrese de que el desplazamiento del colimador en el modelo de haz es realmente el previsto. Tenga especial cuidado con los desplazamientos de ganancia y curvatura, que aumentan al aumentar las distancias desde el origen. Los resultados del paso de calibración del colimador de automodelado deben revisarse antes del uso clínico.

(9368)

**ADVERTENCIA:**

Corrección del perfil del haz y suavizado fuera del eje en radios de campo grandes. Los parámetros del modelo del haz de fotones *Corrección del perfil del haz* y *Suavizado fuera del eje* no pueden evaluarse en radios grandes en el módulo de puesta en servicio del haz sin haber importado perfiles diagonales que se extiendan hasta las esquinas del campo. Debe prestarse especial atención al utilizar el modelado automático para los parámetros *Corrección del perfil del haz* y *Suavizado fuera del eje* si solo hay curvas de perfil x e y importadas en el módulo de puesta en servicio del haz. Tenga en cuenta que será necesario ajustar manualmente estos parámetros en radios grandes después de utilizar el automodelado sin curvas diagonales. La aplicación de Physics mode puede utilizarse para comprobar la dosis calculada de todo el campo, incluidas las esquinas, antes de poner en servicio una máquina.

(3438)

**ADVERTENCIA:**

Modo de fluencia no estándar. Al modelar la calidad de un haz de fotones con un modo de fluencia no estándar (FFF/SRS), es fundamental seleccionar el modo de fluencia correcto a la hora de añadir la calidad del haz. Si el modo de fluencia no se establece correctamente, el LINAC podrá malinterpretar los planes que usen la calidad del haz y provocar una administración incorrecta de la dosis.

Si se utiliza el modo de fluencia estándar para la calidad del haz, los planes de RT establecerán el Fluence mode (Modo de fluencia) en "STANDARD" (ESTÁNDAR) y no se exportará la Fluence mode ID (ID del modo de fluencia).

Si se selecciona un modo de fluencia no estándar, los planes de RT establecerán el Fluence mode (Modo de fluencia) en "NON_STANDARD" y la Fluence mode ID (ID del modo de fluencia) en el modo de fluencia seleccionado (FFF/SRS).

[9365]



ADVERTENCIA:

Energía de haces de fotones y energía nominal de haces de fotones para el cálculo de la dosis. El cálculo de la dosis de fotones de RayPlan utiliza internamente una definición de energía de fotones establecida en la BJR n.º 11 (British Journal of Radiology, suplemento número 11). Se puede especificar una energía de haces de fotones nominal que sea diferente de la energía de cálculo de la dosis; por ejemplo, para utilizar una definición de energía de fotones según la BJR n.º 17.

La energía nominal se mostrará en la interfaz de usuario de RayPlan y se utilizará en informes y como energía de haz nominal DICOM en importaciones y exportaciones en formato DICOM.

La energía de cálculo de la dosis se utilizará para calcular las dosis de fotones, incluso para obtener los parámetros de la tabla segmentada para el tratamiento de la cuña (GSTT) correctos para el cálculo de la dosis con la cuña dinámica mejorada de Varian. Por tanto, es fundamental establecer una energía de cálculo de la dosis que sea correcta, independientemente de la definición de energía seleccionada.

[4889]



ADVERTENCIA:

Ajustes del tipo de técnica de dosis alta. Los umbrales solo deben ajustarse para las técnicas de tratamiento destinadas a utilizarse con tipos de técnicas de dosis altas. Los umbrales permiten sobrescribir un control de seguridad de la máquina de tratamiento. Esto podría dar lugar a un tratamiento perjudicial si los valores se establecen incorrectamente. También debe establecerse un límite máximo de MU del haz adecuado.

[825142]

**ADVERTENCIA:**

Las compensaciones de latencia de lámina de TomoTherapy afectan tanto al tamaño como al resultado de la dosis. Las compensaciones de latencia de lámina se importan desde iDMS y también pueden editarse en RayPlan Physics. Los cambios en las compensaciones de latencia de lámina pueden tener un efecto diferente para diferentes tamaños de campo de mordaza, tiempos de proyección y tiempos de apertura de lámina. Asegúrese de que la precisión de la dosis se valida para todas las aperturas de mordaza y en todo el rango de tiempos de proyección clínicamente significativo y tiempos de apertura de lámina antes de usar el modelo clínicamente.

(1404)

**ADVERTENCIA:**

Precisión del cálculo de dosis de TomoTherapy para tiempos de apertura y cierre de lámina cortos. Para los planes de TomoHelical y TomoDirect con una gran cantidad de tiempos cortos de apertura y cierre de lámina, la dosis administrada puede diferir considerablemente de la dosis calculada. El motivo es que, con movimientos rápidos de la lámina, el equipo de tratamiento no abre/cierra las láminas de acuerdo con el modelo utilizado para calcular la dosis.

Para evitar unos tiempos de apertura y cierre de lámina cortos al crear planes con RayPlan, utilice los parámetros del modelo de haz *Minimum leaf open time* y *Minimum leaf close time*. El problema se producirá con determinadas características del tiempo de apertura/cierre de lámina específicas del equipo, aunque un valor de 50 ms suele ser adecuado tanto para *Minimum leaf open time* como para el *Minimum leaf close time*.

Para hallar los valores adecuados del *Minimum leaf open time* y del *Minimum leaf close time* para cada unidad de tratamiento TomoTherapy, se pueden medir los datos de latencia de lámina según se describe en *Westerly DC, Soisson E, Chen Q, Woch K, Schubert L, Olivera G and Mackie TR, Treatment planning to improve delivery accuracy and patient throughput in helical tomotherapy, Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2009;74(4):1290–1297.*

(7551)

3.1.15 Avisos sobre control de calidad



ADVERTENCIA:

Utilice el plan de tratamiento exportado para la verificación del plan. Utilizar el plan de tratamiento para realizar mediciones de control de calidad permite detectar errores en la transferencia de datos o cálculo de la dosis. Se recomienda utilizar solo el plan de control de calidad para calcular la dosis de control de calidad y realizar las mediciones de control de calidad mediante el plan de tratamiento. Si, por algún motivo, no es posible utilizar el plan de tratamiento para realizar mediciones de control de calidad, asegúrese de que la configuración del plan de control de calidad sea lo más cercana posible a la configuración del plan de tratamiento y que se comprenden los efectos de las diferencias. [9438]



ADVERTENCIA:

Colapsado de los ángulos del brazo para QA de los haces de arco. El colapsado de los ángulos del brazo a un ángulo único para haces de arco (VMAT y arco conformado) en el módulo QA preparation está pensado para QA con un detector montado perpendicularmente al haz de tratamiento y girando con el brazo. Se puede utilizar la dosis calculada en el módulo QA preparation, pero la administración de QA se realizará con un brazo giratorio para detectar cualquier problema de administración relacionado con la rotación del brazo. Para obtener más detalles sobre el cálculo de dosis para haces de arco y haces de arco colapsados, consulte *RSL-D-RP-v2026-REF, RayPlan v2026 Reference Manual*.

[2380]

3.1.16 Avisos sobre la RayPlan Storage Tool (Herramienta de almacenamiento de RayStation)



ADVERTENCIA:

Verifique la coherencia de la base de datos antes de la actualización. Antes de crear un sistema basado en un sistema existente en RayPlan Storage Tool, el usuario debe verificar la coherencia de los datos en el sistema existente. Esto se puede hacer utilizando el comando *Validate* en Storage Tool para sistemas basados en RayPlan 7 o posterior; para sistemas basados en versiones anteriores, utilice la herramienta ConsistencyAnalyzer.

[10241]



ADVERTENCIA:

RayPlan Storage Tool. Cuando la RayPlan Storage Tool (Herramienta de almacenamiento de RayStation) abre una versión anterior de la base de datos de recursos, dicha base de datos se actualizará y no podrá utilizarse con versiones anteriores. [261396]



ADVERTENCIA:

Modo de transferencia para bases de datos secundarias. Si se utiliza una base de datos de pacientes como base de datos secundaria en más de un sistema, el modo de transferencia es el mismo.

[466425]

3.2 IMPORTACIÓN DE DATOS DEL PACIENTE

Todos los datos de los pacientes se importan mediante DICOM. El procedimiento de importación de datos de pacientes se describe en el manual del usuario, *RSL-D-RP-v2026-USM, RayPlan v2026 User Manual*, y en la declaración de conformidad de DICOM, *RSL-D-RP-v2026-DCS, RayPlan v2026 DICOM Conformance Statement*.

3.3 DATOS DE ENTRADA

Todos los datos de entrada del usuario se validan en el momento de su entrada. Los valores o texto incorrectos se rechazan, se muestran los límites o el formato correcto y se indica al usuario que introduzca nuevos datos.

3.4 FORMATO DE VISUALIZACIÓN

En RayPlan, la fecha y la hora se muestran con el formato «dd MMM AAAA, hh:mm:ss (h:min:s)», por ejemplo., «14 ene 1975, 08:20:42 (h:min:s)».

4 INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN

En este capítulo se describen los procesos y las pruebas relacionadas con la instalación del sistema RayPlan v2026.

En este capítulo

Este capítulo contiene las siguientes secciones:

4.1	Manual de instalación	p. 76
4.2	Prueba de aceptación del entorno del sistema	p. 76
4.3	Comprobaciones diagnósticas del hardware	p. 76
4.4	Entorno de comunicación de datos	p. 76

4.1 MANUAL DE INSTALACIÓN

Para ver el manual de instalación, consulte *RSL-D-RP-v2026-CIRSI, RayPlan v2026 Customer Instruction for RayStation Installation*.

4.2 PRUEBA DE ACEPTACIÓN DEL ENTORNO DEL SISTEMA

La prueba de aceptación del entorno del sistema debe realizarse cada vez que se instale o modifique una plataforma de hardware o software que contenga la aplicación (p. ej., actualización del sistema operativo) para comprobar la instalación y el funcionamiento de la aplicación. La prueba se define en *RSL-D-RP-v2026-SEAT, RayPlan v2026 System Environment Acceptance Test Protocol*.

4.3 COMPROBACIONES DIAGNÓSTICAS DEL HARDWARE

Para evitar que RayPlan o RayPlan Physics se ejecuten en un entorno de hardware defectuoso, se lleva a cabo una autocomprobación al inicio de cada acción de cálculo mediante GPU. Dependiendo de la acción que se solicite (por ejemplo, dosis de fotones de cono colapsado), se ejecuta una prueba específica y el resultado se compara con una lista predefinida de resultados de entornos aprobados. Una prueba correcta es válida hasta que se cierra RayPlan o RayPlan Physics y la prueba no se volverá a ejecutar para las acciones posteriores protegidas por la misma autocomprobación.

Si se produce un error en la prueba, se notifica al usuario y no será posible realizar ningún cálculo mediante GPU por medio de una acción protegida por la autocomprobación con errores. Todavía será posible ejecutar otros cálculos mediante CPU donde la autocomprobación esté libre de errores.

La prueba se ejecuta en todas las GPU seleccionadas que se usarán para cálculos acelerados. No obstante, el usuario es el absoluto responsable de garantizar que las tarjetas seleccionadas, así como la versión del SO, la versión del controlador y otros detalles del entorno se enumeren como combinaciones válidas en el *RSL-D-RP-v2026-SEG, RayPlan v2026 System Environment Guidelines*. Asimismo, antes del uso clínico, la operación de cálculos mediante GPU debe ser verificada por un físico cualificado con el *RSL-D-RP-v2026-SEAT, RayPlan v2026 System Environment Acceptance Test Protocol*.

4.4 ENTORNO DE COMUNICACIÓN DE DATOS

El sistema RayPlan v2026 se comunica con otros sistemas mediante DICOM. Para más detalles, consulte *RSL-D-RP-v2026-DCS, RayPlan v2026 DICOM Conformance Statement*. La clínica del usuario es responsable de garantizar que la conectividad entre RayPlan y los sistemas importa los datos de las tareas conforme a lo previsto y que los datos exportados son correctamente gestionados por los sistemas receptores.

5 VISUALIZACIÓN DE COORDENADAS, MOVIMIENTOS Y ESCALAS

RayPlan v2026 usa la norma IEC 61217³ para la visualización de coordenadas, movimientos y escalas durante la planificación del tratamiento, con algunas excepciones. Los ángulos del brazo, del colimador y de la camilla, así como el sistema de coordenadas del campo, pueden ser configurados por el usuario, según el LINAC de brazo en C, para que no sean IEC. Además, algunas máquinas de tratamiento se describen en parte con sistemas de coordenadas no IEC. Para obtener más detalles sobre las excepciones definidas por el usuario, así como las excepciones de la máquina de tratamiento, véase *sección 5.3 El sistema de coordenadas del equipo de tratamiento en la página 80*.

Nota: *RayPlan v2026 admite las posiciones del paciente decúbito supino con la cabeza primero (HFS), decúbito prono con la cabeza primero (HFP), decúbito supino con los pies primero (FFS), decúbito prono con los pies primero (FFP), decúbito izquierdo con la cabeza primero (HFDL), decúbito derecho con la cabeza primero (HFDR), decúbito izquierdo con los pies primero (FFDL) y decúbito derecho con los pies primero (FFDR); sin embargo, no todas las técnicas de tratamiento admiten cualquier posición del paciente.*

En este capítulo

Este capítulo contiene las siguientes secciones:

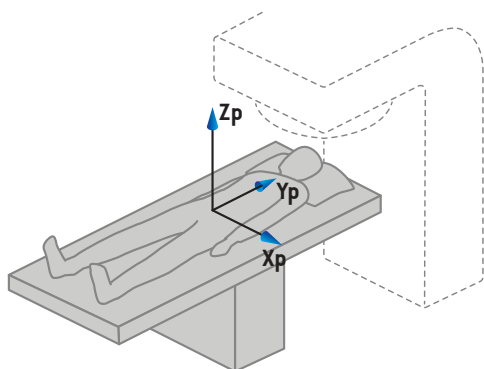
5.1	El sistema de coordenadas del paciente	p. 78
5.2	Sistema de coordenadas de pacientes en la exportación en formato DICOM	p. 79
5.3	El sistema de coordenadas del equipo de tratamiento	p. 80
5.4	El estándar de etiquetaje de mordazas y MLC	p. 97

3 IEC 61217:2011 Equipos utilizados en radioterapia. Coordenadas, movimientos y escalas.

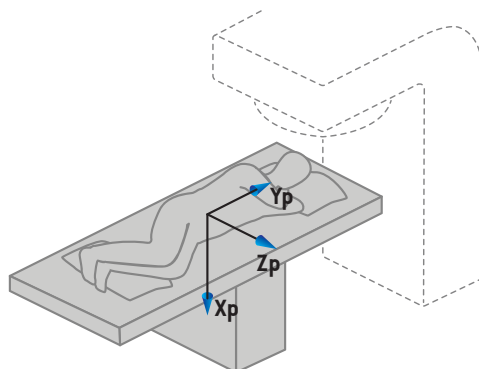
5.1 EL SISTEMA DE COORDENADAS DEL PACIENTE

El sistema de coordenadas del paciente se orienta con el eje x positivo hacia el brazo izquierdo del paciente, el eje y positivo hacia la cabeza del paciente y el eje z positivo en dirección anterior. El sistema de coordenadas sigue la orientación del paciente: cabeza primero o pies primero, decúbito supino o decúbito prono, decúbito derecho o decúbito izquierdo, y sentado con la cara hacia la parte delantera de la silla. Para la orientación sentado, esto significa que el sistema del paciente está inclinado hacia atrás con el ángulo del respaldo. En la jerarquía de sistemas de coordenadas IEC 61217, el sistema de coordenadas del paciente tiene como sistema madre el sistema de coordenadas de la mesa.

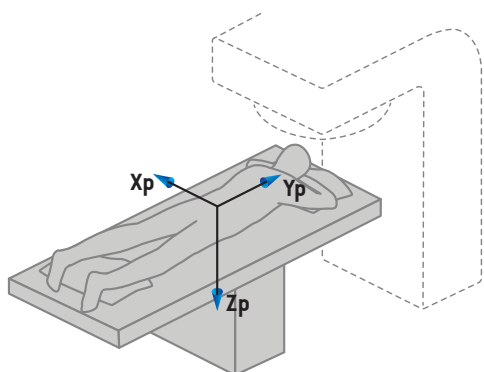
La dosis de RayPlan v2026 y las distribuciones de diferencias de dosis se visualizan en el sistema de coordenadas del paciente. En general, en RayPlan v2026 las coordenadas del paciente se notifican como **Right-Left** (derecha-izquierda), **R-L** (derecha-izquierda = x -/+), **Inf-Sup**, **I-S** (inferior-superior = y -/+) y **Post-Ant**, **P-A** (posterior-anterior = z -/+).



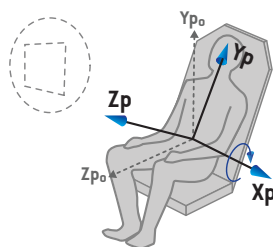
A) Decúbito supino con la cabeza primero



B) Decúbito izquierdo con la cabeza primero



C) Decúbito prono con la cabeza primero



D) Sentado

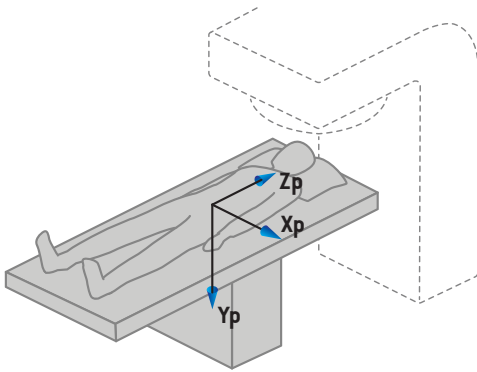
Ilustración 2.

El sistema de coordenadas del paciente. Se ilustran algunos ejemplos de posiciones con apoyo: A) Cabeza primero en decúbito supino (HFS), B) Cabeza primero en

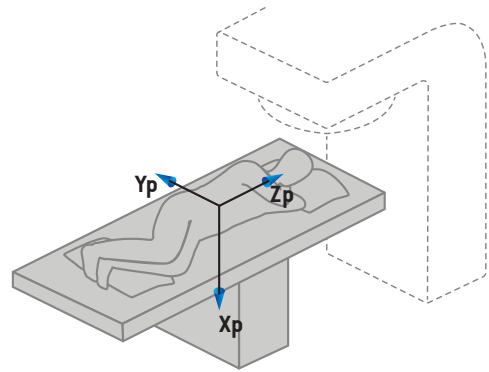
decúbito izquierdo (HFDL), C) Cabeza primero en decúbito prono (HFP) y D) Sentado, donde el paciente está inclinado hacia atrás con el ángulo de inclinación del respaldo.

5.2 SISTEMA DE COORDENADAS DE PACIENTES EN LA EXPORTACIÓN EN FORMATO DICOM

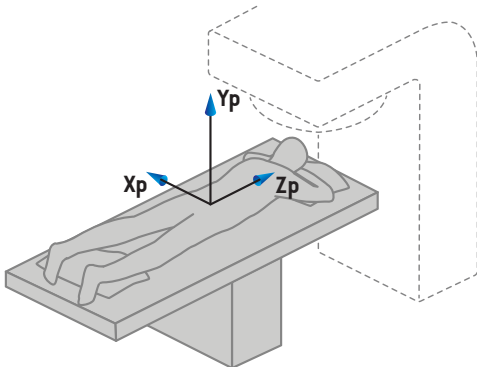
Las coordenadas del paciente en conjuntos de datos exportados en formato DICOM siguen el estándar DICOM, con el eje X positivo orientado hacia el brazo izquierdo del paciente, el eje Z positivo hacia la cabeza del paciente y el eje Y positivo en la dirección posterior. El sistema de coordenadas sigue la orientación del paciente: primero la cabeza o primero los pies, decúbito supino o decúbito prono, decúbito izquierdo o decúbito derecho y sentado mirando hacia la parte delantera de la silla.



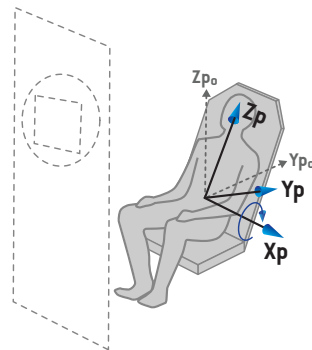
A) Decúbito supino con la cabeza primero



B) Decúbito izquierdo con la cabeza primero



C) Decúbito prono con la cabeza primero



D) Sentado

Ilustración 3.

El sistema de coordenadas del paciente en la exportación en formato DICOM sigue el estándar DICOM. Se ilustran algunos ejemplos de posiciones con apoyo: A) Cabeza primero en decúbito supino (HFS), B) Cabeza primero en decúbito izquierdo (HFDL), C) Cabeza primero en decúbito prono (HFP) y D) Sentado, donde el paciente está inclinado hacia atrás con el ángulo de inclinación del respaldo.

5.3 EL SISTEMA DE COORDENADAS DEL EQUIPO DE TRATAMIENTO

RayPlan v2026 utiliza el estándar IEC 61217 para visualizar las coordenadas, los movimientos y las escalas del LINAC durante la planificación del tratamiento, salvo los ángulos del brazo (gantry), del colimador y de la mesa y los sistemas de coordenadas de campo, que se pueden configurar, por LINAC del brazo en forma de C, para que no sean IEC. Hay también dos opciones para el etiquetado de mordazas. Los generadores de imágenes de posicionamiento también pueden describirse utilizando rotaciones no IEC; consulte *sección 5.3.11 Sistemas de coordenadas de generadores de imágenes de posicionamiento en la página 94*. Los movimientos del cabezal por radiación CyberKnife no se pueden describir mediante el IEC 61217, consulte *sección 5.3.9 El sistema de coordenadas de la fuente de radiación de CyberKnife en la página 90*.

5.3.1 Visión general de los sistemas de coordenadas del equipo

Los sistemas de coordenadas del equipo en el estándar IEC 61217 son un conjunto de sistemas de coordenadas, cada uno de los cuales se define en relación con su sistema de coordenadas principal, empezando por un sistema de coordenadas fijo que tiene su origen en el isocentro, una dirección X positiva hacia la derecha desde el punto de vista de un observador situado frente al brazo (gantry), un eje Y positivo desde el isocentro hasta el brazo a lo largo del eje de rotación del brazo y un eje Z positivo en dirección ascendente desde el isocentro.

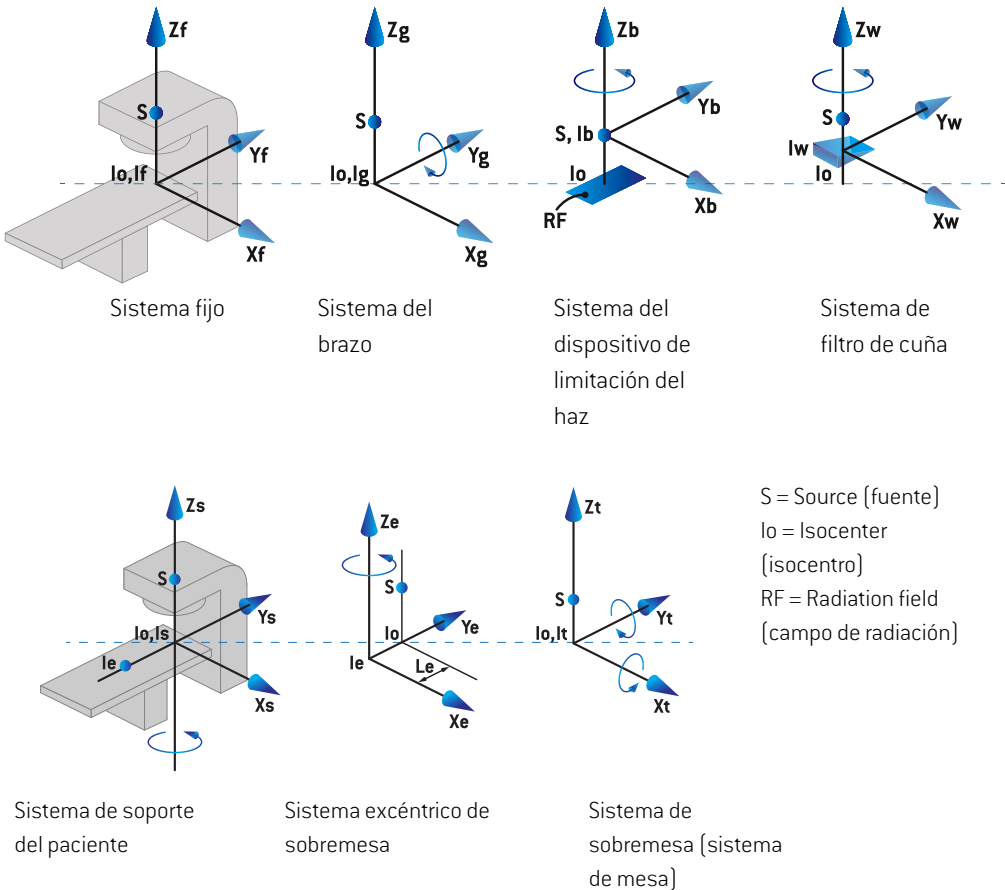


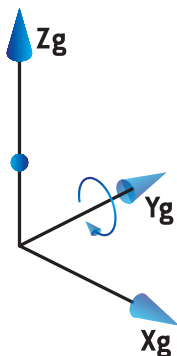
Ilustración 4. Los sistemas de coordenadas del equipo de acuerdo con el estándar IEC 61217.

Si la máquina se pone en marcha para sustituir la rotación de la mesa por la rotación anular, la rotación alrededor del eje Z_s en el sistema de coordenadas del soporte del paciente se sustituye por una rotación en la dirección opuesta alrededor del eje Z_g en el sistema de coordenadas del brazo. De este modo, se mantiene la relación entre el paciente y los sistemas del brazo.

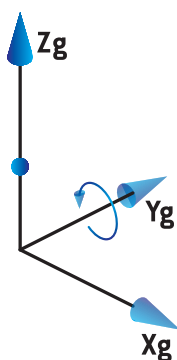
5.3.2 El sistema de coordenadas del brazo

El sistema de coordenadas del brazo gira con el brazo (gantry). El sistema de coordenadas del brazo tiene el sistema de coordenadas fijas como sistema principal.

- El **IEC standard** (Estándar IEC), está definido para coincidir con el sistema de coordenadas fijo cuando el ángulo del brazo (gantry) es cero. El ángulo del brazo (gantry) aumenta gradualmente en sentido horario desde el punto de vista de un observador situado frente al brazo.



- En **Non-IEC gantry scale (Varian Standard)** (Escala del brazo no IEC [estándar Varian]), el ángulo del brazo es de 180 grados cuando el haz entra por la parte superior. El ángulo del brazo (gantry) aumenta gradualmente en sentido antihorario desde el punto de vista de un observador situado frente al brazo (gantry).



Nota: Si un LINAC se configura para utilizar un ángulo de brazo (gantry) según el estándar IEC 61217, la unidad del ángulo se indica en [deg] (grados).

Nota: Si un LINAC se configura para utilizar un ángulo de brazo (gantry) según el estándar Non-IEC ("Varian Standard"), la unidad del ángulo se indica en [deg Non-IEC] (grados).

5.3.3 Sistema de coordenadas del dispositivo limitador de haz

El sistema de coordenadas del dispositivo limitador de haz es fijo en el dispositivo limitador de haz del brazo. El sistema de coordenadas del dispositivo limitador de haz tiene el sistema de coordenadas del brazo como sistema principal.

Existen tres ajustes en RayPlan Physics que afectan al comportamiento de los ángulos, las posiciones y los nombres en este sistema de coordenadas: **Gantry and collimator coordinate system definitions** (Definiciones del sistema de coordenadas del brazo [gantry] y el colimador), **Field coordinate system definitions** (Definiciones del sistema de coordenadas del campo) y **Jaw labeling standard** (Estándar de etiquetaje de mordazas). Si todos estos ajustes se establecen en "IEC 61217", las definiciones coinciden con las del estándar IEC 61217.

El ajuste Gantry and collimator coordinate system definitions (Definiciones del sistema de coordenadas del brazo y el colimador)

El ajuste **Gantry and collimator coordinate system definitions** (Definiciones del sistema de coordenadas del brazo [gantry] el colimador) de RayPlan Physics controla la notificación del ángulo de rotación del dispositivo limitador de haz:

- En el **estándar IEC**, los ejes coinciden con el sistema de brazo (gantry) cuando el ángulo del colimador es cero. El ángulo del colimador se define como positivo para la rotación en sentido antihorario en la vista general de los haces, es decir, cuando se mira desde la fuente. En este sistema de coordenadas, en los equipos Varian el ángulo del colimador normalmente es de 180 grados cuando la abertura de la bandeja está mirando hacia el brazo (gantry).
- El sistema de coordenadas del colimador según un estándar **no IEC (estándar Varian)** se gira 180 grados en comparación con el estándar IEC, y el ángulo del colimador se define como positivo para la rotación en sentido horario en la vista general de los haces, es decir, cuando se observa desde la fuente. En este sistema de coordenadas, en los equipos Varian el ángulo del colimador normalmente es de cero grados cuando la abertura de la bandeja está mirando hacia el brazo (gantry).

Nota: Si un LINAC se configura para utilizar un ángulo de colimador según el estándar IEC 61217, la unidad del ángulo se indica en [deg] (grados).

Nota: Si un LINAC se configura para utilizar un ángulo de colimador según un estándar no IEC, la unidad del ángulo se indica en [deg Non-IEC] (grados no IEC).

El ajuste Field coordinate system definitions (Definiciones del sistema de coordenadas del campo)

El ajuste **Field coordinate system definitions** (Definiciones del sistema de coordenadas del campo) de RayPlan Physics define cómo se notifican y se definen las posiciones de las mordazas y las láminas del MLC. La descripción siguiente utiliza las convenciones de denominación de las mordazas de conformidad con el estándar IEC 61217.

Nota: Si un LINAC se configura para utilizar el sistema de coordenadas de campo según el IEC 61217, la unidad de las posiciones de las láminas y mordazas se indicará en [cm].

Nota: Si un LINAC se configura para utilizar el sistema de coordenadas de campo según un estándar no IEC, la unidad de las posiciones de las láminas y mordazas se indica en cm no IEC.

Posiciones del colimador según el estándar IEC 61217

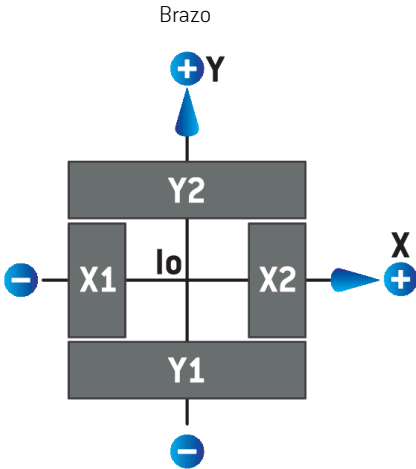


Ilustración 5. Las posiciones del colimador en la vista general de los haces según el estándar IEC 61217.

En la tabla siguiente se describen las posiciones del colimador según el estándar IEC 61217, para un haz con un ángulo de colimador (IEC) 0 cuando se visualiza desde la fuente.

Cuando el borde de...	está situado a la...	del eje del isocentro, su valor de lectura de posición es...
X1, X2 (mordaza o lámina del MLCX)	derecha	positivo
X1, X2 (mordaza o lámina del MLCX)	izquierda	negativo
Y1, Y2 (mordaza o lámina del MLCY)	lado del brazo	positivo
Y1, Y2 (mordaza o lámina del MLCY)	lado opuesto al brazo	negativo

Posiciones del colimador según el estándar no IEC (Varian Standard)

En el estándar no IEC, las coordenadas de posición positivas se notifican en todas las direcciones para las mordazas y las láminas que no han cruzado la línea central. Es decir, las coordenadas negativas se notifican para el sobrerrecorrido.

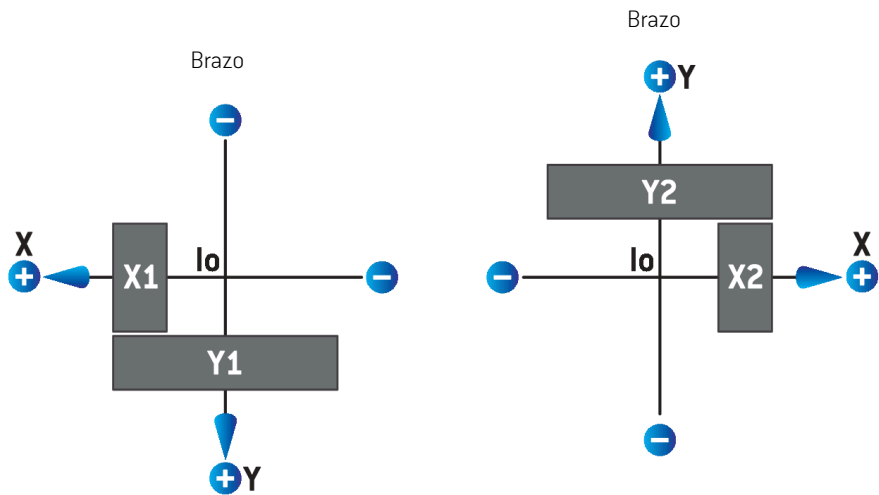


Ilustración 6. Las posiciones del colimador en la vista general de los haces según el estándar no IEC (estándar Varian). Tenga en cuenta que las coordenadas que se visualizan en la vista general de los haces de RayPlan siempre utilizan el sistema de coordenadas de IEC 61217.

En la tabla siguiente se describen las posiciones del colimador según el estándar no IEC (Varian Standard), para un haz con un ángulo de colimador (IEC) 0 cuando se visualiza desde la fuente.

Cuando el borde de...	está situado a la...	del eje del isocentro, su valor de lectura de posición es...
X1 (mordaza o lámina del MLCX)	derecha	negativo
X1 (mordaza o lámina del MLCX)	izquierda	positivo
X2 (mordaza o lámina del MLCX)	derecha	positivo
X2 (mordaza o lámina del MLCX)	izquierda	negativo
Y1 (mordaza o lámina del MLCY)	lado del brazo	negativo

Cuando el borde de...	está situado a la...	del eje del isocentro, su valor de lectura de posición es...
Y1 (mordaza o lámina del MLCY)	lado opuesto al brazo	positivo
Y2 (mordaza o lámina del MLCY)	lado del brazo	positivo
Y2 (mordaza o lámina del MLCY)	lado opuesto al brazo	negativo

El ajuste Jaw labeling standard (Estándar de etiquetaje de mordazas)

El ajuste **Jaw labeling standard** (Estándar de etiquetaje de mordazas) de RayPlan Physics se describe en la *sección 5.4 El estándar de etiquetaje de mordazas y MLC en la página 97*.

5.3.4 El sistema de coordenadas del filtro de cuña

El sistema de coordenadas del filtro de cuña gira con la cuña y el eje Y positivo señala desde el talón hasta la punta de la cuña. El sistema de coordenadas del filtro de cuña tiene el sistema de coordenadas del dispositivo limitador de haz como sistema principal. En RayPlan Physics y en la aplicación principal de RayPlan v2026, el sistema de coordenadas de la cuña se define para que coincida con el sistema de coordenadas del colimador seleccionado (IEC 61217 o no IEC) para una orientación de cuña de cero grados.

- Para el sistema de coordenadas del colimador **IEC 61217** la orientación de la cuña es de cero grados cuando la punta señala en dirección al brazo para el ángulo cero del colimador.
- Para el sistema de coordenadas del colimador **no IEC**, la orientación de la cuña es de cero grados no IEC cuando la punta señala en dirección opuesta al brazo para los cero grados del ángulo del colimador no IEC.

La orientación de la cuña aumenta gradualmente en una rotación en sentido antihorario.

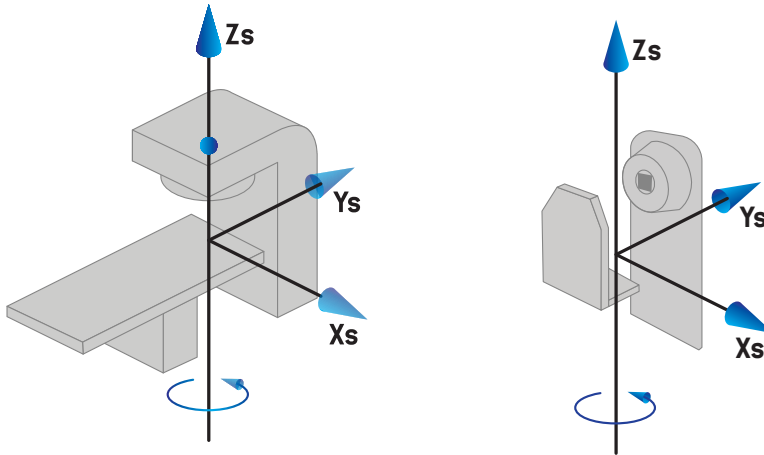
Nota: Si un LINAC se configura para utilizar un ángulo de colimador según el estándar IEC 61217, la unidad del ángulo de orientación de la cuña se indica en [deg] [grados].

Nota: Si un LINAC se configura para utilizar un ángulo de colimador según un estándar no IEC, la unidad del ángulo de orientación de la cuña se indica en [deg Non-IEC] [grados no IEC].

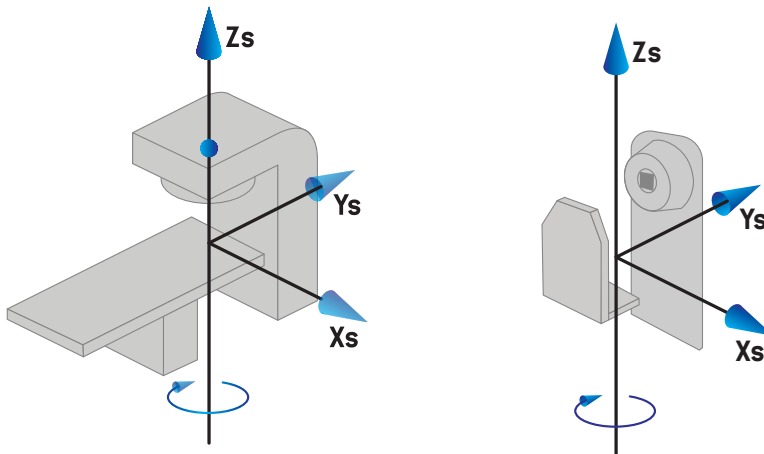
5.3.5 El sistema de coordenadas de apoyo del paciente

El sistema de coordenadas de apoyo del paciente gira con la parte del soporte del paciente que gira alrededor del eje Z_s vertical. El sistema de coordenadas de apoyo del paciente tiene el sistema de coordenadas fijas como sistema principal.

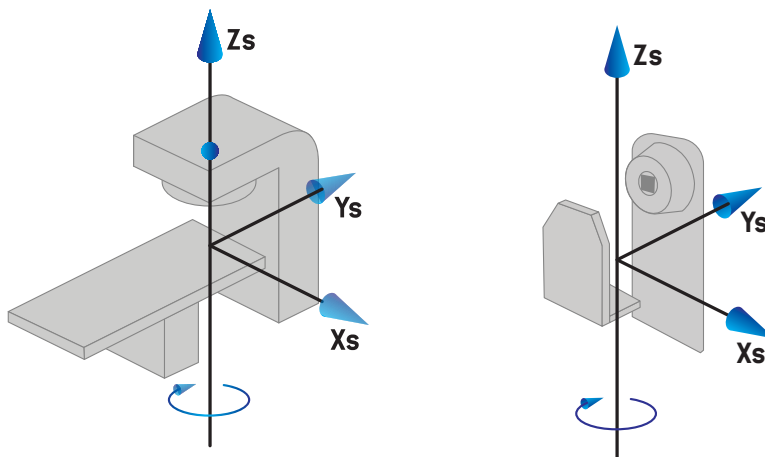
- Para **la norma IEC**, el sistema de apoyo del paciente coincide con el sistema fijo cuando el ángulo de la camilla/silla es cero. El sentido de giro positivo se define como el sentido contrario a las agujas del reloj visto desde arriba.



- Para la escala de máquina **No IEC 1 (Varian IEC)**, el sistema de apoyo del paciente coincide con el sistema fijo cuando el ángulo de la camilla/silla es cero. El sentido de giro positivo se define como el sentido de las agujas del reloj visto desde arriba.



- Para la escala de máquina **No IEC 2 (Varian Standard)**, el ángulo de la camilla es de 180 grados cuando el ángulo de la camilla/silla IEC es de cero grados. El sentido de giro positivo se define como el sentido de las agujas del reloj visto desde arriba.



Nota: Si un LINAC se configura para utilizar un ángulo de mesa según el estándar IEC 61217, la unidad del ángulo se indica en $[deg]$ (grados).

Nota: Si un LINAC se configura para utilizar un ángulo de mesa según un estándar no IEC 1 (Varian IEC), la unidad del ángulo se indica en $[grados \text{ no IEC}]$ en la interfaz de usuario y como $[grados \text{ no IEC en sentido horario}]$ en los informes de planes.

Nota: Si un LINAC se configura para utilizar un ángulo de mesa según un estándar no IEC 2 (Estándar Varian), la unidad del ángulo se indica en $[grados \text{ no IEC}]$ en la interfaz de usuario y como $[grados \text{ no IEC en sentido horario}]$ en los informes de planes.

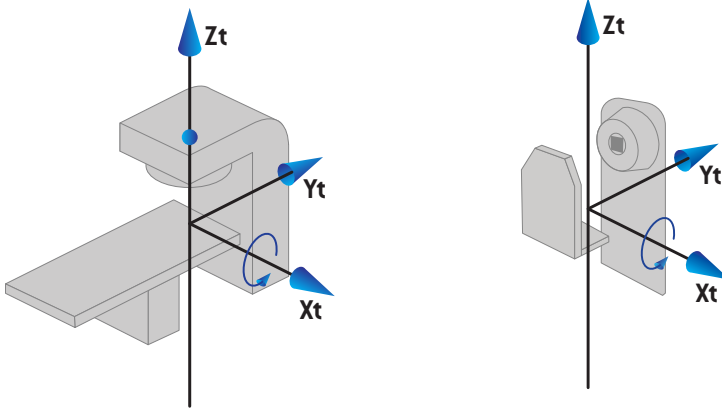
5.3.6 El sistema de coordenadas excéntrico de sobremesa

En RayPlan, solo se admite el ángulo de rotación de sobremesa excéntrico de cero grados y la distancia de desplazamiento cero, por lo que el sistema de coordenadas excéntrico de sobremesa siempre coincide con el sistema de coordenadas de apoyo del paciente. El sistema de coordenadas excéntrico de sobremesa tiene el sistema de coordenadas de apoyo del paciente como sistema principal.

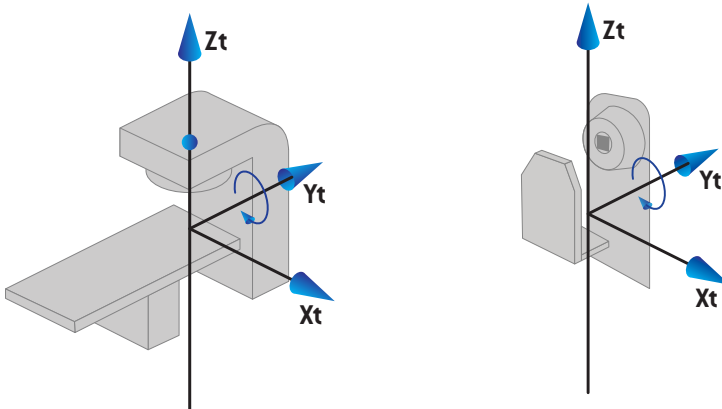
5.3.7 El sistema de coordenadas de sobremesa

En RayPlan, el sistema de coordenadas de sobremesa tiene el sistema de coordenadas excéntrico de sobremesa como su sistema madre. Los ángulos de cabeceo y alabeo siempre se expresan conforme al estándar IEC. Las rotaciones posteriores se definen en el orden de ángulo de cabeceo seguido por ángulo de alabeo.

- El ángulo de cabeceo de sobremesa se define como la rotación sobre el eje X_t . Un aumento del ángulo de cabeceo se corresponde con la rotación en sentido horario del sistema de sobremesa desde la perspectiva del origen del sistema de coordenadas de sobremesa junto con el eje X_t positivo.



- El ángulo de alabeo de sobremesa se define como la rotación sobre el eje Y_t . Un aumento del ángulo de alabeo se corresponde con la rotación en sentido horario del sistema de sobremesa desde la perspectiva del origen del sistema de coordenadas de sobremesa junto con el eje Y_t positivo.



5.3.8 El sistema de coordenadas del receptor de imagen de rayos X

En RayPlan, se utiliza el sistema de coordenadas del receptor de imagen de rayos X (el sistema «r») para describir la posición de un dispositivo EPID. El sistema de coordenadas del receptor de imagen de rayos X está fijo en el EPID, y su origen se encuentra en el centro del EPID.

El sistema de coordenadas del receptor de imagen de rayos X tiene como sistema madre el sistema de coordenadas del brazo. En el caso de las imágenes EPID de RayPlan, solo se permite la traslación del sistema de coordenadas del receptor de imagen de rayos X; no se permite la rotación. En la posición cero del sistema de coordenadas del receptor de imagen de rayos X, los ejes de coordenadas coinciden con el sistema del brazo y su origen se encuentra en el isocentro. La distancia de fuente a imagen (Source Imager Distance, SID) es la distancia entre la fuente y el plano del detector a lo largo del eje del haz de radiación. La coordenada Z del sistema de coordenadas del receptor de imagen de rayos X (Z_r) es igual a la distancia entre la fuente y el isocentro menos la SID. Si el dispositivo EPID se encuentra más lejos de la fuente que el isocentro, el valor de Z_r será negativo.

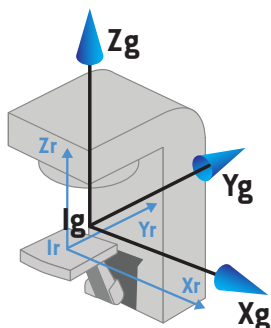


Ilustración 7. Sistema receptor de imagen de rayos X en relación con el sistema del brazo.

5.3.9 El sistema de coordenadas de la fuente de radiación de CyberKnife

El sistema de coordenadas de la fuente de radiación de CyberKnife se mueve con el cabezal de radiación de CyberKnife y tiene su origen en la fuente de radiación. El sistema de coordenadas de la fuente de radiación de CyberKnife tiene el sistema de coordenadas fijo como su sistema principal. Para los tratamientos de CyberKnife, el sistema de coordenadas de la fuente de radiación de CyberKnife es el sistema principal del sistema de coordenadas del dispositivo limitador del haz.

El sistema de coordenadas de la fuente de radiación de CyberKnife se define por un conjunto de seis valores en relación con su sistema principal. Los seis valores son las coordenadas de posición de origen (C_x , C_y , C_z) y los ángulos de rotación (guiñada, alabeo, cabeceo).

Posición de origen

La posición de origen (C_x, C_y, C_z) define la posición del origen (I_c) del sistema de coordenadas de la fuente de radiación de CyberKnife en las coordenadas del sistema de coordenadas fijo.

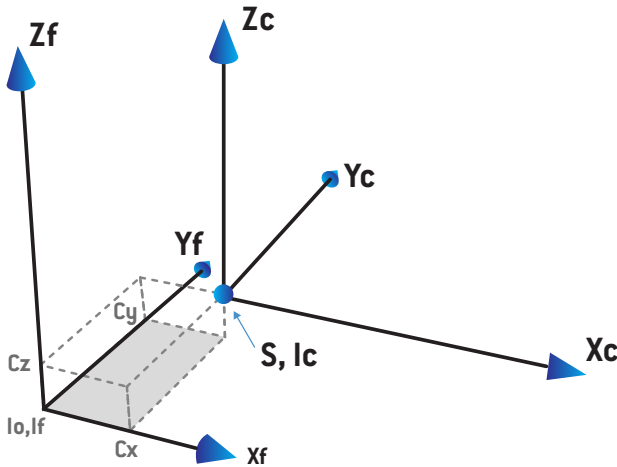


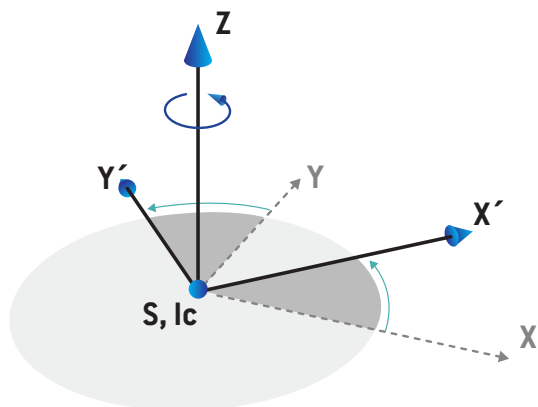
Ilustración 8. Ilustración de la posición de origen, donde I_0 = Isocentro, S = Fuente (Source), c = Sistema de coordenadas de la fuente de radiación de CyberKnife y f = Sistema de coordenadas fijo (Fixed coordinate system).

Rotación

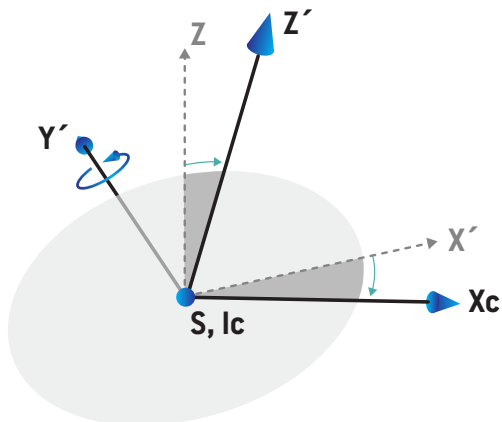
Las tres rotaciones de guiñada, alabeo y cabeceo definen la orientación del sistema de coordenadas de la fuente de radiación de CyberKnife teniendo en cuenta su propia orientación de referencia. En la orientación de referencia, los ángulos de guiñada, alabeo y cabeceo son todos 0 y los ejes X_c, Y_c y Z_c son paralelos a X_f, Y_f y Z_f respectivamente. Las rotaciones se aplican en el siguiente orden: guiñada, seguido de alabeo y, por último, cabeceo. El alabeo y el cabeceo son rotaciones alrededor de los ejes resultantes de las primeras una o dos rotaciones.

- La **guiñada** es una rotación de X e Y alrededor de Z . El ángulo de guiñada aumenta gradualmente en la rotación hacia la izquierda, si se observa desde un punto en el eje Z

positivo orientado hacia el origen. X , Y y Z son los ejes de la orientación de referencia. X' , Y' y Z son los ejes resultantes de la rotación de guiñada.

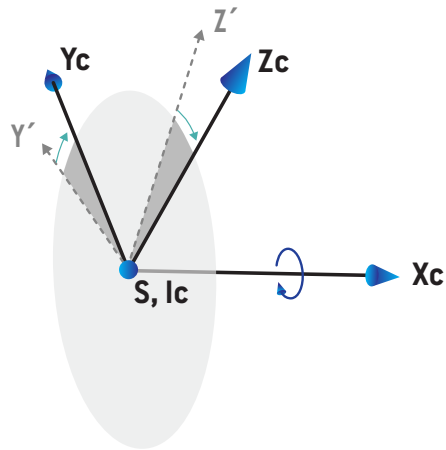


- El **Alabeo** es una rotación de Z y X' alrededor de Y' . El ángulo de alabeo aumenta gradualmente en la rotación hacia la izquierda, si se observa desde un punto en el eje Y positivo orientado hacia el origen. X_c , Y' y Z' son los ejes resultantes de la rotación de guiñada seguida de la rotación de balanceo.



- El **cabeceo** es una rotación de Y' y Z' alrededor de X_c . El ángulo de cabeceo aumenta gradualmente en la rotación hacia la derecha, si se observa desde un punto en el eje X_c

positivo orientado hacia el origen. X_c , Y_c y Z_c son los ejes finales resultantes después de las tres rotaciones; guiñada seguida de alabeo y de cabeceo.



5.3.10 Sistema de coordenadas de la curva de dosis en RayPlan Physics

El módulo Beam commissioning tiene un sistema de coordenadas de la curva de dosis que corresponde al sistema de coordenadas de brazo IEC, trasladado de manera que el origen se encuentre en el eje central en la superficie del maniquí de agua. El eje x se alinea con el eje de la línea transversal. El eje y se alinea con el eje en línea, con el sentido positivo hacia el brazo. El sentido negativo del eje z, desde la fuente hacia el isocentro, se alinea con el sentido de profundidad. Los ángulos del brazo y del colimador se suponen siempre de cero grados para las curvas de dosis en el módulo Beam commissioning. El modelo es totalmente simétrico en reflexión en los planos xz e yz, mientras que las medidas pueden a veces ser ligeramente asimétricas.

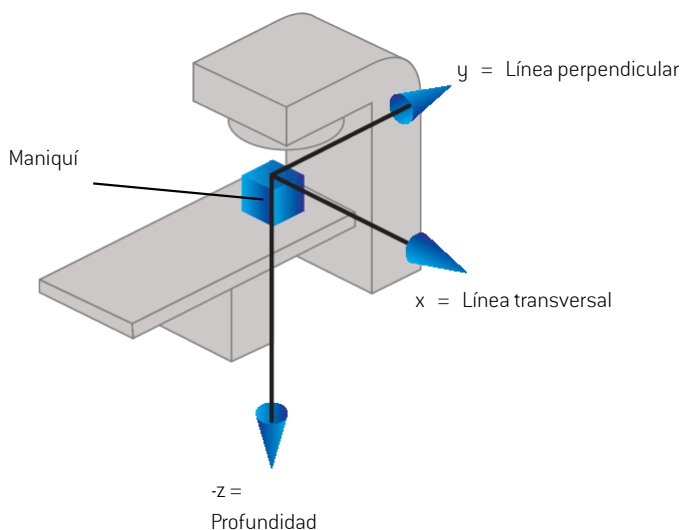


Ilustración 9. El sistema de coordenadas de la curva de dosis.

5.3.11 Sistemas de coordenadas de generadores de imágenes de posicionamiento

Los generadores de imágenes de posicionamiento se describen en RayPlan según el sistema de coordenadas X-Ray Image Receptor (Receptor de imágenes de rayos X). Se fija en relación con el generador de imágenes de posicionamiento. La orientación del sistema de coordenadas X-Ray Image Receptor respecto al sistema de coordenadas fijo IEC se describe usando tres rotaciones.

La primera rotación es una rotación del brazo sobre el eje Y del sistema de coordenadas Fijo (Fijo), descrito en *sección 5.3.2 El sistema de coordenadas del brazo en la página 82*.

Nota: *La rotación no es necesariamente una rotación del brazo (gantry) de tratamiento, sino una rotación sobre el eje Y del sistema de coordenadas fijo. Los generadores de imágenes de posicionamiento solo admiten rotaciones del IEC Gantry (brazo).*

El segundo sistema de coordenadas, el sistema de coordenadas Gantry Pitch (Cabeceo del brazo) (Ilustración 10), tiene el sistema de coordenadas Gantry (Brazo) como su sistema madre y es una rotación sobre el eje X del sistema de coordenadas Gantry (Brazo). Cuando el ángulo de cabeceo del brazo es cero, el sistema de coordenadas Gantry Pitch (Cabeceo del brazo) coincide con el sistema de coordenadas Gantry (Brazo). La dirección de rotación positiva se produce en sentido horario cuando se ve desde el origen a lo largo del eje X positivo del sistema de coordenadas Gantry (Brazo). Sr es la fuente de radiación del generador de imágenes.

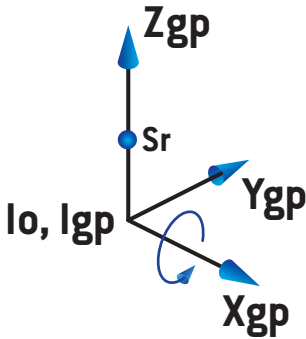


Ilustración 10. El sistema de coordenadas Gantry Pitch (Cabeceo del brazo).

El sistema de coordenadas X-Ray Image Receptor (Receptor de imágenes de rayos X) (Ilustración 11) tiene el sistema de coordenadas Gantry Pitch (Cabeceo del brazo) como su sistema madre y es una rotación sobre el eje Z del sistema de coordenadas Gantry Pitch (Cabeceo del brazo). Cuando el receptor de imágenes de rayos X es cero, el sistema de coordenadas X-Ray Image Receptor (Receptor de imágenes de rayos X) coincide con el sistema de coordenadas Gantry Pitch (Cabeceo del brazo). La dirección de rotación positiva se produce en sentido antihorario cuando se ve desde un punto en el eje Z positivo mirando hacia el origen. Sr es la fuente de radiación del generador de imágenes.

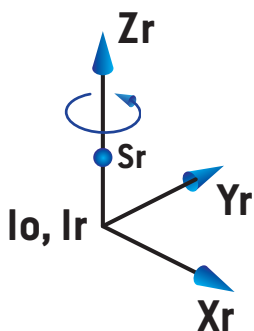


Ilustración 11. El sistema de coordenadas X-Ray Image Receptor (Receptor de imágenes de rayos X).

Sistemas de imagen de posicionamiento y generadores de imágenes de posicionamiento

En RayPlan, un sistema de imagen de posicionamiento consta de uno o varios generadores de imágenes de posicionamiento. Cada generador es una fuente de radiación de imagen con un receptor de imagen asociado. Los generadores de imágenes de posicionamiento pueden montarse en el brazo (gantry) o fijarse en la sala de tratamiento.

Generadores de imágenes de posicionamiento montados en el brazo (gantry)

Un generador de imágenes montado en el brazo (gantry) se mueve con un brazo (gantry), ya sea de tratamiento o de imagen. Un generador de imágenes montado en el brazo (gantry) puede tener una compensación del ángulo del brazo (gantry).

Un generador de imágenes montado en el brazo solo tiene una rotación del brazo; es decir, el sistema de coordenadas X-Ray Image Receptor (Receptor de imágenes de rayos X) coincide con el sistema de coordenadas Gantry (Brazo). La rotación del brazo viene dada por el ángulo del brazo del haz o haz de configuración, además de por la compensación del ángulo del brazo del generador de imágenes.

Generadores de imágenes de posicionamiento fijos

Un generador de imágenes fijo se instala en la sala de tratamiento. Un generador fijo puede tener las tres rotaciones: rotación del brazo, rotación del cabeceo del brazo y rotación del receptor de la imagen de rayos X.

5.4 EL ESTÁNDAR DE ETIQUETAJE DE MORDAZAS Y MLC

En RayPlan v2026 las mordazas pueden etiquetarse conforme a uno de los estándares IEC 61217 o IEC 601-2-1. La descripción de esta sección utiliza el ajuste Field coordinate system definitions (Definiciones del sistema de coordenadas del campo) de IEC 61217.

5.4.1 El estándar de etiquetaje de mordazas IEC 61217

En **IEC 61217** Y2 está cerca del brazo y Y1 está alejado del brazo, X1 está a la izquierda y X2 a la derecha desde el punto de vista de un observador que esté mirando al brazo con un ángulo de cero grados del brazo y del colimador en el sistema de coordenadas IEC 61217.

Brazo irradiando
desde arriba

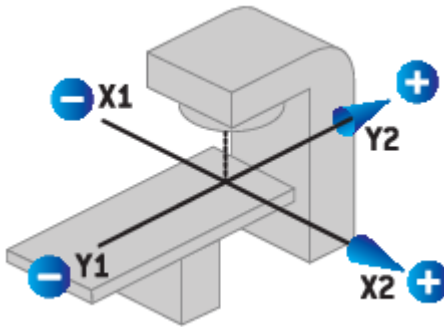


Ilustración 12. Las etiquetas de mordazas y MLC (IEC 61217).

5.4.2 El estándar de etiquetaje de mordazas IEC 601

En IEC 601 X1 está cerca del brazo y X2 está alejado del brazo, Y2 está a la izquierda y Y1 a la derecha desde el punto de vista de un observador que esté mirando al brazo con un ángulo de cero grados del brazo y del colimador en el sistema de coordenadas IEC 61217.

Brazo irradiando
desde arriba

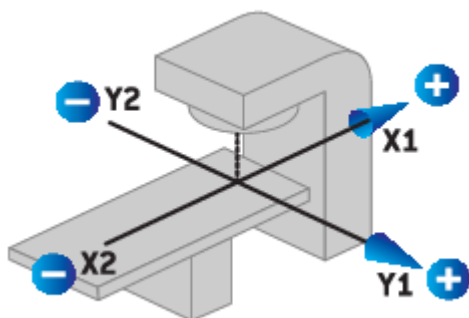


Ilustración 13. Las etiquetas de mordazas y MLC (IEC 601).

Nota: El ajuste del estándar de etiquetaje de mordazas solo afecta a los nombres de los colimadores en RayPlan y al área de trabajo de las propiedades del equipo en RayPlan Physics. Tenga en cuenta que los ejes de las coordenadas siguen estando etiquetados según el estándar IEC 61217; por ejemplo, las etiquetas y los parámetros de curvas de dosis del área de trabajo del modelo de haz en RayPlan Physics.

6 INTEGRIDAD Y SEGURIDAD DEL SISTEMA

En este capítulo se describen los principales procesos relacionados con la integridad y la seguridad del sistema.

No es necesario que el usuario edite, agregue o elimine partes de los datos del sistema. Todas las modificaciones se deberán llevarán a cabo por personal de servicio especialmente capacitado. El personal de servicio puede ayudar a ajustar el sistema de acuerdo con las políticas de TI locales. Para obtener instrucciones sobre cómo configurar y mantener los controles de seguridad necesarios y recomendados para RayPlan, consulte *RSL-P-RP-CSG, RayPlan Cyber Security Guidelines*.

Se pueden emitir alertas de seguridad del sistema si RaySearch tiene conocimiento de vulnerabilidades de seguridad. Las alertas de seguridad se pueden encontrar en RayCommunity (la comunidad de usuarios en línea de RaySearch).

En este capítulo

Este capítulo contiene las siguientes secciones:

6.1	Diagramas de controles de ciberseguridad	p. 100
6.2	Precauciones de ciberseguridad	p. 102
6.3	Protección frente a usos no autorizados	p. 107
6.4	Recopilación de pruebas forenses y registro de incidentes de seguridad	p. 110
6.5	Rutinas de copia de seguridad y mantenimiento de bases de datos	p. 111
6.6	Conservación y recuperación de la configuración del sistema	p. 113
6.7	Permisos de acceso a la base de datos	p. 113
6.8	RAM ECC	p. 114
6.9	Puesta fuera de servicio del sistema	p. 114

6.1 DIAGRAMAS DE CONTROLES DE CIBERSEGURIDAD

En la siguiente figura se ilustran por capas los controles de ciberseguridad implementados en RayPlan v2026. El diseño combina la autenticación basada en Active Directory/Kerberos, la autorización basada en roles, la comunicación cifrada, la protección de los datos en reposo, el registro de auditoría, la verificación de la integridad mediante sumas de comprobación y los mecanismos de actualización de software firmados. Distingue los controles de las aplicaciones de RayPlan de las responsabilidades complementarias de Health Delivery Organization (HDO), como la aplicación de parches al sistema operativo, la seguridad física, la segmentación de la red y el refuerzo de la infraestructura (véase *RSL-P-RP-CSG, RayPlan Cyber Security Guidelines*). Las medidas de control tienen por objeto reducir los riesgos relacionados con el acceso no autorizado, la manipulación de datos, la divulgación de credenciales, la interceptación de la red y la modificación insegura de software. En conjunto, estos mecanismos proporcionan una defensa en profundidad a lo largo de los límites del sistema RayPlan y su entorno informático clínico de apoyo.

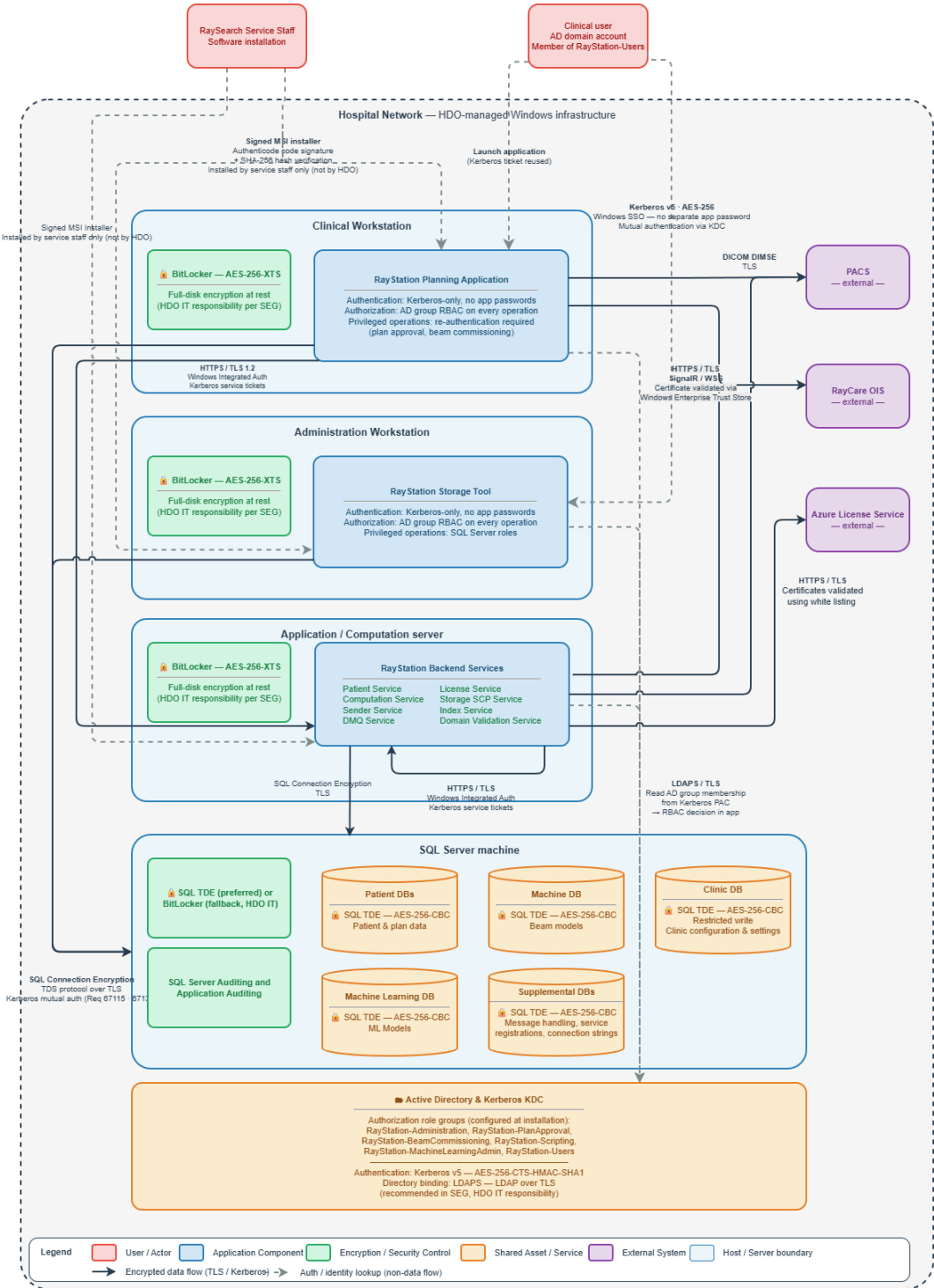


Ilustración 14. Arquitectura de controles de seguridad.

6.2 PRECAUCIONES DE CIBERSEGURIDAD

RayPlan es un producto sanitario de software instalado en la infraestructura informática de la clínica; por ello, es importante que se sigan las precauciones de ciberseguridad que se indican a continuación, con el objeto de proteger el producto y la infraestructura informática de la clínica frente a ciberataques. El documento *RSL-P-RP-CSG, RayPlan Cyber Security Guidelines* contiene recomendaciones generales sobre marcos de trabajo relevantes para ciberseguridad que pueden ayudar a que el personal informático de la clínica instale RayPlan de forma segura en su entorno. *RSL-P-RP-CSG, RayPlan Cyber Security Guidelines* incluye recomendaciones generales sobre diseño óptimo de redes, protección de sistemas y redes, y herramientas de seguridad que se espera que estén implantadas en la clínica. Algunos controles de seguridad, como la detección y respuesta de puntos finales (EDR), el control de integridad de archivos y el cifrado HTTPS [soporte integrado] se consideran básicos en ciberseguridad y deben implantarse siempre, mientras que el diseño de la red y la protección del sistema son específicos de la clínica y deben ejecutarse conforme a las directrices propias del departamento informático. RaySearch Service, en colaboración con la clínica, se encarga de implantar las medidas de ciberseguridad. Además, como el entorno informático de la clínica varía entre instalaciones, *RSL-P-RP-CSG, RayPlan Cyber Security Guidelines* puede proporcionar una guía general que ayude al personal informático de la clínica a implantar principios de seguridad consolidados como Defense-in-Depth (DiD), Principle of Least Privilege (PoLP), compartimentación (virtualización y segmentación de red) y reducción de la superficie de ataque para minorar el riesgo de compromiso al utilizar sus propias herramientas y procedimientos.

Las precauciones de ciberseguridad que se indican a continuación describen cómo debe utilizarse el producto y qué funciones de seguridad debe activar el personal informático de la clínica para utilizarlo de manera segura. Ignorar estas precauciones puede deteriorar la seguridad, suponer un incumplimiento de la normativa (HIPAA, etc.) y un mayor riesgo de incidentes de ciberseguridad que retrasen los tratamientos o conllevar la pérdida de datos privados o confidenciales, o ataques de ransomware.

6.2.1 Precauciones relativas a la instalación y actualización incorrectas del producto

RayPlan solo puede ser instalado, desinstalado, actualizado o modificado por personal autorizado por RaySearch Service que haya completado la certificación de instalación. La instalación por parte del cliente solo se permite en circunstancias especiales y siempre que el cliente haya completado con éxito el curso de instalación de RayPlan y haya obtenido autorización previa y por escrito de RaySearch Service. Durante la instalación inicial, el personal de RaySearch Service entrega los artefactos de software en el entorno informático de la clínica. En este proceso, el personal de RaySearch Service verificará la integridad y autenticidad de los artefactos del producto y sus componentes relacionados, por ejemplo, los controladores NVIDIA necesarios y compatibles. Además, el usuario no debe actualizar ninguno de los componentes requeridos por el producto, por ejemplo, controladores NVIDIA para la versión nueva/anterior, sin acudir primero a RaySearch Service para verificar que la versión del componente utilizada es compatible con la versión instalada del producto médico y que se puede utilizar con seguridad.

La disponibilidad del software se gestiona a escala regional para tener en cuenta las diferencias en las autorizaciones reglamentarias y los plazos de comercialización. Se informa a los usuarios de la disponibilidad del software mediante una comunicación estructurada entre los equipos regionales y los clientes. Esto incluye una colaboración proactiva para conocer los planes de actualización de los clientes y notificarles con antelación cuando estén disponibles las versiones de software pertinentes.

6.2.2 Precauciones relativas a la configuración incorrecta de seguridad del producto

RayPlan tiene integrados varios controles de seguridad que deben activarse para minimizar el riesgo de comprometer la ciberseguridad. Dependiendo de la compatibilidad de la infraestructura informática existente en la clínica (por ejemplo, configuración de Active Directory, configuración de la red, etc.) y de los sistemas externos con los que se vaya a integrar el producto médico RayPlan, el personal informático de la clínica junto con el de RaySearch Service verificará que todos los controles de seguridad posibles estén activados en el entorno informático de la clínica.

Si por algún motivo no fuera posible activar determinados controles de seguridad, el personal informático de la clínica será responsable de desplegar el producto en un estado de seguridad reducida siguiendo las recomendaciones de *RSL-P-RP-CSG*, *RayPlan Cyber Security Guidelines*.

Precauciones sobre falta de controles de seguridad en la configuración de RayPlan

En entornos clínicos deben implantarse los siguientes controles de seguridad de RayPlan en colaboración con el personal informático de la clínica.



Precaución

El incumplimiento de los controles de seguridad indicados puede provocar que RayPlan o la infraestructura informática de la clínica sean vulnerables frente a potenciales ciberataques que ocasionen pérdida de confidencialidad, integridad y privacidad.

Capacidades del producto: RayPlan v2026 está diseñado para proteger la Confidentially, la Integrity y la Availability (CIA) del sistema mediante el uso de los siguientes controles de seguridad:

- Microsoft Transparent Data Encryption (TDE). Cifrado de datos SQL en reposo para bases de datos de RayPlan.*
- Cifrado de la conexión Microsoft SQL Server. Cifrado de datos en movimiento a/desde la base de datos SQL.*
- Cifrado del almacenamiento de RayPlanBlob. Cifrado de datos en movimiento para blobs de flujo de archivos fuera de banda utilizando el cifrado de nivel de objeto de blob integrado en RayPlan o utilizando Microsoft CIFS cifrado, si está disponible.*

- Cifrado de la conexión Microsoft Active Directory (firma/sello LDAP o Kerberos). Cifrado de datos en movimiento a/desde Active Directory.*
- Cifrado de RayPlan Service Platform HTTPS. Cifrado de datos en movimiento a/desde el cliente RayPlan y los servicios de back-end de RayPlan.**
- Configuración/protección de Windows TLS. Garantizar que solo se utilicen conjuntos de cifrado que se consideren actualmente seguros para las comunicaciones SSL/TLS, por ejemplo, actualmente la versión TLS 1.3.**
- Auditoría de Microsoft SQL Server. Activación de auditorías de seguridad de tablas seleccionadas en SQL Server para garantizar el manejo de las acciones, realizado por RaySearch Service durante el proceso de instalación.*
- Cifrado completo del disco. Opcionalmente, el personal informático de la clínica puede configurar el cifrado completo del disco (por ejemplo, Microsoft BitLocker) para proteger los datos en reposo en las estaciones de trabajo del cliente de RayPlan y los servicios de back-end de RayPlan; esto es opcional, pero recomendable si se utiliza Microsoft Transparent Data Encryption (TDE) (véase anteriormente) y necesario para SQL Server si no se puede utilizar Microsoft Transparent Data Encryption (TDE) en la clínica (por licencias).

* Se activa durante la creación de la base de datos mediante la herramienta RayStation Storage

** Se activa durante la instalación

Precaución inadecuada de segmentación y filtrado de red

Para garantizar el funcionamiento seguro y fiable de RayPlan, es esencial que se implante de forma adecuada en el entorno informático de la clínica el filtrado de red (por ejemplo, reglas de firewall) y la segmentación de red (por ejemplo, subredes aisladas o VLAN). Encontrará ejemplos sobre cómo implantarlo en *RSL-P-RP-CSG, RayPlan Cyber Security Guidelines*.

Sin estos controles, el producto podría estar expuesto a:

- Acceso no autorizado desde otros sistemas de la red
- Propagación de malware o ransomware
- Poner en riesgo los datos del paciente o la funcionalidad del producto
- Incumplimiento de los reglamentos y normas sobre ciberseguridad en el sector médico

Requisitos de instalación:

La instalación de RayPlan corre a cargo de RaySearch Service de forma exclusiva y, antes de la instalación, el personal informático de la clínica debe coordinar con el personal de RaySearch Service lo siguiente:

- Identificar y abrir solo los puertos de red (TCP/UDP) necesarios para la comunicación del producto. Verificar que solo esté permitido el tráfico entrante/saliente necesario según los requisitos del entorno objetivo.
- Verificar que el producto esté en una zona de red segmentada con acceso restringido.

- Aplicar reglas de firewall para limitar el tráfico a protocolos y fuentes de confianza hacia/ desde las estaciones de trabajo de RayPlan y los servidores de back-end de RayPlan.
- Documentar todas las excepciones y configuraciones de puertos para auditorías posteriores y cumplimiento (realizado por RaySearch Service).

DICOM sin cifrado



Precaución

RayPlan admite el cifrado TLS al utilizar los servicios DIMSE de: C-STORE, C-MOVE o C-FIND. Esto se indica en *RSL-D-RP-v2026-DCS, RayPlan v2026 DICOM Conformance Statement*. Esta funcionalidad está activada por defecto, pero es posible desactivarla y utilizar servicios DIMSE sin cifrado para garantizar la interoperabilidad con sistemas heredados. Los usuarios son responsables de implantar y mantener la seguridad adecuada de la red en la comunicación DICOM.

Si no se utiliza cifrado TLS, es importante que el personal informático de la clínica siga los pasos descritos en *Precaución inadecuada de segmentación y filtrado de red en la página 104* para limitar el acceso desde la red a la instalación del producto médico RayPlan y también las directrices generales de seguridad descritas en *RSL-P-RP-CSG, RayPlan Cyber Security Guidelines*.

6.2.3 Precauciones relativas a la supervisión y la respuesta ante eventos de seguridad

Para mantener un entorno de funcionamiento seguro y resiliente, resulta esencial que el producto médico se despliegue con capacidades de supervisión adecuadas y que la infraestructura informática de la clínica admita la detección y respuesta frente a eventos relacionados con la seguridad.

La falta de supervisión o la supervisión es inadecuada, podría provocar:

- Retardo en la detección de accesos no autorizados o errores de configuración
- Aumento del riesgo de filtración de datos o alteraciones de funcionamiento
- Incumplimiento de los reglamentos y normas sobre ciberseguridad en el sector médico

Capacidades del producto: Este producto sanitario RayPlan está diseñado para detectar y facilitar la investigación de situaciones anómalas, basándose en los mecanismos de registro y auditoría que proporciona el sistema operativo.

- RayPlan se integra con Windows Event Logging para registrar las actividades relevantes relacionadas con la seguridad. El sistema operativo registra estas actividades junto con los metadatos asociados, como las marcas de tiempo, la información sobre el origen y el tipo de actividad, y pueden utilizarse para facilitar el análisis forense y la resolución de problemas.

- Registros de auditoría de RayPlan: Todos los cambios relevantes acerca de quién hizo qué y cuándo quedan registrados en una tabla de auditoría dedicada y protegida de SQL Server. Los permisos de SQL Server y SQL Server Auditing están activados para confirmar que esta tabla no se pueda cambiar ni editar o que no se pueda detectar.

Responsabilidades informáticas de la clínica:

- Garantizar que los eventos de seguridad relevantes sean detectados y registrados: El personal informático de la clínica debe disponer de sistemas para eventos clave de seguridad, incluyendo:
 - Notificaciones de antivirus/malware para evitar modificaciones no autorizadas en las aplicaciones y los datos de RayPlan en clientes y servidores.
 - Cambios no autorizados en los archivos del sistema Windows o en el directorio del programa RayPlan (por ejemplo, la modificación de archivos ejecutables o de configuración), detectables mediante soluciones de supervisión de la integridad de los archivos o de Endpoint Detection and Response (EDR).
 - Anomalías de red
 - Intentos de inicio de sesión (correctos e infructuosos)
 - Tráfico anómalo (por ejemplo, envío de peticiones a entidades desconocidas o no autorizadas)
- Garantizar que los registros del sistema se guarden y se revisen con regularidad según las directrices de seguridad de la organización.
- Si su organización utiliza un sistema Security Information and Event Management (SIEM), configure el host de RayPlan para que reenvíe los registros de Windows Event a dicha plataforma. Si no se dispone de un sistema SIEM, asegúrese de que los registros de Windows Event procedentes del host de RayPlan se recopilen y revisen en los procesos habituales de supervisión del departamento informático.
- Responder con rapidez a las alertas de seguridad generadas por las herramientas de supervisión (por ejemplo, antivirus, EDR) e investigar los registros pertinentes de Windows Event en el host de RayPlan para identificar y resolver los incidentes de seguridad.

6.2.4 Precauciones relativas al uso del producto tras el fin de la asistencia técnica

Una vez que el producto médico alcanza el periodo de fin de la asistencia técnica (EOS), deja de recibir actualizaciones de ciberseguridad y asistencia técnica de RaySearch. Esto significa que el producto podría ser cada vez más vulnerable frente a nuevas ciberamenazas, incluyendo accesos no autorizados, filtración de datos o alteraciones de funcionamiento.

Riesgos fundamentales del uso de productos EOS:

- No se dispone de parches de seguridad para las vulnerabilidades más recientes
- Exposición creciente ante malware, ransomware y ataques basados en red

- Posible incumplimiento de los reglamentos y normas sobre ciberseguridad y protección de datos
- Asistencia técnica limitada o nula para solucionar problemas o responder a incidentes

Responsabilidades informáticas de la clínica:

La decisión de continuar utilizando un producto tras el fin de la asistencia técnica queda a discreción de la clínica. Como ya comunicó el equipo de RaySearch Service, la responsabilidad y los riesgos asociados se transfieren en su totalidad a la clínica una vez el producto alcanza el estado EOS. Esto incluye:

- Garantizar que el producto quede aislado o protegido dentro de la red
- Supervisar cualquier comportamiento anómalo o los eventos de seguridad
- Implantar controles de compensación donde sea posible
- Documentar el uso continuado y la aceptación de riesgos asociados

6.3 PROTECCIÓN FRENTE A USOS NO AUTORIZADOS

La siguiente tabla muestra los distintos tipos de protección de RayPlan v2026.

Área protegida	Controles de seguridad de RayPlan	Responsabilidad del departamento TI de la clínica
Control de acceso de usuarios	El acceso a RayPlan está restringido a los usuarios autenticados mediante el inicio de sesión en el sistema operativo. Solo los usuarios a los que la organización haya concedido acceso pueden iniciar y utilizar el sistema.	Verificar que RayPlan funcione en un entorno de cuentas de usuario gestionadas y de que solo se concedan cuentas de usuario a personas autorizadas. Todas las cuentas de usuario del sistema operativo deben estar protegidas con una contraseña para evitar accesos no autorizados al sistema y a las bases de datos.
Autorización basada en roles	RayPlan limita las funciones disponibles dependiendo de los roles de los usuarios. Solo los usuarios con la autorización correspondiente pueden realizar acciones delicadas, como aprobar planes, modificar la configuración del sistema o poner en servicio las máquinas.	Asignar y gestionar los roles de usuario adecuados en función de las responsabilidades clínicas y los procedimientos locales.

Área protegida	Controles de seguridad de RayPlan	Responsabilidad del departamento TI de la clínica
Protección contra el aumento de privilegios	El uso clínico habitual de RayPlan no requiere privilegios de administrador. Los usuarios no pueden modificar el software instalado ni la configuración del sistema durante el funcionamiento normal. Las herramientas que permiten el acceso administrativo a las bases de datos de RayPlan están restringidas a los usuarios administrativos autorizados y no están disponibles durante el funcionamiento clínico habitual.	Impedir que los usuarios utilicen RayPlan con cuentas de administrador local.
Protección de los datos de configuración y clínicos	La configuración crítica para la seguridad y los datos clínicos solo pueden modificarse mediante funciones autorizadas del sistema. Los controles de acceso al sistema impiden que se realicen modificaciones no autorizadas.	El acceso físico no autorizado a una sesión desatendida debe ser evaluado por la organización del usuario. Se recomienda utilizar un temporizador para la sesión, que el usuario puede configurar mediante las funciones de Windows Active Directory. Verificar que el acceso a la configuración del sistema y a la gestión de datos se permita solo al personal autorizado.
Auditabilidad de las acciones	Las acciones de los usuarios que afectan a los datos clínicos y a la configuración del sistema pueden rastrearse. Esto permite detectar cambios no autorizados o involuntarios.	Verificar que los registros de auditoría se conserven, se protejan y se revisen de acuerdo con las directrices de seguridad de la organización. Se recomienda la integración con un sistema de gestión centralizada de registros o con un SIEM.

Área protegida	Controles de seguridad de RayPlan	Responsabilidad del departamento TI de la clínica
Protección del software del sistema	El software de RayPlan se instala y se actualiza siguiendo procedimientos de instalación controlados. Se impide la modificación manual de los archivos del sistema instalados.	Se debe instalar un antivirus de última generación en todas las partes del sistema, incluida la red informática completa si existe una. Además, se deben instalar actualizaciones automáticas o similares para mantener la protección actualizada. RayPlan v2026 utiliza un sistema de protección con licencia basada en hardware para impedir que se realicen copias utilizables del sistema. RayPlan v2026 solo se puede acceder y modificar el código de programa y los datos tal como se describe en los manuales. ¡No intente modificar el código de programa ni los datos!
Controles del entorno de red y del sistema	RayPlan se basa en los mecanismos de seguridad del sistema operativo y de la red para impedir el acceso no autorizado desde el entorno informático circundante.	La organización usuaria debe evaluar el riesgo de acceso no autorizado a la red. Se recomienda aplicar las mejores prácticas de seguridad para proteger la integridad del entorno; por ejemplo, utilizar un cortafuegos en la red y aplicar periódicamente los parches de seguridad a los ordenadores. Consulte la sección sobre segmentación de la red en <i>RSL-P-RP-CSG</i> , <i>RayPlan Cyber Security Guidelines</i> .

6.4 RECOPIACIÓN DE PRUEBAS FORENSES Y REGISTRO DE INCIDENTES DE SEGURIDAD

RayPlan permite la captura y conservación de pruebas forenses mediante el uso de registros del sistema operativo, la base de datos y las aplicaciones dentro del entorno informático del cliente. Estos registros pueden utilizarse para respaldar la investigación de presuntos incidentes de ciberseguridad, accesos no autorizados o uso indebido del sistema.

Los incidentes relacionados con la seguridad se registran principalmente a través de:

- Seguridad del sistema operativo Windows y registros de actividad en clientes y servidores de RayPlan
- Registros de auditoría de Microsoft SQL Server relacionados con el acceso a las bases de datos de RayPlan
- Registros de aplicaciones y de auditoría generados por los servicios de RayPlan

Estos archivos de registro se almacenan en los servidores y estaciones de trabajo de RayPlan, según la configuración del sistema y del cliente. Los registros pueden recopilarse y almacenarse de forma centralizada en servidores de registros designados, utilizando la infraestructura de registro gestionada por el cliente.

La conservación, rotación y reciclaje de los registros se gestionan mediante los mecanismos estándar de registros de auditoría de Windows Event Log y SQL Server. El tamaño del registro de actividad, el periodo de conservación y el comportamiento de sobrescritura (por ejemplo, sobrescribir según sea necesario) vienen determinados por la configuración del sistema y las directrices definidas por el cliente. Los datos de registro pueden conservarse en servidores de registro externos protegidos para facilitar la investigación de incidentes y el análisis forense.

Los registros se generan en formatos estándar legibles por máquina compatibles con las plataformas subyacentes de Windows y de SQL Server. Las entradas del registro incluyen información con marca de tiempo; el formato exacto y el nivel de detalle dependen del sistema operativo, la configuración de la base de datos y las funciones de registro que se utilicen.

El personal autorizado podrá revisar, exportar o recopilar registros con fines de supervisión de la seguridad, investigación de incidentes o cumplimiento normativo. Siempre que el entorno informático del cliente lo permita, los registros pueden integrarse con soluciones externas de análisis o supervisión automatizados, como los sistemas de detección de intrusiones (IDS) o las plataformas de Security Information and Event Management (SIEM). RayPlan no incluye supervisión de seguridad centralizada integrada ni funcionalidad SIEM.

La configuración del registro, los plazos de conservación, las estrategias de archivo y cualquier integración con herramientas de análisis automatizado vienen determinados por las políticas de seguridad informática y la infraestructura del cliente, de conformidad con los requisitos normativos aplicables y las buenas prácticas. En *RSL-P-RP-CSG, RayPlan Cyber Security Guidelines* se describen instrucciones adicionales de configuración específicas para cada entorno.

6.5 RUTINAS DE COPIA DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO DE BASES DE DATOS

RayPlan está diseñado para garantizar un funcionamiento seguro y continuo, así como la recuperación tras interrupciones del sistema, fallos de hardware o incidentes relacionados con la ciberseguridad. El sistema se basa en mecanismos estándar de la plataforma, como los servicios del sistema operativo y de la base de datos, para garantizar la recuperación de los datos clínicos y la funcionalidad del sistema hasta un estado conocido y fiable.

Para garantizar la disponibilidad y la recuperación de las funciones críticas, RayPlan se basa en copias de seguridad periódicas de los datos del sistema, realizadas mediante soluciones de copia de seguridad externas proporcionadas por la organización del usuario. RayPlan no realiza copias de seguridad de forma autónoma. Como parte de la instalación, RaySearch Service ayuda a configurar las rutinas de copia de seguridad. Las bases de datos de las aplicaciones están configuradas para garantizar una recuperación fiable en caso de avería de hardware, fallo de software u otras interrupciones operativas. Se pueden restaurar los datos del sistema a partir de una copia de seguridad para devolver el sistema a un estado previamente verificado. Se pueden realizar pruebas de restauración, en colaboración con RaySearch Service, para comprobar que las copias de seguridad funcionan según lo previsto.

La organización del usuario sigue siendo responsable de realizar y mantener copias de seguridad periódicas, así como de garantizar la disponibilidad a largo plazo de los datos de las copias de seguridad. Los requisitos de copia de seguridad y restauración para el entorno del sistema se describen en *RSL-D-RP-v2026-SEG, RayPlan v2026 System Environment Guidelines*.

La copia de seguridad y la restauración de la base de datos se realizarán mediante una herramienta estándar de gestión de bases de datos SQL o una herramienta externa que interactúe con SQL Server y trunque los registros de transacciones. Todas las bases de datos de RayPlan v2026 están configuradas con el modelo de recuperación completa. Esta opción permite realizar copias de seguridad con frecuencia y minimiza el riesgo de perder datos en caso de fallo de la base de datos.

RayPlan no incluye un sistema de respaldo interno ni un modo de funcionamiento en modo degradado. En caso de que se produzca un fallo que afecte a funciones críticas, el sistema está diseñado para recuperarse mediante la restauración de los datos y la configuración del sistema a partir de una copia de seguridad, de acuerdo con los procedimientos informáticos de la organización del usuario.

Las actividades de mantenimiento que se describen a continuación son responsabilidad del departamento informático de la clínica. RaySearch Service puede prestar asistencia durante la instalación inicial o cuando se solicite, pero la ejecución, la supervisión y la verificación continuadas de estas actividades deben realizarse de acuerdo con los procedimientos informáticos locales de la clínica.

Tipo de mantenimiento	Descripción
Copias de seguridad periódicas	Se deben programar copias de seguridad periódicas de todas las bases de datos de RayPlan y el funcionamiento de estas copias de seguridad se debe comprobar con regularidad. • Copias de seguridad completas: Recomendamos realizar copias de seguridad completas con la frecuencia que el tiempo, el espacio y el uso del sistema permitan. • Copias de seguridad diferenciales: Recomendamos realizar copias de seguridad diferenciales con la frecuencia que el tiempo, el espacio y el uso del sistema permitan o copias de seguridad diferenciales. • Copias de seguridad de los registros de transacciones: Recomendamos realizar copias de seguridad de los registros de transacciones cada hora, aunque la frecuencia se puede aumentar o disminuir en función de las necesidades clínicas específicas. Se recomienda realizar una copia de seguridad fuera del centro cada día.
Mantenimiento del sistema operativo del servidor SQL	Recomendamos comprobar la fragmentación en las unidades que contienen los archivos de datos SQL por si hay desfragmentación. Cuando la desfragmentación sea necesaria, esta debe llevarse a cabo durante los periodos de mantenimiento.
Indexación	Con las adiciones, modificaciones y cambios en los planes de los pacientes, las bases de datos (especialmente la base de datos de pacientes) pueden fragmentarse. Recomendamos incluir una tarea adicional para reorganizar las bases de datos en el plan de mantenimiento de bases de datos en un momento adecuado (por ejemplo, justo después de realizar una copia de seguridad completa una vez a la semana).
Estadísticas	La actualización de las estadísticas es importante para garantizar que las consultas se compilan con estadísticas actualizadas. Recomendamos activar AUTO_CREATE_STATISTICS en las bases de datos y programar una tarea de actualización de estadísticas junto con el proceso de reindexación para mantener las estadísticas actualizadas a medida que cambian los datos almacenados en las bases de datos.

Tipo de mantenimiento	Descripción
Copia de seguridad de certificados y claves maestras	Los certificados de SQL Server y la clave maestra son esenciales para el cifrado de la base de datos. Si se pierde un certificado o una clave maestra, se pierden todos los datos de la base de datos. Por lo tanto, es necesario realizar una copia de seguridad del certificado de SQL Server y de la clave maestra antes de cifrar una base de datos. Para obtener instrucciones, consulte <i>RSL-D-RP-v2026-SEG, RayPlan v2026 System Environment Guidelines</i> .

6.6 CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

RayPlan se basa en la integridad y la disponibilidad de la configuración del sistema subyacente, que incluye los ajustes del sistema operativo, la configuración de la base de datos y los ajustes de seguridad, para garantizar un funcionamiento seguro. Los cambios de configuración que afectan a RayPlan están restringidos a los usuarios autenticados y autorizados que cuenten con los privilegios administrativos adecuados.

La conservación y la recuperación de la configuración del sistema RayPlan se gestionan mediante mecanismos estándar de la plataforma, como la gestión de la configuración del sistema operativo y las funciones de copia de seguridad y restauración de la base de datos. La restauración de la configuración del sistema solo podrá ser realizada por personal autorizado y puede requerir la coordinación con RaySearch Service para garantizar la compatibilidad y el estado correcto del sistema.

En *RSL-P-RP-CSG, RayPlan Cyber Security Guidelines* se ofrecen directrices sobre gestión recomendada de la configuración, protección de los datos de configuración y planificación de la recuperación.

Tras ciertas interrupciones inesperadas, RayPlan puede intentar restaurar los datos de sesión no guardados de pacientes concretos para garantizar la continuidad del flujo de trabajo. Los datos restaurados deberán ser siempre revisados y verificados por el usuario antes de su uso clínico posterior.

6.7 PERMISOS DE ACCESO A LA BASE DE DATOS

RayPlan requiere que se conceda acceso a la base de datos a uno o varios grupos de Active Directory. Por defecto, los permisos de la base de datos se asignan al grupo de Active Directory *RayStation-Users*. El nombre del grupo se puede modificar y se pueden configurar grupos autorizados adicionales mediante la función RayPlan Storage Tool. Es obligatorio que el acceso a la base de datos se limite a un grupo específico de Active Directory que contenga únicamente usuarios de RayPlan autorizados explícitamente.

6.8 RAM ECC

Se requiere una memoria con código de corrección de errores (RAM ECC) para la memoria CPU. Se trata de un tipo de almacenamiento informático de datos que puede detectar y corregir las formas más habituales de corrupción interna de datos.

6.9 PUESTA FUERA DE SERVICIO DEL SISTEMA

RayPlan almacena datos personales y relacionados con la salud. Al poner fuera de servicio un sistema, póngase en contacto con el servicio de asistencia técnica de RaySearch si es necesario para asegurarse de que todas las ubicaciones de almacenamiento de dichos datos estén identificadas.

A DEFINICIONES

Términos	Significado
BEV	Vista general de los haces
CBCT	Tomografía computarizada de haz cónico
TC	Tomografía computarizada
DCR	Radiografía compuesta digitalmente
DICOM	Norma internacional para transmitir, almacenar, recuperar, imprimir, procesar y mostrar información de imágenes médicas
DVH	Histograma dosis-volumen
deg	Cuando aparece en RayPlan v2026, el término "deg." hace referencia a los grados.
DMLC	Colimador multiláminas dinámico
DRR	Radiografía reconstruida digitalmente
EQD2	Dosis equieficaz en fracciones de 2 Gy
DUE	Dosis uniforme equivalente
ROI externa	La ROI utilizada para definir el esquema del paciente. Define la región utilizada para el cálculo de la dosis, junto con BOLUS para el haz, SUPPORT ROI (ROI de soporte) y FIXATION ROI (ROI de fijación).
MdR	Marco de referencia
GUI	Interfaz gráfica de usuario
HDO	Organización de prestación de servicios sanitarios (Health Delivery Organization)
HDR	Alta tasa de dosis
IMRT	Radioterapia de intensidad modulada
LINAC	Acelerador lineal, unidad de tratamiento de radioterapia convencional.
MBS	Segmentación Basada en Modelos
MU	Unidades de monitor

Términos	Significado
OAR	Órgano en riesgo
POI	Punto de interés
ROI	Región de interés
Geometría de la ROI	La representación geométrica específica del conjunto de imágenes de una ROI
SMLC	Colimador multiláminas estático
SSD	Distancia de la fuente a la piel/distancia de la fuente a la superficie
SUV	Valor de captación estándar
SVD	Descomposición en valores singulares
UI	Interfaz de usuario
VMAT	Arcoterapia volumétrica modulada



INFORMACIÓN DE CONTACTO



RaySearch Laboratories AB (publ)
Eugeniavägen 18C
SE-113 68 Stockholm
Sweden

Datos de contacto de la sede central

P.O. Box 45169
SE-104 30 Stockholm, Sweden
Teléfono: +46 8 510 530 00
Fax: +46 8 510 530 30
info@raysearchlabs.com
www.raysearchlabs.com

RaySearch Americas

Teléfono: +1 347 477 1935

RaySearch China

Teléfono: +86 137 0111 5932

RaySearch India

Correo electrónico:
manish.jaiswal@raysearchlabs.com

RaySearch Singapore

Teléfono: +65 8181 6082

RaySearch Australia

Teléfono: +61 411 534 316

RaySearch France

Teléfono: +33 (0)1 76 53 72 02

RaySearch Japan

Teléfono: +81 (0)3 44 05 69 02

RaySearch UK

Teléfono: +44 (0)2039 076791

RaySearch Belgium

Teléfono: +32 475 36 80 07

RaySearch Germany

Teléfono: +49 (0)172 7660837

RaySearch Korea

Teléfono: +82 01 9492 6432