

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA UNIDAD DE RADIOTERAPIA DEL
CENTRO ONCOLÓGICO DE ANTIOQUIA S.A**

DESARROLLADO POR:

VADÍN ÁNGEL RAMÍREZ AGUDELO

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO:

CARLOS MARIO TAMAYO RENDÓN

DIVISIÓN DE POSGRADOS EN SALUD PÚBLICA

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE IPS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN: OBSERVATORIO DE LA SALUD PÚBLICA

LINEA DE INVESTIGACIÓN: SITUACIÓN DE SALUD

FACULTAD DE MEDICINA

UNIVERSIDAD CES

MEDELLÍN, MARZO DE 2014

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA UNIDAD DE RADIOTERAPIA DEL
CENTRO ONCOLÓGICO DE ANTIOQUIA S.A**

DESARROLLADO POR:

VADÍN ÁNGEL RAMÍREZ AGUDELO

ASPIRANTE AL TÍTULO DE GERENCIA DE IPS

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO:

CARLOS MARIO TAMAYO RENDÓN

DIVISIÓN DE POSGRADOS EN SALUD PÚBLICA

GRUPO DE INVESTIGACIÓN: OBSERVATORIO DE LA SALUD PÚBLICA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SITUACIÓN DE SALUD

FACULTAD DE MEDICINA

UNIVERSIDAD CES

MEDELLÍN, MARZO DE 2014

TABLA DE CONTENIDO

1.	DEFINICIONES	8
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
3.	JUSTIFICACIÓN	13
4.	OBJETIVOS	15
4.1.	GENERAL	15
4.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
5.	MARCO TEÓRICO.....	15
5.1.	ANTECEDENTES	15
5.2.	MARCO LEGAL	17
5.2.1.	Ley 728 de 2001:.....	18
5.2.2.	Ley 702 de 2001:.....	18
5.2.3.	Ley 766 de 2002:.....	18
5.2.4.	Ley 9 de 1979:.....	18
5.2.5.	Resolución 9031 del 12 de julio de 1990:.....	19
5.2.6.	Decreto 1295 del 22 de junio de 1994:	19
5.2.7.	Decreto 1832 del 3 de agosto de 1994:	19
5.2.8.	Ley 430 de 1998:.....	19
5.2.9.	Ley 715 de 2001:.....	19
5.2.10.	Resolución 18-1434 del 5 de diciembre de 2002:.....	19
5.2.11.	Ley 1122 de 2007:.....	20
5.2.12.	Ley 1295 del 6 de abril de 2009:	20
5.2.13.	Ley 1036 del 5 de junio de 2009:	20
5.2.14.	Ley 1335 del 21 de julio de 2009:	20
5.2.15.	Ley 1355 del 14 de octubre de 2009:.....	20
5.2.16.	Acuerdo 4 de 2009:	20
5.2.17.	Ley 1364 del 21 de diciembre de 2009:	20
5.2.18.	Ley 1373 del 8 de enero de 2010:.....	21
5.2.19.	Ley 1374 del 8 de enero de 2010:.....	21
5.2.20.	Ley 1384 del 19 de abril de 2010:	21

5.2.21.	Ley 1388 del 26 de mayo de 2010:	21
5.2.22.	Ley 1438 de enero 19 de 2011:	22
5.2.23.	Resolución 1383 de 2013:	22
5.2.24.	Resolución 1419 del 6 de mayo de 2013:.....	23
5.2.25.	Resolución 1440 del 6 de mayo de 2013:.....	23
5.2.26.	Resolución 1441 del 6 de mayo de 2013:.....	23
5.2.27.	Resolución 1442 del 6 de mayo de 2013:.....	24
5.3.	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	24
5.3.1.	Descripción del servicio de radioterapia	25
5.3.2.	Talento humano:.....	25
5.3.3.	Infraestructura:.....	26
5.3.4.	Dotación:	27
5.3.5.	Medicamentos, dispositivos médicos e insumos:.....	27
5.3.6.	Procesos prioritarios:	27
5.3.7.	Historia clínica y registros:	28
5.3.8.	Interdependencia:.....	29
5.4.	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.	29
5.4.1.	Características generales Elekta Synergy Platform.....	31
5.4.2.	Mesa de tratamiento	32
5.4.3.	Sistema de colimación del haz.....	33
5.4.4.	Sistema de adquisición de imágenes en tiempo real. IVIEWGT™	33
5.4.5.	Consolas en sala de control	34
5.4.6.	Sistema de planificación.....	34
6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	35
6.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	35
6.2.	ÁREA DE INFLUENCIA.....	36
6.3.	EVALUACIÓN FINANCIERA	38
6.3.1.	Estudio de mercado	38
6.3.2.	Activos fijos.....	39
6.3.3.	Valor del equipo.....	39
6.3.4.	Financiación.....	39
6.3.5.	Propuesta de financiación con tasa IBR.	39

6.3.6.	Propuesta de financiación con tasa DTF.	40
6.3.7.	Depreciación de activos fijos	42
6.3.8.	Costos fijos	45
6.3.9.	Personal asistencial y administrativo	45
6.3.10.	Activos diferidos	46
6.3.11.	Capital de trabajo.....	47
6.3.12.	Inversión total.....	47
6.3.13.	Ingresos	48
6.3.14.	Estado de resultados	53
6.3.15.	Flujo de caja.....	54
6.3.16.	Valor presente neto (VPN).	54
6.3.17.	Tasa interna de retorno (TIR)	55
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	56
8.	ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1-	Propuesta de financiación con tasa de indexación IBR	40
Tabla No. 2-	Propuesta de financiación con tasa de indexación DTF	41
Tabla No. 3-	Infraestructura para el servicio de radioterapia según el SOGCS	42
Tabla No. 4-	Costo de construcción de infraestructura de radioterapia	42
Tabla No. 5-	Depreciación de activos fijos	44
Tabla No. 6-	Costo de personal para el funcionamiento del servicio	46
Tabla No. 7-	Activos diferidos.....	47
Tabla No. 8-	Propuesta de financiación con tasa de indexación IBR	47
Tabla No. 9-	Inversión total	47
Tabla No. 10-	Tarifas procedimientos de radioterapia y quimioterapia según ISS 2000.....	48
Tabla No. 11-	Ingresos de acuerdo con manual tarifario ISS 2000.....	52
Tabla No. 12-	Proyección de ingresos de acuerdo con tarifas definidas	53
Tabla No. 13-	Estado de resultados entre los años 2015 y 2019	53
Tabla No. 14-	Ingresos de acuerdo con manual tarifario ISS 2000.....	54
Tabla No. 15-	Cálculo de Tasa Interna de Retorno (TIR)	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 – Elekta Synergy Platform.....	32
Figura No. 2 – Mesa de Tratamiento.....	32
Figura No. 3 – Sistema de Colimacion del Haz.....	33
Figura No. 4 – Ubicación geográfica de lote destinado a la construcción.....	36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 - Mortalidad general por grandes causas Hombres, Colombia, 2010	10
Gráfico No. 2 - Mortalidad general por grandes causas Mujeres, Colombia, 2010.....	10
Gráfico No. 3 - Mortalidad por cáncer según causas Hombres, Colombia, 2010	11
Gráfico No. 4 - Mortalidad por cáncer según causas Mujeres, Colombia, 2010	11
Gráfico No. 5 - Incidencia estimada de cáncer, por Departamentos, Hombres, Colombia, 2002-2006 Casos anuales	37
Gráfico No. 6 - Incidencia estimada de cáncer, según localización, Hombres, Antioquia, 2002-2006. Casos anuales	37
Gráfico No. 7 - Incidencia estimada de cáncer, según localización, Mujeres, Antioquia, 2002-2006. Casos anuales	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1 - Tabla Mortalidad general grandes causas Hombres, Colombia 2010.....	58
Anexo No. 2 - Tabla Mortalidad general grandes causas Mujeres, Colombia 2010	59
Anexo No. 3 - Mortalidad por cáncer según causas Hombres, Colombia 2010	60
Anexo No. 4 - Mortalidad por cáncer según causas Mujeres, Colombia 2010.....	61
Anexo No. 5 - Tabla Población Departamento de Antioquia.....	62
Anexo No. 6 - Garantía de calidad de los aceleradores	64
Anexo No. 7 - Garantía de calidad de los simuladores.....	67
Anexo No. 8 - Garantía de calidad del equipo de medición	68
Anexo No. 9 - Garantía de calidad para los sistemas de planificación de tratamientos y cálculo de la unidad del monitor	70
Anexo No. 10 - Proceso de planificación de tratamientos	71
Anexo No. 11 - Tabla Incidencia estimada de cáncer, por Departamentos Hombres, Colombia, 2002-2006	72
Anexo No. 12 - Tabla Incidencia estimada de cáncer, por Departamentos Mujeres, Colombia, 2002-2006	73
Anexo No. 13 - Tabla Incidencia estimada de cáncer, según localización, Hombres, Antioquia, 2002-2006	74
Anexo No. 14 - Tabla Incidencia estimada de cáncer, según localización, Hombres, Antioquia, 2002-2006	75

1. DEFINICIONES

A continuación se definen algunas expresiones de uso común para este proyecto de investigación para una mejor comprensión del mismo:

ADYUVANTE: tratamiento oncológico complementario a otro que se ha realizado previamente.

BRAQUITERAPIA: tratamiento radioterápico que consiste en la colocación de fuentes radiactivas encapsuladas dentro o en la proximidad de un tumor. El objetivo de este tratamiento es administrar dosis altas de radiación al tumor, con dosis escasas a los tejidos.

CANCER: Según la OMS, el término cáncer se aplica a una gran variedad de enfermedades que pueden afectar cualquier parte del cuerpo, cuya característica principal es la multiplicación rápida de células anormales.

ESTADÍO: cada una de las fases evolutivas del cáncer. Se aceptan cuatro estadios, el estadio I se refiere a una fase inicial, los estadios II y III a fases intermedias y el estadio IV hace referencia a una fase donde el cáncer se ha diseminado.

NEOPLASIA: De acuerdo a sus raíces etimológicas, significa “tejido de nueva formación” y se aplica generalmente a los tumores malignos.

METASTASIS: Es la propagación de un foco canceroso a un órgano distinto de aquel donde se originó, siendo la causa del 98% de las muertes por cáncer.

RADIOTERAPIA: tratamiento con irradiaciones de alta energía para destruir las células cancerosas.

RADIOTERAPIA EXTERNA: Tratamiento oncológico en el que la fuente de irradiación está a cierta distancia del paciente en equipos de grandes dimensiones, como son la unidad de Cobalto y el acelerador lineal de electrones.

SIMULACIÓN: Proceso que permite planear los tratamientos de radioterapia sobre un área determinada, a partir de imágenes de TAC y con la ayuda de ordenadores.

ACTIVO: Es el conjunto de bienes inmuebles, mercancías y derechos de cobro que tiene una sociedad o empresa.

AMORTIZACIÓN: En los préstamos hace referencia a la devolución del capital por parte del prestatario, ya sea mediante el pago periódico de las cuotas o mediante pagos extraordinarios.

BALANCE: Documento contable que indica la situación económica y financiera de una sociedad a una fecha determinada. Está compuesto por dos partes que tienen idéntico valor: el activo y el pasivo.

DEPRECIACIÓN: Reducción del valor de un bien. En el caso de elementos físicos como maquinaria o bienes, suele deberse al paso del tiempo y a los efectos del uso.

LEASING: arrendamiento financiero que consiste en alquilar un bien determinado a cambio de una renta periódica, donde se ofrece una opción de compra del bien por un valor residual al término del contrato.

VALOR PRESENTE NETO: Es aquel valor que permite determinar si un proyecto es financieramente viable o no en un horizonte de proyección determinado.

TASA INTERNA DE RETORNO: mide la tasa de descuento o rendimiento de un proyecto de inversión que a través de los flujos de caja futuros netos hace que el Valor Presente Neto sea igual a cero, es decir, nos muestra cuál es el tipo de interés para el cual el proyecto de inversión no genera beneficios ni pérdidas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cáncer es una de las principales causas de muerte en el mundo. Según la organización mundial de la salud OMS, el número de muertes en el año 2008 ascendió a 7.600.000 personas (1). A nivel mundial las principales defunciones por tipo de patología son la pulmonar con 1.370.000, gástrico con 736.000, hepático con 695.000, colo-rectal con 608.000, mama con 458.000 y cérvico-uterino con 275.000.

En Colombia, para el año 2010 se presentaron un total de 33.450 muertes por la enfermedad (Anexo 1), convirtiendo el cáncer en la cuarta causa de muerte en hombres y la tercera causa de muerte en mujeres (Anexo 2). El grafico 1 muestra la mortalidad general en Colombia por tipo de causa para hombres en porcentaje y el grafico 2 el porcentaje de muertes por tipo de causa en las mujeres.

Gráfico No. 1 - Mortalidad general por grandes causas Hombres, Colombia, 2010

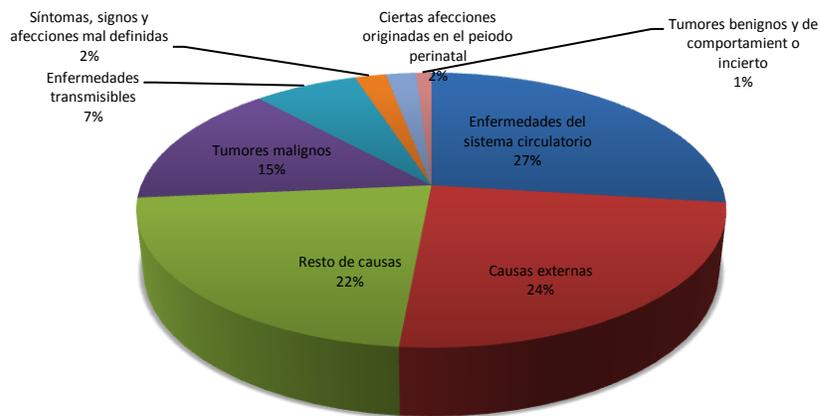
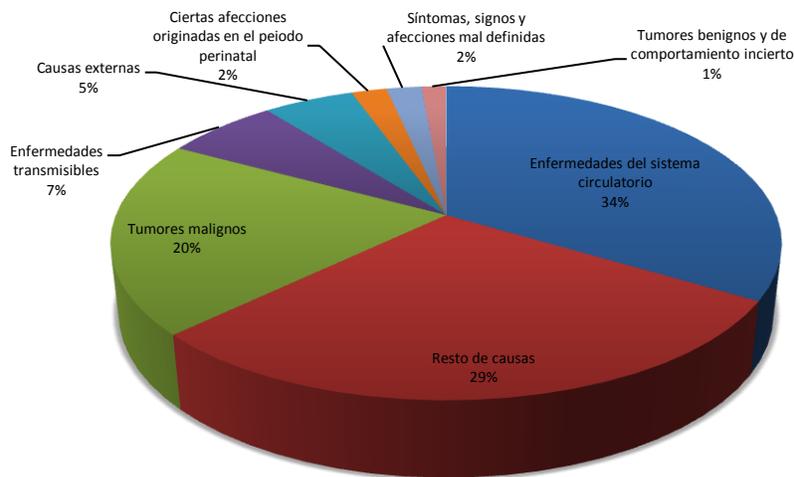
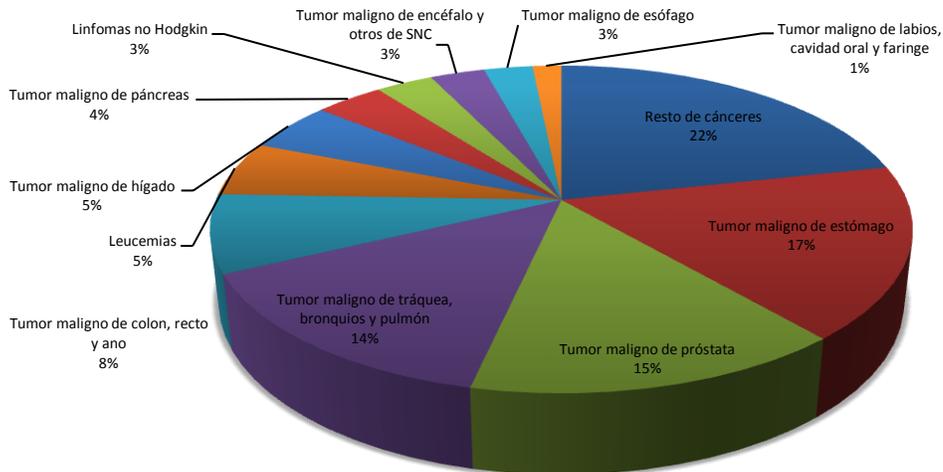


Gráfico No. 2 - Mortalidad general por grandes causas Mujeres, Colombia, 2010



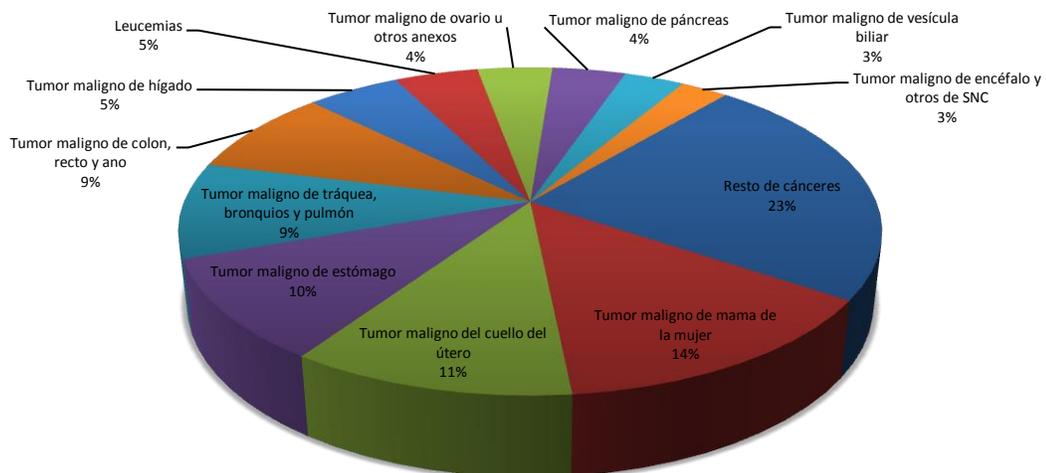
La primera causa de muerte por cáncer en el país en la población masculina la ocupa el cáncer gástrico con 2796 muertes, seguido de próstata con 2431, tráquea 2357 y colon con 1261 muertes (Anexo 3). El grafico 3 muestra el porcentaje de mortalidad por tipo de cáncer en la población masculina.

Gráfico No. 3 - Mortalidad por cáncer según causas Hombres, Colombia, 2010



Para la población femenina, la primera causa de muerte por cáncer la ocupa el cáncer de mama con 2381 muertes, seguido del cuello uterino con 1892, estómago 1709 y pulmón con 1606 (Anexo 4). El grafico 4 muestra el porcentaje de mortalidad en la población femenina.

Gráfico No. 4 - Mortalidad por cáncer según causas Mujeres, Colombia, 2010



No obstante sus altos índices de mortalidad, la sobrevivencia de los pacientes y los resultados en los tratamientos de la enfermedad se podría mejorar si se implementan programas de prevención y detección temprana, si se redujeran los tiempos de inicio del tratamiento

desde su diagnóstico, así como la aplicación ininterrumpida del tratamiento que garanticen un adecuado manejo integral de la afección.

Para tratar el cáncer se tienen tres alternativas terapéuticas principales como son la cirugía, la radioterapia y la quimioterapia. Para este estudio se considerarán los tratamientos con radioterapia, los cuales son cada vez más frecuentes y utilizados por los especialistas, para lo cual se analizará la viabilidad financiera de construir una unidad de radioterapia para El Centro Oncológico de Antioquia S.A. en el municipio de Envigado.

3. JUSTIFICACIÓN

En el año 1997 el estudio de la Organización Panamericana de la Salud denominado “Organización desarrollo, garantía de calidad y radioprotección en los servicios de radiología: imaginología y radioterapia”, propuso un modelo para calcular el número de equipos necesarios para cubrir la población mundial (2). Según este se necesitarían 4.400 equipos de radioterapia para atender a 4.400 millones de personas. Lo anterior considerando que la incidencia en cáncer sea de 75 a 150 casos por cada 100 mil habitantes, asumiendo que se presenten 4.400.000 casos nuevos de cáncer por año, que el 50% requieran tratamiento radio terapéutico y que una máquina pueda atender 500 de los casos anualmente. Esto significa que se debe tener aproximadamente un equipo de mega voltaje por cada millón de habitantes.

Según algunos conceptos de la Sociedad Española de Oncología Radioterápica (SEOR), la tasa de equipos de teleterapia por millón de habitantes en España está por encima de cinco, y se considera que deben de existir 6 aceleradores lineales por cada millón de habitantes SEOR considera que esta media de seis unidades por millón de habitantes es el límite mínimo para garantizar una excelente cobertura.

Otro estudio de la Agencia Internacional de la Energía Atómica en Austria (3), muestra que los países Nórdicos, Bélgica, Holanda y Suiza están bien cubiertos con equipos de radioterapia, mientras que la mayoría de los países del este y sureste de Europa tienen insuficiencia. Al estudiarse la base de datos del Directorio de Centros de Radioterapia (DIRAC), se puede corroborar que los países Europeos tienen media de 5.3 máquinas por cada millón de habitantes, oscilando este valor entre menos de dos por millón en países como Macedonia y Rumania a más de ocho en Dinamarca, Suiza, Bélgica, Finlandia y Suecia.

Además un estudio de la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA) del año 2004 en 19 países de Latinoamérica (4), muestra que existen 710 unidades de teleterapia para una población de 516.700.000 personas lo que arroja una media de 1.37 unidades de mega voltaje por millón de habitantes, superior a la mínimo que recomienda el estudio de la OPS de una unidad de mega voltaje por millón de personas. Sin embargo el mismo estudio muestra que de 470 centros estudiados, el 21% están equipados únicamente con unidad de teleterapia cobalto 60, es decir son de nivel 0; el 51% son de nivel 1, o sea que cuentan con teleterapia y braquiterapia, sistema de planificación de tratamiento y de inmovilización de pacientes, un radio oncólogo y al menos un físico médico de tiempo parcial; el 25% son de nivel 2 o sea que cuenta además de lo anterior con sistema de simulación, posibilidades de protección personalizada y adaptadas a los volúmenes de interés en cada paciente y un físico médico de tiempo completo. Solo el 3% restante son de nivel 3, los cuales ofrecen al paciente técnicas especiales con intensidad modulada, radiocirugía o radioterapia intra operatoria.

Lo anterior muestra que más del 20% de los centros de radioterapia en Latinoamérica ofrecen servicios sin los requisitos mínimos de calidad y el 51% deben complementar sus servicios. En otras palabras aproximadamente el 72% de los centros de radioterapia tienen que mejorar la calidad de operación.

Hoy en día las tecnologías más modernas para el tratamiento de pacientes con radioterapia lo constituyen los aceleradores lineales con colimadores multihojas. Esos cuentan con sistemas electrónicos de imagen portal con detectores sólidos; sistema de simulación virtual; cálculo tridimensional para distribución de las dosis; sistemas de registro y verificación de parámetros y módulos para radioterapia de intensidad modulada. Estos equipos administran mediante muchos haces, dosis distribuidas según la forma del volumen a tratar, reduciendo la posibilidad de afectar órganos críticos o sanos.

Los aceleradores lineales con colimadores multihojas son la base de una unidad de radioterapia moderna. Solo una parte de estos centros en Latinoamérica cuentan con estos equipos. En particular de los 39 centros de radioterapia que funcionan en Colombia para el año 2007 únicamente 8 tenían aceleradores lineales con estas características y solo 4 cuentan con una red informática para radioterapia y solamente uno de 20 aceleradores lineales disponen de un sistema de imagen portal con detectores sólidos (4).

Actualmente en el departamento de Antioquia existen 9 equipos de radioterapia distribuidos en 5 centros de atención a saber: Instituto de Cancerología 3, Hospital Pablo Tobón Uribe 2, Fundación San Vicente de Paúl 2 (uno en Medellín y otro en Rionegro), Clínica El Rosario 1 y hospital Manuel Uribe Ángel 1. Teniendo en cuenta que para el año 2013 la población estimada para el Departamento de Antioquia según proyecciones del DANE es de 6.299.990 habitantes (Anexo 5), se tendría una media de una máquina por cada 700.000 habitantes aproximadamente. Con base en lo anterior y considerando lo sugerido por la OPS, se podría afirmar que se tendrían los equipos necesarios para cubrir la demanda, pero a la vez se tendría que entrar a considerar los índices de incidencia en cáncer, la distribución geográfica de las unidades, la calidad de los equipos existentes, la disponibilidad del recurso humano y otros temas de calidad. Pero se estaría por debajo de los estándares recomendados por SEOR que recomienda una unidad por 250.000 habitantes para un adecuado cubrimiento de las necesidades en radioterapia.

Además de lo anterior, se debe tener en cuenta que según la actual legislación en cáncer tal y como lo expresa la Ley 1384 de 2010 o Ley Sandra Ceballos, la Ley 1438 de 2011, La Resolución 1419 del 6 de mayo de 2013 y la Resolución 1441 del 6 de mayo de 6 de mayo de 2013, es obligatorio para todas las IPS que presten servicios de salud en oncología que garanticen la integralidad de tratamiento al paciente oncológico, entre lo que se cuenta con la de disponer de los servicios de radioterapia.

4. OBJETIVOS

GENERAL

Realizar el estudio de factibilidad para una unidad de radioterapia en el Centro Oncológico de Antioquia S.A, la cual estará ubicada en el municipio de Envigado como una empresa sostenible, que brinde un servicio integral y de calidad para los usuarios con diagnóstico de cáncer en el departamento de Antioquia.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Describir las normas legales para prestar servicios de oncología.
- Establecer los aspectos técnicos para la construcción de una unidad de radioterapia.
- Definir la inversión total de la unidad de radioterapia del Centro Oncológico de Antioquia.

5. MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES

La radioterapia es una forma de tratamiento de tumores malignos en el que se emplean radiaciones ionizantes para destruir tumores. Estas radiaciones pueden ser rayos x o radioactividad que incluye rayos gamma y partículas alfa. Con éste se logra la destrucción o reproducción y crecimiento de las células malignas de forma local. Las fuentes de radiación pueden estar ubicadas a cierta distancia de los tumores a irradiar la cual se denomina teleterapia o pueden colocarse en contacto directo con los tejidos la cual se denomina braquiterapia. También se tiene la medicina nuclear terapéutica, la cual consiste en suministrar al paciente sustancias radioactivas que irradian el órgano como el yodo -131, el estroncio – 89 y otros anticuerpos monoclonales marcados con isótopos. Aunque la técnica propiamente dicha se inició a principios de los años 50 con los equipos de tele terapia cobalto 60 y en los años 60 con la aparición de los aceleradores de alto voltaje, se tienen casos documentados de hace más de 100 años, cuando se trataron pacientes oncológicos con rayos X.

El origen de los tratamientos con radiaciones ionizantes se relaciona directamente con tres descubrimientos que ocurrieron hace más de un siglo y que tuvieron un gran impacto para el desarrollo científico como lo acontecido en el año de 1895, cuando Wilhelm Conrad Roentgen del descubrimiento de “un nuevo tipo de radiación” que posteriormente se denominaría los rayos X; en 1896, Antoine Henri Becquerel descubrió la radiactividad natural; y en 1898, los hermanos Marie y Pierre Curie produjeron por primera vez el polonio y el radio puro (5).

Con estos descubrimientos se pudo comprender de manera más precisa la estructura submicroscópica de la materia y se vio la posibilidad de crear nuevas herramientas para el estudio del universo. Especialmente con los rayos X se dio comienzo al campo de la observación del interior del cuerpo humano y se reconoció de forma generalizada por la comunidad médica como una nueva tecnología diagnóstica. Además, también se pudo observar que estos rayos también tenían efectos biológicos ya que aparecieron zonas eritematosas y heridas en la piel de los operadores de los aparatos de rayos X y de los pacientes y surgió la idea de usarlos para tratar lesiones cancerosas. A comienzos del año 1896, se trataron dos pacientes en Chicago, Illinois, Estados Unidos, uno de ellos por enfermedad de cáncer de mama; en febrero de ese mismo año se trató a un paciente con cáncer nasofaríngeo en Hamburgo, Alemania, y en julio otro paciente con cáncer de estómago comenzó a recibir tratamiento en Lyon, Francia. Así, se puede afirmar que en un mismo año nacieron como disciplina el radiodiagnóstico y la radioterapia. Es muy probablemente la primera curación documentada de un caso de cáncer por medio de rayos X fue el de una mujer con una lesión cutánea nasal, que fue tratada por Stenbeck en Estocolmo, Suecia, en 1899 (6).

Debido a la utilización de la irradiación también se hizo necesario medir la cantidad y la calidad de la radiación empleada, dándose origen en el año 1896 a una nueva técnica para medirla como lo fue la dosimetría. Entre 1896 y 1904 se elaboraron técnicas dosimétricas suficientemente precisas para garantizar la reproducibilidad de las exposiciones a la radiación y evaluar la relación entre la dosis y su efecto. Esos conocimientos facilitaron el posterior desarrollo no solo de la radioterapia, sino también de la radiología y de la medicina nuclear. Aunque Becquerel y los esposos Curie ya habían observado en sí mismos efectos biológicos similares a los de los rayos X, el uso terapéutico de fuentes radiactivas demoró algún tiempo. En 1901, los esposos Curie prestaron fuentes de radio a algunos dermatólogos para que las emplearan con fines terapéuticos (5). Desafortunadamente los primeros resultados fueron poco promisorios, ya que la irradiación era desigual, el efecto terapéutico no era suficiente y se presentaban con frecuencia accidentes. Los primeros resultados favorables en el tratamiento de tumores se obtuvieron en 1905 en algunos pacientes con cáncer de piel y de cuello uterino.

La técnica de rayos X evolucionó hasta convertirse en una sub-disciplina de la radioterapia denominada teleterapia. La introducción en la práctica clínica de los haces de alta energía implicó una considerable mejoría en los resultados clínicos. La teleterapia con equipos cobalto-60 se utilizó por primera vez en octubre de 1951 y los aceleradores lineales en la década de 1960. A la par con los equipos anteriores se desarrollaron varias aplicaciones del radio hasta formar una nueva sub-disciplina denominada braquiterapia, basada en la inserción de material radiactivo sellado en cavidades directamente adyacentes a los tumores. Esta técnica se transformó con la introducción de diferentes materiales

radiactivos, de nuevas técnicas de aplicación del material en el paciente y de métodos dosimétricos más confiables y reproducibles.

A partir de entonces los tratamientos han cambiado hasta necesitar de una infraestructura tecnológica compleja; precisar de personal altamente especializado como lo son radiooncólogos, físicos médicos, tecnólogos y la implementación de técnicas, procedimientos y protocolos, dirigidos a la eficacia del tratamiento en tumores neoplásicos y a la adecuada protección de los tejidos y órganos adyacentes contra los efectos secundarios de la radiación.

Se calcula que la radioterapia bien sea sola o en adyuvancia con la cirugía o la quimioterapia se utiliza en más de la mitad de los pacientes de cáncer. Sin embargo, al igual que en muchos países en vías de desarrollo, la falta de tecnología apropiada y el déficit del recurso humano, hacen que aunque exista cobertura a nivel general, su distribución y ubicación no sea la indicada. Para nuestro caso observamos como a excepción del municipio de Rionegro, todos los equipos se encuentran concentrados en el municipio de Medellín, quedando el sur del área metropolitana y del departamento sin cobertura estratégica. Lo anterior, se presenta muchas veces por la falta de políticas públicas claras de implementación de nuevas tecnologías que no se integran al desarrollo privado de los servicios de salud.

Otro problema para evaluar la necesidad de equipos de radioterapia surge por la falta de estudios, datos y estadísticas, dejando la necesidad de estos equipos como un simple problema de cobertura poblacional por número de equipos necesarios. Otro criterio a considerar para evaluar la necesidad de equipos de radioterapia se puede basar en criterios de costo – beneficio o eficiencia debido a los altos costos de los equipos, en la efectividad que presenten para la atención de los pacientes y en la garantía de tratamientos seguros.

Hoy en día gracias a la llegada de tecnología de punta para los aceleradores lineales, los tratamientos con radioterapia son de mayor eficacia y precisión. Estas tecnologías modernas con colimadores multihojas y sistemas de simulación virtual, le ha permitido a la radioterapia ganarse un espacio importante en la medicina oncológica.

MARCO LEGAL.

A nivel internacional en el año 1990 se constituyó el Comité Interinstitucional de la Seguridad Radiológica (IACRS) (6,7), el cual tiene como función servir de foro de consulta en lo concerniente a seguridad radiológica entre las distintas organizaciones internacionales. Entre sus miembros se destacan la Comunidad Europea (CE), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Organismo internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización Internacional del trabajo (OIT), la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (NEA/OCDE), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y

el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR). Como organizaciones observadoras se tiene a la Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas (ICRU), la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA), la Comisión Electrónica Internacional (CEI) y la Organización Internacional de Normalización (ISO) (7). De este comité se prepararon las "Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (NBIS)", la cual se publicó en los años 1996 y 1997 por la OIEA.

El Régimen Internacional de Seguridad Nuclear y Radiológica se encarga de hacer velar los compromisos internacionales jurídicamente vinculante entre los estados miembros de la OIEA, del cual Colombia hace parte. Dentro de la normativa estatal aprobada para cumplir con los instrumentos internacionales se tiene:

5.2.1. Ley 728 de 2001:

Por medio de la cual se aprueba la "Convención sobre la protección física de los materiales nucleares", firmada en Viena y Nueva York el 3 de marzo de 1980.

5.2.2. Ley 702 de 2001:

Por medio de la cual se aprueba la "Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares", aprobada en Viena, el 26 de septiembre de 1986.

5.2.3. Ley 766 de 2002:

Por medio de la cual se aprueba la "Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica", aprobada en Viena el 26 de septiembre de 1986.

A nivel nacional, el marco normativo y legal en el que se fundamenta la política nacional de salud, de cáncer, salud ocupacional y de seguridad y protección radiológica contra las radiaciones ionizantes es la siguiente:

5.2.4. Ley 9 de 1979:

Código sanitario Nacional. Establece normas generales para preservar, restaurar y mejorar la salud humana. Además, reglamenta actividades y competencias en materia de salud pública.

Resolución 2400 del 22 de mayo de 1979:

Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.

Resolución 1016 del 31 de marzo de 1989. Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país.

5.2.5. Resolución 9031 del 12 de julio de 1990:

Por la cual se dictan y se establecen procedimientos relacionados con el funcionamiento y operación de equipos de Rayos X y otros emisores de Radiaciones Ionizantes y se dictan otras disposiciones.

5.2.6. Decreto 1295 del 22 de junio de 1994:

Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.

5.2.7. Decreto 1832 del 3 de agosto de 1994:

Por el cual se adopta la Tabla de Enfermedades Profesionales.

5.2.8. Ley 430 de 1998:

Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos. Presenta obligaciones a los generadores de residuos.

5.2.9. Ley 715 de 2001:

Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros. Se trata de una ley de carácter orgánico, porque sus normas poseen un nivel jerárquico superior a la Ley 100 de 1993, la deroga y sustituye a la ley 60 de 1993 y modifica el sistema de competencias y recursos generado por la ley 10 de 1990.

5.2.10. Resolución 18-1434 del 5 de diciembre de 2002:

Por la cual se adopta el Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica. Su objeto es "Adoptar el Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica, en adelante el Reglamento, el cual tiene por objeto establecer los requisitos y condiciones mínimos que deben cumplir y observar las personas naturales o jurídicas interesadas en realizar o ejecutar prácticas que causan exposición a la radiación ionizante o en intervenir con el fin de reducir exposiciones existentes, así como los requisitos y condiciones básicos para la protección de las personas contra la exposición a la radiación y para la seguridad de las fuentes de radiación,

denominados en lo sucesivo protección y seguridad”. Nada de lo prescrito en este Reglamento deberá interpretarse en el sentido de restringir u omitir cualquier otra medida que pueda ser necesaria para la protección y seguridad.

5.2.11. Ley 1122 de 2007:

Por la cual se hacen modificaciones al Sistema General de seguridad social en Salud. Contempla sobre la dirección del sistema, cobertura y financiamiento, aseguramiento, prestación de servicios, salud pública y los sistemas de control.

5.2.12. Ley 1295 del 6 de abril de 2009:

Atención integral a niños clasificados en niveles I, II y III del SISBEN. Establece que los derechos de los niños comienza desde la gestación, para que al nacer se les garantice su integridad física y mental.

5.2.13. Ley 1036 del 5 de junio de 2009:

Protección de personas con discapacidad mental. Busca crear los mecanismos para la protección de las personas con discapacidad mental, fijando principios, obligaciones y responsables de su cuidado.

5.2.14. Ley 1335 del 21 de julio de 2009:

Regulación sobre tabaco. Tiene por objeto regular el consumo, venta, publicidad y promoción de los cigarrillos, tabaco y sus derivados, así como la creación de programas de salud y educación que disminuyan el consumo, estableciendo sanciones a quienes quebranten esta ley.

5.2.15. Ley 1355 del 14 de octubre de 2009:

Declara la obesidad como una enfermedad crónica de Salud Pública. Deben haber entidades responsables de promover los ambientes sanos, la actividad física, la educación, la producción y distribución donde se ofrezcan alimentos para el consumo que sean saludables y no conlleven al avance del sobrepeso y luego la obesidad.

5.2.16. Acuerdo 4 de 2009:

Homologación POS niños .La Comisión de regulación en Salud procede a unificar los planes de beneficios para los niños del régimen contributivo y subsidiado en salud y ajusta la UPC del régimen subsidiado.

5.2.17. Ley 1364 del 21 de diciembre de 2009:

Póliza SOAT. Dispone que la vigencia de la póliza de seguro de daños corporales causados en accidente de tránsito será a lo menos anual, excepto de aquellas que se expidan transitoriamente para vehículos que circulen en zonas de frontera.

5.2.18. Ley 1373 del 8 de enero de 2010:

Vacunación gratuita y obligatoria. Se dispone que el Gobierno Nacional deberá garantizar la vacunación gratuita y obligatoria a toda la población infantil entre 0 y 5 años de edad.

5.2.19. Ley 1374 del 8 de enero de 2010:

Consejo Nacional de Bioética. Se dispone mediante la creación de éste, como órgano consultivo y asesor, para que se establezca un dialogo interdisciplinario para formular, articular y resolver los dilemas de la investigación.

5.2.20. Ley 1384 del 19 de abril de 2010:

Ley Sandra Ceballos para la atención integral del cáncer en Colombia. Se declara al cáncer como una enfermedad de interés en salud pública y prioridad nacional. Su objetivo es establecer las acciones para el control integral del cáncer, de manera que se reduzca la mortalidad y la morbilidad por cáncer adulto, así como mejorar la calidad de vida de los pacientes oncológicos, a través de la garantía por parte del estado y de los actores que intervienen en el sistema. El espíritu de la misma es que es deber de las autoridades de salud propender por la prevención, la detección temprana, el tratamiento oportuno y la rehabilitación del paciente.

El tratamiento integral del cáncer tendrá en cuenta las recomendaciones del Instituto Nacional de Cancerología, con el aporte de las sociedades científicas y quirúrgicas así como un representante de las asociaciones de pacientes. Además, el Ministerio de Protección social determinará las políticas de promoción y prevención, detección temprana, tratamiento, rehabilitación y cuidados paliativos.

La Ley también establece la creación de la red nacional de cáncer por parte del Ministerio de Protección Social, el cual la financiará y tendrá como coordinación al Instituto Nacional de Cancerología. Esta red tendrá a su cargo la gestión del sistema integral de información en cáncer, la gestión del conocimiento, la gestión de la calidad de la información, la gestión del desarrollo tecnológico y la vigilancia epidemiológica.

5.2.21. Ley 1388 del 26 de mayo de 2010:

Derecho a la vida de los niños con cáncer. La Ley tiene por objeto “disminuir de manera significativa la tasa de mortalidad por cáncer en los niños y personas menores de 18 años, a través de la garantía por parte de los actores de la seguridad social en salud, de todos los

servicios que requieren para su detección temprana y tratamiento integral, aplicación de protocolos y guías de atención estandarizados y con la infraestructura, dotación, recurso humano y tecnología requerida, en Centros Especializados para tal fin”

5.2.22. Ley 1438 de enero 19 de 2011:

Por medio de la cual se reforma el Sistema General de Seguridad Social en Salud y se dictan otras disposiciones.

La ley tiene como objeto el fortalecimiento del Sistema General de Seguridad Social en Salud, a través de un modelo de prestación del servicio público en salud que en el marco de la estrategia Atención Primaria en Salud permita la acción coordinada del Estado, las instituciones y la sociedad para el mejoramiento de la salud y la creación de un ambiente sano y saludable, que brinde servicios de mayor calidad, incluyente y equitativo, donde el centro y objetivo de todos los esfuerzos sean los residentes en el país.

Se incluyen disposiciones para establecer la unificación del Plan de Beneficios para todos los residentes, la universalidad del aseguramiento y la garantía de portabilidad o prestación de los beneficios en cualquier lugar del país, en un marco de sostenibilidad financiera. La reforma tiene como eje principal el modelo de aseguramiento universal. Reorienta el enfoque del sistema hacia la presentación del servicio, y se da un concepto de salud hacia la prestación del modelo integral. Se adoptan además, medidas eficaces para fortalecer la actuación de la Superintendencia Nacional de Salud.

5.2.23. Resolución 1383 de 2013:

Por medio del cual se adopta el Plan Decenal para el Control del Cáncer en Colombia, 2012-2021, contenido en el Anexo Técnico de la misma resolución, el cual forma parte integral de la misma. Su propósito es posicionar en la agenda pública el cáncer como un problema de salud pública y movilizar la acción del estado, la acción intersectorial, la responsabilidad social empresarial y la corresponsabilidad individual para el control de la enfermedad en Colombia.

En el año 2006 el Instituto Nacional de Cancerología (INC) elaboró, discutió y publicó el Modelo para el control del cáncer en Colombia. Este modelo define el control del cáncer como: Conjunto de actividades que de forma organizada se orientan a disminuir la carga de esta enfermedad en Colombia, mediante la reducción del riesgo para desarrollar los diferentes tipos de cáncer, la reducción del número de personas que mueren por esta causa y el incremento en la calidad de vida para quienes tienen la enfermedad (8).

El modelo tiene como objetivos el control del riesgo, la detección temprana, el tratamiento - rehabilitación y el cuidado paliativo. Estos objetivos corresponden a fines básicos para el

control del cáncer propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) dirigidos a garantizar la atención integral y adoptados por la gran mayoría de modelos y planes en el mundo. Para el cumplimiento de lo mismo se deberá garantizar una atención integral y continua.

El Plan Decenal para el Control del Cáncer en Colombia busca a partir de la evidencia científica existente y los lineamientos establecidos en el Modelo para el control del cáncer en Colombia, sentar las bases para controlar los factores de riesgo, reducir la mortalidad evitable por cáncer y mejorar la calidad de vida de los pacientes que padecen esta enfermedad.

Igualmente, el Plan Decenal para el Control del Cáncer en Colombia y Plan Decenal de Salud Pública, se orientan a garantizar una adecuada gestión de los servicios a través de la calidad, la eficiencia y la responsabilidad; la protección y promoción de derechos fundamentales por medio de la universalidad, la equidad y el respeto por la diversidad cultural y étnica y por último, la promoción de una construcción colectiva de la salud pública basados en la participación social y la inter-sectorialidad, desde los enfoques de derechos y diferencial del ciclo de vida, en el marco del Plan Decenal de Salud Pública.

5.2.24. Resolución 1419 del 6 de mayo de 2013:

Establece los parámetros y condiciones para la organización y gestión integral de las Redes de Prestación de Servicios Oncológicos y de las Unidades Funcionales para la atención integral del cáncer, así como los lineamientos para el monitoreo y evaluación de la prestación de servicios oncológicos.

5.2.25. Resolución 1440 del 6 de mayo de 2013:

Define las condiciones bajo las cuales los hogares de paso brindarán la atención como un servicio de apoyo social para los menores de 18 años , con presunción diagnóstica o diagnóstico confirmado de cáncer, conforme a lo previsto en el artículo 2 de la ley 1388 de 2010 y el numeral 3 del artículo 24 de la Resolución 2590 de 2012.

5.2.26. Resolución 1441 del 6 de mayo de 2013:

Establece los procedimientos y condiciones de habilitación, así como adoptar el Manual de Habilitación que deben cumplir: a) las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud, b) los Profesionales Independientes de Salud, c) los Servicios de Transporte Especial de Pacientes, y d) Las entidades con objeto social diferente a la prestación de servicios de salud, que por requerimientos propios de su actividad, brinden de manera exclusiva servicios de baja complejidad y consulta especializada, que no incluyan servicios de hospitalización ni quirúrgicos.

5.2.27. Resolución 1442 del 6 de mayo de 2013:

Por medio de la cual se adoptan las Guías de Práctica Clínica – GPC para el manejo de Leucemias y Linfomas en niños, niñas y adolescentes, Cáncer de Mama, Cáncer de Colon y Recto, Cáncer de Próstata y se dictan otras disposiciones.

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

El sistema de gestión de la calidad en radioterapia es una herramienta que mediante la implementación de políticas y procedimientos de verificación, tratan de asegurar que todos las operaciones involucradas en el proceso de atención del servicio sea el adecuado. Para su ejecución se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Protocolos clínicos aceptados con anterioridad.
- Personal calificado y adecuadamente entrenado.
- Equipo seleccionado y funcionando.
- Medición del grado de satisfacción de los pacientes.
- Protocolos de seguridad.
- Optimización de costos.

El objetivo de un programa de garantía de calidad en radioterapia es asegurar la entrega exacta de la dosis prescrita al tumor en el paciente y reducir al mínimo la dosis a los otros tejidos. Para procedimientos con radioterapia externa, se deben tener los siguientes datos antes del inicio del tratamiento:

- Prescripción con fecha y firma del radio-oncólogo.
- Dosis total y dosis por fracción.
- Área de tratamiento.
- Fraccionamiento y período total de tratamiento.
- Dosis máxima en órganos críticos en el volumen irradiado.

Es importante tener protocolos de formación de imágenes adaptados a los tratamientos con radioterapia, para que la colocación de los pacientes sea igual durante la localización tumoral, la simulación y el tratamiento.

La especificación de los volúmenes a tratar debe seguir las especificaciones del informe de la International Commission on Radiation Units and Measurements (9).

Para tratamientos con braquiterapia, se deben tener la siguiente información:

- Prescripción con fecha y firma del radio oncólogo
- Dosis total a un punto de referencia

- Número de fuentes y su distribución
- Fecha de referencia para el radioisótopo y la intensidad o actividad de la fuente

La especificación de los volúmenes a tratar debe seguir las especificaciones del informe de la International Commission on Radiation Units and Measurements (10).

El anexo 6 muestra la lista de los parámetros a evaluar tanto para radioterapia como para braquiterapia, así como las respectivas tolerancias y frecuencia de evaluación (11).

Los indicadores de calidad en radioterapia permiten evaluar periódicamente el programa de garantía de la calidad. Algunos indicadores a considerar son los siguientes:

- Indicador de tratamiento: Control local del tumor o ausencia de efectos secundarios.
- Indicador de seguridad: Disminución en los niveles de radiación tanto del paciente como del personal médico.
- Indicador de economía: Control de mantenimiento.

5.3.1. Descripción del servicio de radioterapia

Según la Resolución 1441 del 6 de mayo de 2013, la radioterapia es el servicio en el que, bajo la responsabilidad de un médico especialista en oncología radioterápica, se llevan a cabo tratamientos con radiaciones ionizantes y terapéuticas asociadas, fundamentalmente en el caso de pacientes oncológicos (12).

Los procedimientos y condiciones que tienen que cumplir las Instituciones Prestadoras de Salud en Colombia para habilitar un servicio de radioterapia son los siguientes:

5.3.2. Talento humano:

- Disponibilidad de médico especialista en radioterapia u oncología radioterápica. Presencial durante las fases de evaluación clínica, decisión de tratamiento de radioterapia, decisión de plan de tratamiento y primera sesión del tratamiento.
- Todo el equipo tratante debe demostrar disponibilidad para atender urgencias durante las 24 horas.
- Contar con: tecnólogo en radioterapia, profesionales en física, matemáticas, ingeniería, ciencias básicas o áreas de la salud, con maestría en ciencias físicas (física médica) o con especialización en protección radiológica y seguridad nuclear. Presente durante los procesos de planificación dosimétrica de pacientes.

- Oficial de protección radiológica para toda la institución, responsable de los procesos de protección radiológica.
- Cuando la IPS cuente con acelerador lineal o braquiterapia de alta tasa de dosis y radiocirugía todo el talento humano responsable (médico especialista, tecnólogo y profesionales en física, matemáticas, ingeniería, ciencias básicas o áreas de la salud, con maestría en ciencias físicas (física médica) o con especialización en protección radiológica y seguridad nuclear), deberá estar presente durante la realización de los respectivos procedimientos.
- Todo el personal asistencial deberá contar con licencia vigente de manejo de material radioactivo.
- Los profesionales vinculados a centros de radioterapia antes del año 2008 que tengan título de especialización en protección radiológica y que demuestren la experiencia clínica de 5 años desempeñando labores propias del físico médico, podrán laborar en centros de radioterapia desempeñándose como oficiales de protección radiológica o realizando labores propias de físico médico bajo la supervisión de un físico médico.

5.3.3. Infraestructura:

- El servicio se encuentra en un área física exclusiva y cumple con las condiciones de acceso definidas para servicios hospitalarios.
- La institución cuenta con Licencia de Manejo de Material Radioactivo vigente, expedida por la autoridad reguladora nuclear (Ministerio de Minas y Energía o al entidad por éste designada para tal fin) y licencia de funcionamiento de equipos de rayos X de uso médico vigente expedida por la Entidad Departamental o Distrital de Salud, cuando aplique.
- Cuenta con los siguientes ambientes, áreas o espacios exclusivos, señalizados y de circulación restringida con las siguientes características: Sala de moldeo o área de fabricación de accesorios de tratamiento. Sala de planeación de tratamientos. Sala de tratamientos de equipos de mega voltaje, con las unidades respectivas de tratamiento con espacio para movilización de equipos y personal, necesarios para la atención del paciente. La instalación deberá contar con señales luminosas en la puerta de la sala y consola de control indicando la presencia de radiación.
- Cuando se realicen procedimientos de teleterapia o de braquiterapia de alta tasa de dosis la sala debe contar con disponibilidad de oxígeno.
- Ambiente exclusivo para el almacenamiento de desecho en decaimiento con su respectivo registro de las mediciones para devolverlas al proveedor acorde a la actividad de dichas fuentes.

5.3.4. Dotación:

- Las salas de tratamiento deben estar equipadas con unidad de tratamiento correspondiente: Acelerador lineal, unidad de cobalto con una distancia de tratamiento mínima de 80 cm. Y una tasa de dosis de referencia mínima al isocentro de 50 cGy por minuto a Dmax, tanto para tratamiento curativo como paliativo.
- Equipo de rayos X para radioterapia superficial de electrones o sistema de alta tasa de dosis con circuitos de seguridad de interrupción de la radiación.
- Sistemas de monitoreo de radiación, (monitor de área independiente, alimentados con UPS) con certificado de calibración expedido por un LSCD (laboratorio secundario de calibración y dosimetría).
- Video para la observación del paciente y de comunicación por voz con el paciente.
- Equipo de simulación de tratamiento propio o en convenio con otra institución. No se aceptarán equipos convencionales de rayos X adaptados para hacer radiografías de localización.
- Contar con sistema de verificación de tratamiento (películas de verificación o sistema electrónico de imágenes portales).
- Si existe acelerador lineal, o unidad de rayos X superficiales se cuenta con un sistema de dosimetría adecuado para calibración de haces de radiación.
- Para unidades de cobalto o aceleradores lineales estar inscritos en el servicio postal de verificación de dosis con TLD del OIEA/OPS (Organización Internacional de Energía Atómica/Organización Panamericana de la Salud).
- Para braquiterapia de alta tasa de dosis cuenta con sistema de verificación de la actividad de la fuente.
- Todo servicio de radioterapia debe disponer de dispositivos para inmovilización de los pacientes.
- Se realiza control de calidad de equipos de dosimetría y detectores de radiación.

5.3.5. Medicamentos, dispositivos médicos e insumos:

- Aplica lo exigido para todos los servicios según la resolución 1441.

5.3.6. Procesos prioritarios:

Cuenta con manuales y/o protocolos de procedimientos para:

- Cumplimiento del manual de radio protección, que incluyan los procedimientos para evitar el efecto nocivo de las radiaciones para los pacientes, el personal de la institución, los visitantes y el público en general.
- Admisión y egreso de pacientes y acompañantes y el control de visitas a pacientes hospitalizados de braquiterapia de baja tasa de dosis.
- Protocolo de garantía de calidad de equipos detectores y detectores de radiación y de procedimientos.
- Protocolo de desechos hospitalarios radioactivos.
- Protocolo de manejo de emergencias radiológicas.
- Protocolo de sistema de vigilancia epidemiológica y radiológica del personal expuesto.
- Guías de manejo para iniciar un tratamiento de urgencia, para los casos de síndromes de compresión medular y de vena cava.
- Simulación de tratamientos.
- Planeación y cálculo del plan de tratamiento, incluyendo distribución de dosis y tiempo de tratamiento (minutos o unidades monitoras).
- Verificación inicial de tratamiento.
- Verificación del cálculo de dosis.
- Administración de tratamiento.

5.3.7. Historia clínica y registros:

Cuenta con:

- Inventario actualizado de las fuentes de radiación (equipos emisores y fuentes radioactivas) en el servicio.
- Registro de ubicación de fuentes radioactivas dentro de la institución que incluya: Nombre de los pacientes, ubicación del paciente, nombre de la fuente cuando las fuentes estén siendo usadas para tratamiento.
- Registro de tratamiento de cada uno de los pacientes que incluya: Tipo de tratamiento, distribución de dosis y tiempo de tratamiento (minutos o unidades monitoras). La selección de los objetivos del tratamiento-curación / paliación. Determinación de la relación dosis-tiempo-volumen. Identificación de órganos y tejidos sensibles. Simulación de planificación y selección de la posición de los campos. Selección de la modalidad y al energía. Cálculo de la distribución de la dosis y la verificación de la exactitud. Registro de inicio de tratamiento. Verificación de la exactitud de la repetición del tratamiento. Evaluación de la tolerancia al tratamiento. La evaluación de las complicaciones incluyendo prescripción de tratamiento,

plan de tratamiento o dosimetría, firmada por el físico médico, y dosis administrada de acuerdo con la prescripción.

- Registro de calibraciones y controles de calidad de: unidades de tratamiento, equipos de simulación, cálculo de dosis y de las fuentes radioactivas. Para lo anterior cuenta con libro de registro diario para aceleradores lineales. Registros semestrales (control de calidad) para todos los equipos.
- Registro de investigación de accidentes e incidentes.

5.3.8. Interdependencia:

Disponibilidad de:

- Urgencias de alta complejidad.
- Ginecología oncológica cuando se ofrece el servicio de braquiterapia.
- Hospitalización de mediana y alta complejidad.
- Servicio farmacéutico.
- Transporte asistencial.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.

Según el Instituto de Investigación de Cuidados de Emergencia (ECRI Institute) (13), se tienen cuatro tipos de equipos de megavoltage:

- Unidad de radioterapia cobalto 60
- Aceleradores lineales de baja energía
- Aceleradores lineales de media energía
- Aceleradores lineales de alta energía

Las principales diferencias entre los equipos las determinan los rangos de energía del fotón y el electrón, por lo cual se debe determinar las necesidades de la demanda para saber qué tipo de máquina adquirir.

Las unidades de radioterapia cobalto 60 son análogas a los aceleradores lineales de baja energía y en ellas se pueden tratar el cáncer de hueso, tumores de cabeza y cuello y cáncer de mama. En general se puede afirmar que se pueden tratar el 60% de los pacientes que necesiten radiación. Tumores malignos de localización profunda como los de pelvis y tórax se tratan con aceleradores lineales de media y alta energía, correspondiendo aproximadamente al 25% de los pacientes. Finalmente, un 15% de los pacientes necesitan tratarse con un haz de electrón de alta energía.

La Agencia Internacional de Energía Atómica clasifica los centros de radioterapia en cuatro niveles a saber (14):

Nivel 0: Unidades con máquinas de cobalto 60 o aceleradores lineales de una sola energía y un radio oncólogo.

Nivel 1: Unidades con aceleradores lineales de alta energía y capacidad para planificación computarizada de tratamientos más compleja, sistema de inmovilización de pacientes, un radio oncólogo y un físico médico.

Nivel 2: Además de lo incluido en los niveles anteriores, contar con sistema de simulación, posibilidad de construcción de protecciones personalizadas.

Nivel 3: Además de lo incluido para los niveles anteriores, ofrecer técnicas de radioterapia por intensidad modulada (IMRT), radiocirugía o radioterapia intraoperatoria.

La Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación (CIUR) concluyó que, según los estudios disponibles para ciertos tipos de tumores, es necesario aplicar la dosis al volumen que se ha de tratar con una exactitud de $\pm 5\%$ si se desea erradicar un tumor primario (15). Se debe tener en cuenta que esa tolerancia corresponde a una incertidumbre estimada aplicando intervalos de confianza de 95%, lo que corresponde a una exactitud de $\pm 2,5\%$ en la expresión de estos conceptos. Aunque este criterio es demasiado estricto si se toma en cuenta la complejidad del proceso de la radioterapia, los avances de la radiobiología y la radioterapia modernas permiten la aplicación de dosis con una gran exactitud, sobre todo cuando se aplican técnicas con escalamiento, es decir, dosis superiores a las definidas como estándares en la radioterapia convencional.

El Centro Oncológico de Antioquia S.A considera adquirir una máquina para construir una unidad de atención en radioterapia Nivel 3 que cumpla entre otras con las siguientes características:

- Energía en fotones y electrones
- Tasa de dosis ajustable al isocentro
- Niveles de energía
- Terapia en arco
- Mesa con facilidad de movimientos
- Colimador multihojas
- Isocentro con distancia fuente eje
- Controles computarizados
- Sistema de planificación IMRT

A nivel internacional, las empresas que ofrecen equipos con las características científicas y de calidad para este centro son Siemens, Elekta y Varian.

Para este estudio se elige analizar el equipo ELEKTA SYNERGY PLATAFORM, el cual ofrece la posibilidad de incorporar upgrades en su plataforma. Esto es posible gracias al diseño modular del acelerador Elekta, el cual incluye colimador multiláminas y el sistema de imagen portal iViewGT. Además posee estativo compacto que integra guía de ondas progresiva y magnetrón FASTRAQ de alta potencia y larga duración, el cual estadísticamente es de 5 años de vida media y capacidad para técnicas IMRT.

Dentro de las características exclusivas del equipo se pueden enumerar las siguientes:

- Ampliable hasta 3 energías de fotones
- Ampliable hasta 9 energías de fotones
- Distancia Isocentro – suelo: 124 cm
- Distancia cabeza de tratamiento – isocentro: 45 cm

5.4.1. Características generales Elekta Synergy Platform.

- Acelerador lineal de diseño avanzado sobre estructura modular
- Guía de ondas con 20 años de garantía
- Magnetrón de alta capacidad de sustitución rápida
- Sistema de control Desktop Mosaiq basado en Windows
- Modo de tratamiento Quick-Mode
- Auto-Wedge integrada, proporcionando cualquier ángulo de cuña entre 1 y 60°
- Dos monitores a ambos lados del acelerador para mayor accesibilidad a los datos
- Capacidad arco terapia para fotones (tratamientos de alta y baja energía) y electrones (tratamientos superficiales, mamas y piel)
- Arco terapia en el sentido de agujas del reloj y en sentido contrario
- Modo de posicionamiento asistido remoto, para los parámetros de posición del acelerador.
- Modo de diagnóstico “in situ” para calibración del sistema y análisis de fallos en pantalla
- Porta bandejas de bloques
- Mando colgante
- Kit básico de piezas de recambio
- Entrenamiento y aplicación in situ

Figura No. 1 – Elekta Synergy Platform.



5.4.2. Mesa de tratamiento

- Mecanismo en “Z” único e innovador para el movimiento vertical de la mesa.
- Excelente especificación en cuanto a pandeo 3mm
- Controles de movimiento lateral de la mesa duales
- Diseño compacto y ergonómico que facilita el uso clínico.
- Compatibilidad con todos los tableros disponibles.
- Peso máximo admisible de 200 Kg.
- Table Top: iBEAM® evo

Figura No. 2 – Mesa de Tratamiento.



5.4.3. Sistema de colimación del haz

Colimador Multiláminas ELEKTA MLCi de 80 láminas integrado en el cabezal estándar y diseñado para poder hacer tratamientos conformados y de IMRT (modulación de la intensidad del haz). El cabezal admite el posicionamiento de bandejas de sombras y aplicadores de electrones.

Las 80 láminas de 1 cm de espesor en isocentro permiten conformar los campos y dan capacidad al sistema para modular la intensidad del haz. El campo máximo utilizable es de 40 x 40 cm. y el mínimo 0,5 x 0,5 cm, mientras el campo máximo con esquinas cuadradas es de 35 x 35 cm.

Las láminas pueden sobrepasar 12,5 cm el isocentro (sobre recorrido) para conformar campos asimétricos y su sistema de control está completamente integrado al acelerador. Posee capacidad para realizar técnicas de modulación de intensidad IMRT, con *Precise BEAM* y sistema de visualización de la posición real de las láminas.

Figura No. 3 – Sistema de Colimacion del Haz.



5.4.4. Sistema de adquisición de imágenes en tiempo real. IVIEWGT™

iViewGT™ es una unidad electrónica de imagen portal totalmente integrada en el sistema Elekta SYNERGY PLATFORM® ofertado y preparado para adquisición de imágenes en tiempo real y manipulación de las mismas, con las siguientes características:

- Sistema de Imagen con Panel de estado sólido de Silicio Amorfo
- Dimensiones del panel de 41 x 41 cm
- Tamaño de campo de 26 x 26 cm en isocentro
- Brazo retráctil (escamoteable de forma automática)
- DICOM 3.0 (para archivo, importación, exportación, ...)
- Sistema anticolidión “touchguard”.

5.4.5. Consolas en sala de control

Para el acelerador

Desktop Pro es el Sistema de Gestión Integral de los Aceleradores Elekta. Proporciona en un único sistema integrado, control completo del acelerador y todos sus componentes incluyendo el multiláminas integrado MLCi.

El interfaz de usuario entre la base de datos de pacientes y el Desktop Pro, se realiza con:

MOSAIQ Desktop Pro (Integra todos los servicios: Planeación, HC)

- Módulo de control software del acelerador
- Registro y Verificación de tratamientos
- Ficha electrónica
- Módulo de comunicación DICOM
- Agenda departamental (Scheduling)
- Licencias SQL de base de datos
- Licencia iCom Fx, IMPAC-Acelerador
- Licencia iCom Vx, Acelerador-IMPAC
- Sistema de Volcado de datos (Back up)

5.4.6. Sistema de planificación

La etapa de simulación requiere de sistemas de captura de imágenes del paciente en la posición y con los sistemas de inmovilización idénticos a los que se usarán durante el tratamiento. Para ello se debe contar con un simulador convencional o un simulador con posibilidad de realizar cortes mediante tomografía axial, o con una unidad de tomografía computarizada adaptada para simular el proceso de radioterapia.

De esa manera se pueden obtener los datos anatómicos necesarios y las imágenes radiográficas o tomográficas sobre las que el médico dibuja el volumen que debe tratarse y los órganos en riesgo, para posteriormente definir las dosis necesarias en ese volumen y la máxima en dichos órganos. El resultado de esta etapa debe ser la prescripción de un tratamiento acorde con las recomendaciones de la CIUR (16).

La planificación del tratamiento, a cargo del físico médico, se lleva a cabo en los llamados sistemas computarizados de planificación, que modelan previamente las fuentes y los haces de radiación. Una vez definidos los campos y los haces de radiación, se calcula la distribución de la dosis en el paciente con la ayuda de un modelo tridimensional creado con los datos del paciente. La exactitud de la distribución calculada depende de la exactitud con

que se hayan modelado los haces de radiación y la anatomía del paciente y de la comprensión que el físico médico tenga del algoritmo y del programa de cálculo.

Como resultado de esta etapa se debe contar con un plan de tratamiento validado por el médico especialista en radioterapia (radio oncólogo) responsable del paciente, de acuerdo con su prescripción inicial.

Para el sistema de planificación se cuenta con el programa ELEKTA XiO c/ IMRT y SISTEMA DE CONTORNEO FOCAL. XiO es un completo sistema de planificación para tratamientos 3D e IMRT que combina las más avanzadas herramientas y los más robustos algoritmos de cálculo de dosis con una interface de usuario intuitiva y amigable, permitiendo a los usuarios generar planos de manera rápida y precisa con fines de optimizar el procedimiento de radioterapia.

Las herramientas de planificación automatizadas reducen el tiempo de planificación mientras aumenta la eficiencia clínica con el más avanzado paquete de funcionalidades. La función de fusión de imagen automatizada hace el registro de múltiples sets de datos de manera rápida y confiable. Herramientas de contorneo, auto-segmentación y poderosas funcionalidades de diseño y edición permiten la identificación y delineación fácil y rápida de los volúmenes-targets y estructuras críticas.

Flexibilidad y Precisión de Dosis: múltiples algoritmos de cálculo de dosis robustos están incluso, como Clarkson, FFT Convolution, Multigrid Superposition e Fast Superposition, permitiendo a los usuarios la escoja del algoritmo más apropiado para cada plano individual. El compromiso de Elekta con la confiabilidad y precisión ES reflejada en suyo algoritmo Multigrid Superposition, lo que representa el estado-de la-arte en planificación 3D.

6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El lote donde se considera construir la unidad de radioterapia se encuentra situado en el paraje Tierra Blanca del Municipio de Envigado, Antioquia con un área de 12.188,79 Mt², cuyos linderos generales son los siguientes: Por el norte, al pie de la carrera 49, arrancando del mojón 9 al mojón 10 en línea recta en una extensión de 44.55 metros, por el occidente del mojón 10 al mojón 3 en línea recta en una extensión de 25.17 metros, de nuevo por el norte del mojón 3 en línea recta hasta encontrar andén y zona verde que la separa de la avenida Las Vegas, en una extensión de 122.87 metros, por el oriente en línea recta con andén y zona verde que lo separa de la Avenida Las Vegas en una extensión de 100.09 metros, por el sur en línea más o menos recta en una extensión de 143.66 metros, por el occidente de nuevo en parte en línea recta y en parte en línea semi-curva, en una extensión de 63.13 metros, hasta el mojón 9, punto de partida, identificado con la matrícula

inmobiliaria No 001-410461 de la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos de Medellín, Zona Sur.

Figura No. 4 – Ubicación geográfica de lote destinado a la construcción.



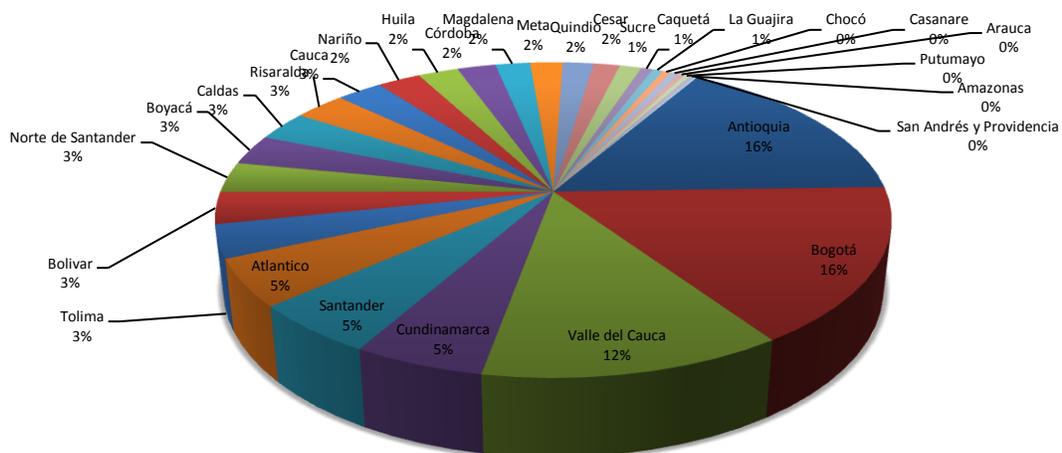
Como se puede observar, el lote se encuentra ubicado estratégicamente de forma equidistante entre los municipios de Envigado, Itagüí y sabaneta. Además, el localizarse entre dos estaciones del metro y estar entre la avenida regional y las vegas favorecen enormemente su accesibilidad para todo el área metropolitana.

■ ÁREA DE INFLUENCIA.

Como área de influencia se consideran todos los municipios del departamento de Antioquia, cuya población se proyecta según estimación del DANE para el año 2013, la cual se puede ver en el Anexo 5.

El Departamento de Antioquia ocupa el primer lugar a nivel nacional en cuanto a casos de cáncer en hombres con 5230 casos anuales, seguido del Distrito Especial de Bogotá con 5181, Valle del cauca con 3974 y el departamento de Cundinamarca con 1718 (Anexo 7). El grafico 5 muestra la incidencia por departamentos en porcentaje.

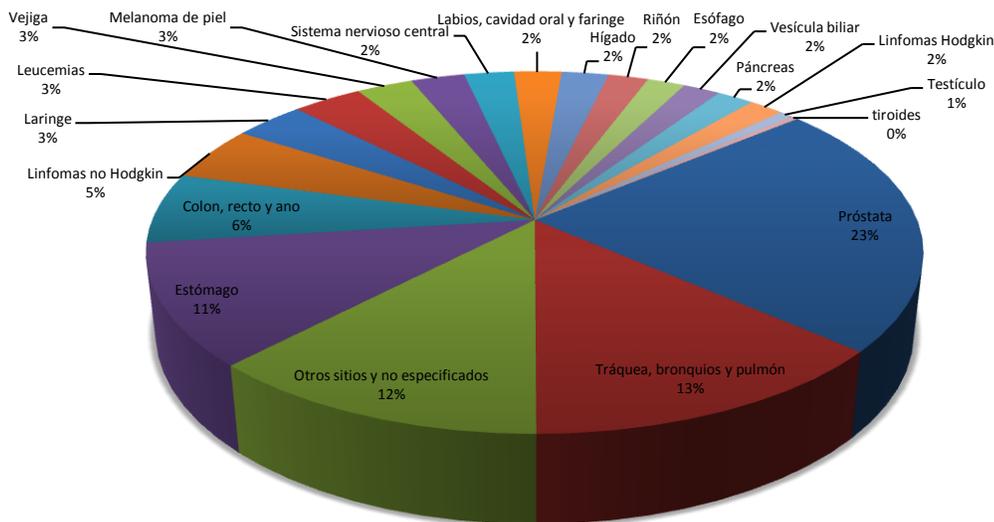
Gráfico No. 5 - Incidencia estimada de cáncer, por Departamentos, Hombres, Colombia, 2002-2006 Casos anuales



Para la población femenina, Antioquia ocupa el segundo lugar a nivel nacional en cuanto a casos de cáncer con 5958 casos anuales, superado por El Distrito Especial de Bogotá con 7054. Sin embargo, Antioquia tiene una tasa cruda anual de 208.1, superior a la de Bogotá que es de 201.5 (Anexo 8).

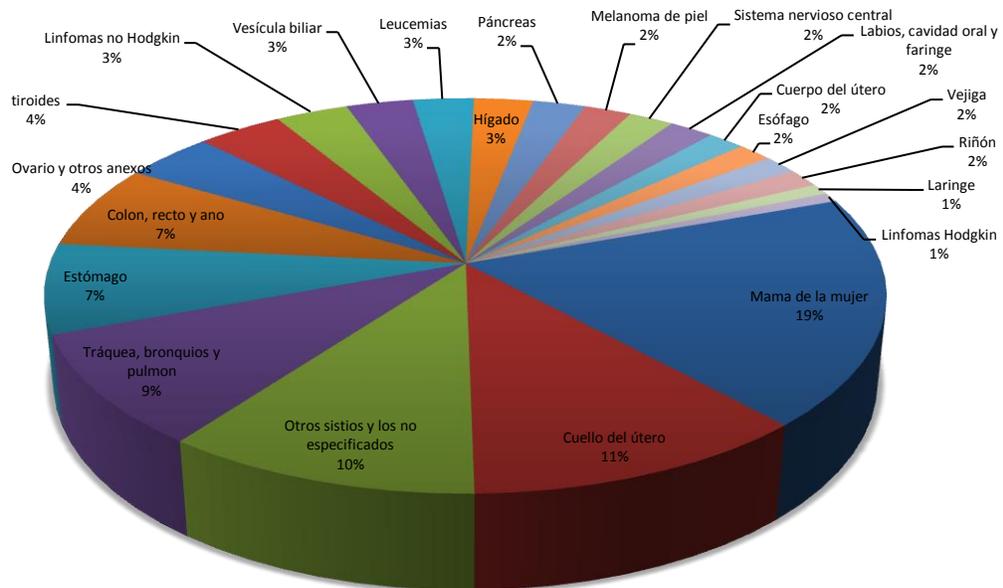
El cáncer de próstata es el de mayor incidencia en el departamento de Antioquia con 1184 casos anuales, seguido del pulmón con 702, estómago 567 y colon con 328 (Anexo 9). El gráfico 6 muestra el porcentaje de la incidencia del cáncer por localización en la población masculina en Antioquia.

Gráfico No. 6 - Incidencia estimada de cáncer, según localización, Hombres, Antioquia, 2002-2006. Casos anuales



Para la población femenina, el tipo de cáncer más frecuente es el de mama con 1120 casos anuales, seguido de cuello y útero con 684, pulmón 545 y estómago con 437 (Anexo 10). El gráfico 7 muestra el porcentaje de la incidencia del cáncer por localización en la población femenina en Antioquia.

Gráfico No. 7 - Incidencia estimada de cáncer, según localización, Mujeres, Antioquia, 2002-2006. Casos anuales



EVALUACIÓN FINANCIERA

6.3.1. Estudio de mercado

Actualmente en el sur del Área Metropolitana solo se cuenta con un equipo de radioterapia, el cual se encuentra ubicado en el Hospital Manuel Uribe Ángel. Según informes de varias aseguradoras, las citas para iniciar tratamientos están con una oportunidad superior a los tres meses, lo que supone la necesidad de contar con otro equipo para la zona. Además según informes extractados del sistema de información y cómputo del Centro Oncológico de Antioquia, la misma institución generó en promedio durante el año 2013 casi 70 pacientes/mes para inicio de tratamientos con radioterapia, lo que permite garantizar que con su propio volumen de usuarios el equilibrio en la operación del equipo. Por lo anterior, no se hace necesario implementar un estudio de mercado para determinar la demanda de usuarios del proyecto en su área de influencia.

6.3.2. Activos fijos

Son aquellos bienes de una empresa, que no pueden convertirse en dinero o efectivo a corto plazo y que normalmente son necesarios o indispensables para el funcionamiento de la empresa y no se destinan a la venta.

Son ejemplos de activos fijos: bienes muebles e inmuebles, maquinaria, material de oficina, etc. Se encuentran situados en la parte derecha del balance de resultados.

6.3.3. Valor del equipo

El precio total del equipo es de USD **1.773.000** (un millón setecientos setenta y tres mil dólares de USA) más IVA, es decir **USD 2.056.680** (dos millones cincuenta y seis mil seiscientos ochenta dólares de USA).

6.3.4. Financiación

Para la financiación se estudia la opción del Leasing Financiero, el cual ofrece las siguientes ventajas:

- Se tiene acompañamiento en la compra del activo, en aspectos financieros, aduaneros, cambiarios, tributarios, jurídicos y contables.
- La empresa no utiliza los recursos de crédito destinados a capital de trabajo en la inversión de activos fijos, mejorando la liquidez y planificación del flujo de caja.
- Se financia hasta el 100% del valor del equipo, incluido el IVA.
- El Leasing se encarga de todos los trámites de importación y nacionalización.
- Desembolsos de anticipos al proveedor en la etapa de fabricación, construcción e importación del activo.
- Pago de intereses en la etapa de anticipos sin amortización a capital hasta dar inicio al plazo del contrato de Leasing.
- Acceso a líneas de fomento Bancoldex, Findeter y Finagro, con todos los beneficios que estas ofrecen.

6.3.5. Propuesta de financiación con tasa IBR.

El IBR (Indicador Bancario de Referencia) es una tasa de interés de referencia de corto plazo denominada en pesos colombianos, que refleja el precio al que los bancos están dispuestos a ofrecer o a captar recursos en el mercado monetario (17). Está vigente desde el 1 de agosto de 2012 y su esquema se empezó a formar en enero de 2008 por el sector privado, con el respaldo del Banco de la República. Su objetivo es el de reflejar la liquidez del mercado monetario en Colombia. Se calcula a partir de las cotizaciones de las entidades

participantes del esquema. Las tasas cotizadas corresponden al interés nominal al cual estas entidades participantes prestan o reciben recursos para el respectivo plazo. Entre enero del año 2008 y el 31 de julio de 2012, el IBR se calculó para los plazos de un día y un mes. Pero a partir del 1 de agosto de 2012 se implementó una nueva forma de cálculo para el plazo de un mes y se introdujo un plazo adicional de tres meses.

Tabla No. 1- Propuesta de financiación con tasa de indexación IBR

CONDICIONES ECONÓMICAS	ESCENARIO con IBR
Modalidad del pago del arrendamiento	Vencido
Periodicidad del reajuste del arrendamiento	Mensual
Valor del equipo con IVA (aproximado)	\$3.800.000.000
Valor a financiar	\$3.800.000.000
Opción de compra	1%
Plazo en meses de la operación	60
Periodicidad del pago	Mensual
Tasa de indexación	IBR
Valor tasa de indexación vigente	3.13%
Spread	4,35%
Tasa Efectiva Anual	7,66%
Tasa (periodo vencido)	0,62%
Valor cuota (mensual)	\$75.450.690
Cuota por Millón	\$19.855

Nota: La tasa spread es la diferencia entre dos tasas de interés. El Spread bancario es la diferencia entre la tasa de colocación y captación.

6.3.6. Propuesta de financiación con tasa DTF.

La DTF es una tasa de interés calculada como un promedio ponderado semanal por monto de las tasas promedios de captación diarias de los CDT a 90 días, pagadas por los bancos, corporaciones financieras, de ahorro y vivienda y compañías de financiamiento comercial, en general por el sistema financiero (7). La DTF es calculada por el Banco de la República con la información provista por la Superintendencia financiera hasta el día anterior.

Su cálculo se efectúa a través de los reportes que las entidades financieras hacen a la Superintendencia financiera, por medio de la encuesta diaria de interés de captación, las tasas y los montos captados a 90 días. Posteriormente, esta entidad transmite la información al Banco de la República que toma los resultados consolidados por entidad y

lleva a cabo un promedio ponderado de las tasas y los montos captados durante una semana.

Para calcular la DTF como un promedio ponderado se deben seguir los siguientes pasos:

Recolectar, para cada una de las entidades financieras (bancos, corporaciones financieras, corporaciones de ahorro y vivienda y compañías de financiamiento comercial), el valor de la tasa de interés que reconocen por los CDT a 90 días y la cantidad de recursos (dinero) que la gente tiene depositados en CDT a 90 días. Luego se multiplica el valor de la tasa de interés por la cantidad de recursos para cada entidad financiera y sumar todos los resultados obtenidos. Luego se divide la suma obtenida en el punto anterior entre el total de los recursos depositados en CDT a 90 días en todas las entidades financieras. Este valor corresponde a la DTF que se utilizará en la siguiente semana.

La tasa DTF es calculada por el Banco de la República semanalmente con información recolectada, hasta el día anterior, por la Superintendencia Bancaria y tiene vigencia de una semana.

Tabla No. 2- Propuesta de financiación con tasa de indexación DTF

CONDICIONES ECONÓMICAS	ESCENARIO con DTF
Modalidad del pago del arrendamiento	Vencido
Periodicidad del reajuste del arrendamiento	Trimestral
Valor del equipo con IVA (aproximado)	\$3.800.000.000
Valor a financiar	\$3.800.000.000
Opción de compra	1%
Plazo en meses de la operación	60
Periodicidad del pago	Mensual
Tasa de indexación	DTF
Valor tasa de indexación vigente	3,86%
Spread	4,35%
Tasa Efectiva Anual	8,65%
Tasa (periodo vencido)	0,69%
Valor cuota (mensual)	\$77.128.368
Cuota por Millón	\$20.297

Según lo exigido por la resolución 1441 del 6 de mayo de 2013 para el servicio de radioterapia se debe contar con la siguiente infraestructura física:

Tabla No. 3- Infraestructura para el servicio de radioterapia según el SOGCS.

ITEM	VALOR (2.5 millones/m2)
Sala de tratamientos de equipos de megavoltaje, es decir lo que se conoce como el búnker de radioterapia:	\$ 800.000.000
Sala de moldeo y dosimetría: (3mx7m) = 21 m2	\$52.500.000
Sala de planeación de tratamientos: (3m x 5m) = 15 m2	\$37.500.000
Sala de recuperación: (9m x 4,5m) = 40,5 m2	\$101.250.000
2 Consultorios: 2x (4,5m x 5m) = 45 m2	\$112.500.000
2 vestier personal de radioterapia: (4 mx 5,5m) = 22 m2	\$55.000.000
Recepción y sala de espera: (9m x 20m) = 180 m2	\$450.000.000
Área de residuos: (3,5m x 15m) = 52,5 m2	\$131.250.000
TOTAL	\$1.740.000.000

TOTAL ÁREA RADIOTERAPIA sin búnker: \$940.000.000

Tabla No. 4- Costo de construcción de infraestructura de radioterapia

INVERSIÓN ACTIVOS FIJOS		
ITEM	VALOR \$	VIDA UTIL
CONSTRUCCIÓN BÚNKER	\$ 800.000.000	20 AÑOS
ÁREA DE RADIOTERAPIA	\$ 940.000.000	20 AÑOS
EQUIPO DE RADIO TERAPIA	\$ 3.800.000.000,00	5 AÑOS
MUEBLES Y ENSERES	\$ 50.000.000,00	10 AÑOS
TOTAL	\$ 5.590.000.000,00	

6.3.7. Depreciación de activos fijos

El Artículo 64 del Decreto 2649 hace mención en lo referente a la depreciación de la siguiente manera:

“Artículo 64. Propiedades, planta y equipo. Las propiedades, planta y equipo, representan los activos tangibles adquiridos, construidos, o en proceso de construcción, con la intención de emplearlos en forma permanente, para la producción o suministro de otros bienes y servicios, para arrendarlos, o para usarlos en la administración del ente económico, que no están destinados para la venta en el curso normal de los negocios y cuya vida útil excede de un año.

El valor histórico de estos activos incluye todas las erogaciones y cargos necesarios hasta colocarlos en condiciones de utilización, tales como los de ingeniería, supervisión, impuestos, intereses, corrección monetaria proveniente de la UPAC y ajustes por diferencia en cambio.

El valor histórico de las propiedades, planta y equipo, recibidas en cambio, permuta, donación, dación en pago o aporte de los propietarios, se determina por el valor convenido por las partes, debidamente aprobado por las autoridades cuando fuere el caso o, cuando no se hubiere determinado su precio, mediante avalúo.

El valor histórico se debe incrementar con el de las adiciones, mejoras y reparaciones, que aumenten significativamente la cantidad o calidad de la producción o la vida útil del activo.

Se entiende por vida útil el lapso durante el cual se espera que la propiedad, planta o equipo, contribuirá a la generación de ingresos. Para su determinación es necesario considerar, entre otros factores, las especificaciones de fábrica, el deterioro por el uso, la acción de factores naturales, la obsolescencia por avances tecnológicos y los cambios en la demanda de los bienes o servicios a cuya producción o suministro contribuyen.

La contribución de estos activos a la generación del ingreso debe reconocerse en los resultados del ejercicio mediante la depreciación de su valor histórico ajustado. Cuando sea significativo, de este monto se debe restar el valor residual técnicamente determinado. Las depreciaciones de los inmuebles deben calcularse excluyendo el costo del terreno respectivo.

La depreciación se debe determinar sistemáticamente mediante métodos de reconocido valor técnico, tales como línea recta, suma de los dígitos de los años, unidades de producción u horas de trabajo. Debe utilizarse aquel método que mejor cumpla la norma básica de asociación.

Al cierre del período, el valor neto de estos activos, re expresado como consecuencia de la inflación, debe ajustarse a su valor de realización o a su valor actual o a su valor presente, el más apropiado en las circunstancias, registrando las provisiones o valorizaciones que sean del caso. Pueden exceptuarse de esta disposición aquellos activos cuyo valor ajustado sea inferior a veinte (20) salarios mínimos mensuales.

El valor de realización actual o presente de estos activos debe determinarse al cierre del período en el cual se hubieren adquirido o formado y al menos cada tres años, mediante avalúos practicados por personas naturales, vinculadas o no laboralmente al ente económico, o por personas jurídicas, de comprobada idoneidad profesional, solvencia moral, experiencia e independencia. Siempre y cuando no existan factores que indiquen que ello sería inapropiado, entre uno y otro avalúo estos se ajustan al cierre del período

utilizando indicadores específicos de precios según publicaciones oficiales o, a falta de estos, por el PAAG correspondiente.

El avalúo debe prepararse de manera neutral y por escrito, de acuerdo con las siguientes reglas:

1. Presentará su monto discriminado por unidades o por grupos homogéneos.
2. Tratará de manera coherente los bienes de una misma clase y características.
3. Tendrá en cuenta los criterios utilizados por el ente económico para registrar adiciones, mejoras y reparaciones.
4. Indicará la vida útil remanente que se espera tenga el activo en condiciones normales de operación.
5. Segregará los bienes muebles reputados como inmuebles, mostrando su valor por separado”.

La vida útil de un activo es el tiempo durante el cual este puede ser utilizado y durante el cual puede generar renta. **El Artículo 2 del Decreto 3019 de 1989** dispuso que la vida útil de los activos fijos depreciables, adquiridos a partir de 1989 es que los vehículos y computadores tienen una vida útil de 5 años, la maquinaria y equipo tiene una duración de 10 años y las edificaciones y construcciones tendrán una vida útil de 20 años. Además, el estatuto tributario en su artículo 134 que dice:

“Artículo 134. Sistemas de cálculo. La depreciación se calcula por el sistema de línea recta, por el de reducción de saldos o por otro sistema de reconocido valor técnico autorizado por el Subdirector de Fiscalización de la Dirección General de Impuestos Nacionales (Hoy UAE Dirección de Impuestos y aduanas Nacionales), o su delegado”.

Tabla No. 5- Depreciación de activos fijos

DEPRECIACIÓN DE LOS ACTIVOS FIJOS							
ITEM	VALOR	VIDA UTIL años	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CONSTRUCCIÓN EDIFICIO	\$ 1.740.000.000,00	20	\$ 87.000.000,00	\$ 87.000.000,00	\$ 87.000.000,00	\$ 87.000.000,00	\$ 87.000.000,00
EQUIPO DE RADIOTERAPIA	\$ 3.800.000.000,00	10	\$ 380.000.000,00	\$ 380.000.000,00	\$ 380.000.000,00	\$ 380.000.000,00	\$ 380.000.000,00
MUEBLES Y ENSERES	\$ 50.000.000,00	10	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00
TOTAL			\$ 472.000.000,00	\$ 472.000.000,00	\$ 472.000.000,00	\$ 472.000.000,00	\$ 472.000.000,00

6.3.8. Costos fijos

Son aquellos costos que la empresa debe pagar independientemente de su nivel de producción u operación, es decir, produzca o no produzca ellos están presentes y se debe pagarlos.

Un costo fijo es una erogación en que la empresa debe incurrir obligatoriamente, independiente del nivel de operación de la misma, razón por la que son muy importantes en la estructura financiera de cualquier empresa.

Dentro de este tipo de costos tenemos el personal laboral, el arrendamiento y los servicios públicos entre otros.

6.3.9. Personal asistencial y administrativo

En general, la mayoría de los estudios coinciden en que un radioterapeuta puede tratar 250 casos nuevos por año. No obstante, las guías nacionales europeas para la infraestructura y el personal de los servicios de radioterapia, indican que en el Reino Unido esta cifra asciende a 350 y en Luxemburgo a 300, mientras que en Francia se recomienda que haya un radio oncólogo por cada 200 a 250 pacientes en hospitales universitarios y uno por cada 300 a 400 pacientes en hospitales no universitarios (18).

Por lo tanto, la referencia de contar con un radio oncólogo por cada 250 pacientes no se debe asumir de una forma estricta e inflexible por lo que se hace necesario tener en cuenta otros aspectos como el nivel de complejidad de la tecnología utilizada y los distintos procedimientos establecidos en un servicio de radioterapia; además de las otras funciones realizadas por el personal a cargo de la unidad.

En cuanto al número de físico médico, se acepta en general la vinculación de un profesional en esta área por cada 400 pacientes nuevos al año. Aunque esta recomendación es aceptada comúnmente y se emplea al planear un nuevo servicio de radioterapia, al igual que los radioterapeutas las guías en muchos países varían de unos a otros. Por ejemplo Holanda utiliza un físico médico por cada acelerador lineal que trate 650 pacientes nuevos al año. En Luxemburgo se cuenta con un físico médico por cada 600 y en Bélgica con uno por cada 750 pacientes nuevos al año (18).

En lo concerniente a los técnicos en radioterapia, prácticamente existe acuerdo internacional y se dice que se recomienda contar con dos tecnólogos por cada 25 pacientes tratados diariamente por unidad de mega voltaje y con dos tecnólogos de simulación por cada 500 pacientes simulados en un año. Está aprobado que siempre deben trabajar dos tecnólogos simultáneamente en cada unidad de tratamiento, los cuales deben garantizar la ubicación precisa del paciente, velar por su seguridad permanente mediante cámaras de

video, llevar el control de diferentes registros los cuales debe interpretar y diligenciar: hoja de simulación, plan de tratamiento, registro del tratamiento, imágenes portales y la atención que necesita el paciente con cáncer.

Según lo expuesto y teniendo en cuenta la normatividad colombiana, el personal requerido para el correcto funcionamiento de la unidad de radioterapia con sus costos sería el siguiente:

Tabla No. 6- Costo de personal para el funcionamiento del servicio

PERSONAL	CANTIDAD	F. PRESTACIONAL	V. UNITARIO	V. TOTAL
Radioterapeuta	2	0	\$22.000.000	\$44.000.000
Físico médico	1	0	\$8.000.000	\$8.000.000
Tecnólogo R.	2	0.5	\$3.000.000	\$9.000.000
Enfermera Profesional	1	0.5	\$3.000.000	\$4.500.000
Auxiliar de enfermería	1	0.5	\$1.200.000	\$1.800.000
Recepcionista	1	0.5	\$660.000	\$990.000
Aseadora	1	0	\$972.000	\$972.000
Vigilante	1	0	\$972.000	\$972.000
Auxiliar facturación	1	0.5	\$1.200.000	\$1.800.000
TOTAL				\$72.034.000

6.3.10. Activos diferidos

Los activos diferidos, a pesar de estar clasificados como un activo, no son más que unos gastos ya pagados pero aún no utilizados, cuyo objetivo es no afectar la información financiera de la empresa en los periodos en los que aún no se han utilizado esos gastos.

Para su funcionamiento la empresa incurre en algunos gastos que en ocasiones se necesitan de forma inmediata y otros que los irá utilizando con el transcurso del tiempo, y mientras esto sucede, permanecen en calidad de activos.

Algunos de los gastos que suelen ser pagados de forma anticipada son la constitución de la sociedad, estudios, permisos, los arrendamientos, seguros entre otros.

En la medida en que estos activos se vayan utilizando se van llevando al gasto, es decir se van amortizando, para que la contabilidad refleje la realidad de los hechos.

Dado que el Centro Oncológico de Antioquia ya está legalmente constituido, los activos diferidos se muestran en la tabla siguiente:

Tabla No. 7- Activos diferidos

INVERSIÓN EN ACTIVOS DIFERIDOS	
ITEM	VALOR
ESTUDIOS Y DISEÑOS	\$ 120.000.000,00
LICENCIAS Y PERMISOS	\$ 100.000.000,00
TOTAL	\$ 220.000.000,00

6.3.11. Capital de trabajo

Son los recursos que una empresa requiere para llevar a cabo sus operaciones o funcionamiento. También se le denomina capital circulante. En este sentido el capital de trabajo es lo que comúnmente conocemos activo corriente: Efectivo, inversiones a corto plazo, cartera e inventarios. Estos recursos del capital de trabajo deben estar disponibles a corto plazo para cubrir las necesidades de la empresa a tiempo. La tabla 9 muestra el capital necesario para garantizar el óptimo funcionamiento de la unidad:

Tabla No. 8- Propuesta de financiación con tasa de indexación IBR

CAPITAL DE TRABAJO			
ITEM	VALOR MENSUAL	3 MESES	VALOR ANUAL
COSTOS FIJOS	\$ 10.000.000	\$ 30.000.000	\$ 120.000.000
COSTO DE VENTAS	\$ 61.000.000	\$ 183.000.000	\$ 732.000.000
NOMINA ASISENCIAL Y ADMINISTRATIVA	\$ 11.034.000	\$ 33.102.000	\$ 132.408.000
COSTO FINANCIERO	\$ 77.128.760	\$ 231.385.104	\$ 925.540.416,00
TOTAL	\$ 159.162.760	\$ 477.488.280	\$ 1.909.953.120

6.3.12. Inversión total

Tabla No. 9- Inversión total

INVERSIÓN TOTAL		
TABLA	ITEM	VALOR
Tabla1	ACTIVOS FIJOS	\$ 5.590.000.000
Tabla3	ACTIVOS DIFERIDOS	\$ 220.000.000
Tabla4	CAPITAL DE TRABAJO	\$ 477.488.280
TOTAL		\$ 6.287.488.280

6.3.13. Ingresos

Para el cálculo de ingresos de la unidad se toma como base el Acuerdo 209 del 28 de abril de 1999, conocido comúnmente como el manual tarifario ISS 2000 (19). En su Artículo 30 se señalan los procedimientos de radioterapia y quimioterapia, estableciendo las siguientes tarifas:

Tabla No. 10- Tarifas procedimientos de radioterapia y quimioterapia según ISS 2000

TELETERAPIA

COBALTO TIPO I

33101	Grupo 1	\$ 315.540
33102	Grupo 2	\$ 600.175
33103	Grupo 3	\$ 803.090
33104	Grupo 4	\$ 1.768.415
33105	Grupo 5	\$ 1.361.835

COBALTO TIPO II

33106	Grupo 1	\$ 275.210
33107	Grupo 2	\$ 543.450
33108	Grupo 3	\$ 742.905
33109	Grupo 4	\$ 1.665.095
33110	Grupo 5	\$ 1.288.455

COBALTO TIPO III

33111	Grupo 1	\$ 246.205
33112	Grupo 2	\$ 507.970
33113	Grupo 3	\$ 697.450
33114	Grupo 4	\$ 1.564.115
33115	Grupo 5	\$ 1.217.200

COBALTO TIPO IV

33151	Grupo 1	\$ 297.635
33152	Grupo 2	\$ 576.630
33153	Grupo 3	\$ 776.200
33154	Grupo 4	\$ 1.716.645
33155	Grupo 5	\$ 1.324.660

ACELERADOR LINEAL HASTA 10 Mv - TIPO I

33116	Grupo 1	\$ 391.985
33117	Grupo 2	\$ 757.930
33118	Grupo 3	\$ 1.033.200
33119	Grupo 4	\$ 2.254.315
33120	Grupo 5	\$ 1.739.630

ACELERADOR LINEAL HASTA 10 Mv - TIPO II

33121	Grupo 1	\$ 349.055
33122	Grupo 2	\$ 695.815
33123	Grupo 3	\$ 954.115
33124	Grupo 4	\$ 2.142.605
33125	Grupo 5	\$ 1.660.195

ACELERADOR LINEAL HASTA 10 Mv - TIPO III

33126	Grupo 1	\$ 320.055
33127	Grupo 2	\$ 660.440
33128	Grupo 3	\$ 906.870
33129	Grupo 4	\$ 2.033.255
33130	Grupo 5	\$ 1.541.800

ACELERADOR LINEAL HASTA 10 Mv TIPO IV

33161	Grupo 1	\$ 373.705
33162	Grupo 2	\$ 733.195
33163	Grupo 3	\$ 991.215
33164	Grupo 4	\$ 2.198.140
33165	Grupo 5	\$ 1.705.010

ACELERADOR LINEAL MAYOR DE 10 Mv- TIPO I

33131	Grupo 1	\$ 452.150
33132	Grupo 2	\$ 831.190
33133	Grupo 3	\$ 1.099.960
33134	Grupo 4	\$ 2.402.955
33135	Grupo 5	\$ 1.840.005

ACELERADOR LINEAL MAYOR DE 10 Mv TIPO II

33136	Grupo 1	\$ 406.995
33137	Grupo 2	\$ 766.490
33138	Grupo 3	\$ 1.032.115
33139	Grupo 4	\$ 2.288.485
33140	Grupo 5	\$ 1.759.105

ACELERADOR LINEAL MAYOR DE 10 Mv - TIPO III

33141	Grupo 1	\$ 377.985
33142	Grupo 2	\$ 416.100
33143	Grupo 3	\$ 984.170
33144	Grupo 4	\$ 2.108.370
33145	Grupo 5	\$ 1.679.120

ACELERADOR LINEAL MAYOR DE 10 Mv TIPO IV

33171	Grupo 1	\$ 433.165
33172	Grupo 2	\$ 805.705
33173	Grupo 3	\$ 1.070.620
33174	Grupo 4	\$ 2.345.500
33175	Grupo 5	\$ 1.799.345

ORTOVOLTAJE CON EQUIPO DE RX.

33146	Menor de 120 Kv	\$ 372.290
33147	Mayor de 120 Kv	\$ 633.145

BRAQUITERAPIA

ALTA TASA DE DOSIS

33200	Metabólica	\$ 490.965
33201	Intracavitaria o intraluminal	\$ 704.150
33202	Intersticial (planar simple, biplanar o volumétrica)	\$ 546.185

BAJA TASA DE DOSIS

33203	Intracavitaria o intraluminal, diferida manual	\$ 749.345
33204	Intracavitaria o intraluminal, diferida automatizada	\$ 927.815

PARAGRAFO 1. En los procedimientos de Teleterapia, la tarifa a reconocer por el Instituto está relacionada con la tecnología utilizada por el proveedor del servicio, así:

Tipo I: Procedimiento con simulador y con planeación computarizada

Tipo II: Procedimiento sin simulador y con planeación computarizada

Tipo III: Procedimiento sin simulador y con planeación manual

Tipo IV: Procedimiento con simulador y planeación manual

En el respectivo contrato o convenio se debe establecer el tipo de equipo (cobalto, acelerador lineal hasta o más de 10 Mv, ortovoltaje con equipo de Rx hasta o más de 120 Kv o con acelerador de electrones), así como la clase de tecnología que se empleará para la práctica de los procedimientos, según los tipos antes relacionados.

PARAGRAFO 2. Para el efecto de aplicación de la tarifa correspondiente, en los procedimientos de teleterapia, se establecen los siguientes grupos, según la localización del cáncer a tratar:

Grupo 1: Paliación en una dosis y Entidades benignas

Grupo 2: Campo único en: encéfalo, cara, cuello, axila / axilo supraclavicular, tronco, pelvis/peroné o extremidades

Grupo 3: Profilaxis en encéfalo, campos múltiples en mediastino o paliación en cualquier región, campos múltiples y/o bilateral en axila, campos múltiples en axilo-supraclavicular, mediastino - supraclavicular, campos múltiples en extremidades.

Grupo 4: Pre o post operatorio ganglionar de mama, campos múltiples en: cara, glándula mamaria, encéfalo, tórax, parcial de abdomen, pelvis o raquis; cara y cuello bilateral, cuello y mediastino, hemitórax, hemiabdomen o profilaxis en encéfalo o raquis.

Grupo 5: Cara, cuello y mediastino, ganglionar supradiafragmática, baño torácico, abdominal total, irradiación corporal total, ganglionar infradiafragmática, encéfalo y raquis, completa de mama.

PARAGRAFO 3. Las tarifas establecidas en este Artículo, para los procedimientos de teleterapia, corresponden a la práctica integral del procedimiento, incluidas las aplicaciones de refuerzo en los casos que se requiera, independientemente del número de sesiones que de acuerdo con el plan de tratamiento se realice en el paciente e incluye todas las actividades que se desarrollen en los procesos de la planeación, simulación, ejecución del

tratamiento y su verificación; igualmente las consultas: inicial, de control para evaluación de resultados en la aplicación del tratamiento inicial y de refuerzo y la de control final.

PARAGRAFO 4. Las tarifas para los procedimientos de braquiterapia de alta tasa son los valores que el Instituto reconoce por cada aplicación y las de baja tasa, por tratamiento dosis, cualquiera que sea el período de tiempo que se emplee e incluyen, las consultas inicial de control para evaluación de resultados en la aplicación del tratamiento y la de control final. Cuando el tratamiento se realice en forma combinada con teleterapia, éste último se reconocerá independientemente por su tarifa.

En este tipo de procedimientos, dentro de la tarifa no está considerado el valor de los radioisótopos, cuando para su realización se utilicen distintos a radium o cesium, en cuyo caso se pagarán de acuerdo con su consumo, hasta por el precio de adquisición más el cinco por ciento (5%).

PARAGRAFO 5. En los procedimientos de braquiterapia, cuando se utilice baja tasa de dosis, que en su aplicación se requiere de la hospitalización del paciente, el valor de la estancia que se cause, se pagará al proveedor del servicio, de acuerdo con la tarifa establecida en este Manual por el tipo de habitación utilizada y el nivel de complejidad de la Entidad hospitalaria donde se aplica el tratamiento.

Para la tabla de ingresos, se toma el valor asignado por el código más utilizado para los pacientes oncológicos que es el 33164 grupo 4 con un valor base de \$2.198.140 incrementada un 20%, para un valor total de \$2.637.768. El valor de la consulta especializada es de \$11.915 incrementada un 20% para un total de \$14.298.

Tabla No. 11- Ingresos de acuerdo con manual tarifario ISS 2000

INGRESOS				
ITEM	N° PACIENTES MES	VALOR	TOTAL MES	TOTAL AÑO
CONSULTA EXTERNA	80	\$ 14.298	\$ 1.143.840	\$ 13.726.080
RADIOTERAPIA	80	\$ 2.637.768	\$ 211.021.440	\$ 2.532.257.280
TOTAL			\$ 212.165.280	\$ 2.545.983.360

Tabla No. 12- Proyección de ingresos de acuerdo con tarifas definidas

PROYECCIÓN INGRESOS					
ITEM	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5
CONSULTA EXTERNA	\$ 13.726.080	\$ 15.098.688	\$ 16.608.557	\$ 18.269.413	\$ 20.096.354
RADIOTERAPIA	\$ 2.532.257.280	\$ 2.785.483.008	\$ 3.064.031.309	\$ 3.370.434.440	\$ 3.707.477.884
TOTAL	\$ 2.545.983.360	\$ 2.800.581.696	\$ 3.080.639.856	\$ 3.388.703.843	\$ 3.727.574.228

6.3.14. Estado de resultados

Tabla No. 13- Estado de resultados entre los años 2015 y 2019

Estado de Resultados					
(2014-2023)					
	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019
Ingresos Consulta Externa	\$ 13.726.080	\$ 15.098.688	\$ 16.608.557	\$ 18.269.412	\$ 20.096.354
Ingresos Radioterapia	\$ 2.532.257.280	\$ 2.785.483.008	\$ 3.064.031.309	\$ 3.370.434.440	\$ 3.707.477.884
Costo de las ventas	\$ 693.000.000	\$ 762.300.000	\$ 838.530.000	\$ 922.383.000	\$ 1.014.621.300
Utilidad bruta	\$ 1.852.983.360	\$ 2.038.281.696	\$ 2.242.109.866	\$ 2.466.320.852	\$ 2.712.952.937
Gastos de Administración	\$ 727.327.954	\$ 800.060.750	\$ 880.066.825	\$ 968.073.507	\$ 1.064.880.858
Provisiones, Depreciaciones y Amortizaciones	\$ 582.000.000	\$ 472.000.000	\$ 472.000.000	\$ 472.000.000	\$ 472.000.000
Utilidad operacional	\$ 543.655.406	\$ 766.220.946	\$ 890.043.041	\$ 1.026.247.345	\$ 1.176.072.079
Otros Ingresos	\$ 4.000.000	\$ 4.400.000	\$ 4.840.000	\$ 5.324.000	\$ 5.856.400
Otros Gastos	\$ 3.750.000	\$ 4.125.000	\$ 4.537.500	\$ 4.991.250	\$ 5.490.375
Utilidad Antes de Impuesto de Renta	\$ 543.905.406	\$ 766.495.946	\$ 890.345.541	\$ 1.026.580.095	\$ 1.176.438.104
Impuesto de Renta y Complementarios	\$ 135.976.351	\$ 149.573.987	\$ 164.531.385	\$ 180.984.524	\$ 199.082.976
Utilidad Neta del Ejercicio	\$ 407.929.054	\$ 616.921.960	\$ 725.814.156	\$ 845.595.571	\$ 977.355.128

6.3.15. Flujo de caja

Tabla No. 14- Ingresos de acuerdo con manual tarifario ISS 2000

Flujo de Caja Proyectado					
(2014-2023)					
FLUJO DE CAJA	2015	2016	2017	2018	2019
UTILIDAD OPERACIONAL	543.655.406	766.220.946	890.043.041	1.026.247.345	1.176.072.079
+ Depreciaciones y Amortizaciones	582.000.000	472.000.000	472.000.000	472.000.000	472.000.000
= EBITDA	1.125.655.406	1.238.220.946	1.362.043.041	1.498.247.345	1.648.072.079
- Impuestos	238.529.877	262.382.865	288.621.151	317.483.266	349.231.593
= FLUJO DE CAJA BRUTO	887.125.529	975.838.081	1.073.421.890	1.180.764.079	1.298.840.486
- Variación Capital de Trabajo	(35.271.317)	(188.708.229)	(580.271.567)	(968.532.818)	(1.715.384.516)
= EFECTIVO GENERADO POR LA OPERACIÓN	922.396.846	1.164.546.310	1.653.693.456	2.149.296.897	3.014.225.002
- Inversión Activos Fijos	0	0	0	0	0
= FLUJO DE CAJA LIBRE	922.396.846	1.164.546.310	1.653.693.456	2.149.296.897	3.014.225.002

6.3.16. Valor presente neto (VPN).

El VPN permite determinar si un proyecto es financieramente viable o no en un horizonte de proyección determinado. También se le conoce como Valor Actual Neto (VAN). Su valor estimado puede ser positivo, lo que, significa que el valor de la inversión tendrá un incremento equivalente al monto del VPN; negativo lo cual quiere decir que no se recupera la inversión dentro del horizonte del proyecto y si es cero se traduce que el valor de la inversión no modificará el monto de la inversión. Para su cálculo se descuenta al momento actual mediante una tasa todos los flujos de caja futuros del proyecto y a este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor presente neto del proyecto. Para calcular el VPN asumimos un horizonte del proyecto de 5 años.

La fórmula que permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

V_t ; Son los flujos de caja en cada periodo t.

I_0 : Es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n : Es el número de períodos considerado.

K : Es el tipo de interés. Si el proyecto no tiene riesgo, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN se estimará si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico.

6.3.17. Tasa interna de retorno (TIR)

Es aquella tasa de interés que hace que el VPN sea igual a 0. La TIR es la rentabilidad que nos está proporcionando el proyecto.

Tabla No. 15- Cálculo de Tasa Interna de Retorno (TIR)

FLUJO DE CAJA	Flujo de Caja Proyectado (2014-2023)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
UTILIDAD OPERACIONAL	96.877.056	543.655.406	766.220.946	890.043.041	1.026.247.345	1.176.072.079
+ Depreciaciones y Amortizaciones	228.000.000	582.000.000	472.000.000	472.000.000	472.000.000	472.000.000
= EBITDA	324.877.056	1.125.655.406	1.238.220.946	1.362.043.041	1.498.247.345	1.648.072.079
- Impuestos	24.481.764	238.529.877	262.382.865	288.621.151	317.483.266	349.231.593
= FLUJO DE CAJA BRUTO	300.395.292	887.125.529	975.838.081	1.073.421.890	1.180.764.079	1.298.840.486
- Variación Capital de Trabajo	41.479.426	(35.271.317)	(188.708.229)	(580.271.567)	(968.532.818)	(1.715.384.516)
= EFECTIVO GENERADO POR LA OPERACIÓN	258.915.866	922.396.846	1.164.546.310	1.653.693.456	2.149.296.897	3.014.225.002
- Inversión Activos Fijos	5.590.000.000	0	0	0	0	0
= FLUJO DE CAJA LIBRE	(5.331.084.134)	922.396.846	1.164.546.310	1.653.693.456	2.149.296.897	3.014.225.002
TIR	16%					
VPN	518.618.952					
WACC						
%D	64%					
%P	36%					
Costo Deuda	10%					
Costo Patrimonio	14%					
WACC =	11%					

Como se puede observar, el VPN es de \$518.618.952 >0, lo que nos permite concluir que el proyecto rinde a una tasa superior al costo de capital, es decir agrega valor y desde el punto de vista financiero es viable.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. Cáncer. Nota descriptiva N° 297 [Internet]. Centro de prensa Organización Mundial de la Salud; 2014 [citado 13 de abril de 2014]. Recuperado a partir de: www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/es/
2. Cari Borrás. Organización, Desarrollo, garantía de calidad y radioprotección en los servicios de radiología: imaginología y radioterapia. Revista Panamericana de Salud Pública [Internet]. diciembre de 1997 [citado 13 de abril de 2014];4(6). Recuperado a partir de: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49891998001200021
3. Rosenblatt E, Joanna Izewska, Yavuz Anacak, Yaroslav Pynda, Pierre Scalliet, Mathieu Boniol, et al. Radiotherapy capacity in European countries: an analysis of the Directory of Radiotherapy Centres (DIRAC) database. *Lancet Oncol.* febrero de 2013;14(2):79-86.
4. Eduardo H Zubizarreta, Adela Poitevin, C Victor Levin. Overview of radiotherapy resources in Latin America: a survey by the International Atomic Energy Agency (IAEA). *Radioter Oncol.* noviembre de 2004;73(1):97-100.
5. R Waltsman. A historical review on radio therapeutic applications in Radiation Oncology. Bernier J, *Radiation oncology: 1895-1995: a century of progress and achievement.* Bruselas: European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO); 1995.
6. M Tubiana. Les rayonnements en médecine. *Pour Sci.* 1996;124(30).
7. Maria Cristina Plazas, Rosalba Ospino, Alfonso Mejia, Napoleon Ortiz, Ricardo Cendales Duarte. Evaluación de los Servicios de Radioterapia en Colombia. Instituto Nacional de Cancerología; 2005. 131 p.
8. Instituto Nacional de Cancerología. Plan Nacional para el control del cáncer en Colombia 2012-2020 [Internet]. Ministerio de Salud y Protección Social; 2012 [citado 13 de abril de 2014]. Recuperado a partir de: http://www.consultorsalud.com/biblioteca/documentos/2012/Plan_Nacional_para_el_control_del_cancer_en_Colombia_2012_2020.pdf
9. Prescribing, recording, and reporting photon beam therapy. International Commission on Radiation Units and Measurements; 1999. 52 p.
10. Dose and volume specifications for reporting intracavitary therapy in gynecology. International Commission on Radiation Units and Measurements; 1985. 23 p.
11. GJ Kutcher, L Coia, M Gillin, WF Hanson, S Leibel. Comprehensive QA for radiation oncology: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group N° 40. *Med Phys.* abril de 1994;21(4):581-618.

12. República de Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 1441 de 2013 [Internet]. Imprenta Nacional de Colombia; 2013 [citado 13 de abril de 2014]. Recuperado a partir de: <http://www.minsalud.gov.co/Normatividad/Resoluci%C3%B3n%201441%20de%202013.PDF>
13. ECRI Institute. Linear Accelerators: Radiotherapy Units, Cobalt [Internet]. ECRI Institute; 2004 [citado 13 de abril de 2014]. Recuperado a partir de: https://www.ecri.org/PatientSafety/Pages/Linear_Accelerators_Radiotherapy_Units_Cobalt.aspx
14. International Atomic energy agency (IAEA). Design and implementation of a radiotherapy programme : clinical, medical physics, radiation protection and safety aspects [Internet]. International Atomic energy agency (IAEA); 2005 [citado 13 de abril de 2014]. Recuperado a partir de: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1040_prn.pdf
15. Determination of Absorbed Dose in a Patient Irradiated by Beams of X or Gamma Rays in Radiotherapy Procedures. International Commission on Radiation Units and Measurements; 1976. 67 p.
16. María Esperanza Castellanos. Las Nuevas Tecnologías: Necesidades y Retos en Radioterapia en América Latina. *RevistaSalud.com*. 2007;3(9).
17. Banco de la República. Indicador Bancario de Referencia (IBR) [Internet]. Banco de la República; 2013 [citado 13 de abril de 2014]. Recuperado a partir de: <http://www.banrep.gov.co/es/ibr>
18. BJ Slotman, B Cottier, SM Bentzen, G Heeren, Y Lievens, W van den Bogaert. Overview of national guidelines for infrastr... [Radiother Oncol. 2005] - PubMed - NCBI [Internet]. [citado 14 de abril de 2014]. Recuperado a partir de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15893832>
19. Consejo directivo del Instituto de Seguros Sociales. Acuerdo 209 de 1999 [Internet]. Imprenta nacional de Colombia. Diario Oficial; 1999 [citado 13 de abril de 2014]. Recuperado a partir de: <http://lexsaludcolombia.files.wordpress.com/2010/10/tarifas-iss-2000.pdf>

8. ANEXOS

Anexo No. 1 - Tabla Mortalidad general grandes causas Hombres, Colombia 2010

GRANDES CAUSAS	Muertes	Tasa cruda por 100.000	TAE POR 100.000
Enfermedades del sistema circulatorio	30132	134.1	138.5
Causas externas	27286	121.5	117.4
Resto de causas	24638	109.7	113.8
Tumores malignos	16381	72.9	77.6
Enfermedades transmisibles	7548	33.6	34.5
Síntomas, signos y afecciones mal definidas	2268	10.1	10.4
Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	2203	9.8	12.1
Tumores benignos y de comportamiento incierto	1114	5.0	5.2
TOTAL	111570		

TAE: Tasa ajustada por edad.

Fuente: Grupo vigilancia Epidemiológica del Cáncer, INC.

Anexo No. 2 - Tabla Mortalidad general grandes causas Mujeres, Colombia 2010

GRANDES CAUSAS	Muertes	Tasa cruda por 100.000	TAE POR 100.000
Enfermedades del sistema circulatorio	28633	124.3	102.7
Resto de causas	24983	108.4	94.3
Tumores malignos	17069	74.1	69.5
Enfermedades transmisibles	5514	23.9	21.5
Causas externas	4427	19.2	18.4
Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	1725	7.5	9.9
Síntomas, signos y afecciones mal definidas	1711	7.4	6.5
Tumores benignos y de comportamiento incierto	1207	5.2	4.9
TOTAL	85269		

TAE: Tasa ajustada por edad.

Fuente: Grupo vigilancia Epidemiológica del Cáncer, INC.

Anexo No. 3 - Mortalidad por cáncer según causas Hombres, Colombia 2010

GRANDES CAUSAS	Muertes	Tasa cruda por 100.000	TAE POR 100.000
Resto de cánceres	3535	15.8	16.9
Tumor maligno de estómago	2796	12.5	13.4
Tumor maligno de próstata	2431	10.8	11.0
Tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmón	2357	10.5	11.5
Tumor maligno de colon, recto y ano	1261	5.6	6.0
Leucemias	890	4.0	4.1
Tumor maligno de hígado	798	3.6	3.9
Tumor maligno de páncreas	614	2.7	2.9
Linfomas no Hodgkin	515	2.3	2.4
Tumor maligno de encéfalo y otros de SNC	489	2.2	2.3
Tumor maligno de esófago	437	2.0	2.1
Tumor maligno de labios, cavidad oral y faringe	258	1.2	1.3
TOTAL	16381		

TAE: Tasa ajustada por edad.

Fuente: Grupo vigilancia Epidemiológica del Cáncer, INC.

Anexo No. 4 - Mortalidad por cáncer según causas Mujeres, Colombia 2010

GRANDES CAUSAS	Muertes	Tasa cruda por 100.000	TAE POR 100.000
Resto de cánceres	3985	17.3	16.0
Tumor maligno de mama de la mujer	2381	10.3	10.0
Tumor maligno del cuello del útero	1892	8.2	7.9
Tumor maligno de estómago	1709	7.4	6.7
Tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmón	1606	7.0	6.5
Tumor maligno de colon, recto y ano	1456	6.3	5.8
Tumor maligno de hígado	870	3.8	3.5
Leucemias	781	3.4	3.2
Tumor maligno de ovario u otros anexos	699	3.0	3.0
Tumor maligno de páncreas	685	3.0	2.7
Tumor maligno de vesícula biliar	562	2.4	2.3
Tumor maligno de encéfalo y otros de SNC	443	1.9	1.9
TOTAL	17069		

TAE: Tasa ajustada por edad.

Fuente: Grupo vigilancia Epidemiológica del Cáncer, INC.

Anexo No. 5 - Tabla Población Departamento de Antioquia

MUNICIPIO	Proyección 2013	MUNICIPIO	Proyección 2013
Medellín	2,417,325	La Estrella	60,388
Abejorral	19,478	La Pintada	6,665
Abriaquí	2,231	La Unión	18,905
Alejandro	3,550	Liborina	9,515
Amagá	29,117	Maceo	7,021
Amalfi	21,768	Marinilla	51,767
Andes	44,994	Montebello	6,450
Angelópolis	8,680	Murindó	4,402
Angostura	11,579	Mutatá	19,714
Anorí	16,658	Nariño	16,913
Santafé de Antioquia	24,202	Necoclí	59,230
Anza	7,543	Nechí	25,311
Apartadó	167,895	Olaya	3,169
Arboletes	38,100	Peñol	15,985
Argelia	8,968	Peque	10,669
Armenia	4,383	Pueblorrico	7,272
Barbosa	48,503	Puerto Berrío	45,239
Belmira	6,645	Puerto Nare	18,289
Bello	438,577	Puerto Triunfo	19,263
Betania	9,487	Remedios	27,832
Betulia	17,409	Retiro	18,712
Ciudad Bolívar	27,335	Rionegro	116,289
Briceño	8,720	Sabanalarga	8,191
Buritica	6,689	Sabaneta	50,444
Cáceres	35,823	Salgar	17,740
Caicedo	8,099	San Andrés de Cuerquía	6,449
Caldas	75,984	San Carlos	16,008
Campamento	9,209	San Francisco	5,521
Cañasgordas	16,780	San Jerónimo	12,456
Caracolí	4,646	San José de La Montaña	3,277
Caramanta	5,395	San Juan de Urabá	24,253
Carepa	53,048	San Luis	10,956

MUNICIPIO	Proyección 2013	MUNICIPIO	Proyección 2013
El Carmen de Viboral	45,578	San Pedro	25,676
Carolina	3,696	San Pedro de Uraba	30,785
Caucasia	106,887	San Rafael	13,076
Chigorodó	72,453	San Roque	17,077
Cisneros	9,191	San Vicente	17,652
Cocorná	15,010	Santa Bárbara	22,397
Concepción	3,659	Santa Rosa de Osos	34,753
Concordia	20,843	Santo Domingo	10,650
Copacabana	68,434	El Santuario	26,981
Dabeiba	23,560	Segovia	39,163
Don Matías	21,295	Sonson	36,104
Ebéjico	12,526	Sopetrán	14,453
El Bague	48,914	Támesis	15,058
Entrerrios	9,654	Tarazá	40,355
Envigado	212,283	Tarso	7,616
Fredonia	21,817	Titiribí	14,199
Frontino	17,261	Toledo	6,220
Giraldo	4,064	Turbo	151,161
Girardota	51,782	Uramita	8,253
Gómez Plata	12,513	Urao	43,436
Granada	9,838	Valdivia	21,092
Guadalupe	6,287	Valparaíso	6,209
Guarne	46,096	Vegachí	9,786
Guatapé	5,394	Venecia	13,295
Heliconia	6,060	Vigía del Fuerte	5,556
Hispania	4,859	Yalí	8,167
Itagui	261,662	Yarumal	45,740
Ituango	21,757	Yolombó	23,142
Jardín	13,900	Yondó	17,867
Jericó	12,249	Zaragoza	29,989
La Ceja	51,445		
TOTAL		6,299,990	

Fuente: DANE

Anexo No. 6 - Garantía de calidad de los aceleradores

FRECUENCIA	PROCEDIMIENTO	TOLERANCIA (a)	
DIARIA	DOSIMETRIA		
	Constancia de la tasa de dosis del haz de fotones	3%	
	Constancia (b) de la tasa de dosis del haz de electrones		
	MECANICO		
	Localización de los rayos laser	2 mm	
	Indicador de distancias (ODI)	2 mm	
	SEGURIDAD		
	Enclavamiento de la puerta	Funciona	
	Monitor audiovisual	Funciona	
	MENSUAL	DOSIMETRIA	
Constancia (c) de la tasa de dosis del haz de fotones		2%	
Constancia (c) de la tasa de dosis del haz de fotones		2%	
Constancia del monitor secundario		2%	
Constancia del parámetro dosimétrico del eje central del haz de fotones (PDD, TAR)		2%	
Constancia del parámetro dosimétrico del eje central del haz de ELECTRONES (PDD)		2 mm la profundidad terapeutica	
Constancia del aplanamiento del haz de fotones		2%	
Constancia del aplanamiento del haz de electrones		3%	
Simetría de los haces de fotones y de electrones		3%	
ENCLAVAMIENTOS DE SEGURIDAD			
Interruptores de emergencia		Funciona	
Enclavamientos de cuñas, conos de electrones		Funciona	
CONTROLES MECANICOS			
Coincidencia de los campos de luz/radiación		2 mm o 1% por lado (d)	
Indicadores de los ángulos de la cimbra/colimador		1 grado	
Posición de la cuña		2 mm o cambio de 2 grados en el factor de transmisión	
Posición de la bandeja		2 mm	
Posición de los aplicadores		2 mm	
Indicadores del tamaño del campo		2 mm	
Centrado de retículo		Diámetro de 2 mm	
Indicadores de posición de la mesa de tratamiento		2 mm/ 1 grado	
Sujeción de las cuñas, bandejas para bloques de conformación		Funciona	
Simetría (e) de los limitadores de campo		2 mm	
Intensidad de la luz del campo		Funciona	
ANUAL		DOSIMETRÍA	
		Constancia de calibración de las tasas de dosis de	2%

FRECUENCIA	PROCEDIMIENTO	TOLERANCIA (a)
	fotones y electrones	
	Dependencia del tamaño del campo vs constancia de la tasa de dosis del haz de fotones	2%
	Constancia del factor de calibración para los aplicadores de electrones	2%
	Constancia del parámetro del eje central (PDD, TAR)	2%
	Constancia del factor fuera del eje	2%
	Constancia del factor de transmisión para todos los accesorios de tratamiento	2%
	Constancia (f) del factor de transmisión de cuñas	2%
	Linealidad de la cámara de transmisión	1%
	Constancia de la tasa de dosis del haz de fotones vs ángulo de la cimbra	2%
	Constancia de la tasa de dosis del haz de electrones vs ángulo de la cimbra	2%
	Constancia del factor fuera del eje vs ángulo de la cimbra	2%
	Modalidad de arco	Especificaciones del fabricante
ANUAL	ENCLAVAMIENTOS DE SEGURIDAD	
	Seguir los procedimientos de prueba del fabricante	Funciona
	CONTROLES MECÁNICOS	
	Isocentro de rotación de los colimadores	Diámetro de 2 mm
	Isocentro de rotación de la cimbra	Diámetro de 2 mm
FRECUENCIA	PROCEDIMIENTO	TOLERANCIA (a)
ANUAL	ENCLAVAMIENTOS DE SEGURIDAD	
	Isocentro de rotación de la mesa del paciente	Diámetro de 2 mm
	Coincidencia de jes del colimador, la comba y la mesa del paciente con el isocentro	Diámetro de 2 mm
	Coincidencia de los isocentros de radiación y mecánico	Diámetro de 2 mm
	Combamiento de la mesa del paciente	2 mm
	Desplazamiento vertical de la mesa del paciente	2 mm

(a): La tolerancia enumerada en los cuadros significa que se requiere tomar acción si un parámetro: (1) excede el valor tabulado (por ejemplo, el isocentro medido durante la rotación de la cimbra excede un diámetro de 2 mm); o (2) el cambio en el parámetro excede el valor nominal (por ejemplo cambios de la tasa de dosis de más de 2%). La distinción se enfatiza mediante el uso del término “constancia” para el último caso. Además, para la “constancia”, los valores de porcentajes son +- la desviación del parámetro con respecto a su valor nominal ; las distancias hacen referencia al isocentro o al valor nominal de la distancia fuente–piel (SSD).

(b): Todas las energías de los electrones no necesitan controlarse diariamente, pero todas las energías de los electrones se controlarán al menos dos veces por semana.

(c): Un control de constancia con un instrumento de campo empleando correcciones de temperatura/presión.

(d): Cualquiera que sea el mayor. También debe controlarse después de un cambio de un cambio en la fuente del campo luminoso.

(e): La simetría de los limitadores de campo se define como la diferencia en la distancia de cada diafragma al isocentro.

(f): La mayoría de los factores de transmisión de las cuñas dependen del tamaño del campo y de la profundidad.

Anexo No. 7 - Garantía de calidad de los simuladores

FRECUENCIA	PROCEDIMIENTO	TOLERANCIA (a)
DIARIA	Localización de los rayos laser	2 mm
	Indicador de distancias (ODI)	2 mm
MENSUAL	Indicador de tamaños del campo	2 mm
	Indicadores de los ángulos de la cimbra/colimador	1 grado
	Centrado del retículo	Diámetro de 2 mm
	Indicador del eje del punto focal	2 mm
	Calidad de la imagen fluoroscópica	Base de referencia
	Prevención emergencia/colisión	Función
	Coincidencia de los campos luz/radiación	2 mm o un 1%
	Sensitometría de la procesadora de películas	Base de referencia
ANUAL	CONTROLES MECÁNICOS	
	Isocentro de rotación de colimadores	Diámetro de 2 mm
	Isocentro de rotación de la cimbra	Diámetro de 2 mm
	Isocentro de rotación de la mesa del paciente	Diámetro de 2 mm
	Coincidencia de los ejes del colimador, cimbra, mesa del paciente e isocentro	Diámetro de 2 mm
	Combamiento de la mesa del paciente	2 mm
	Desplazamiento vertical de la mesa del paciente	2 mm
	CONTROLES RADIOGRAFICOS	
	Tasa de exposición	Base de referencia
	Exposición a la entrada de la mesa del paciente con fluoroscopia	Base de referencia
	Calibración del kVp y del mAs	Base de referencia
Resolución de contrastes alto y bajo	Base de referencia	

(a): Las tolerancias significan que el parámetro excede el valor tabulado (por ejemplo, el isocentro medido durante la rotación de la cimbra excede 2 mm de diámetro).

Anexo No. 8 - Garantía de calidad del equipo de medición

TIPO DE INSTRUMENTO	PRUEBA	FRECUENCIA	TOLERANCIA (a)
ESTANDAR (b) LOCAL	Calibración ADCL	2a(c)	D
	Linealidad	2ª(c)	0,5%
	Aireamiento	2ª(c)	D
	Señal de cámara extra (efecto vástago)	I	0,5%
	Fuga	E	0,1%
	Prueba (d) de redundancia	E	2%
	Recombinación	I	D
	Potencial de colección	E	D
	INSTRUMENTOS DEL CAMPO	Comparación estándar local	2a
Linealidad		2a	D
Aireamiento		2a	D
Señal de cámara extra		2a	D
Fuga		E	0,1%
Recombinación		I	D
Potencial de colección		E	D
CONTROL DE LA TASA DE DOSIS	Comparación estándar local	M	1%
DOSIS RELATIVA TLD	Calibración	E	D
	Linealidad	I	D
PELICULA	Respuesta de dosis	B	D
	Linealidad del densitómetro	1a	D
	Uniformidad/reproducibilidad de la procesadora	E	D
CAMARA DE IONIZACIÓN	Linealidad	1a	D
	Señal de cámara extra	1	1%
DIODOS	Dependencia de la energía	1	D
	Señal de cámara extra	1	D
	Linealidad	1	D
COLOCACIÓN	Exactitud	E	2 mm
	Histéresis	E	2 mm
ESCANERES	Mecánica	1	2 mm
AUTOMATIZADOS	Exactitud de posición	E	1 mm
	Potencial de colección del detector	E	D
	Linealidad de los detectores	1	0,5%
	Señal de cámara extra	1	0,5%
	Fuga de detectores	E	0,5%
	Exactitud del análisis de datos	1	1%

TIPO DE INSTRUMENTO	PRUEBA	FRECUENCIA	TOLERANCIA (a)
	Exactitud de los listados impresos	1	1 mm
ACCESORIOS	Calibración de termómetros	1	0,1 °C
	Calibración de barómetros	3 meses	1 mm Hg
	Calibración de reglas lineales	1	0,3%

(a): Los valores de porcentajes son +/- la desviación del parámetro con respecto al valor nominal y las distancias se refieren al isocentro o al valor nominal de distancia fuente-piel (SSD).

(b): El instrumento estándar local tiene una calibración directamente trazable al NIST y debe reservarse para la calibración de los haces de radiación, los instrumentos del campo y para intercomparaciones.

(c): Dos años requeridos por el NRC. Sin un programa de redundancia, esto puede ser inadecuado; con un programa de redundancia, los sistemas de dosimetría mantienen los factores de calibración durante periodos significativamente más largos.

(d): Con un radionucleido (por ejemplo, Sr-90) o por intercomparación de cámaras.

I: Uso inicial para cada modalidad usada o después de averías y reparaciones.

E: Cada uso (secuencia de medición) o evaluación en curso.

B: cada lote o caja a la energía apropiada (la disposición del elemento del dosímetro también debe considerarse).

D: Corrección documentada aplicada u observada en el informe de la medición.

M: Mensual.

Anexo No. 9 - Garantía de calidad para los sistemas de planificación de tratamientos y cálculo de la unidad del monitor

FRECUENCIA	PRUEBA	TOLERANCIA (a)
Durante las pruebas de aceptación y tras cualquier actualización del software	Comprender el algoritmo	Funciona
	Campo único o distribuciones de isodosis de la fuente	2% o 2 mm (b)
	Cálculos UM	2%
	Casos de prueba	2% o 2 mm
	Sistema I/O	1 mm
DIARIA	Dispositivos I/O	1 mm
MENSUAL	Verificación de sumas	Ningún cambio
	Subconjunto del conjunto de pruebas de calidad de referencia (cuando no se dispone de verificación de sumas)	2% o 2 mm (c)
	Sistema IO	1 mm
ANUAL	Cálculos UM	2%
	Conjunto de pruebas de calidad de referencia	2% o 2 mm (d)
	Sistema IO	1 mm

(a): El porcentaje de diferencia entre el cálculo del sistema de planificación de tratamientos del ordenador y la medición (o el cálculo independiente).

(b): En la región de gradientes de dosis altos la distancia entre las líneas de isodosis es más apropiada que la diferencia en %. Además puede haber menos exactitud cerca de los extremos de fuentes únicas.

(c): Estos límites se refieren a la comparación de los cálculos de datos durante las pruebas de aceptación con respecto a los mismos cálculos realizados posteriormente.

(d): Estos límites se refieren a la comparación de los cálculos con respecto a mediciones en un tanque de agua.

Anexo No. 10 - Proceso de planificación de tratamientos

PROCESO	PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD CONEXOS
Colocación e inmovilización	Películas de verificación de campos. Alineación de láseres.
Simulación	Garantía de calidad del simulador incluyendo la calidad de la imagen y la integridad mecánica.
Adquisición de datos de pacientes (CT, IRM, toma manual de contornos)	Garantía de calidad de CT, IRM, incluyendo la calidad de la imagen y la integridad mecánica. Exactitud de la toma de contornos mecánica.
Transferencia de datos al sistema de planificación de tratamientos.	Garantía de calidad de todo el proceso de transferencia de datos, incluyendo digitalizadores, la transferencia de datos digitales.
Definiciones de volúmenes blanco	Revisión por expertos, por ejemplo conferencia de planificación de pacientes nuevos, de historias clínicas.
Diseño de apertura	Control independiente de la realización (por ejemplo películas de verificación de campos), revisión por expertos.
Computación de distribuciones de dosis	Datos de la máquina adquiridos durante las pruebas de aceptación y garantía de calidad de las máquinas de tratamiento. Exactitud y garantía de calidad del sistema de planificación de tratamientos.
Evaluación de planes	Revisión del plan de expertos, por ejemplo, durante la conferencia de historias clínicas. Control independiente por el físico de radioterapia.
Prescripción	Escrita, firmada y fechada
Computación de las unidades del monitor	Garantía de calidad del sistema de planificación de tratamientos. Control independiente dentro de 48 h.
Fabricación de bloques, modificadores del haz	Garantía de calidad para la conformación de bloques y para los sistemas de compensadores. Revisión de películas de verificación de campos.
Ejecución de planes	Revisión de la posición de campos sobre el paciente por el equipo de planificación de tratamientos. Revisión de expedientes clínicos.
Garantía de calidad de pacientes.	Revisión de planes de tratamiento. Revisión de expedientes clínicos después de cada campo nuevo o modificado, revisión semanal de expedientes clínicos, revisión de películas de verificación de campos. Dosimetría i vivo para campos no usuales, dosis a órganos críticos (por ejemplo, la dosis gonadal). Control de situación, de seguimiento.

Anexo No. 11 - Tabla Incidencia estimada de cáncer, por Departamentos Hombres, Colombia, 2002-2006

LOCALIZACIÓN	INCIDENCIA ESTIMADA		
	Casos anuales	Tasa cruda anual	TAE anual
Antioquia	5230	190,8	225,6
Bogotá	5181	160,3	215,7
Valle del Cauca	3974	198,5	224,8
Cundinamarca	1718	153,4	170,0
Santander	1707	177,6	203,1
Atlántico	1566	149,0	190,8
Tolima	1095	159,5	157,4
Bolívar	1057	113,8	146,4
Norte de Santander	1013	165,6	206,3
Boyacá	1001	160,5	163,1
Caldas	985	207,9	210,6
Risaralda	948	217,6	232,6
Cauca	847	132,9	155,7
Nariño	792	104,0	121,9
Huila	739	147,5	177,8
Córdoba	706	97,2	121,2
Magdalena	639	111,3	149,4
Meta	597	154,1	196,2
Quindío	564	216,3	220,1
Cesar	488	109,7	153,9
Sucre	400	103,3	124,2
Caquetá	214	101,5	135,8
La Guajira	192	59,3	88,1
Chocó	154	69,3	110,2
Casanare	149	100,8	159,3
Arauca	118	101,2	155,4
Putumayo	100	63,6	93,9
Amazonas	94	62,5	102,7
San Andrés y Providencia	48	138,3	216,5

TAE: Tasa ajustada por edad. Fuente: Grupo vigilancia Epidemiológica del Cáncer, INC.

Anexo No. 12 - Tabla Incidencia estimada de cáncer, por Departamentos Mujeres, Colombia, 2002-2006

LOCALIZACIÓN	INCIDENCIA ESTIMADA		
	Casos anuales	Tasa cruda anual	TAE anual
Bogotá	7054	201,5	221,6
Antioquia	5958	208,1	217,9
Valle del Cauca	4833	228,5	233,8
Cundinamarca	1929	172,2	180,7
Santander	1901	192,6	199,3
Atlántico	1846	170,1	190,6
Caldas	1347	273,2	265,0
Tolima	1276	189,5	190,7
Norte de Santander	1219	196,2	216,7
Bolívar	1214	130,2	150,0
Boyacá	1129	179,7	173,2
Risaralda	1085	238,0	239,6
Nariño	994	130,7	145,6
Cauca	958	154,1	171,5
Huila	894	180,2	206,2
Córdoba	743	103,2	122,2
Magdalena	701	123,8	152,3
Quindío	697	257,5	249,1
Meta	632	166,8	209,9
Cesar	593	132,9	166,0
Sucre	413	109,4	126,8
Caquetá	280	136,9	177,3
La Guajira	213	64,5	87,6
Casanare	178	125,9	157,8
Chocó	132	58,0	78,2
Arauca	120	105,8	157,6
Putumayo	100	66,7	99,7
Amazonas	87	62,8	96,9
San Andrés y Providencia	45	127,8	159,6
TOTAL	38571	179,8	196,9

TAE: Tasa ajustada por edad. Fuente: Grupo vigilancia Epidemiológica del Cáncer, INC.

Anexo No. 13 - Tabla Incidencia estimada de cáncer, según localización, Hombres, Antioquia, 2002-2006

LOCALIZACIÓN	INCIDENCIA ESTIMADA		
	Casos anuales	Tasa cruda anual	TAE anual
Próstata	1184	43,2	52,9
Tráquea, bronquios y pulmón	702	25,6	31,2
Otros sitios y no especificados	638	23,3	26,7
Estómago	567	20,7	24,6
Colon, recto y ano	328	12,0	14,1
Linfomas no Hodgkin	254	9,3	10,3
Laringe	183	6,7	8,1
Leucemias	180	6,6	7,0
Vejiga	146	5,3	6,5
Melanoma de piel	139	5,1	6,1
Sistema nervioso central	129	4,7	5,1
Labios, cavidad oral y faringe	123	4,5	5,3
Hígado	121	4,4	5,3
Riñón	104	3,8	4,5
Esófago	98	3,6	4,3
Vesícula biliar	96	3,5	4,1
Páncreas	95	3,5	4,2
Linfomas Hodgkin	90	3,3	3,3
Testículo	35	1,3	1,2
Tiroides	18	0,7	0,7
TOTAL	5230	190,8	225,6

TAE: Tasa ajustada por edad.

Fuente: Grupo vigilancia Epidemiológica del Cáncer, INC.

Anexo No. 14 - Tabla Incidencia estimada de cáncer, según localización, Hombres, Antioquia, 2002-2006

LOCALIZACIÓN	INCIDENCIA ESTIMADA		
	Casos anuales	Tasa cruda anual	TAE anual
Mama de la mujer	1120	39,1	4,5
Cuello del útero	684	23,9	24,8
Otros sitios y los no especificados	622	21,7	22,6
Tráquea, bronquios y pulmón	545	19,0	20,0
Estómago	437	15,3	15,9
Colon, recto y ano	410	14,3	14,9
Ovario y otros anexos	238	8,3	8,7
Tiroides	229	8,0	8,5
Linfomas no Hodgkin	194	6,8	7,1
Vesícula biliar	179	6,3	6,6
Leucemias	163	5,7	5,9
Hígado	158	5,5	5,8
Páncreas	141	4,9	5,1
Melanoma de piel	126	4,4	4,5
Sistema nervioso central	120	4,2	4,3
Labios, cavidad oral y faringe	119	4,2	4,5
Cuerpo del útero	99	3,5	3,7
Esófago	94	3,3	3,5
Vejiga	92	3,2	3,3
Riñón	90	3,1	3,3
Laringe	53	1,9	1,9
Linfomas Hodgkin	45	1,6	1,6
TOTAL	5958		

TAE: Tasa ajustada por edad.

Fuente: Grupo vigilancia Epidemiológica del Cáncer, INC.