

**Universidad de El Salvador  
Facultad de Medicina  
Escuela de Tecnología Médica  
Licenciatura en Radiología e Imágenes**



**Informe Final de Seminario de Grado:**

**FACTORES QUE PROVOCAN ACCIDENTES EN EL AREA DE RESONANCIA  
MAGNETICA EN EL HOSPITAL GENERAL DEL INSTITUTO SALVADOREÑO  
DEL SEGURO SOCIAL EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE ENERO A JUNIO  
DEL 2015**

**Asesora:**

**Licda. Teresa de los Ángeles Reyes Paredes**

**Presentado por:**

**Iván Enrique Alarcón Aguirre: AA07116**

**Daniel Mauricio Espinoza Ramos: EA08027**

**Gerson Eduardo Martínez: MM10042**

**Ciudad Universitaria, Septiembre de 2015**

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

**VICE-RECTOR ACADEMICO**

MAESTRA. ANA MARIA GLOWER DE ALVARADO

**VECE-RECTOR ADMINISTRATIVO**

MSC. OSCAR NOE NAVARRETE

**DECANO DE LA FACULTAD DE MEDICINA**

DR. JOSE ARNULFO HERRERA TORRES

**VICE-DECANO DE LA FACULTAD DE MEDICINA**

LIC. ROBERTO ENRIQUE FONG HERNANDEZ

**DIRECTORA DE LA ESCUELA DE TECNOLOGIA MÉDICA**

LICDA. DALIDE RAMOS DE LINARES

**DIRECTORA DE LA CARRERA DE RADIOLOGÍA E IMÁGENES**

LICDA. MABEL PATRICIA NAJARRO CHÁVEZ

## INDICE

	<b>Pág.</b>
I. <u>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u> .....	1
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	1
SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	2
ENUNCIADO DEL PROBLEMA .....	3
OBJETIVO GENERAL .....	4
OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	4
JUSTIFICACIÓN .....	5
VIABILIDAD .....	6
II. <u>MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL</u> .....	7
TERMINOLOGÍA DE RESONANCIA MAGNÉTICA .....	7-10
TERMINOLOGÍA SOBRE LA SEGURIDAD EN RESONANCIA MAGNÉTICA .....	10-11
HISTORIA DE LA RESONANCIA MAGNETICA .....	11-12
EQUIPOS DE RESONANCIA MAGNETICA .....	13-21
DISEÑO DEL AREA DE RESONANCIA .....	21-23
SALA DEL IMAN .....	23-24
SALA DE CONTROL .....	25-26
SALA TECNICA .....	26-27
ZONAS DE ACCESO RESTRINGIDO .....	27-28

SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA PARA RESONANCIA MAGNETICA_____	28-29
EFFECTOS BIOLOGICOS DE LA RESONANCIA MAGNETICA_____	29-32
NORMAS PARA LA REALIZACION DE UN ESTUDIO DE RESONANCIA MAGNETICA_____	32-33
MEDIDAS DE SEGURIDAD_____	33-34
FACTORES DE RIESGOS EN LAS EXPLORACIONES DE RESONANCIA MAGNETICA_____	34-42
ACCIDENTES MÁS COMUNES EN EL AREA DE RESONANCIA MAGNETICA_____	42-45
CONTRAINDICACIONES PARA UN ESTUDIO DE RESONANCIA MAGNETICA_____	45-51
ADMINISTRACION DE MEDIO DE CONTRASTE_____	51
MEDIOS DE CONTRASTES PARAMAGNETICAS_____	51-52
III. <u>OPERACIONALIZACION DE VARIABLES</u> _____	53-59
IV. <u>DISEÑO METODOLOGICO</u> _____	60
TIPO DE ESTUDIO_____	60
AREA DE ESTUDIO_____	60
UNIVERSO Y MUESTRA_____	60
METODOS, TECNICAS E INSTRUMENTOS_____	60-61
PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS_____	62

PLAN DE TABULACION Y ANALISIS	62
V. <u>PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS</u>	63-99
VI. <u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	100-103
BIBLIOGRAFIA	104
ANEXOS	

## INTRODUCCION

El presente documento contiene información referente a los factores que provocan accidentes en el área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, en el periodo comprendido de enero a junio 2015. Investigación en la cual pretende conocer los riesgos que conlleva realizarse un procedimiento de resonancia magnética, debido a que el número de pacientes que se realizan dicho estudio va en aumento, el riesgo de que ocurran accidentes en el área es mayor tanto para el paciente como para el profesional que se desempeña en el área, razón por la cual es importante saber sobre las medidas de seguridad y los factores de riesgo en el área de RM. El trabajo de investigación está dividido por los capítulos siguientes:

En el Capítulo I contiene los antecedentes del problema, la situación problemática la cual motivo al desarrollo de la investigación, de igual forma dicho capítulo contiene el enunciado del problema, los objetivos que fueron el camino para alcanzar las metas propuestas por el grupo investigador, y la justificación en la cual se describió el porqué de la importancia del desarrollo de la presente. En Capítulo II contiene el marco teórico donde se encuentra toda la información del tema investigado el cual está dividido por sub temas. En el Capítulo III la operacionalización de las variables que sustentaron la base teórica. En el Capítulo IV se mencionaron todas las descripciones metodológicas del proceso investigativo desarrollado, como el tipo de estudio, área de estudio, universo y muestra y la descripción de cómo se llevó a cabo la recolección, tabulación y análisis de resultados. En el Capítulo V la presentación y análisis de los resultados. En el Capítulo VI las conclusiones y recomendaciones.

# CAPITULO I

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

### **ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.**

La resonancia magnética es un fenómeno químico que nadie lo invento si no que se descubrieron sus mecanismos, y los utilizaron para diferentes fines; desde su introducción a la práctica médica en 1979 se ha convertido en una herramienta muy valiosa para el diagnóstico de muchas enfermedades y cuyas aplicaciones se encuentran aún en constante desarrollo.

La RM del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social fue introducida en Abril del año 2003 y se empezó a trabajar en Octubre del mismo año con la finalidad de mejorar las técnicas de diagnóstico de enfermedades por imágenes y darle un mejor servicio a la población cotizante en el Seguro Social. De acuerdo a los profesionales en radiología que laboran en esta área de resonancia magnética desde la instalación del equipo han acontecido una serie de accidentes, un ejemplo de ellos ocurrió cuando un agente de seguridad ingreso a la sala de resonancia magnética sin haberse despojado de todo material ferro magnético, ignorando que aunque el resonador del imán no estuviese funcionando siempre atrae todo material metálico; la escopeta que llevaba consigo fue atraída por el imán y debido a esto necesitaron la fuerza de 5 personas para halar con una cuerda la escopeta. Suerte para el profesional en radiología que no había pacientes dentro del resonador.

Otro accidente ocurrió cuando un familiar ingreso a la sala de resonancia magnética con una silla de ruedas para trasladar al paciente después de haberle realizado el estudio, la silla fue atraída y despedazada en el interior del resonador, necesitando 10 personas para sacar lo que quedaba de la silla, el paciente no sufrió daños por que ya se había retirado de la mesa de exploración. Así como estos accidentes pudieron haber ocurrido muchos otros ya sea de igual o menor magnitud, por lo que es necesario investigar la causa de cada uno de ellos.

## **SITUACION PROBLEMÁTICA.**

La resonancia magnética ha producido un avance en la medicina y en particular en la imagenología permitiendo obtener un mejor estudio de la anatomía, fisiología del cuerpo humano. Desde la introducción de la resonancia magnética como técnica diagnóstica el número de pacientes expuestos a campos electromagnéticos ha aumentado drásticamente y muchos profesionales de radiología e imágenes y de otras carreras dedicadas a la medicina deberían conocer los riesgos que pueden existir en esta área.

En la actualidad el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social cuenta con un área de resonancia magnética que sirve de apoyo a los médicos para brindar un mejor diagnóstico de lesiones y patologías que afectan la salud del ser humano y que no pueden ser definidas solo con una imagen obtenida con Rayos X. Por lo que cada año la demanda de pacientes que a diario pasan por esta sala va en aumento y el personal de radiología destinado a atender la gran cantidad de pacientes es poco, provocando saturación de trabajo lo que llevaría a generar estrés laboral creando así un ambiente de presión que podría dar como resultado un accidente que puede causarle daño a una persona o al mismo equipo.

Otras razones por las que se podrían causar accidente seria: La poca señalización que pueda existir, el exceso de confianza por parte del personal que labora en esta área, la introducción de cualquier material ferromagnético como: Hierro, materiales de los que están compuestos la mayoría de equipos que se utilizan para el traslado de pacientes, las camillas, sillas de ruedas, tanques de oxígeno, algunos bastones, andaderas, armas de fuego, cadenas, pulseras, anillos, aritos, hebillas, sillas de escritorio, lente etc. Ingresados al área por una persona externa ya sea acompañante del paciente u otra persona que labore en el Hospital pero no en Resonancia Magnética y que no conocen las medidas de seguridad o no son acatadas correctamente.

Por lo expuesto anteriormente, el equipo investigador se formuló la siguiente interrogante, la cual ayudó a guiar esta investigación:

**¿Cuáles son los factores que provocan accidentes en el área de Resonancia Magnética en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el periodo comprendido de enero a junio del 2015?**

**OBJETIVO GENERAL.**

- Establecer los factores que provocan accidentes en el área de resonancia magnética en el hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social en el periodo comprendido de enero a junio del 2015.

**OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Identificar los factores de riesgo que pueden provocar accidentes dentro del área de resonancia magnética.
- Identificar los accidentes más comunes en el área de Resonancia Magnética.
- Verificar el cumplimiento de las contraindicaciones establecidas para no realizar un estudio de Resonancia Magnética.
- Conocer las medidas de seguridad implementadas en el área de resonancia magnética.

## **JUSTIFICACION.**

Tras muchos años de uso clínico de la Resonancia Magnética aún no se conocen efectos adversos inherentes a la técnica, eso no significa que se descarte que en su entorno existan riesgos potenciales, no solo para los pacientes, sino también para cualquier otra persona que se encuentre presente; por lo cual es necesario que se cuente con medidas de seguridad bien establecidas.

Es por esta razón que el presente trabajo de investigación tubo como finalidad conocer los factores que causan accidentes en el área de Resonancia Magnética del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, así como también demostrar las condiciones de seguridad en las que se desempeñan los profesionales en radiología, ya que conociendo esto se puede ejercer una mejor vigilancia y garantizar que las medidas de seguridad se cumplan a cabalidad, para que todo el personal se encuentre seguro y pueda tomar las precauciones idóneas así como tener presentes las acciones a seguir a la hora de realizar un estudio; favoreciendo de igual manera al paciente que necesita seguridad y una buena instrucción, para que el personal de radiología pueda orientarlo al ingresar a la sala, explicándole el procedimiento y la existencia de un imán que puede atraer y desplazar con gran fuerza cualquier componente metálico, que de llevarlo consigo pudiera ocasionarle lesiones o traumatismos severos.

Esta investigación contribuirá además a docentes y estudiantes de la carrera de Radiología e Imágenes de la Universidad de El Salvador, para ampliar los conocimientos sobre las causas que originan accidentes en el área de Resonancia Magnética, de igual forma los resultados podrán contribuir a futuras investigaciones referentes al tema.

**VIABILIDAD.**

Esta investigación fue viable debido a que se contó con los permisos pertinentes, así como con el recurso humano para desarrollar las diferentes etapas, además con la accesibilidad geográfica a la institución en estudio.

Para la ejecución no se incurrió en mayores gastos por lo que el grupo investigador fue capaz de llevarla a cabo.

# CAPITULO II

## II. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL.

### TERMINOLOGÍA DE RESONANCIA MAGNÉTICA:

**Resonancia:** Se define como la frecuencia de precisión o frecuencia de un átomo, depende del campo magnético del que este inmerso, estado en el cual el átomo es capaz de absorber energía si la envía a su propia frecuencia de resonancia.

**Nuclear:** Se denomina así ya que es un núcleo del átomo el que genera la señal.

**Magnética:** Es debido a que sólo puede suceder en el seno de un potente campo magnético. En la actualidad la palabra nuclear de desestima ya que puede confundirse con técnicas de medicina nuclear o sugerir estas implicaciones, y por ello se denomina IMR (imagen por resonancia nuclear) o simplemente resonancia magnética (RM).

**Resonancia Magnética Nuclear (RMN) o imagen de resonancia magnética (IRM):** es un método químico-físico basado en las propiedades magnéticas de los núcleos atómicos. Muchos núcleos se comportan como pequeños imanes, generando un débil campo magnético. La irradiación del sistema con una radiofrecuencia adecuada produce transiciones entre dichos niveles energéticos que se detecta como una débil señal de absorción.

**Susceptibilidad magnética:** A una constante de proporcionalidad adimensional que indica el grado de magnetización de un material influenciado por un campo magnético.

**Sustancia paramagnéticas:** Se denomina Sustancia paramagnética a los materiales o medios cuya permeabilidad magnética es similar a la del vacío. Estos materiales o medios presentan en una medida despreciable el fenómeno de ferromagnetismo. Los materiales paramagnéticos sufren el mismo tipo de atracción y repulsión que los imanes normales, cuando están sujetos a un campo magnético.

**Sustancia diamagnética:** es una propiedad de los materiales que consiste en repeler los campos magnéticos. Es lo opuesto a los materiales ferromagnéticos los cuales son atraídos por los campos magnéticos.

**Sustancia ferro-magnética:** son aquellas sustancias que son atraídas por un imán.

**Tesla:** Unidad de inducción magnética y densidad del flujo magnético del Sistema Internacional, de símbolo T, que equivale a la inducción que, repartida sobre una superficie de  $1 \text{ m}^2$ , produce a través de esta superficie un flujo magnético de 1 weber.

**Factor de riesgo:** Se entiende bajo esta denominación la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales, y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación y/o control del elemento agresivo.

**Riesgo** es la vulnerabilidad ante un potencial perjuicio o daño para las unidades, personas, organizaciones o entidades.

**Accidente:** Se define como cualquier suceso que es provocado por una acción violenta y repentina ocasionada por un agente externo involuntario, y que da lugar a una lesión corporal.

**Gradiente:** un gradiente es una variación del campo magnético en una determinada distancia. En RMN los gradientes utilizados son lineales, es decir, que su variación es uniforme de un punto a otro. Son gradientes de campos magnéticos, es decir, pequeños campos magnéticos producidos por electroimanes situados al interior del campo magnético principal. Su campo se sobrepone al campo magnético principal.

**Imán:** El elemento principal del equipo es un imán capaz de generar un campo magnético constante de gran intensidad. Actualmente se utilizan imanes con intensidades de campo de entre 0'5 y 1'5 teslas. El campo magnético constante se encarga de alinear los momentos magnéticos de los núcleos atómicos básicamente en dos direcciones, paralela (los vectores apuntan en el mismo sentido) y anti-paralela (apuntan en sentidos opuestos)

**Quench (extinción en inglés):** La anulación o extinción brusca del campo magnético en imanes superconductivos.

**Solenoid:** Bobina formada por un alambre enrollado en espiral sobre una armazón cilíndrica, que se emplea en diversos aparatos eléctricos, y que crea un campo magnético cuando circula una corriente continua por su interior.

**Antenas:** Elementos que se utilizan para recoger la señal de resonancia magnética emitida por los tejidos.

**Criógenos:** Helio líquido y nitrógeno líquido en imanes antiguos.

**Fe:** Es el símbolo del elemento químico del hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (5%). Es un metal maleable, tenaz, de color gris plateado y magnético.

**Mn:** Es el símbolo del elemento químico del manganeso. Es uno de los metales de transición del primer periodo largo de la tabla periódica; se encuentra entre el cromo y el hierro.

**Gd:** Es el símbolo del elemento químico del gadolinio, es un metal sólido de las tierras raras, de color blanco plateado, que se encuentra en algunos minerales junto con otros elementos de los lantánidos; se usa como componente en las varillas de control de los reactores nucleares

**Bo:** Campo magnético.

**Magnetofosfenos:** Sensaciones luminosas producidas por la estimulación eléctrica de la retina.

**Slew Rate (en ingles):** velocidad de cambio.

**Solicitada:** Artículo o anuncio que una persona o un grupo publica en un periódico, lo paga y se hace responsable de su contenido; generalmente tiene contenidos de información, reclamo o réplica.(mención en historia de la IRM).

**Anulo plastia:** Técnica quirúrgica destinada al estrechamiento de un anillo valvular dilatado, generalmente el tricúspide o el mitral, mediante sutura o implantación de un anillo de teflón.

### **TERMINOLOGÍA SOBRE LA SEGURIDAD EN RESONANCIA MAGNÉTICA:**

Un objeto considerado seguro en RM puede serlo en equipos de bajo campo y no en equipos de alto campo; puede serlo cuando se aplican ciertos gradientes y no otros; o puede serlo fuera de la línea de 5 Gauss pero no dentro. Por estos motivos la terminología ha sido revisada y se proponen tres categorías:

- 1. Seguridad completa:** objeto libre de componentes metálicos, no conductivos y no reactivos a RF.
- 2. Seguridad condicional:** el objeto o implante es seguro bajo ciertas condiciones probadas.
- 3. No seguro:** objetos que bajo la acción del campo magnético son peligrosos y pueden producir lesiones
- 4. Línea de los 5 Gauss**

Esta medición permite relevar el campo real generado por un magneto a su alrededor. Esto es de suma importancia en ciertas situaciones:

- cuando se quiere evaluar la magnetización de objetos o estructuras.
- cuando se quiere verificar la eficiencia de un Blindaje Magnético.
- cuando se quiere delimitar una zona para proteger equipamiento médico sensible alrededor de un magneto (por ej. máquinas para anestesia dentro de una sala de RM, seriógrafos, tomógrafos, etc...).
- cuando se quiere delimitar el área restringida que marca la línea de 5 Gauss, para proteger a personas con implantes biomédicos ferromagnéticos (marcapasos, clips de aneurisma, válvulas aórticas, etc...).
- cuando se quiere delimitar el área supervisada que marca la línea de 1 Gauss, para evitar que caigan dentro de ella televisores y monitores de tipo CRT (tubo de rayos catódicos).

#### **El límite sanitario internacional de 5 Gauss.**

- Por una disposición internacional, para habilitar cualquier sala de Resonancia Magnética, Radio física Sanitaria exige que la línea de campo magnético de 5 Gauss quede restringida a la sala de examen y a la sala técnica.
- En caso de que la línea de 5 Gauss del equipo salga por fuera de los límites de la sala hacia áreas públicas, será preciso colocar un Blindaje Magnético pasivo adicional para apantallarla.

#### **HISTORIA DE LA RESONANCIA MAGNETICA.**

En 1971, hace justo 40 años, el doctor Raymond Damadian, médico estadounidense quien demostró que la resonancia magnética podía ser usada para detectar enfermedades porque distintos tipos de tejidos emiten señales que varían en su duración, en respuesta al campo magnético.

Damadian creó el primer equipo de resonancia magnética en 1972. Pocos meses más tarde aplicó a una patente para su invento con el título "Aparato y método para detectar tejidos cancerígenos" Aquí, Damadian propone: "Las medidas de resonancia spin-eco pueden ser usadas como un método para discriminar entre tumores malignos y tejido normal". El encontró diferencias en T1 y T2 entre seis muestras de tejidos normales y dos

tumores sólidos del hígado y el riñón de la rata. La patente fue otorgada el 1974 en Estados Unidos, y fue la primera que se dio en el campo de la resonancia magnética, el primer prototipo fue llamado el indomable".

Reconociendo la importancia del descubrimiento de Damadian, el investigador Paul Lauterbur desarrolló la técnica para generar las primeras imágenes en resonancia magnética en 2 y 3 dimensiones utilizando gradientes, y publicó la primera en 1973.

Peter Mansfiel, un físico de la Universidad de Nottingham en Inglaterra, extendió el uso de los gradientes mediante un modelo matemático que permitía acelerar muchísimo el tiempo de captura de imágenes, de horas a tan sólo segundos, y producirlas con mejor definición. Mansfield y Lauterbur recibieron en 2003 el premio Nobel de Medicina por sus descubrimientos en el campo de las imágenes de resonancia magnética. Damadian, que fue dejado de lado por la academia Sueca, protestó con una solicitada\* en el diario New York Times. Más allá de esta controversia en cuanto a la contribución de cada uno al invento, lo que no cabe duda es que en los 40 años que pasaron desde su descubrimiento la resonancia magnética cambió la historia de la medicina.



\*Damadian con uno de los primeros Prototipos de Resonador magnético.

## **EQUIPOS DE RESONANCIA MAGNÉTICA.**

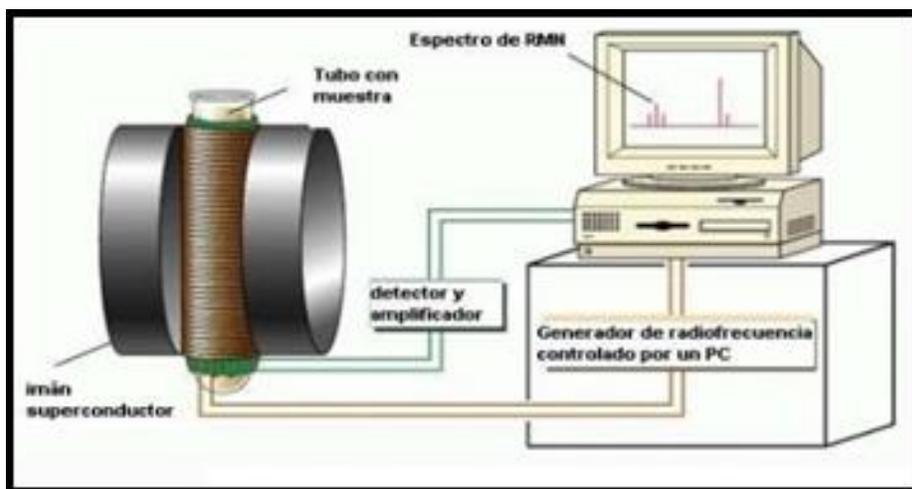
La técnica por resonancia magnética produce imágenes de alta calidad de los órganos y estructuras del cuerpo, lo que permite hacer estudios de múltiples lesiones y enfermedades, incluso en sus etapas iniciales.

Utiliza un campo magnético intenso, ondas de radio y una computadora para crear imágenes. La resonancia magnética permite visualizar estructuras de tejido blando: ligamentos y cartílago y ciertos órganos como los ojos, el cerebro y el corazón.

Los equipos de resonancia magnética, son caros y grandes aparatos que se componen principalmente por:

- Un Imán
- Los gradientes
- La Antena
- Equipo informático de control.

#### Partes principales del equipo de resonancia magnética:



El espectrómetro de RMN consta de cuatro partes:

1. Un imán estable, con un controlador que produce un campo magnético preciso.
2. Un transmisor de radiofrecuencia, capaz de emitir frecuencias precisas.
3. Un detector para medir la absorción de energía de radiofrecuencia de la muestra.
4. Un ordenador y un registrador para realizar las gráficas que constituyen el espectro de RMN.

Los campos que emplean dichos equipos varían entre los 0.2-3T y probablemente en un futuro se usaran equipos con intensidades de campo magnético mayores a 3 – 4 T. Los imanes que generan un campo magnético mayor de 3T no se utilizan generalmente en humanos.

### **Imán principal**

Este sistema está constituido por un conjunto de aparatos emisores de electromagnetismo, que son los imanes, que representan la base del equipo. Los imanes producen un campo magnético  $B_0$ , homogéneo y de gran fuerza (0,1-2 T) en el interior del cilindro del imán. Este campo debe ser homogéneo y estable en el tiempo, cuanto más intenso sea el campo magnético mejor será la relación señal y ruido en las radioseñales utilizadas para crear la imagen.

CAMPO	TIPO DE EQUIPO
Hasta 0.1	Ultra bajo
0.1 T 0.3T	Bajo
0.4 T 1.0 T	Medio
1.0 T 2.0 T	Alto
> 2.0 T	Ultra alto

Los imanes que generan un campo mayor de 3T no se utilizan generalmente en humanos.

❖ **Según su diseño.**



Los equipos 1, 2 y 3 corresponden a modelos cerrados, de alto campo y superconductivos. Los equipos 4, 5 y 6 a modelos abiertos, de bajo campo y resistivos

• **Imanes cerrados:**

Consiste en un gran anillo de unos dos metros de alto por dos metros de ancho que está cubierto de una carcasa de plástico en cuyo interior hay un túnel de dos metros de largo y su diámetro comprende unos 50 cm aproximadamente. Dentro del túnel se encuentra la camilla donde se coloca al paciente, ésta contiene un sistema mecánico que la mueva hacia dentro y hacia fuera. La ventaja de los imanes cerrados es la homogeneidad del campo magnético. La desventaja es que no todos los pacientes lo llevan bien porque algunos padecen de claustrofobia. Viendo la problemática de muchos pacientes respecto a aguantar dentro del imán sin agobiarse se han hecho algunos cambios como aumentar el radio del tubo o desarrollar imanes abiertos.

• **Imanes abiertos:**

Los imanes abiertos pueden tener diferentes formas: forma de “donuts” unido (acceso vertical), en forma de arco con la camilla en su interior o un asiento y un pequeño imán para estudiar las extremidades.

❖ **Según el Tipo de imán:** los imanes utilizados en equipos de RM son dos tipos: Permanentes y electroimanes.

- **Imanes permanentes:** Se utilizan en campos ultra bajos y bajos. En los equipos de campo, medio, alto y muy alto se utilizan electroimanes, generalmente, de tipo superconductor.

Un imán permanente es relativamente sencillo y consiste en una gran pieza de material ferromagnético. Como su nombre lo indica su imán es permanente y no necesita aporte de energía externo para mantener activo el campo magnético. Son estructuras de hierro en forma de C, los extremos de la C son los polos norte y sur, entre los que se sitúa las líneas de flujo magnético. El campo magnético de los imanes permanentes suelen ser menor de 0.4 Teslas.

**Ventajas:**

- ✓ La sensación de claustrofobia en el paciente se reduce mucho al ser imanes abiertos de un lado permitiendo la entrada de pacientes obesos.
- ✓ El campo magnético que rodea al equipo es muy bajo, por lo que es muy fácil ubicarlo en espacios muy reducidos
- ✓ Permite la introducción de aparatos de monitorización, respiradores etc sin que sufra daños

**Inconvenientes:**

- ✓ cuanto mayor sea el campo magnético mayor será su peso

- **Imanes súper conductores**



Consistes básicamente en una bobina o solenoide a través de la cual se hace pasar corriente eléctrica, produciéndose como consecuencia un campo magnético. El solenoide tiene forma de túnel de mayor o menor longitud. La máxima intensidad se consigue dentro del túnel; concretamente a lo largo del eje del cilindro y en su zona central. El campo magnético fuera del imán (fringe field) pierde su intensidad rápidamente gracias a los apantallamientos magnéticos que incorporan las máquinas. El campo magnético de un imán debe ser exactamente homogéneo. La máxima homogeneidad de un campo magnético se consigue en un volumen que corresponde a una esfera imaginaria situada en el centro del túnel. El centro de esa esfera se denomina isocentro. Los imanes superconductores son un tipo de electro imanes que no necesitan alimentación eléctrica para su funcionamiento. El solenoide es de material superconductor.

**Ventajas:**

- ✓ Los imanes superconductores son los que se montan en la mayoría de los equipos de resonancia magnética. El campo que se consigue con ellos es mucho más alto y homogéneo que el de cualquier imán permanente.

**Inconvenientes:**

- ✓ Necesitan mantenimiento de relleno periódico de Criógenos. Son bastantes caros. El tamaño del túnel puede provocar claustrofobia y el alto campo magnético limita el uso de aparatos de monitorización, anestesia.
- ✓ Debido al aumento de la temperatura suele dar un quench.

- **Imanes resistivos**



Los imanes resistivos producen un campo magnético al paso de la corriente eléctrica por un bobinado. A diferencia de los súper conductores, el equipo tiene que estar conectado a la corriente eléctrica durante su funcionamiento, cuando se desconecta el campo desaparece. Su diseño es más sencillo que el de los súper conductores, no

necesita helio, ni aislantes. Requieren un aporte constante y estable de electricidad y precisan de un sistema de enfriamiento por agua.

**Ventajas:**

- ✓ Su sencillez y la geometría abierta es más comfortable para el paciente y además permiten un software más avanzado que en los imanes permanentes.

**Inconvenientes:**

- ✓ Tiene que su campo magnético se ve limitado y tienen un alto consumo de electricidad aunque se pueden efectuar cualquier tipo de exploración con ellos, las aplicaciones clínicas fundamentales de estos equipos son los estudios del sistema musculoesquelético y neurológico.

**Antenas o bobinas**

Las antenas o bobinas envían los pulsos de radiofrecuencia que excitan los protones y reciben la señal resultante. Se puede utilizar una misma bobina para transmitir y recibir la señal o una diferente para cada caso.

**De forma general podemos decir que los equipos de RMN cuentan con tres tipos diferentes de antenas:**

**1. Antenas de transmisión-recepción:** Son las antenas que pueden realizar la doble función de emitir los pulsos de RF, que excitarán a los núcleos de H, y de recoger las señales emitidas por éstos.

La antena o bobina de cuerpo, que se encuentra en el interior del imán, y la antena de cabeza pertenecen a este tipo de antenas.

**2. Antenas de transmisión:** Son las antenas que sólo se utilizan para enviar pulsos excitadores.

**3. Antenas de recepción:** Su función exclusiva es recoger las señales emitidas durante la relajación de los núcleos de H.

La forma y el tamaño de las antenas receptoras varían dependiendo del fabricante pero su campo de recepción efectivo debe ser perpendicular al campo magnético principal (Bo).

Son antenas receptoras las **antenas de superficie** y las **antenas internas**.

Las antenas van a recoger una señal que, como ya hemos comentado, es muy débil. Ello obliga a seleccionar, en cada caso, aquella que resulte más adecuada. En la práctica clínica, lo que va a determinar la elección de la antena será la zona anatómica que se desee visualizar y la morfología del paciente. Algunas antenas son específicas para determinadas estructuras anatómicas (por ejemplo, cabeza, rodilla, hombro). Pero, en otros casos habremos de “agudizar el ingenio” y elegir la antena que mejor se adapte a la anatomía del paciente (codo, muñeca, dedo...).



**En lo relativo a la forma:** las antenas suelen clasificarse en antenas de volumen y antenas de superficie.

- 1- **Las antenas de volumen**, como su nombre indica, van a envolver la zona a estudiar. Son antenas rígidas, que no resultan fáciles de colocar a pacientes muy gruesos, pero proporcionan una intensidad homogénea en todo el corte. Presentan un gran poder de penetración.
- 2- **Las antenas de superficie**, como su nombre indica, se van a colocar sobre la superficie de la zona a explorar. Su intensidad no es homogénea, disminuyendo a medida que aumenta la distancia a la antena y su poder de penetración es más pequeño resultando proporcional al diámetro de la antena, en una proporción de 2 a 3 (aproximadamente el 70%). Se utilizan para el estudio de pequeños volúmenes de tejido.

Las antenas de volumen, en función de la forma en que reciben la señal, se pueden clasificar en:

**a) Antenas lineales:** De diseño muy simple, detectan la señal en una sola dirección y no son capaces de extraer toda la información de la señal recibida.

**b) Antenas de cuadratura:** De diseño algo más complejo, detectan la señal en dos direcciones ortogonales y aprovechan toda la información contenida en la señal que recogen.

Mencionaremos, por último, las antenas **Phased-Array**. Se trata de varias antenas de superficie (receptoras), colocadas en un mismo soporte, que van a sumar sus señales para reconstruir la imagen. Cada uno de los elementos de la antena puede ser seleccionado en función de las necesidades del estudio. Su gran ventaja es que permite trabajar con FOV mayores a la par que lo hace sin perder la resolución espacial que tendría cada antena trabajando por separado.

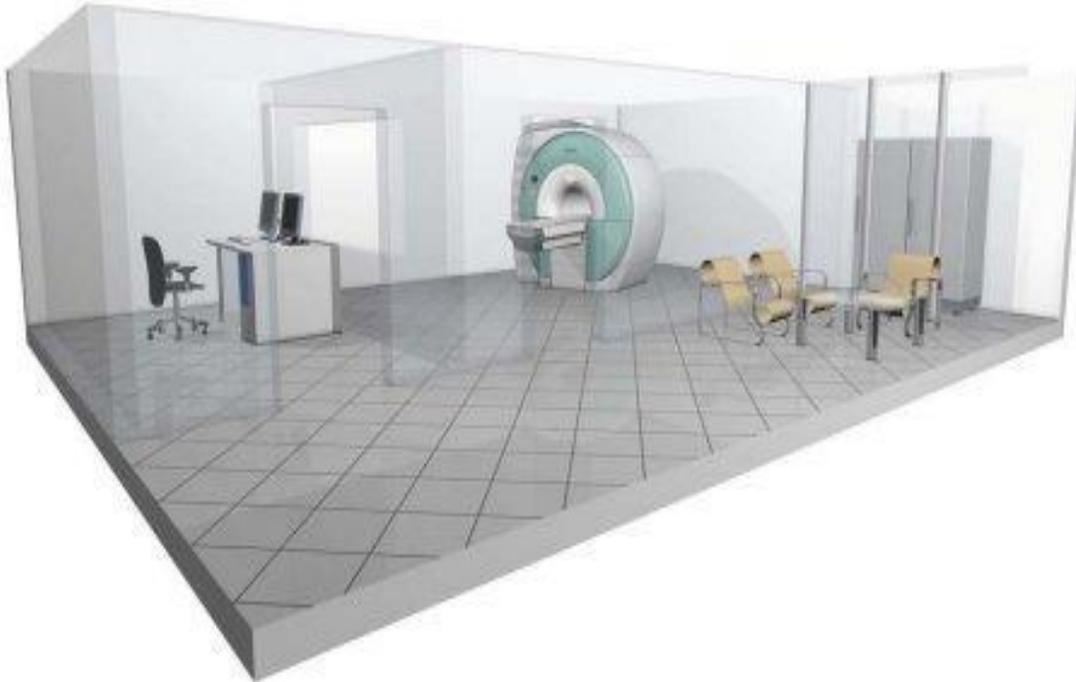
## **DISEÑO DEL ÁREA DE RESONANCIA.**

Todo este conjunto de elementos técnicos, imprescindibles, se van a distribuir en tres zonas:

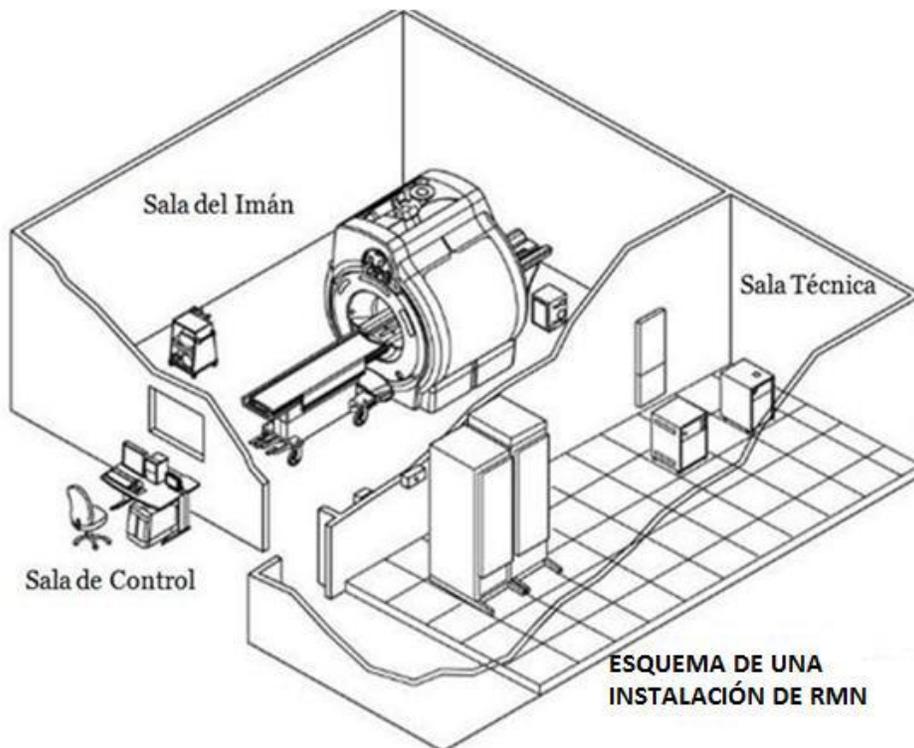
**a) Sala del imán:** Es la sala en la que se realiza la exploración a los pacientes. En ella se encuentran situados el imán principal, el sistema de gradientes magnéticos y el sistema de RF.

**b) Sala de control:** Es la zona donde se ubica la consola de trabajo desde la que se programan las exploraciones. Se trata, por tanto, de la sala del operador. Desde ella se controla visualmente al paciente, se puede establecer contacto oral con él y se trabaja con la imagen.

**c) Sala técnica:** El nombre hace alusión a que en ella realizan su trabajo, la mayor parte de las veces, los técnicos de la empresa encargada del mantenimiento del equipo. Alberga los armarios desde los que se controlan el imán principal, los gradientes magnéticos y el sistema de radiofrecuencia.



Esquema de la sala de resonancia magnética

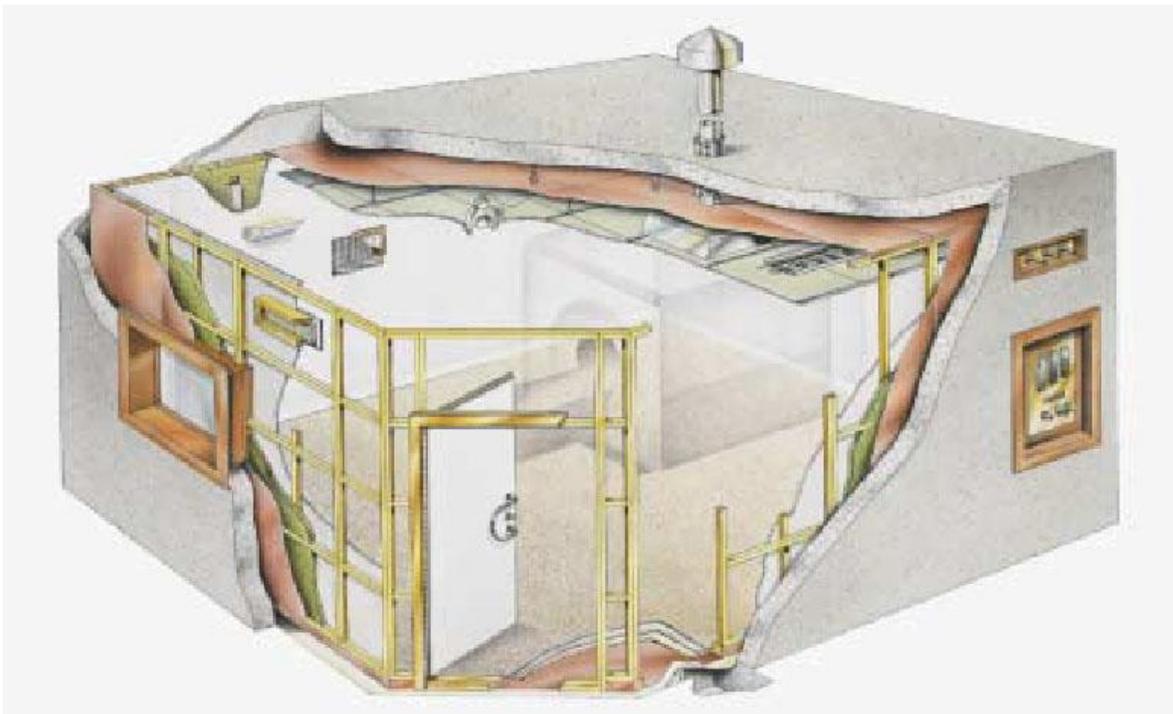


## **SALA DEL IMÁN.**

Es el lugar donde se va a realizar la exploración. Debe contar con una superficie aproximada de 35 metros cuadrados para dar cabida al imán y demás elementos y permitir desenvolverse con cierta soltura. El acceso a la misma se realiza a través de una puerta blindada que evita interferencias del exterior.

La puerta de acceso a la sala del imán coincide con la línea de fuerza de los 5 gauss y representa la barrera de seguridad para los marcapasos cardiacos. Cuenta con un detector que nos avisa si no está bien cerrada.

La sala se encuentra aislada del exterior por un recubrimiento de cobre cuya misión es evitar interferencias de RF externas y que recibe el nombre de **Jaula de Faraday**.



Jaula de Faraday



Diferentes fases de la construcción de una Jaula de Faraday

La sala se comunica con la sala de control a través de una ventana que cuenta con un grueso vidrio y un fino apantallamiento tipo celda. A través de ella se establece contacto visual con el paciente a efectos de vigilancia y control.

Entre sus características arquitectónicas y de diseño hemos de destacar que en su construcción no pueden utilizarse materiales ferromagnéticos y que ha de contar con interruptores de parada de emergencia del imán, los cuales sólo deberán utilizarse en casos de extrema urgencia (**QUENCH**).

Todas las salas que contienen imanes superconductivos cuentan con un sistema de alarma que se dispararía en el caso de que se produjera un escape de He gas.

Debido a la gran cantidad de calor que se genera en el interior de la sala, y teniendo en cuenta la alta sensibilidad de todos los elementos del equipo, se precisa un sistema de refrigeración que mantenga la sala en torno a los 21° C.

Debe contar con inyector compatible, para los estudios que requieran la utilización de contraste introducido en forma de bolo, y en la medida de lo posible con elementos de sujeción y comodidad para el paciente.

## **SALA DE CONTROL.**

Se encuentra situada al lado de la sala del imán y está comunicada con ésta por medio de una ventana de vidrio apantallado. Requiere una superficie aproximada de 10 metros cuadrados para albergar a todos sus elementos y al operador del equipo.

Recibe este nombre la zona de trabajo del técnico de RMN y alberga una serie de componentes, entre los que podemos destacar:

**1. La consola de trabajo:** Desde ella se realiza la programación de las exploraciones; en ella se recogen los datos, y a través de ella se puede mantener contacto oral con el paciente.

**2. El ordenador de control del sistema:** Aunque muy condicionado por el continuo desarrollo informático, podemos decir que comprende como mínimo dos equipos.

Uno de ellos, el ordenador principal, permite ejecutar el software de interface con el usuario y por tanto ejecutar todas las funciones del equipo; es decir, seleccionar y modificar parámetros, visualizar imágenes, archivarlas en distintos soportes, enviarlas a un PACS, a una impresora láser o a diferentes estaciones de trabajo remotas y realizar trabajos de pos procesado con la imagen.

El segundo es un potente ordenador, con varios microprocesadores, que se va a encargar de realizar todos los cálculos matemáticos de la transformación de Fourier, a partir de los datos recogidos en la antena receptora.

**3. Los dispositivos de archivo:** Las imágenes obtenidas se van a ir almacenando temporalmente en el disco duro del equipo, pero para su almacenamiento permanente se utilizan diferentes soportes de imagen (CD, DVD, MOD).

**4. La consola del inyector:** En ella se van a programar los volúmenes de contraste y las velocidades de perfusión en todos aquellos estudios en los que la inyección de contraste requiera la utilización de un inyector.

**5. La impresora láser:** Aunque cada vez más en desuso desde la universalización de los PACS, se utiliza en aquellos casos en los que las imágenes quieran ser registradas en soporte de acetato.

**6. Las estaciones de trabajo:** Aunque lo normal es que se encuentren en una sala distinta (sala de lectura o sala de informes) y próxima a la sala de control, hay centros en los que en ella podemos encontrar estaciones de trabajo para consultar estudios o realizar trabajos de pos procesado.



Equipo Signa 1,5 Teslas de General Electric

## SALA TÉCNICA

La sala técnica suele estar situada al lado de la sala del imán. Recibe este nombre porque es el lugar en el que se encuentran los **armarios técnicos**. Requiere una superficie aproximada entre 10 y 12 metros cuadrados. Es una zona de trabajo reservada, casi en exclusiva, a los Técnicos de Mantenimiento de los equipos. No obstante hay determinados controles que, aunque de manera esporádica, pueden ser realizados en ella por el operador del equipo de RMN (verificación de los valores de volumen y de presión del helio o comprobación de las temperaturas de entrada y salida del agua del circuito de refrigeración del compresor de helio, por ejemplo).

La sala técnica, al igual que ocurría con la sala del imán, tiene unos requerimientos muy exigentes de control de la temperatura. Para garantizar un correcto funcionamiento de los componentes electrónicos que alberga, no debería superar los 21°C. En las fotografías que se acompañan se pueden observar las rejillas de ventilación presentes en la parte posterior de los armarios y en el suelo.



### **ZONAS DE ACCESO RESTRINGIDO.**

La guía práctica de seguridad en RM del Colegio Americano de Radiología divide la instalación de la RM en cuatro zonas:

**Zona I:** incluye áreas de libre acceso al público general, fuera de la influencia del equipo de RM (salas de espera, aseos, recepción y despachos). No precisa control.

**Zona II:** es el área de transición entre la zona de acceso sin control y las zonas de control estricto (zonas III y IV). En ella el paciente tiene movilidad restringida bajo la supervisión del personal de RM. Típicamente esta zona la constituyen vestidores, salas de preanestesia, salas en las que se realiza el cuestionario previo a la exploración, etcétera.

**Zona III:** es un área de alto riesgo de interacción entre individuos/equipamiento y el equipo de RM. Debe estar restringida al acceso del público general mediante algún sistema de cierre y su acceso debe ser controlado por personal de RM, habitualmente técnicos, que son responsables de la supervisión del acceso a la zona III y están bajo la autoridad del responsable o director de seguridad en RM. La norma de acceso restringido no debe tener excepciones e incluye al personal administrativo y hospitalario. La línea de 5 gauss debe ser conocida y claramente señalada como límite potencialmente peligroso.

**Zona IV:** es la sala de exploración de RM que físicamente contiene el equipo de RM. Esta área debe estar claramente marcada como potencialmente peligrosa. Además ha de existir una señal luminosa siempre encendida indicando que el imán está en funcionamiento. En caso de complicación cardiorrespiratoria del paciente en la zona IV, el personal de RM, adecuadamente entrenado para ello, debe iniciar las maniobras de resucitación y estabilización precisas mientras se evacúa al paciente a una sala predeterminada y segura desde el punto de vista de la RM. Las zonas III y IV deben mantenerse restringidas durante el período de resucitación para proteger al personal que pueda intervenir. La anulación o extinción del campo magnético en imanes superconductivos (lo que se conoce como «quench») no es recomendable ante emergencias médicas, pues la duración completa del proceso dura algo más de 1 min y esto retrasaría las maniobras de resucitación.

#### **Personal de resonancia magnética/ personal ajeno.**

Todas las personas que trabajen en la zona III deben tener conocimiento y entrenamiento sobre la seguridad en RM aportados por el responsable o director de seguridad de RM del centro. Hay dos niveles de personal de RM: en el nivel 1 entran todas las personas con un mínimo de entrenamiento en seguridad de RM que les permita asegurar su propia seguridad cuando trabajan en la zona III. El nivel 2 de personal de RM está compuesto por quienes tienen un conocimiento más extenso en aspectos de seguridad de RM, como quemaduras térmicas, excitación neuromuscular, etc. Todas las personas que no han recibido el entrenamiento y carecen de los conocimientos mencionados se consideran personal ajeno.

#### **SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA PARA RESONANCIA MAGNÉTICA.**

Se define como susceptibilidad magnética a la capacidad de magnetización de una sustancia cuando se somete a un campo magnético. Se pueden clasificar en tres tipos: sustancias diamagnéticas, ferromagnéticas y paramagnéticas.

- 1- **Sustancias paramagnéticas:** presentan una susceptibilidad magnética ligeramente positiva ( $>0$ ) y son atraídas ligeramente por el campo magnético. El oxígeno e iones de algunos metales (como por el ejemplo: Fe, Mn, Gd) son paramagnéticos. En la imagen por resonancia magnética se utiliza algunas sustancias como el gadolinio como medio de contraste.
- 2- **Sustancias diamagnéticas:** la susceptibilidad magnética toma pequeños valores negativos ( $<0$ ); lo que quiere decir que son repelidas ligeramente por el campo magnético. Materiales de este tipo son el agua, el cobre y la mayoría de los tejidos del organismo.
- 3- **Sustancias ferromagnéticas:** como por el ejemplo el hierro, tienen una gran susceptibilidad magnética ( $\gg 1$ ), y son fuertemente atraídos por el campo magnético. En IRM los artefactos de susceptibilidad causados por estos materiales se caracterizan por una distorsión espacial y pérdida de la señal (zonas negras). Un pequeño fragmento, apenas visible por Rayos "X" puede afectar notablemente a la imagen e incluso puede desplazar al ser atraído fuertemente hacia la parte más intensa del campo.

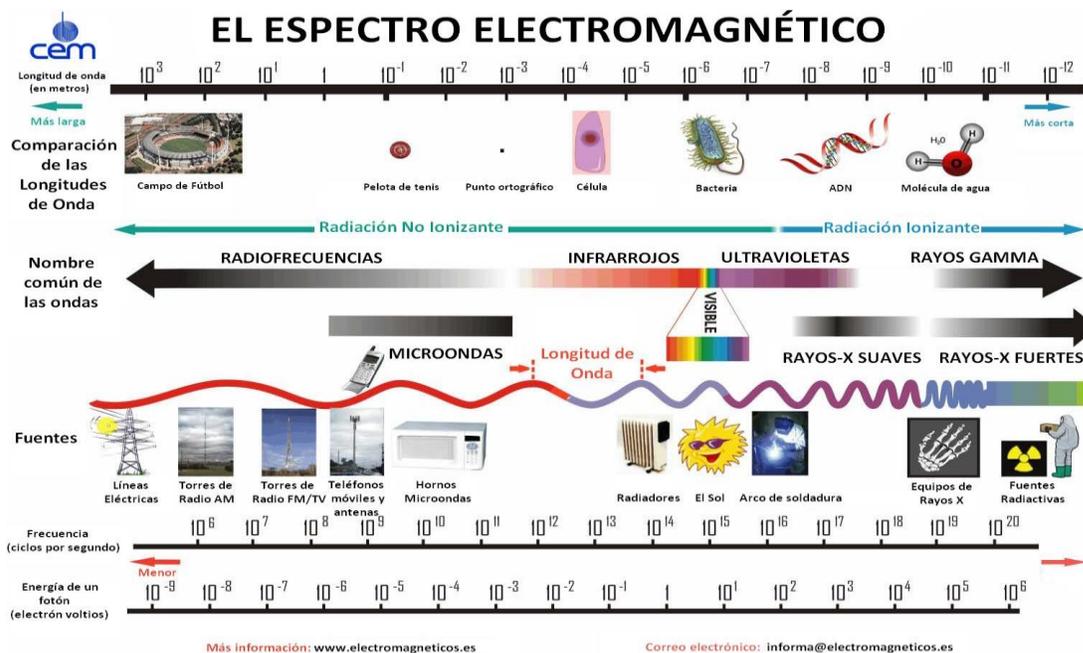
## **EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA.**

La resonancia magnética nuclear se ha considerado hasta el momento una tecnología segura, pues se considera que efectúa un cambio en la posición de los átomos, sin afectar a su estructura. Sin embargo, hay riesgos que se pueden derivar de la exposición a los tres fenómenos físicos en la RM que pueden causar riesgos: el campo magnético estático generado por el imán principal, los campos magnéticos variables generados por las bobinas de gradientes y la radiofrecuencia (RF).

### **Efectos biológicos**

- 1-Los producidos por campos magnéticos.
- 2-Los producidos por variación del campo magnético a través de los gradientes.

### 3-Los producidos por ondas de radiofrecuencias a través de los pulsos de RF.



#### 1. Efectos biológicos más importantes producidos por campos magnéticos.

**Efectos cardiacos y de inducción eléctrica:** Debido al campo magnético principal  $B_0$  es el "potencial de flujo". Esto origina que los iones de la sangre puedan ser desplazados creándose una diferencia de potencial entre las paredes del vaso.

Los tejidos humanos son diamagnéticos y en general las moléculas no van a presentar ningún tipo de modificaciones al estar sometidas a campos magnéticos. Únicamente las moléculas muy largas pueden sufrir algún tipo de orientación pero la agitación térmica es suficiente para que los efectos de orientación no se manifiesten. Hasta campos de 2 T no se ha constatado ningún efecto adverso. No se ha demostrado ni teórica ni experimentalmente la existencia de un límite superior considerado nocivo. El valor máximo aconsejable por la Food and Drug Administration (FDA), establecido es 2T considerándose a los campos por debajo de 4T como sin riesgo significativo.

**Efectos sobre la temperatura:** Una investigación en humanos indico que la exposición a un campo magnético estático de 1.5T no altera la temperatura cutánea ni corporal.

**Efectos neurológicos:** Normalmente, la exposición a campos magnéticos estáticos de hasta 2 T no parece influir de forma significativa en las propiedades bioeléctricas de las neuronas en los humanos. Sin embargo existen funcionando varios sistemas de RMN corporales de 3T y 4T. Un estudio preliminar ha demostrado que los trabajadores y sujetos voluntarios expuestos a un sistema de 4T experimentaron vértigo, nauseas, cefaleas, sabor metálico en sus bocas y magneto-fosfenos.

## **2. Efectos biológicos producidos por variaciones del campo magnético o de gradiente.**

El efecto biológico producido por los campos magnéticos variables en la utilización de los gradientes, puede originarse por la variación de  $B_0$  en el espacio y en el tiempo.

Puede causar desplazamiento molecular pero carece de interés en los cuerpos biológicos diamagnéticos.

Puede inducir corrientes eléctricas en los circuitos biológicos y si ésta fuese importante podría causar estimulación de las células musculares o nerviosas, fibrilación ventricular, aumento de la osmolaridad cerebral y alteración de la remodelación ósea. En un 5% de la población secuencias como las EPI (secuencias eco planar) causan algunas sensaciones como: palpitaciones, hormigueos.

Otro de los efectos producidos por los campos variables es la inducción de MAGNETO-FOSFENOS (Sensaciones luminosas), se cree que están producidos por la estimulación eléctrica de la retina y son completamente reversibles, sin embargo no se ha descrito ningún fenómeno de este tipo en las exploraciones RMN en condiciones clínicas.

## **3. Efectos biológicos producidos por pulsos de radiofrecuencia (RF).**

El efecto biológico más importante producido por la emisión de radiofrecuencia es el depósito calórico que puede conducir a una lesión hística.

El aumento térmico resultante de la RF utilizada está causado primariamente por inducción magnética, con una contribución despreciable del campo magnético. Ello implica que el calentamiento tisular sea mayor en la superficie que en las zonas profundas. Hay que tener presente que la energía absorbida en un determinado tejido por unidad de volumen y de tiempo, aumenta al aumentar la frecuencia.

Por tanto cuanto mayor es el valor del campo magnético, mayor es el depósito calórico.

### **Órganos sensibles a la temperatura.**

Algunos órganos humanos poseen una reducida capacidad para la disipación del calor, como **los testículos y el ojo**, estos órganos constituyen localizaciones primarias de potenciales efectos perjudiciales si las exposiciones a la radiación de RF durante la realización de una RMN son excesivas.

### **Clasificación de los efectos biológicos:**

**1-Efectos biológicos Directos:** producidos por la exposición a los tres fenómenos anteriormente mencionados; campo magnético (Bo), los Gradientes y la radio frecuencias.

**2-Efectos biológicos Indirectos:** que pueden producirse sobre el organismo como consecuencia del efecto del campo magnético sobre las sustancias paramagnéticas, que implican una serie de precauciones a tener en cuenta en las exploraciones RMN.

### **NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO DE RESONANCIA MAGNETICA.**

- 1- Antes de hacer un estudio de IRM es necesario consultar con su médico. Para que le indique el estudio adecuado de acuerdo al dx.
- 2- Presentarse al departamento de RM el día de su cita en ayuno de 4 a 6 horas .no portar objetos metálicos ni maquillaje.
- 3- llevar estudios previos de Rayos x, TAC, o RM previas si las tuviera.

- 4- Llenar debidamente el formulario antes del examen para saber si cumple con los requerimientos previos al estudio de IRM.
- 5- Si es paciente con problemas renales llevar valores de creatinina de 0.5 a 1.5 valor normal y si es IRC llevar autorización de nefrólogo para saber si lo están dializando y si necesita el estudio sin contraste.
- 6- Si posee algún implante de metal asegurarse de que este no sea ferro magnético y que no afecte la región de interés.
- 7- Si posee marcapaso está contraindicado el estudio de IRM.
- 8- Si es paciente con claustrofobia o paciente pediátrico solicitar anestesista para su evaluación y programación de estudio bajo supervisión de anestesiólogo y controlar al paciente con monitores periféricos para IRM.

#### **MEDIDAS DE SEGURIDAD.**

- 1- Que el personal que labora en RM esté debidamente capacitado.
- 2- El personal que acompaña al paciente se le debe restringir el acceso a la sala de exploración lo mismo que personal de enfermería y médicos no autorizados para evitar posibles accidentes.
- 3- Al paciente se le debe interrogar antes de introducirlo a la sala de RM .por posibles dudas y desconocimiento del estudio.
- 4- La conducta ante prótesis metálicas debe ser cuidadosa. Las actuales por lo general ya se fabrican compatibles con el campo magnético (titanio, tántalo, tungsteno). No obstante no deben introducirse en el campo magnético si no sabemos que son compatibles y aun así valorar el posible artefacto.
- 5- Se le debe proporcionar una bata para asegurarnos de que no porta ningún objeto metálico en los bolsillos de su ropa.
- 6- Si es paciente hospitalizado el cual requiera su traslado a la mesa de exploración, hacerlos por medio de la camilla especial o la silla de ruedas que es de material no ferro magnético especial para RM, Hacer el traslado del paciente antes del detector de metales para evitar posibles accidentes.
- 7- Pasar al paciente por debajo del detector de metales.

- 8- Hacer el estudio indicado por el médico y darle al paciente una perilla de emergencia en caso sienta claustrofobia apretar la perilla y hablarle al paciente para hacerlo sentir seguro durante el estudio ente medio de alguna secuencia.

## **FACTORES DE RIESGO EN LAS EXPLORACIONES DE RESONANCIA MAGNÉTICA.**

### **Riesgos específicos de la Resonancia Magnética.**

Hay que señalar que todos los incidentes ocurridos en este apartado, excepto algunas causas del quench, deben considerarse como evitables, y por lo tanto resultan de un error o de una condición latente que favorece el incidente.

### **Efecto misil**

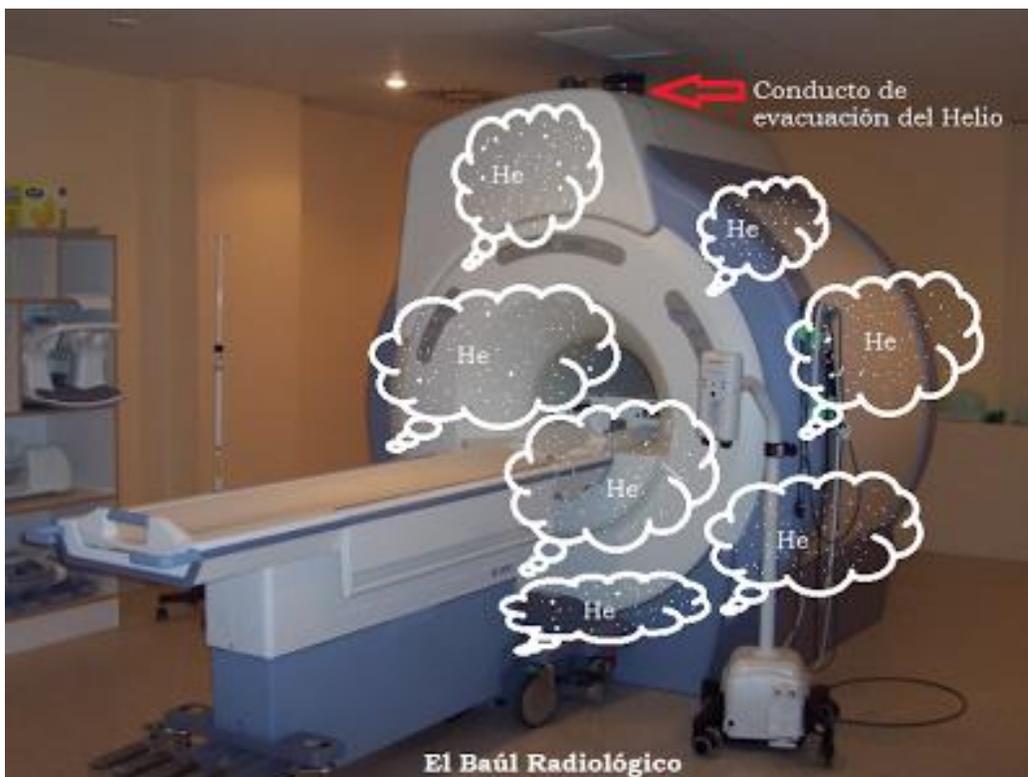
Los materiales ferromagnéticos, al estar bajo el efecto de un campo magnético de gran intensidad sufren el "efecto misil" (también llamado "efecto proyectil") y se convierten en verdaderos proyectiles al ser atraídos hacia el centro del imán. Pueden causar daños por impacto en el equipamiento o en el personal que se interpone en su trayectoria hacia el imán. Además, puede provocar atrapamiento de personas entre el objeto atraído y el imán, e incluso pueden existir dificultades para despegarlo del imán. En este análisis no es el riesgo específico más frecuente, tal y como refieren otros autores. Gran parte de los incidentes reportados en la literatura fueron causados por bombonas de oxígeno.

Es frecuente que el personal externo a la RM considere que el imán no está activado cuando el equipo no está adquiriendo imágenes, y que introduzca inadvertidamente material ferromagnético en la sala. Destacamos también la introducción de personas que pueden entrar en la sala de RM sin ser pacientes (familiares o acompañantes, médicos de otras especialidades, personal en formación, etc.) Sin haberles comprobando visualmente que no llevan elementos metálicos en la ropa o algún otro estricto control de seguridad para poder entrar.

## EXTINCIÓN DEL CAMPO MAGNETICO DE UN IMAN SUPERCONDUCTOR (QUENCH).

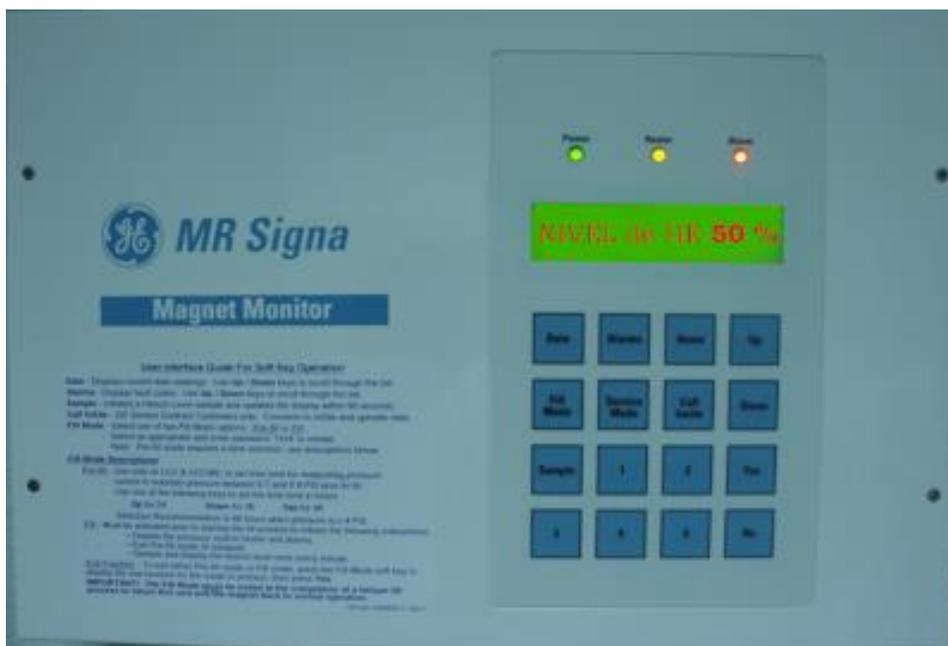
El termino ingles **QUENCH** tiene una gran variedad de significados en el idioma español, como son: **apagar, extinguir**, apaciguar, calmar, sosegar, templar un metal, enfriar, etc. Anqué se utiliza para nombrar un procedimiento físico que hace referencia a la extinción del campo magnético de un electroimán superconductor por Resonancia Magnética (RM) el quenching no es exclusivo de esta modalidad de Diagnóstico por imagen por que también es común en la Física de Materiales o en Metalurgia, por citar algunos otros campos. The magnetic field of this magnetic quenched dicen los ingenieros cuando anulan el campo magnético de un electro-imán, como paso previo para cambiar el modelo antiguo por otro nuevo.

Como su nombre lo indica el quenching provoca, de una manera u otra, la extinción del campo magnético del imán. Pero eso solo es posible en aquellos modelos que tienen un **electroimán superconductor** cuya bobina esta enfriada por helio líquido. El quench o apagado el campo magnético del iman. Pero puede suceder de dos formas distintas.



**1. QUENCH BRUSCO E INESPERADO:** para facilitar su comprensión, podemos comparar con un ejemplo de la vida cotidiana. Supongamos que tenemos que conducir de manera habitual un automóvil, a gran velocidad, por una autopista porque esa es nuestra profesión. Es una profesión de alto riesgo así que para evitar accidentes hay que tener mucho cuidado con el mantenimiento del vehículo, revisar periódicamente los frenos, el nivel de aceite, el agua y la presión de los neumáticos. Si no lo hacemos nunca y no nos preocupa, es posible que un día se reviente una rueda, perdamos el control y el vehículo acabe estrellándose en la cuneta. Se habrá producido un **quench inesperado** y brusco, muy grave que puede causarnos algún daño. Como consecuencia del percance el coche acabara en el desguace, destrozado, quenched.

1) en una unidad de RM sucede algo parecido, que puede producir un quench brusco e inesperado, porque el profesional en radiología no ha proporcionado los indicadores de seguridad, como el **Nivel de helio** o la **Presión del compresor**. (Figura 1)



**FIGURA 1)** Indicador del Nivel de Helio que se encuentra en la sala de máquinas anexa a la unidad de RM. El Técnico debe comprobarlo y anotarlo en el libro de incidencias todos los días.

El quench brusco, es el accidente más grave que puede suceder en un a instalación de RM Cuando de desencadena este gravísimo percance, se produce la explosión del tanque de helio líquido utilizado como criogeno, la **extinción brusca del campo magnético** y la destrucción de la bobina del imán. El aparato queda destruido para siempre y la persona que está en ese momento dentro del túnel del imán corre serio peligro. Es un accidente muy raro. En España no se ha producido ninguno en todos los años de funcionamiento de los múltiples aparatos instalados pero tampoco debe tenerse en el olvido y el control diario del nivel de Helio, debe de ser una obligación ineludible del técnico antes de comenzar a trabajar.

**2) QUENCH VOLUNTARIO Y CONTROLADO:** también puede suceder algo contrario. Que seamos muy cuidadosos con el mantenimiento del coche, pero aun así, puede surgir algún acontecimiento inesperado que nos obligue a tener que parar durante un viaje. Un día cuando estamos a la carrera avistamos a lo lejos un accidente. Como la cosa parece grave comenzamos a frenar, poco a poco, hasta que llegamos a un lugar donde se ha producido, orillamos el coche en la cuneta, paramos y nos disponemos a prestar ayuda. Con los frenazos y girando la llave de contacto, hemos provocado un **quench voluntariado y controlado** y el automóvil se ha detenido, sin sufrir daño alguno. Cuando el problema se solucione podremos proseguir nuestro camino, con el único contratiempo que supone retrasar el viaje. En ambos casos el motor y el coche se han parado, pero la forma y las consecuencias han sido diametralmente opuestas el ejemplo anterior.

El técnico también puede producir un quench voluntario (extinción del campo magnético) del aparato si observa una situación límite en la que sea imprescindible tomar esa decisión. Suele verse obligado a hacerlo por el incumplimiento de las medidas de seguridad o por alguna negligencia. Supongamos que cuando se está introduciendo al paciente dentro del túnel y se encuentra la puerta de la sala abierta se aproxima alguien con un objeto metálico de grandes dimensiones, como puede ser una bomba de oxígeno o una camilla metálica. Ambas pueden ser atraídas con fuerza por el campo magnético del imán. Imaginemos por un momento que el objeto tapona la boca de entrada o golpea a la persona que está metida en el angosto túnel de dos metros de longitud por 60 cm de diámetro. E imaginemos la angustia y los gritos del paciente que nos pide que lo saquemos de allí. Pero con la fuerza

de un campo magnético de 1.5 Tesla no hay técnico ni persona que sea capaz de retirar un objeto metálico de grandes dimensiones. En este caso concreto se puede apagar el campo magnético del imán, es decir realizar un quench controlado. ¿Cómo hacerlo? Es bastante fácil y rápido. En la pared lateral de la sala de exploración existe una seta roja protegida por una tapa de plástico protectora (Figura 2).



**FIGURA 2)** Pulsador de emergencia (Flecha roja) para expulsar el helio del tanque.

Se levanta dicha tapa, se oprime la seta y menos de dos minutos el Helio se evapora por la



Chimenea de evacuación del helio gas: 1.- Conexión de la chimenea en la jaula de Faraday; 2.- Equipo con la chimenea acabada; 3 y 4.- Aspecto exterior de la chimenea. Se trata de un equipo Signa 1,5 T de G. E.

chimenea. De evacuación y sale al exterior formando una espesa nube blanca que se alza hacia el cielo como la humareda de una máquina de tren de carbón. Evaporando todo el helio, el campo magnético del electroimán se extingue y se puede sacar el objeto metálico y al paciente sin más contratiempos pasado el tremendo susto hay que llamar el Servicio técnico para que vengán a rellenar el tanque y pongan en marcha el aparato. Tres o cuatro días de parada, pero ninguno percance grave.

## Quemaduras.

La producción de lesiones térmicas durante un estudio de RM es un hecho conocido, relacionado con la radiofrecuencia y atribuido mayoritariamente a la excesiva deposición de radiofrecuencia de determinadas secuencias de pulso y a efectos de inducción electromagnética, aunque puede haber otros mecanismos implicados. Los factores causales más frecuentes son los electrodos para monitorización electrocardiográfica, los pulsioxímetros, las propias antenas del equipo y elementos metálicos en el paciente (cuerpos extraños metálicos, tatuajes, maquillaje permanente, etc.). También son conocidas las lesiones térmicas por inducción, causadas por contactos piel-piel (por ejemplo, contactos entre las extremidades del paciente.) La colocación cuidadosa de bobinas, cables y extremidades del paciente es una medida preventiva para evitar estos incidentes. Hay evidencias de que las quemaduras producidas durante una RM no son excepcionales, si bien la naturaleza de estos incidentes dificulta conocer con qué frecuencia ocurren. Hay en la literatura varios artículos describiendo casos aislados de quemaduras. En una revisión realizada en el año 2000 se encontraron más de 170 casos de quemaduras en RM en el

registro de la FDA, siendo los electrodos de electrocardiografía el factor causal más frecuente. El deterioro de cables y bobinas de RM puede provocar un sobrecalentamiento y producir graves quemaduras al paciente. La revisión periódica de estos elementos puede disminuir significativamente el número de quemaduras en pacientes.

Los tatuajes fueron el otro factor causal, confirmando un riesgo conocido por otros incidentes reportados. Se adoptó una actitud prudente, sin llegar a contraindicar la exploración en ningún caso, tal y como recomiendan los expertos. Se advierte al paciente del riesgo que existe, para que avise si nota algo, y se coloca compresas frías/bolsa de suero encima para absorber la eventual formación de calor.

### **Otros riesgos específicos.**

Tal y como advierten las compañías fabricantes de RM existen otros elementos que pueden causar incidentes, como es el láser usado para el centraje del paciente (lesión ocular), el ruido (lesión auditiva) y el movimiento de la mesa (lesión por atrapamiento), otro tipo de incidentes causados por riesgos específicos de la RM, de ocurrencia extremadamente infrecuente, como la hipertermia o la estimulación de nervios periféricos.

### **Riesgos de la inyección de contrastes.**

- **Reacciones adversas al medio de contraste.**

Los medios de contraste empleados en RM tienen un perfil de seguridad extraordinario, siendo infrecuentes las reacciones adversas o alérgicas. La extraordinaria infrecuencia de reacciones graves puede hacer que el personal olvide la actitud a seguir en estos casos, siendo conveniente recordarlo mediante formación continua y carteles sencillos y didácticos. Estas reacciones deben considerarse como riesgos inevitables ligados al uso de una medicación. Como mejoras se incorporó un sistema de información de registro de los pacientes que han sufrido una reacción alérgica o adversa, para tenerlo presente en sucesivas ocasiones. Asimismo, se entrega al paciente una carta en la que se indica que ha sufrido una reacción alérgica a un determinado contraste esto para evitar posteriores complicaciones en un estudio de RM donde se inyecte medio de contraste.

- **Extravasación.**

La extravasación se define como la salida del líquido intravenoso en este caso del medicamento, hacia el espacio peri-vascular, motivado por factores propios del vaso o accidentes derivados del desplazamiento de la cánula o catéter fuera de la venopunción. Los tejidos circundantes en los que penetra el tóxico presentan una baja capacidad de neutralizar y diluir el mismo, lo que permite que la acción irritante persista causando lesiones de gravedad, dependiendo de las características del medicamento y la cantidad del fármaco extravasado. La extravasación de medio de contraste es también infrecuente, aunque ocurre con mucha más frecuencia con el uso de inyector. En estos casos, el volumen extravasado suele ser además mayor que cuando se hace la inyección manual, ya que el técnico no tiene una visión directa de la zona de inyección. El empleo de inyector obliga por lo tanto a extremar las precauciones en la preparación de la vía intravenosa, comprobando su buen funcionamiento como medida preventiva. Las medidas preventivas se centran en la elección adecuada de la vía y material, la canalización correcta y la comprobación del buen funcionamiento. Los medios de contraste son sustancias etiquetadas como no agresivas, pero en función del volumen extravasado, la sobrepresión puede llegar a causar necrosis tisular.

**Riesgos generales.**

Como en cualquier centro sanitario tenemos un riesgo de presentación de complicaciones médicas mientras el paciente se encuentra en nuestras instalaciones. Son riesgos inevitables y únicamente en determinados casos podría revisarse la necesidad de realizar RM a un paciente en malas condiciones. Las medidas preventivas para minimizar el impacto de estas situaciones consisten en la existencia de equipamiento adecuado, el soporte con personal externo entrenado en manejo de críticos, así como la formación continua en emergencias. La ansiedad que genera una prueba como la RM puede en algún caso desembocar en una crisis de ansiedad, incluso con hiperventilación y tetania. El personal debe estar entrenado para reconocer esta situación y su sencillo tratamiento (respirar en una bolsa y calmar al paciente). Por último, hay que considerar riesgos genéricos por traumatismos debidos a

caída o golpe. En nuestra experiencia, hay que prestar atención a los traslados del paciente desde la cama, camilla o silla, a la mesa del equipo de RM.

## **ACCIDENTES MÁS COMUNES DENTRO DEL ÁREA DE RESONANCIA MAGNÉTICA.**

En España, por ejemplo la RM no está regulada por ninguna legislación específica, como ocurre en el caso de las exploraciones radiológicas que conllevan radiación ionizante. La comisión europea ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), de un modo similar a la FDA americana, establece los límites en los que debe operar un equipo de RM para garantizar la seguridad de los pacientes, en lo que respecta a campo magnético estático, intensidad de los gradientes, depósito calórico por la radiofrecuencia (SAR) y nivel de sonido.

**Efecto misil.** En ningún caso se ha producido daño a las personas que se encontraban presentes en la sala del imán, ni se han visto atrapadas por los objetos atraídos. La lista de objetos ferromagnéticos implicados se puede dividir en dos categorías:

- **Efecto misil mayor:** material que se introduce deliberadamente en la sala, ya sea por nuestro personal, pensando que no es ferromagnético, o por personal ajeno a nuestras



Unidades, que no conocen o infravaloran los posibles riesgos. Los objetos fueron los siguientes:

a) Silla de ruedas: al dejarla en la entrada a la sala, fue atraída por el imán.

b) Bombona de oxígeno: se encontraba en una cama que se

introdujo en la sala.

c) Camilla y porta sueros: introducida por personal del transporte sanitario. La camilla se vio atraída hacia el imán y el palo metálico porta sueros salió despedido.

d) Escalera de mano: ante el supuesto de ser de aluminio, se intentó usar con precaución, viéndose atraída por el imán.

e) Otros objetos portados por el paciente: muletas y rodilleras.

En dos casos se produjeron daños en el equipamiento, afectando a la cubierta del imán, que hubo que reparar, aunque no hubo repercusión sobre el funcionamiento del equipo. En todos los casos se pudo retirar manualmente el objeto atraído, excepto en uno (silla de ruedas) que tuvo que ser retirada mediante una polea mecánica.

Las formas de prevenir estos efectos ya han sido comentadas:

- Realizar una encuesta de compatibilidad magnética.
- Despojar al paciente de todo el material magnético.
- Usar siempre material compatible en el interior de la sala del imán.
- No realizar la exploración cuando exista cualquier duda acerca de la compatibilidad del material.

➤ **Efecto misil menor:** material que se introduce inadvertidamente en la sala, oculto en la ropa del paciente o de la cama (fundas de gafas, mecheros, navaja, horquillas, etc.). Ninguno provocó lesión alguna en las personas presentes.

### **Introducción inadvertida de pacientes al imán con contraindicaciones:**

a) Marcapasos: el paciente lo refirió al finalizar la exploración. Aparentemente no sufrió daños, pero se envió al Servicio de Urgencias a comprobar su correcto funcionamiento.

b) Neuroestimulador: estaba referido en el cuestionario como "parche", con lo que nuestro personal interpretó que no había contraindicación a la prueba.

c) Clip de aneurisma intracraneal: se detectó por el artefacto metálico aparecido en las imágenes de cráneo, procediendo a suspender el estudio. Desconocemos si era compatible o no con la RM, aunque el paciente no sufrió ningún daño.

d) Prótesis metálica de extremidad inferior: se vio fuertemente atraída por el imán al introducir al paciente en el túnel, sin que sufriera molestias.

El objeto de la contraindicación no fue declarado por los pacientes en el cuestionario de seguridad previo a la realización de la prueba, el cual fue aparentemente completado con corrección y sin problemas.

**Quench:** La causa del quench quedó establecida únicamente en dos casos: cortocircuito en un armario eléctrico y pulsación accidental del interruptor de stop del imán.

**Quemaduras:** Todas las quemaduras fueron leves, de grado I, consistentes en eritema. En la mayoría de los casos el paciente detectó el calor y avisó al personal, que suspendió la prueba; en el resto de los casos se detectó al concluir la prueba. En 8 casos se produjeron sobre tatuajes (localizados fuera de la zona a estudiar), en 3 se interpretó que fueron debidas a contacto con una bobina que se sobrecalentaba y los 2 restantes quedaron sin causa aclarada. Todos los casos ocurrieron en la misma Unidad, en diferentes equipos de RM de un mismo fabricante.

#### **Accidentes debidos a la inyección de medios de contraste.**

Los datos referidos al período 2001-2004 revelan 105 reacciones a medios de contraste. La mayor parte de ellas (75) son reacciones adversas (náuseas, vómitos, cefalea, malestar, etc.), todas de grado leve, que no precisaron tratamiento específico, y que cesaron a los pocos minutos. En el año 2003 fue detectado un incremento de reacciones adversas a un determinado medio de contraste.

En 30 casos la reacción se etiquetó como alérgica por la sintomatología (urticaria y picores), siendo todas de grado leve, sin producirse situaciones de broncoespasmo o shock anafiláctico. Estos casos se trataron generalmente con antihistamínicos y corticoides, siendo la situación del paciente buena al abandonar la Unidad. En todos los casos de reacción

alérgica se comunicó por escrito al paciente la situación para que tuviera constancia de ello, indicando la marca de contraste empleado.

### **Riesgos generales del entorno sanitario.**

- a) Complicaciones médicas derivadas de la situación del paciente: crisis convulsiva y síndrome coronario agudo.
- b) Complicaciones causadas por la ansiedad: dos crisis de ansiedad con hiperventilación y tetania y diez reacciones vágales.
- c) Traumatismos: caídas al suelo y golpes. Tenemos registrada una caída provocada por un fallo en el sistema de movimiento de la mesa desanclable del equipo de RM.

### **Accidente ocurrido en VALHALLA, N.Y.**

#### **Un niño muere en un aparato de resonancia magnética 30 de julio del 2011**

Un niño sometido a un examen de RM ha sufrido un traumatismo fatal en la cabeza cuando el potente imán del equipo atrajo una botella de oxígeno en su interior, según informó el Westchester Medical Center el pasado lunes. El niño, del que el centro médico no ha proporcionado su nombre, sexo o edad, falleció el domingo. El hospital ha confirmado que el niño estaba sedado después de una operación realizada el viernes, y estaba dentro de la máquina cuando el imán, de 10 toneladas atrajo la bombona. El presidente y director ejecutivo del centro médico dijo que el hospital asume toda la responsabilidad y "hará todo lo posible para aliviar el dolor de la familia. Las investigaciones están en marcha por parte del centro médico y del Departamento de Salud del estado.

### **CONTRAINDICACIONES PARA UN ESTUDIO DE RESONANCIA MAGNÉTICA.**

#### **❖ Contraindicaciones Absolutas:**

Marcapasos cardíacos, clips cerebrales (excepto los de titanio) Implantes cocleares, Clips vasculares no- compatibles, Cuerpos extraños metálicos en ojos y otros lugares con riesgo vital (intracraneales, canal raquídeo, grandes vasos)

➤ **Marcapasos y desfibriladores implantados**

Los marcapasos son considerados una contraindicación absoluta, para realizar una RM.

Los campos electromagnéticos producen movimiento del generador, alteración en la programación con daño de los circuitos, calentamiento de los electrodos, inducción de



fibrilación auricular, estimulación rápida o ritmo asincrónico, Sin embargo, en publicaciones recientes se presentan series reducidas de pacientes con nuevas marcapasos a demanda que fueron sometidos a exploraciones de RM sin problemas para el paciente ni para el marcapasos. La decisión de llevar a cabo un examen de RM en tales pacientes debe basarse en una selección caso por caso bajo la estricta supervisión de radiólogos y cardiólogos expertos.

➤ **Clips aneurismáticos cerebrales (excepto los de titanio)**



Si no está claro que el paciente sea portador de un clip aneurismático cerebral, se debe realizar una radiografía simple o evaluar un estudio previo, si hay, de TC o RM. Si es portador del clip no debe

realizarse el estudio de RM hasta que se tenga constancia escrita de la compatibilidad del material. Por el contrario los débilmente ferromagnéticos o no ferromagnéticos, elaborados de aleaciones de titanio, elgilo, han mostrado ser seguros en campos menores de 1.5 T. Todos los ganchos de aneurisma elaborados después de 1995, son compatibles y seguros para entrar en la máquina de RM. La existencia de un estudio previo de RM sin problemas en un paciente portador de un clip aneurismático u otro implante no es suficiente para asegurar su compatibilidad o seguridad. Pueden existir variaciones en el campo magnético,

en los gradientes, en la orientación espacial del clip aneurismático respecto al campo magnético o en otras variables imposibles de controlar o reproducir.

### **Prótesis valvulares cardíacas y anillos de anuloplastia**

La mayoría muestran leve atracción o rotación por efecto del campo magnético, pero este efecto es muy inferior a la fuerza a la que se ven sometidas por el corazón, por lo que la realización de una exploración de RM se considera segura ante cualquier válvula cardíaca o anillo de valvuloplastia hasta el momento (prácticamente todos los actuales ya han sido valorados favorablemente), tanto para equipos de 1,5 T como de 3 T.

#### ➤ **Neuroestimuladores cerebrales**

Cada vez más utilizados en el tratamiento de trastornos del movimiento que no responden a medicación, la necesidad de estudiar a pacientes portadores de neuroestimuladores puede derivarse de complicaciones neurológicas (infarto, hemorragia, etc.) o de resultados terapéuticos subóptimos (comprobación de la localización de los electrodos). El principal problema de seguridad está relacionado con el calentamiento de los electrodos debido a las corrientes inducidas por la radiofrecuencia. Como con los otros sistemas electrónicos, no se recomienda la exposición a la RM.

#### ➤ **Implantes cocleares**

Es un conjunto de dispositivos biomédicos que se utiliza para que algunas personas sordas puedan recuperar la audición, cuando padecen un tipo de sordera provocada por una alteración patológica irreversible en la cóclea. Un implante coclear está compuesto por varias piezas metálicas que se comunican entre sí. Unas se colocan externamente en la zona retro-auricular y otras son implantadas por un cirujano debajo de la piel. Las personas que llevan **implantes cocleares** de este tipo no pueden ser sometidas a una exploración de TRM, porque el campo magnético del imán desactivaría el sofisticado sistema que compone estos implantes y el paciente se quedaría sordo.

➤ **Antecedente de trauma orbitario:**

(imagen ejemplo de esquirla metálica ocular).

Ante un paciente con sospecha de cuerpo extraño intraorbitario es necesario interrogar sobre la existencia previa de



un trauma ocular por objeto metálico, conocer si fue atendido médicamente y si fue informado por su médico de que el objeto fue extraído completamente. Si no hubo lesión y la exploración oftalmológica fue normal o el cuerpo extraño extraído, se puede proceder a realizar el estudio de RM2, 3. Si no cumple los criterios anteriores, el individuo debe ser estudiado mediante radiografías (Dos proyecciones) para comprobar que no existen cuerpos metálicos o revisar estudios previos de tomografía computarizada (TC) o RM realizados posteriormente al traumatismo. Una vez interpretada por el radiólogo, se decide si se realiza o no el examen.

❖ **Contraindicaciones Relativas:**

Esquirlas de metal (dependiendo localización), armas de fuego y municiones, clavos, fijaciones metálicas (dependiendo el material y tiempo de colocación), Embarazos, Fiebre (> 38°C), porque puede aumentarla, claustrofobia severa, obesidad, tatuajes y maquillajes permanentes.

➤ **Implantes Y Materiales Ortopédicos:**

La conducta ante prótesis metálicas debe ser cuidadosa. Las actuales por lo general ya se fabrican compatibles con el campo magnético (titanio, Tántalo, tungsteno). No obstante no deben introducirse en el campo magnético si no sabemos que son compatibles y aún así valorar el posible artefacto resultante en la imagen que dificulta la exactitud diagnóstica.

➤ **Materiales y dispositivos dentales:**

Los aparatos dentarios y las prótesis no fijas deben ser quitadas antes de la exploración para evitar artefactos en la imagen.

➤ **Esquirlas de metal, balas y metralla:**

Estas contienen una cantidad variable de acero y representa un riesgo potencial. Los portadores de estos cuerpos extraños deberían ser evaluados de forma individual, teniendo en cuenta si el objeto se halla situado cerca de una estructura vital nerviosa, vascular o tejidos blandos.

➤ **Claustrofobia, Ansiedad y Trastornos de pánico:**

Pueden encontrarse en al menos del 5% al 10% de los pacientes sometidos a un estudio por RMN. Estas sensaciones se producen por varios factores, incluyendo las restringidas dimensiones del interior del aparato, la duración de la exploración, los ruidos inducidos por el gradiente y condiciones ambientales dentro de la sala.

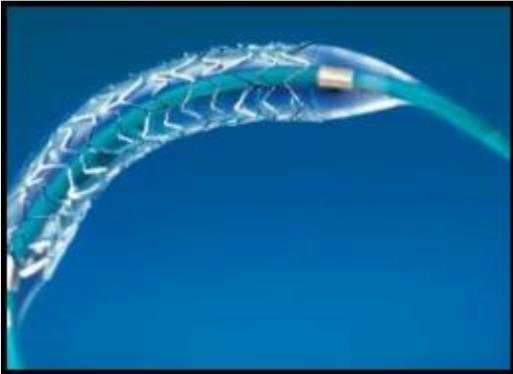
➤ **Tatuaje y maquillaje permanente:**



Éste es un apartado controvertido en la seguridad de la RM. Los problemas causados por estos tatuajes se deben al uso de óxido de hierro u otros pigmentos que contienen metales. Aunque se puede producir enrojecimiento de piel, edema o quemaduras leves, el riesgo de no realizar el estudio de RM es considerado mayor que el derivado de las complicaciones por ser portador de tatuajes o maquillaje permanente. El radiólogo debe informar al paciente de los

riesgos y se pueden tomar algunas precauciones en caso de tatuajes grandes, como colocar una compresa fría o hielo sobre el tatuaje durante la exploración.

➤ **Coils, filtros y stents:**



Existe gran variedad y la gran mayoría están hechos de material metálico (platino, titanio, acero inoxidable o nitinol), que generalmente no es magnético o es débilmente ferromagnético sometido a campos de 1,5 T o menores. Los pacientes con coils, filtros o stents sin interacción con el campo magnético pueden ser estudiados inmediatamente tras su colocación. Sin embargo, si el material es débilmente ferromagnético, es recomendable esperar entre seis y ocho semanas tras su colocación para realizar la exploración de RM.

➤ **Embarazo:**

Las trabajadoras de RM embarazadas pueden continuar trabajando en el ambiente de RM durante todo el embarazo. Pueden entrar a la sala de RM, posicionar pacientes, inyectar contraste, etc. No obstante no deben permanecer en la sala durante la adquisición de la imagen. Las pacientes embarazadas pueden ser estudiadas por RM en cualquier etapa de su embarazo tras evaluar el riesgo/beneficio la principal preocupación sobre la salud del feto, es el efecto que puede producir el calentamiento y el ruido. Esta evaluación se realizará conjuntamente con el médico que remite a la paciente. Es recomendable obtener un consentimiento firmado de la paciente en el que se le informe de los riesgos y beneficios y en el que quede constancia de su deseo expreso de realizar la exploración. El contraste paramagnético no debe ser administrado en pacientes embarazadas. Cada caso debe ser considerado el riesgo/beneficio. Los contrastes basados en quelatos de gadolinio atraviesan la barrera placentaria y entran en la circulación fetal, donde son filtrados por los riñones del feto y excretados al líquido amniótico y permanecen en este espacio durante un tiempo indeterminado hasta que finalmente son reabsorbidos y eliminados. Durante el período de permanencia en el líquido amniótico la molécula quelada tiene mayor riesgo de disociarse y

liberar el ión potencialmente tóxico de gadolinio. No está claro el impacto de estos iones libres de gadolinio sobre el desarrollo del feto.

➤ **Lactancia Materna:**

Los niveles de contraste paramagnético excretados por la leche materna son muy bajos y los riesgos potenciales de toxicidad, reacción y sensibilización no han sido reportados. En estudios se ha encontrado que solo el 0.04% de la dosis administrada a la madre aparece en la leche y solo el 1% del contraste contenido en la leche, es absorbida por el intestino. Por eso la dosis recibida por el lactante es muy baja. (0.0004% de la dosis materna). Representa una cantidad mínima de la dosis recomendada para los niños de 0.1 mmol/Kg. Con base en lo anterior, se recomienda. Suspender la lactancia, después de la administración del contraste y otros recomiendan extraer la leche, desecharla y reiniciarla normalmente, después de las 12 a 24 horas.

**ADMINISTRACIÓN DE MEDIO DE CONTRASTE.**

Si el examen requiere la administración de medio de contraste, usted requiere tener un examen reciente de creatinina (1 mes de la fecha de realización del examen)

Con este examen, en nuestro departamento de imágenes diagnóstica, obtendremos un valor más estimado de la función renal, y podremos evaluar la posibilidad o no de administrar el medio de contraste para su examen, sin riesgo para su salud.

**CONTRASTES PARAMAGNÉTICOS.**

**Paramagnéticos:** son los que habitualmente se utilizan. Contienen iones como: Gadolinio: metal de la familia de los Lantánidos. Acorta el valor de T1 en los protones de hidrógeno. Dysprosio: pertenecen a la familia de los Lantánidos. Su efecto sobre T2 es 1,8 veces el del Gd. Sobre T1 su efecto es de 1/40 veces la del Gd. Su uso clínico aún no ha sido aprobado. Manganeso: inyectado en el torrente sanguíneo facilita la relajación de T1. Como tal es tóxico así que se tiene que unir con una sustancia quelante formando el mangafodipir.

Las reacciones alérgicas al gadolinio son más frecuentes en pacientes que han tenido una reacción alérgica previa a este contraste. Los pacientes con asma, con antecedentes de alergia a contrastes iodados o con historia de alergias tienen un riesgo discretamente incrementado de tener una reacción adversa al gadolinio. Estos pacientes podrían ser premedicados con corticoides y ocasionalmente con antihistamínicos.

### **Valores normales de creatinina**

- Los **valores normales de creatinina** se sitúa en los hombres adultos entre **0,7 y 1,3 mg/dl**.
- En las mujeres adultas, se sitúa entre **0,5 y 1,2 mg/dl**.
- Mientras que en los niños, se suele situar de **0,2 y 1 mg/dl**.

Los valores altos de creatinina indican un mal funcionamiento de los riñones. Se considera un valor relativamente alto aquel que se sitúe por encima de los 1,3 mg/dl en los hombres adultos, y los 1,2 mg/dl en las mujeres adultas. Eso sí, los valores más altos de **4 mg/dl** se consideran como un fallo renal importante.

# CAPITULO III

### III. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.

Objetivo 1	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional.	Indicador	Valores
Identificar los factores de riesgos que pueden provocar accidentes dentro del área de resonancia magnética.	Factores de riesgos.	Se entiende bajo esta denominación la existencia de elementos, fenómenos, y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones a los seres humanos o daños materiales, y	Son las probabilidades que el paciente y profesional en salud reciba algún tipo de daño generado por el campo magnético en el área de resonancia magnética, al realizarse dicho estudio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pregunta dirigida a los profesionales de radiología que laboran en el área de RM.</li> </ul>	<p><b>Factores que afecten al paciente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efecto misil.</li> <li>• Extinción del Bo (QUENCH)</li> <li>• Quemaduras:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tatuajes</li> <li>- Maquillajes</li> <li>- Secuencias rápidas</li> </ul> </li> <li>• Riesgos específicos de lesiones:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oculares</li> <li>- Auditivas</li> <li>- Por atrapamiento</li> </ul> </li> <li>• Riesgos generales:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ansiedad del paciente</li> <li>- Caídas o golpes con el equipo</li> <li>- Traslados de los pacientes.</li> </ul> </li> </ul>

		cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación y/o control del elemento agresivo.			<p><b>Factores que afectan al profesional:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efecto misil.</li> <li>• Extinción del Bo (QUENCH)</li> <li>• Riesgos específicos de lesiones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por atrapamiento</li> </ul> </li> <li>• Riesgos generales: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caídas o golpes con el equipo</li> </ul> </li> </ul>
--	--	--	--	--	--

Objetivo 2	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Valores
Identificar los accidentes más comunes en el área de Resonancia Magnética.	Accidentes	Se denomina accidentes a los sucesos imprevistos e indeseados que afectan negativamente a una persona o grupos de personas.	Sucesos inesperados producidos por el campo magnético dentro de la sala de RM provocando lesiones al paciente y profesional en salud.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pregunta dirigida a los profesionales de radiología que laboran en el área de RM.</li> </ul>	<p><b>Accidentes que afectan al paciente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efecto misil Mayor: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Silla de rueda</li> <li>- Bomba de oxígeno</li> <li>- Camilla y atril</li> <li>- Muletas y rodilleras</li> </ul> </li> <li>• Efecto misil Menor: <ul style="list-style-type: none"> <li>- fundas de gafas</li> <li>- navaja</li> <li>- horquillas</li> </ul> </li> <li>• Introducción inadvertida al imán de pacientes con contraindicaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marcapasos</li> <li>- Neuro-estimuladores</li> <li>- Clip aneurismáticos intracraneales</li> <li>- Prótesis metálicas</li> </ul> </li> <li>• Quench: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corto circuito en armario</li> </ul> </li> </ul>

					<ul style="list-style-type: none"><li>- Pulsación accidental del interruptor.</li><li>- Asfixia por fuga del helio</li><li>• Quemaduras.</li><li>• Reacciones adversas al medio de contraste</li><li>• Traumatismos:<ul style="list-style-type: none"><li>- Caídas al suelo</li></ul></li></ul> <p><b>Accidentes que afectan al profesional:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Efecto misil Mayor:<ul style="list-style-type: none"><li>- Silla de rueda</li><li>- Bomba de oxígeno</li><li>- Camilla y atril</li><li>- Muletas y rodilleras</li></ul></li><li>• Efecto misil Menor:<ul style="list-style-type: none"><li>- fundas de gafas</li><li>- navaja</li><li>- horquillas</li></ul></li></ul>
--	--	--	--	--	---

Objetivo 3	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Valores
<p>Verificar el cumplimiento de las contraindicaciones establecidas para no realizar un estudio de Resonancia Magnética.</p>	<p>Contraindicaciones</p>	<p>Es una condición o un factor que incrementa los riesgos involucrados al usar una medicación, llevando a cabo un procedimiento médico o una actividad en particular.</p>	<p>Condición médica o Situación específica del paciente en la que no se debe de ser sometido a ningún procedimiento de Resonancia Magnética ya que puede ser perjudicial a la salud.</p>	<p>Pregunta dirigida a los profesionales de radiología que laboran en el área de RM.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraindicaciones absolutas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marcapasos y desfibriladores implantados.</li> <li>- Clip aneurismático.</li> <li>- Nuero estimuladores cerebrales.</li> <li>- Implantes cocleares.</li> <li>- Antecedentes de traumas orbitarios.</li> </ul> </li> <li>• Contraindicaciones relativas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantes y materiales ortopédicos.</li> <li>- Materiales y dispositivos dentales.</li> <li>- Esquirlas de metal.</li> <li>- Claustrofobia.</li> </ul> </li> </ul>

					<ul style="list-style-type: none"><li>- Tatuajes y maquillajes.</li><li>- Coils, Filtro y Stents</li><li>• Material de Contraste:</li><li>- Embarazadas.</li><li>- Niveles de creatinina.</li><li>- Lactancia materna.</li></ul>
--	--	--	--	--	--

Objetivo 4	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Valores
<p>Conocer las medidas de seguridad implementadas en el área de Resonancia Magnética.</p>	<p>Medidas de seguridad</p>	<p>Conjunto de medidas y normas preventivas, destinadas a mantener el control de factores de riesgos, procedentes de agentes biológicos, físico o químicos logrando la prevención de impactos nocivos frente a riesgos propios de sus actividades diarias.</p>	<p>Son las precauciones que toma el profesional en radiología encargado de la sala de Resonancia Magnética para evitar cualquier tipo de daño o accidentes ya sea al paciente, profesional en radiología, y cualquier otro profesional que tenga acceso al área.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pregunta dirigida a los profesionales de radiología que laboran en el área de RM</li> <li>• La observación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Normas para la realización de un estudio de RM.</b></li> <li>• <b>Medidas de seguridad.</b></li> <li>• <b>Tipos de seguridad:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad completa.</li> <li>- Seguridad condicional.</li> <li>- No seguro.</li> </ul> </li> <li>• <b>Zonas de acceso restringida:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zona I.</li> <li>- Zona II.</li> <li>- Zona III.</li> <li>- Zona IV.</li> </ul> </li> </ul>

# CAPITULO IV

## **IV. DISEÑO METODOLÓGICO.**

### **Tipo de estudio.**

La investigación fue de tipo **descriptiva**, ya que estuvo destinada a determinar cómo estaba la situación de las variables en estudio las cuales estuvieron relacionadas a los factores que provocan accidentes en el área de resonancia magnética del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

Según el periodo de tiempo de la investigación esta fue **transversal**, ya que, se estudiaron las variables simultáneamente en determinado momento haciendo un corte en el tiempo.

Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información el estudio fue **prospectivo**, ya que se investigaron las variables en estudio que fueron recolectadas a medida que ocurrieron.

### **Área de estudio**

La investigación se realizó en el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social ubicado en la Alameda Juan pablo II y 25 Av. Nte. SS.

### **Universo y muestra.**

Diseño del área, pacientes y personal que labora en el área de resonancia magnética del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

### **Métodos, Técnicas e Instrumentos.**

#### **Métodos:**

Observación.

Encuesta.

**Técnicas:**

Observación

Cuestionario

**Instrumentos:**

Guía de observación

Cuestionario

**PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Durante la ejecución de la presente investigación el grupo investigador se presentó al centro hospitalario en estudio, con el objetivo de recolectar la información necesaria a través de un cuestionario que se le entregó a la jefatura y al personal que labora en el área de Resonancia magnética del Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, en el cual los estudiantes investigadores explicaron la dinámica de la recolección de los datos, luego procedieron a proporcionar el cuestionario y permanecieron junto a la persona encuestada mientras llenó el instrumento con el fin de esclarecer dudas que surgieran. Posteriormente se realizó un recorrido por las instalaciones del área para completar una guía de observación y así medir aquellas variables que no estuvieron contempladas en el cuestionario y que necesitaban ser respondidas por medio de la observación. Al finalizar dicho proceso descrito anteriormente se agradeció a las instancias pertinentes por la colaboración en el proceso investigativo.

## **PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.**

La presentación de los resultados fue con tablas que tuvieron los siguientes criterios.

- La Frecuencia absoluta.
- La Frecuencia porcentual.

Por otra parte se presentaron gráficos de barras, así como también de pastel de acuerdo al tipo de variable.

Esto se ejecutó con ayuda del programa informático Microsoft Excel en el que se empleó una fórmula matemática dentro del programa para representar porcentualmente los datos e información recolectada para la comprensión y el ordenamiento de los mismos y de igual manera realizar su respectivo análisis.

# CAPITULO V

## V. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ❖ Factores de riesgos que pueden provocar accidentes dentro del área de resonancia magnética.

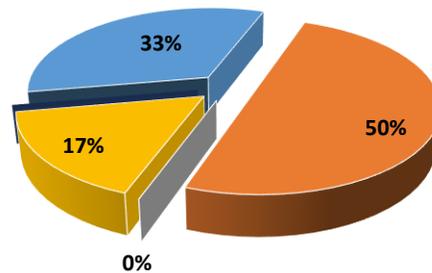
**Tabla N°1: Cuáles factores de riesgo son los más comunes en el paciente dentro de la sala de resonancia magnética?**

Factores de riesgo	F	%
Efecto misil mayor	2	33%
Efecto misil menor	3	50%
Extinción del Bo.	0	0%
Quemaduras	1	17%
Total	6	100%

### Análisis e interpretación:

En la tabla 1 se demuestra el factor de riesgo que causa accidentes en los pacientes de acuerdo a la opinión de los profesionales de radiología e imágenes es el efecto misil menor obteniendo un 50% del total de las respuestas, con un 33% se encuentra en segundo lugar el efecto misil mayor y con un 17% para las quemaduras.

**Grafico N°1: Factores de riesgo mas comunes en el paciente dentro de la sala de Resonancia Magnetica.**



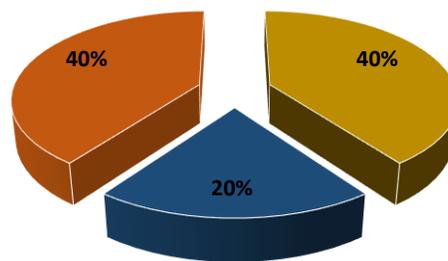
■ Efecto misil mayor ■ Efecto misil menor ■ Extinción del Bo ■ Quemaduras

**Tabla 2: ¿Cuáles de estos riesgos específicos de lesiones considera que pueden causar accidentes en el paciente durante la exploración de Resonancia Magnética?**

Factores de riesgos específicos		F	%
Laser usado para centrar	Lesión Ocular	2	40%
El Ruido	Lesión auditiva	1	20%
Movimiento de la mesa	Lesión por atrapamiento	2	40%
Total		5	100%

En base a los resultados de la tabla 2, los riesgos específicos de lesiones que causan accidentes al paciente, es el Laser usado para centrar, el cual provoca lesión ocular situándose con un 40% del total de las respuestas proporcionadas por los profesionales en radiología, en igual porcentaje el movimiento de la mesa, que provoca lesiones por atrapamiento y el ruido que causa lesión auditiva en el paciente, de acuerdo a lo expresado por los profesionales de radiología obteniendo un 20% del total de las respuestas.

**Grafico N°2: Riesgos específicos de lesiones que causan accidentes al paciente en una exploración de Resonancia Magnética**



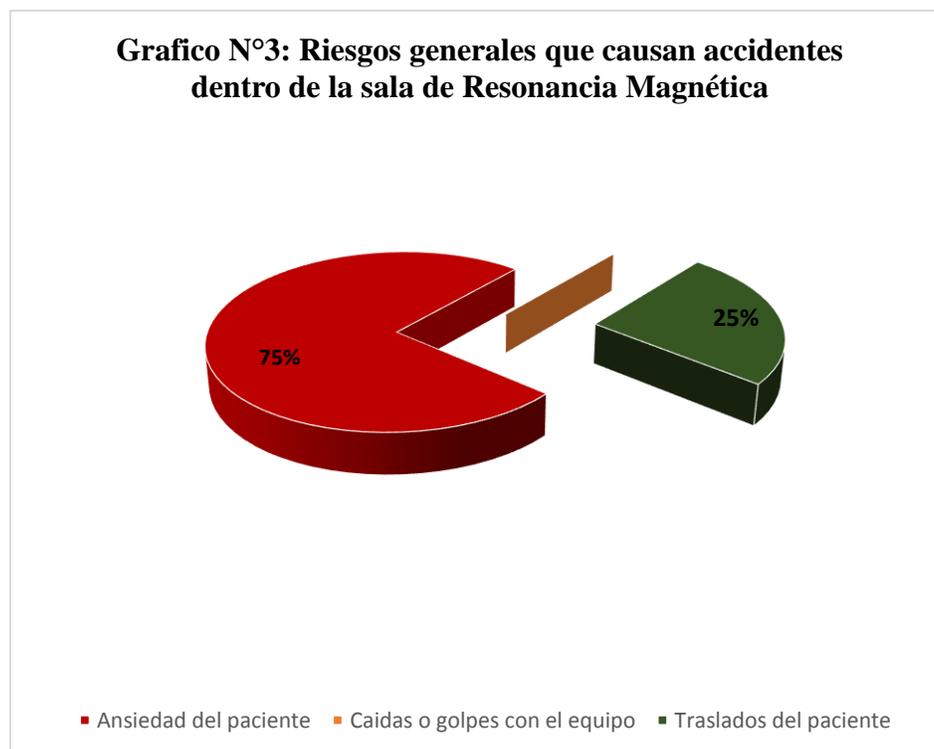
- Laser-Lesion Ocular
- Ruido-Lesion auditiva
- Movimiento de la mesa-Lesion por atrapamiento

**Tabla N°3: ¿Cuáles de estos riesgos generales considera que causan accidentes dentro de la sala de exploración de Resonancia Magnética que afectan al paciente?**

Factores de riesgo generales	F	%
Ansiedad del paciente	3	75%
Caídas o golpes con el equipo	0	0%
Traslados del paciente	1	25%
Totales	4	100%

**Análisis e interpretación:**

La tabla 3 demuestra que los riesgos generales que causan accidentes en los pacientes dentro de la sala de Resonancia Magnética, de acuerdo a la opinión de los profesionales en radiología, con un 75% es la ansiedad del paciente en primer lugar y los traslados de los mismos con un 25% de la totalidad de los encuestados.

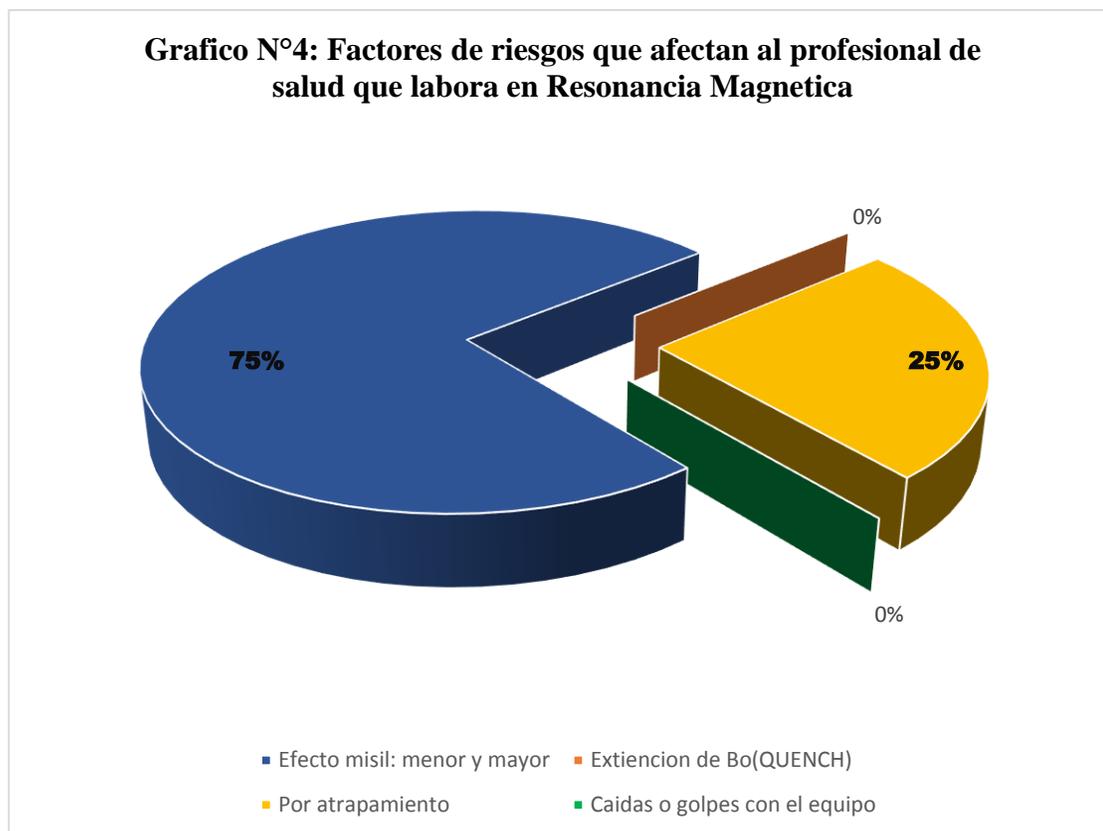


**Tabla N°4: ¿Cuáles de los factores de riesgos mencionados afectan al profesional de salud que labora en Resonancia Magnética?**

Factores de riesgo	F	%
Efecto misil: menor y mayor	3	75%
Extinción de Campo magnético(QUENCH)	0	0%
Riesgos específicos de lesiones: por atrapamiento	1	25%
Riesgos generales: Caídas o golpes con el equipo	0	0%
Totales	4	100%

#### **Análisis e interpretación:**

En la tabla 4 se demuestra que los factores de riesgos que afectan al profesional de salud que labora en Resonancia Magnética, de acuerdo a lo expresado por los licenciados en radiología e imágenes con un 75% es el efecto misil menor y mayor, en un 25% lesiones por atrapamiento, en cuanto a la extinción del campo magnético y las caídas o golpes con el equipo se contemplan en un 0%.

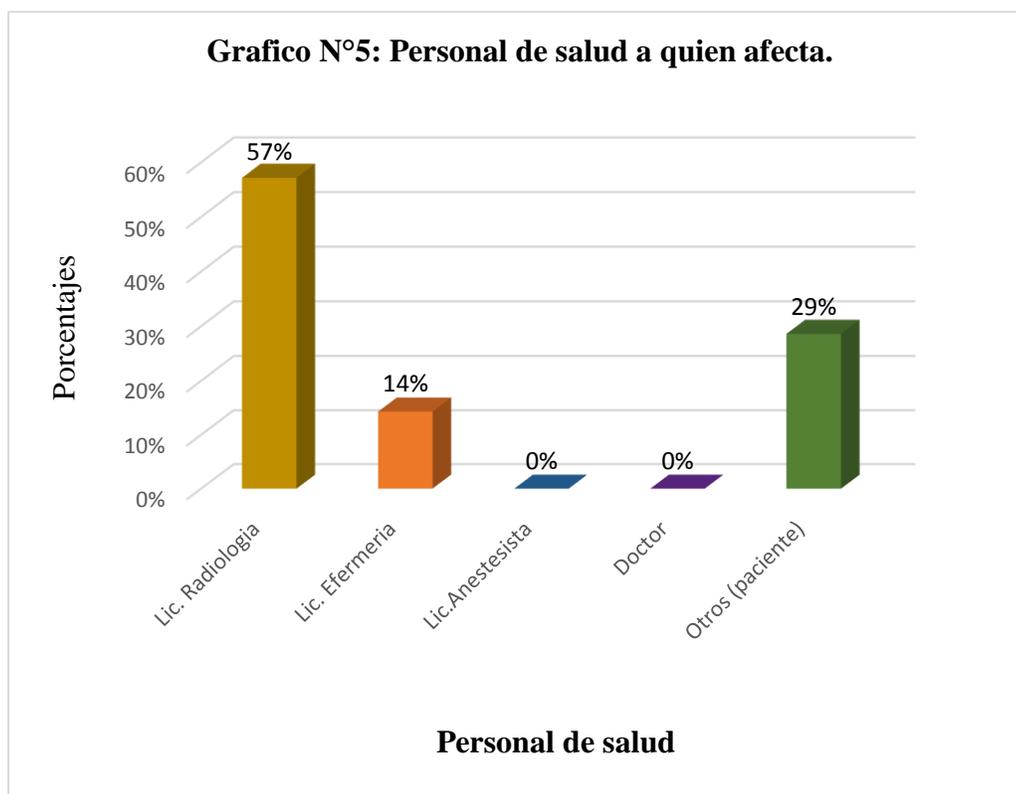


**Tabla 5: Profesional de salud que afecta.**

A quienes afecta	F	%
Lic. Radiología e imágenes	4	57%
Lic. Enfermería	1	14%
Lic. Anestesiología e inhaloterapia	0	0%
Doctor	0	0%
Otros (paciente)	2	29%
Totales	7	100%

**Análisis e interpretación:**

Los resultados de la tabla 5, muestra a quienes afectan más los factores de riesgo dentro de la sala de resonancia magnética, en primer lugar con un 57% para el Licenciado en Radiología e Imágenes, en segundo lugar al personal de enfermería con un 14%, aunque la pregunta va dirigida hacia el profesional afectado, expresaron con un 29% de las respuestas que los paciente son de los principalmente afectados.



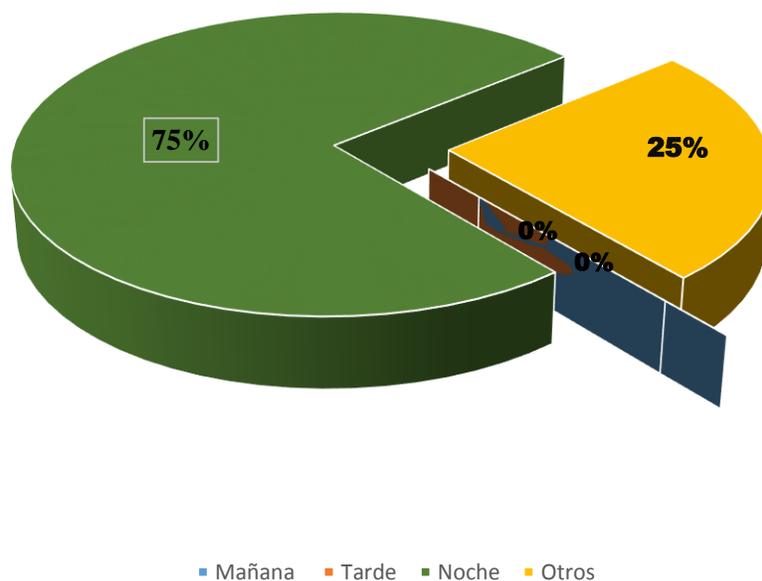
**Tabla 6: ¿En qué horario o turno se dan principalmente los accidentes en el área de Resonancia Magnética?**

Respuestas	F	%
<b>Mañana</b>	0	0%
<b>Tarde</b>	0	0%
<b>Noche</b>	3	75%
<b>Otros</b>	1	25%
<b>Totales</b>	4	100%

**Análisis e interpretación:**

En la tabla 6, se puede apreciar que el 75% de profesionales en Radiología e imágenes del total de encuestados respondió que el turno de la noche es en el que suceden más accidentes y el 25% restante expreso que los accidentes en dicha área suceden en el turno de fin de semana.

**Gráfico 6: Horario o turno en el cual se dan mas los accidentes en el area de resonancia magnetica**



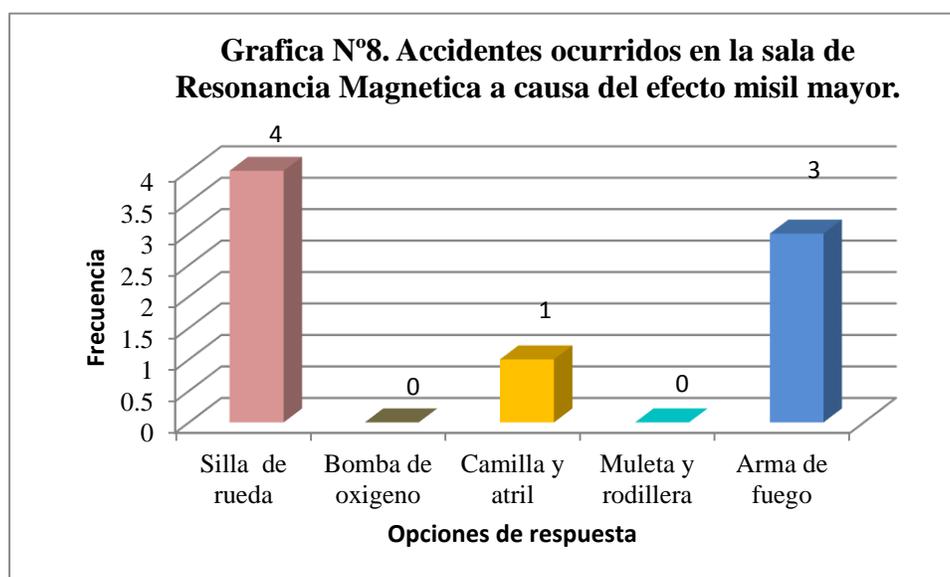
❖ Identificar los accidentes más comunes en el área de Resonancia Magnética.

**Tabla N°8. Accidentes ocurridos en la sala de Resonancia Magnética a causa del efecto misil mayor.**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Silla de rueda	4	50%
Bomba de oxigeno	0	0%
Camilla y atril	1	12.50%
Muleta y rodillera	0	0%
Otros(Arma de fuego).	3	37.50%
Total.	8	100%

### Análisis e Interpretación

Al observar los datos obtenidos en la tabla anterior se puede afirmar que del total de encuestados todos coincidieron en que uno de los accidentes ocurridos por el efecto misil mayor fue el de una silla de ruedas, 1 de ellos afirmó que había ocurrido con una camilla y un atril, mientras que 3 de los cuatro Profesionales en Radiología dijeron que ocurrió otro accidente con un arma de fuego.

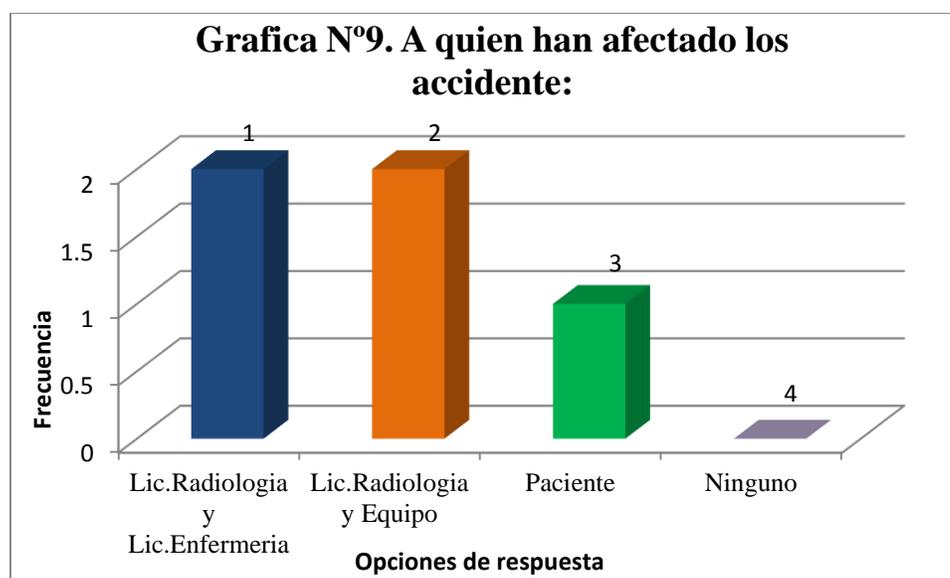


**Tabla N°9. A quien han afectado los accidentes:**

Encuestados	Lic. Radiología	Lic. anestesiología	Lic. Enfermería	Doctor	Paciente	Equipo	Frecuencia	Porcentaje
1	x	----	x	----	----	----	2	40%
2	x	----	----	----	----	x	2	40%
3	----	----	----	----	x	----	1	20%
4	----	----	----	----	----	----	0	0%
						Total	5	100%

### Análisis e Interpretación

Según lo demostrado en la tabla anterior del total de encuestados el primero afirmo que los accidentes ocurridos afectaron al Lic. En radiología e imágenes y al Profesional en Enfermería, el segundo indico que al Lic. En Radiología pero también al equipo, un tercero dijo que afecto solo al paciente y el último de los encuestados contesto que no afecto a ninguno.

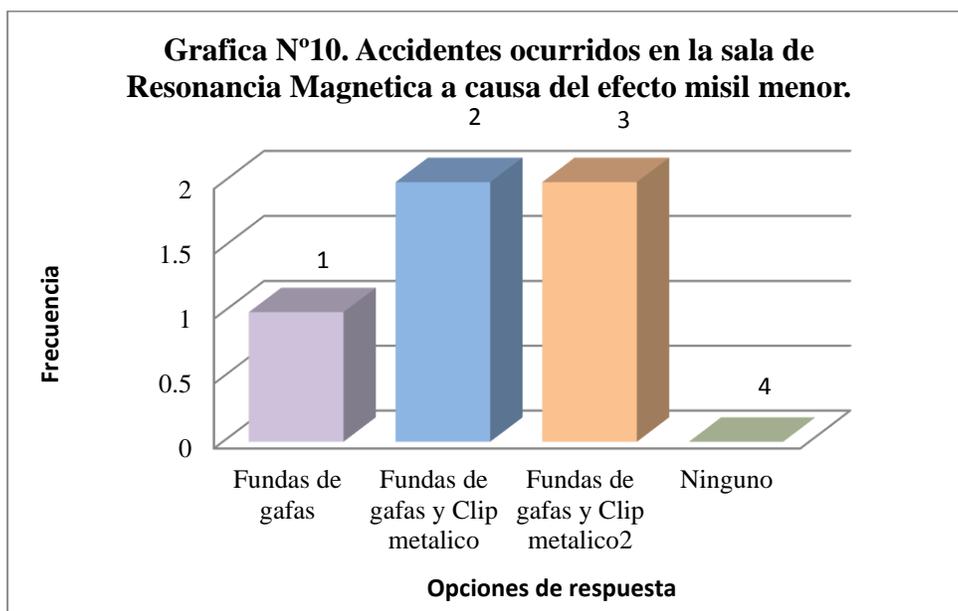


**Tabla N°10. Accidentes ocurridos en la sala de Resonancia Magnética a causa del efecto misil menor.**

Encuestados	Fundas de gafas	Navajas	Horquillas	Clip metálico	Frecuencia	Porcentaje
1	x	----	----	----	1	20%
2	x	----	----	x	2	40%
3	x	----	----	x	2	40%
4	----	----	----	----	0	0%
				Total	5	100%

### Análisis e Interpretación

De acuerdo con los datos representados en la tabla anterior se puede decir que del total de los encuestados 1 de ellos dijo que el accidente ocurrido por el efecto misil menor fue el de una funda de gafas, mientras que 2 coincidieron en que fue el de funda de gafas y clip metálico y el último de los encuestados respondió que ninguno.

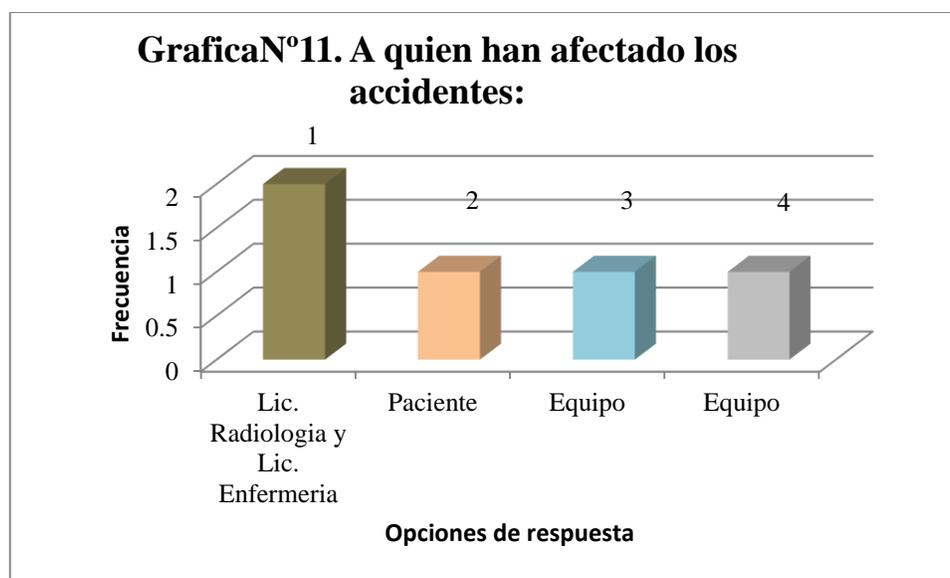


**Tabla N°11. A quien han afectado los accidentes:**

Encuestados	Lic. Radiología	Lic. anestesiología	Lic. Enfermería	Doctor	Paciente	Equipo	Frecuencia	Porcentaje
1	x	----	x	----	----	----	2	40%
2	----	----	----	----	x	----	1	20%
3	----	----	----	----	----	x	1	20%
4	----	----	----	----	----	x	1	20%
						Total	5	100%

### Análisis e Interpretación

Según los datos reflejados en la tabla anterior se puede observar que del total de encuestados el primero afirmó que los accidentes ocurridos afectaron al Lic. En radiología e imágenes y al Profesional en Enfermería, el segundo dijo que al paciente y los últimos dos coincidieron en que afecto al equipo de RM.

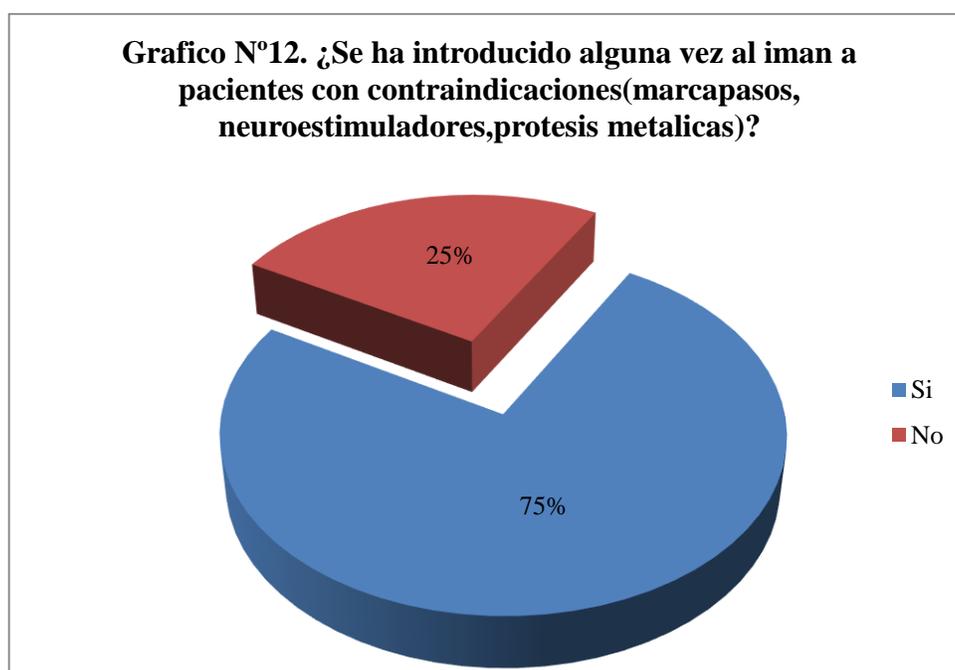


**Tabla N°12. ¿Se ha introducido alguna vez al imán a pacientes con contraindicaciones (Marcapasos, neuroestimuladores, prótesis metálicas)?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	3	75%
No	1	25%
Total	4	100%

### **Análisis e Interpretación**

De acuerdo con los datos representados en la tabla se puede observar que el 75 % de los encuestados afirmaron que se le ha realizado un estudio de Resonancia Magnética a pacientes con contraindicaciones y el 25% dijo que no.

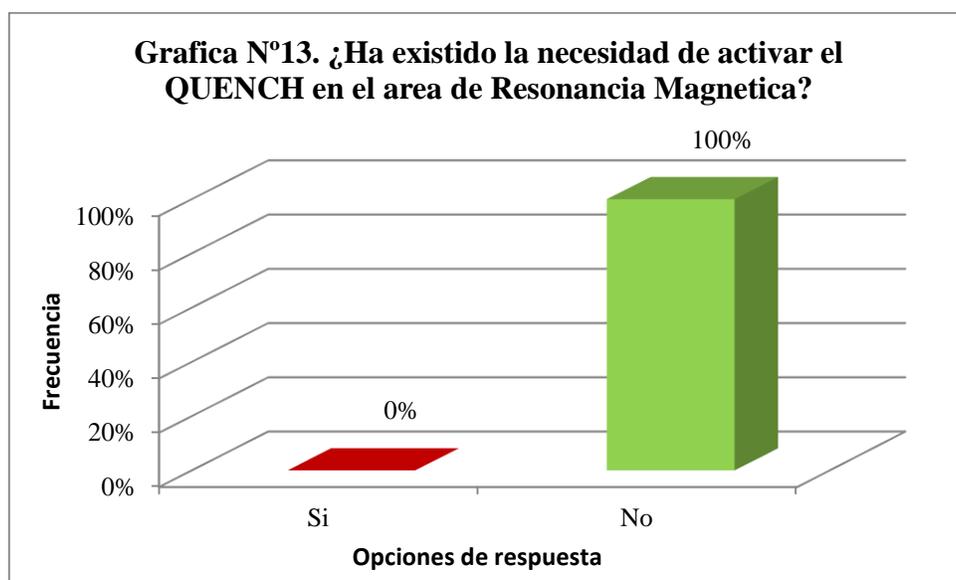


**Tabla N°13. ¿Ha existido la necesidad de activar el QUENCH en el área de Resonancia Magnética?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	0	0%
No	4	100%
Total	4	100%

### **Análisis e Interpretación**

Como se puede apreciar en los datos de la tabla anterior el 100% del total de los encuestados afirmaron que no ha surgido la necesidad de activar el QUENCH en el área de Resonancia Magnética.

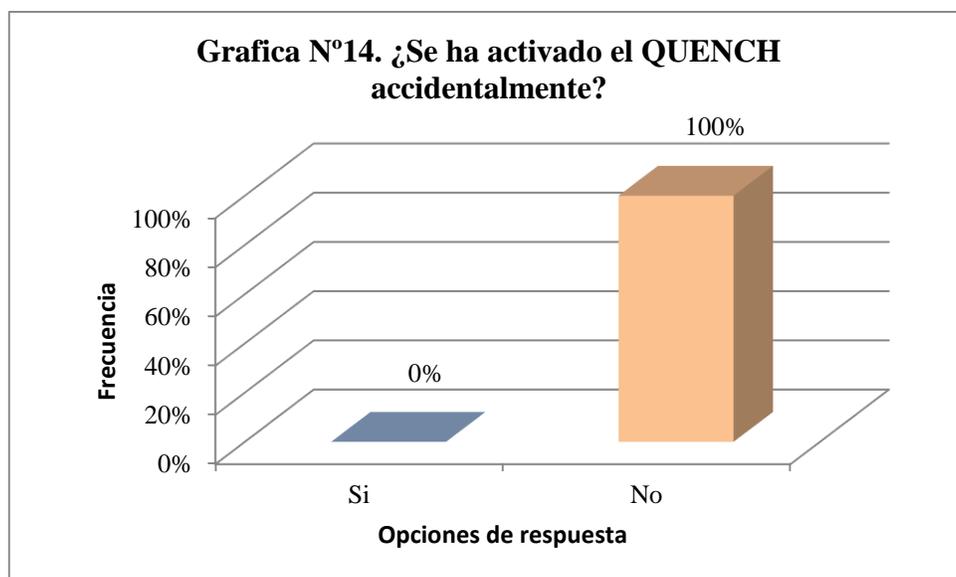


**Tabla N°14. ¿Se ha activado el QUENCH accidentalmente?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	0	0%
No	4	100%
Total	4	100%

**Análisis e Interpretación**

La presente tabla muestra que el 100% del total de encuestados afirmaron que no se ha activado ninguna vez el QUENCH accidentalmente.

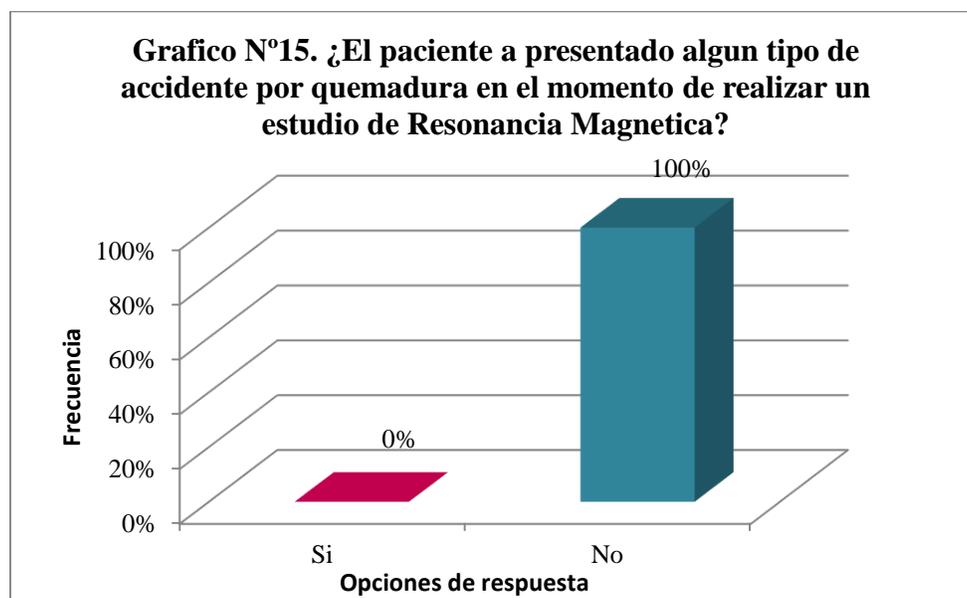


**Tabla N°15. ¿El Paciente a presentado algún tipo de accidente por quemadura en el momento de realizar un estudio de Resonancia Magnética?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	0	0%
No	4	100%
Total	4	100%

### **Análisis e Interpretación**

Al observar la tabla 15 se puede apreciar a simple vista que el 100% de los encuestados están de acuerdo o coinciden que el paciente no ha presentado ningún accidente por quemaduras al momento de realizar un estudio en Resonancia Magnética.

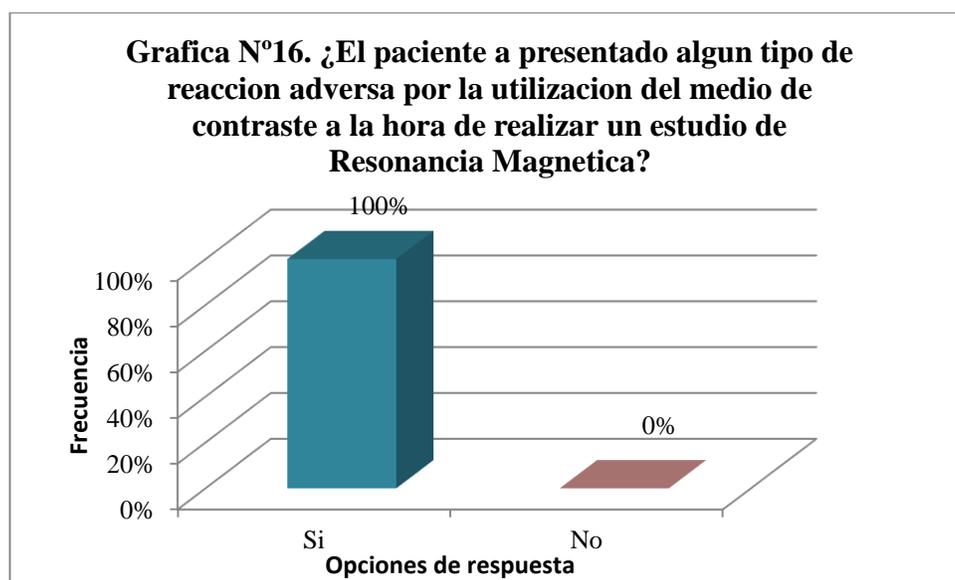


**Tabla N°16. ¿El Paciente a presentado algún tipo de reacción adversa por la utilización del medio de contraste a la hora de realizar un estudio de Resonancia Magnética?**

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	4	100%
No	0	0%
Total	4	100%

### **Análisis e Interpretación**

Según los datos representados en la tabla anterior se puede afirmar que el 100% de los encuestados respondió que el paciente ha presentado reacciones adversas por la utilización del medio de contraste a la hora de realizar un estudio de Resonancia Magnética.

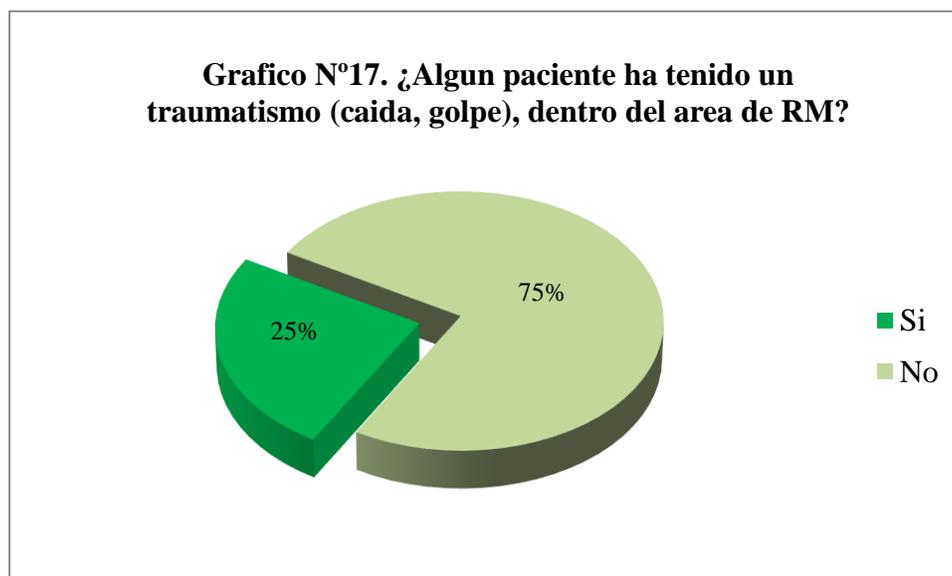


**Tabla N°17. ¿Algún paciente ha tenido un traumatismo (caída, golpe), dentro del área de RM?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	1	25%
No	3	75%
Total	4	100%

### **Análisis e Interpretación**

De los datos reflejados en la tabla anterior se puede ver que el 25% del total de los encuestados afirmo que un paciente sufrió un traumatismo que fue una caída al bajarse de la mesa dentro del área de Resonancia Magnética, mientras que 75% aseguran que ningún paciente ha sufrido algún traumatismo.



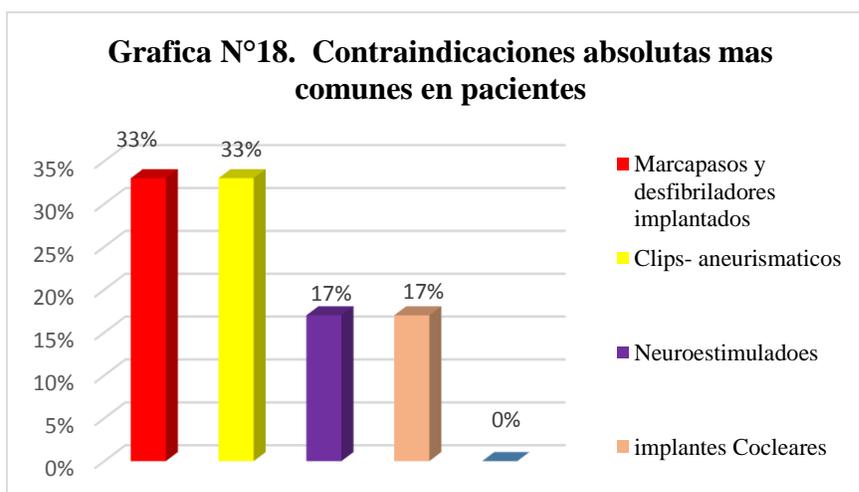
- ❖ **Verificar el cumplimiento de las contraindicaciones establecidas para no realizar un estudio de Resonancia Magnética.**

**Tabla N° 18. ¿Cuáles de las siguientes contraindicaciones absolutas en los pacientes son más comunes en Resonancia Magnética?**

Contraindicaciones absolutas	Frecuencia	Porcentaje
Marcapasos y desfibriladores implantados	4	33%
Clip aneurismáticos	4	33%
Nuero-estimuladores cerebrales	2	17%
Implantes cocleares	2	17%
Antecedentes de traumas orbitarios.	0	0%
Total	12	100%

#### **Análisis e interpretación:**

En la tabla N° 18 se puede apreciar que las contraindicaciones absolutas más comunes en los pacientes que se realizan un estudio en Resonancia magnética son los marcapasos, y desfibriladores implantados con un 33% de las respuestas proporcionadas por los profesionales en radiología y en igual porcentaje los clips aneurismáticos cerebrales. Los Nuero-estimuladores cerebrales tienen un porcentaje del 17% del total de las respuestas obtenidas y de igual cantidad los implantes cocleares.

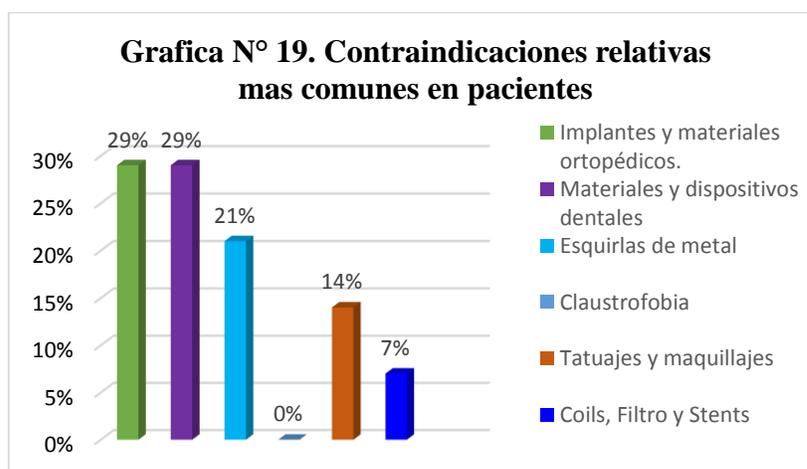


**Tabla N° 19. ¿Cuáles de las siguientes contraindicaciones relativas en pacientes son más comunes en Resonancia Magnética?**

Contraindicaciones relativas	Frecuencia	Porcentaje
Implantes y materiales ortopédicos.	4	29%
Materiales y dispositivos dentales	4	29%
Esquirlas de metal	3	21%
Claustrofobia.	0	0%
Tatuajes y maquillajes	2	14%
Coils, Filtro y Stents	1	7%
TOTAL	14	100%

#### **Análisis e interpretación:**

En la tabla N° 19 se observa que las contraindicaciones relativas más comunes en pacientes que se realizan un estudio de resonancia magnética son los implantes y materiales ortopédicos con un 29% de las respuestas proporcionadas por los profesionales en radiología y en igual porcentaje los materiales y dispositivos dentales, en segundo lugar son las esquirlas de metal que representan el 21% de las respuestas obtenidas, además manifestaron que los tatuajes y maquillajes también son muy comunes es los pacientes con un valor del 14% de los datos.

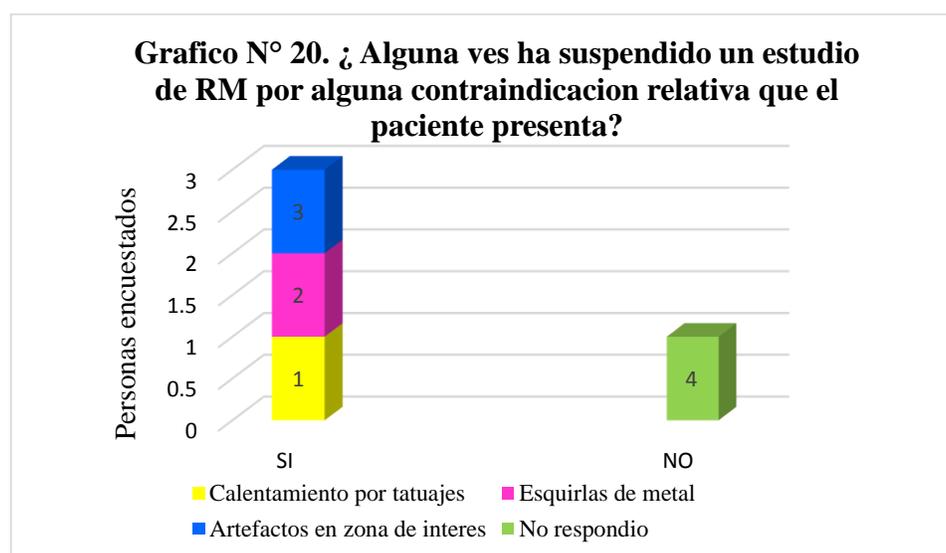


**Tabla N° 20. ¿Alguna vez se ha suspendido un estudio de Resonancia Magnética por alguna contraindicación relativa que el paciente presente?**

Encuestados	Calentamiento por tatuajes	Esquirlas en zona de interés	Artefactos en zona de interés	Frecuencia	Porcentaje
1	x	----	----	1	33.3%
2	----	x	----	1	33.3%
3	----	----	x	1	33.3%
4	----	----	-----	0	
<b>Total</b>				3	100%

#### **Análisis e interpretación:**

En la tabla N°20 se observa que 3 del total de los profesionales encuestados afirman que ya se han suspendido estudios en Resonancia Magnética por contraindicaciones relativas, el primero afirmó que ha suspendido estudios por calentamiento producidos por tatuajes, el segundo por esquirlas de metal y el tercero por artefactos que el paciente tiene cerca de la zona de estudio, y el último no respondió.

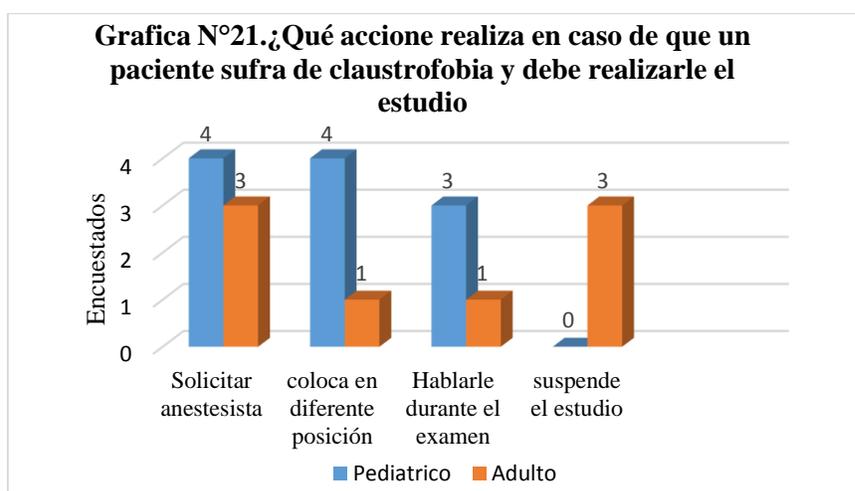


**Tabla N° 21. ¿Qué accione realiza en caso de que un paciente sufra de claustrofobia y debe realizarle el estudio**

ACCIONES A TOMAR POR CLAUSTROFOBIA	Frecuencia		Porcentaje	
	Adulto	Pediátrico	Adulto	Pediátrico
Solicitar anestesista	3	4	37.5%	36.4%
Coloca en diferente posición dependiendo el área de interés	1	4	12.5%	36.4%
Hablarle durante el examen y explicarle	1	3	12.5%	27.2%
Dependiendo el grado de claustrofobia se suspende el estudio	3	0	37.5%	0%
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

### **Análisis e interpretación:**

En la tabla N°21 se observan las acciones que realizan los profesionales en radiología cuando el paciente sufre claustrofobia, todos los encuestados respondieron que utilizan anestesia cuando es paciente pediátrico y solo 3 de ellos cuando es paciente adulto, otra de las acciones que emplean es colocar en diferente posición al paciente. Todos respondieron que es usada en pacientes pediátrico y solo 1 cuando es adulto, otra técnica es hablarle al paciente durante el procedimiento donde solo 3 de ellos respondieron utilizarla en pediátricos y solo 1 respondió aplicarla en adulto, por ultimo dependiendo el grado de claustrofobia que el paciente presente suspenden el estudio donde solo 3 de los encuestados respondieron utilizarla en adultos y ninguno en pediátricos.



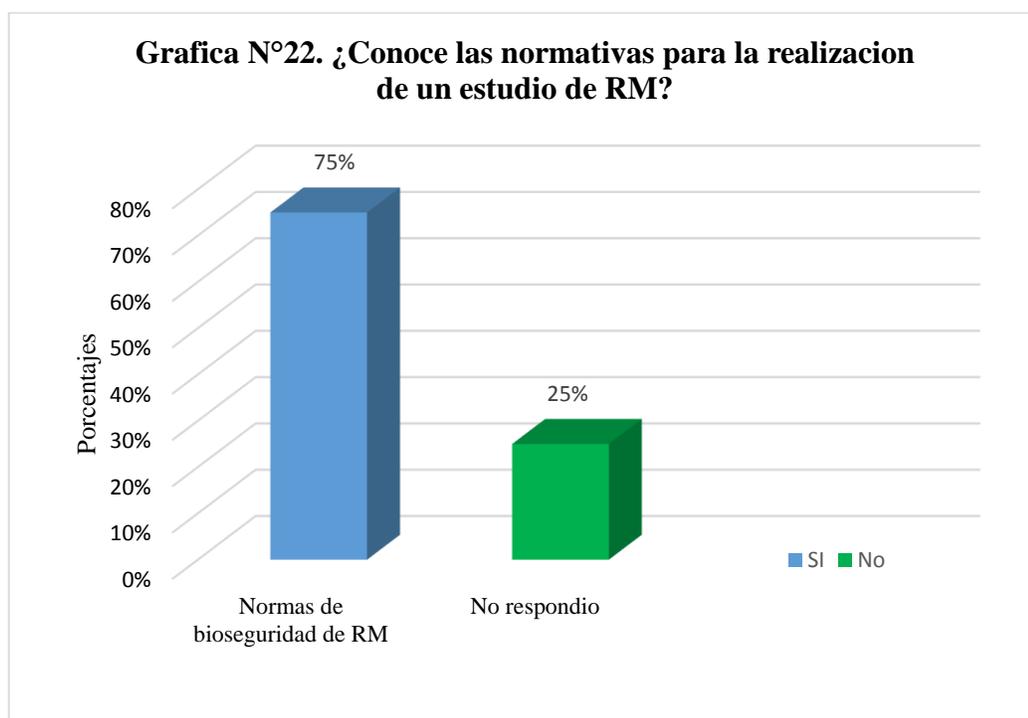
❖ **Conocer las medidas de seguridad implementadas en el área de Resonancia Magnética.**

**Tabla 22. ¿Conoce las normas para la realización de un estudio de Resonancia Magnética?**

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	75%
NO	1	25%
TOTAL	4	100%

**Análisis e interpretación:**

La tabla N° 22 refleja que el 75% de los licenciados encuestados respondieron que conocen las medidas de seguridad y que se llaman Normas de bioseguridad de Resonancia Magnética siendo estas por las que se rigen en el departamento y un 25% de los encuestados no respondió.

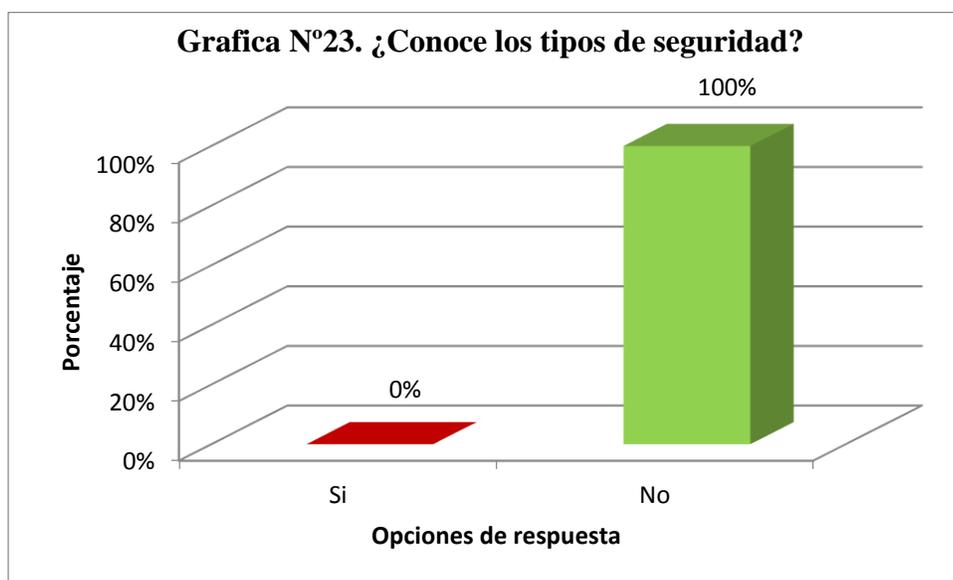


**Tabla N°23. Seguridad completa, seguridad condicional y no seguro, ¿está relacionado con la terminología de tipos de seguridad?**

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0%
NO	4	100%
<b>TOTAL</b>	4	100%

**Análisis e interpretación:**

Según los datos reflejados en la Tabla N°23 la totalidad de los licenciados encuestados afirmaron que no están relacionados con la terminología de seguridad en Resonancia Magnética.

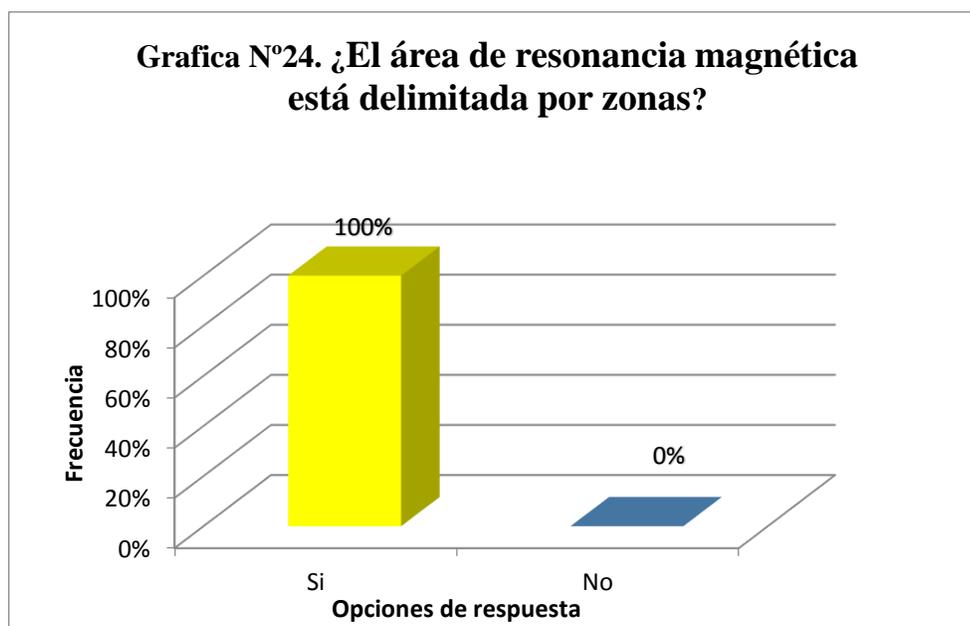


**Tabla N° 24. ¿El área de Resonancia Magnética está delimitada por zonas?**

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	4	100%
NO	0	0%
TOTAL	4	100%

**Análisis e interpretación:**

En la Tabla N°24 se puede observar que la totalidad de los licenciados encuestados afirmaron que el area de Resonancia Magnetica en el cual ellos laboran si esta delimitada por zonas como lo esta establecido en las normativas internacionales de seguridad de resonancia magentica.

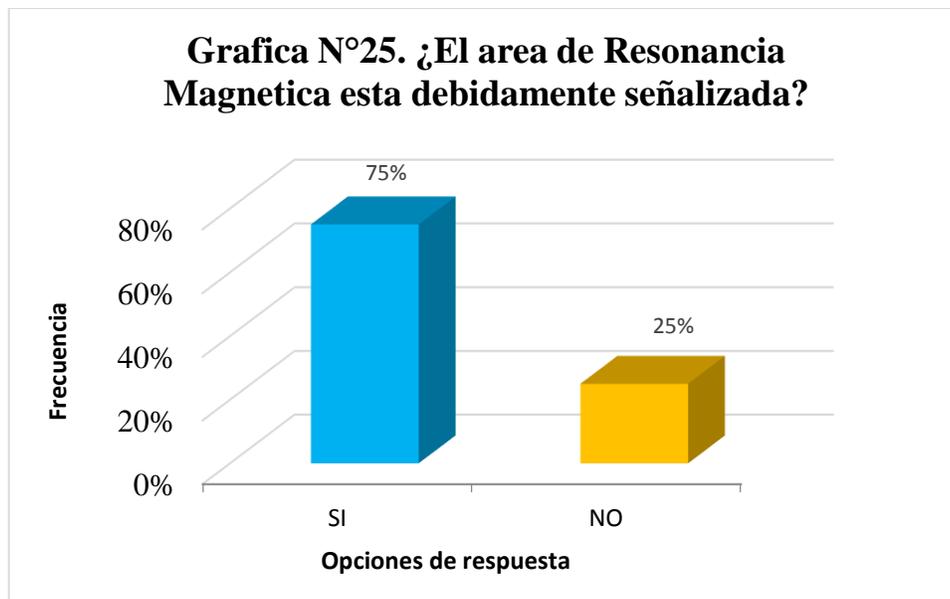


**Tabla N° 25. ¿Para usted el área de resonancia magnética está debidamente señalizada o es necesario mejorar la señalización de las advertencias?**

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	75%
NO	1	25%
TOTAL	4	100%

**Análisis e interpretación:**

En la Tabla N°25 se observa que del 75% de los profesionales en radiología manifestaron que que el area de Resonancia Magnetica si esta señalizada pero que necesita mejorrar, y con un porcentaje menor del 25% de los encuestados respondieron que el area de Resonancia Magnetica no esta señalizada corectamente.

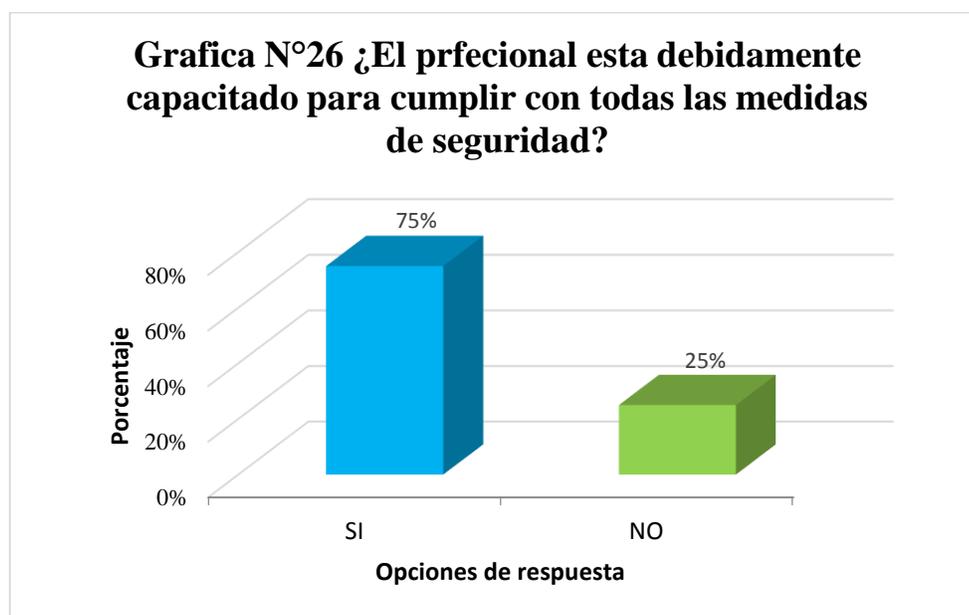


**Tabla N° 26. ¿El profesional en radiología que labora en el área de Resonancia Magnética está debidamente capacitado para cumplir con todas las medidas de seguridad para la realización de los estudios?**

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	75%
NO	1	25%
TOTAL	4	100%

**Análisis e interpretación:**

En la Tabla N° 26 se observa que el 75% de los licenciados encuestados afirmaron que si están debidamente capacitados para cumplir con todas las medidas de seguridad a la hora de realizar un estudio de Resonancia Magnética pero que depende del tiempo o experiencia que adquieren en esa área y solo el 25% de los encuestados respondió que no están capacitados para cumplir con todas las medidas de seguridad.

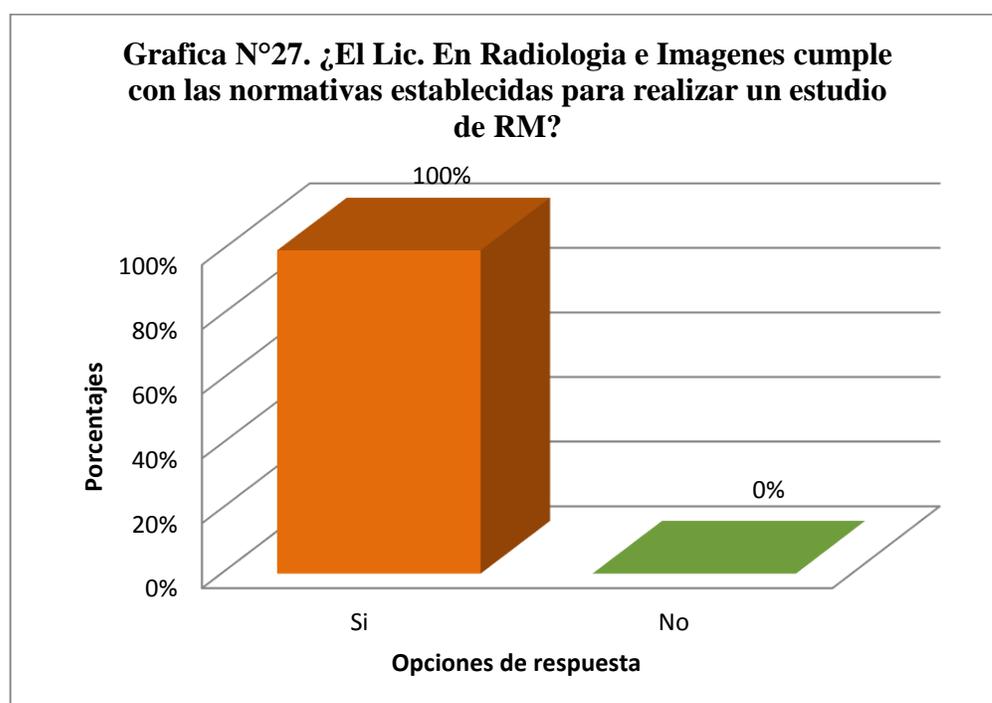


**Tabla N°27. ¿El Lic. En Radiología e Imágenes cumple con las normativas establecidas para realizar un estudio de Resonancia Magnética?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	3	100%
No	0	0%
Total	3	100%

### **Análisis e interpretación:**

De acuerdo a la tabla N°27, los investigadores observaron que los Licenciados en Radiología **SI** cumplen con todas las normativas al realizar los estudios de Resonancia Magnética, se pudo constatar que al paciente se le brinda la información necesaria durante el estudio, además les solicitan estudios previos como Rayos x y TAC para realizar el procedimiento, verifican también que el paciente llene el formulario de seguridad provisto por los Licenciados posteriormente comprueban dicha información para ver si cumplen con todos los requerimientos establecidos.

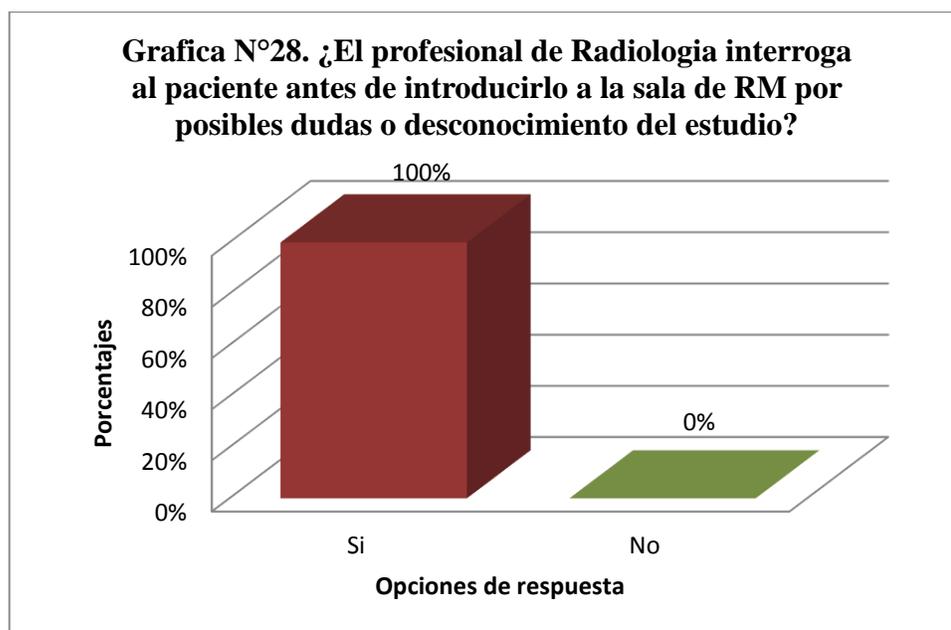


**Tabla N°28. ¿El profesional en Radiología interroga al paciente antes de introducirlo a la sala de Resonancia Magnética por posibles dudas o desconocimiento del estudio?**

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	100%
No	0	0%
Total	3	100%

**Análisis e interpretación:**

En la tabla N°28 se observa que los 3 investigadores coincidieron que los Licenciados en Radiología **SI** interrogan y aclaran posibles dudas que el paciente tenga.

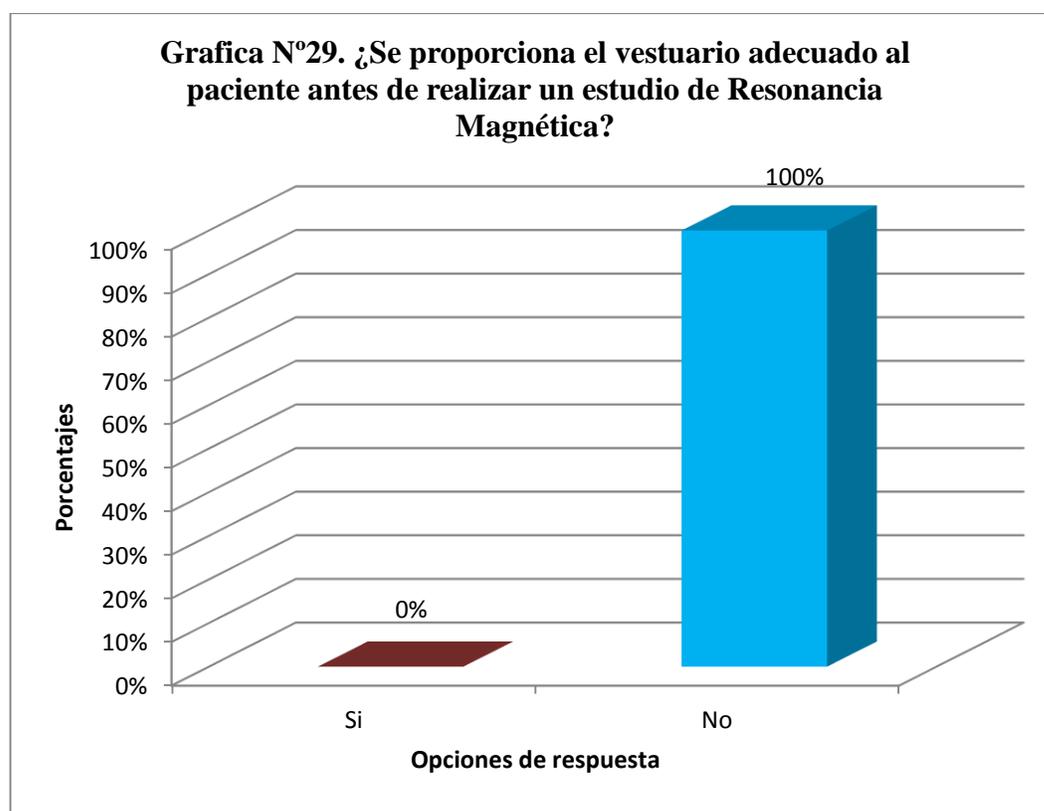


**Tabla N°29. ¿Se proporciona el vestuario adecuado a todos los pacientes antes de realizar un estudio de Resonancia Magnética?**

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0%
No	3	100%
Total	3	100%

**Análisis e interpretación:**

La tabla N°29 demuestra de acuerdo a lo observado por los 3 investigadores que no a todos los pacientes se les proporcionan el vestuario adecuado para realizar el estudio de Resonancia Magnética, se pudo constatar que esto se debe a la falta de batas, ya que no cuentan con las suficientes para cada paciente y el Licenciado en Radiología decide dependiendo de la región en estudio, si proporcionarlas.

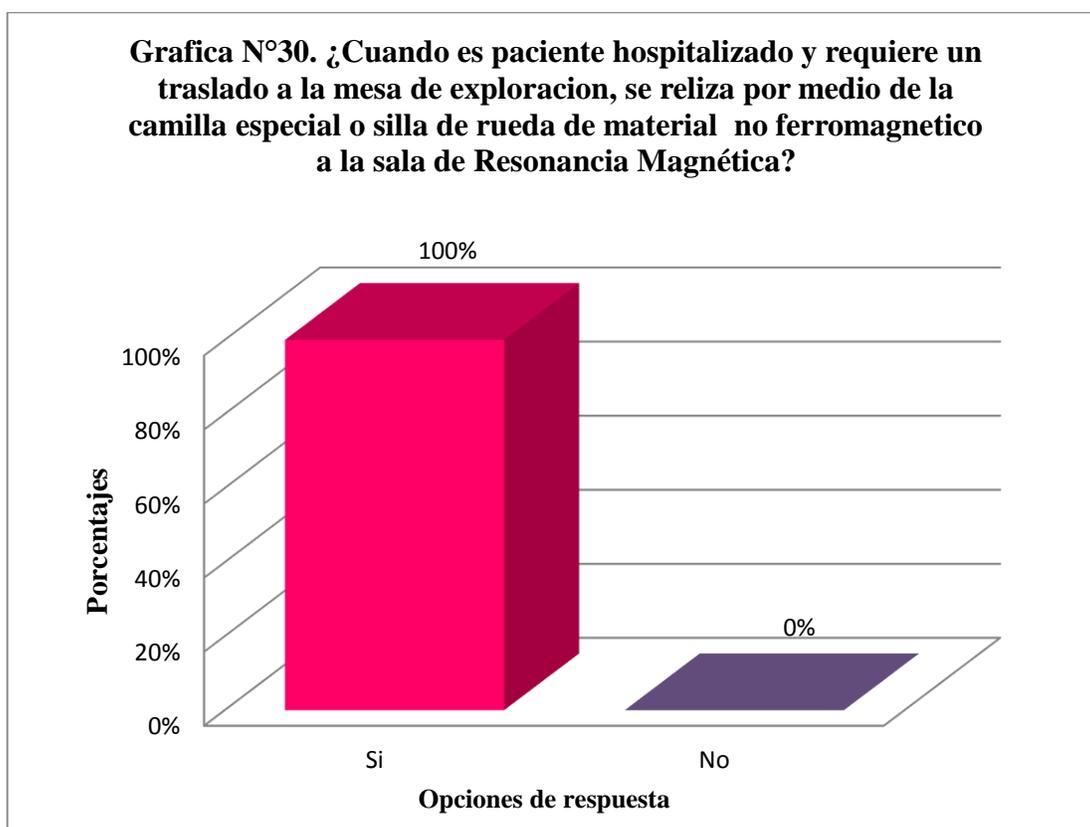


**Tabla N°30. ¿Cuándo es paciente hospitalizado y requiere un traslado a la mesa de exploración, se realiza por medio de la camilla especial o silla de rueda de material no ferromagnético a la sala de Resonancia Magnética?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	3	100%
No	0	0%
Total	3	100%

### **Análisis e interpretación:**

De acuerdo a lo observado en la tabla N°30, se puede constatar que el paciente hospitalizado al requerir un estudio de Resonancia Magnética es trasladado por medio de una camilla o silla de ruedas especial hecha de material no ferromagnético, la cual, no es atraída por el imán.

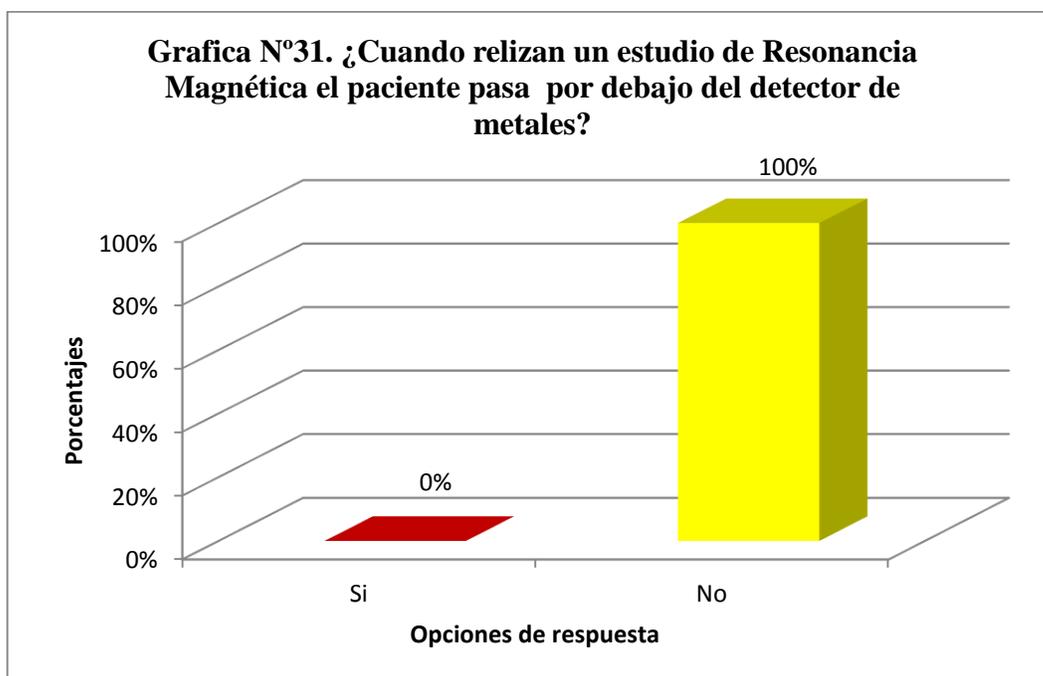


**Tabla N°31. ¿Cuándo realizan un estudio de Resonancia Magnética todos los paciente pasan por debajo del detector de metales?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	0	0%
No	3	100%
Total	3	100%

**Análisis e interpretación:**

Los resultados de la tabla N°31 muestran, en base a lo observado por los investigadores que **NO** todos los pacientes pasan por debajo del detector de metales, que se encuentra delimitando la zona I hacia la zona II, momento en el cual pasan a prepararse para poder realizarse el estudio de Resonancia Magnética.

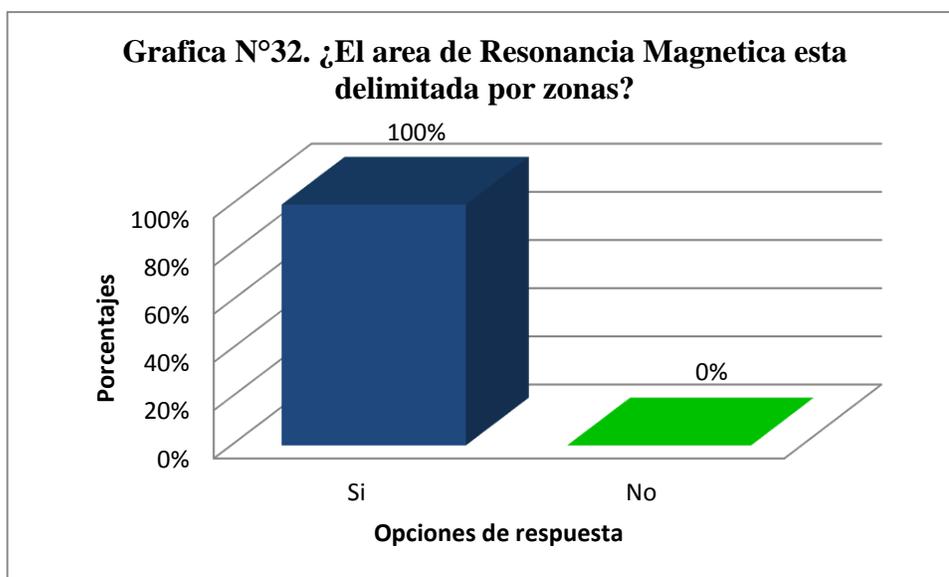


**Tabla N°32. ¿El área de Resonancia Magnética está delimitada por zonas?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	3	100%
No	0	0%
Total	3	100%

**Análisis e interpretación:**

De acuerdo a la tabla N°32 los investigadores observaron que el área de resonancia magnética si está delimitada por zonas como lo establece las medidas de seguridad.

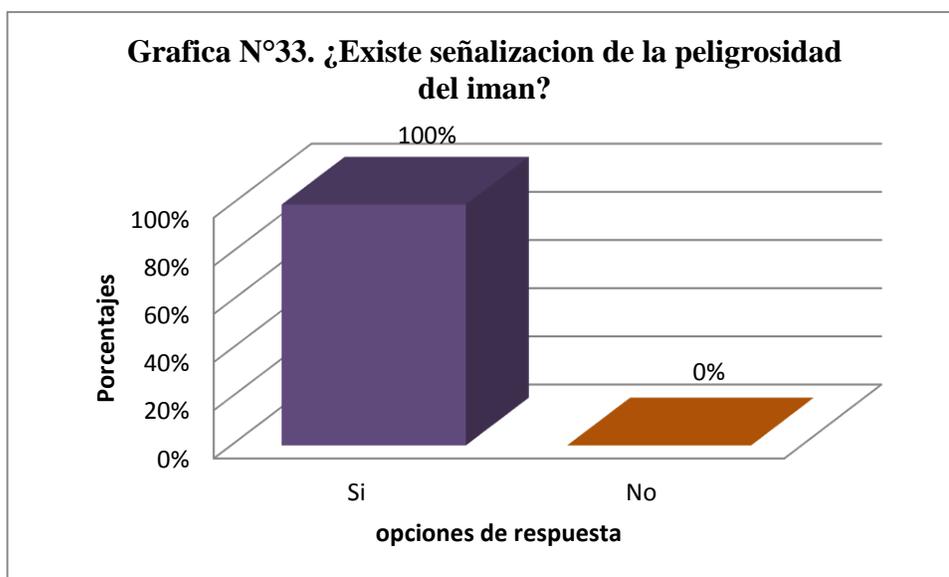


**Tabla N°33. ¿Existe señalización de la peligrosidad del imán?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	3	100%
No	0	0%
Total	3	100%

**Análisis e interpretación:**

La tabla N°33 refleja de acuerdo a lo observado por los 3 investigadores, si existe señalización de la peligrosidad del imán en el área de Resonancia Magnética.

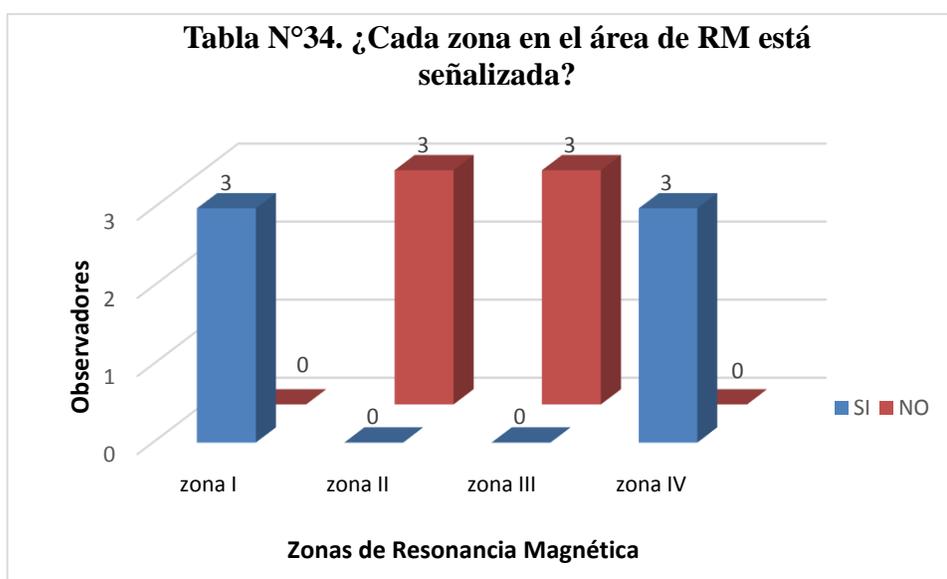


**Tabla N°34. ¿Cada zona en el área de RM está señalizada?**

Zonas	SI	NO	Frecuencia	porcentaje
Zona I	X		3	25%
Zona II		X	3	25%
Zona III		X	3	25%
Zona IV	X		3	25%
Total			12	100%

**Análisis e interpretación:**

Según los datos reflejados en la tabla N° 34 los 3 investigadores coincidieron que la zona I y zona IV si están señalizadas y que la zona II Y zona III no están señalizadas.

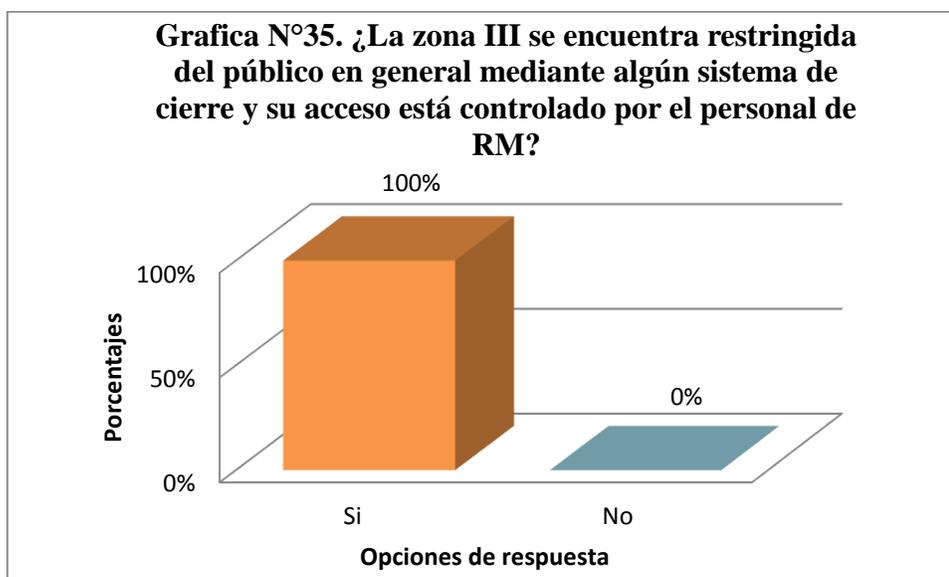


**Tabla N°35. ¿La zona III se encuentra restringida del público en general mediante algún sistema de cierre y su acceso está controlado por el personal de RM?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	3	100%
No	0	0%
Total	3	100%

### **Análisis e interpretación:**

La tabla N°35 demuestra que los 3 investigadores observaron que en la zona III del área de Resonancia Magnética si existe un sistema de cierre pero que no cumple con las funciones de acceso restringido a pacientes y personal de salud ajeno al área, como lo establecen las medidas de seguridad.

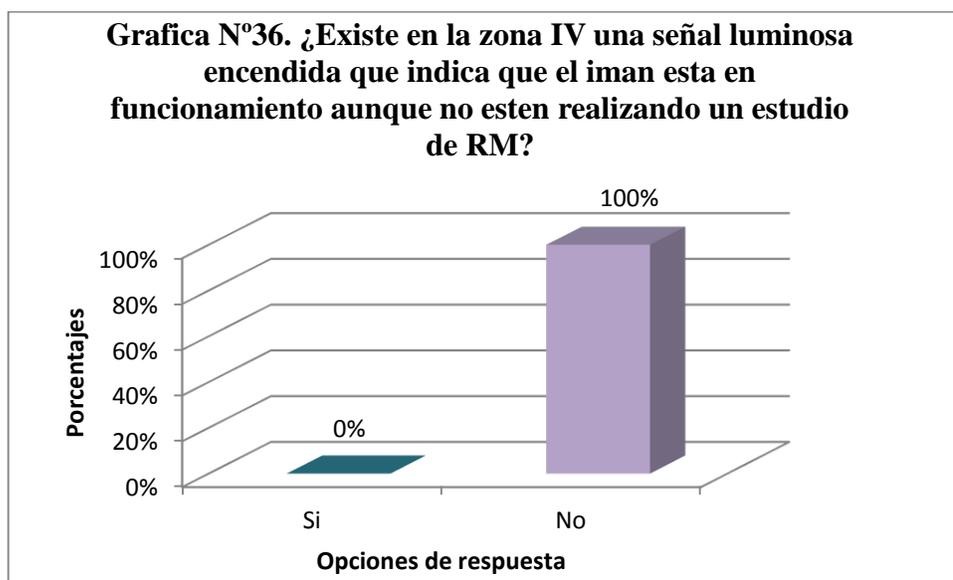


**Tabla N°36. ¿Existe en la zona IV una señal luminosa encendida que indica que el imán está en funcionamiento aunque no estén realizando un estudio de RM?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	0	0%
No	3	100%
Total	3	100%

**Análisis e interpretación:**

De acuerdo a lo observado por los 3 investigadores la tabla N° 36 muestra que en la zona IV del área de Resonancia Magnética no existe una señal luminosa que indique que el imán siempre está en funcionamiento aunque no estén realizando estudios.

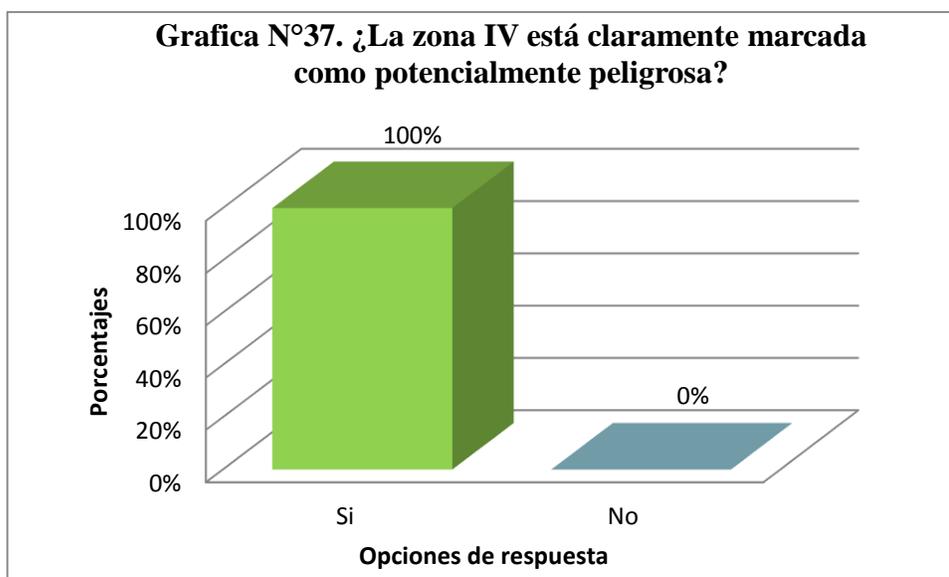


**Tabla N°37. ¿La zona IV está claramente marcada como potencialmente peligrosa?**

Opciones	Frecuencia	porcentaje
Si	3	100%
No	0	0%
Total	3	100%

**Análisis e interpretación:**

En la tabla N°37 los investigadores observaron que en la zona IV si está claramente marcada como potencialmente peligrosa.

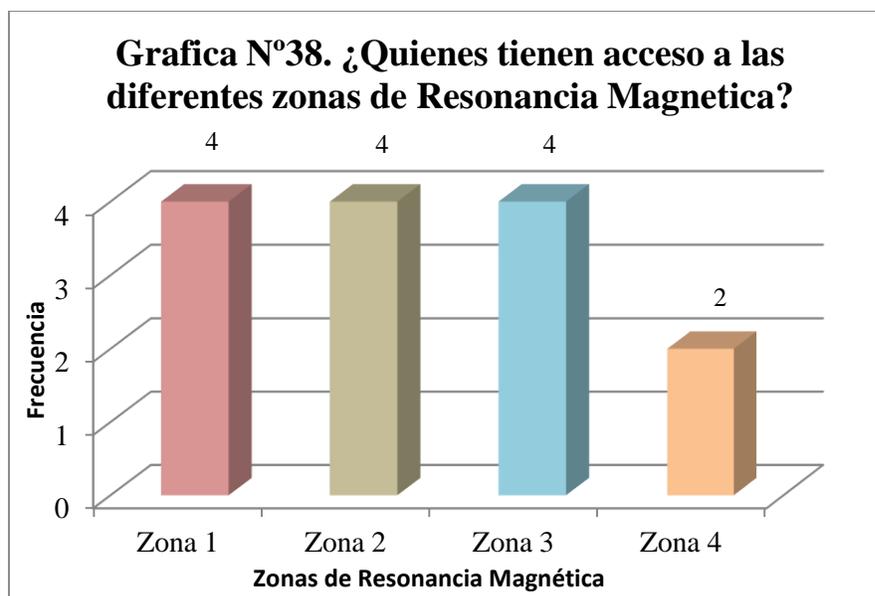


**Tabla N°38. ¿Quiénes tienen acceso a las diferentes zonas de Resonancia Magnética?**

Opciones	Personal de aseo y administrativo.	Paciente	Profesional en salud encargados del área de RM.	Profesional en salud ajeno al área de RM.	Frecuencia	Porcentaje
Zona I	x	x	x	x	4	29%
Zona II	x	x	x	x	4	29%
Zona III	x	x	x	x	4	29%
Zona IV	----	x	x	----	2	14%
				Total	14	100%

**Análisis e interpretación:**

En la tabla N 38 se demuestra que los investigadores observaron quienes tenían acceso a las diferentes zonas del área de Resonancia Magnética: En la zona I las personas que tienen acceso son el personal de aseo, administrativo, pacientes, profesionales de salud encargados del área de resonancia magnética y los profesionales en salud ajenos al área y de igual forma en la zona II y zona III, aunque en la zona III según las medidas de seguridad el acceso debe ser restringido donde solo el personal en radiología en turno debe tener acceso. Mientras que en la zona IV solo tienen acceso los pacientes, y los profesionales en salud encargados del área de resonancia magnética cumpliendo con las medidas de seguridad.



# CAPITULO VI

## VI. CONCLUSIONES

- El factor de riesgo que puede producir más accidentes o lesiones en el paciente y el profesional de salud que labora en el área de Resonancia Magnética son **el efecto misil menor**, ya que aunque a los pacientes se les indique que no entren con metales a la sala de Resonancia Magnética por olvido estos introducen algún tipo de metal como por ejemplo ganchos en el cabello.
- **El paciente y el licenciado en radiología son los más propensos a tener algún tipo de accidente dentro del área de Resonancia Magnética**, ya que son los que más interactúan directamente con el equipo de Resonancia Magnética.
- El factor de riesgo general y principal causa por el cual se suspenden los estudios de Resonancia Magnética es **la ansiedad del paciente** ya que estos se sienten inseguros y prefieren no realizarse dicho estudio.
- En el área de Resonancia Magnética los turnos donde son más propensos los accidentes son en fin de semana (sábado, domingo) y por la noche.
- Los accidentes más sobresalientes ocurridos en el área de Resonancia Magnética por **el efecto misil mayor** han sido producidas por una silla de rueda y un arma de fuego; por **el efecto misil menor** causado por una funda de gafas y clips metálico. En los primeros según los resultados obtenidos se identificó que **el más afectado legalmente es el Lic. en Radiología que se encuentra de turno ya que, él es responsable de cualquier acontecimiento en el área de resonancia magnética**. En los siguientes accidentes resulto más afectado el equipo ya que es allí donde se adhieren los objetos metálicos debido al campo magnético.
- No ha ocurrido ningún accidente al paciente **por introducirlo al imán por la contraindicación** de prótesis metálicas debido a que desde algunos años atrás el material con el que se construyen no es atraído por el campo magnético.

- En la sala de Resonancia Magnética **no ha ocurrido ningún evento o situación en la que haya sido necesario activar el QUENCH** así como también nunca se ha activado esté accidentalmente.
- Los marcapasos, desfibriladores implantados y clips- aneurismáticos son las contraindicaciones absolutas más comunes en los pacientes que llegan a solicitar un estudio de Resonancia Magnética.
- Los implantes, materiales ortopédicos, dispositivos dentales, esquirlas de metal, tatuajes y maquillajes son las contraindicaciones relativas más comunes en los pacientes que solicitan un estudio de Resonancia Magnética.
- Los profesionales en radiología e imágenes que laboran en el área de Resonancia Magnética del hospital general **cumplen con todas las contraindicaciones absolutas que ya están establecidas por las normas de seguridad para no realizar el procedimiento**, además cuando el paciente presenta contraindicaciones relativas como esquirlas de metal, artefactos, y calentamientos producidos por tatuajes cerca de la zona de estudio la totalidad de los profesionales en radiología que laboran en esa área optan por suspender el estudio para evitar cualquier accidente.
- **Los profesionales en radiología conocen las normas de seguridad para brindarle protección al paciente durante y después del estudio**, se puede decir que aplican las normas establecidas que se requieren en el área de Resonancia Magnética. **Las medidas de seguridad implementadas en el área de Resonancia Magnética son:** En la zona I, el licenciado en radiología le entrega el formulario de seguridad al paciente para verificar si cumple los criterios de seguridad, posteriormente el paciente se dirige al detector de metales para llegar a la zona II donde se retira las prendas metálicas que puedan causar un accidente. Luego el licenciado con anterioridad ha

verificado el formulario de seguridad para determinar si el paciente cumple con los requisitos para realizar el estudio. Seguidamente el profesional en radiología traslada al paciente de la zona II a la zona IV para realizar el procedimiento.

Sin embargo se observó que falta un control riguroso en el acceso de las personas a la zona III que es donde se encuentra el QUENCH, existiendo el riesgo que se active accidentalmente por personas ajenas al área de resonancia magnética dando como resultado la fuga del helio provocando daños reversibles de muy alto costo para la institución.

## RECOMENDACIONES

### **A la jefatura del departamento de radiología e imágenes:**

- Mejorar la señalización en las diferentes zonas del área, además de la información brindada por el profesional de radiología al paciente.
- Colocar una señalización que especifique “ de no tocar el QUENCH”
- Resguardar el “QUENCH” en una caja ya sea de madera o vidrio para protegerlo de no ser activado involuntariamente.
- Que gestioné la contratación de profesionales en radiología para ser asignados en los turnos de fines de semana y de noche, turnos en los cuales los accidentes han ocurrido.

### **A los profesionales en radiología que laboran en el área de resonancia magnética:**

- Que el profesional en radiología Mejore la orientación para el llenado del formulario de seguridad que se le brinda al paciente para que a la hora de llenarlo sepa contestarlo correctamente.
- Ampliar los conocimientos sobre las normas de seguridad de Resonancia Magnética para brindarle al paciente mayor seguridad en el desarrollo del estudio.
- Mejorar el control de las personas que tienen acceso a las diferentes zonas del área de resonancia magnética que garantice la seguridad para el público en general y profesional en radiología.
- Que el Licenciado en radiología este con el paciente a la hora del llenado del formulario.

## BIBLIOGRAFIA.

- E.B. Pineda, E.L de Alvarado, F.H de Canales, Metodología de la investigación, manual para el desarrollo de salud, 2ª Edición, organización panamericana de la salud, Oficina sanitaria panamericana, oficina regional de la organización mundial para la salud. 1994.
- <http://grupogamma.com/2011/09/historia-resonancia/>
- Monografía Seran aprendiendo los fundamentos de la resonancia magnética 2007 editorial médica panamericana, S.A. Primera Edición.
- Resonancia magnetica con fines médicos /aplicación en hospital Juan canalejo.pdf
- Obtención y manipulación de imágenes de RM. Pdf
- <http://osteomuscular.com/BIOSEGURIDAD/resonancia.html>
- <http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/PUBLIC.1999-2006>
- <http://osteomuscular.com/BIOSEGURIDAD/resonancia.html>
- <http://www.natursan.net/valores-normales-creatinina/>
- <http://es.slideshare.net/thesituationboy/resonancia-magnetica-10337287>
- <http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/PUBLIC.1999-2006-%20Alumnos%20P.F.I/%28RMN%29%20PAVIOLO%20NADIA.pdf>
- [http://www.radiologiafsfb.org/site/index.php?option=com\\_content&view=category&id=101&Itemid=246](http://www.radiologiafsfb.org/site/index.php?option=com_content&view=category&id=101&Itemid=246)
- <http://www.elbaurradiologico.com/2012/05/extincion-del-campo-magnetico-de-un.html>
- <http://www.dalde.com.ar/servicios/mediciones-ambientales/campo-magnetico-estatico-linea-5-gauss>
- [http://www.resonancia-magnetica.org/MagRes%20Chapters/18\\_02.htm](http://www.resonancia-magnetica.org/MagRes%20Chapters/18_02.htm)

# ANEXOS

**ANEXO 1. CROQUIS DEL HOSPITAL GENERAL DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL.**





## ANEXO 2. Formulario de seguridad

INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL  
INDICACIONES PARA ESTUDIOS DE RESONANCIA MAGNETICA  
TELF.2591 -41-91

Estimad@ paciente:

Su cita es el día \_\_\_\_\_mes\_\_\_\_\_ a las: \_\_\_\_\_ horas

LEA CUIDADOSAMENTE LAS SIGUIENTES INDICACIONES:

1. Debe presentarse a su cita 20 minutos antes de la hora.
- 2- Ayuno de 4 horas ante la posibilidad de que requiera administración de material de contraste.
- 3- El estudio de resonancia magnética dura 30 minutos promedio aproximadamente, pero puede Prolongarse dependiendo de cada caso en particular.
- 4- Si su estudio es de cerebro debe presentarse sin maquillaje en los ojos.
- 5- Comunique al técnico la presencia de tatuajes o maquillaje permanente.
- 6- Antes de entrara a a Sala de resonancia magnética, deberá quitarse todos los objetos metálicos que porte (llaves, ganchos, monedas, joyas, anteojos) por lo que se recomienda que traiga lo mínimo para evitar extravíos.
- 7- En la sala de RM no pueden introducirse teléfonos celulares, tarjetas de crédito magnéticas ni relojes o equipos electrónicos, pues pueden ser dañados por el Campo magnético, es preferible que NO los traiga con usted.
- 8- SI USTED PÓRTA MARCAPASO, BOMBA DE INFUSIÓN O CLIPS DE ANEURISMAS CEREBRALES NO ENTRE A LAS SALA DE RESONANCIA MAGNETICA A MENOS QUE SEAN DE MATERIAL NO FERROMAGNÑETICO.
- 9- Por su seguridad deberá de llenar cuidadosamente el cuestionario que va anexo a estas indicaciones antes de su estudio.
- 10- Favor confirmar su cita al teléfono 2201-4121 en horario de 8:00am a 4:00 pm.
- 11- Traiga sus estudios previos (tomografía computarizada, estudios de rayos x, o ultrasonido) más recientes y entréguelos a la recepción (estos sirven para Comparación), se los devolverán junto con el resultado de Resonancia Magnética.
- 12- Entrega de resultados con esta contraseña y su tarjeta de afiliación (consulta externa) De lunes a viernes de 9:00am a 4:00pm.  
Archivo de Rayos X. 3cr. Nivel de este mismo hospital telf. 2201-40-84

POR SU COLABORACIÓN GRACIAS



### ANEXO 3. Cuestionario para el paciente previo al examen.

INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL  
SUSDIRECCION DE SALUD

#### CUESTIONARIO PARA EL PACIENTE (RESONANCIA MAGNÉTICA)

El aparato de resonancia magnética genera un campo magnético muy potente que puede representar un riesgo que lleva para las personas que lleven en su cuerpo implantes, marcapasos u objetos metálicos. Por esto, se les solicita llenar el presente cuestionario cuidadosamente antes de empezar su exploración

Fecha: \_\_\_\_\_ No. De afiliación. \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha de Nacimiento: \_\_\_\_\_ .Edad: \_\_\_\_\_ Años.

Estatura: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Ciudad: Depto.: \_\_\_\_\_

Región de Estudio: \_\_\_\_\_

Síntomas Principales: \_\_\_\_\_

#### Padece usted de:

\*Miedo a los espacios cerrados o estrechos Si \_\_\_ NO \_\_\_

\*Enfermedades cardíacas, hipertensión Si \_\_\_ NO \_\_\_

\*problemas de regulación de temperatura Si \_\_\_ NO \_\_\_

\*Alergias a medicamentos o medios de contrastes

Ha sido operado? \_\_\_\_\_ Que cirugía se le realizó y cuando: \_\_\_\_\_

Ha sufrido heridas de guerra o por arma de fuego: \_\_\_\_\_

Tiene esquilas metálicas en su cuerpo: Donde: \_\_\_\_\_

Posee usted:

\*Clips de aneurismas cerebrales? Sí \_\_\_ No \_\_\_

\*Im plantes auditivos u otro tipo? Si \_\_\_ No \_\_\_

\*Marcapaso Cardíaco? Si \_\_\_ No \_\_\_

\*Bombas de infusión implantadas? Si \_\_\_ No \_\_\_

\*Prótesis (cadera, rodilla) Si \_\_\_ No \_\_\_

\*Material metálico en la columna? Si \_\_\_ No \_\_\_

\*Cuerpos extraños metálicos? Si \_\_\_ No \_\_\_

\*Tatuajes o maquillaje permanente? Si \_\_\_ No \_\_\_

\*Está Embarazada? Si \_\_\_ No \_\_\_

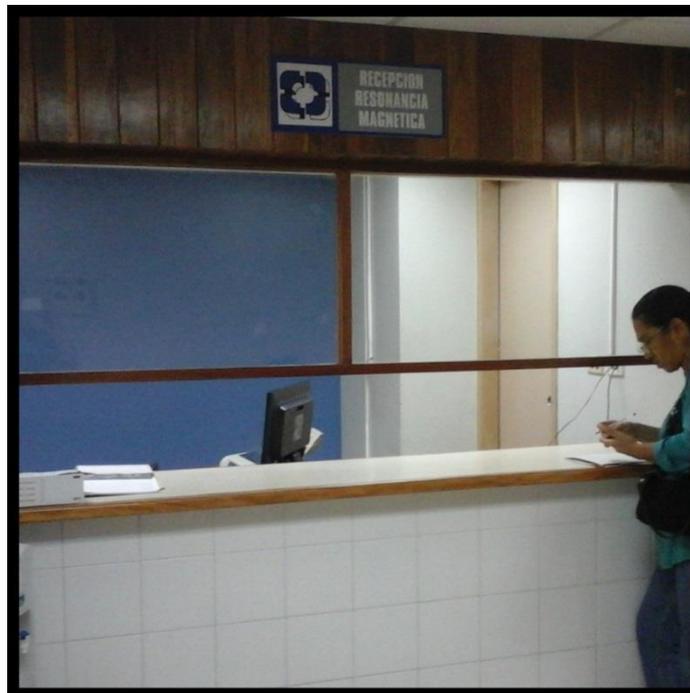


**SI USTED PORTA MARCAPASO O TIENE CLIPS DE ANEURISMA CEREBRAL NO ENTRE A LA SALA DE RESONANCIA MAGNETICA CUALQUIER DUDA CONSULTELO CON EL RADIOTECNOLOGO O RADIOLOGO.**

Firma del paciente: \_\_\_\_\_

**ANEXO 4. FOTOS DE LAS ZONAS DEL AREA DE RESONANCIA MAGNETICA DEL HOSPITAL GENERAL DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL.**

**Zona I**





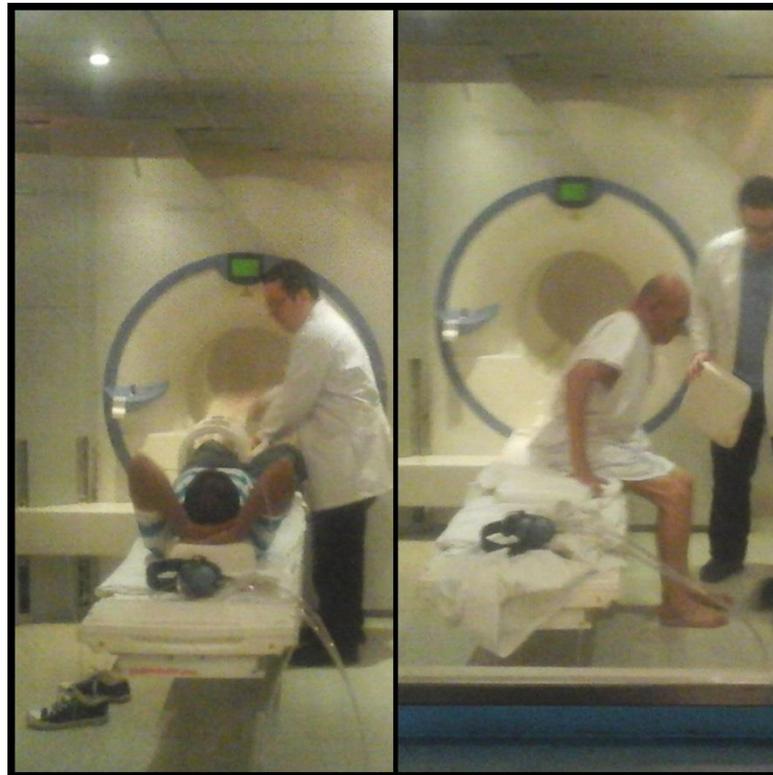
Zona II



**Zona III**



## Zona IV





Camillas y Silla de material no ferromagnético

