



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y**  
**COMPUTACIÓN**

“ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE NORMAS INTERNAS PARA EL USO DE EQUIPOS MÉDICOS QUE GARANTICEN LA SEGURIDAD DE LOS PACIENTES EN LAS ÁREAS DE EMERGENCIA, TERAPIA INTENSIVA, QUIRÓFANO Y CONSULTORIOS MÉDICOS”.

**TESINA DE SEMINARIO**  
**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO EN ELECTRICIDAD  
ESPECIALIZACIÓN ELECTRÓNICA

**AUTORES:**

ROSA ELENA CAMINO PÉREZ  
CARMEN LEDESMA VÁSQUEZ

**PROFESOR SEMINARIO DE GRADUACIÓN:**

ING. MIGUEL YAPUR AUAD.

OCTUBRE 2012

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a nuestro Dios por darnos salud y vida. A mi familia que me ha dado el apoyo y ánimo constante para superar todos los obstáculos e inconvenientes presentados en el día a día de nuestra vida.

A nuestro profesor Ing. Miguel Yapur, por el apoyo, paciencia y buena voluntad por vernos culminar la carrera.

Autor:

Rosa Elena Camino Pérez

## AGRADECIMIENTO

Agradezco al Señor mi Dios, por darme la vida, por darme una familia, por haberme dado la oportunidad de estudiar.

Agradezco a mi madre, por sus cuidados y desvelos, por su compañía en esas largas noches en que hacíamos los proyectos propios de la carrera. Agradezco a mis hijos quienes con su amor me inspiraron siempre para seguir adelante en la lucha por la vida.

Agradezco a mi esposo porque sin él a mi lado no habría podido cumplir muchos ideales. Agradezco a Ana María por sus largos años de cuidar a mis hijos permitiéndome estudiar y trabajar.

Agradezco a mi profesor Miguel Yapur Auad, gran amigo de toda la vida, quien me animó a culminar mis estudios.

Autor:

Carmen Ledesma Vásquez

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, especialmente a mi esposo y a mi padre que siempre han estado empujándome para culminar lo que hace muchos años empecé y por las vicisitudes de la vida no había podido terminar.

A mis hijos para con ello darles ejemplo que nunca es tarde, para hacer lo correcto, lo que se quiere, y que nunca se deja de aprender.

Autor:

Rosa Elena Camino Pérez

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria en primer lugar a Dios quien siempre ha estado cerca dándome la fuerza para continuar en los momentos más difíciles. También se lo dedico a mi madre quien me cuidó y me amó como nadie, a mi padre quien me dio la vida, a mis hijos quienes cada día son el motivo de mi inspiración, y a mi esposo Roberto quien con su ternura y paciencia ha sabido darme el espacio para que yo pueda hacer este trabajo. Todo mi amor para ellos.

Autor:

Carmen Ledesma Vásquez

## **TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

MSC. Efrén Herrera Muentes  
Delegado del Decano de la FIEC

---

Ing. Miguel Yapur Auad.  
Profesor de Seminario de Graduación

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”. (Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

Rosa Elena Camino Pérez

---

Carmen Ledesma Vásquez

## RESUMEN

Nosotros vivimos en un mundo lleno de cambios, médicos, físicos y científicos como el Galeno de Pérgamo, anatomista Duverney, Galvani, Volta, Thomas Edison no imaginaron los maravillosos y grandes pasos dados en ciencia y tecnología ni hablar en el área de medicina.

En la actualidad existen en el mundo entero centros hospitalarios con tecnologías de punta, como los quirófanos inteligentes, en el país contamos con uno en el Hospital del Seguro Social I.E.S.S. Teodoro Maldonado Carbo, a tal punto que a distancia pueden estar consultando y observando las intervenciones.

Pero a pesar de importar tecnología de punta, en materia de seguridad hospitalaria se ve a simple vista que no tenemos la más mínima preocupación al respecto, da la impresión que se compra un quirófano como comprar un televisor nuevo y con eso es suficiente.

Este trabajo muestra, los conceptos básicos de seguridad eléctrica hospitalaria y un sin número de normas, y reglas a cumplir queriendo lograr con esto dar una herramienta al estado, en nuestro caso el Ministerio de Salud para con ello educar (dar a conocer), concientizar, homogenizar todos los centros de salud del país, teniendo así la seguridad de contar con centros hospitalarios seguros.



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> -----	VIII
<b>ÍNDICE FIGURAS</b> -----	XIII
<b>ÍNDICE TABLAS</b> -----	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b> -----	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>SEGURIDAD ELÉCTRICA</b>	
1.1. Objetivo General-----	3
1.2. Breve Reseña Histórica del uso de la electricidad en la medicina----	4
1.3. Inicio del concepto de seguridad en el uso de la electricidad en la medicina-----	5
1.4. Riesgos de descargas eléctricas más comunes-----	7
1.4.1. Arcos Eléctricos-----	7
1.4.2. Corrientes Armónicas-----	8
1.4.3. Sobretensiones -----	10
1.4.3.1. Sobretensiones Permanentes-----	10
1.4.3.2. Sobretensiones Transitorias-----	11
1.4.4. Sobreintensidad-----	11
1.4.5. Cortocircuito-----	12
1.4.6. Electricidad Estática-----	13

	<b>Pág.</b>
1.4.7. Contacto Eléctrico Directo-----	14
1.4.8. Contacto Eléctrico Indirecto-----	16
1.4.9. Mal manejo de los equipos por negligencia o falta de conocimiento-----	16
1.4.10. Corrientes parásitas o de fuga -----	17
1.4.11. Ausencia de electricidad-----	20
1.4.12. Equipo defectuoso-----	20
1.5. Riesgo de MICROSHOCKS Y MACROSHOCKS debido al uso de equipo eléctrico.-----	21
1.6. Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano-----	23
1.6.1. Umbral o nivel de percepción-----	25
1.7. Problemas en instalaciones eléctricas y medidas preventivas-----	26
1.7.1. Principales causas de los problemas eléctricos-----	26
1.7.2. Medidas Preventivas -----	27
1.8. Clasificación de Equipos Biomédicos en relación con la seguridad--	30
1.8.1. Clasificación por riesgo estático C1-----	31
1.8.2. Clasificación de los equipos médicos por el grado y calidad de los niveles de protección C2-----	33
1.8.3. Clasificación por el nivel de aislamiento C3-----	34

	<b>Pág.</b>
1.8.4. Clasificación de los equipos médicos por nivel de riesgo físico C4-----	37
1.8.5. Clasificación por el contacto con el paciente C5-----	39
1.9. Test de seguridad de equipos electrónico-médicos y de instalaciones eléctricas hospitalarias-----	43

## **CAPÍTULO II**

### **ÁREA DE QUIRÓFANO**

2.1. Definición Área de Quirófanos-----	47
2.2. Equipos electrónicos-médicos utilizados área de Quirófanos-----	47
2.2.1 Quirófano con servicios quirúrgicos de todas las complejidades	48
2.3. Riesgos eléctricos en los quirófanos-----	49
2.4. Definición de Norma-----	54
2.5. Presentación normas internacionales para el área de Quirófanos----	55
2.6. Propuesta de normas nacionales para la buena utilización de los equipos médicos en los Quirófanos-----	56

## **CAPÍTULO III**

### **ÁREA DE UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS**

3.1. Definición de área de Unidad de Cuidados Intensivos-----	110
---	-----

	<b>Pág.</b>
3.2. Equipos utilizados en Cuidados Intensivos-----	111
3.3. Presentación de normas internacionales para la buena utilización de los equipos médicos en área Unidad Cuidados Intensivos UCI-----	113
3.4. Propuesta normas nacionales para la buena utilización de los equipos médicos en la Unidad Cuidados Intensivos UCI-----	113

## **CAPÍTULO IV**

### **ÁREA DE EMERGENCIA**

4.1. Definición área de Emergencia-----	118
4.2. Equipos utilizados en el área de Emergencia-----	119
4.3. Presentación de normas internacionales para la buena utilización de los equipos médicos en el área de Emergencia-----	120
4.4. Propuesta normas nacionales para la buena utilización de los equipos médicos en el área de Emergencias-----	123

## **CAPÍTULO V**

### **CONSULTORIOS MÉDICOS**

5.1. Definición Consultorio Médico-----	125
5.2. Equipos utilizados en los consultorios-----	126
5.2.1. Consultorio Odontológico.-----	127
5.2.2. Consultorio Ginecológico y Obstétricos.-----	128

	<b>Pág.</b>
5.2.3. Consultorio de Cardiología.....	129
5.2.4. Consultorio de Nefrología.....	131
5.2.5. Consultorio de Neumología.....	132
5.2.6. Consultorio de Oftalmología.....	133
5.2.7. Consultorio de Gastroenterología.....	133
5.2.8 Consultorio de Urología.....	134
5.2.9. Consultorio de Traumatología y Cirugía Ortopédica.....	134
5.2.10. Consultorio, Centros y Clínicas de Cirugía Estética.....	135
5.3. Riesgos en el mal manejo de equipos médicos en Consultorios Médicos.....	136
5.4. Presentación de normas internacionales para el área de Consultorios Médicos.....	136
5.5. Propuesta de normas nacionales para la buena utilización de los equipos médicos en los Consultorios Médicos.....	137
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>140</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>143</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>145</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>223</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>228</b>

## ÍNDICE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1. Gráfica de una sobretensión permanente-----	10
Figura 1.2. Gráfica de una sobretensión transitoria-----	11
Figura 1.3. Efectos de un cortocircuito-----	12
Figura 1.4. Electricidad estática-----	13
Figura 1.5. Tomacorrientes de 2 y 3 terminales-----	15
Figura 1.6. Caso común que conduce a un microshock-----	17
Figura 1.7. Persona conectada a tierra en contacto con el circuito-----	18
Figura 1.8. Microshock-----	21
Figura 1.9. Macroshock-----	22
Figura 1.10. Los tomacorrientes y la toma a tierra-----	28
Figura 1.11. Equipo Clase I-----	35
Figura 1.12. Equipo Clase II-----	36
Figura 1.13. Equipo Clase III-----	36
Figura 1.14. Medidor de continuidad-----	45
Figura 1.15. Equipo para test de seguridad eléctrica-----	46
Figura 2.1. Vista de un quirófano actual-----	48
Figura 2.2. Paño de campo quirúrgico con llama-----	51
Figura 2.3. Tetraedro de fuego de un quirófano-----	52
Figura 2.4. Zonas con riesgo de incendio o explosión en el quirófano-----	53
Figura 3.1. Vista de Unidad de Cuidados Intensivos-----	111

	<b>Pág.</b>
Figura 4.1. Área de Emergencia Hospital Gustavo Domínguez-----	119
Figura 5.1. Consultorio Odontológico-----	127
Figura 5.2. Monitor fetal interno.-----	128
Figura 5.3. Equipos usados para pruebas de cardiología-----	129
Figura 5.4. Equipo Holter-----	130
Figura 5.5. Unidad de diálisis de Nefrología -----	131
Figura 5.6. Equipo de broncoscopia-----	132

### **FIGURA ANEXOS**

Anexo Figura 1. Etiqueta de equipos revisados y autorizados-----	166
Anexo Figura 2. Revisión 517.13 área cuidado de pacientes-----	185
Anexo Figura 3. Revisión 517.16-----	185
Anexo Figura 4. Tomacorrientes cercanía cama del paciente-----	186
Anexo Figura 5. Tipo tomacorriente en cercanía cama de paciente-----	187
Anexo Figura 6 Sistema de energía aterrizado-----	212
Anexo Figura 7. Norma 517.160-----	218
Anexo Figura 8. Esquema de sistema IT -----	222

## ÍNDICE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1.1. Ponderación de la función del equipo.-----	32
Tabla 1.2. Ponderación del riesgo físico del equipo.-----	32
Tabla 1.3. Ponderación de la clasificación grado y calidad. -----	34
Tabla 1.4. Ponderación para la clasificación IEC.-----	37
Tabla 1.5. Ponderación para la clasificación FDA. -----	39
Tabla 1.6. Ponderación por contacto con el paciente.-----	40
Tabla 1.7. Ponderación de las clasificaciones-----	40
Tabla 1.8. Aplicación de la función IPSEEM en equipos médicos-----	42
Tabla 1.9. Intervalo y frecuencia para pruebas eléctricas a equipos médicos -----	43

## TABLA ANEXOS

Anexo Tabla 1. Clasificación de los receptores-----	152
---	-----



## INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años, en los países desarrollados se vienen creando normas que garanticen la seguridad de los pacientes en los hospitales. Este trabajo es un compendio de estas normas que en su gran mayoría, son de vital importancia para nuestro medio, de manera que sirvan para dar a los centros hospitalarios y al ente regulador, en este caso el Ministerio de Salud, una herramienta que pueda usar para resolver los problemas que a diario se presentan y que, en algunas ocasiones se tornan alarmantes.

En la actualidad los centros hospitalarios adquieren tecnología de punta, pero en muchos casos por el poco conocimiento técnico, adquieren equipos que por sus características de diseño, no pueden ser usados en nuestro medio, ó no cumplen con las normas básicas de seguridad.

El capítulo uno trata de abarcar todo lo que respecta a la parte teórica sobre la seguridad eléctrica en la medicina, inicios (reseña histórica), sus aplicaciones, efectos fisiológicos, los riesgos y sus diferentes clasificaciones.

En los capítulos siguientes se definen las áreas críticas como son: quirófano, cuidados intensivos, emergencia, y por último los consultorios; en cada una de ellas se mencionan los equipos médicos más usados, los peligros más comunes, y se hace una presentación de las normas. Adicionalmente en el área de emergencias se define el tipo de categorización y prioridad de los equipos médicos, según su poder resolutivo.

El Ministerio de Salud Pública (MSP), es el ente al que le corresponde la regulación, dirección y control del sector de la salud. Mediante el Decreto Ejecutivo

No 437, Registro Oficial No 120, se establece la facultad expresa de los Ministros de estado para organizar sus Ministerios, lo que les da la potestad para que puedan calificar, fiscalizar y hasta sancionar.

En Ecuador, todavía no existe una entidad reguladora de la seguridad eléctrica hospitalaria. Es la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), la que ha venido haciendo los primeros esfuerzos a nivel local para cambiar esta situación, ya que es la única universidad del país que tiene en su pènsum la materia de Electrónica Médica y la única que fomenta, entre sus estudiantes de Ingeniería Eléctrica, la importancia de la seguridad a nivel de instalaciones eléctricas, manejos de equipos eléctricos y existencia de normas para reglamentar el uso de dichos equipos.

## **CAPÍTULO I**

### **SEGURIDAD ELÉCTRICA**

#### **1.1 Objetivo general**

Todos los equipos médicos tienen un riesgo implícito, lo que se puede es conocer, manejar y mitigar los riesgos asociados. Ningún procedimiento de seguridad garantiza un riesgo nulo al 100%, pero el control de las instalaciones eléctricas, la existencia de normativa apropiada, el cumplimiento de la normativa existente y el manejo adecuado de los equipos por personal capacitado y bien familiarizado con los mismos, puede reducir al mínimo estos riesgos eléctricos y así garantizar la seguridad de los pacientes.

El Ecuador necesita crear una organización independiente que se encargue de implementar y hacer cumplir la normativa de seguridad hospitalaria en todas las instituciones públicas y privadas del país para así garantizar una atención segura a los ciudadanos, verificando constantemente el cumplimiento de las

mismas haciendo inspecciones frecuentes sin previo aviso. El aporte de esta organización, junto con las normas emitidas, permitirán al Ministerio de Salud tener las herramientas específicas para:

1. Calificar o acreditar a los centros hospitalarios de tal manera que los usuarios tengan confianza en la atención de estos centros.
2. Categorizar los centros de acuerdo a la capacidad, complejidad, demanda, accesibilidad, equipamiento médico según prioridad, etc.
3. Acreditar o eliminar cualquier centro de salud que no cumpla con las disposiciones básicas según normas.

Es importante indicar que aunque este trabajo está orientado al manejo seguro de equipos médicos eléctricos, gran parte de la seguridad de estos equipos radica en las buenas instalaciones eléctricas; por tal razón se hablará mucho sobre el tipo de instalaciones y la seguridad de las mismas.

## **1.2 Breve reseña Histórica del uso de la electricidad en la medicina**

La electricidad fue utilizada por el hombre aún antes de ser descubierta como tal. Fue William Gilbert, de Colchester, quien en el año 1600 la descubrió como fuerza y la llamó con el nombre de "eléctrica" para señalar la fuerza producida por el "electrum", forma latina de la palabra griega ámbar.

El galeno conocido como Scribonius Largus, médico oficial del emperador Romano Claudio, en el siglo I DC, desconociendo aún la existencia de la electricidad, aprovechaba sin saber las descargas eléctricas que producían los peces torpedos. Galeno de Pérgamo, por el año 162 DC, descubrió la relación

entre la electricidad y la contracción muscular, así entre muchos fueron los pioneros en esta rama.

Más tarde, otros científicos como el alemán Christian Gettlieb Kratzenstein, Galvani demostraron que el organismo humano genera electricidad y que la misma está asociada a la actividad muscular.

En 1799, Volta construye la llamada "Pila de Volta" y observa que la contracción muscular sólo se producía en los momentos de conmutación de la batería.

Así, conforme los años avanzaban, diferentes científicos iban descubriendo con sus trabajos e investigaciones la influencia que tenía la corriente eléctrica sobre los nervios y los músculos del ser humano.

Hasta que en 1904, Gildermeister, Bourignon y Lapique confirmaron y reportaron la dependencia entre estimulación eléctrica, intensidad de corriente y duración.

En el siglo XIX la bioelectricidad (electricidad de baja intensidad aplicada al organismo) era un tratamiento rutinario en medicina, hasta que en el siglo XX la farmacéutica eliminó todas las terapias que no se apoyaban en el uso de medicamentos.

Hoy en día existen una infinidad de equipos médicos que ayudan a los diagnósticos de las múltiples enfermedades así como en ciertos tratamientos.

### **1.3 Inicio del concepto de seguridad en el uso de la electricidad en la medicina.**

El uso de la electricidad en la vida diaria se dio más o menos al final del siglo

diecinueve.

Entre los años veinte y treinta, el número de incendios y explosiones en las salas de operaciones creció a una velocidad alarmante.

En estudios realizados en años posteriores las causas cayeron en dos categorías:

1. La electricidad producida por el hombre.
2. La electricidad estática (75% de los incidentes registrados).

Esto debido a que el manejo de la corriente eléctrica en los hospitales era solo por intuición. En los años 60 se incrementó el uso de la corriente eléctrica y por ende de los equipos eléctricos en especial en los hospitales. En el ambiente hospitalario el manejo de la seguridad eléctrica se inició después de la segunda guerra mundial. En 1949, los expertos empezaron a estudiar estas condiciones para hacer una norma de seguridad. Las primeras normas fueron adaptadas en 1947. El reconocido médico cirujano Carl Walter publicó un artículo en el año 1969, que ocasionó un escándalo: “cada año, 1.200 pacientes están siendo electrocutados accidentalmente en los hospitales de Estados Unidos” aunque algunos expertos sostenían que el número debía ser mucho más alto.

En 1970, la AAMI publicó el primer estándar eléctrico para las corrientes de fuga, adoptado finalmente como un estándar americano nacional en 1978. En 1971, la NFPA, publicó un manual (76BM), como una guía para el uso seguro de la electricidad en los hospitales. En 1972, la organización Underwriters Laboratories<sup>18</sup> (UL), publicó el documento UL544 Equipo Médico y Dental, con el objetivo que éste sirviera como guía para los fabricantes de equipos médicos.

En 1976 la Comisión para la Acreditación de las Organizaciones del Cuidado de la Salud (JCAHO) propuso que los hospitales mantuvieran programas de control de los equipos médicos, entrenamiento de seguridad eléctrica, creación de programas de mantenimiento preventivo, inspecciones semestrales de seguridad y funcionamiento de los equipos, e inspecciones anuales de las tomas eléctricas.

Actualmente hay muchas organizaciones federales y/o voluntarias independientes que se dedican a regular y a generar normas para el cuidado de la salud y la seguridad eléctrica, como son: NFPA70, NFPA 99, NFPA 101, AAMI, JCAHO, OSHA, FDA, UL, AENOR, CEI, IEEE.

#### **1.4 Riesgo de descargas eléctricas más comunes.**

El simple hecho de utilizar la energía eléctrica suministrada por la compañía eléctrica del país supone un riesgo implícito, porque si el suministro eléctrico no es el adecuado o falla (corte o sobrevoltajes), sería perjudicial para ciertos equipos, pacientes, personal médico, y ciudadanos en general. Los riesgos eléctricos más comunes a citar son:

##### **1.4.1 Arcos Eléctricos**

**Arco eléctrico ó arco voltaico** es la descarga eléctrica que se forma entre dos electrodos cruzando a través de ellos una corriente intensa, y sometidos a una diferencia de potencial, al aire libre o colocados a baja presión. La parte positiva de este efecto se utiliza como principio de la soldadura. El arco puede ser iniciado por las siguientes causas:

1. **Impurezas y Polvo:** En la superficie del aislamiento pueden proporcionar un camino para la corriente, creando la descarga del arco a través de la superficie.
2. **Corrosión:** De los equipos puede proporcionar impurezas en la superficie del aislamiento.
3. **Condensación del vapor o goteo de agua:** Pueden crear un camino en la superficie de los materiales aislantes.
4. **Contactos Accidentales:** Con la exposición de las partes vivas puede iniciar el arco de una falla.
5. **Caída de Herramienta:** Accidental puede causar un cortocircuito momentáneo, produciendo chispas e iniciando el arco.
6. **Sobre-Voltajes a través de espacios estrechos:** Cuando el espacio de aire entre conductores de diferentes fases es muy estrecho (debido a la mala calidad o al daño de los conductores), el arco puede ocurrir durante los sobre-voltajes temporales.
7. **Falla de los materiales aislantes:** Materiales aislantes no adecuados o mal calculados en el diseño. El arco eléctrico también puede ser causado por lo siguiente:
  - a) Utilización o diseño inapropiado del equipo.
  - b) Procedimientos de trabajo inapropiado

#### 1.4.2 Corrientes Armónicas

Las corrientes armónicas son generadas por los propios equipos electri-



cos; estas distorsionan la onda de corriente sinusoidal original y perturban la operación de los equipos mismos, provocando sobrecalentamientos excesivos de los equipos y el cableado, con la consecuente disminución de la vida media del equipo, interferencia en sistemas de telecomunicación y telemando, mal funcionamiento en dispositivos eléctricos de protección y medición, ruido y posibles daños en circuitos electrónicos y pérdidas de energía en forma de calor en máquinas eléctricas, conductores y demás equipos del sistema eléctrico. El problema, se puede propagar a otros usuarios de la red eléctrica a través de las líneas de distribución y de transmisión.

Son muchas las fuentes de corrientes armónicas; se mencionan entre las más conocidas los siguientes equipos:

1. Motores eléctricos de corriente directa.
2. Equipo de soldadura.
3. Transformadores sobreexcitados.
4. Alumbrado fluorescente.
5. Equipos electromecánicos de comunicación.
6. Controladores de energía.
7. Alarmas.
8. Computadoras.
9. Elevadores controlados con electromecánica.
10. Sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS).

Hay muchas soluciones como los filtros de absorción de las corrientes armónicas, transformadores de aislamiento, capacitores armónicos, etc.

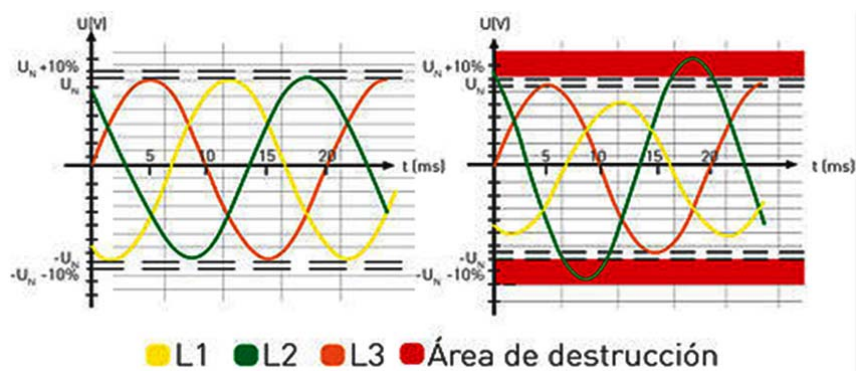
### 1.4.3 Sobretensiones

Las sobretensiones son aumentos de voltaje que pueden causar graves problemas a los equipos conectados a la línea, desde su envejecimiento prematuro a incendios o destrucción de los mismos.

Existen dos tipos de sobretensiones: Las sobretensiones permanentes y las sobretensiones transitorias

#### 1.4.3.1 Las sobretensiones permanentes

Son aumentos de tensión superior al 10% de la tensión nominal, y de duración indeterminada, generalmente, debido a la descompensación de las fases normalmente causada por la rotura del neutro. (Ver Fig. 1.1).



**Figura. 1.1** Gráfica de una sobretensión permanente.

Tomada de [http://es.wikipedia.org/wiki/Sobretensi%C3%B3n\\_\(electricidad\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Sobretensi%C3%B3n_(electricidad))

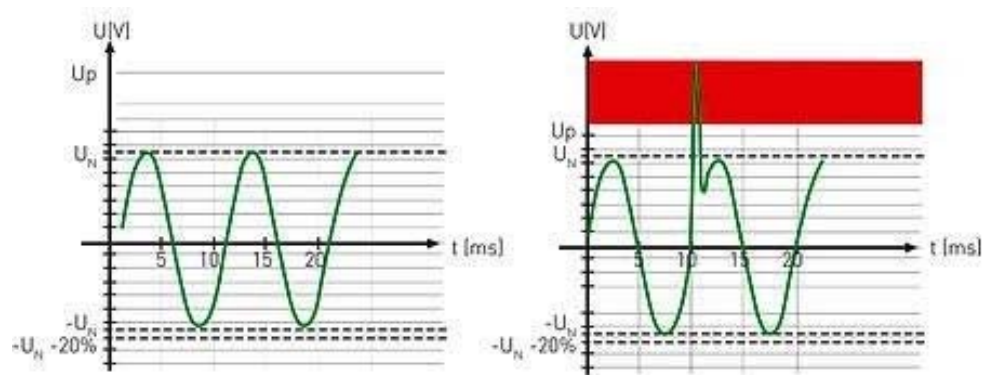
### 1.4.3.2 Las sobretensiones transitorias.

Son picos de tensión que pueden alcanzar valores de decenas de kilovoltios y una duración del orden de microsegundos. Pueden ser originados por el impacto de un rayo o fenómenos atmosféricos (la principal causa) o por conmutaciones en la red. (Ver Fig. 1.2)

Pueden causar la destrucción de los equipos conectados a la red provocando:

1. Daños graves o destrucción de los equipos.
2. Interrupción del servicio.

Tipo de protección: Relé de máxima tensión



**Figura. 1.2 Gráfico de una sobretensión transitoria.**

Tomada de [http://es.wikipedia.org/wiki/Sobretensi%C3%B3n\\_\(electricidad\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Sobretensi%C3%B3n_(electricidad))

### 1.4.4 Sobreintensidad

Consiste en el paso por alguna parte de la instalación eléctrica una

intensidad superior a la asignada. Hay 2 tipos:

1. Cortocircuito: conexión de 2 o más puntos del circuito a diferente voltaje y con una impedancia  $Z=0$ .
2. Sobrecarga: Funcionamiento sin defecto que provoca una corriente superior a la especificada.

Tipos de protección: Relé térmico y relé electromagnético.

### 1.4.5 Cortocircuito

Se denomina cortocircuito al contacto directo de dos puntos con potenciales eléctricos distintos y con una disminución imprevista de la impedancia entre ellos, entonces el equilibrio que proporciona la Ley de Ohm se pierde. El cortocircuito puede ocurrir tanto en circuitos de corriente alterna o continua.

El principal protector para evitar en las instalaciones los cortocircuitos es el uso de los fusibles y disyuntores.



**Figura. 1.3 Efectos de un cortocircuito**

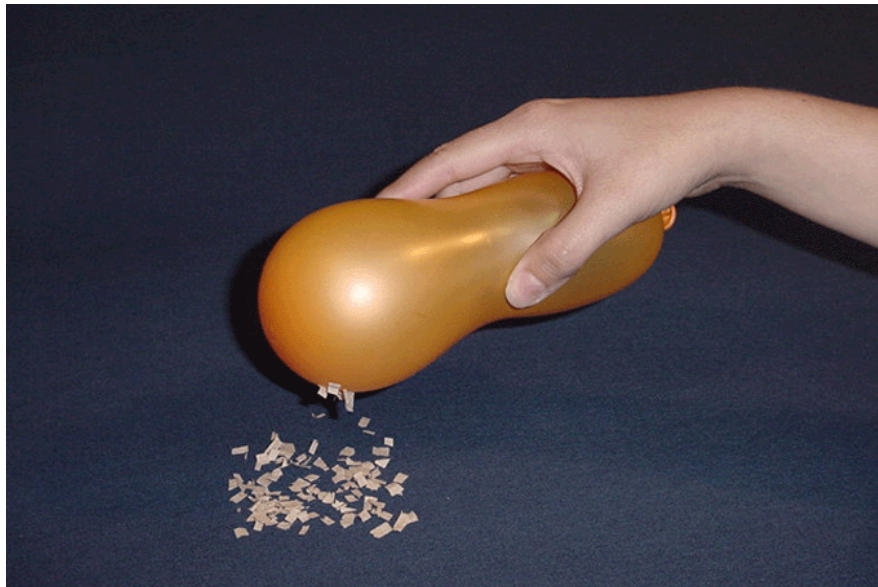
Tomada de <http://es.wikipedia.org/wiki/Cortocircuito>

### 1.4.6 Electricidad estática

La electricidad estática es la acumulación de un exceso de carga eléctrica en una zona con poca conductividad eléctrica de un aislante, de manera que la acumulación de carga persiste.

Para generar electricidad estática es suficiente el contacto o fricción y la separación entre dos materiales, generalmente diferentes, y no necesariamente aislantes, siendo uno de ellos mal conductor de la electricidad.

Incluso las personas pueden acumular electricidad estática y, por ejemplo al tocar a otra persona, descargarla como una chispa de corriente que produce cierto sobresalto.



**Figura. 1.4** *Electricidad estática.*

Tomada de [http://4.bp.blogspot.com/\\_Y8\\_vkBJ3abs/S3c6WvCA5sI/AAAAAAAAAAc/e8AFCzzTsDU/S760/carga\\_globo\\_g.gif](http://4.bp.blogspot.com/_Y8_vkBJ3abs/S3c6WvCA5sI/AAAAAAAAAAc/e8AFCzzTsDU/S760/carga_globo_g.gif)

Algunos peligros que puede ocasionar la electricidad estática son:

1. Molestias derivadas de descargas electrostáticas entre las personas y entre las mismas y otros objetos cercanos conductores.
2. Riesgo de incendio y de explosión si la descarga ocurre en la presencia de una atmósfera inflamable (niebla, vapor o gas inflamable, polvo combustible en el aire).

Medidas a seguir para evitar los peligros de la electricidad estática:

- La humedad relativa del aire se mantendrá sobre el 50 %.  
Eliminación o reducción de los procesos de fricción.
- Utilización de materiales antiestáticos o aumento de su conductividad (por incremento de la humedad relativa, uso de aditivos o cualquier otro medio).
- Conexión a tierra, de los materiales susceptibles de adquirir carga estática, en especial, de los conductores o elementos metálicos aislados.

#### **1.4.7 Contacto eléctrico directo**

El contacto directo es el contacto entre la persona y las partes activas del equipo que están diseñadas para “conducir electricidad” como la tapa rota de un interruptor o enchufe, el aislante estropeado de un cable, etc.

Los efectos perjudiciales de esos contactos deben ser evitados mediante medidas de:

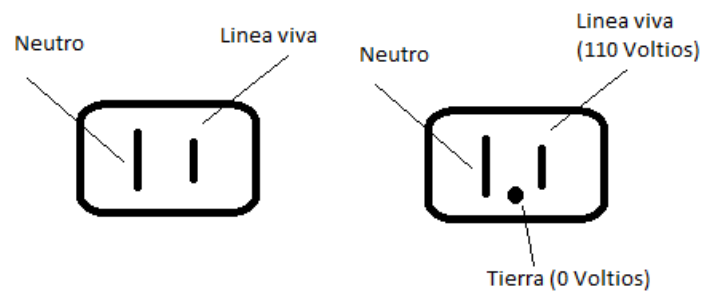
1. Prevención (instalación correcta y aislamiento adecuado)

2. Protección (elementos de desconexión correctamente dimensionados).

**Ejemplo de prevención:**

En la mayoría de los artefactos eléctricos utilizamos tomacorrientes de dos cables, esto es satisfactorio hasta cierto límite; pero cuando ocurre algún corto circuito entre el cable de 110 voltios y la cubierta metálica del equipo, nadie se dará cuenta, el equipo va a seguir operando normalmente hasta que una persona toque dicha cubierta y un punto de tierra; en este momento fluye una corriente de la persona hacia la tierra. La solución a este problema es utilizar tomacorrientes de tres terminales para conectar la cubierta metálica del equipo (o el chasis) a tierra.

En la figura 1.5 se observan los dos tipos de tomacorrientes para 110 voltios, el de 2 y el de 3 terminales.



**Figura. 1.5 Tomacorrientes de 2 y 3 terminales.**

#### **1.4.8 Contacto eléctrico indirecto**

Es el que ocurre al tocar ciertas partes que habitualmente no están diseñadas para el paso de la corriente eléctrica, como partes metálicas o carcasas de equipos o accesorios pero que pueden adquirir tensión eléctrica en forma accidental (ejemplo rotura de aislamiento de un cable interno).

La principal protección para contactos indirectos es un interruptor automático por corriente diferencial.

#### **1.4.9 Mal manejo de los equipos por negligencia o falta de conocimiento.**

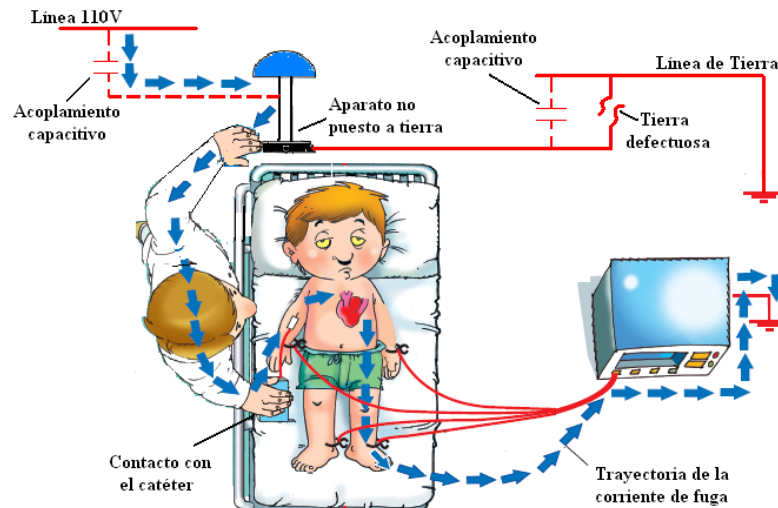
La tecnología médica ha aumentado considerablemente en los últimos años; la seguridad de los equipos ha reducido los riesgos debidos al manejo y utilización, esto debido a que en la actualidad, los niveles de seguridad que deben reunir los sistemas de instrumentación médica, podría decirse que están normalizados en la mayoría de los países desarrollados. (No ocurre así en nuestro país).

A pesar de toda la normalización, el aumento en la complejidad de los dispositivos médicos y su manejo sin conocimiento, provoca cada año un número considerable de daños a pacientes. Por lo tanto, en los centros hospitalarios se deben desarrollar programas completos e intensivos de seguridad donde se capacite a todo el staff médico.

Se puede observar en la figura 1.6 una falla muy común en los casos de cateterismo. El doctor o interno toca con su mano izquierda la carcasa



metálica de un aparato no puesto a tierra, con la mano derecha toca el catéter que se encuentra en el paciente. Se produce una corriente de fuga cuya trayectoria atraviesa el corazón del paciente, produciéndole un microshock. Esto ocurre por mal manejo del equipo y falta de conocimiento del personal médico o de enfermería.



**Figura. 1.6 Caso común que conduce a un microshock**

Tomado de <http://www.cadieel.org.ar/PDF/Lamina05.pdf>

#### 1.4.10 Corrientes parásitas o de fuga

La norma UNE 20460 define como corriente de fuga, a la corriente que circula en un circuito eléctricamente sano, y que pasa hacia tierra, directamente, a través del paciente o es una corriente auxiliar en el paciente. Las corrientes de fuga en base al tiempo de exposición pueden ser:

### 1. Corrientes de fuga permanente.

Estas corrientes son debidas a:

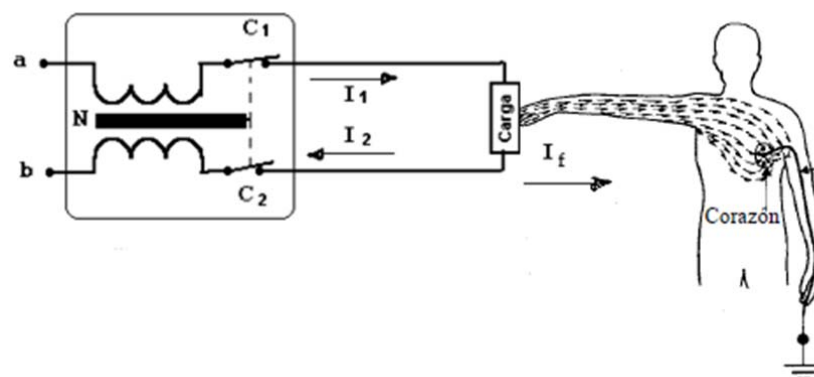
- Las características de los aislantes.
- Las frecuencias de las corrientes empleadas.
- Los condensadores de los filtros capacitivos.

### 2. Corrientes de fuga transitorias o debidas a perturbaciones.

Estas corrientes son generadas principalmente por:

- Sobretensiones de maniobra.
- Sobretensiones atmosféricas (rayos).
- Puesta en tensión de circuitos que poseen una elevada capacidad respecto a tierra.

Cuando la corriente de fuga circula a través de una persona que está conectada a tierra y que ha entrado en contacto con un componente eléctrico del circuito puede sufrir algún tipo de daño como es un microshock (ver figura 1.7).



**Figura. 1.7 Persona conectada a tierra en contacto con el circuito.**

Las corrientes de fuga se originan de dos maneras: debido al acoplamiento capacitivo o al acoplamiento inductivo.

1. **Acoplamiento capacitivo:** Los cables dentro de la línea de alta tensión, debido a que éstos son superficies conductoras separadas por un dieléctrico, crean una capacitancia que origina las corrientes de fuga.
2. **Acoplamiento inductivo:** Los transformadores por naturaleza de su operación producen un campo magnético. Algunas de las líneas magnéticas de fuerza pueden inducir corrientes cerca de los cables de tierra o al chasis de los equipos.

Las corrientes de fuga tienen una clasificación especial:

1. **Corriente de fuga a tierra:** aquella que se mide a través del conductor de protección de tierra desde la red de alimentación.
2. **Corriente de fuga a chasis:** aquella que fluye del chasis, a través de un camino conductor a tierra, conectado en cualquier parte del chasis, y no a través del conductor de protección.
3. **Corriente de fuga de paciente:** aquella que fluye a través de:
  - a) Una parte aplicada a través del paciente a tierra, ó
  - b) De otro conductor a través del paciente a un equipo flotante.
4. **Corriente auxiliar del paciente:** aquella que fluye a través del paciente entre aparatos aplicados en funcionamiento normal, sin intento de producir efectos fisiológicos.

5. **Corriente funcional del paciente:** corriente que fluye a través del paciente, al aplicar uno o más aparatos con intención de producir efectos fisiológicos.

#### **1.4.11 Ausencia de electricidad**

Ocurre que cuando la provisión de la energía eléctrica que viene de la calle por parte de la empresa eléctrica de la localidad, falla, puede traer muchas complicaciones pues la vida de muchos pacientes depende de los equipos eléctricos a los que están conectados como es el caso de los respiradores artificiales. Por tal razón todos los centros hospitalarios deben tener como mínimo un sistema de energía eléctrica de emergencia.

#### **1.4.12 Equipo defectuoso**

El equipo defectuoso es aquel equipo que no está operando o funcionando en la forma para lo cual fue diseñado y puede deberse a:

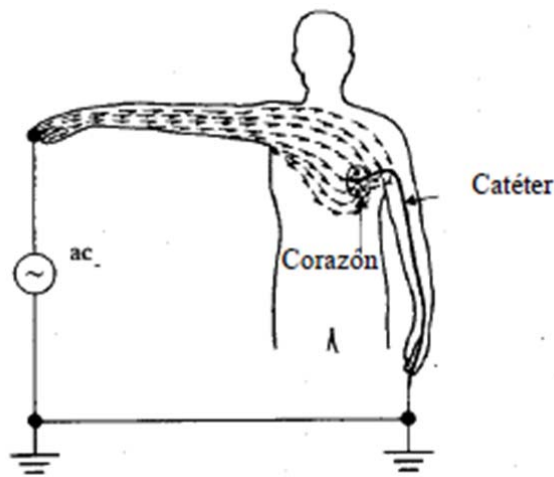
1. Fallas de fábrica.
2. Deterioro del equipo o sus componentes.
3. Continuo mal manejo del equipo.
4. Por mala instalación.

Los resultados que produce el uso de un equipo defectuoso distan mucho de los resultados que su diseño exige, por tanto pueden traer consecuencias fatales cuando se utilizan directamente con pacientes.

### 1.5 Riesgo de MICROSHOCKS Y MACROSHOCKS debidos al uso de equipo eléctrico.

Como se ha comentado, las descargas eléctricas pueden afectar a diversos órganos en función del camino que recorren al atravesar el cuerpo humano. El órgano más susceptible a la corriente eléctrica es el corazón, puesto que pueden producirse fibrilaciones y conllevar a la muerte del paciente. Según el camino recorrido por la corriente pueden darse dos situaciones: macroshock y microshock.

El microshock ocurre cuando la corriente viaja desde un conductor en el corazón hasta algún punto en la superficie del cuerpo (ver Fig. 1.8).



**Figura. 1.8 *Microshock***

Las principales causas que pueden provocar riesgos de microshock son las siguientes:

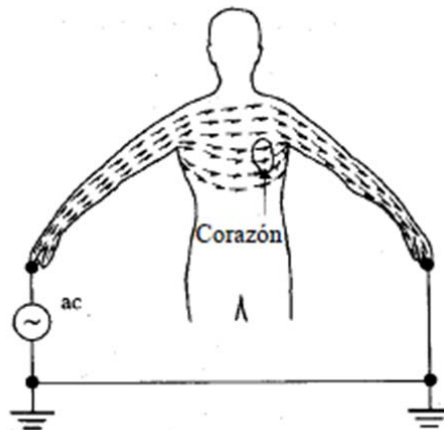
1. Defecto o rotura del conductor de puesta a tierra
2. Superficies metálicas cercanas al paciente y no conectadas a tierra

3. Equipos conectados a diferentes potenciales de masas
4. Equipos alimentados a baterías
5. Desconocimiento de normas eléctricas por parte del personal médico.
6. Mal manejo de equipos eléctricos.

El límite de seguridad ampliamente aceptado para prevenir microshocks es de  $10 \mu\text{A}$ .

El rango de corrientes más frecuente, que producen fibrilación en casos de microshock, es de 80 mA. a 600 mA.

La corriente alterna comparada con la corriente continua a un mismo voltaje, es tres veces más peligrosa que la corriente continua. La mano es el punto de contacto más frecuente con los elementos eléctricos, como los músculos flexores de la mano y el antebrazo son mucho más fuertes que los extensores, esta contracción impide soltar a la persona la fuente de corriente, haciendo que la exposición se prolongue por más tiempo. Este fenómeno de contracción tetánica ocurre a valores en el rango de 6 a 9 mA.



**Figura. 1.9 Macroshock.**

El peligro de un macroshock eléctrico, se produce por lo general como consecuencia de una pérdida del aislamiento, cuando una persona entra en contacto simultáneamente con ambos conductores eléctricos, el activo y el neutro o dos activos a diferentes potenciales (ver Fig. 1.9). Entre estos objetos pueden citarse radiadores, cañerías de agua, estructuras metálicas del edificio, etc.

## **1.6 Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano.**

El cuerpo humano al convertirse en parte de un circuito eléctrico puede recibir un gran daño. El choque eléctrico se produce por la corriente, no por el voltaje. De la cantidad de corriente a la que se expone una persona depende el nivel de daños.

La magnitud de la corriente depende de:

1. Diferencia de potencial entre las conexiones.
2. La resistencia eléctrica del cuerpo.

Para que circule corriente por el cuerpo humano deben existir al menos dos conexiones entre el cuerpo y una fuente de alimentación externa.

El cuerpo actúa como una gran resistencia al flujo de corriente, dependiendo del peso, altura, edad, sexo, estado de salud.

El umbral de percepción es de un miliamperio (1 mA.). Esta cantidad de corriente producirá un ligero hormigueo en las puntas de los dedos.

Entre 10 y 20 mA., el cuerpo experimenta contracciones de los músculos.

A 50 mA., aplicada externamente se produce dolor, posibles desmayos y agotamiento.

Un incremento a más de 100 mA. ocasionará fibrilación ventricular.

La corriente puede circular accidentalmente a través del paciente, pudiendo variar desde 10mA para los pacientes más susceptibles a la electricidad, hasta 500 mA. para los menos susceptibles.

La mayor parte de los tejidos del cuerpo contienen un elevado porcentaje de agua (70%) por tanto se lo considera como un buen conductor. La conductividad del cuerpo humano en las mujeres es mayor debido entre otras causas a que el porcentaje de agua de las mismas es mayor. La impedancia de la piel es: 200-500 K $\Omega$  y puede considerarse un conjunto de resistencias y capacitores. La impedancia corporal disminuye al aumentar la humedad de la piel.

La norma IEC 60364 considera 3 niveles de impedancia en base a 3 niveles de humedad:

1. Estado seco                      Impedancia: 1,6 K $\Omega$
2. Estado húmedo                  Impedancia: 800  $\Omega$
3. Estado mojado                  Impedancia: 200  $\Omega$

El adulto promedio exhibe una resistencia entre 100 y 1.000 K $\Omega$ , medidos de una mano a la otra.

Se calcula que el 33% de los accidentes eléctricos en áreas críticas ocurre porque las técnicas quirúrgicas no consideran la resistencia del cuerpo del paciente y lo expone a la corriente eléctrica del equipo circundante.



Aunque son muchos los factores que influyen en la magnitud del efecto fisiológico que la corriente eléctrica puede producir podemos decir que dependen de:

1. Magnitud de la corriente que circula por el tejido.
2. Frecuencia en Hertz.
3. Tiempo de exposición a la corriente eléctrica.
4. Tipo de corriente continua o alterna.
5. Zona por la que circula (superficie o tejido interno).

La gravedad del daño producido dependerá también de la condición y constitución de la persona que recibe la descarga así como del órgano afectado.

### **1.6.1 Umbral o nivel de percepción.**

Se define como nivel de percepción como la intensidad mínima de corriente que el ser humano es capaz de detectar. Este valor varía en función del sujeto y de las condiciones de medida y oscila entre 10  $\mu\text{A}$  y 0.5 mA. para valores eficaces de alterna a 50 Hz y entre 2 y 10 mA. para corriente continua.

Los valores de corriente que producen pérdida de control motor oscilan entre 6 y 16 mA.

Corrientes mayores pueden dar lugar a pérdida de sincronismo entre las diferentes fibras del músculo cardíaco. 75 a 400 mA.

Una vez que se desincroniza el movimiento ventricular, el proceso no se detiene aunque desaparezca la causa que lo originó, el corazón se

detiene como una bomba y por tanto la circulación sanguínea, ocasionando la muerte de inmediato si es que no se logra una reversión inmediata del proceso.

El corazón puede volver a funcionar normalmente, si se aplica un pulso de alta corriente por un corto lapso de tiempo y logra despolarizar todas las células del músculo cardíaco.

El equipo diseñado para lograr esta reversión es el famoso “desfibrilador”.

## **1.7 Problemas en instalaciones eléctricas y medidas preventivas.**

### **1.7.1 Principales causas de los problemas eléctricos.**

Las principales causas de los problemas eléctricos son:

1. Instalaciones eléctricas fuera de norma o fraudulentas.
2. Falta de mantención en instalaciones, equipos e instrumentos.
3. Equipos e instrumentos defectuosos.
4. Herramientas en mal estado o sin aislación.
5. Uniones defectuosas o sin aislación.
6. Falta de conexión a tierra.
7. Circuitos sin protección o sobrecargados.
8. Instalaciones provisionales utilizadas como definitivas.
9. Enchufes deteriorados o sobrecargados.
10. Falta de capacitación.
11. Falta de señalización adecuada.

12. Inexistencia de procedimientos de trabajo.

13. Falta de iluminación.

Como se ve hay muchas causas dentro de estas, se han catalogado los problemas eléctricos más frecuentes en los hospitales:

1. Equipo en mal estado
2. Alambrado defectuoso
3. Corrientes de fuga en el equipo

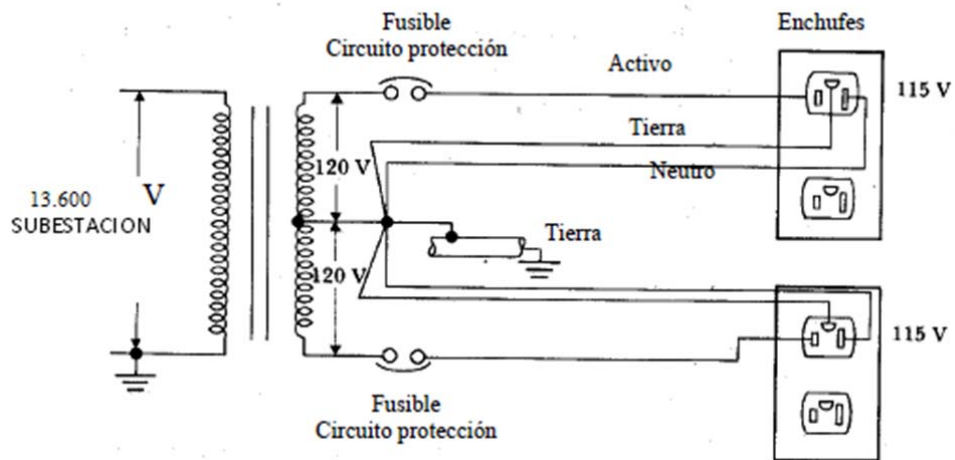
### **1.7.2 Medidas preventivas**

Existen algunas medidas preventivas que pueden prevenir accidentes que atenten contra la salud o sucesos mortales tanto en los pacientes, el personal que labora en el centro hospitalario, como en los visitantes del mismo.

A continuación una breve descripción de las medidas más importantes:

#### **1. Distribución de corriente eléctrica en un edificio de hospital.**

La energía se distribuye desde una subestación principal al hospital normalmente mediante cables subterráneos de conductor aislado calibre 2" que transportan alta tensión (Ej. 13.600V). En las instalaciones modernas, todos los tomacorrientes deben tener un tercer cable denominado "toma de tierra del equipo o tierra física (ver Fig. 1.10)



**Figura. 1.10** Los tomacorrientes y la toma de tierra.

2. **Tierra física:** El concepto de tierra física, se aplica directamente a un tercer cable o alambre, conductor, que se conecta a la tierra propiamente dicha, o sea al suelo, este se conecta en el tercer conector de los tomacorrientes, a estos tomacorrientes se les llama polarizados.
3. **Tomacorrientes de grado hospitalario:** Este tipo de tomas se usa sobre todo en hospitales, siendo la característica principal que los contactos son diseñados de tal forma que tienen una fuerza superior a los tomacorrientes comunes, otra característica importante, es que son diseñados para resistir impactos. La funcionalidad en los hospitales es que si un paciente está conectado a una máquina de respiración artificial, se evite que el enchufe se suelte de la toma al mover la cama, o al hacer la limpieza, provocando que la persona muera por falta de oxígeno. Se reconocen con facilidad por tener al

frente del mismo, un punto de color verde y deben cumplir con unas pruebas adicionales a las de un tomacorriente normal como se establece en la norma UL498.

4. **Transformadores de aislamiento:** El Transformador de aislamiento, aísla la entrada de energía de la salida, independizando completamente el suministro eléctrico externo del interno a través de una malla electrostática. El traspaso de energía es vía inducción (a diferencia de un transformador normal, dando a los equipos la correcta proporción entre fase, neutro y tierra, requerida para que funcionen adecuadamente).
5. **Fusibles:** Estos interrumpen el circuito al fundirse debido al calor generado por la falla eléctrica. Por lo general protegen cables y líneas
6. **Interruptores electromagnéticos:** Los interruptores electromagnéticos tienen como función principal, interrumpir la corriente de los contactos si pasa más de la permitida. Son más rápidos y más precisos en el límite de corriente que los térmicos, y se emplea en lugares donde se necesita un corte rápido como alimentación de motores de gran tamaño.
7. **Interruptores magneto térmicos:** El interruptor magneto térmico, también conocidos como llaves térmicas o relés térmicos, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos.

8. **Limitadores de sobretensión:** Los limitadores de sobretensión transitoria protegen los equipos eléctricos y/o electrónicos contra las sobretensiones transitorias de origen atmosférico e industrial.
9. **Detectores de aislamiento por resistencia:** Este dispositivo mide la resistencia óhmica entre los circuitos de un sistema IT y tierra. Cuando el valor de esta resistencia es menor a la de un límite establecido, se interrumpe la tierra o el cable de conexión, el dispositivo activa una alarma que debe estar diferenciada de la alarma por falta de aislamiento. El Detector AR, además localiza automáticamente la ubicación del fallo de aislamiento.
10. **Interruptor diferencial:** También llamado disyuntor por corriente diferencial o residual, es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento.

### **1.8 Clasificación de equipos biomédicos en relación con la seguridad.**

Un equipo electro médico o biomédico es un equipo dotado de una conexión con la red de alimentación, destinado al diagnóstico, tratamiento, rehabilitación y/o vigilancia del paciente, bajo supervisión médica y que puede tener o no contacto físico con el paciente y/o transferir o recibir energía.

Existen cinco tipos de clasificaciones de los equipos, mismas que presentaremos a continuación.

### 1.8.1 Clasificación por riesgo estático - C1.

Esta clasificación considera el tipo de equipo junto con dos aspectos más:

1. Su función, que define la aplicación.
2. El ambiente en el que opera.

El riesgo físico se define sobre el peor escenario que ocurre cuando el equipo está dañado y su relación con la consecuencia sobre el paciente.

El equipo tiene asignada una ponderación ( $\rho$ ) que representa el grado de interacción con el paciente, considerando la función del equipo (ver tabla I) y el riesgo físico de cada equipo en base al escenario donde le toca funcionar (ver tabla II), el Riesgo Estático (RE) se calcula sumando los valores de la función del equipo (FE) y el riesgo físico (RF).

$$RE = FE + RF \qquad \text{Fórmula 1.1}$$

Para normalizar la función de tal forma que esté acotada en el intervalo  $[0, 1]$ , se debe encontrar el máximo valor que el riesgo estático (RE) puede adquirir. Para lograr esto se calcula considerando la mayor ponderación para la función del equipo (FE): soporte de vida = 25 y el mayor riesgo físico (RF): muerte para el paciente o el operador = 25, de modo que:  $RE = 25 + 25 = 50$ . Así, la expresión anterior se modifica de la siguiente forma:

$$RE = (FE + RF)/50 \qquad \text{Fórmula 1.2}$$

**Tabla 1.1** *Ponderación de la función del equipo.*

<b>TIPO</b>	<b>FUNCIÓN DEL EQUIPO (FE)</b>	<b><math>\rho</math></b>
<b>Terapéutico</b>	Soporte de vida	25
	Cirugía y cuidados intensivos	23
	Terapia física y tratamiento	20
<b>Diagnóstico</b>	Monitoreo quirúrgico e intensivo	18
	Monitoreo adicional y diagnóstico	15
<b>Analítico</b>	Laboratorio analítico	13
	Accesorios de laboratorio	10
	Computadoras y relacionados	8
<b>TIPO</b>	<b>FUNCIÓN DEL EQUIPO (FE)</b>	<b><math>\rho</math></b>
<b>Otros</b>	Relacionado paciente y otros	5

**Tabla 1.2** *Ponderación del riesgo físico del equipo.*

<b>RIESGO FÍSICO (RF)</b>	<b><math>\rho</math></b>
Muerte del paciente u operador	25
Lesión del paciente u operador	20
Terapia inapropiada o diagnóstico erróneo	15
Disconformidad paciente	10
No riesgo significativo	5



### 1.8.2 Clasificación de los equipos médicos por el grado y calidad de los niveles de protección – C2

1. **Tipo B:** Son todos aquellos equipos de las clases I, II, III o con alimentación interna que proveen un adecuado grado de protección respecto a corrientes de fugas y fiabilidad de la conexión de tierra (si es el caso). La corriente de fuga no debe exceder  $500\mu\text{A}$ .

Según la norma CEI, son equipos tipo B todos aquellos equipos de uso médico que no tengan una parte directamente aplicada al paciente.

2. **Tipo BF:** Aquellos de tipo B con la entrada o parte aplicada al paciente mediante circuitos flotantes.

Según la norma CEI, son equipos tipo BF todos aquellos equipos que tengan una parte aplicada al paciente.

3. **Tipo CF:** Aquellos equipos de las clases I, II o alimentados internamente que cuentan con un alto grado de protección contra las descargas eléctricas, especialmente en relación a las corrientes de fuga y que cuenta con una parte aislada tipo F con entrada flotante.

La corriente de fuga no debe exceder  $10\mu\text{A}$ . Según la norma CEI, deberán ser equipos tipo CF todos aquellos en que se pueda establecer un camino directo al corazón del paciente.

4. **Tipo H:** Aquellos de las clases I, II, III o alimentados internamente que provean protección frente a descargas eléctricas comparables a las que se obtienen en los electrodomésticos. Generalmente el

riesgo eléctrico puede ser disminuido mediante una inspección regular al equipo y a la fuente de alimentación, la cual está aislada de la fuente principal.

Se realizó una ponderación para las siguientes tres condiciones:

**Tabla 1.3** Ponderación de la clasificación, grado y la calidad.

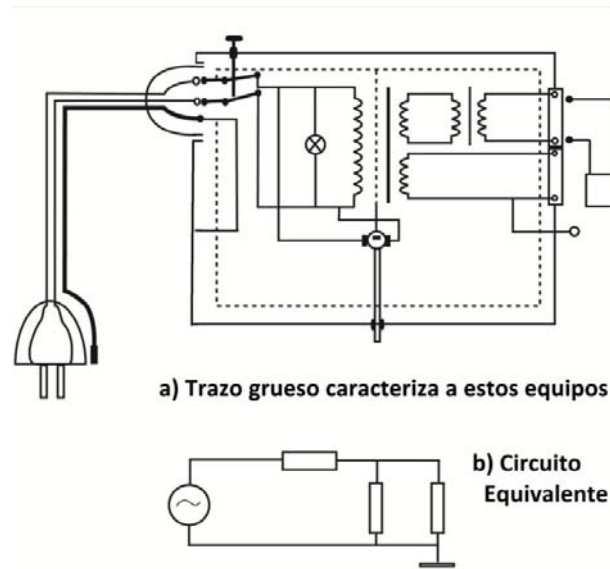
<b>CLASE C<sub>j</sub> (j = C, B, H)</b>	<b><math>\rho</math> (%)</b>	<b><math>\rho</math> normalizada</b>
<b>Tipo C</b>	60	1
<b>Tipo B</b>	30	0.5
<b>Tipo H</b>	10	0.16

### 1.8.3 Clasificación por el nivel de aislamiento – C3

En base a las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), se pueden clasificar los equipos de acuerdo a su capacidad de generar descargas eléctricas en:

#### 1. Clase I: Equipo con tierra protectora.

Aquellos equipos en los que la protección no se obtiene sólo del aislamiento básico, sino que se incluyen precauciones auxiliares, de forma que se dispone de una conexión de las partes conductoras accesibles al conductor de tierra de forma permanente, para que no puedan estar a tensión elevada en caso de fallo de aislamiento.



**Figura. 1.11 Equipo clase I**

- 2. Clase II: Equipos con doble aislamiento.** - Aquellos en los que la protección no recae sólo sobre el aislamiento básico, sino que se dispone de un doble aislamiento o aislamiento reforzado, no existiendo provisión de una puesta a tierra de seguridad. En esta clase existen tres tipos de equipos: los que incorporan una cubierta aislante, los de cubierta metálica y los mixtos. Una precaución que el fabricante debe tener en esta clase de equipos es la de no conectar condensadores al chasis desde la alimentación con el propósito de disminuir el nivel de interferencias que el equipo capta o emite, esto disminuiría el doble aislamiento y en consecuencia la protección.

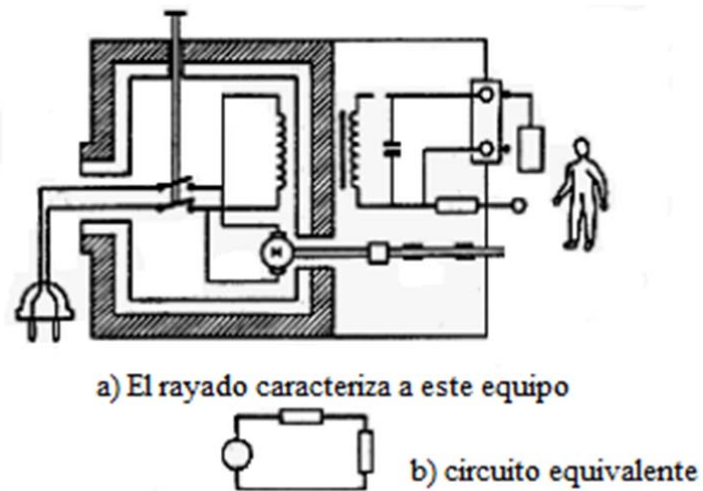


Figura. 1.12 *Equipo clase II*

3. **Clase III: Equipos que manejan voltaje extra seguro.-** Aquellos equipos en los que la protección se basa en alimentar a tensiones muy bajas de seguridad, no generándose tensiones mayores que ésta en el equipo.

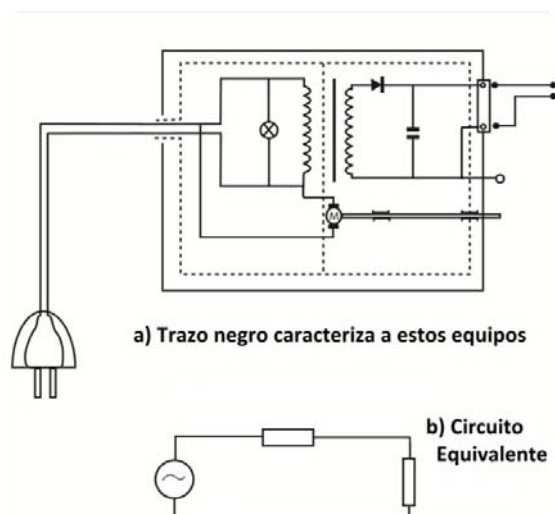


Figura. 1.13 *Equipo clase III*

La ponderación asignada a este tipo de equipos se muestra a continuación:

**Tabla 1.4** *Ponderación para la clasificación IEC.*

<b>CLASE C<sub>k</sub> (k = 1, 2, 3)</b>	<b><math>\rho</math> (%)</b>	<b><math>\rho</math> normalizada</b>
<b>Clase 1</b>	50	1
<b>Clase 2</b>	40	0.8
<b>Clase 3</b>	10	0.2

#### **1.8.4 Clasificación de los equipos médicos por el nivel de riesgo físico – C4**

El riesgo es un parámetro muy difícil de establecer, por lo general se da el mismo nivel de riesgo a equipos y/o modelos que son de la misma categoría. El nivel de riesgo depende del tipo de función que realiza un equipo, por ejemplo equipos que sostienen la vida del paciente o equipos que monitorean pacientes en estado crítico. Vale considerar que un mismo equipo que realice varias funciones puede tener diferentes niveles de riesgo por cada una de las funciones.

- 1. Riesgo Alto:** Aquellos que sean para soporte de vida del paciente, los equipos de resucitación y aquellos que por un fallo o error de su funcionamiento puedan causar serios daños a los pacientes (muerte), al personal médico o paramédico. Dentro de los cuales podemos encontrar: Unidades de anestesia, Ventiladores de

anestesia, Monitores de apnea (neonatal), Aspiradores (emergencia), Unidades medidoras de presión sanguínea, Desfibriladores (incluyendo monitor desfibrilador y monitor/desfibrilador/marcapaso), equipos de electrocirugía, etc.

**2. Riesgo Medio:** Son aquellos que por un mal funcionamiento, fallo o ausencia de éste pueden tener un significativo impacto sobre el cuidado del paciente, pero sin provocarle de forma inmediata daños severos. Aquí se incluyen equipos para el diagnóstico, equipamiento de laboratorio clínico y sistemas de Ultrasonido de Diagnóstico. Como: Analizadores de PH/ Gas en sangre, Equipos de medición de presión sanguínea (no invasivos), Centrífugas, Equipamiento de laboratorio Clínico, Electrocardiógrafos.

**3. Riesgo Bajo:** Son aquellos en los cuales un mal funcionamiento, fallo o accidente no causan serias consecuencias. Tal puede ser el caso de termómetros electrónicos para medir signos vitales, ultrasonidos terapéuticos, etc. Dentro de los cuales están: Aspiradores (bajo volumen), Equipos de diatermia, Receptáculos eléctricos, Balanzas electrónicas (para propósitos generales), mesas quirúrgicas, Monitores de Temperatura, Nebulizadores Ultrasónicos.

En la siguiente Tabla se muestra lo ponderación de cada clase:

**Tabla 1.5** Ponderación para la clasificación FDA.

CLASE CI (I = I, II, III)	$\rho$ (%)	$\rho$ normalizada
Clase I	55	1
Clase II	40	0.72
Clase III	5	0.09

### 1.8.5 Clasificación por el contacto con el paciente – C5

Esta clasificación define tres tipos de pacientes en función del contacto que estos tienen con el equipo:

1. **GENERAL (G):** Pacientes que eventualmente son conectados a algún equipo, que están débiles y que por esta razón tienen incrementada la susceptibilidad por los medicamentos.
2. **SUSCEPTIBLE (S):** Pacientes que por necesidad están conectados al equipo a través de una conexión externa de baja impedancia.  
Estos pacientes pueden estar débiles y por tanto susceptibles a una fibrilación ventricular.
3. **CRÍTICO (C):** Pacientes que tienen una vía conductiva eléctricamente directa a algún ventrículo del corazón. Éstos están muy débiles y definitivamente susceptibles a una fibrilación.

En la siguiente tabla se muestra la ponderación para las tres diferentes clases:

**Tabla 1.6** *Ponderación por contacto con el paciente.*

<b>CLASE Cm (m = C, S, G)</b>	<b><math>\rho</math> (%)</b>	<b><math>\rho</math> normalizada</b>
<b>Clase C</b>	60	1
<b>Clase S</b>	30	0.5
<b>Clase G</b>	10	0.16

Luego se consolidó la información de las cinco clasificaciones descritas en los párrafos anteriores, asignando una ponderación global ( $\omega$ ) a cada una de ellas. El índice que se iba a proponer debía evaluar el riesgo eléctrico.

**Tabla 1.7** *Ponderación de las clasificaciones*

<b>CLASIFICACIÓN Ci</b>	<b>ELEMENTO ANALIZADO</b>	<b><math>\omega_i</math></b>
<b>C1. Riesgo Estático</b>	Función y riesgo estático	0.1
<b>C2. Grado y Calidad</b>	Conexión al paciente	0.25
<b>C3. IEC</b>	Aislamiento	0.3
<b>C4. FDA</b>	Riesgo físico	0.1
<b>C5. Hill</b>	Tipo de paciente	0.25

De este modo la clasificación C3 tiene el valor más alto ( $\omega_3 = 0.30$ ) porque analiza el aislamiento del equipo. Las clasificaciones C2 y C5 tienen una ponderación de  $\omega_{2,5} = 0.25$  porque analizan el contacto del equipo con el paciente. Por último, como C1 y C4 analizan el riesgo físico



del equipo, se les asignó una ponderación de  $\omega_{1,4} = 0.10$ , porque aunque no mencionan específicamente el riesgo eléctrico, se sabe que éste puede ser traducido en un riesgo físico.

Un gran problema era establecer con qué frecuencia debían realizarse pruebas de seguridad eléctrica a cada equipo, por tal razón en la Universidad autónoma Metropolitana-Istapalapa de México, se hicieron todos estos estudios y se propuso crear el **“Índice de prioridad de seguridad eléctrica para equipo médico- IPSEEM”**

Esta nueva función del IPSEEM proveyó de una herramienta muy útil en términos de la programación de los servicios de mantenimiento preventivo que hay que realizarles a todos los equipos médicos disponibles en una unidad médica. La fórmula es:

$$IPSEEM = \omega_i \sum_{i=1}^5 C_i$$

**Formula 1.3**

Donde **C<sub>i</sub>** es la clasificación que se evalúa. ( $i = 1, \dots, 5$ )

**w<sub>i</sub>** es el factor de ponderación global de cada clasificación.

Recordando que en la clasificación por riesgo estático-C1 se estableció la fórmula:

$$RE = (FE + RF) / 50$$

**Formula 1.4**

Se obtuvo la siguiente tabla para los equipos considerados más frecuentes y críticos en un área hospitalaria considerada crítica. (Ver tabla 1.8).

Para llegar a establecer este índice analizaron las 5 clasificaciones de equipo médico descritas en los párrafos anteriores, considerando diferentes aspectos relacionados con la seguridad eléctrica. Las 5 clasificaciones eran:

1. Clasificación por riesgo estático. **C1.**
2. Clasificación por grado y calidad de las medidas de seguridad. **C2.**
3. Clasificación por el nivel de aislamiento. (Según IEC) **C3.**
4. Clasificación por el nivel de riesgo físico. (Según FDA) **C4.**
5. Clasificación por el contacto con el paciente. **C5.**

**Tabla 1.8** Aplicación de la función IPSEEM en equipos médicos

EQUIPO	FE	RF	RE=C1	C2	C3	C4	C5	IPSEEM
Electrocirugía	23	20	0,86	1,00	0,80	1,00	1,00	0,926
Desfibrilador	20	25	0,90	0,50	0,80	1,00	0,50	0,680
Cardiotocógrafo	15	10	0,50	0,50	1,00	0,72	0,50	0,672
Cama eléctrica	5	15	0,40	0,50	1,00	0,72	0,50	0,662
Monitor Sv	18	15	0,66	0,50	0,80	0,72	0,50	0,628
Electrocardiógrafo	18	15	0,66	0,50	0,80	0,72	0,50	0,628
Ventilador	25	25	1,00	0,16	1,00	1,00	0,16	0,580
Incubadoras	20	25	0,90	0,16	1,00	1,00	0,16	0,570
Microscopio	23	5	0,56	0,16	1,00	0,09	0,16	0,445
Colposcopio	23	5	0,56	0,16	1,00	0,09	0,16	0,445
Endoscopio	23	5	0,56	0,16	1,00	0,09	0,16	0,439
Máquina de anestesia	23	15	0,76	0,16	0,20	0,72	0,16	0,288
Termómetro digital	15	5	0,40	0,16	0,20	0,09	0,16	0,189
Estuche de diagnóstico	15	5	0,40	0,16	0,20	0,09	0,16	0,189

Una vez obtenido el IPSEEM de cada equipo, se vió necesidad de establecer tres nuevos intervalos para determinar la frecuencia con que se deben realizar las pruebas de seguridad eléctrica a los equipos médicos:

**Tabla 1.9** *Intervalo y frecuencia para pruebas eléctricas a equipos médicos*

<b>PRIORIDAD</b>	<b>INTERVALO</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<b>Prioridad Alta</b>	[1 - 0.60]	3 meses
<b>Prioridad Media</b>	[0.60 - 0.20]	6 meses
<b>Prioridad Baja</b>	< 0.20	12 meses

Entonces para determinar con qué frecuencia se debe hacer un chequeo eléctrico de seguridad a un equipo médico, se debe trabajar con las 2 tablas, la del índice prioritario de seguridad y la de intervalo y frecuencia. Así por ejemplo una máquina de anestesia tiene el índice 0,288 que corresponde a la “prioridad media” por tanto su chequeo de seguridad debe realizarse cada 6 meses.

## **1.9 Test de Seguridad de equipos electrónico-médicos y de instalaciones eléctricas hospitalarias.**

### **Equipos de prueba para circuitos eléctricos**

En la actualidad existe en el mercado una gran variedad de equipos especialmente diseñados para realizar pruebas de equipos biomédicos y los circuitos de las instalaciones en las áreas hospitalarias, que hacen mucho más

fácil los chequeos preventivos-correctivos que debe realizar el personal de mantenimiento. Estos han sido diseñados para realizar los test que exigen ciertas normas como son la IEC y la NEC.

Los tres puntos que más importan a los médicos, ingenieros y técnicos hospitalarios, alrededor del mundo son: La seguridad, la eficiencia y la concordancia con las normas.

Entre los diferentes equipos para pruebas podemos mencionar:

1. **Termómetros:** Tecnología láser para detección de temperaturas elevadas por sobrecalentamiento de interruptores y conexiones.
2. **Medidor de corrientes de fuga:** Valores desde 1 micro amperio hasta 60 amperios. Para todo tipo de instalaciones.
3. **Medidores de Resistencia:** Variando desde 1 micro ohmio hasta 2500 ohmios, permite establecer:
  - Continuidad de las masas
  - Calidad de los contactos (relés-interruptores)
  - Resistencia de cables y bobinados.
  - Calentamiento de motores y transformadores.
  - Estado de superficies y recubrimientos metálicos.
4. **Equipos medidores de continuidad a tierra:** Con intensidad de test hasta 45 amperios (ver Fig. 1.14).



**Figura 1.14 Medidor de continuidad**

Tomada de <http://www.isotest.es/web/Soporte/catalogos/CHROMA/19572.pdf>

**5. Equipo compacto para test de seguridad eléctrica en electromedicina.**

acorde a la norma UNE 60601. Modelo RIGEL 277 Plus; realiza:

- Medidas de aislamiento a 350/500V
- Test de eficacia de tierras hasta 25 A.
- Corrientes de fuga según la norma IEC61010.
- Simulación de pacientes.
- Prueba de equipos electrónicos, hasta con 11 pacientes conectados.
- Prueba de la norma IEC para cables de poder.
- Prueba de corriente desde 10 mA. hasta 25 A.
- Rutinas individuales de prueba para equipos con parte BF y CF.



**Figura. 1.15 Equipo para test de seguridad eléctrica.**

Tomada de <http://www.isotest.es/web/instrumentacion%20electronica/tipo/seguridad%20electronica.htm>

6. **Analizadores de seguridad de dispositivos médicos** Estos equipos (**Guardian 6100 – Quatech**) permiten realizar pruebas de seguridad eléctrica controladas por microprocesador de clase I y clase II de equipos eléctricos médicos en concordancia con los requerimientos de IEC60601, ANSI/AAMI ES1, NFPA 99, MDA DB9801 y VDE0751. Carga automática de pruebas requeridas para cumplimiento con normas o control manual de las pruebas. El probador es capaz de realizar algunas pruebas de seguridad eléctricas esenciales en una unidad, incluyendo: Corrientes de fuga, resistencia de aislamiento, conexiones a tierra.

## **CAPÍTULO II**

### **ÁREA DE QUIRÓFANOS.**

#### **2.1 Definición área de Quirófano.**

Un quirófano es una estructura independiente de un hospital con un grado de asepsia establecido por normas internacionales, en el cual se practican intervenciones quirúrgicas bajo anestesia local o general según el caso, por un equipo interdisciplinario (anestelistas, cirujanos y también radiólogos, gastroenterólogos, neumólogos, enfermeras de quirófano, auxiliar de enfermería, instrumentadores quirúrgicos, camillero, etc.).

#### **2.2 Equipos electrónicos-médicos utilizados en las áreas de Quirófanos**

Los equipos médicos usados en un quirófano son muchos; se trata de diferenciarlos y clasificarlos según las especialidades, pero básicamente operan como consta a continuación.



**Figura. 2.1** Vista de un quirófano actual.

Tomada de <http://www.arqhys.com/arquitectura/imagen/Climatizacion%20de%20quiroyfanos.jpg>

### **2.2.1 Quirófanos con servicios quirúrgicos de todas las complejidades.**

Los equipos básicos que todo quirófano tienen en común o en forma general para todo tipo de cirugías son:

1. Mesa quirúrgica
2. Mesa de instrumentadora
3. Mesas auxiliares
4. Baldes y recipientes



5. Lámpara cialfíca
6. Electrobisturí
7. Desfibrilador
8. Máquina o carro de anestesia
9. Aspiradores quirúrgicos
10. Dializadores
11. Monitor electrónico de signos vitales
12. Equipo manual de rayos X
13. Equipo de resucitación
14. Equipo de oxígeno
15. Equipo de gases
16. Brazo con tomas eléctricas.
17. Equipo de esterilización según el método establecido.
18. Negatoscopio
19. Tomas de tierra
20. Tomas de oxígeno
21. Toma de vacío
22. Medidor de temperatura y humedad

### **2.3 Riesgos eléctricos en los quirófanos**

En los quirófanos existe una gran diversidad de componentes susceptibles a la combustión lo cual hace que sean fácil presa de los incendios.

Durante una intervención quirúrgica se tiene una alta posibilidad de sufrir un incendio creándose una situación de emergencia en el momento más peligroso

de la vida de un paciente en un área crítica.

Los componentes que hay en un quirófano susceptible a la combustión son los siguientes:

1. Pacientes: Cabello, grasa, gases (metano).
2. Apósitos: Gasas, esponjas, vendas, tejidos compuestos de algodón.
3. Pomadas: Vaselinas, aerosoles, alcohol.
4. Equipos: Cubiertas de cables de fibras ópticas, endoscopios flexibles, guantes, componentes de anestesia (tubos, mascarillas, catéteres).
5. Ropa de cama: Máscaras, batas, paños de campo estéril, gorros, cubre zapatos, sábanas.

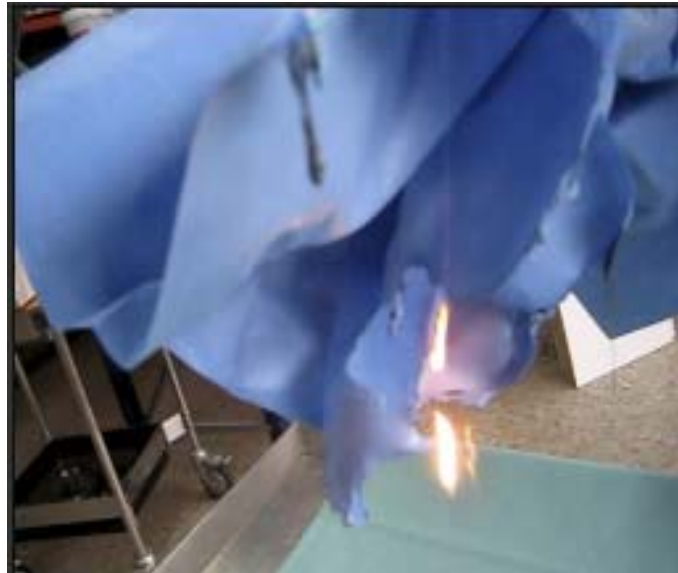
El **POVIDINE** es un desinfectante muy utilizado en las cirugías está compuesto en un 70% de Etanol (derivado del alcohol y altamente inflamable).

Si este componente se utiliza cerca de alguna fuente de calor o de una llama, se inflama fácilmente. Al realizar una cirugía con un bisturí eléctrico se observa que el oxígeno se encuentra por debajo de la tela de campo, como la punta del bisturí produce una chispa visible al entrar en contacto con el canal de oxígeno produce una llama que inmediatamente puede incendiar la tela del paño. (Esto se ha demostrado en pruebas realizadas en los quirófanos).

El incendio en la mesa de operaciones, en una fase inicial:

**NO SE VE.** (Cuando el combustible tiene una base de alcohol la llama es difícil de ver además que el propio bisturí eléctrico produce humo).

**NO SE HUELE.** (En la ejecución de la cirugía el bisturí alcanza los 160°C y produce humo pero no se huele).



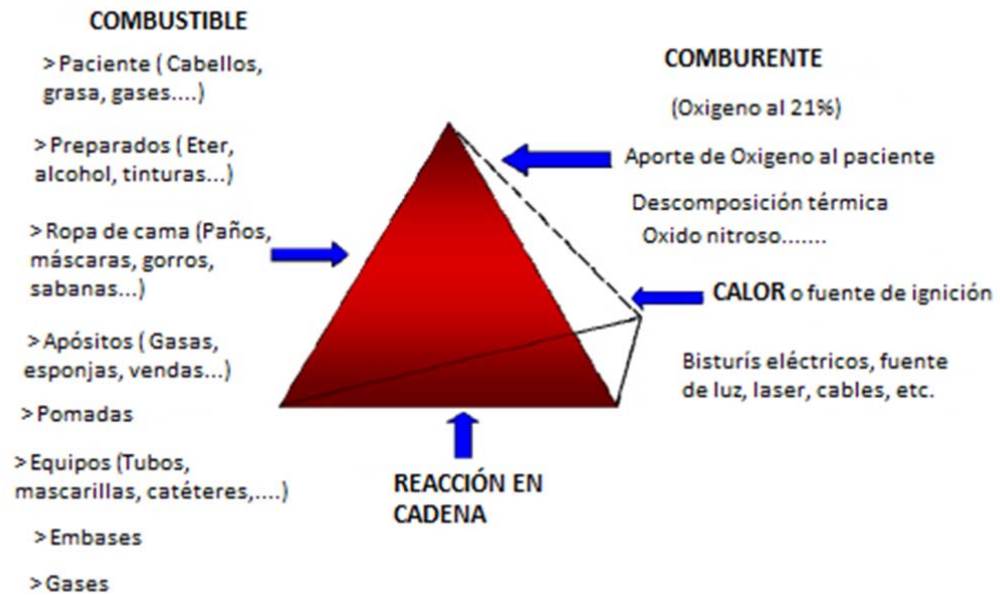
**Figura. 2.2 Paño de campo quirúrgico con llama.**

Tomada de <http://plini.files.wordpress.com/2011/01/incendio.jpg>

**NO SE SIENTE.** (El paciente, al estar anestesiado, no reacciona ante el dolor de la quemadura).

En Seguridad industrial el fuego está caracterizado por el tetraedro del fuego. Si Cada lado del tetraedro tiene los componentes que podemos encontrar en un quirófano el tetraedro del fuego será el del quirófano y es el que se muestra en la figura 2.3.

La figura 2.4 muestra 2 zonas la G y la M, que son consideradas zonas de la clase I; Zona 1 y clase 1; Zona 2 respectivamente de acuerdo a la norma ITC-BT-29.

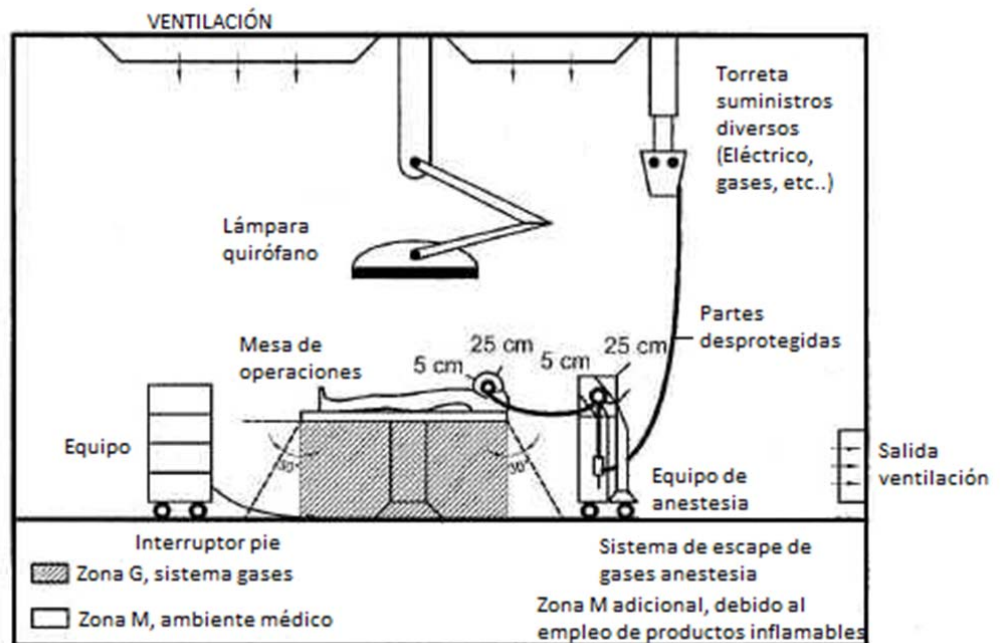


**Figura. 2.3 Tetraedro de fuego de un quirófano.**

Tomada de [http://scielo.isciii.es/img/revistas/mesetra/v56n218/original5\\_f02.jpg](http://scielo.isciii.es/img/revistas/mesetra/v56n218/original5_f02.jpg)

La Zona M, situada debajo de la mesa de operaciones puede considerarse como una zona sin riesgo de incendio o explosión, siempre que se asegure una ventilación del aire de más de 15 renovaciones/hora.

El riesgo de fuego asociado a la ignición del tubo endotraqueal durante cirugías laríngeas aunque es una complicación poco frecuente es de graves consecuencias. Existen reportes de casos clínicos de pacientes que durante una cirugía laríngea sufrieron una combustión de la vía aérea con el empleo del electro bisturí y que como resultado de las lesiones fallecieron.



**Figura. 2.4 Zonas con riesgo de incendio o explosión en el quirófano.**

Tomada de <http://www.aparejadoresalbacete.es/as400/IMAGE/imag25.jpg>

Los principales riesgos en las áreas de cuidado crítico, según estadísticas internacionales son:

1. Instalaciones fuera de norma.
2. Faltas de calibraciones.
3. Falta de mantenimiento.
4. Pérdidas de aislamiento.
5. Frecuencias de revisión mal programadas.
6. Documentación de mantenimiento insuficiente.
7. Situaciones peligrosas.

Los principales riesgos durante electrocirugía mínimamente invasiva son:

1. Derivación directa cuando un instrumento activo toca otro inactivo
2. Derivación por capacitancia que ocurre cuando la corriente es conducida desde un instrumento a otro con el que no está en contacto directo.
3. Fallo de aislamiento cuando se producen rupturas en el material aislante del instrumento activo que no se observaron antes del uso.
4. Todos pueden ocasionar quemaduras accidentales a pacientes que se someten a este tipo de cirugías.

#### **2.4 Definición del término Norma**

Una norma es un documento con una serie de reglas, regulaciones y especificaciones técnicas avanzadas que resultan del consenso de los especialistas y partes interesadas en la actividad objeto de la misma y que debe ser aprobada por un organismo de normalización reconocido para su aplicación oficial.

El enfoque de las normas que se deben cumplir para garantizar la seguridad del paciente deben ser hechas considerando tres aspectos:

1. Las instalaciones de las áreas hospitalarias y ambulancias.
2. Los equipos médicos aplicados como (electro bisturí, pulsioxímetro, electrocardiógrafo, cardiodesfibrilador, entre otros)
3. Los pacientes (efectos fisiológicos de la corriente sobre el cuerpo humano, potenciales aplicados, corrientes permisibles en el cuerpo humano).

Existen muchas organizaciones o instituciones que se dedican a crear normas sobre los diferentes niveles de seguridad de los equipos médicos.

Entre estas instituciones pueden citarse: Asociación Española de Normalización

y Certificación (AENOR), Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), Organización Internacional de Normalización The Electrical And Electronics Engineers, Inc. (IEEE).

La organización que finalmente se cree en el Ecuador, debe emitir las normas de seguridad para nuestro país, así como establecer un proceso de difusión, capacitación y control del cumplimiento de las mismas, por lo que entre sus principales funciones deben estar:

- 1 Crear, mantener y difundir las normas.
- 2 Establecer procesos de capacitación al personal médico de los centros hospitalarios.
- 3 Establecer el tipo de instalaciones que deberán ser objeto de una revisión periódica respecto del cumplimiento de las normas.
- 4 Establecer los criterios para la valoración de las revisiones, así como las medidas a adoptar como resultado de las mismas.
- 5 Establecer los plazos y frecuencias de las revisiones periódicas.

## **2.5 Presentación de normas internacionales para el área de Quirófanos.**

La cantidad de normas emitidas por todas las organizaciones y por los mismos gobiernos son incontables.

La mayoría de países y organizaciones venden estas normas a precios que superan los \$80 dólares americanos por subtema de cada norma. Ha sido un trabajo arduo recopilar el grupo de normas que presentamos en esta tesis, que son las más mencionadas en los temas de seguridad hospitalaria. Pero quisimos hacerlo para que sirva de ayuda a otras personas que requieran

conocer el contenido de dichas normas y no solo el título como ocurre en la mayoría de las publicaciones y tesis. (Ver Anexos 1, 6, 8,9).

## **2.6 Propuesta de normas nacionales para la buena utilización de los equipos médicos en los Quirófanos.**

La instalación eléctrica de un quirófano, difiere en algunos aspectos de una instalación convencional para una vivienda, industria, etc. La protección de las instalaciones eléctricas hospitalarias, y en particular de los quirófanos, está ligada al concepto de seguridad. Las soluciones que se adopten para conseguir esta seguridad, deben de ser suficientes para proteger al paciente, al personal médico y al equipo auxiliar de todo riesgo eléctrico. A continuación entregamos una propuesta de las normas básicas que se deben considerar para garantizar la seguridad de los pacientes en los quirófanos.

**Respecto de la construcción o ampliación de las áreas críticas hospitalarias como Quirófanos, UCIN, Emergencias y su puesta en funcionamiento.**

**ECUN-001-2012:** Toda construcción, modificación o ampliación de las áreas críticas hospitalarias debe ser hecha en base a las normas eléctricas para instalaciones hospitalarias. Una de las principales: IEC-60364-7-710

Las principales aportaciones de esta norma son la clasificación a los locales de uso médico, la misma que se basa o esta ligada al tipo de contacto entre una parte aplicada y el paciente. Esta clasificación debe ser hecha de acuerdo con



el cuerpo medico o la organización de la sanidad.

**ECUN-002-2012:** Antes de la puesta en servicio de un Hospital o centro de salud, todas las instalaciones, ampliaciones o remodelaciones deberán ser objeto de una prolija inspección inicial por parte de las respectivas autoridades del Ministerio de Salud y del personal de la organización que emite las normas de seguridad para verificar su respectivo cumplimiento.

**ECUN-003-2012:** El adecuado diseño, construcción, pruebas de puesta en servicio, funcionamiento y mantenimiento, debe encargarse a profesionales especializados y deben seguirse las normas exclusivas para dichas instalaciones.

**Respecto de los gases y circuitos de aireación.**

**ECUN-004-2012:** Se debe revisar la máquina de anestesia con una frecuencia diaria es decir cada mañana al iniciar sus labores.

**ECUN-005-2012:** El aparato de anestesia debe ser hermético y tener válvula para drenar fuera del quirófano los gases excedentes.

**ECUN-006-2012:** En todos los circuitos de aireación se deben colocar dispositivos adecuados para expulsar fuera del quirófano los anestésicos excedentes.

**ECUN-007-2012:** Las salas de cirugía deben contar con un sistema mínimo para extracción de gases anestésicos residuales de la máquina, hacia el exterior.

**ECUN-008-2012:** Se debe hacer una revisión diaria de las abrazaderas de las tomas de oxígeno.

**ECUN-009-2012:** El personal de mantenimiento debe controlar diariamente la recarga de los cilindros que distribuyen los gases por las tuberías, mediante la lectura de los manómetros.

**ECUN-010-2012:** En el quirófano se deben utilizar evacuadores de humo.

**ECUN-011-2012:** Todos los filtros de los evacuadores de humo y de los sistemas de climatización de un centro hospitalario, deben ser revisados y cambiados de acuerdo a un cronograma establecido en base a las recomendaciones y a la frecuencia sugerida por los fabricantes.

**ECUN-012-2012:** Según el Art. 517-61 del NEC, en las áreas en donde se utilicen anestésicos, se debe tener un buen aislamiento, el equipo y las instalaciones eléctricas deben ser a prueba de explosión.

**ECUN-013-2012:** En las áreas en donde se utilicen anestésicos debe emplearse tubo (conduit) metálico tipo pesado, roscado y los receptáculos y clavijas de los aparatos o instrumentos deben contar con un medio para conectar el conductor de tierra del cable.

**ECUN-014-2012:** El quirófano o cuarto de cirugía debe tener un cableado especial ya que algunas veces se emplean anestésicos inflamables y si la concentración es suficientemente alta una pequeña chispa puede inflamar tales anestésicos.

**ECUN-015-2012:** Voltaje de los transformadores de aislamiento cuando suministran energía a un área de anestesia debe tener limitaciones. (Ver normas "Respecto del Transformador de aislamiento").

**ECUN-016-2012:** Se debe instalar piso conductivo en los lugares donde se almacenen anestésicos inflamables o desinfectantes inflamables.

**ECUN-017-2012:** En los lugares donde se almacenen anestésicos inflamables o desinfectantes inflamables, cualquier equipo eléctrico a usarse a cualquier altura debe ser a prueba de explosión.

**ECUN-018-2012:** En los lugares donde se almacenen anestésicos inflamables o desinfectantes inflamables, los equipos eléctricos no podrán fijarse a menos de 1,53 m sobre el piso terminado (a no ser que sean a prueba de explosión).

**ECUN-019-2012:** En los lugares donde se almacenen anestésicos inflamables o desinfectantes inflamables, el personal médico debe usar zapatos conductivos.

#### **Respecto de la calidad del aire en el quirófano.**

**ECUN-020-2012:** Se debe mantener siempre una “presión de quirófano positiva” con el fin de evitar la entrada de aire desde los pasillos, sino que el aire de quirófano salga hacia los pasillos cuando se abren las puertas de los mismos.

**ECUN-021-2012:** Se debe cambiar el aire del quirófano de 20 a 25 veces x hora haciendo pasar el aire por filtros de alta eficacia para partículas en el aire, los cuales eliminan cerca del 100% de las partículas mayores 0.3 u de diámetro.

#### **Respecto de la humedad.**

**ECUN-022-2012:** Se debe regular la humedad del paciente manteniéndola a un 50% o 60% constante en todo momento, ya que una humedad superior produce condensación mientras que una humedad menor favorece la electricidad estática.

**Respecto de la iluminación (iluminarias).**

**ECUN-023-2012:** La luz del quirófano, puede ser natural y/o artificial y debe tener características blanca, fluorescente y homogénea.

**ECUN-024-2012:** Al instalar la iluminación de un quirófano se debe evitar toda reflexibilidad teniendo en cuenta la calidad de la luz, su intensidad, difusión, dirección y resplandor.

**ECUN-025-2012:** Las lámparas del quirófano (cualiticas) deben tener interruptor automático en caso de fallas o fugas.

**ECUN-026-2012:** Las lámparas del quirófano (cualiticas) o de una sala de intervención siempre deben estar alimentadas a través de un transformador de aislamiento que cumpla la norma UNE 20615, tanto para las que se alimentan a 24 VAC como 220 VAC.

**ECUN-027-2012:** En un circuito de alumbrado se debe tomar en cuenta:

- a) La capacidad de carga máxima que debe tener
- b) La ubicación de los interruptores (breakers)
- c) La puesta a tierra de todos los componentes de las luminarias.

**ECUN-028-2012:** Cuando la instalación de alumbrado general se sitúe a una altura del suelo inferior a 2.5 metros, o cuando sus interrupciones presenten partes metálicas accesibles, deberá ser protegida mediante un dispositivo diferencial.

**ECUN-029-2012:** No se deben utilizar los interruptores automáticos, como control de encendido y apagado de la iluminación en un centro de atención hospitalaria.

**Respecto de las tomas eléctricas.**

**ECUN-030-2012:** Todo quirófano debe tener tomacorrientes de grado hospitalario.

**ECUN-031-2012:** Los quirófanos y Unidad de Cuidados Intensivos, deben contar con tomacorrientes de grado hospitalario especiales para conectar el equipo de rayos X.

**ECUN-032-2012:** Los cambios de tomas eléctricas únicamente solo los puede hacer, el personal especializado y autorizado de mantenimiento. Nadie más.

**ECUN-033-2012:** Las tomas que no son para uso de equipo médico deben estar en un circuito aparte.

**ECUN-034-2012:** Las tomas deben estar en buen estado y sin partes vivas expuestas.

**ECUN-035-2012:** Las tomas que no son para uso médico deben estar aterrizadas con neutro aislado de tierra.

**ECUN-036-2012:** Las tomas de uso común deben estar ubicadas a una altura mínima de 50 cm pudiendo llegar hasta 1.00 mt. sobre el nivel del suelo.

**ECUN-037-2012:** Se debe establecer un cronograma para medir cada semana, la polaridad de los tomacorrientes, ya que la inversión entre línea y neutro es muy peligrosa.

**ECUN-038-2012:** Los tomacorrientes conectados a circuitos que tienen diferentes voltajes, frecuencias o tipos de corriente (alterna o continua) deben estar marcados de forma notoria.

**ECUN-039-2012:** Se debe verificar que cada tomacorriente esté conectado a tierra.

**ECUN-040-2012:** Se debe comprobar que las tierras de 2 tomacorrientes contiguos se encuentren al mismo potencial.

**ECUN-041-2012:** En áreas de atención crítica como quirófanos y UCI, cada cama de paciente deberá estar provista de seis tomacorrientes sencillos, o tres dobles puestos a tierra al punto de la puesta a tierra de referencia, con conductor de cobre aislado de la puesta a tierra de equipos.

**ECUN-042-2012:** La utilización de los circuitos de línea asignados a los conjuntos de tomas asignadas para usos médicos, deben estar prohibidos para usos diferentes y deben ser claramente marcadas para reconocerlas de inmediato.

**ECUN-043-2012:** En cada punto donde tenga lugar el tratamiento de un paciente, como la cabecera de una cama, se instalarán al menos dos tomas de corriente, alimentadas por circuitos diferentes.

**ECUN-044-2012:** Cuando en el mismo local de uso médico los circuitos se alimenten por otros sistemas (TN-S o TT), las tomas de corriente conectadas al sistema IT deben no ser compatibles con las clavijas de otros sistemas o, estar clara y permanentemente diferenciadas (marcadas). (UNE20460-7-710).

**ECUN-045-2012:** Los voltajes máximos permitidos entre 2 tomacorrientes contiguos en la vecindad de un paciente deben ser:

- a) Áreas de Cuidado General: 500mV
- b) Áreas de Cuidado Crítico: 100mV

**ECUN-046-2012:** Los circuitos de tomacorrientes que sirven para equipos de seguridad de vida, no deben tener interruptores diferenciales conectados.

**ECUN-047-2012:** Todas las tomas especiales (220V) deben estar conectadas a

la barra equipotencial.

**ECUN-048-2012:** Todas las tomas especiales (220V) alimentadas desde el tablero de emergencia, deben estar plenamente identificadas.

**ECUN-049-2012:** Los tomacorrientes con terminal de puesta de tierra aislada o los equipos alimentados por ellos, no deben ser conectados en la vecindad de los pacientes de cuidados intensivos.

**ECUN-050-2012:** Los tomacorrientes de las áreas críticas como quirófanos, UCIN y emergencias, deben ser bien identificados indicando el tablero y el número del circuito que los alimenta.

**ECUN-051-2012:** Los tomacorrientes que alimenten áreas de pacientes generales o críticos deben diseñarse para alimentar el máximo número de equipos que necesiten operar simultáneamente.

**ECUN-052-2012:** Los tomacorrientes que alimenten áreas de pacientes generales o críticos deben derivarse desde al menos dos diferentes fuentes de energía o desde la fuente de energía de suplementaria (planta de emergencia) mediante dos transferencias automáticas.

**ECUN-053-2012:** En áreas de pacientes críticos debe haber un mínimo de seis tomacorrientes, todos conectados a tierra mediante un conductor de cobre aislado.

**ECUN-054-2012:** Todos los tomacorrientes del sistema de emergencia deben ser de color rojo y estar plenamente identificados con el número del circuito derivado y el nombre del tablero de distribución correspondiente.

**ECUN-055-2012:** Las técnicas de seguridad eléctrica exigen que todos los tomacorrientes de un mismo ambiente estén referenciados a un punto común de

tierra pero independiente de los otros ambientes contiguos. De esta forma se construye una configuración llamada “copo de nieve” y se evitan los lazos de tierra.

**Respecto de los circuitos, cables y conexiones e instalaciones eléctricas.**

**ECUN-056-2012:** Se debe tener un buen manejo de las regletas para no sobrecargarlas.

**ECUN-057-2012:** Los cables de alimentación que sirven a los equipos deben ser suficientemente robustos para que no se dañen por fatiga del uso o maltrato.

**ECUN-058-2012:** El neutro debe conectarse en un solo punto, en el transformador y antes de cualquier medio de desconexión o dispositivo de protección.

**ECUN-059-2012:** De preferencia, los cables de alimentación deben ser lo más cortos posibles para minimizar las corrientes de fuga en los cables de pacientes.

**ECUN-060-2012:** Se debe buscar una solución tecnológica que garantice la máxima impedancia entre la línea viva de alimentación y el paciente.

**ECUN-061-2012:** Se debe poner algún tipo de control para verificar de forma permanente que la energía que entrega la empresa eléctrica no sea menor de 220V. Ya que valores inferiores dañan los equipos médicos, los aires y el UPS.

**ECUN-062-2012:** El transformador más aconsejable para utilizar en cualquier instalación de uso médico, debe ser un transformador trifásico de primario en estrella y secundario en triángulo, porque evita cargar el neutro de la instalación y contribuye al mejor reparto de cargas.



**Respecto de los UPS.**

**ECUN-063-2012:** Se debe mantener una buena y controlada ventilación en el cuarto de UPS para evitar el sobrecalentamiento y la respectiva desconexión del mismo.

**ECUN-064-2012:** Los circuitos de emergencia o críticos de un quirófano o de una UCIN, deben usar un UPS del tipo on-line, ya que estos UPS no tienen tiempo de transferencia entre la alimentación principal y la energía entregada por las baterías del equipo.

**ECUN-065-2012:** Únicamente se deben instalar equipos tipo UPS en el secundario de un sistema IT, si cumple la norma UNE EN 60601-1 (requisitos generales equipos electro médicos).

**ECUN-066-2012:** Cuando se instala el UPS en el primario de un sistema IT, hay que garantizar que el consumo del resto de equipos instalados en la sala de usos médicos no reduzcan las 2 horas de garantía del suministro de la lámpara y de los equipos de asistencia vital.

**ECUN-067-2012:** El área hospitalaria debe tener siempre dos UPS, uno conectado y otro de respaldo en caso que falle.

**ECUN-068-2012:** El cuarto de UPS debe tener un sistema de ventilación para evitar que se recaliente y por tanto deje de funcionar.

**Respecto de la compra de equipos médicos.**

**ECUN-069-2012:** El proveedor del equipo biomédico, deberá garantizar la capacidad de ofrecer servicio de soporte técnico permanente durante la vida útil del mismo.

**ECUN-070-2012:** El proveedor del equipo biomédico, deberá garantizar la capacidad de ofrecer los repuestos y herramientas necesarias para el mantenimiento y calibración que permita conservar los equipos en los rangos de seguridad establecidos inicialmente por el fabricante.

**ECUN-071-2012:** El personal mínimo indispensable del hospital que tiene que participar en el proceso de adquisición de equipos médicos debe ser: Jefe del área médica o cuerpo médico solicitante, personal de compras, Jefe de mantenimiento, el Directorio.

**ECUN-072-2012:** Procedimiento básico para la adquisición de un equipo médico. El procedimiento básico que se debe seguir debe ser por lo general:

1. El médico, equipo médico o el solicitante debe enviar al área de compras la solicitud indicando el equipo que necesita y el uso para el cual se lo va a destinar.
2. Entre el área de compras y el área de mantenimiento determinan una serie de información como son las especificaciones técnicas del equipo, los precios referenciales, las marcas o modelos compatibles con la infraestructura del hospital o del área en que se utilizará el equipo.
3. Se expone al Directorio la necesidad del equipo con toda la información reunida.
  - a) Si es aprobada, se inicia el proceso de adquisición mediante el procedimiento que rija para la institución dependiendo de si es privada o pública (en este último caso se usará el procedimiento de compras públicas. Se incluye la invitación al concurso y la cotización con proveedores calificados).

- b) Si es compra directa igualmente se cotiza a los proveedores calificados.

**Respecto del mantenimiento de los equipos e instalaciones del hospital.**

**ECUN-073-2012:** Toda institución de salud que cuenten con áreas críticas como

quirófanos, UCI, Emergencia o cuenten con áreas de especialidades donde se comprometa la vida del paciente, deberá contar con un departamento de mantenimiento encargado específicamente para dar cumplimiento a todas las normas de seguridad o velar que terceros cumplan con las normas de seguridad.

**ECUN-074-2012:** Toda departamento de mantenimiento debe contar con una sala de capacitación para que periódicamente se actualicé al personal y al personal nuevo siempre se le de una introducción sobre seguridad hospitalaria.

**ECUN-075-2012:** En el proceso de programación del mantenimiento preventivo se debe considerar el índice de prioridad de la seguridad eléctrica en los equipos médicos (IPSEEM).

**ECUN-076-2012:** El personal de mantenimiento debe intervenir en la adecuación del área cada vez que ingrese un nuevo equipo en el centro hospitalario.

**ECUN-077-2012:** El personal de mantenimiento debe recibir, revisar, probar y calibrar los equipos médicos recién adquiridos ya sea en forma individual o en conjunto con el especialista técnico suministrado por el proveedor.

**ECUN-078-2012:** Para discontinuar el uso de un equipo médico en el centro hospitalario se debe cumplir al menos una de las siguientes condiciones:

- a) Uso del equipo sobrepasa tiempo de vida útil.
- b) El equipo o sus repuestos se hallan descontinuados.
- c) Malas condiciones de funcionamiento del equipo (reporte de fallas frecuentes).

**ECUN-079-2012:** Siempre se debe capacitar al operario y al técnico de la especialidad. La capacitación inicial estará a cargo del mismo proveedor, luego se propagaran estos conocimientos utilizando al mismo personal del hospital, cuando estos ya dominen el manejo del equipo.

**ECUN-080-2012:** El área de mantenimiento por lo delicado de sus funciones técnicas, debe contratar el siguiente tipo de personal.

- a) Ingenieros Clínicos
- b) Ingenieros Eléctricos
- c) Ingenieros Electrónicos
- d) Ingenieros Industriales
- e) Ingenieros Mecánicos
- f) Tecnólogos Eléctricos
- g) Tecnólogos Electrónicos
- h) Tecnólogos Mecánicos

**ECUN-081-2012:** El equipo de mantenimiento debe contar con los siguientes documentos, los mismos que deberá solicitar a la directiva de la empresa como una necesidad:

- a) Manual de normas técnicas administrativas de la institución
- b) Manual de los equipos médicos (cada equipo trae su manual)
- c) Manual ECG

- d) Manual NEC
- e) Planos eléctricos del hospital

**ECUN-082-2012:** El personal de mantenimiento se debe encargar del mantenimiento preventivo, y/o correctivo de:

- a) Equipos médicos
- b) Equipos de climatización
- c) Instalaciones eléctricas
- d) Tuberías
- e) Calderos

**ECUN-083-2012:** El personal técnico deberá estar debidamente calificado y autorizado para el uso, mantenimiento, reparación y control del equipo médico ya sea por el fabricante o por la autoridad competente.

**ECUN-084-2012:** Los intervalos de inspección a equipos médicos deben hacerse según “Recomendación de la AAMI” en base a:

- a) Equipos en áreas sin pacientes: Cada 6 meses
- b) Equipos en áreas con pacientes: Cada 3 meses

**ECUN-085-2012:** El personal de mantenimiento debe revisar los datos técnicos, la funcionalidad, condiciones de repuestos, condiciones de garantías, compatibilidad con equipamiento e infraestructura del centro hospitalario, tipo de voltaje, tamaño, mantenimiento por parte del proveedor, certificaciones por parte de organizaciones como la FDA, de los equipos antes de la aprobación para su compra.

**ECUN-086-2012:** Se deben tener programas de mantenimiento preventivo y predictivo rutinarios en los que entre otras actividades, se revisarán las condiciones de cables, tomacorrientes y conductores.

**ECUN-087-2012:** Los aparatos de calibración utilizados en la revisión y reparación de los equipos deberán haber sido calibrados dentro del último año por laboratorios oficialmente autorizados y deberán presentar un certificado de dicha institución.

**ECUN-088-2012:** El mantenimiento de los equipos biomédicos, se debe realizar con sujeción a un programa de revisiones periódicas de carácter preventivo y calibración de equipos, cumpliendo con los requisitos e indicaciones dadas por los fabricantes y con los controles de uso corriente. La frecuencia de revisión debe ser como máximo cada 6 meses.

**ECUN-089-2012:** Las Instituciones prestadoras de servicios de salud, sólo podrán contratar el mantenimiento de los dispositivos médicos considerados como equipos biomédicos de tecnología controlada con terceros, cuando estos demuestran capacidad técnica para la presentación de este tipo de servicios. En este caso, los terceros serán los responsables del funcionamiento del equipo.

**ECUN-090-2012:** Las Instituciones prestadoras de servicios de salud deberán llevar registros de todas las actividades de mantenimiento realizadas por ellas o por terceros para la programación y control de los dispositivos médicos considerados equipos biomédicos de tecnología controlada. Dichos registros podrán ser solicitados por las autoridades sanitarias, cuando estas lo estimen pertinente.

**ECUN-091-2012:** Todos los Instrumentos de medición que se utilicen en el mantenimiento, como los equipos para la determinación de masa, del volumen de presión, de la temperatura, de la densidad o del contenido, son de calibración obligatoria para lo cual se debe establecer una frecuencia de revisión.

**ECUN-092-2012:** Todos los Instrumentos de medición que se utilizan para el auto control del estado de salud de las personas son de calibración obligatoria para lo cual se debe establecer una frecuencia de revisión.

**ECUN-093-2012:** Todos los Instrumentos empleados en la práctica de la medicina, de la odontología, y para efectuar mediciones para el reconocimiento o tratamiento médico de las personas, son de calibración obligatoria para lo cual se debe establecer una frecuencia de revisión.

**ECUN-094-2012:** El personal técnico que intervenga en cada revisión y/o reparación de los equipos médicos, deberá pertenecer a una organización o empresa que cuente con certificados de calidad ISO 9001-2000 así como ISO 14000 y deberá cumplir con todos los procedimientos que dictan estas normas.

**ECUN-095-2012:** Es obligación realizar un test de prueba para garantizar que el equipo mantenga las condiciones de diseño durante su funcionamiento, cada vez que:

- a) El equipo haya tenido una reparación de la fuente de poder, placas base o paramétricas y transductores.
- b) El equipo haya tenido remplazo de fuente de poder o placas base.
- c) Se haya dado la reparación de un equipo dañado o derrame de líquidos.

**ECUN-096-2012:** Se deben utilizar únicamente equipos biomédicos que cuenten con las condiciones técnicas de calidad, respaldo y soporte técnico – científico.

**ECUN-097-2012:** Todos los protocolos de funcionamiento, revisión y reparación, se deberán establecer acorde a la información de modelo, marca, diseño, potencia, voltaje, amperaje, temperatura, humedad, esfuerzo, rigidez dieléctrica, funcionamiento entre otros, establecida por el fabricante.

**ECUN-098-2012:** Se deben realizar pruebas con frecuencia semanal al sistema de transferencia.

**ECUN-099-2012:** Además de la alimentación ininterrumpida (UPS) destinada a cubrir toda la potencia del quirófano, es decir, equipos de usos médicos de asistencia vital y lámparas de quirófano, por un mínimo de 2 horas, tal y como exige el reglamento electrotécnico de baja tensión, el hospital debe disponer de un grupo electrógeno para volver a suministrar tensión en caso de corte de red para alimentar el alumbrado general y cubrir un eventual fallo del UPS.

**ECUN-100-2012:** Se debe recurrir a la implantación de sistemas IT (tecnología de la información) ya que a través de estos se puede llevar la información y las alarmas del sistema eléctrico al personal sanitario, de mantenimiento y gestión, permitiendo a todos un conocimiento permanente, claro, preciso y selectivo para el trabajo de operación y mantenimiento de los hospitales.

**ECUN-101-2012:** Los quirófanos deberán disponer de un suministro trifásico con neutro y conductor de protección, siendo conductores de cobre y de tipo aislado.



**ECUN-102-2012:** El personal de mantenimiento debe tener bien establecidos los procesos de gestión para el control de la generación, transmisión del sistema eléctrico y para el control del funcionamiento de los equipos.

**ECUN-103-2012:** Se debe instalar un panel de mando y protección por cada quirófano o sala de intervención, situado fuera del mismo, en sus inmediaciones, y de fácil acceso.

#### **Respecto de los cuidados del personal de limpieza.**

**ECUN-104-2012:** Se debe instruir al personal de limpieza en el cuidado que deben tener con los cables al momento de hacer la limpieza, para que no desconecten ningún equipo por accidente.

**ECUN-105-2012:** Se debe instruir al personal de limpieza en el cuidado que deben tener en el aseo de las camas eléctricas para que no echen agua ni desinfectantes en las partes eléctricas para que no dañen las tarjetas electrónicas que traen dichas camas.

#### **Respecto de las tierras.**

**ECUN-106-2012:** Las tierras eléctricas en los hospitales deben ser construidas con redundancia.

**ECUN-107-2012:** En los quirófanos, todo equipo que no posea un sistema aislado de tierra deberá ser protegido mediante la conexión de interruptores diferenciales.

**ECUN-108-2012:** La cama eléctrica de los pacientes y la mesa de operaciones deben siempre estar aterrizadas.

**ECUN-109-2012:** Todo quirófano debe tener siempre dos embarrados:

- a) Embarrado de puesta a tierra (P.T.)
- b) Embarrado de equipotencialidad (E.E).

**ECUN-110-2012:** No se deben tener lazos de tierra en un mismo circuito.

**ECUN-111-2012:** No se debe tener junto a la cama eléctrica equipos sin conexión a tierra.

**ECUN-112-2012:** Todo equipo eléctrico que se encuentra en un hospital debe tener un sistema de puesta a tierra.

**ECUN-113-2012:** En todas las áreas de cuidado de pacientes, para dar protección contra electrocución, los tomacorrientes y equipos eléctricos fijos deben estar conectados a un sistema de puesta a tierra redundante, conformada por:

- a) Un conductor de cobre aislado debidamente calculado, instalado junto con los conductores de suministro del circuito derivado correspondiente y conectado tanto al terminal de tierra del tomacorriente como al punto de tierra del panel de distribución.
- b) Una canalización metálica que aloje en su interior al circuito derivado mencionado y conectada en ambos extremos al terminal de tierra.

**ECUN-114-2012:** Los electrodos de puesta a tierra deben estar lo más cerca posible al neutro del sistema.

**ECUN-115-2012:** Todos los gabinetes y partes más accesibles de los equipos electro médicos deben estar conectados a tierra de modo que si un conductor vivo hace contacto con el gabinete, la corriente de falla se irá a tierra y no producirá ningún problema en los pacientes.

**ECUN-116-2012:** No se deben instalar tomacorrientes improvisados en ninguno de los circuitos de áreas hospitalarias menos en áreas críticas como quirófanos, UCIN, emergencias.

**ECUN-117-2012:** No utilizar adaptadores de dos a tres conductores en equipos de uso médico, ya que interrumpen el retorno a tierra en caso de falla.

**ECUN-118-2012:** Las conexiones de tierra de todas las tomas en la proximidad del paciente deben ser radiales.

**ECUN-119-2012:** Todas las mesas de quirófano deben tener una toma de tierra que evite descargas a través del paciente.

**ECUN-120-2012:** Todas las masas metálicas deben conectarse a un embarrado común de puesta a tierra de protección y este debe estar conectado a la puesta a tierra general del edificio.

**ECUN-121-2012:** Las (Tierras radiales de equipotencialidad – TRE), que son las tomas de tierra asociadas a las superficies eléctricamente conductoras como, puertas, rejillas del sistema de climatización, guillotinas, tomas de gases medicinales, lámpara quirúrgica, mesa quirúrgica, suelo conductor (antielectroestático), etc. Deben ser individuales, su resistencia, entre la TRE y el embarrado de Equipotencialidad, debe ser 100 m (mili ohmios) y su diferencia de potencial eficaz, entre la TRE y el EE, será 10 mVac.

**ECUN-122-2012:** Se recomienda tener una resistencia entre la puesta a tierra y los puntos eléctricos de tierra menor a  $0.2\Omega$ .

**ECUN-123-2012:** Se recomienda un Voltaje no mayor a 10 mV entre la barra equipotencial y puntos de conexión a tierra, resistencia menor a  $0.1\Omega$ .

**ECUN-124-2012:** Todo paciente que se encuentre hospitalizado, cateterizado o sea portador de cualquier tipo de prótesis electrónica, debe tener a su alrededor una derivación de la tierra común llamada “**tierra del paciente**”, generalmente conectada a una placa de tierra colocada en la cabecera de la cama del paciente.

**Respecto de los interruptores diferenciales.**

**ECUN-125-2012:** Los interruptores diferenciales deben incluirse:

- a) Los circuitos de iluminación.
- b) En circuitos de tomacorrientes que no sean para equipos de seguridad de vida.
- c) En circuitos de rayos X, por los elevadores de voltaje que utilizan.
- d) En la cocina y lavandería por ser sitios húmedos.
- e) En consultorios médicos.

**ECUN-126-2012:** Todo el cableado necesario para alimentar un circuito crítico debe pasar a través del interruptor diferencial.

**ECUN-127-2012:** Los conductores de fase no deben tener unión con tierra debajo del interruptor, lo mismo que el conductor de neutro.

**ECUN-128-2012:** Si se montan varios interruptores diferenciales en una distribución determinada, hay que prever una barra de neutro independiente para cada uno de ellos, para evitar disparos erróneos.

**ECUN-129-2012:** La resistencia de puesta a tierra en los elementos protegidos no debe ser mayor que la razón entre la tensión máxima admisible de contacto y

la corriente de operación residual nominal del diferencial (por ejemplo:  $24 \text{ V} / 0,03\text{A} = 800 \text{ ohm}$ ).

**ECUN-130-2012:** Se recomienda que el conductor de protección no se instale en un caño junto con otros cables antes del diferencial, pues al producirse una avería en la aislación entre un conductor de fase y el de protección, se pueden transmitir tensiones de defecto al medio de servicio protegido, sin que dispare el interruptor diferencial.

**ECUN-131-2012:** Si los fusibles debajo del diferencial deben ser seleccionados del mismo calibre o menor que el máximo corte por fusión de acuerdo a las tablas.

**ECUN-132-2012:** El fusible de respaldo que se coloca arriba del interruptor diferencial puede tener un calibre que se corresponda con la sección del conductor de alimentación ya que el calibre de este fusible no tiene ningún efecto en el funcionamiento del diferencial.

### **Respecto del Transformador de aislamiento.**

Aunque los equipos estén bien conectados a tierra, pueden existir otras descargas debido al contacto accidental de algún cable eléctrico o fallo de la conexión a tierra.

Por ello, se requieren sistemas que aislen eléctricamente la red eléctrica del paciente y de esta forma se rompa el bucle de corriente y se minimicen los peligros de descarga. Estos sistemas son los transformadores de aislamiento.

**ECUN-133-2012:** El empleo de transformadores de aislamiento en cada uno de los quirófanos es obligatorio, de esta forma se elimina la referencia a tierra para el equipo que se alimenta de este tomacorriente.

**ECUN-134-2012:** Todo transformador de aislamiento debe tener un detector de falla a tierra, que automáticamente desconecta la alimentación y activa una alarma cuando la corriente entre los 2 cables del secundario es mayor a un valor establecido (3 mA.).

**ECUN-135-2012:** Debe haber como mínimo un transformador de aislamiento por sala de intervención, para asegurar la alimentación eléctrica a aquellos equipos que al quedarse sin ella pueden poner en peligro al paciente y/o al personal.

**ECUN-136-2012:** El primario y el secundario de un transformador de aislamiento no pueden exceder los 600 Voltios cuando el sistema de aislamiento suministra energía a un área de anestias o a otra área crítica de cuidados de pacientes. (Ref. Respecto de los gases y circuitos de aireación).

**ECUN-137-2012:** El tamaño del transformador de aislamiento debe estar limitado a 10 KVA o menos.

**ECUN-138-2012:** Aunque en las salas de operación más sofisticadas, la carga del equipo raramente es mayor que 5 KV se debe calcular correctamente el tamaño.

**ECUN-139-2012:** Los dispositivos alimentados a través de un transformador de aislamiento no deben protegerse con diferenciales en el primario ni en el secundario del transformador.

**ECUN-140-2012:** Se deben emplear dispositivos de protección diferencial de alta sensibilidad (30 mA.) y de clase A, para la protección individual de aquellos

equipos que no estén alimentados a través de un transformador de aislamiento, aunque el empleo de los mismos no exime de la necesidad de puesta a tierra y equipotencialidad. **ITC BT-38**

**ECUN-141-2012:** Las características que debe tener el transformador de aislamiento están referenciadas en la norma UNE 20.615 apartado 4.

**ECUN-142-2012:** El único equipo de fuerza que no pasa por el transformador de aislamiento es el aparato de Rayos X, por tal razón el mismo debe estar protegido individualmente contra sobreintensidades y con un dispositivo de protección diferencial de alta sensibilidad.

**ECUN-143-2012:** Los equipos alimentados a través de un transformador de aislamiento no deben protegerse con diferenciales en el primario ni en el secundario del transformador.

**ECUN-144-2012:** Todos los receptores invasivos en el organismo de los pacientes, deben conectarse a la red de alimentación a través de un transformador de aislamiento. **(REBT 2002. -ITC/BT 38)**

**ECUN-145-2012:** Un transformador de aislamiento no debe servir a más de una sala de operaciones (quirófano).

**ECUN-146-2012:** Los fallos de aislamiento jamás deben producir interrupción eléctrica en el sistema de alimentación.

#### **Respecto de los tableros de alimentación.**

**ECUN-147-2012:** El tablero de alimentación principal que energiza esta sala, debe alimentar únicamente a las cargas de los quirófanos.

**Respecto del piso del quirófano.**

**ECUN-148-2012:** Se debe hacer pruebas de medición de la resistencia del piso de esta área cada cierto tiempo, para prevenir posibles pérdidas de aislamiento.

**ECUN-149-2012:** Los suelos de los quirófanos deben ser de tipo electrostáticos con resistencia de aislamiento que no exceda a 1 Mega ohmio. Para ciertos casos la resistencia puede ser un poco superior pudiendo llegar hasta 100 Mega ohmios siempre que se asegure que no haya acumulación de cargas electrostáticas peligrosas.

**ECUN-150-2012:** Todo el personal de cirugía debe usar zapatos conductivos.

**ECUN-151-2012:** Los pisos de los quirófanos deben ser construidos con una malla metálica como base y cubierta por pedazos de carbón, para que presente una baja resistencia.

**ECUN-152-2012:** Las canalizaciones subterráneas del piso de los quirófanos, deben ser de tubo metálico rígido instalado como mínimo a 50 cm de profundidad y cubierto con concreto coloreado de rojo para su identificación.

**Respecto de los aislamientos, tableros de aislamientos, sistemas**

**ECUN-153-2012:** El tablero de aislamiento debe estar alimentado desde el circuito del UPS para evitar posibles pérdidas de alimentación.

**ECUN-154-2012:** El tablero de aislamiento que alimenta circuitos de salas de quirófanos, UCIN, etc., debe tener un breaker de 2 polos para detectar sobrecarga en las líneas de alimentación.

**ECUN-155-2012:** El tablero de aislamiento que alimenta circuitos de salas de quirófanos, UCIN, etc., debe tener su núcleo aterrizado, para proteger al



paciente de una descarga de corriente.

**ECUN-156-2012:** El tablero de aislamiento que alimenta circuitos de salas de quirófanos, UCIN, etc., debe tener un monitor de impedancia que detecte corrientes de 2 a 5 miliamperios, para encender alarma por fuga de corriente.

**ECUN-157-2012:** Los quirófanos deben tener tableros de aislamiento para equipos de Rayos-X ubicados en los pasillos del centro quirúrgico con una toma en cada quirófano.

**ECUN-158-2012:** El sistema de aislamiento debe constar como mínimo de:

- a) Un transformador de aislamiento
- b) Un monitor de aislamiento
- c) Una barra común de equipotencialidad puesta a tierra.
- d) Masas metálicas de todos los equipos electro-médicos, conectados a la barra de equipotencialidad a través de conductores de protección.

**ECUN-159-2012:** Todo equipo médico de preferencia debe tener doble aislamiento ya que este reduce las corrientes de fuga.

**ECUN-160-2012:** Todo quirófano debe tener un sistema aislado (IT) y un sistema de alimentación ininterrumpida.

**ECUN-161-2012:** El cuadro de alarma del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento deberá estar en el interior del quirófano o sala de intervención y debe ser fácilmente visible y accesible, con posibilidad de sustitución fácil de sus elementos.

**ECUN-162-2012:** El dispositivo de vigilancia de aislamiento debe estar programado para que la alarma se active cuando esté interrumpida la tierra o el cable de conexión.

**ECUN-163-2012:** Se debe disponer de un cuadro de alarma para el dispositivo de vigilancia del aislamiento (Repetidor de Alarma) en el interior de la sala vigilada (Quirófano, UCI, etc.) fácilmente visible y accesible.

**ECUN-164-2012:** Se debe llevar un control semanal del correcto estado de funcionamiento del dispositivo de vigilancia de aislamiento y de los dispositivos de protección.

**ECUN-165-2012:** Se debe tener el cuidado de que visualmente estén diferenciadas las alarmas de pérdida de tierra o conexión del cable de alimentación, de la alarma para pérdida de aislamiento.

**ECUN-166-2012:** El valor de disparo de la alarma de falta de aislamiento debe ser ajustable entre 50 k y 500 k.

**ECUN-167-2012:** El detector de Aislamiento Permanente debe de disponer de una salida de detección de la continuidad de la tierra (UNE 20460-7-710) conectada al extremo del último embarrado, para poder detectar cualquier interrupción de la toma de tierra o una de las conexiones entre los embarrados, que de otra forma no lo haría.

**ECUN-168-2012:** El tablero de aislamiento del quirófano debe ser exclusivo de esta sala.

**ECUN-169-2012:** Los tableros de aislamiento y de emergencia deben estar bien identificados.

**ECUN-170-2012:** Los tableros de aislamiento para uso hospitalario en salas de cirugía, cuidados intensivos, cuidados coronarios, deben ser tableros certificados para uso hospitalario y deben cumplir con los requerimientos de

normas técnicas internacionales, de reconocimiento internacional o NTC que aplique a este tipo de tableros, tales como la UL1047.

**Respecto de los tableros de fuerza y control.**

**ECUN-171-2012:** El tablero de fuerza y control para equipos de rayos X (150KW), debe tener fusibles ultra rápidos con sus respectivas bases, para protección rápida.

**ECUN-172-2012:** El tablero de fuerza y control para equipos de rayos X (150KW), deben tener interruptores (breakers) electromagnéticos diferenciales, para protección termomagnética y diferencial.

**Respecto a la equipotencialidad:**

**ECUN-173-2012:** Todos los equipos y masas metálicas extrañas a la instalación eléctrica, con partes conductoras accesibles tales como radiadores, marcos de ventana metálicos, lavabos, torretas de gases ventanas, camas, poliductos, etc., deben conectarse en forma radial a la barra equipotencial de la sala, para mantenerlas a todas a un mismo potencial.

**ECUN-174-2012:** Los tableros o paneles de distribución de los sistemas normal y emergencia que alimenten la misma cama de paciente deben conectarse equipotencialmente entre sí mediante un conductor de cobre aislado de calibre no menor al 10 AWG.

**Respecto de los bisturís eléctricos.**

**ECUN-175-2012:** Al realizar operaciones con electro bisturís se debe asegurar

que no haya presencia de anestésicos, soluciones inflamables, cortinas quirúrgicas, o entornos con altas proporciones de gases oxidantes como óxido nitroso u oxígeno.

**ECUN-176-2012:** La potencia del bisturí debe ser la más ajustada posible para que no se produzcan chispas.

**ECUN-177-2012:** El bisturí eléctrico debe usarse a más de 20 cm del generador.

**Respecto de los circuitos de emergencia:**

**ECUN-178-2012:** Los quirófanos deben poseer dos circuitos de alumbrado: El normal y el de emergencia.

**ECUN-179-2012:** La planta de emergencia debe tener preferentemente transferencia automática en lugar de manual.

**ECUN-180-2012:** La planta de emergencia debe entrar a trabajar en el caso de una falla, máximo en 2 segundos.

**ECUN-181-2012:** Todos los circuitos de la red de emergencia deben ser protegidos mecánicamente mediante canalización metálica no flexible.

**Respecto de la identificación de los equipos según el estado funcional.**

**ECUN-182-2012:** Todos los equipos e instalaciones deben estar identificados de manera que los usuarios puedan conocer el estado funcional de los mismos. La identificación deberá ser con etiquetas que tengan los siguientes colores:

- a) Rojo: Indica que el equipo está fuera de servicio y por tanto se prohíbe su utilización.

- b) Amarillo: Indica que el equipo se encuentra bajo pruebas y por tanto solo se puede utilizar bajo la debida autorización.
- c) Verde: Indica que el equipo está en óptimas condiciones y por tanto se lo puede utilizar.

**Respecto de los suministros complementarios.**

**ECUN-183-2012:** Es obligatorio disponer de un suministro especial complementario, por ejemplo con baterías, para hacer frente a las necesidades de las lámparas de quirófano y equipos de asistencia vital, debiendo entrar en servicio automáticamente en menos de 0,5 segundos (corte breve) y con una autonomía no inferior a 2 horas.

**ECUN-184-2012:** Además del suministro complementario de reserva requerido en la IT-BT-28 será obligatorio disponer de un suministro especial complementario, por ejemplo con baterías, para hacer frente a las necesidades de la lámpara de quirófano o sala de intervención y equipos de asistencia vital, debiendo entrar en servicio automáticamente en menos de 0,5 segundos (corte breve) y con una autonomía no inferior a 2 horas.

**ECUN-185-2012:** Todo el sistema de protección deberá funcionar con idéntica fiabilidad tanto si la alimentación es realizada por el suministro normal como por el complementario.

**Respecto de la central de acondicionadores de aire:**

**ECUN-186-2012:** Se recomienda la existencia de un climatizador por quirófano.

**ECUN-187-2012:** La toma de aire debe ser del 100% exterior y cuidar la

situación de la misma

**ECUN-188-2012:** Los acondicionadores de aire debe estar en funcionamiento las 24 h.

**ECUN-189-2012:** Los acondicionadores de aire debe proveer un mínimo de 20 renovaciones de aire x hora. (UNE100713).

**ECUN-190-2012:** Los acondicionadores de aire debe tener 3 etapas de filtrado, con filtro HEPA terminal.

**ECUN-191-2012:** Los conductos de las centrales de aire deben ser lo más cortos posibles y que permitan la limpieza.

**ECUN-192-2012:** La distancia que separa el climatizador del quirófano debe ser lo más corta posible.

**ECUN-193-2012:** Se debe mantener una presión positiva respecto de las zonas adyacentes al quirófano.

**ECUN-194-2012:** La toma de aire debe ser 100% de exterior y se debe cuidar siempre el estado de la misma.

**ECUN-195-2012:** Las instalaciones de aire acondicionado deben ser exclusivas para el bloque quirúrgico, es decir no debe compartir con otras áreas.

**ECUN-196-2012:** Las carcasas de los motores de los acondicionadores de aire deben estar debidamente aterrizadas.

**ECUN-197-2012:** Las tuberías de las instalaciones eléctricas de los aires no deben presentar ningún tipo de daños como corrosión.

**ECUN-198-2012:** El cuarto de aires acondicionados deben contar con suficiente ventilación.

**ECUN-199-2012:** Se debe contar con un circuito derivado individual para

alimentar solo la carga de los motores de esta área.

**ECUN-200-2012:** Las carcasas de los tableros que alimentan estos equipos deben estar debidamente aterrizadas.

**ECUN-201-2012:** Los tableros de alimentación eléctrica deben estar cerrados con la debida seguridad.

**ECUN-202-2012:** Los tableros de control de las unidades de aires deben poseer la debida protección contra sobrecorrientes, fallas a tierra, etc.

**ECUN-203-2012:** Los tableros de los motores de las bombas que recirculan el agua helada al hospital deben tener interruptores diferenciales.

**ECUN-204-2012:** El tablero de bombas para recircular el agua helada al hospital, debe estar bien señalizado y en excelentes condiciones, sin exceso de desgaste.

**ECUN-205-2012:** Los aires acondicionados deben proveer una temperatura y humedad adecuada para el uso del hospital.

**ECUN-206-2012:** Los aires acondicionados deben crear una pureza de olores, ventilación adecuada y filtraje de alta eficacia.

**ECUN-207-2012:** Los aires acondicionados deben crear la presión o depresión del ambiente para evitar la circulación de corrientes o aires viciados.

**ECUN-208-2012:** Para evitar infecciones de origen hospitalario, se recomienda una revisión anual de la acumulación ambiental de partículas en los quirófanos, mediante un contador láser dotado de una sonda isocinética.

**ECUN-209-2012:** El quirófano debe mantener una presión positiva que evite la entrada del exterior de aire, evitando la entrada de microorganismos que pudieran afectar la salud del paciente.

**ECUN-210-2012:** La temperatura se debe mantener entre 22 - 26 °C., según la norma de la UNE 100713 AENOR para instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.

**ECUN-211-2012:** La humedad relativa se debe mantener entre 45–55%, según la UNE 100713 AENOR para instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.

**ECUN-212-2012:** Los acondicionadores de aire de ventana monofásicos, no deben conectarse a los circuitos esenciales ni a circuitos que alimenten equipos médicos.

#### **Respecto de la documentación.**

**ECUN-213-2012:** Se debe llevar un registro histórico de accidentes eléctricos ocurridos en el área.

**ECUN-214-2012:** Se debe llevar un registro histórico de todas las fallas y reparaciones que se le ha hecho a un equipo médico.

#### **Respecto de los controles.**

**ECUN-215-2012:** Se debe llevar un registro con fecha y hora de todas las alarmas, indicando inicio, fin. (Alarmas de pérdida de aislamiento, de pérdida de tierra, de pérdida de conexión del cable, etc.).

**ECUN-216-2012:** Con frecuencia mínima mensual se debe medir la resistencia de aislamiento y la continuidad de los diversos circuitos en el interior de los quirófanos.

**ECUN-217-2012:** El mantenimiento de los diversos equipos debe efectuarse de



acuerdo con las instrucciones de sus fabricantes.

**ECUN-218-2012:** Debe haber una señalización muy clara de todas las tomas tanto de grado hospitalario como normales, así como de los paneles primarios y secundarios de distribución eléctrica.

**ECUN-219-2012:** La revisión periódica de todas las instalaciones eléctricas de un quirófano, en general, deben hacerse con una frecuencia mínima anual.

**ECUN-220-2012:** El sistema de transferencia energética se debe revisar cada semana.

**ECUN-221-2012:** Se deben hacer pruebas al menos semestrales para que el sistema de transferencia entre a trabajar a full carga como si el principal estuviera dañado.

**ECUN-222-2012:** Semanalmente se debe inspeccionar los cables eléctricos e interruptores para determinar si tienen cortes, el aislante desgastado, terminales expuestos y conexiones sueltas.

**ECUN-223-2012:** Se debe verificar si los enchufes de las paredes están sobrecargados.

**ECUN-224-2012:** Revisar semanal o mensualmente que nadie haya quitado de los equipos eléctricos la pata de tierra del enchufe de tres patas para colocarla en un enchufe de pared para dos patas.

**ECUN-225-2012:** Todos los controles realizados deben ser recogidos en un "libro de mantenimiento" de cada quirófano, en el que se expresen los resultados obtenidos y las fechas en que se efectuaron, con la firma del técnico que los realizó. En el mismo deberán reflejarse, con detalle, las anomalías observadas, para disponer de antecedentes que puedan servir de base en la

corrección de deficiencias.

**ECUN-226-2012:** Tipos de controles que el personal de mantenimiento debe realizar en forma periódica:

1. **Comprobación de enchufes:** Los enchufes deben tener una conexión adecuada y poseer los valores de tensión para los que se han diseñado. Los enchufes deben constar de tres terminales (activo, neutro y masa) por lo que pueden producirse diversos fallos:
  - a) Alguna conexión abierta o inexistente (3 casos posibles).
  - b) Hilos intercambiados (3 casos posibles).

Existen tres contactos y cada uno puede tener 4 estados: abierto, activo, neutro y tierra).

Existen dispositivos diseñados para comprobar el estado del enchufe. En algunos se pueden leer 24 de las 43 situaciones posibles.

2. **Comprobación de la resistencia de tierra:** Consiste en hacer circular por el terminal de tierra una corriente elevada (1A) y comprobar la tensión entre tierra y el neutro. La resistencia obtenida en cualquier caso debe ser inferior a 0.2 S.  
  
Esta prueba nunca debe hacerse cuando exista riesgo de microshock, y en general cualquier riesgo para los pacientes o personal sanitario.  
  
Esta resistencia entre ramas de distinta tierra debe ser inferior a 0.5 Ohmios y entre paneles de distribución diferentes inferior a 1.0 Ohmios.

3. **Revisión de corrientes de fuga:** Las corrientes de fuga del chasis deben ser inferiores a 500 $\mu$ A en equipos que no tengan contacto con los pacientes

e inferiores a 100  $\mu$ A en los que sí tengan contacto.

4. **Resistencia fin de tierra – Chasis del equipo.** La resistencia entre la tierra del enchufe y el chasis del equipo o cualquier punto metálico externo no debe superar 0.15 Ohmios.
5. **Revisión de corrientes de fuga en los hilos del paciente.** Las corrientes de fuga de los cables de contacto con el paciente o de los electrodos, deben tenerse en cuenta puesto que estos contactos suelen presentar bajas impedancias y pueden provocar riesgos o daños en el paciente.

La corriente de fugas en este caso debe ser inferior a 50 mA. En cables aislados esta corriente debe ser inferior a 10 mA. Estos electrodos o cables aislados deben utilizarse para conectar catéteres o electrodos en el corazón. Lamentablemente para medir estas corrientes debe estar conectado el paciente.

Cada vez que se instale un nuevo equipo en estas áreas críticas, se debe hacer un recalcu de la carga total para verificar si no están sobrecargados los transformadores y así tomar los correctivos del caso.

Se deben revisar los tableros de aislamiento y de emergencia con una frecuencia semanal.

**ECUN-227-2012:** La revisión, mantenimiento o cambio de los filtros de A/C debe realizarse semanalmente.

**ECUN-228-2012:** Se debe verificar la continuidad eléctrica de todos los circuitos a tierra.

**ECUN-229-2012:** Se deben controlar los aparatos y todas las superficies conductoras accesibles y que no llevan corriente, con el fin de que no tengan una pérdida excesiva de corriente.

**ECUN-230-2012:** Verificar que la superficie física de los equipos portátiles y fijos no esté dañada (por ejemplo superficies rajadas, abolladas o deformadas), de ser así, se deben someter a una minuciosa inspección para determinar si existe un peligro potencial.

**ECUN-231-2012:** Verificar que los equipos y muebles que no tienen electricidad estén conectados al punto de tierra para el paciente (exceptuando las sillas, la bacinilla y otros elementos similarmente pequeños no requieren conexión a tierra).

**ECUN-232-2012:** Controlar la continuidad a tierra entre todas las superficies conductoras expuestas que no tienen corriente en la vecindad del paciente. Este control es imperativo en esta área y deberá realizarse cada tres meses.

**ECUN-233-2012:** Controlar la tensión de los resortes de las ranuras de los tomacorrientes, la ranura de conexión a tierra en particular. Los controles regulares servirán para identificar aquellos tomacorrientes regulares y remplazarlos antes de que se presenten fallos. Cada mes.

**ECUN-234-2012:** Se deben realizar pruebas de aislamiento entre la línea de alimentación y los elementos expuestos de los instrumentos.

**ECUN-235-2012:** Se debe verificar la correcta puesta a tierra del gabinete.

**ECUN-236-2012:** Se debe realizar pruebas de aislamiento entre canales, (entre terminales conectadas al paciente).

**ECUN-237-2012:** Se debe realizar una prueba de aislamiento entre canal y el

gabinete.

**ECUN-238-2012:** Se debe realizar una prueba de Aislamiento entre fase y neutro del cordón de alimentación y tierra (fase- tierra, neutro-tierra).

**ECUN-239-2012:** Se debe realizar mediciones de puesta a tierra.

**ECUN-240-2012:** Se debe realizar mediciones de la resistencia de aislación para asegurar que los conductores eléctricos estén adecuadamente aislados y en buen estado dentro de los conductos eléctricos.

**ECUN-241-2012:** Se debe realizar medición de la tensión, corriente y potencia de los circuitos de alimentación y el consumo de los diferentes equipos eléctricos para verificar el correcto dimensionamiento y cálculo de los tableros eléctricos.

**ECUN-242-2012:** Se debe realizar mediciones de temperatura de los tableros eléctricos, con termómetros digitales de precisión para asegurar el correcto dimensionamiento térmico y evitar aumentos de temperatura comparando los valores obtenidos con la potencia disipable establecida en los datos de placa.

**ECUN-243-2012:** Se debe realizar pruebas de la Operación de Interruptores diferenciales y la conexión de puesta a tierra comprobando la descarga del mismo a tierra mediante dispositivos de prueba muy bien calibrados.

**ECUN-244-2012:** Se deben realizar pruebas al piso conductor con una frecuencia semanal. Para la medición de la resistencia del piso se utiliza un megóhmetro que trabaje a 10A y 6V aproximadamente, se colocan dos electrodos de 2.2 Kg y 6.75 cm de diámetro separados 1m., el valor promedio obtenido de cinco o más mediciones debe encontrarse entre 25 k $\Omega$  y 1 M $\Omega$ , la resistencia entre tierra y el piso conductor también se encuentra dentro de

estos valores promedio.

**ECUN-245-2012:** Se deben realizar pruebas de la puesta a tierra de los muebles fijos o rodantes con una frecuencia semanal. Los muebles fijos, accesorios de servicios, camillas, mesa de operación, etc., deben tener entre la zona de apoyo y las zonas conductoras más accesibles, una resistencia no mayor a 250k $\Omega$ . Para hacer la medición se debe colocar un electrodo en una de las partes más accesibles del mueble y el otro electrodo a 1mt. de distancia, el valor que se obtenga debe ser aproximadamente 250k $\Omega$  más la resistencia propia del suelo en ese lugar.

#### **Respecto del control de incendios.**

**ECUN-246-2012:** Los Extintores que se deben usar en los quirófanos son los de CO<sub>2</sub> de 5 kg o Extintores de gases según norma IRAM 3526-0 para fuegos tipo BC.

- a) **Clase B:** Incendios que implican líquidos inflamables o sólidos licuables, como el petróleo o la gasolina, aceites, pintura, algunas ceras y plásticos.
- b) **Clase C:** Incendios que implican gases inflamables, como el gas natural, el hidrógeno, el propano o el butano.

**ECUN-247-2012:** Tanto los quirófanos como el cuarto de gases, se deben considerar zonas de alto riesgo de incendio o explosión, por tanto se las cataloga como de Clase I – Zona I.

**ECUN-248-2012:** La zona situada debajo de la mesa de operaciones se clasifica como Clase I – Zona II y puede considerarse como zona sin riesgo de incendio o explosión siempre que se asegure una ventilación de 15 renovaciones de aire

/hora.

**ECUN-249-2012:** En los quirófanos y en las salas de gases los equipos e instalaciones eléctricas deben ser a prueba de explosión.

**ECUN-250-2012:** En las instalaciones se debe utilizar tubo conduit (metálico) tipo pesado y roscado.

**ECUN-251-2012:** Todos los tomacorrientes y clavijas de los aparatos o instrumentos deben contar con un medio para conectar el conductor de tierra del cable.

**ECUN-252-2012:** Todas las áreas críticas hospitalarias deben poseer un excelente aislamiento para prevenir incendios.

**ECUN-253-2012:** Todas las fuentes de ignición, como fusibles, interruptores, contactos, deben instalarse en cajas a prueba de explosión.

**ECUN-254-1012:** Las cajas de conexión y los accesorios deben ser a pruebas de explosión, roscados para su conexión con el tubo, por lo menos con 5 vueltas completas de rosca.

**ECUN-255-2012:** Todos los equipos deben tener indicada la temperatura máxima de operación para los cuales han sido probados.

**ECUN-256-2012:** Los conductores que se utilicen en estas áreas deben ser únicamente del tipo MC, MI o de fibra óptica no conductora.

**ECUN-257-2012:** Debe colocarse sellos en el interior de los tubos (conduit) para evitar el paso de gases, vapor o llamas de un lugar a otro, instalados de tal manera que los gases que ingresen a la tubería de un lugar peligroso no pasen al tubo que está más allá del sello, en los siguientes casos:

- a) Tubos que entren a cubiertas donde hubieran aparatos que puedan

producir chispas, arcos o temperaturas elevadas.

b) Tubos que salgan de un área Clase I – Zona I .

**ECUN-258-2012:** Se debe colocar letreros de “NO FUMAR” tanto en la entrada como en el interior de estas áreas.

**ECUN-259-2012:** La sala de transformadores y generadores debe tener un muro reforzado (murete de 15cm de espesor) para retardar y disminuir la propagación de las llamas en caso de un incendio (resistencia al fuego mínima de 3 horas). Art. 450 parte C NEC.

**ECUN-260-2012:** Estas salas de transformadores y generadores no deben utilizarse como bodega de productos ajenos al área y menos si estos son inflamables.

#### **Respecto de los desfibriladores (Ref. norma internacional IEC- 60601-2-2)**

**ECUN-261-2012:** Ubicar los equipos desfibriladores en áreas seguras lejos de los pacientes.

**ECUN-262-2012:** Conectar siempre los equipos desfibriladores a redes de alimentación referenciadas a tierra.

**ECUN-263-2012:** En todo quirófano, debe existir una toma eléctrica independiente para conectar los desfibriladores y las bombas de circulación extracorpórea.

**ECUN-264-2012:** Se debe contar siempre con un analizador para desfibriladores para hacer su calibración respectiva.

**ECUN-265-2012:** La calibración de desfibriladores se debe hacer bajo las condiciones de ambiente siguientes:



- a) Humedad relativa: 25 – 95%
- b) Temperatura ambiente: 15 a 25 °C
- c) Variables a ser medidas:
  - E: Energía suministrada por el desfibrilador
  - Vpk: Voltaje de pico suministrado por el desfibrilador
  - Ipk: Corriente de pico suministrada por el desfibrilador
  - t50: Ancho de pulso al 50% de la onda.
  - t10: Ancho de pulso al 10% de la onda

**ECUN-266-2012:** El desfibrilador debe estar conectado permanentemente a la corriente alterna, ya que con esto se garantiza la carga continua de las baterías de corriente continua, con las cuales realmente funciona el equipo.

**ECUN-267-2012:** Se debe realizar la prueba de energía de descarga del desfibrilador al menos cada 24 horas. Para esto se carga el aparato con una energía determinada y se descarga sobre el mismo equipo, generalmente sobre unas placas metálicas, registrándose en la pantalla el valor real de la energía liberada.

**ECUN-268-2012:** Se debe mantener al paciente así como la zona del paciente absolutamente seco, si el desfibrilador necesita ser utilizado.

**ECUN-269-2012:** No se debe tocar el electrodo al momento de desfibrilar.

**ECUN-270-2012:** Nunca conectar, desconectar o encender el equipo, mientras la mano u otra parte del cuerpo estén en contacto con el agua, radiadores, o fontanería.

**ECUN-271-2012:** Limpiar los electrodos después de utilizarlos para evitar la corrosión.

**ECUN-272-2012:** Para verificar el desfibrilador, no permitir que las palas se toquen, colocar una frente a otra pero sin tocarse.

#### **Respecto de la central de transformadores**

**ECUN-273-2012:** La central de transformadores debe contar con un muro de piedra seca o murete para evitar la propagación de incendios.

**ECUN-274-2012:** La central de transformadores debe ser construida con material de concreto reforzado con 15 cm de espesor de tal forma que pueda tener una resistencia al fuego mínima de 3 horas.

**ECUN-275-2012:** La central de transformadores debe contar con una excelente ventilación.

#### **Respecto de los generadores**

**ECUN-276-2012:** Todos los generadores deben tener un sistema de control de alarma.

**ECUN-277-2012:** El sistema de alarmas debe controlar los siguientes puntos en el generador:

- a) Alto/bajo voltaje generado
- b) Alta/baja corriente generada
- c) Baja presión del aceite motor
- d) Alta temperatura del refrigerante motor
- e) Sobrevelocidad del motor
- f) Falla arranque del motor
- g) Falla parada del motor

h) Alto/bajo voltaje batería del motor

i) Parada de emergencia del motor

**ECUN-278-2012:** Los sistemas de arranque y funcionamiento de un generador deben poder controlarse local o remotamente mediante programas vía internet.

**ECUN-279-2012:** El sistema de maniobra para el generador de energía complementaria debe ser operado por un Autómata Programable o Controlador Lógico Programable (PLC), el cual envía la señal de arranque al (los) generador(es). De esta forma se consume un menor tiempo en la puesta en marcha.

**ECUN-280-2012:** En esta sala no debe haber almacenados materiales ajenos al lugar o inflamables.

**ECUN-281-2012:** Todos los generadores deben tener sistemas de protección contra sobrecorrientes.

**ECUN-282-2012:** Los generadores deben ser capaces de funcionar al 100% de la carga de todo el centro hospitalario.

**ECUN-283-2012:** El cuarto de generadores debe tener suficiente ventilación.

**ECUN-284-2012:** Las partes vivas del generador no deben estar expuestas al contacto con las personas.

**ECUN-285-2012:** Se deben revisar cada año para establecer si están trabajando con sobrecarga por los continuas adquisiciones de nuevo equipo eléctrico, de ser así se deberán tomar los correctivos del caso para que se redimensione la carga.

**ECUN-286-2012:** Se debe llevar un registro histórico, fallos, accidentes, reparaciones.

**ECUN-287-2012:** Aquellos generadores que requieran conectarse en paralelo por así exigirlo las condiciones de carga, deberán tener un tablero de paralelismo que los conecte a una misma barra, con controles que detecten igual voltaje, igual frecuencia y el mismo sentido de rotación.

### **Respecto de los calderos**

**ECUN-288-2012:** Los tableros de los motores deben estar bien cableados, deben tener protección para sobrecorrientes y fallas a tierra.

**ECUN-289-2012:** Los paneles de distribución deben ser de material no combustible y resistente a la humedad.

**ECUN-290-2012:** Los cables que alimentan los tableros eléctricos deben estar bien sellados para que los conductores no sufran daños.

**ECUN-291-2012:** Los calderos deben poseer medios para limitar la temperatura que corten el suministro de combustible, para que la temperatura del agua, no exceda la temperatura máxima permisible, y durante su funcionamiento no se produzcan cambios del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor.

**ECUN-292-2012:** Todos los calderos se deben someter a inspecciones, pruebas y verificaciones mínimas de funcionamiento con una frecuencia mensual.

**ECUN-293-2012:** Las válvulas de seguridad deben tener una calibración anual.

**ECUN-294-2012:** Las válvulas de seguridad deben ser revisadas en forma periódica mensualmente.

**ECUN-295-2012:** Se debe hacer un tratamiento químico tanto interno como externo, de las aguas de los calderos cada cierto tiempo bimensual o trimestral, de modo de evitar la corrosión, sedimentación, baja producción, escapes, daños

de equipos, lesión o muerte de las personas.

**ECUN-296-2012:** Deben tener controladores de nivel y temperatura debidamente certificados en los calderos, y además se deben realizar revisiones con una periodicidad mensual.

### **Respecto de las redes de alimentación eléctrica en los quirófanos.**

La seguridad eléctrica en el quirófano comprende una evaluación cuidadosa y la selección de buenos profesionales, equipos e instalaciones.

Para evitar un choque eléctrico, se deben observar estrictamente las siguientes normas:

**ECUN-297-2012:** Todo hospital para tener permiso de funcionamiento debe tener como mínimo 2 circuitos de alimentación eléctrica, el circuito de alimentación principal o normal y el circuito de emergencia.

**ECUN-298-2012:** El circuito de alimentación de emergencia debe funcionar únicamente cuando la energía del circuito principal no está disponible.

**ECUN-299-2012:** El circuito de alimentación de emergencia debe contar con un sistema de arranque que incluye el detector de ausencia de la alimentación normal y un sistema de transferencia o traspaso de carga que puede ser manual o automático, aunque se prefiere el automático por su mejor tiempo de respuesta.

**ECUN-300-2012:** A pesar de que la alimentación eléctrica normal es proveniente de la calle y su calidad depende de la empresa proveedora, se debe garantizar la continuidad de la energía.

**ECUN-301-2012:** La diferencia de potencial entre las masas de dos equipos no debe superar los 500 mV en áreas generales y los 40 mV en áreas de cuidados (cuidados intensivos, quirófanos, habitaciones) bajo condiciones normales de funcionamiento. (NEC)

La infraestructura eléctrica mínima de un quirófano debe ser:

1. Doce tomas eléctricas monofásicas con toma de tierra, 16 amperios.
2. Una toma eléctrica monofásica con toma de tierra, 20 amperios para equipo de rayos X.
3. Ambas tomas repartidos en mínimo 4 ramales de circuitos.
4. Un sistema complementario de alimentación ininterrumpida SAI que alimentará:
  - a) Las lámparas del quirófano
  - b) Las tomas del quirófano exceptuando las de rayos X.
5. Equipos autónomos para iluminación de emergencia de las lámparas.
6. Un mínimo de 2 lámparas de quirófano.
7. El resto de la iluminación se hará mediante luminarias cerradas.

**ECUN-302-2012:** Es muy importante que la empresa autorizada para la instalación eléctrica de estas áreas médicas críticas, presente un informe escrito sobre los resultados de las revisiones y chequeos realizados previo a la entrega de la instalación, este informe debe comprender como mínimo los siguientes puntos:

1. Funcionamiento de las medidas de protección
2. Continuidad de los conductores activos y de los conductores de protección y puesta a tierra.

3. Resistencia de las conexiones de los conductores de protección y de las conexiones de equipotencialidad.
4. Resistencia de aislamiento entre conductores activos y tierra en cada circuito.
5. Resistencia de puesta a tierra.
6. Resistencia de aislamiento de suelos antielectrostáticos
7. Funcionamiento de todos los suministros complementarios.

**ECUN-303-2012:** Estos puntos de chequeo deben hacerse como parte del mantenimiento por lo menos una vez al mes.

**ECUN-304-2012:** Las instalaciones con Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) tendrán una tensión asignada no superior a 24 V en corriente alterna y 50 V en corriente continua. La instalación de los equipos eléctricos se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-EN 60079 -14.

**ECUN-305-2012:** El suministro eléctrico de un quirófano debe ser trifásico con neutro y cable de protección.

**ECUN-306-2012:** El transformador debe de cumplir la norma UNE 20615, que indica que debe de ser estrella triangulo y con una potencia máxima permitida de 7,5 KVA.

**ECUN-307-2012:** Todo quirófano debe tener sistemas de energía eléctrica aislada mediante transformadores de aislamiento.

**ECUN-308-2012:** La distribución del sistema IT en diferentes circuitos secundarios se deberá realizar de forma que, ante una sobreintensidad en uno de ellos, actúe únicamente la protección de dicho circuito y no la del primario. A esto se denomina selectividad de los circuitos.

**ECUN-309-2012:** A la entrada del quirófano debe estar localizado el panel de mando, el mismo que debe ser de fácil acceso para atender cualquier problema eléctrico de forma inmediata.

**ECUN-310-2012:** Se debe utilizar siempre un sistema de protección contra sobrecargas para el transformador de corriente y los circuitos que alimenta.

**ECUN-311-2012:** En sala de cirugía y demás áreas de cuidados críticos, la longitud de los conductores y la calidad de su aislamiento deben ser tal que no genere corrientes de fuga mayores a 10  $\mu$ A y tensiones capaces de producir corrientes en el paciente mayores a 10 mA.

**ECUN-312-2012:** Se emplearán dispositivos de protección diferencial de alta sensibilidad ( $\leq 30$  mA) y de clase A, para la protección individual de aquellos equipos que no estén alimentados a través de un transformador de aislamiento, aunque el empleo de los mismos no exime de la necesidad de puesta a tierra y equipotencialidad.

**ECUN-313-2012:** Un hospital debe tener de preferencia un sistema de gestión programado para el control de la generación y transmisión del sistema eléctrico.

**ECUN-314-2012:** La instalación eléctrica de los edificios con locales para la práctica médica y en concreto para quirófanos o salas de intervención, deberán disponer de un suministro trifásico con neutro y conductor de protección. Tanto el neutro como el conductor de protección serán conductores de cobre, tipo aislado, a lo largo de toda la instalación.

**ECUN-315-2012:** Todos los circuitos que pertenezcan al sistema normal de energía deben originarse en el mismo tablero.



**ECUN-316-2012:** En las áreas críticas como el quirófano, cada cama de paciente debe ser alimentada de por lo menos dos circuitos, de los cuales uno o más de ellos debe provenir del sistema de emergencia y al menos uno ellos debe ser un circuito individual.

**ECUN-317-2012:** La impedancia entre el embarrado común de puesta a tierra de cada quirófano o sala de intervención y las conexiones a masa, o los contactos de tierra de las bases de toma de corriente, no deberá exceder de 0,2 ohmios.

**ECUN-318-2012:** Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vayan dotados dichos equipos.

**ECUN-319-2012:** Si la tensión de servicio en corriente continua es superior a 75 voltios con relación a tierra y existen partes desnudas bajo tensión que puedan tocarse inadvertidamente, el suelo de los pasillos de servicio deben ser eléctricamente aislante

**ECUN-320-2012:** Las piezas desnudas bajo tensión, cuando entre éstas existan tensiones superiores a 75 voltios en corriente continua, deberán instalarse de manera que sea imposible tocarlas simultánea e inadvertidamente.

**ECUN-321-2012:** La instalación eléctrica para los sistemas de rayos X debe ser fija, del calibre adecuado al consumo eléctrico del equipo y completamente independiente y exclusiva.

**ECUN-322-2012:** Todo centro hospitalario debe contar con un circuito de desconexión eléctrica para el sistema de rayos X, con un interruptor de capacidad mínima 50% del régimen momentáneo, o del 100% del régimen

prolongado del equipo de rayos X, de acuerdo al Artículo 517-72 del NEC. El interruptor de este circuito de desconexión debe estar blindado y accesible en un lugar cercano al control del equipo.

**ECUN-323-2012:** Los equipos móviles que exceden el consumo de 60 A requieren un circuito eléctrico independiente y exclusivo de alimentación eléctrica.

**ECUN-324-2012:** No se debe utilizar un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.

**ECUN-325-2012:** Se requieren sistemas que aislen eléctricamente la red eléctrica del paciente usando un transformador especial que convierte el sistema aterrizado en monofásico sin referencia.

**ECUN-326-2012:** Se debe contar con un monitor de aislamiento de línea (LIM) para verificar continuamente la impedancia total del sistema aislado no aterrizado.

**ECUN-327-2012:** Los interruptores con detección de falla a tierra (GFCI), se deben colocar en las tomas fuera del sistema aislado.

**ECUN-328-2012:** Los equipos médicos requieren de un suministro eléctrico especial, sin variaciones y sin interrupciones, en un quirófano se deben utilizar los **UPS ON LINE** de doble conversión ya que garantizan un suministro eléctrico de calidad.

**ECUN-329-2012:** Los circuitos que deben existir siempre en la zona de camas para pacientes de las áreas críticas son: el circuito de alumbrado, el circuito de tomacorrientes y el circuito de equipos.

Los equipos protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente, los cuales tienen superficies conductoras descubiertas deben ser claramente marcados y/o identificados.

**ECUN-330-2012:** En las áreas hospitalarias es importante utilizar conductores de protección (relés o interruptores automáticos) pero estos siempre deben ser del sistema TN-S ya que los de sistema TN suelen causar interferencias lo cual es perjudicial en equipos electrónicos altamente sensibles así como en equipos de telecomunicación. Esta política es aplicable a todas las áreas críticas del hospital así como a las habitaciones de pacientes y cuartos de recuperación.

**ECUN-331-2012:** No es recomendable usar sistemas TN-S en instalaciones con dos o más fuentes de alimentación simultáneas o que incluyan UPS. Esta política es aplicable a todas las áreas críticas del hospital así como a las habitaciones de pacientes y cuartos de recuperación.

**ECUN-332-2012:** Es muy importante tener instalado un “sistema de localización selectiva de fallos de aislamiento” el mismo que pueda indicar los riesgos llegando al detalle de en cual tomacorriente se ha producido el fallo.

**ECUN-333-2012:** Revisar con una frecuencia determinada 1 año que la red eléctrica en uso se encuentre cumpliendo todas las normas de seguridad establecidas.

**ECUN-334-2012:** Se deben realizar medidas de resistencia a tierra en forma periódica.

**ECUN-335-2012:** Todo aislamiento debe verificarse rutinariamente antes de su uso y reemplazarse según haga falta.

**ECUN-336-2012:** Se pondrá a tierra correctamente todos los aparatos eléctricos.

**ECUN-337-2012:** Periódicamente, deben verificarse las situaciones de alto voltaje respecto a acumulación de estática.

**ECUN-338-2012:** Nunca deben emplearse adaptadores de eliminación.

**ECUN-339-2012:** Se deben realizar medidas de continuidad y de resistencia de aislamiento, de los diversos circuitos en el interior de los quirófanos o salas de intervención, como mínimo mensualmente.

**ECUN-340-2012:** Todos los interruptores eléctricos deben estar ubicados a una altura no menor de 1,40 cm del piso.

**ECUN-341-2012:** El área de mantenimiento debe tener alumbrado normal y de emergencia.

**ECUN-342-2012:** No se deben mantener instalaciones eléctricas provisionales ya que pueden ocasionar incendios, pues sobrecargan la red inicialmente diseñada ya que por lo general en estas se utilizan materiales inadecuados y técnicas improvisadas.

**ECUN-343-2012:** Se deben reemplazar todas las instalaciones provisionales por instalaciones permanentes que incorporen medidas de seguridad para el sistema eléctrico.

**ECUN-344-2012:** Todo equipo eléctrico de preferencia debe tener su propio circuito de alimentación independiente, conformado por un breaker, los conductores y el tomacorriente.

**ECUN-345-2012:** Se debe contar con un medio de desconexión general en el lado primario (acometida).

**ECUN-346-2012:** Bajo ninguna circunstancia se podrá utilizar cables de extensiones en las áreas clínicas menos en las áreas hospitalarias críticas.

**ECUN-347-2012:** Nunca se debe conectar cables de 3 alambres a una fuente de 2 alambres.

**ECUN-348-2012:** Los conductores de los sistemas normal, de emergencia y aislado no puesto a tierra, no pueden compartir las mismas canalizaciones.

**ECUN-349-2012:** Los conductores utilizados en áreas hospitalarias críticas deben ser lo más cortos posibles.

**ECUN-350-2012:** Todos los equipos de soporte de vida que se utilizan en las áreas críticas y que por tanto no pueden tener una interrupción en la alimentación eléctrica deben estar conectados a un sistema de UPS.

**ECUN-351-2012:** Las instalaciones se deben subdividir de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a un piso, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

**ECUN-352-2012:** Toda instalación se debe dividir en varios circuitos, según las necesidades, con la finalidad de:

- a) Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- b) Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- c) Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

## **CAPÍTULO III**

### **ÁREA DE UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS.**

#### **3.1 Definición de área de Unidad de Cuidados Intensivos.**

La UCI o Unidad de Cuidados Intensivos es una sección especializada de los hospitales, que se encarga de dar medicina intensiva a las personas que requieren cuidado constante y atención especializada durante las 24 horas del día. Debido a que su estado es muy crítico. Esta unidad cuenta con equipamiento y médicos especializados.

El concepto de cuidados intensivos fue creado por la enfermera Florence Nightingale en 1854, durante la Guerra de Crimea. Florence consideró que era necesario separar a los soldados en estado de gravedad de aquellos que solo tenían heridas menores para cuidarlos de manera especial. Logrando reducir la tasa de mortalidad de la batalla de un 40% a un 2%.



**Figura. 3.1** *Vista de Unidad de Cuidados Intensivo.*

Foto tomada en Unidad de Cuidados Intensivo del Hospital Luis Vernaza.

### **3.2 Equipos médicos utilizados en Cuidados Intensivos.**

En el área de cuidados intensivos se utiliza un gran número de equipos, entre los más importantes y frecuentes encontramos:

1. Negatoscopio,
2. Electrocardiógrafo
3. Máquina de terapia respiratoria

**Respiradores mecánicos (también llamados ventiladores)** Son máquinas que ayudan a respirar al paciente a través de un tubo que se introduce por la boca o la nariz hasta la tráquea y se conecta al respirador.

4. Equipos de hemofiltración para fracaso renal agudo,
5. Equipo de monitorización de cabecera cardiovascular avanzados,
6. Vías endovenosas para infusiones farmacológicas o para nutrición parental.
7. Tubos nasogástricos
8. Bombas de succión
9. Bombas de infusión
10. Drenajes
11. Catéteres.
12. Líneas individuales para Oxígeno y Aire comprimido medicinal de localización central
13. Una toma de aspiración central.
14. Desfibriladores
15. Electrocardiógrafos
16. Carros movibles de paro cardiorrespiratorio
17. Ventilador mecánico con microprocesador (para administración de oxígeno)
18. Centrales de monitoreo con sus debidas alarmas, para aviso al equipo médico cuando los parámetros de las funciones vitales no están dentro de lo normal.
19. Equipo de rayos portátil
20. Oxímetro de pulso
21. Fonendoscopio



22. Monitor cardiaco
23. Tomas de oxígeno de red central
24. Tomas de aire comprimido medicinal
25. Canales de presión invasivos
26. Canales de presión no invasivos
27. Nebulizador
28. Lámpara de procedimientos

### **3.3 Presentación de normas internacionales para la buena utilización de los equipos médicos en área Unidad Cuidados Intensivos UCI.**

De acuerdo a las normas investigadas, todas las normas internacionales están diseñadas, enfocadas para todas las áreas críticas considerando a las mismas de las áreas de quirófanos y cuidados intensivos.

Por tal razón las normas que aplican para esta área tan crítica, son exactamente las mismas que se describen en el capítulo II sobre las normas internacionales para quirófanos. (Ver Anexos 1,6, 7)

### **3.4 Propuesta de normas nacionales para la buena utilización de los equipos médicos en la Unidad de Cuidados Intensivos UCI.**

**ECUN-353-2012:** Toda Unidades de cuidados intensivos debe contar con sistemas de alimentación de emergencia. Los sistemas de alimentación de emergencia deben estar constituidos por sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) como son:

- a) Sistemas de seguridad críticos (alimentación de las áreas de cuidados

intensivos o quirófanos).

b) Sistemas de seguridad estándar (iluminación, servicios de alarma, etc.)

**ECUN-354-2012:** El cableado eléctrico de una unidad de cuidados intensivos debe tener rápida accesibilidad para su reparación, no debe haber necesidad de romper paredes o divisorios.

**ECUN-355-2012:** El compresor que impulsa el oxígeno desde la central debe ser libre de aceite.

**ECUN-356-2012:** En la Unidad de cuidados intensivos, como parte de la seguridad eléctrica se debe usar un sistema de tierra equipotencial y los sistemas de alimentación aislados.

**ECUN-357-2012:** Debe existir sistema de alarmas audibles para caídas de presión en el circuito de oxígeno.

**ECUN-358-2012:** El circuito para la aspiración central debe estar calibrado para proveer un vacío de por lo menos 200 mm Hg en cada salida.

**ECUN-359-2012:** Los ductos de gases deben tener válvulas o mecanismos de cierre parcial, ejecutables manualmente para una rápida reparación.

**ECUN-360-2012:** Los sistemas de climatización deben mantener la temperatura de la Unidad en alrededor de 25-26 grados centígrados.

**ECUN-361-2012:** Los sistemas de climatización deben mantener los niveles de humedad entre 50-60% para prevenir accidentes eléctricos derivados de un ambiente extremadamente seco.

**ECUN-362-2012:** El recambio de aire debe hacerse 4 veces por hora en las habitaciones y 2 recambios en el resto de la Unidad.

**ECUN-363-2012:** En la unidad de cuidados intensivos, los tomacorrientes del

área de camas de pacientes deben ser todos de grado hospitalario.

**ECUN-364-2012:** Se recomienda en el caso de nosocomios que se manejen procedimientos de control del ruido para que este no pase de 20 decibeles en ninguna de sus áreas, aun cuando el oído humano puede escuchar hasta 80 decibeles sin dañarse., pues los pacientes de cuidados intensivos están muy susceptibles y el ruido puede estresarlos.

**ECUN-365-2012:** Las señales que provengan del llamado de los pacientes y de las alarmas de los equipos deben estar reguladas a su mínima intensidad audible para evitar el ruido.

**ECUN-366-2012:** Las paredes y cobertores del piso de la Unidad y de la habitación del enfermo deben tener capacidad para absorber ruidos.

**ECUN-367-2012:** Los enchufes con voltaje y amperaje deben estar de acuerdo a las especificaciones técnicas locales y con la tierra respectiva.

**ECUN-368-2012:** Los enchufes deben estar ubicados a 70 cm. del piso para facilitar la conexión y evitar la desconexión con el pie.

**ECUN-369-2012:** Aparte de la luz normal, debe haber una luz de emergencia suspendida del cielo raso que ilumine la totalidad del paciente con una intensidad de aproximadamente 200-300W.

**ECUN-370-2012:** Debe haber una luz de gran intensidad, 150-200 W, focalizada y con algún sistema de aproximación para la realización de procedimientos específicos.

**ECUN-371-2012:** Debe haber 6 tomacorrientes como mínimo por cada cama de la unidad, pudiendo ser 6 simples, 3 dobles o mixtos, todos puestos a tierra al punto de tierra de referencia.

**ECUN-372-2012:** Todas las tomas sean seis o más deberán ser de grado hospitalario y cada una deberá ser aterrizada por medio de un conductor de cobre aislado de calibre no menor al No. 10 de acuerdo a la sección 250-118 del NEC.

**ECUN-373-2012:** Cada toma deberá estar aterrizada al punto de referencia de tierra mediante un conductor de cobre forrado.

**ECUN-374-2012:** Los tomacorrientes con terminal de puesta a tierra aislada, deben ser identificados mediante un **triángulo color naranja**. Tal identificación debe ser visible después de su instalación.

**ECUN-375-2012:** Los tomacorrientes con terminal de puesta a tierra aislada no deben ser instalados en la vecindad del paciente de cuidados intensivos.

**ECUN-376-2012:** Los equipos alimentados por tomacorrientes con terminal de puesta a tierra aislada, no deben ser instalados en la vecindad del paciente de cuidados intensivos.

**ECUN-377-2012:** La alimentación de energía eléctrica en una unidad de cuidados intensivos debe contar siempre con 2 ramales, un tablero normal y otro de emergencia.

**ECUN-378-2012:** En el área de cuidados intensivos cada puesto de cama de paciente debe ser alimentado al menos de dos circuitos, de los cuales al menos uno debe originarse en un tablero del sistema de emergencia y el otro del circuito principal o individual. (NEC 517.19)

**ECUN-379-2012:** En la unidad de cuidados intensivos, también es obligatorio el uso de UPS o SAI para garantizar que la alimentación eléctrica nunca sea interrumpida.

**ECUN-380-2012:** En la unidad de cuidados intensivos, también se requiere de la presencia de sistemas de aislamientos de seguridad.

**ECUN-381-2012:** Aunque la norma internacional RBT no menciona a las UCIN dentro de las áreas críticas que deben utilizar el sistema de superficies equipotenciales, se ha ampliado la cobertura indicada por la norma hacia las unidades de cuidados intensivos por considerarse de vital importancia.

**ECUN-382-2012:** La puesta a tierra en la vecindad del paciente que esta en áreas de cuidados intensivos, debe ser tal que cualquiera de dos superficies conductivas descubiertas no sobrepasen los 20 mV, medidas a través de una resistencia de 1000 ohmios. En consecuencia la impedancia límite entre dos superficies (eléctricamente conductoras) expuestas sea de 0.2 ohmios.

**ECUN-383-2012:** Los extintores contra incendios en un quirófano deben ser a base de CO<sub>2</sub> / 5Kg o extintores de gases según la norma IRAM 3526-0 / 5Kg.

**ECUN-384-2012:** Para las unidades de cuidados intensivos se recomienda tener un sistema individual IT para cada grupo de cuartos con máximo 4 camas de pacientes.

**ECUN-385-2012:** La capacidad por cama debe ser  $600W \times 4 = 2400 W$

**ECUN-386-2012:** La carga adicional de alta capacidad = 2000W Total = 4400 W

**ECUN-387-2012:** La capacidad del transformador de aislamiento para UCI se debe calcular el tamaño correctamente, por lo general es suficiente uno de 5KVA.

**ECUN-388-2012:** Debe haber un mínimo de 2 extintores por piso, debiendo haber uno necesariamente dentro de los laboratorios, y otro al costado de la puerta de entrada de la UCI.

## **CAPÍTULO IV**

### **ÁREA DE EMERGENCIA.**

#### **4.1 Definición área de Emergencia.**

El departamento de emergencias en un hospital, es un departamento de atención primaria, que ofrece un tratamiento inicial de pacientes con un amplio espectro de enfermedades y lesiones, algunas de las cuales pueden ser potencialmente mortales y requieren atención inmediata.

Los servicios de emergencia de la mayoría de los hospitales operan todo el día.

En el país se habla de tipos de Hospitales modulares y ellos se clasifican de acuerdo a la capacidad de atención, servicios que presten y el número de camas:

1. Tipo A: atención de 2.000 a 10.000 mil pacientes, con capacidad de 20 a 60 camas y pueden ampliarse hasta 120 camas.
2. Tipo B: Atención de hasta 25.000 mil pacientes, con capacidad de 20 a 60

y puede ampliarse hasta 120 camas.

Tipo C: Atención hasta 50.000 mil pacientes, con capacidad de 120 a 200 camas y pueden ampliarse hasta 400 camas



**Figura. 4.1 Área de Emergencia Hospital Gustavo Domínguez.**

Tomada de <http://fotos.lahora.com.ec/cache/c/c6/c64/c644/remodelacion-de-emergencia-plazos-corren-20120123095150c6441e75d92d2f42ec96b6a9e636ddb.jpg>

#### **4.2 Equipos médicos utilizados en el área de Emergencia**

El tiempo es un factor indispensable en el tratamiento de una emergencia, por tal razón los departamentos de emergencias suelen tener sus propios equipos de diagnóstico y de supervivencia, para evitar la espera de los equipos instalados en otros lugares del hospital. Entre los equipos más importantes que toda área de emergencia debe tener como mínimo, encontramos:

1. Desfibriladores
2. Electrocardiógrafo

3. Respirador
4. Ventiladores automáticos
5. Monitor de signos vitales
6. Máquinas de la CPR
7. Controladores de sangrado
8. Equipos de oxigenación
9. Equipos de climatización

Casi todos tienen una sala de rayos X, muchos en la actualidad tienen las instalaciones de radiología completa, incluyendo equipos de TC y equipos de ultrasonografía.

Algunos departamentos de emergencia tienen sus propios laboratorios para exámenes básicos (hemograma, grupo sanguíneo, toxicología).

Los médicos del departamento de emergencias deben ser expertos en el uso de estos equipos especializados, ya que los mismos suelen requerir procedimientos especiales y el mal uso de los mismos por desconocimiento o negligencia puede ocasionar severos daños a los pacientes que pueden llegar hasta a la muerte.

#### **4.3 Presentación de normas internacionales para la buena utilización de los equipos médicos en el área de Emergencia.**

**Norma IEC 60364-7-710: 2002-11** Instalación de un sistema de distribución aislado IT para áreas de atención a pacientes que no pueden aplazar o interrumpir un procedimiento médico por una primera falla o caída del suministro eléctrico.



Es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas

#### **Norma IEC 60364-7-710.3.5**

**Grupo 0:** Locales de uso médico en los que es susceptible de ser utilizadas ninguna parte aplicada de los equipos de electromedicina unidos a la alimentación general.

Pertenece a este grupo las salas de consulta médica o consultorios.

Las medidas de seguridad que se tomen deben estar acorde a la norma IEC 60364-4-410 y además debe tener una protección de equipotencialidad y un sistema seguro de provisión de energía eléctrica suplementaria.

En este tipo de localidades médicas, al menos 1 luminaria debe ser alimentada por el equipo de suministro eléctrico de emergencia.

#### **Norma IEC 60364-7-710.3.6**

**Grupo 1:** Locales de uso médico en los que son susceptibles de ser utilizadas partes aplicadas de los equipos de electromedicina unidos a la alimentación general:

Partes aplicadas exteriores; o partes aplicadas a los fluidos corporales pero no al corazón. (Invasivos).

Las áreas de este grupo deben tener como medidas de seguridad:

- a) Doble aislamiento
- b) Voltaje de seguridad extra-bajo SELV
- c) Voltaje funcional Extra bajo PELV, FELV
- d) Sistemas TN-S con monitoreo de RCD
- e) Sistemas IT con monitor de aislamiento.

- f) Protección suplementaria con uniones equipotenciales
- g) Lámparas con fuentes de suministro eléctrico de seguridad.
- h) En este tipo de localidades médicas, al menos 1 luminaria debe ser alimentada por el equipo de suministro eléctrico de emergencia.

**Norma IEC 60364-7-710.3.7**

**Grupo 2:** Locales de uso médico en los que son susceptibles de ser utilizadas partes aplicadas de los equipos de electromedicina unidos a la alimentación general, aplicadas al o en el corazón por procedimientos intracardiacos.

En este tipo de localidades médicas, al menos el 50% de luminarias deben ser alimentadas por el equipo de suministro eléctrico de emergencia.

**Norma IEC 60364-7-710.413-1.5.** Establece que para grupo de cuartos en UCIN al menos debe haber un sistema IT separado.

Establece también que debe haber máximo 4 pacientes por salón.

En cada sistema IT debe haber una alarma acústica y visible que esté ubicada dentro del área donde pueda ser fácil y permanentemente visualizada y atendida por el staff médico.

**Norma IEC 60364-7-710.556.5.2** Esta norma establece que si la energía de la línea de distribución principal cae en uno o más conductores en un valor superior al 10% del voltaje nominal, el sistema de emergencia deberá asumir la distribución inmediatamente en forma automática.

**Norma IEC 60364-7-710.556.5.2.2.1** Establece que toda transición entre fuentes de suministro eléctrico, máximo debe tomar 5 segundos.

**Norma IEC 60364-7-710.53.1 y IEC 60364-7-710.55.3** establece que se deben utilizar fusibles para protección de cortocircuito causados por sobrevoltajes o sobrecorrientes. (Ver Anexo 4)

Se requiere el monitoreo permanente de altas temperaturas y sobrecargas en los transformadores de aislamiento.

Circuitos de enchufes en grupos de 2 cuartos. En cada lugar de tratamiento del paciente usar una protección mediante 2 circuitos separados

Cada enchufe debe ser protegido individualmente contra sobre corriente.

#### **4.4 Propuesta de normas nacionales para la buena utilización de los equipos médicos en el área de Emergencias.**

En general todas las normas internacionales apuntan a las áreas críticas considerando como tal los departamentos de Emergencia, Cuidados intensivos y Quirófanos. No hay normas específicas para cada departamento. Sin embargo hemos querido mencionar algunas normas importantes que ya han sido mencionadas en las otras áreas o departamentos, pero que consideramos es importante volver a recalcar.

**ECUN-389-2012:** La iluminación de las salas de emergencia debe ser máxima, ya sea esta natural y/o artificial.

**ECUN-390-2012:** La iluminación del ingreso de emergencia debe estar conectada al sistema de alumbrado alterno por Grupo de equipo Electrónico.

**ECUN-391-2012:** En las salas de urgencias es obligación tener un sistema de distribución aislado IT con monitoreo permanente para alimentar los equipos biomédicos.

**ECUN-392-2012:** En caso de contar con equipos de rayos X mayores a 5KVA, deberán tener un circuito TN-S con monitoreo RCD.

**ECUN-393-2012:** En áreas de pacientes generales debe instalarse un mínimo de cuatro tomacorrientes.

**ECUN-394-2012:** Es muy importante que en esta área de atención a pacientes se tenga la instalación de un sistema de distribución aislado IT pues aquí no puede permitirse interrumpir o aplazar el procedimiento por una primera falla o caída del suministro eléctrico.

**ECUN-395-2012:** En las salas de emergencia, se exige un sistema eléctrico aislado IT con monitoreo permanente para alimentar los equipos biomédicos.

**ECUN-396-2012:** Los circuitos aislados IT se deben alimentar desde una fuente segura, ya sea por generador o UPS, con un nivel de tensión no superior a 250V.

**ECUN-397-2012:** La puesta en marcha de las fuentes propias de energía se debe llevar a cabo cuando el valor nominal de la red de alimentación normal descienda del 70%.

**ECUN-398-2012:** Para que el servicio de seguridad funcione en caso de incendio todos los equipos y materiales utilizados en la sala de emergencias deben presentar una resistencia al fuego con duración apropiada.

## **CAPÍTULO V**

### **CONSULTORIOS MÉDICOS**

#### **5.1 Definición de Consultorio Médico.**

Es el área o establecimiento dedicado a la atención médica, donde las personas enfermas acuden para ser diagnosticadas, recibir tratamientos o tener un control post operatorio.

En muchos consultorios de especialidades, se acostumbra a realizar extracciones de tejidos o intervenciones, por lo que aunque no tengan categoría de quirófano pasan a ser salas de intervención y por tanto deben cumplir con toda la normativa que existe para los quirófanos.

Por ejemplo las salas de ginecología, broncoscopia, endoscopia, cardiología, etc.

En los consultorios de especialidades, al igual que para los quirófanos y Unidades de cuidado intensivo, en nuestro país tampoco existe un organismo

que califique y supervise el uso correcto de los equipos adquiridos. Existe una gran cantidad de consultorios médicos que difieren unos de otros por su especialidad, en esta tesis mencionamos aquellos donde encontramos equipos médicos eléctricos con mayor frecuencia.

Desde el punto de vista de infraestructura se consideran tres tipos de consultorios:

1. Tipo I: El de medicina general que cuenta con área de interrogatorio y de exploración, conforme a lo establecido en la NOM-178-SSA1-1998.
2. Tipo II: El que cuenta con sanitario, y
3. Tipo III: El que cuenta con anexo para las pruebas funcionales que requiere su especialidad.

## **5.2 Equipos utilizados en los consultorios**

Existen una serie de consultorios donde además de realizar un simple chequeo para establecer un diagnóstico, se realizan también procedimientos especiales como son, curaciones postoperatorias, cirugías de menor grado, exámenes propios de la especialidad, para lo cual los doctores requieren utilizar equipos eléctricos especializados. Entre los principales tipos de consultorios se mencionan:

1. Consultorios Odontológicos
2. Consultorios Ginecológicos y Obstétricos.
3. Consultorios de Cardiología
4. Consultorios de Nefrología
5. Consultorios de Neumología

6. Consultorios de Oftalmología
7. Consultorios Gastroenterólogos
8. Consultorio de Urología.
9. Consultorio de Traumatología y Cirugía Ortopédica
10. Consultorios, centros y clínicas de Cirugía Estética.

A continuación una lista de los posibles equipos usados en los consultorios clasificados por Especialidades:

### 5.2.1 Consultorio Odontológico.



**Figura 5.1 Consultorio Odontológico.**

Tomada de [http://1.bp.blogspot.com/\\_KLr\\_RrX1EUM/TKzS37jA7sl/AAAAAAAAA ADE/luFucAlv06g/s1600/CONSULTORIO+1.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_KLr_RrX1EUM/TKzS37jA7sl/AAAAAAAAA ADE/luFucAlv06g/s1600/CONSULTORIO+1.jpg)

1. Lámpara odontológica de luz fría
2. Airotor (Compresor de aire)

3. Pulp Tester
4. Limpiador ultrasónico
5. Soldador Perfecto
6. Equipos de esterilización
7. Lámpara Led
8. Monitor y cámara Intraoral con capturador
9. Motor micro eléctrico
10. Ortopantógrafo (EQ Rayos Panorámico)
11. Gabinete de Revelado Manual RX Luz Interior
12. Negatoscopio Digital Videógrafo
13. Rayos X

### 5.2.2 Consultorio Ginecológico y Obstétricos.



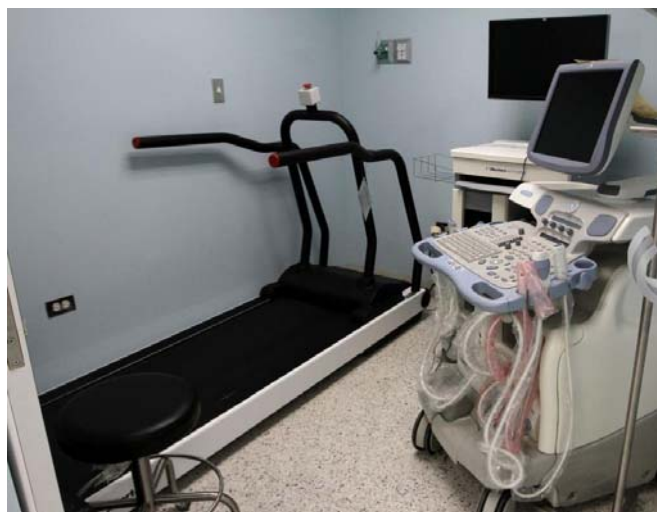
**Figura 5.2** *Monitor fetal interno*

Tomada de <http://www.bebesymas.com/embarazo/que-son-los-monitores>



1. Equipo de monitoreo fetal
2. Tensiómetro,
3. Fonendoscopio.
4. Equipo de Succión
5. Bombas de Infusión
6. Equipo de Reanimación Básico
7. Lámpara cuello de Cisne
8. Lámpara de calor radiante.
9. Glucómetro

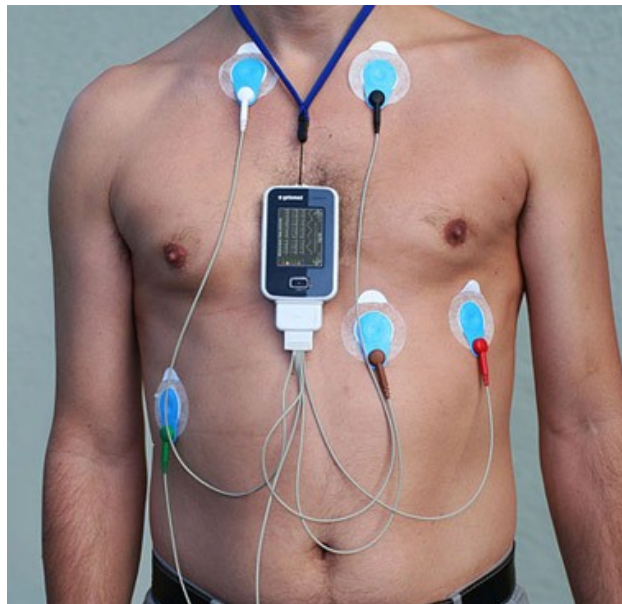
### 5.2.3 Consultorio de Cardiología.



**Figura 5.3 Equipos usados para pruebas de cardiología.**

Tomada de [http://static2.avn.info.ve/sites/default/files/imagecache/original/watermark/1911112164IMG\\_0283\\_VCV.JPG](http://static2.avn.info.ve/sites/default/files/imagecache/original/watermark/1911112164IMG_0283_VCV.JPG)

1. Electrocardiógrafo mínimo 12 derivaciones
2. Banda de prueba de esfuerzo o bicicleta con 12 canales automatizada
3. Con registro de monitoreo.
4. Impresora para registro de impresión de 12 canales simultáneamente.
5. Ecocardiógrafo de alta resolución impresora, computador, cassette con rebobinador y grabadora
6. Equipo Holter
7. Equipo básico de reanimación, desfibrilador
8. Bombas de infusión.



**Figura 5.4 Equipo Holter**

Tomada de [http://www.medicinapreventiva.com.ve/imágenes/equipos/holter\\_monitor.jpg](http://www.medicinapreventiva.com.ve/imágenes/equipos/holter_monitor.jpg)

#### 5.2.4 Consultorio de Nefrología.

Si realiza procedimientos urológicos cuenta con: Camilla urológica y los equipos endoscópicos adecuados, con sus correspondientes accesorios, de acuerdo con el tipo de procedimiento ofrecido.



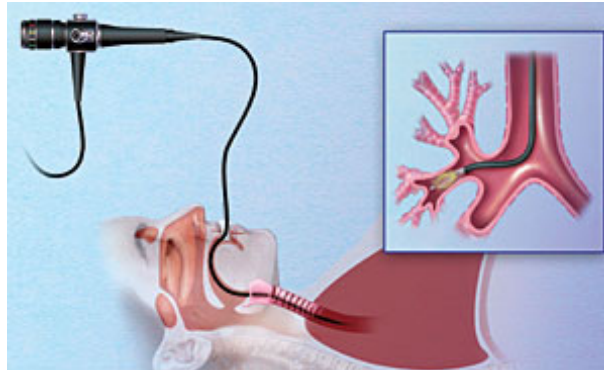
**Figura 5.5** *Unidad de diálisis de Nefrología Hospital Luis Vernaza.*

Tomada de [http://www.eluniverso.com/data/recursos/fotos/gg06d061210-photo01\\_228\\_168.jpg](http://www.eluniverso.com/data/recursos/fotos/gg06d061210-photo01_228_168.jpg)

1. Máquina cicladora para diálisis peritoneal automatizada
2. Equipo básico de reanimación
3. Bomba de infusión de heparina
4. Monitores de: alarma de conductividad, alarma de temperatura, alarma de aire en el sistema de sangre, presión en cámara venosa y en cámara arterial, volumen de sangre de la bomba, tiempo efectivo en las diálisis.

5. Inyector de sangre variable
6. Monitoreo de la hemodiálisis con tensión arterial y pulso

### 5.2.5 Consultorio de Neumología.



**Figura 5.6** *Equipo de broncoscopia*

Tomada de [http://estaticos02.cache.elmundo.net/elmundosalud/imagenes/2009/05/21/1242900907\\_0.jpg](http://estaticos02.cache.elmundo.net/elmundosalud/imagenes/2009/05/21/1242900907_0.jpg)

1. Monitor de Asma
2. Fuente de luz
3. Bomba de Succión
4. Videobroncoendoscopios
5. Fibrobroncoendoscopios
6. Espirómetros.
7. Pletismógrafo
8. Laboratorio pulmonar
9. Equipo de reanimación

### **5.2.6 Consultorio de Oftalmología.**

1. Optotipos para medir agudeza visual lejana y próxima.
2. Lámpara de Hendidura.
3. Queratómetro
4. Lensómetro
5. Excimer Laser
6. Microquerátomo
7. Microscopio de pedestal
8. Taladro para cirugía de oído.

### **5.2.7 Consultorio de Gastroenterología.**

Si realiza endoscopia digestiva: Camillas, equipos endoscópicos con fuente de luz y unidades de inserción, y el instrumental necesario, de acuerdo con el tipo de procedimiento a realizar.

#### **1. Se procedimientos de endoscopia realizan**

- Endoscopio
- Colonoscopio
- Duodenoscopio
- Ano-rectosigmoidoscopio rígido, según los servicios ofrecidos, con tiempo mínimo de reutilización de 20 minutos.
- Aspirador de secreciones.
- Unidad electroquirúrgica con módulos de corte y coagulación.

#### **2. Se realizan procedimientos más complejos**

- Colangiopancreatografía endoscópica retrograda,

- Unidad electroquirúrgica con módulos de corte y coagulación,
- Duodenoscopio.
- Unidad electroquirúrgica de refuerzo
- Segundo aspirador de secreciones
- Acceso o disponibilidad a unidad de fluoroscopia con:
- Intensificador de imagen
- Monitor de signos vitales.
- Equipo básico de reanimación
- Succionador.

#### **5.2.8 Consultorio de Urología.**

Se realizan procedimientos especiales, cuenta además con: Sala de RX para procedimientos especiales:

1. Equipo de substracción digital.
2. Acceso a equipo de anestesia.
3. Inyector.
4. Oxímetro de pulso.
5. Equipo de pulsosucción.

#### **5.2.9 Consultorio de Traumatología y Cirugía Ortopédica.**

1. Taladros con guías metálicas.
2. Equipos de Rayos X.
3. Equipos de Ecografías.

### **5.2.10 Consultorios, Centros y Clínicas de Cirugía Estética.**

En los consultorios se usan muchos equipos para tratamientos de reducción de medidas y mejoramientos de la piel a base de Ultrasonido, radiofrecuencia, etc.

Aquí una lista de equipos usados en estos centros y clínicas:

1. Vacumterapia Endermology
2. Cavitador 40 KHZ + Radio Frecuencia Bipolar Facial +
3. Radio Frecuencia Tripolar corporal.
4. Cavitador 40 KHZ + Ultrasonido 1 MHZ
5. Equipo Multifunción 5 en 1
6. Dermoabrasión de diamante
7. Presoterapia
8. Equipo para Gimnasia Pasiva
9. Vaporizadores faciales con ozono y temporizador y lupa
10. Mamógrafo
11. Tomógrafo
12. Fotorejuvenecimiento con 4 mangos de luz.
13. Ecografía/Eco Dopler
14. Resonancia magnética
15. Tomografía axial computarizada
16. Cámara Gama
17. Electrocardiograma
18. Electroencefalograma
19. Equipo de rehabilitación

### **5.3 Riesgo en el mal manejo de equipos médicos en los Consultorios Médicos.**

Los principales riesgos en el manejo de los equipos médicos en los consultorios médicos es el desconocimiento o la poca importancia que le dan los galenos al manejar estos equipos, hoy en día no hay ese don del servicio, la salud se ha convertido en un negocio.

Los riesgos son muchos y les puede costar la vida de los pacientes y de ellos mismo por no tomar las medidas de protección de a cuerdo a la especialidad.

Las autoridades competentes deben ser más estrictas a la hora de otorgar permisos de funcionamientos a los consultorios médicos por que en algunos casos no solo son consultorios sino que practican cirugías sin ningún control como son los casos de cirugía estética que han producido grandes daños a algunos pacientes tales como deformaciones irreparables e incluso la muerte.

Por ejemplo en el caso de los centros de diálisis se han infectado pacientes de hepatitis e incluso podemos mencionar el tan sonado caso donde años atrás se infectaron 21 pacientes con el virus del sida /VIH, todos a la fecha han fallecido, el último Carlitos Mora quien se infectó a los 9 años y soportó toda la dolencia lo que este virus causó en su organismo durante muchos años siempre con la esperanza de que los culpables recibieran su castigo, pero no lo logró porque nuestro sistema jurídico aún tiene muchas fallas.

### **5.4 Presentación de normas internacionales para el área de Consultorios Médicos.**

**UNE-EN 60601-2-18/a1:2002** Equipos electro-médicos. Parte 2-18: Requisitos



particulares de seguridad para los equipos de endoscopia.

**UNE-EN 60601-2-25/A1:2000** Equipos electro médicos. Parte 2-25: Requisitos particulares para la seguridad para electrocardiógrafos.

**UNE-EN 60601-2-26:1997** Equipos electro médicos. Parte 2: Requisitos particulares de seguridad para electroencefalógrafos.

**UNE-EN 60601-2-27:1997** Equipos electro médicos. Parte 2: Requisitos particulares para la seguridad de equipos de supervisión electrocardiográfica.

**UNE-EN 60601-2-33/A11:1998** Equipos electro médicos. Parte 2: Requisitos particulares para la seguridad de equipos de resonancia magnética para diagnóstico médico.

**UNE-EN 60601-2-38/A1:2001** Equipos electro médicos. Parte 2-38: Requisitos particulares para la seguridad de las camas de hospital de funcionamiento eléctrico.

**UNE-EN 60601-2-45:2000 -2002** Equipos electro médicos. Parte 2-45: Requisitos particulares para la seguridad de equipos mamográficos de rayos X y dispositivos mamográficos de estereotaxia. (Ver Anexos 1, 6 y 7).

### **5.5 Propuesta de normas nacionales para la buena utilización de los equipos médicos en los Consultorios Médicos.**

**ECUN-399-2012:** Las áreas o establecimientos donde van a funcionar los consultorios de acuerdo a la especialidad no pueden funcionar en cualquier departamento u oficina que haya sido diseñada y construida para vivienda, a menos que se hayan hecho los cambios debidos en las instalaciones, protecciones eléctricas, ambientales, etc., con los respectivos planos de la

remodelaciones.

**ECUN-400-2012:** El personal que maneja los equipos médicos debe tener un certificado validado por el proveedor calificado de que está correctamente entrenado para manejarlo; teniendo corresponsabilidad penal, garantizando que el certificado no sea adquirido ilegalmente o por otros medios (fraudulentos).

**ECUN-401-2012:** Las Clínicas de cirugía estética deben tener un área de quirófano el mismo que debe cumplir con todas las especificaciones técnicas (aislamientos eléctricos y cercos epidemiológicos, manipulación de gases, asepsia, etc.), de cualquier quirófano de un hospital.

**ECUN-402-2012:** Es importante que en todo circuito eléctrico de un consultorio se tengan instalados interruptores diferenciales.

**ECUN-403-2012:** En los consultorios donde exista equipo de Rayos X como son los consultorios de los traumatólogos se deben tener los siguientes cuidados:

- a) Instalaciones eléctricas fijas.
- b) Instalaciones acorde al consumo eléctrico del equipo.
- c) Instalaciones eléctricas independientes.

**ECUN-404-2012:** Se debe contar con un circuito de desconexión eléctrica que cuente con un interruptor a capacidad mínima del 50% del régimen momentáneo, o a capacidad del 100% del régimen prolongado del equipo de rayos X.

**ECUN-405-2012:** El interruptor del circuito de desconexión debe estar blindado y accesible en un lugar cercano al control del equipo.

**ECUN-406-2012:** Se debe poseer un tablero para cada uno de los equipos de rayos X.

**ECUN-407-2012:** Los tableros deben poseer un buen cableado.

**ECUN-408-2012:** Los tableros deben tener las protecciones del caso como son interruptores (breakers), interruptores diferenciales, etc.

**ECUN-409-2012:** Los tableros deben estar cerrados y con la respectiva seguridad.

**ECUN-410-2012:** Se debe contar con paradas de emergencia en los tableros para desenergizar el equipo en caso de emergencia.

**ECUN-411-2012:** En caso de que los consultorios pertenezcan al grupo 2 y hasta el 1 deben utilizar tomacorrientes de grado hospitalario.

**ECUN-412-2012:** Se debe llevar un control de fallos y reparaciones de los equipos.

**ECUN-413-2012:** Los tomacorrientes y/o equipos de los consultorios deben estar debidamente conectados a tierra o tener un doble aislamiento.

**ECUN-414-2012:** Los tomacorrientes localizados en los consultorios y demás localidades pediátricas, deben ser resistentes a la apertura o tener una cobertura o un sistema especial para que los niños no los puedan abrir.

## CONCLUSIONES

Los centros hospitalarios del país debido a la poca inversión de los gobiernos anteriores en creación de nuevos centros públicos, así como por la alta explosión demográfica de los últimos años, y las nuevas políticas con el eslogan “la salud ya es de todos”, sin estar preparados para la gran afluencia del pueblo a los centros de salud y hospitales del país, éstos se encuentran saturados sobre todo en lo que se refiere a emergencias; no tienen capacidad de atención inmediata, generalmente cuentan con 3 a 5 cubículos. Esto ocurre tanto en los centros hospitalarios públicos como en los privados. Este déficit de centros de salud, añadida la demanda masiva de pacientes, en combinación con la ausencia de un ente controlador del cumplimiento de las normas de seguridad, hace que se incurra más fácilmente en el incumplimiento de las pocas normas eléctricas conocidas y en la falta de mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos biomédicos, exponiendo permanentemente la seguridad de los pacientes.

Si bien es cierto que el Ministerio de Salud (MSP), es el ente que regula el sector de

la salud, se puede decir que, en materia de normas sobre seguridad eléctrica hospitalaria, no ha dedicado mayor esfuerzo que se conozca hasta el momento. Lo máximo que hemos visto en los diferentes centros hospitalarios visitados es que conocen en cierta forma las normas de emisión de gases y desechos al medio ambiente, a la tierra, al agua, y a la atmósfera, así como las normas para manejo de desechos, líquidos, sólidos y gaseosos, que en muchos centros se cumplen en cierta medida, pero nadie se encarga de auditar si realmente las cumplen a cabalidad, ahí es donde entraría la nueva institución, misma que estaría a cargo del control de hacer cumplir dichas normas.

Cuando la nueva institución entre a regir y convalidar cada centro de salud es cuando realmente le darán la importancia, el espacio, recursos, y pondrá personal calificado en el área de mantenimiento para corregir, mejorar y mantener la seguridad y operatividad de los centros de salud.

Lo mismo podemos decir de los centros ambulatorios que ha adquirido el estado realmente no sabemos si le dan mantenimiento y en los periodos recomendados por el proveedor.

Es evidente que el Ministerio de Salud no tiene la capacidad de tratar todos los frentes de forma eficiente, por lo que se ve a simple vista que se necesita un organismo que se encargue de supervisar, controlar y sancionar para que todos los centros cumplan con el objetivo principal de brindar un servicio de calidad, eficiente, confiable y seguro en todos los aspectos y no haya abusos de parte y parte.

Adicionalmente sería importante que cada centro de salud pública o privada tenga

un departamento donde se recoja las denuncias de los pacientes, para que se puedan corregir eficientemente las falencias, y evitar así los desmanes que se escuchan a diario, como robos de medicinas, no atención a tiempo de pacientes, malas prácticas, verificación de diagnósticos, etc., pues los abusos en todo sentido están a la orden del día.

Precisamente por los abusos en esta área debe incluirse como materia de facultad la materia valores en las que concienticen que la carrera que están siguiendo es de sacrificio, de amor al prójimo, caridad, de servicio, que no solo es una carrera de mejorar sus vidas en la parte económica sino que es de ayuda, muchas veces vemos como maltratan a los pacientes, ni por caridad los atienden ven el dolor y como no es su área, o no es su turno no prestan el servicio a menos que les paguen. Inculcar en estas profesiones amor por el ser humano siempre pensando que a quien atiende puede ser su hermano, sus padres, o cualquier ser querido y que no nos gustaría que los traten mal no los atiendan y no curen sus heridas y dolencias.

## **RECOMENDACIONES**

Se requiere con urgencia la creación de un organismo que se encargue de la emisión de normas de seguridad para los equipos eléctricos biomédicos, del cumplimiento de las normas por parte de todos los centros hospitalarios tanto públicos como privados y de establecer y aplicar sanciones para los diferentes tipos de incumplimientos.

Los permisos para construcción de centros hospitalarios que da el Ministerio de Salud, no solo se deben centrar en el cumplimiento de las normas internacionales de infraestructura y construcción como lo hacen en la actualidad, sino también en las normas para instalaciones eléctricas, para equipos eléctricos, climatización, normas anti-incendios y normas para todo tipo de tuberías y desagües de aguas servidas.

Como parte del programa de seguridad, todos los hospitales deben subscribirse a los servicios que dan algunas organizaciones internacionales como es la FDA, misma que se encarga de mantener informados vía mail a los subscriptores de variados temas médicos de importancia incluyendo todas las fallas que ocurren en los equipos médicos que se encuentran en el mercado e incluso coordina el cambio con las compañías que comercializaron el producto.

Debe cumplirse fielmente las recomendaciones de funcionamiento y mantenimientos de los equipos como indica el proveedor y tener personal calificado y certificado. Razón por la cual debe haber al menos una persona en la entidad hospitalaria dedicada a revisar diariamente estos informes tan importantes que garantizan la seguridad de los pacientes.

Ejemplo: De un informe sobre un equipo que ha fallado y que debe ser cambiado donde incluso indican las marcas bajo las que el mismo producto fue comercializado.

Debe darse la misma importancia de la historia técnica de los equipos, de la misma forma como es importante la historia clínica de un paciente.

Implementar y fomentar el uso de la intranet en todos los centros de salud tanto públicos como privados para tener todas las políticas, normas, procedimientos técnicos, de seguridad ambiental y hospitalaria, al alcance de todo el personal.



## **ANEXO 1**

Recopilación de una gran variedad de normas de diferentes países que se han utilizado como base para generar nuestras normas.

### **AENOR Organización de Normalización y Certificación Española.**

Cuenta a la fecha con 200 Comités de Técnicos de normalización con más de 6000 expertos y más de 28000 normas en su catálogo. Son la principal fuente de referencia para trabajos de normalización Europea e Internacionales. A continuación se listan algunas de las normas relacionadas con centros hospitalarios.

#### **UNE 20460-7-710:1998:**

Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 710: locales de uso médico.

Las principales aportaciones de esta norma son las siguientes:

Se clasifican los locales de uso médico en tres grupos:

- **Grupo 0:** Locales de uso médico en los que es susceptible de ser utilizadas ninguna parte aplicada de los equipos de electro medicina unidos a la alimentación general.
- **Grupo 1:** Locales de uso médico en los que son susceptibles de ser utilizadas partes aplicadas de los equipos de electro medicina unidos a la alimentación general:
  - a) Partes aplicadas exteriores; o
  - b) Partes aplicadas a los fluidos corporales pero no al corazón. (Invasivos).
- **Grupo 2:** Locales de uso médico en los que son susceptibles de ser utilizadas partes aplicadas de los equipos de electro medicina unida a la

alimentación general, aplicada al o en el corazón por procedimientos intracardiacos.

La clasificación de los locales de uso médico está ligada al tipo de contacto entre una parte aplicada y el paciente. Esta clasificación debe ser hecha de acuerdo con el cuerpo médico o la organización de la sanidad. A modo de ejemplo y a nivel meramente informativo, esta norma considera dentro de este grupo:

- a) Quirófanos
- b) Ante quirófanos
- c) Sala de catéteres cardíacos
- d) Sala de cuidados intensivos

Pues bien, esta norma establece que los locales de uso médico de este grupo deben equiparse con un sistema IT. Pero hay que tener presente que el reglamento, aunque es menos concreto, si es más amplio en el campo de aplicación de un sistema IT, por lo que esta clasificación es meramente orientativa.

**UNE 20-615-78:** Transformador aislamiento y detector aislamiento.

**UNE-EN 60079-14:** La norma regula la instalación de los equipos eléctricos.

**UNE-EN 60601-1: Equipos electro médicos.** Requisitos generales para la seguridad.

**UNE-EN 60601-1-1:** Requisitos de seguridad para sistemas electro médicos. Describe los requisitos de seguridad para sistemas electro médicos con el fin de asegurar la protección del paciente, del operador y del entorno.

**UNE-EN 60601-1-2:** Compatibilidad electromagnética. Requisitos y ensayos. Especifica los requisitos y ensayos relacionados con la compatibilidad electro-

magnética de equipos y/o sistemas.

**UNE-EN 60601-2-26:1997 Equipos electro médicos. Parte 2.** Requisitos particulares de seguridad para electroencefalógrafos.

**UNE-EN 60601-2-41:2001** Equipos electro médicos. Parte 2-41: Requisitos particulares de seguridad para las luminarias quirúrgicas y las luminarias para diagnóstico.

**UNE-EN 60601-2-46:2000** Equipos electro médicos. Parte 2-46: Requisitos particulares, para la seguridad de las mesas de operación.

**UNE EN 793 1998:** Requisitos particulares para la seguridad de las unidades de suministro médico.

**UNE 20615:1978:** Sistemas con transformadores de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección. Esta norma continúa siendo la de referencia en el nuevo RBT y la de obligado cumplimiento, que tiene por objeto especificar las características básicas de los sistemas con transformador de aislamiento, así como las de sus dispositivos de control y protección. Además se complementa con las siguientes actualizaciones:

**UNE 20615/1C 1980:** Especificaciones de ensayo. Incorpora especificaciones particulares de ensayo del transformador de aislamiento y su dispositivo de vigilancia.

**UNE 20615/2C 1985:** Amplía, completa o modifica las especificaciones y ensayos de las normas anteriores.

**UNE 20460 4 41:** Esta norma establece los diferentes tipos de protección de los choques eléctricos por concepto de contactos directos, estas son:

- Protección por aislamiento de las partes activas.

- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

**UNE 20460-7-710 1998:** Instalaciones eléctricas en edificios. Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Locales de uso médico.

**UNE100713:2003:** Condiciones que debe reunir un sistema de climatización – Instalación y acondicionamiento de aires en un hospital.

**Norma UNE 20-615-80/85 REBT del 2002:** Requisitos y ensayos: quirófanos y salas de intervención, incorporación asistencia vital y normas productos.

**UNE 20-615:** Normativas detector de aislamiento:

**UNE 20-615-78/80/85:** Obligatoria por el RD 842/2002

**UNE EN 61557-8:2008:** Marcaje CE del producto. -Desviación A: visualización valor aislamiento España. -Regularizar AENOR antes Mayo 2010.

**EN 61326-2-4:2007:** Requisitos Compatibilidad Electromagnética, EMC.

Normativas transformador de aislamiento:

**UNE 20-615-78/80/85:** Obligatoria por el RD 842/2002 y el REBT 2002. UNE EN 61557-2-15:2001 -Divergencias con las UNE 20-615-78/80/85. -AENOR comunicó al CENELEC las divergencias. Corrigiendo UNE EN 61557-2-15 Septiembre 2003.

Desviación A, aplicar la UNE 20-615 en España -La EN 61557-2-15 edición 2. Instalaciones locales usos médicos: Real Decreto 842/2002.

**UNE 20460-7-710:** Junio 1998 -Norma de ámbito nacional. -Elaborada a partir de un borrador IEC del 1995.

**UNE 20-600-77:** Norma que rige la documentación a suministrar con los aparatos de

medida electrónica.

**UNE 20-615-78:** Norma que rige los sistemas con transformador de aislamiento para uso médico y sus dispositivos de control y protección.

**UNE 20-615-80:** 1er. Complemento de la UNE 20-615-78.

**UNE 20-615-85:** 2do. Complemento de la UNE 20-615-78

**UNE 20613-1:1983:** Seguridad de los equipos electro-médicos. Requisitos generales.

**UNE 20-613-86:** Parte 2-2 Norma para requisitos particulares de seguridad para los equipos quirúrgicos de alta frecuencia.

**UNE 20-613-85:** Parte 2-3 Norma para requisitos particulares de seguridad para los equipos de terapia por onda corta.

**UNE 20-654-92:** Parte 1 Norma para guía de mantenimiento de equipos, introducción, exigencias y programa de mantenimiento.

**UNE 20-901-95:** Normas de seguridad para aparatos electro médicos, para su utilización por parte de personal administrativo, médico y de enfermería.

**UNE 20-550-79:** Norma que rige la clasificación de los aparatos eléctricos y electrónicos en lo que se refiere a la protección contra los choques eléctricos.

**UNE 20-572-80:** Norma que establece el efecto de la corriente eléctrica en su paso por el cuerpo humano.

**UNE 20-611-79:** Norma que rige los aspectos básicos de la seguridad del equipo eléctrico utilizado en la práctica médica.

**UNE 60-601-2-22:** Especificaciones particulares de seguridad para los equipos láser de terapia y diagnóstico.

**UNE 60-601-1 Parte 2:** Norma que rige los requisitos generales para la seguridad

de los equipos electro médicos. (Anula y sustituye la norma UNE 20-613-83).

**UNE 60601-2-2 Parte 2:** Requerimientos de seguridad para equipos quirúrgicos de alta frecuencia.

**UNE 60601-2-3 Parte 2:** Requerimientos de seguridad para equipos de terapia de onda corta.

**UNE 60601-2-4 Parte 2:** Requerimientos de seguridad para equipos desfibriladores cardíacos y para monitores de desfibriladores cardíacos.

En algunos países se ha adaptado esta norma para el uso interno del país como son:

**UL2601-1 USA, CSA C22-2:** Canadá, AS/NZ 3200-1 Australia, EN 60601 (EC).

**Normas AAMI (Association for the Advancement of medical Instrumentation):**

Los intervalos de inspección a equipos médicos recomendados por la AAMI son los siguientes:

- **Equipos en áreas sin pacientes:** Cada 6 meses
- **Equipos en áreas con pacientes:** Cada 3 meses

**ES1-1993, Safe Current Limits for Electromedical Apparatus).** Esta norma establece los límites y los métodos de prueba para riesgos producidos por la corriente sobre los equipos electro médicos.

**Normas NFPA (National Fire Protection Association):** La NFPA99 especifica criterios de seguridad eléctrica para hospitales y fabricantes de equipos electro médicos. (99-1993). También incluye una sección para los sistemas de potencia eléctrica, requisitos para los fabricantes de equipos médicos, periodos de inspección para uso en hospitales, y los límites de corriente de fuga y métodos de test.

**NFPA 791:** Recomienda prácticas y procedimientos para evaluación de equipos

eléctricos no etiquetados nuevos o usados.

**NFPA 99/02/4.3.3.3.2.2 and 4.3.3.3.2.3** Esta norma establece que si se instalan monitores de la línea de aislamiento, estos deben ser probados mensualmente.

## **ANEXO 2**

### **Normas REBT - España.**

España se encuentra regulada por el **Reglamento electrotécnico para baja tensión**

(REBT), aprobado por Real Decreto del 2 de agosto de 2002.

#### **REBT 2002 ITC-BT 05 Verificaciones e Inspecciones.**

“Serán objeto de inspección, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, las siguientes instalaciones:

- N/A
- Locales de Pública Concurrencia;
- Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas; entre otros que no son parte de este estudio”

Serán objeto de inspecciones periódicas, cada 5 años, todas las instalaciones eléctricas en baja tensión que precisaron inspección inicial.

**REBT 2002 ITC-BT 20:** Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores.

**REBT 2002 ITC-BT 24:** Cuando la instalación de alumbrado general se sitúe a una altura del suelo inferior a 2,5 metros, o cuando sus interruptores presenten partes

metálicas accesibles, deberá ser protegida contra los contactos indirectos mediante un dispositivo diferencial.

Los receptores invasivos de la Clase II y los de la Clase III se podrán utilizar sin tomar medida de protección adicional contra los contactos indirectos.

Clasificación de los receptores

La clasificación de los receptores en lo relativo a la protección contra los choques eléctricos es la siguiente:

**Anexo Tabla 1.** Clasificación de los receptores

	Clase0	ClaseI	ClaseII	ClaseIII
Características principales de los aparatos	Sin medios de protección por puesta a tierra	Previstos medios de conexión a tierra	Aislamiento suplementario pero sin medios de protección por puesta a tierra	Previstos para ser alimentados con baja tensión de seguridad (MBTS)
Precauciones de seguridad	Entorno aislado de tierra	Conexión a la toma de tierra de protección	No es necesaria ninguna protección	Conexión a muy baja tensión de seguridad

**REBT 2002 ITC-BT 38:** "Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención"

**REBT 2002 ITC/BT 28:** "Instalaciones en locales de pública concurrencia"

En la ITC-BT-28, en primer lugar se definen las características de la alimentación de los servicios de seguridad tales como alumbrados de emergencia, sistemas contra incendios, ascensores u otros servicios urgentes indispensables que están fijados



por las reglamentaciones específicas de las diferentes Autoridades competentes en materia de seguridad.

“Deberán disponer de suministro de reserva: Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud” “...las fuentes propias de energía deberán poder suministrar, con independencia de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes indispensables cuando sean requeridos por la autoridad competente”

Todos los locales de pública concurrencia, deberán disponer de alumbrado de emergencia. La alimentación del alumbrado será automática con corte breve.” (Esta descripción está definida también en la ITC-BT-28 y significa que el suministro eléctrico volverá automáticamente en un tiempo no mayor de 0.5 segundos)”

“Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario”

“En las zonas de hospitalización, la instalación de alumbrado de emergencia proporcionará una iluminancia no inferior de 5 lux y durante 2 horas como mínimo. Las salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, las salas de curas, paritorios, urgencias dispondrán de un alumbrado de replazo que proporcionará un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo.”

### **REBT 2002 ITC-BT 29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.**

En esta norma se definen 3 categorías para los equipos eléctricos:

- **Categoría 1:** Aparatos diseñados para que puedan funcionar dentro de los parámetros operativos determinados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto.

- **Categoría 2:** Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un alto nivel de protección.
- prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel normal de protección.”

**REBT 2002 ITC-BT 43:** "Instalación de receptores no invasivos eléctricamente. Prescripciones generales.

**REBT 2002 -ITC/BT 38:** Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención.

La REBT exige que en las instalaciones domésticas se instalen normalmente interruptores diferenciales que actúen con una corriente de fuga máxima de 30 mA. y un tiempo de respuesta de 50 ms, lo cual garantiza una protección adecuada para las personas y cosas. REBT 2002, Art. 16.3 Los sistemas de protección para las instalaciones interiores o receptoras para baja tensión impedirán los efectos de las sobreintensidades y sobretensiones que por distintas causas cabe prever en las mismas y resguardarán a sus materiales y equipos de las acciones y efectos de los agentes externos.

**REBT 2002 ITC-BT 23: Establece:** Los equipos electrónicos (Categoría I) no deben soportar sobretensiones transitorias superiores a 1.5 KV.

Indica que se precisa la protección contra sobretensiones transitorias, cuando:

- La línea es total o parcialmente aérea.

Es conveniente una mayor seguridad:

- Continuidad de servicio como en hospitales.
- Valor económico de los equipos.
- Pérdidas irreparables.

Establece que se debe usar para protección un limitador y que el limitador debe instalarse siempre aguas arriba de la protección diferencial de cabecera.

Indica la necesidad de proteger el limitador con un dispositivo de protección adecuado (automático de desconexión), inmediatamente aguas arriba.

### **ANEXO 3**

#### **Norma ISO 13485:2003 (Dispositivos médicos):**

Es la norma específica de gestión de calidad para productos sanitarios que son aquellos utilizados en la práctica médica y que cumplen la definición establecida por las reglamentaciones nacionales, como ejemplos tenemos los equipos electro médicos, los implantes, las prótesis, los kits de diagnóstico clínico.

**ISO 11070:2000:** Introdutores de catéteres intravasculares estériles para un solo uso.

### **ANEXO 4**

#### **La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC - CEI):**

Es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas

**Norma IEC 60364-7-710: 2002-11:** Instalación de un sistema de distribución aislado IT para áreas de atención a pacientes que no pueden aplazar o interrumpir un procedimiento médico por una primera falla o caída del suministro eléctrico. Clasifica los locales de uso médico en tres únicos grupos:

#### **Norma IEC 60364-7-710.3.5:**

**Grupo 0:** Locales de uso médico en los que es susceptible de ser utilizadas

ninguna parte aplicada de los equipos de electro medicina unidos a la alimentación general.

Pertenecen a este grupo las salas de consulta médica o consultorios

Las medidas de seguridad que se tomen deben estar acorde a la norma IEC 60364-4-410 y además debe tener una protección de equipotencialidad y un sistema seguro de provisión de energía eléctrica suplementaria.

En este tipo de localidades médicas, al menos 1 luminaria debe ser alimentada por el equipo de suministro eléctrico de emergencia.

**IEC 60364-7-710:** Instalaciones eléctricas de los edificios - Parte 7-710: Requisitos para instalaciones especiales o locaciones médicas.

**IEC 60364-7-710.3.6:**

**Grupo 1:** Locales de uso médico en los que son susceptibles de ser utilizadas partes aplicadas de los equipos de electro medicina unidos a la alimentación general:

- partes aplicadas exteriores o
- partes aplicadas a los fluidos corporales pero no al corazón. (invasivos).

Las áreas de este grupo deben tener como medidas de seguridad:

Doble aislamiento

Voltaje de seguridad extra-bajo SELV

Voltaje funcional Extra bajo PELV, FELV

Sistemas TN-S con monitoreo de RCD

Sistemas IT con monitor de aislamiento.

Protección suplementaria con uniones equipotenciales

Lámparas con fuentes de suministro eléctrico de seguridad.

En este tipo de localidades médicas, al menos 1 luminaria debe ser alimentada por el equipo de suministro eléctrico de emergencia.

**Norma IEC 60364-7-710.3.7:**

**Grupo 2:** Locales de uso médico en los que son susceptibles de ser utilizadas partes aplicadas de los equipos de electro medicina unidos a la alimentación general, aplicadas al o en el corazón por procedimientos intracardiacos.

En este tipo de localidades médicas, al menos el 50% de luminarias deben ser alimentadas por el equipo de suministro eléctrico de emergencia.

**Norma IEC 60364-7-710.413-1.5:** Establece que para grupo de cuartos en UCIN al menos debe haber un sistema IT separado.

Establece también que debe haber máximo 4 pacientes por salón.

En cada sistema IT debe haber una alarma acústica y visible que esté ubicada dentro del área donde pueda ser fácil y permanentemente visualizada y atendida por el staff médico.

**Norma IEC 60364-7-710.556.5.2:** Esta norma establece que si la energía de la línea de distribución principal cae en uno o más conductores en un valor superior al 10% del voltaje nominal, el sistema de emergencia deberá asumir la distribución inmediatamente en forma automática.

**Norma IEC 60364-7-710.556.5.2.2.1:** Establece que toda transición entre fuentes de suministro eléctrico, máximo debe tomar 5 segundos.

**Norma IEC 60364-7-710.53.1 y IEC 60364-7-710.55.3:** Establece que se deben utilizar fusibles para protección de cortocircuito causados por sobrevoltajes o sobrecorrientes.

Se requiere el monitoreo permanente de altas temperaturas y sobrecargas en los

transformadores de aislamiento.

Circuitos de enchufes en grupos de 2 cuartos. En cada lugar de tratamiento del paciente

Usar una protección mediante 2 circuitos separados

Cada enchufe debe ser protegido individualmente contra sobrecorriente.

**Norma IEC-60601-1-1:** Equipo electro médico

**Norma IEC-60601-1-2:** Equipo electro médico

**Norma IEC-60601-1-3:** Equipo electro médico

**Norma IEC-60601-1-4:** Equipo electro médico

**Norma IEC-60601-1-6:** Equipo electro médico

**Norma IEC-60601-1-8:** Equipo electro médico

**Norma IEC-62353:** Control de equipo posteriormente a la reparación.

**IEC 60601-2-4:** "Equipos electro médicos - Parte 2 - Requisitos particulares para la seguridad de desfibriladores cardiacos y desfibriladores - monitores cardiacos".

**IEC 60601-2-5:** "Equipos electro médicos - Parte 2-5.\_ Requisitos particulares para la seguridad de equipos de ultrasonidos".

**IEC 60601-2-7:** "Equipos electro médicos - Parte 2-7.\_ Requisitos particulares para la seguridad de generadores de alta tensión de diagnóstico de Generadores de Rayos X".

**IEC 60601-2-11:** "Equipos electro médicos - Parte 2. Requisitos particulares para la seguridad de equipos de terapia de rayos gamma".

**IEC 60601-2-13:** IEC 60601-2-13; "Equipos electro médicos - Parte 2-13 Requisitos particulares para la seguridad de las estaciones de anestesia".

**IEC 61557-8:2007:** "Para Detectores de aislamiento en locales de uso médico".

**IEC 61320-2-4:2007:** "Normativas relativas a la compatibilidad electromagnética, EMC, de los detectores de aislamiento de un sistema IT"

**IEC 61558-2-15:** "Seguridad de los transformadores, fuentes de alimentación y similares - Parte 2-15: Requisitos particulares para los transformadores de aislamiento para el suministro de emplazamientos médicos".

**IEC 61558-1:** "Seguridad de los transformadores, fuentes de alimentación, reactores y productos similares - Parte 1: Requisitos generales y ensayos".

**IEC 61326-2-4-2007:** Norma para el cumplimiento de los requisitos de la compatibilidad magnética.

**Normas de productos específicos:**

Equipos electro medicina y sistemas electro médicos **-Serie IEC y EN 60601.**

Dispositivos de detección del aislamiento **-IEC y EN 61557-8:2007**

Transformadores de aislamiento para locales médicos **-IEC y EN 61558-2-15:2001**

**NORMAS DE PRODUCTOS SISTEMAS IT** Normativas para el detector de aislamiento:

**IEC 61557-8:** Edición 2 del 2007. -Anexo A para detectores de aislamiento locales médicos. – Anexo B opcional detección sobrecarga y temperatura alta.

**IEC 61326-2-4. EN 61557-8:2007:** Normativas transformador de aislamiento.

**IEC 61558-2-15:** Requerimientos particulares para transformadores de aislamiento para el suministro de energía en locales médicos.

**IEC 60364-7-710:2002:** Necesidad de detección del conductor de protección.

**NORMA PARA LOCALES DE USO MÉDICOS**

**IEC 60364-7-710:** En elaboración - -Clasificación grupo 0 y 1, incluido No riesgo vital. -En grupo 2, equipos no críticos incluidos sistema IT. -Recomendación

detección desconexión CP. -Grupo 1 resistencia conductores y CP, Recomendación limitar EMI con ciertos equipos. -Permitir el transformador trifásico estrella-triángulo. -El no uso de condensadores en los transformadores. -Permitir protecciones contra sobrecargas en primario. -Asistencia vital, alimentación suplementaria 0.5s

**Norma IEC (601-1):**

Especifica los requisitos generales de seguridad eléctrica para equipos electro médicos. Los criterios de seguridad eléctrica en esta norma son los más comúnmente aplicados internacionalmente. La mayoría de los países han adoptado o adaptado los requerimientos de la IEC.

**IEC 60364-5-55:** Norma sobre Instalación eléctrica en edificios. Los circuitos para los servicios de seguridad o esenciales serán independientes de otros circuitos para que no afecten el correcto funcionamiento de los equipos electro médicos. Esto requiere:

- Separación con materiales resistentes al fuego
- o Diferentes recorridos
- Diferentes ubicaciones.

**IEC 889 – 1988:** Esta norma es la misma que la norma de IRAM 2169 referenciada en las normas de IRAM.

**IEC 710.413.1.3:** Se recomienda que en sistemas TN-S se realice la vigilancia para asegurar un correcto aislamiento de todos los conductores activos.

**IEC 710.556.5.2.1.2:** Si la tensión en uno o varios de los conductores del cuadro principal están a más de un 10% por debajo de la tensión nominal, una fuente de seguridad ha de asumir el suministro de forma automática.

**IEC 710.556.5.2.1.3:** El circuito que conecta la fuente de alimentación de seguridad



con el cuadro principal de distribución debe considerarse un circuito de seguridad.

**IEC 710.413.1.5:** Establece la protección en recintos médicos del grupo 2 con sistemas IT para el equipamiento electro médico, de soporte vital, aplicaciones quirúrgicas y otro equipamiento:

- Debe haber vigilancia del aislamiento para cada sistema IT (Alarma con < 50 kOhm).
- Monitorización de sobrecarga y sobre temperatura de los transformadores de
- los sistemas IT.
- Repetidor de alarmas acústico y visual en un lugar conveniente para la vigilancia permanente por personal médico.
- Es recomendable reparar el primer fallo de aislamiento en el tiempo más corto posible.

**IEC 61508:** Es un estándar básico sobre seguridad. Su objetivo es facilitar la elaboración de estándares específicos a la aplicación.

El estándar describe los sistemas de control relativos a la seguridad (sistemas con funciones de seguridad) incluyendo sistemas/dispositivos eléctricos/electrónicos/electrónicos y programables, llamados E/E/PES.

Está basado en 2 conceptos:

- Ciclo global de vida de seguridad, para el sistema E/E/PES y para el software.
- Niveles de requerimientos de seguridad (SIL= Safety Integrity Levels)

Establece un enfoque genérico para la seguridad del ciclo de vida para los sistemas de actividades eléctricas y/o electrónicas y/o componentes electrónicos

programables (sistemas eléctricos/electrónicos/programables /E/E/EPESs)) que son utilizados para desarrollar las funciones de seguridad. Este enfoque unificado ha sido adoptado con el objeto de que políticas racionales de consistencia técnica sean desarrolladas para los sistemas de seguridad relacionados basados en electrónica. Dirigido a facilitar el desarrollo de las normas del sector de aplicación. Tiene el estado de una publicación básica de seguridad acorde a la guía 104 del IEC.

**IEC61508-1Corr.1(1999-05):** Seguridad funcional de Sistemas eléctricos/ electrónicos/ programables. Parte 1: Requerimientos Generales.

**IEC61508-2(2000-05):** Seguridad funcional de Sistemas eléctricos / electrónicos/ programables. Parte 2: Requerimientos para la seguridad de los sistemas relacionados eléctricos/electrónicos/programables.

**IEC 61508-3 (1998-12):** Seguridad funcional de Sistemas eléctricos/electrónicos/programables. Parte 3: Requerimientos de Programas (software).

Aplicada a cualquier software que forme parte del sistema de seguridad o utilizado para desarrollar un sistema de seguridad dentro del alcance de la norma IEC61508-1 y 61508-2.

Ofrece requerimientos para: Fases del ciclo de vida de seguridad y actividades. Para información relacionada con el software de validación. Para la preparación de información y procedimientos concernientes al software. Para reunirse con la organización encargada de hacer las modificaciones al software de seguridad. Para herramientas de soporte. Tiene el estado de una publicación básica de seguridad acorde a la guía 104 del IEC.

**IEC 61508-3 Corr.1(1999-04):** Seguridad funcional de Sistemas eléctricos/

electrónicos/ programables, relacionados a la seguridad electrónica.

**IEC 61508-4 (1998-12):** Seguridad funcional de Sistemas eléctricos/electrónicos/ programables. Parte 4. Definiciones y abreviaciones.

Contiene las definiciones y explicaciones de términos que son utilizados en las partes 1 a la 7 de este estándar. Destinado a ser utilizado por Comités técnicos en la preparación de estándares acorde con los principios contenidos en la guía 104 del IEC y en la guía 51 ISO/IEC. El 61508 IEC es también destinado como un estándar independiente. Tiene el estado de una publicación básica de seguridad acorde a la guía 104 del IEC.

**IEC 61508-5 (1998-12/1999-04):** Seguridad funcional de Sistemas eléctricos/electrónicos/ programables. Parte 5. Ejemplos de métodos para la determinación de niveles de integridad de la seguridad.

Provee información en los conceptos subyacentes de riesgo y la relación de riesgo para la integridad de la seguridad- un número de métodos que habilitan los niveles de seguridad para los E/E/EPE sistemas relacionados de seguridad, otras tecnologías en sistemas relacionados de seguridad y determinación de facilidades para la reducción del riesgo externo. Destinado a ser utilizado por Comités técnicos en la preparación de estándares acorde con los principios contenidos en la guía 104 del IEC y en la guía 51 ISO/IEC. El 61508 IEC es también destinado como un estándar independiente. Tiene el estado de una publicación básica de seguridad acorde a la guía 104 del IEC.

**IEC 61508-6 (2000-04):** Seguridad funcional de Sistemas eléctricos/electrónicos/ programables. Parte 6. Directrices en la aplicación de IEC 61508-2 y 61508-3.

**IEC 61508-7 (2000-03):** Seguridad funcional de Sistemas eléctricos/electrónicos/

programables. Parte 7. Revisión de técnicas y medidas.

## **ANEXO 5**

### **NFPA: National Fire Protection Association. (99-1993)**

**National Fire Protection Association. (99-1993)** Esta norma está encaminada, en general, a la seguridad eléctrica en hospitales. También incluye una sección para los sistemas de potencia eléctrica, requisitos para los fabricantes de equipos médicos, periodos de inspección para uso en hospitales, y los límites de corriente de fuga y métodos de test.

**NFPA 70:** "National Electrical Code - Art. 517 - Health Care Facilities".

**NFPA 99:** Se orienta hacia el incendio, explosión y seguridad eléctrica en hospitales y fabricantes de equipos electro médico.

**NFPA 101:** Código de Seguridad Humana.

**NFPA 45:** Norma de protección contra Incendios de los laboratorios que utilizan productos químicos.

## **ANEXO 6**

### **La Underwrites laboratorios Inc. (UL):**

Nacida en 1984 la UL es una organización independiente de Estados Unidos de Norteamérica cuyo principal objetivo es ensayar y certificar productos con estándares de seguridad determinados.

Su eslogan: **"An independent organization working for a safer world with integrity, precision and knowledge"** - Una organización independiente trabajando por un mundo seguro con integración, precisión y conocimiento.

Los procedimientos de la UL al momento de evaluar un equipo incluyen los siguientes pasos:

- Verificar los datos de placa completos y todos los parámetros requeridos según los datos de placa y otras marcas específicas.
- Revisar las instrucciones de instalación y el cumplimiento de las mismas.
- Determinar la capacidad de los materiales de protección y aislamiento
- Evaluación de la protección para la corrosión y la capacidad de los equipos para el ambiente donde serán instalados.
- Verificar la apropiada puesta a tierra y las uniones.
- Verificar la disponibilidad de un adecuado cableado, de contar con suficiente espacio para dobleces de cables y las terminaciones de cables.
- Revisar las variaciones de corriente de cortocircuito, protecciones para sobrecarga y procedimientos de desconexión.

Con estos puntos la evaluación ha sido completada, aparte deberá hacerse un test de laboratorio donde se demostrará que el equipo funciona apropiadamente.

Finalmente se hará una prueba eléctrica no destructiva bajo todas las normas lo más cercano a la práctica. Esta prueba considera:

- Resistencia de aislamiento.
- Corrientes de fuga y tensión de distensión dieléctrica.
- Voltaje y corriente de entrada para varios tipos de carga.
- Continuidad de la tierra.
- Rangos de temperatura para componentes que producen calor.
- Bloqueo de seguridad y funciones de parada por emergencia.

- Otras pruebas específicas de acuerdo al tipo de equipo cuando se considera necesario.

Todas las deficiencias son identificadas en un reporte completo que es provisto al cliente y al AHJ. Las acciones correctivas son tomadas para resolver tales deficiencias y cuando todos los problemas han sido satisfactoriamente resueltos el cuerpo de evaluación le pone al equipo una etiqueta muy especial que es un sello de garantía en cuanto al buen funcionamiento del equipo y de sus componentes.



**Anexo Figura 1. Etiqueta que aparece en exterior de los equipos revisados y autorizados.**

**UL 544:** Underwriters Laboratorios prueba todos los equipos médicos y dentales

**UL1022:** Los monitores de aislamiento de línea se miden con respecto a esta norma UL.

**UL 1047:** Esta es la norma UL para equipo de aislamiento en hospitales.

## **ANEXO 7**

### **Normas de IRAM - ARGENTINA**

En España se encuentra regulado por el Reglamento electrónico de baja tensión (REBT), aprobado por Real Decreto del 2 de agosto de 2002.

**IRAM 4220-1:** Norma que establece los requisitos generales de seguridad para aparatos electro médicos.

**IRAM 4220-1-1:** Norma que establece los requisitos generales de seguridad para aparatos electro médicos. Norma colateral.

**IRAM 4220-2-2:** Norma que establece los requisitos particulares de seguridad para los aparatos de electro medicina que funcionan a alta frecuencia y que son de uso quirúrgico.

**IRAM 2169 de junio de 1991:** Los Interruptores Termomagnéticos protegen contra sobrecargas de las instalaciones de cableado en edificios. Actúan con un porcentaje por encima de la corriente nominal por acción térmica o por acción de una sobrecarga de varias veces la corriente nominal por acción magnética. Están capacitados para abrir el circuito en el caso de una corriente de varios cientos de veces la corriente nominal (cortocircuito).

**IRAM 2281- Parte I. [109] Conceptos generales de la norma:** Cuando se pueda se elegirá el sitio de la puesta a tierra en uno de los siguientes tipos de suelo:

- Terreno pantanoso húmedo.
- Terreno con arcilla, arenoso, suelo arcilloso o limo mezclado con pequeñas cantidades de arena.
- Arcilla y limo mezclado con proporciones variables de arena, grava y piedras.
- Arena mojada y húmeda, turba.

Se evitará: La arena, arcilla pedregosa, piedra caliza, roca basáltica, granito y todo suelo muy pedregoso.

Se elegirá un suelo que no tenga un buen drenaje. Sin embargo no es esencial que el terreno está empapado de agua (a menos que sea arena o grava), dado que por

lo general no se obtienen ventajas aumentando el contenido de humedad por encima del 15 al 20%.

Se tendrá cuidado de evitar los sitios que se mantienen húmedos porque fluye agua sobre ellos, dado que las sales minerales beneficiosas para un suelo de baja resistencia, pueden ser eliminadas.

Los electrodos superficiales se usan en suelos de textura fina y que han sido compactados, apisonados y mojados. El suelo se zarandea, los terrenos se rompen y las piedras se remueven en la vecindad de estos electrodos.

Cuando sea posible las jabalinas se hincarán directamente, esto hace que la resistencia de contacto tierra – electrodo sea mínima. Donde ello no es posible, por ser el terreno excesivamente duro; primero sólo se perforará y luego se va rellenando el agujero con tierra zarandeadada que se va apisonando bien y recién después de rellenado se hinca el electrodo. En todos los casos se recomienda el hincado con inyección de agua para evitar huecos, facilitando la salida del aire. Además se aconseja verter agua lentamente alrededor de la jabalina (por goteo) para permitir una mejor compactación del suelo. Esto se logra cuando el agua vertida llega al extremo inferior de la jabalina.

La resistencia de una instalación de puesta a tierra: consta de tres partes, a saber:

- La resistencia eléctrica de los conductores que constituyen la instalación de puesta a tierra.
- La resistencia de contacto entre el sistema de electrodos de puesta a tierra y el suelo circundante.
- La resistencia del suelo que rodea al sistema de electrodos de puesta a tierra (Resistencia de dispersión).



Se aplican diversos métodos para disminuir la resistividad del suelo como:

- a) Utilización de escorias del hierro aplastadas e incluso polvos metálicos, coque, riego de la zona que rodea a los electrodos con: Sulfato de Magnesio o Sulfato de Cobre.
- b) En todos los casos de mejoras de suelo, deben adoptarse medidas especiales para asegurar un buen contacto entre los electrodos enterrados y el suelo reconstituido.
- c) Antes de aplicar cualquier tratamiento químico se debe verificar que no se ocasione un efecto perjudicial al material del electrodo (corrosión, falso contacto, etc.). Por ejemplo: Cloruro de sodio (o sal común), si bien esta es fácil de conseguir, es uno de los productos que más corroe el electrodo, en especial si este es de acero cincado.

**IRAM – 2281 Parte III:** Exige que todas las Instalaciones Eléctricas tengan una Puesta a Tierra.

## **ANEXO 8**

### **NORMA AEA - Argentina**

Argentina Se encuentra reglamentado por la AEA (Asociación Eléctrica Argentina)

Norma AEA90364-7- 710 Locales para usos médicos y salas externas a los mismos. El tema de esta norma cubre:

Las corrientes de fuga

Transitorios y armónicas

Sobrecargas y cortocircuitos.

Falta de suministro

Clasifica las salas según el tipo de utilización:

Uso no médico: Recepción, administración, pasillos, salas de espera, etc.

Uso médico: Grupo 0, Grupo 1 y Grupo 2 según la criticidad de los mismos.

## **ANEXO 9**

### **NORMAS DE LA OSHA.**

#### **29 CFR 1910.303(a):**

Los conductores y el equipo requerido o permitido por esta subparte serán aceptables únicamente si son aprobados como se define en la sección 1910.399

**29 CFR 1910.303(b)(2):** El equipo etiquetado o listado, debe ser usado o instalado de acuerdo con cualquier instrucción incluida en el listado o en la etiqueta.

#### **29 CFR 1910.7; 1910.303(a); 1910.303(b); 1910.399:**

Para que el equipo eléctrico pueda ser utilizado en Estados Unidos y sus territorios, debe ser aprobado por el **Nationally Recognized Testing Laboratory (NRTL)** de acuerdo con los requerimientos de la OSHA en el estándar 29CFR 910.303(a). y deben ajustarse a las normas estadounidenses de ensayo reconocido.

**29 CFR 1910.303(d) Partes que causan arcos:** Las partes de los equipos eléctricos que durante su funcionamiento normal causan arcos, chispas, llamas o calentamiento del metal, deben ser separadas, aisladas de todo material combustible.

**29 CFR 1910.303(g)(1):** Un acceso y espacio de trabajo suficiente debe ser provisto y mantenido alrededor de todos los equipos eléctricos para permitir la operación y mantenimiento inmediato y seguro de tales equipos.

**29 CFR 1910.303(g)(1)(i)(B):** El ancho del espacio de trabajo en frente de un equipo

eléctrico debe ser del ancho del equipo o mínimo 762 mm (30 pulgadas), el cual es bastante grande. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir al menos un ángulo de acción de 90 grados para la apertura de las puertas de los equipos o de los paneles con bisagras.

**29 CFR 1910.304(g)(6)(vi):** Se debe asegurar que todos los servicios eléctricos que estén situados cerca de fuentes de agua estén apropiadamente aterrizados.

**29 CFR 1910.334(a)(2)(ii):** Etiquetar y remover del servicio todos los tomacorrientes y equipos eléctricos portátiles que estén dañados.

**29 CFR 1910.334(a)(2)(ii):** Reparar todos los tomacorrientes y los equipos eléctricos portátiles antes de ponerlos al funcionar en el servicio de los pacientes.

**29 CFR 1910.334(a)(5)(i):** Asegurar que todos los empleados han sido entrenados para no conectar o desconectar equipo energizados con las manos húmedas.

**29 CFR 1910.335(b):** Se debe hacer uso de salvaguardias para protección personal y protección de los equipos eléctricos.

**29 CFR 1910.307:** Esta norma indica los cuidados que se deben seguir para lugares peligrosos clasificados:

- Las empresas deben utilizar circuitos interruptores por fallas GFCI (Ground-fault circuit interrupter) en todos los tomacorrientes de 120 V de una fase y de 15-20 amperios. El interruptor de circuito a tierra, o GFCI, es un disyuntor de acción rápida diseñado para cortar el suministro eléctrico en el evento de una falla a tierra y prevenir heridas en el trabajador.
- El uso y desgaste de los equipos eléctricos o herramientas puede resultar en un quebranto del aislamiento, cortocircuitos o cables expuestos. Si es que no hay una adecuada protección a tierra, esto puede causar una falla a tierra que

envía la corriente a través del cuerpo del trabajador, resultando en quemaduras eléctricas, explosiones, fuego o incluso la muerte.

**29 CFR 1910.307(c)(1):** Seguridad intrínseca. Los equipos y el cableado asociado aprobados como intrínsecamente seguros son permitidos en cualquier lugar peligroso (clasificado) para el cual fue aprobado.

**29 CFR 1910.307(c) (2) (i):** El equipo es aprobado no solo para una clase de localización, sino también para propiedades inflamables o combustibles de gases específicos, vapor, polvo o fibra que esté presente en dicha localización.

**29 CFR 1910.307(c)(2)(ii):** Los equipos deben ser marcados para mostrar la clase, grupo y rango de temperatura de operación para el cual fueron diseñados y aprobados, considerando una operación ambiental de hasta 40°C. La marca de temperatura no debe exceder la temperatura de ignición del gas específico o del vapor que utilice. Sin embargo, las siguientes provisiones modifican las marcas de requeridas para equipos específicos.

**29 CFR 1910.307(c)(2)(ii)(A):** Equipos del tipo de los que no producen calor, tales como cajas de conexiones, conductos y accesorios, así como los que si producen calor, pero que tienen temperaturas máximas no superiores a 100°C (212°F) no necesitan tener marcada la temperatura de operación o de los rangos de temperatura.

**29 CFR 1910.307(c)(2)(ii)(B):** Las instalaciones fijas de iluminación marcadas para uso en localidades de clase I, división 2 o clase II, división 2 solamente, no necesitan tener marcado el grupo al que pertenecen.

**29 CFR 1910.307(c)(2)(ii)(C):** El equipo fijo de uso general, que no sean instalaciones de iluminación, aceptados para usar en localidades de Clase I, división

2, no necesitan tener marcadas ni la clase, ni el grupo, ni la división o la temperatura de operación.

**29 CFR 1910.307(c)(2)(ii)(D):** Equipos a prueba de polvo, que no sean instalaciones de iluminación, aceptados para el uso en localidades de clase II, Division2 y clase III, no necesitan estar marcados ni con la clase, grupo, división o temperatura de operación. Y

**29 CFR 1910.307(c)(2)(ii)(E):** El equipo eléctrico adecuado para trabajar en ambientes cuyas temperaturas excedan los 40°C (104°F) deben ser marcados tanto con el valor de la máxima temperatura del medio ambiente y la temperatura de operación o con el rango de temperaturas para la temperatura del medio ambiente.

**29 CFR 1910.307(c)(3):** El equipo seguro para una determinada ubicación y operación, debe ser de un tipo y diseño que le demuestre al empleador , que lo proveerá de protección frente a los peligros originados de los combustibles, vapores inflamables, líquidos, gases, polvos o fibras.

**29 CFR 1910.334(b)(2) Reconexión de circuitos después de la operación del dispositivo de operación:** Luego de que un circuito es desenergizado por un dispositivo de protección, el mismo no puede ser manualmente re-energizado hasta que se haya determinado que el equipo y el circuito pueden ser energizados de una manera segura. La reconexión manual repetitiva de circuitos disyuntores o circuitos re-energizantes a través de sustitución de fusibles está prohibida.

**Nota:** Cuando del diseño del circuito y los dispositivos de sobrecarga involucrados, pueda determinarse que la operación automática del dispositivo fue causada por una sobrecarga más que por un condición de falla, no se necesita una revisión del circuito o del equipo conectado antes de que el circuito sea vuelto a energizar.

**29 CFR 1910.334(c)(1):** Solamente personal calificado puede realizar trabajos de pruebas en los circuitos o equipos eléctricos.

**29 CFR 1910.303(b)(8)(ii):** El equipo eléctrico que depende de la circulación natural del aire y principios de convección para enfriamiento de superficies expuestas, debe ser instalado de modo que el flujo de aire sobre tales superficies no sea interrumpido por paredes o por equipos instalados en lugares adyacentes. Para equipos diseñados para ser empotrados sobre el piso, entre la superficie superior y las superficies adyacentes debe dejarse un espacio para disipar el aire caliente

**29 CFR 1910.303(b)(8)(iii):** El equipo eléctrico provisto con aberturas para ventilación, debe ser instalado de modo que las paredes u otros tipos de obstrucción no prevengan la libre circulación del aire a través de los equipos.

**29 CFR 1910.303(d) Piezas que forman arcos:** Las partes de un equipo eléctrico que bajo la operación ordinaria produce arcos, chispas, llamas, o metales fundidos deben ser encerradas o separadas y aisladas de todo material combustible.

**29 CFR 1910.303(g)(1)(v):** La iluminación debe ser provista para todos los espacios de trabajo como el equipo de servicio, tableros, cuadros de distribución y centros de control de motores instalados en los interiores. Aparatos de iluminación adicionales no son requeridos donde el espacio de trabajo está iluminado por una fuente de luz adyacente. En las salas de equipos eléctricos, la iluminación no puede ser controlada únicamente por medios automáticos.

**29 CFR 1910.303(g)(1)(vii)(B):** Equipo eléctrico de uso externo (al aire libre) debe ser instalado en recintos adecuados y deben ser protegidos de contactos accidentales por personal no autorizado o por tráfico vehicular o por derrames accidentales o fugas de los sistemas de tubería. Ningún accesorio de arquitectura u

otro equipo puede ser localizado en el espacio de trabajo requerido en el literal (g)(1)(i) de este artículo.

**29 CFR 1910.303(g)(2)(i):** Salvo que en algún punto de este estándar sea requerido o permitido, las partes activas de un equipo eléctrico operando a 50 voltios o más, deben ser resguardadas contra contactos accidentales usando cabinas aprobadas u otra forma de encierro aprobado o por cualquiera de los siguientes medios:

**29 CFR 1910.303(g)(2)(i)(A):** Ubicándolos en una sala, bóveda o similar tipo de cerramiento que sea accesible únicamente al personal calificado.

**29 CFR 1910.303(g)(2)(i)(B):** Para las adecuadas pantallas o particiones substanciales o permanentes, solo las personas calificadas tendrán acceso al espacio dentro del alcance de las partes vivas. Cualquier abertura en tales particiones o pantallas deben ser de tal tamaño y ubicadas de modo que las personas no incurran en contactos accidentales con las partes vivas o tener objetos conductivos en contacto con ellos.

**29 CFR 1910.303(g)(2)(i)(C):** Ubicando en forma adecuada en un balcón, galería o plataforma bien elevada y además localizada de tal forma que prevenga el acceso de personal no calificado.

**29 CFR 1910.303(g)(2)(i)(D):** Mediante una elevación de 2.44 mt (8,0ft) o más sobre el piso u otra superficie de trabajo.

**29 CFR 1910.303(h)(5)(iii):** Los siguientes requerimientos se deben aplicar a las entradas de todos los edificios, cuartos o recintos que contienen partes vivas expuestas o conductores expuestos operando sobre los 600 voltios, nominal.

**29 CFR 1910.303(h)(5)(iii) (A):** Las entradas deben mantenerse aseguradas a menos que se encuentren bajo observación de personas calificadas en todo

momento

**29 CFR 1910.303(h)(5)(iii)(B):** Señales de peligros permanentes y visibles deben ser provistas, de modo que se lean como sigue:

**“PELIGRO, ALTO VOLTAGE, MANTENGASE ALEJADO”**

**29 CFR 1910.303(h)(5)(vi):** Las tuberías o ductos que son extraños a las instalaciones eléctricas y que requieren de mantenimiento periódico o cuyo mal funcionamiento podría poner en peligro la operación del sistema eléctrico, no deben ser localizados en la vecindad del equipo de servicio, envolventes metálicos de energía de conmutación o sistemas de control industrial. La protección debe ser provista donde sea necesario evitar daños de la condensación, fugas y roturas en tales sistemas ajenos a las instalaciones eléctricas.

**Nota sobre el párrafo (h)(5)(vi) de esta sección:** Las tuberías y otras instalaciones similares no son consideradas ajenas si es que son provistas para la protección contra incendios de las instalaciones eléctricas.

**29 CFR 1910.304(f)(1)(vi):** Los circuitos de los interruptores deben indicar claramente cuando ellos están en la posición de abiertos (off) o cerrados (on).

**29 CFR 1910.304(f)(1)(v):** Los fusibles y disyuntores deben ser colocados o protegidos de tal manera que los empleados no puedan ser quemados o heridos de alguna forma durante su operación. Las manijas o palancas del circuito de disyuntores y partes similares que ellos puedan mover de repente de modo que las personas en la vecindad puedan ser heridas al ser golpeados por ellos, deben ser bien resguardadas o aisladas.

**29 CFR 1910.304(f)(2)(i)(B):** Si es que se utilizan fusibles para protección de sobrecargas, el fusible debe ser conectado en serie con cada conductor no



aterrizado.

**29 CFR 1910.304(f)(2)(ii):** Cada dispositivo de protección debe ser capaz de detectar y de interrumpir todos los sobervalores de corriente que puedan ocurrir en su localización ya sea en el ajuste de disparo o en el punto de fusión.

**29 CFR 1910.304(g)(8)(iii):** Para instalaciones realizadas antes de abril 16 de 1981, los equipos eléctricos son considerados como aterrizados efectivamente si es que están asegurados y en contacto con el marco estructural metálico aterrizado del edificio. Cuando algún elemento de este ramal del circuito es reemplazado, el circuito entero debe utilizar un equipo conductor de tierra que cumpla con todas las otras provisiones del párrafo (g) de esta sección.

**29 CFR 1910.304(g)(8)(ii):** El equipo eléctrico es considerado como efectivamente aterrizado si es que este está en contacto eléctrico y asegurado a un bastidor de metal o una estructura provista por su soporte y si el bastidor de metal o su estructura está aterrizada por el método especificado para las partes metálicas no portadoras de corriente o para el equipo fijo en el párrafo (g) (8)(i) de esta sección. Los marcos de metal de los carros soportados por cables de izado metálico atados o corriendo sobre poleas de metal de las máquinas del elevador a tierra son también consideradas como efectivamente aterrizadas.

#### **Tomacorrientes y cables conectores.**

**29 CFR 1910.304(b)(2)(i):** Los tomacorrientes instalados para ramales de circuitos de 15 a 20 amperios, deben ser del tipo de conexión a tierra, excepto lo que se permite para tomacorrientes de remplazo en el párrafo (b)(2)(iv) de esta sección. Tomacorrientes del tipo aterrizado deben ser instalados únicamente en los circuitos de la clase de voltaje y corriente para el cual ellos están especificados en su

rendimiento, excepto como están provistos en la tabla S-4 y S-5.

**29 CFR 1910.304(b)(2)(ii):** Los tomacorrientes y conectores de cordón que tienen contactos a tierra deben tener esos contactos efectivamente aterrizados, excepto para aquellos tomacorrientes de generadores portátiles o generadores empotrados en vehículos, de acuerdo al párrafo (3) de esta sección y los tomacorrientes de reemplazo instalados de acuerdo con el párrafo (b)(2)(iv) de esta sección.

**29 CFR 1910.304(b)(2)(iii):** Los contactos de conexión a tierra de los tomacorrientes y los conectores de cordón deben ser aterrizados por conexión al equipo conductor de tierra del circuito que alimenta el tomacorriente o el conector de cordón. El método del cableado del circuito derivado debe incluir o proveer un equipo conductor de tierra al cual los contactos de conexión a tierra del tomacorriente o el conector de cordón deben estar conectados.

**29 CFR 1910.304(b)(2)(iv):** El remplazo de los tomacorrientes deben cumplir con los siguientes requerimientos:

**29 CFR 1910.304(b)(2)(iv)(A):** Donde existan medios de puesta a tierra en la caja del tomacorriente o un conductor a tierra esté instalado, los tomacorrientes del tipo aterrizado deben ser usados y conectados a los medios de puesta a tierra o al conductor.

**29 CFR 1910.304(b)(2)(iv)(B):** Los tomacorrientes protegidos con circuitos interruptores de falla a tierra deben ser provistos cuando se hagan remplazos de tomacorrientes exteriores los mismos que requieren estar protegidos en subpartes.

**29 CFR 1910.304(b)(2)(iv)(C):** Donde los medios de puesta a tierra no existan en la caja del tomacorriente, la instalación debe cumplir con uno de las siguientes

disposiciones:

**29 CFR 1910.304(b)(2)(iv)(C)(1):** Un tomacorriente del tipo no aterrizado, solo puede ser remplazado con otro tomacorriente del tipo no aterrizado; o

**29 CFR 1910.304(b)(2)(iv)(C)(2):** Los tomacorrientes del tipo no aterrizados pueden ser remplazados con un circuito interruptor del tipo de falla a tierra, de un tomacorriente marcado "Equipo no aterrizado"; un equipo conductor de tierra no puede ser conectado desde un tomacorriente del tipo circuito interruptor de falla a tierra a cualquier suministro al aire libre desde el tomacorriente del circuito interruptor con falla a tierra; o

**29 CFR 1910.304(b)(2)(iv)(C)(3):** Un tomacorriente del tipo no aterrizado puede ser reemplazado con un tomacorriente del tipo aterrizado donde la alimentación se haga a través de un circuito interruptor de falla a tierra; el tomacorriente de remplazo deberá estar marcado con "GFCI protegido por" y no equipo a tierra; un equipo conductor de tierra no deberá ser conectado a tales tomacorrientes del tipo aterrizado.

**29 CFR 1910.304(b)(2)(v)** Los tomacorrientes conectados a circuitos que tienen diferentes voltajes, frecuencias o tipos de corriente (alterna o continua) sobre las mismas premisas deben ser de tal diseño que el enchufe acoplado y usado en estos circuitos no pueden ser intercambiables.

**29 CFR 1910.304(g)(1)(v)(C)(4):** Detectores de tierra deben ser instalados en los sistemas de control;

**29 CFR 1910.304(g)(1)(v)(D):** Entre otros puntos, si es que el sistema es un sistema de energía aislado que alimenta circuitos en los centros de salud.

**29 CFR 1910.334(c)(1):** Solo personal calificado puede desarrollar trabajos de

prueba en equipos o circuitos eléctricos.

**29 CFR 1910.334(d) Uso ocasional de materiales inflamables:** Donde estén presentes materiales inflamables aunque sea solo ocasionalmente, los equipos eléctricos capaces de generar una ignición no deben ser utilizados, a menos que se hayan desarrollado las medidas para prevenir condiciones de peligro. Tales materiales incluyen pero no se limitan a gases, vapores, líquidos, polvo combustible, fibras o partículas flotantes inflamables.

## **ANEXO 10**

**Regulaciones de la NEC (National Electrical Code) para la revisión de un equipo eléctrico.**

**NEC 110-18:** Los equipos capaces de generar arcos tendrán escudos, etc., adecuados para reprimir sus efectos y limitar su capacidad para inducir quemaduras.

**NEC 90-7 y 110-3(b ) y OSHA 1910.399:** Los equipos y sus componentes estarán clasificados por tipo, tamaño, voltaje, capacidad de corriente y uso específico. Se verificará que el tipo, tamaño, voltaje y carga a que se expone el equipo no excede los criterios de diseño.

**NEC 110-27:** Las partes vivas del equipo, operando a 50 voltios o más estarán protegidas contra contacto por guardas aprobadas y otros efectos que contribuyan a la seguridad de las personas que usen o pudieran entrar en contacto con el equipo.

**604.5 (C) Tomacorrientes y conectores:** Los tomacorrientes y conectores pueden ser del tipo de bloqueo, únicamente polarizados e identificados para el propósito, y serán parte de las piezas del montaje listado para el sistema apropiado. Todos los

conectores abiertos deben ser diseñados para prevenir contactos inadvertidos con las partes vivas o cubiertas para cerrar de manera efectiva los conectores abiertos.

### **610.3 Requerimientos para Localidades especiales.**

**(A) Localidades clasificadas como peligrosas:** Todos los equipos que operan en una localidad clasificada como peligrosa, deben cumplir con el artículo 500.

(1) **Localidad clase I:** Los equipos usados en localidades que son peligrosas debido a la presencia de gases o vapores inflamables deben ajustarse al artículo 501.

(2) **Localidad clase II:** Los equipos usados en localidades que sean peligrosas debido a la presencia de polvo combustible, deben ajustarse al artículo 502.

(3) **Localidad clase III:** Los equipos usados en localidades que sean peligrosas debido a la presencia de ARTÍCULO 647 Normas para Equipo Electrónico Sensitivo.

### **647.7 Tomacorrientes.**

**(A) General:** Donde los tomacorrientes son utilizados como medio de conectar equipos, las siguientes condiciones deben ser practicadas:

(1) Todos los tomacorrientes de 15 y 20 amperios deben ser protegidos por GFCI (interruptores de falla a tierra que se usan cuando una corriente de fuga a tierra excede un valor determinado).

2) Todas las regletas de tomacorrientes, adaptadores, cubiertas y placas frontales deben ser marcadas con las siguientes palabras o su equivalente:

**PELIGRO – ENERGIA ELECTRICA**

**No conectar a equipos de iluminación**

**Uso solo para equipos electrónicos.**

**60/120 V. 1 ac.****GFCI protegido**

(3) Un tomacorriente de 125 Voltios monofásico, en el rango de 15 o 20 Amperios que tenga uno de sus polos conductores de corriente conectados a un circuito de tierra, debe ser localizado a una distancia de 1.8 m (6ft) de todos los tomacorrientes permanentemente instalados de 15 o 20 Amperios y 60/120 Voltios de sistemas de potencia.

(4) Todos los tomacorrientes de 125 V utilizados para equipos de potencia de 60/120 Voltios deben tener una única configuración y ser identificados para el uso de esta clase de sistemas.

**(B) Tomacorrientes con tierra aislada:** Este tipo de tomacorrientes están permitidos como se describe en el punto 250.146(D); sin embargo la rama del circuito del equipo conductor de tierra debe ser terminado como se requiere en el punto 647.6 (B).

**250.146 (D) Tomacorrientes aislados:** Donde estén instalados para la reducción del ruido eléctrico (interferencia electromagnética) en el circuito de tierra, un tomacorriente en el cual el terminal de tierra está deliberadamente aislado del medio de montaje del tomacorriente es permitido. El tomacorriente de terminal a tierra, puede ser conectado a un equipo de conductor de puesta a tierra aislado con los conductores del circuito. Este equipo de conductor de puesta a tierra se le permite pasar a través de uno o más tableros sin una conexión al terminal de la barra de tierra del tablero como se permite en el 408.40, exceptuando cuando termina dentro del mismo edificio o estructura directamente a una tierra del equipo conductor del terminal del régimen aplicable del sistema o servicio. Donde se encuentre

instalado en acuerdo con las disposiciones de esta sección, este equipo conductor aterrizado estará permitido de pasar a través de cajas, canaletas u otras encubiertas sin estar conectado a las mismas.

**Nota informativa:** El uso de un equipo conductor de puesta a tierra aislado no libera del requerimiento de aterrizar el sistema de canaletas y la caja del exterior.

## **ARTÍCULO 517: CENTROS DE ATENCION MÉDICA**

**517.1 Alcance General:** El objetivo de este artículo está aplicado a los criterios de construcción e instalación eléctrica en las instalaciones del cuidado de la salud de los seres humanos.

### **517.10**

**(A) Aplicabilidad:** La parte II será aplicada a las áreas de cuidados de pacientes de todos los centros de salud.

**(B) Sin cobertura:** La parte II no será aplicada a los siguientes:

- (1) Negocios, oficinas, corredores, salas de espera y similares en las clínicas, consultorios médicos y dentales y consulta externa.
- (2) Áreas de asilo de ancianos e instalaciones con cable de algunos servicios de cuidado estarán acorde al capítulo 1 hasta el 4 de este código. Según el cual estas áreas son utilizadas exclusivamente como áreas de descanso de pacientes.

**517.12 Métodos de cableado:** Excepto que sea modificado en este artículo, los métodos de cableado deben cumplir con las disposiciones de los capítulos 1 hasta el 4 de este código.

**517.13 Aterrizaje de tomacorrientes y equipos eléctricos en áreas de cuidado de pacientes.**

El cableado en áreas de cuidado deben cumplir con la norma 517.13 literal(A) y (B).

**(A) Métodos de cableados.-** Toda la derivación de circuitos que sirven para áreas de cuidado de pacientes, deben estar provistas con un camino de tierra para las fallas de corriente ya sea por una instalación de canalización metálica o un cable con sistema de armadura metálica. Todos estos equipos deben estar calificados como conductores de tierra de acuerdo a la norma 250.118.

**(B) Equipo conductor aislado de puesta a tierra.**

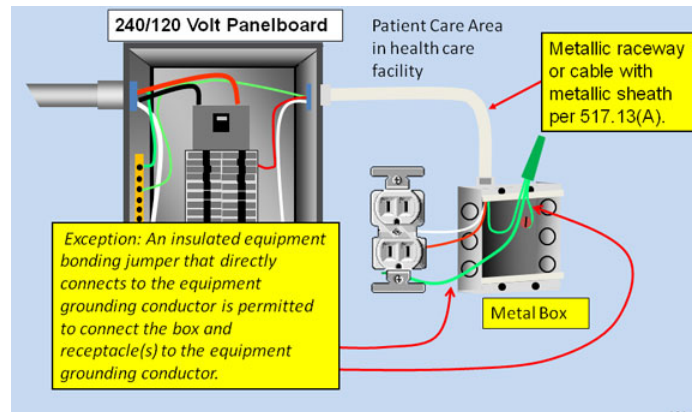
General. Los siguientes dispositivos deben estar conectados directamente a un equipo de conductor de puesta a tierra de cobre aislado que está instalado con los conductores del circuito principal con los métodos de cableado provistos en el artículo 517.13 (A).

- (1) Los terminales de conexión a tierra de todos los tomacorrientes.
- (2) Las cajas metálicas y todos los contenedores que contienen tomacorrientes.
- (3) Todas las superficies no conductoras de equipos eléctricos fijos energizados sujetos a contacto personal, operando sobre los 100 voltios.

**Excepción:** Un equipo aislado con puente de unión que se conecta directamente con el conductor de equipo aterrizado puede ser conectado a la caja y tomacorriente del equipo conductor aterrizado.

**Excepción No. 1 a (3):** Las carcasas de metal se permiten conectar con los conductores de equipos aterrizados por medio de un tornillo de montaje de metal que asegure las carcasas a una caja externa aterrizada o a un dispositivo de cableado de puesta a tierra.



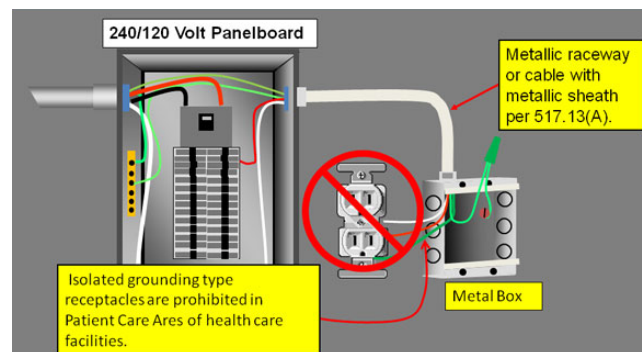


**Anexo Figura 2. Revisión 517.13 (B) Áreas de cuidado de pacientes**

**Excepción No. 2 al (3):** Las luminarias de más de 2.3m (7 1/2ft) sobre el piso e interruptores localizados en las afueras de la vecindad del paciente pueden ser conectadas a un equipo aterrizado de retorno del camino que cumpla con 517.13 (A).

**517.16 Tomacorrientes con terminales de conexión de tierra aislados.**

Tomacorrientes con terminales de conexión de tierra aislados como se describe en el punto 250.146(D) no son permitidos.



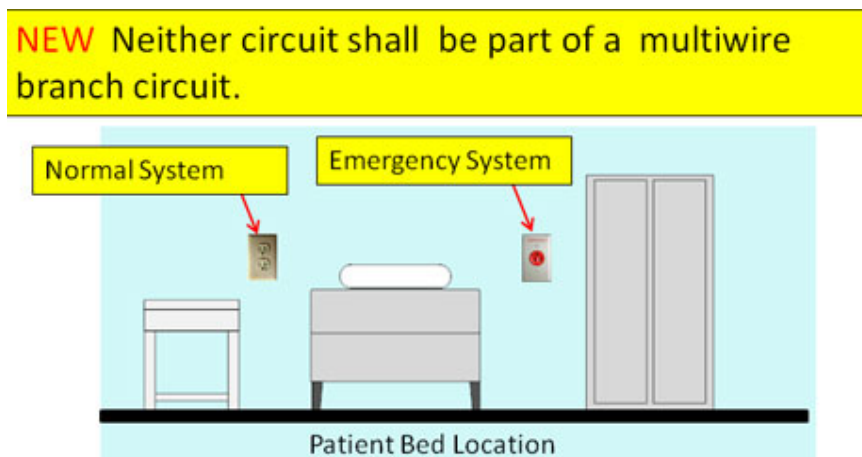
**Anexo Figura 3. Revisión 517.16 Áreas de cuidados de pacientes.**

*Tomacorrientes con conexión de tierra aislados.*

**517.18 Áreas de cuidados generales.**

**(A) Lugares de camas de pacientes:** El lugar de cada cama de los pacientes, deben estar provistos al menos de 2 circuitos de derivación, uno del sistema de emergencia y otro de la red eléctrica normal. Todos los circuitos derivados de la red eléctrica normal deben salir del mismo tablero.

Los circuitos que sirven a las camas de pacientes, no deben formar parte de un circuito de derivación de múltiples hilos.



**Anexo Figura 4. Tomacorrientes ubicados en las cercanías de las camas de pacientes.**

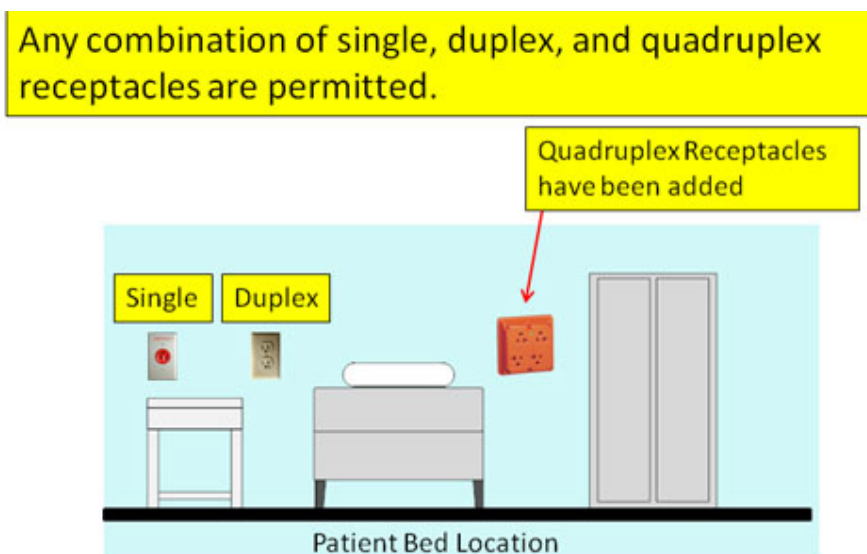
**Excepción No. 1:** Los circuitos derivados que sirven solo a puntos para fines especiales o tomacorrientes, tales como salidas para máquinas portátiles de rayos X, no se les exigirá alimentarse del mismo panel o paneles de distribución.

**Excepción No. 2:** las regulaciones de la norma 517.18(A) no se aplicarán a los lugares de camas de pacientes en: clínicas, consultorios médicos y dentales, centros de atención ambulatoria; psiquiátricos, hospitales de rehabilitación por

abuso de sustancias, centros de descanso, hogares de ancianos y demás centros de cuidado sometidos a las regulaciones 517.10 (B) (2).

**Excepción No. 3:** En general un lugar o espacio de cama de pacientes alimentado desde dos interruptores de transferencia separados del sistema de emergencia, no se les exige tener circuitos del sistema normal.

**(B) Tomacorrientes en localidades de cama de pacientes:** Cada lugar de cama de pacientes, debe estar provisto con un mínimo de 4 tomacorrientes. Estos pueden ser de tipo simple, dúplex o cuadruples o cualquier combinación de los tres. Todos los tomacorrientes ya sean cuatro o más deben ser de “grado hospitalario” e identificables. El terminal de tierra de cada tomacorriente debe estar conectado a un conductor de cobre aislado y el tamaño del conductor deberá estar de acuerdo con la tabla 250.122 del estándar.



**Anexo Figura 5. Tipos de tomacorrientes en las cercanías de las camas de pacientes.**

**Excepción No. 1:** Los requerimientos de 517.18 (B) no se aplican a hospitales psiquiátricos, de abuso de sustancias y rehabilitación que cumplen los requerimientos 517.10 (B) (2).

**Excepción No. 2:** Los cuartos de seguridad psiquiátricos no requieren tener tomacorrientes instalados en la habitación.

**(C) Lugares de pediatría:** Tomacorrientes localizados en los cuartos, baños, salones de juego, salones de actividades varias y áreas de cuidado de localidades pediátricas deben ser resistentes a la apertura o tener una cobertura o un sistema especial para que no los puedan abrir.

#### **517.19 Áreas de cuidado crítico.-**

**(A) Circuitos en camas de pacientes.** Cada lugar de cama de pacientes debe ser alimentado al menos por dos circuitos derivados. Uno o mas del sistema de emergencia y uno o más circuitos del sistema normal.

Al menos un circuito derivado del sistema de emergencia debe suministrar una(s) salida(s) solo en el lugar de la cama. Todos los circuitos derivados del sistema normal deben salir del único tablero.

Los tomacorrientes del sistema de emergencia deben ser identificados y además deben indicar el número de tablero y del circuito al que pertenecen.

Los circuitos derivados que sirven lugares de camas de pacientes, no deben ser parte de circuitos derivados multihilo.

**Excepción No. 1:** Circuitos derivados que sirven a tomacorrientes de propósito especial o equipos en áreas críticas de cuidado si les es permitido salir de otros tableros.

**Excepción No. 2:** Lugares de cuidado crítico alimentados por dos interruptores

separados de transferencia del sistema de emergencia no son requeridos tener circuitos del sistema normal.

**(B) Tomacorrientes de las zonas de camas de pacientes:**

(1) **Número mínimo y alimentación:** Cada cama de paciente debe estar provista con al menos 6 tomacorrientes, uno de los cuales al menos debe estar conectado a una de los siguientes:

- a) Un circuito derivado del sistema normal según el punto 517.19(A).
- b) Un circuito del sistema de emergencia alimentado por un interruptor de transferencia diferente al de los otros tomacorrientes de la misma cama del paciente.

(2) **Requerimientos de los tomacorrientes:** Los tomacorrientes requeridos en el punto

**517.19 (B) (1)** pueden ser del tipo simple, doble o cuádruple, o una combinación de los mismos.

Todos los tomacorrientes deben ser de “grado hospitalario” y además deben estar identificados como tales.

El terminal de tierra de cada tomacorriente debe estar conectado al punto de tierra de referencia mediante un equipo de puesta a tierra de conductor de cobre aislado.

**(C) Conexión y tierra en la vecindad del cuidado del paciente.**

En la vecindad del cuidado del paciente, se debe tener un punto de tierra para equipo de atención a pacientes. Este punto de tierra donde esté provisto, debe permitir contener una o más uniones de tomas aterrizadas.

Un equipo de puentes de unión no menor que 10 AWG se usará para conectar el

terminal aterrizado de todos los tomacorrientes de tipo a tierra, con el punto de tierra de los equipos de atención a pacientes.

La unión de conductores deben permitir ser arreglados en forma central o enlazados como sea conveniente.

**Nota informativa:** Donde no haya puntos de tierra para equipos de uso en pacientes, es muy importante que la distancia entre la referencia del punto de tierra

y la vecindad del paciente sea lo más corta posible para minimizar cualquier diferencia de potencial.

**(E) Técnicas de protección adicional en áreas de cuidado crítico.** Sistemas de energía aislados deben permitirse ser utilizados para áreas de cuidado críticas, y si es que es usado, el equipo de energía eléctrica aislado debe ser de los listados como un equipo de sistema de poder aislado. El sistema de poder aislado debe ser diseñado e instalado de acuerdo al punto 517.160.

**Excepción:** Los indicadores audibles y visuales de la líneas del monitor de aislamiento están permitidos estar localizados en la estación de enfermería para el área que está siendo servida.

**(F) Sistemas de equipos de alimentación aislados de tierra.** Cuando una fuente de poder aislada de tierra se utiliza y limita el primer fallo de corriente de una baja magnitud, el equipo conductor de tierra asociado con el circuito secundario puede correr fuera de la caja del conductor de alimentación de los conductores de poder en el mismo circuito.

**Sistemas de alimentación aislados de tierra del equipo.**

Donde se utilice una fuente de energía aislada no aterrizada, y limitada su primera

falla de corriente a un valor sumamente bajo, el equipo conductor aterrizado asociado con el circuito secundario debe ser permitida que se deslice fuera de la caja de conductores de poder en el mismo circuito.

**(G) Fines especiales del tomacorriente de puesta a tierra.** El conductor de tierra para tomacorrientes con propósitos especiales tales como operación de equipos móviles de rayos X, se extenderá al punto de tierra de referencia de los circuitos derivados para todas las localizaciones como si estuvieran alimentados de tales tomacorrientes.

Donde un circuito es alimentado desde un sistema aislado sin conexión a tierra, al conductor de tierra no se le requiere correr con los conductores de poder. Sin embargo el terminal del equipo aterrizado de un tomacorriente de propósito especial deberá ser conectado al punto de tierra referencial.

#### **517.20 Procedimientos para lugares húmedos.**

**(A) Tomacorrientes y equipo fijo.** Los procedimientos para lugares húmedos en áreas de cuidado de pacientes deben proveer de especial protección en contra de shocks eléctricos a través de los siguientes medios:

(1) Sistemas de distribución de energía que intrínsecamente limitan las posibles fallas a tierra de la corriente debido a un fallo de primera de bajo valor, sin interrumpir el suministro de energía.

(2) Sistemas de distribución de energía en los cuales el suministro de poder es interrumpido si es que la falla a tierra de corriente ocurre, de hecho si excede un valor de 6 mA.

**Excepción:** Solo el ramal del circuito que alimenta únicamente el equipo fijo terapéutico y de diagnóstico tiene permitido el ser alimentado desde un sistema

de servicio aterrizado, mono o trifásico siempre que:

- (a) El cableado para circuitos aislados y aterrizados que no ocupan la misma pista de rodadura y,
- (b) Todas las superficies conductoras del equipo estén conectadas a un equipo conductor de tierra de cobre aislado.

**(B) Sistemas de energía aislados.** Donde se utilice un sistema de alimentación aislado, el equipo de alimentación aislado debe ser listado como un equipo de alimentación aislado, y por tanto debe ser diseñado e instalado conforme al punto 517.160.

**517.21 Circuitos interruptores de falla a tierra como protección personal.**

Circuitos interruptores de falla a tierra como protección para el personal, no son requeridos para tomacorrientes instalados en aquellas áreas de cuidado crítico donde el toilet y la base son instaladas dentro del cuarto del paciente.

**Sistemas eléctricos esenciales:**

**517.25 Alcance.** El sistema eléctrico esencial para estas instalaciones debe disponer de un sistema capaz de suministrar una cantidad limitada del servicio de alumbrado y electricidad, que se considera esencial para la seguridad de la vida, y de los procedimientos para el cese ordenado durante los momentos en que el servicio eléctrico normal es interrumpido por cualquier razón.

Esto incluye las clínicas, consultorios médicos y odontológicos, centros ambulatorios, hogares de ancianos, instalaciones de algunos servicios de cuidado, hospitales, y otros centros de atención de salud de atención a los pacientes.

**517.30 Sistemas eléctricos esenciales para hospitales.**

**(A) Aplicabilidad.** Los requisitos de la Parte III, desde el 517.30 hasta el 517.35,



Se aplicarán a los hospitales en los que un sistema eléctrico esencial sea requerido.

**(B) General**

**(1) Sistemas separados.** Los sistemas eléctricos esenciales para hospitales se deben componer de dos sistemas independientes capaces de suministrar una cantidad limitada de servicio de alumbrado y de energía que sea considerado esencial para la seguridad de la vida y para la operación efectiva del hospital durante el tiempo en el que el servicio eléctrico normal sea interrumpido por alguna razón. Estos dos sistemas deben ser el sistema de emergencia y el sistema de equipos.

**(2) Sistemas de Emergencia.** El sistema de emergencia será limitado a los circuitos básicos para la seguridad de la vida y los cuidados del paciente crítico.

**(3) de equipos.** El sistema de equipos deberá proporcionar alimentación para la mayoría de equipos eléctricos necesarios para el cuidado del paciente y la operación básica del hospital.

**(4) Interruptores de transferencia.** El número de interruptores de transferencia que se utilizarán estará basado en la fiabilidad, el diseño y las consideraciones de carga.

Cada rama del sistema de emergencia y cada sistema de equipo debe tener uno o más interruptores de transferencia.

Un interruptor de transferencia se le permitirá servir a uno o más ramales o sistemas en una instalación con una demanda máxima en el sistema eléctrico esencial de 150 KVA.

**5) Las cargas opcionales.** Las cargas atendidas por los equipos de generación no expresamente mencionados en el artículo 517 serán atendidos por sus propios interruptores de transferencia, de tal forma que cumplan las siguientes condiciones:

(1) Estas cargas no podrán ser transferidas si la transferencia sobrecarga los equipos de generación.

(2) Estas cargas deberán ser automáticamente eliminadas cuando generen sobrecarga en el equipo.

**6) Instalaciones contiguas.** A las fuentes de energía del hospital y a las fuentes alternas de energía se les permitirá servir a los sistemas eléctricos esenciales de instalaciones contiguas o de las mismas instalaciones.

**C) Requisitos de cableado.**

**(1) Separación de otros circuitos.** La rama de soporte de vida y la rama crítica del sistema de emergencia deben mantenerse totalmente independientes de todos los otros cableados y equipos y no entrarán en las canalizaciones, cajas o gabinetes unos con otros o con otros cables.

Al cableado de la rama de soporte de vida y la rama crítica se les permitirá ocupar las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes de otros circuitos que no forman parte de la rama pero donde el cableado cumple con alguno de los siguientes puntos:

(1) Está en armarios de equipos de transferencia.

(2) Está en las luces de salida o de emergencia alimentada desde dos fuentes.

(3) Es para dos o más circuitos de emergencia suministrado por la misma rama y el mismo interruptor de transferencia.

(4) Está en una caja de conexiones comunes unida a las luces de salida o a las luces de emergencia suministrado a partir de dos fuentes.

Al cableado del sistema de equipo se le permitirá ocupar las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes de otros circuitos que no forman parte del sistema de emergencia.

**(2) Sistemas Aislados de energía.** Donde los sistemas aislados de energía son instalados en cualquiera de las áreas en 517.33 (A) (1) y (A) (2), cada sistema debe ser suministrado por un circuito individual que no sirva a ninguna otra carga.

**(3) Protección mecánica del sistema de emergencia.**

El cableado de los sistemas de emergencia en los hospitales deben ser protegidos mecánicamente. Donde están instalados como circuitos derivados en las áreas de cuidado de los pacientes, la instalación debe cumplir con los requisitos de 517.13 (A) y (B). Los siguientes métodos de cableado son permitidos:

(1) canalizaciones de metal no flexible, cable tipo MI, o programar 80 conductos de PVC.

Canalizaciones no metálicas no deben ser utilizados en circuitos que abastecen a las áreas de atención al paciente.

(2) Donde el Encapsulado de concreto es no menos de 50 mm (2 pulgadas), programar 40 conductores de PVC, flexible no metálico, o con una camisa

de canalizaciones metálicas, o con cubierta de ensamblajes de cables metálicos marcados para instalación en concreto.

Canaletas no metálicas no se deben utilizar para circuitos que suministran áreas de atención al paciente.

(3) Canaletas metálicas flexibles que constan en la lista y ensamble de cable metálico enfundado también listado se puede utilizar en cualquiera de los siguientes:

- a) Donde son usados en cabeceras médicas listadas y prefabricadas.
- b) En muebles de oficina reconocidos en la lista.
- c) Donde pueda ser aplicada la técnica de fished en las paredes o techos existentes, no accesibles de otra manera y que no deben estar sujetas a daños físicos
- d) Donde sea necesario para conexiones flexibles a los equipos.

4) Cables flexibles de poder de los aparatos u otros equipos utilizados conectados al sistema de emergencia.

(5) Cables para sistemas de Clase II o Clase III permitidos en la parte VI del presente artículo, con o sin canaletas.

Nota informativa: Ver 517,13 para la puesta a tierra adicional requerida en las áreas de atención al paciente.

**(D) Capacidad de los Sistemas.** El sistema eléctrico esencial tendrá la capacidad adecuada para satisfacer la demanda de operación de todas las funciones y equipos a ser atendidos por cada sistema y ramal del circuito.

Los alimentadores tendrán las dimensiones necesarias, de conformidad con los artículos 215 y 220.

El conjunto de generador (es) deberá tener la capacidad suficiente y la valoración adecuada para satisfacer la demanda producida por la carga del o de los sistemas eléctricos esenciales en cualquier momento dado. El cálculo de la demanda para el dimensionamiento del grupo de generadores se basa en cualquiera de los siguientes:

- (1) factores prudentes de demanda y datos históricos.
- (2) Carga conectada.
- (3) Los procedimientos del cálculo de la alimentación se describen en el artículo 220
- (4) Cualquier combinación de los anteriores.

Los requisitos de tamaño de 700.4 y 701.4 no se aplican a generadores de hospital.

**(E) Identificación de los tomacorrientes.**

Las placas de cubierta de los tomacorrientes eléctricos o los mismos tomacorrientes que se alimentan del sistema de emergencia, deben tener un distintivo de color o algún tipo de marca de manera que sean fácilmente identificables.

Los tomacorrientes polarizados con polo a tierra deben tener claramente identificados mediante letras, colores o símbolos los terminales de neutro y tierra y si son trifásicos los terminales donde se conectan las fases también se deben marcar con letras. En los tomacorrientes monofásicos el terminal plano más corto debe ser el de la fase.

Los tomacorrientes con tierra aislada para conexión a equipo sensible no conectados a pacientes, deben identificarse con un triángulo de color naranja. (No es parte del estándar, ubicarlo donde quepa mejor).

**517.31** Sistemas de emergencia. Aquellas funciones de cuidados de pacientes dependientes de la iluminación o de aparatos conectados al sistema de emergencia, deben ser divididas en 2 ramales principales. El circuito para soporte de vida y el circuito crítico descrito en los puntos 517.32 y 517.33.

Los ramales del sistema de emergencia deben estar instalados y conectados a la fuente de poder alterno de modo que todas las funciones especificadas para el sistema de emergencia puedan ser restauradas automáticamente a su operación normal dentro de los primeros 10 segundos después de la interrupción de la fuente normal.

**517.32 Ramal de soporte de vida.** Ninguna función más que aquellas listadas en el punto 517.32 desde el literal A hasta el H deberán ser conectadas al ramal de soporte de vida. El ramal de soporte de vida del sistema de emergencia suministrará la energía eléctrica para las luminarias, tomacorrientes y equipo.

**(A) Iluminación de los medios de salida.** La iluminación de los medios de salida, son tales como las luminarias requeridas para los corredores, pasadizos, escaleras, puertas de salida, y todas las vías necesarias para aproximarse a la salida.

Arreglos de interruptores para transferir la iluminación del corredor de los pacientes en los hospitales desde el circuito general de iluminación hacia el circuito de iluminación nocturna serán permitidos, pero solo uno de los 2 circuitos

provistos puede ser seleccionado, ambos circuitos no pueden extinguirse al mismo tiempo.

**(B) Señales de salida.** Son señales de direccionamiento para llegar a la salida.

**(C) Sistemas de alarma y sistemas de alerta.** Estos sistemas incluyen lo siguiente:

(1) Alarmas para incendio.

(2) Alarmas requeridas para sistemas usados para las tuberías de gases medicinales no inflamables.

(3) Controles mecánicos y otros accesorios requeridos para la operación efectiva de los sistemas de soporte de vida serán permitidos para conectarse con el ramal de soporte de vida.

**(D) Sistemas de comunicación.** Los sistemas de comunicación hospitalarios usados para impartir instrucciones durante una emergencia.

**(E) Grupos de generadores y ubicaciones de los interruptores de transferencia.**

Cargador de batería de luminarias de trabajo, para unidades de baterías de poder de iluminación y tomacorrientes seleccionados en el grupo de generadores y localidades del interruptor de transferencia esencial.

**(F) Accesorios para grupos de generadores.** Accesorios para los generadores según sea requerido para el funcionamiento de los generadores.

**(G) Elevadores.** Elevadores, iluminación de la cabina de los elevadores, controles, comunicaciones y sistemas de señales.

**(H) Puertas automáticas.** Puertas operadas automáticamente utilizadas para egreso del edificio.

**517.33 Secciones críticas.**

**(A) Iluminación de trabajo y tomacorrientes seleccionados.** El ramal crítico del sistema de emergencia suministrará energía para la iluminación de trabajo, equipos fijos, tomacorrientes seleccionados y circuitos especiales de poder sirviendo a las siguientes áreas y funciones relacionadas al cuidado de pacientes:

- (1) Áreas de cuidado crítico que utilicen gases de anestesia.
- (2) El sistema de poder aislado en ambientes especiales.
- (3) Áreas de cuidado de pacientes, iluminación de trabajo y tomacorrientes seleccionados en los siguientes:
  - a. Guarderías de infantes
  - b. Áreas de preparación de medicamentos.
  - c. Áreas de provisión de productos farmacéuticos.
  - d. Áreas de enfermería de gravedades seleccionadas.
  - e. Áreas de camas de psiquiatría (omite interruptores).
  - f. Salas de tratamiento ambulatorios.
  - g. Estaciones de enfermería (a menos que estén suficientemente iluminadas por las luminarias del corredor.
- (4) Luminarias de trabajo adicional en cuidados de pacientes especializados y tomacorrientes donde sea necesario.
- (5) Sistemas de llamado de enfermeras.
- (6) Bancos de Sangre, huesos y tejidos.
- (7) Cuartos y cabinas de equipos de telefonía.
- (8) Luminarias de trabajo, tomacorrientes seleccionados, y circuitos de poder seleccionados para lo siguiente:



- a. Camas de cuidado general. (Al menos un tomacorriente dúplex en cada habitación del paciente).
- b. Laboratorios angiográficos.
- c. Laboratorios de cateterización cardíaca.
- d. Unidad de cuidado de las coronarias.
- e. Áreas o cuartos de hemodiálisis.
- f. Áreas de habitación de tratamientos de emergencia. (seleccionadas)
- g. Laboratorios de fisiología humana.
- h. Unidades de cuidado intensivo.
- i. Habitaciones de recuperación postoperatoria. (Seleccionados)

(9) Iluminarias de trabajo adicional. Tomacorrientes y circuitos de poder selectos necesarios para la operación efectiva del hospital. Motores de potencia fraccional de una fase son permitidos de conectarse al ramal de circuito crítico.

**(B) Subdivisión del ramal del circuito crítico.** Está permitido subdividir el ramal crítico en 2 o más ramales.

**Nota informativa:** Es muy importante analizar las consecuencias de alimentar un área con solamente el ramal del circuito crítico cuando ocurra una falla entre el área alimentada y el conmutador de transferencia.

Alguna proporción de la alimentación normal y crítica o solo de la crítica, desde los conmutadores de transferencia separados, podría ser la apropiada.

**517.34 Sistema de conexión del equipo para fuentes de energía alterna.** El sistema de equipo puede ser instalado y conectado a la fuente de corriente alterna de modo que el equipo descrito en el 517.34(A) es automáticamente restaurado a la

operación en intervalos de tiempo apropiado siguiendo la energización del sistema de emergencia. Estos arreglos también son provistos para las conexiones subsecuentes del equipo descritas en 517.34 (B) [99:4.4.2.2.3.2].

**Excepción:** Para sistemas eléctricos esenciales bajo 150 KVA la supresión de la figura de los intervalos de tiempo para las conexiones automáticas con retardo para el sistema con equipos es permitida.

**(A) Equipo para conexiones con retardo automático.** El siguiente equipo debe permitírsele estar dispuesto para que realice una conexión automática con retardo a la fuente de alimentación alterna.

(1) Los sistemas centrales de succión sirviendo a funciones médicas y quirúrgicas, incluyendo controles. Tales sistemas de succión deben tener permitido utilizar el ramal crítico.

(2) Bombas de sumidero y otro equipo requerido para operar para la seguridad de la mayoría de aparatos, incluyendo sistemas de controles asociados y alarmas.

(3) Los Sistemas de aire comprimido sirviendo a funciones médicas y quirúrgicas, incluyendo controles. Tal sistema de aire debe estar permitido conectarse durante la emergencia conectarse en el ramal crítico de alimentación.

(4) Control de humo y sistemas de presurización, o ambos.

(5) Suministro de cubierta de cocina, sistemas exhaustos o ambos, si es que es requerido para operar durante un incendio o bajo la cubierta.

(6) Sistemas de suministro, retorno y ventilación para salas de infección/aisladas, salas de ambientes protegidos, ventiladores para

laboratorios con campanas de extracción, áreas de medicina nuclear donde el material radioactivo es utilizado, evacuación de óxido de etileno, evacuación de gases de anestesia. Donde la conexión automática con retardo no es apropiada, tales sistemas de ventilación están permitidos de estar localizados en las ramas críticas.

(7) Sistemas de suministro, retorno, y ventilación para salas de operación y de partos.

**Excepción:** Conexiones automáticas secuenciales con retardo al generador de alimentación alterna para prevenir la sobrecarga del generador están permitidos donde los estudios de ingeniería indiquen que es necesario.

**(B) Equipo de conexión manual o automática con retardo.**

El siguiente equipo tiene permitido ser preparado para ya sea conexión manual o automática con retardo a la fuente alterna de poder,

(1) Equipo de calor para proveer calor en salas de parto, recuperación, cuidados intensivos, cuidados coronarios, cuneros, cuartos de aislamiento infeccioso, espacios de tratamiento emergente y cuartos de pacientes generales y mantenimiento de presión, bombas para sistemas de protección de incendios.

(2) Elevadores destinados a proveer servicio de pacientes de cirugía, plantas de obstetricia, etc. Durante la interrupción de la alimentación normal. Para los casos en que esta interrupción cause elevadores detenidos entre pisos, además de otras facilidades, deben tener permitido la operación temporal de cualquier elevador para que poder liberar a los pacientes u otras personas quienes se hayan quedado atrapadas entre pisos.

- (3) Facilidades hiperbáricas.
- (4) Facilidades hipobáricas
- (5) Puertas automáticamente operadas
- (6) El mínimo equipo de calentamiento autoclave tiene permitido estar preparado para ya sea conexión automática o manual a la fuente alterna.
- (7) Controles para equipo listado en el punto 517.34
- (8) Equipos seleccionados, deben ser permitidos también servirse de esta fuente alterna.

**(C) AC equipo para conexión automática sin retardo.** Los accesorios de generadores, incluidos pero no limitados a, la bomba de combustible del sistema de transferencia, persianas de accionamiento eléctrico y demás accesorios esenciales para la operación del generador deben ser preparados para la conexión automática con la fuente alterna de poder.

**517.35 Fuentes de poder.**

**(A)** Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de 2 fuentes de poder independientes. Una fuente normal que generalmente suministra al sistema eléctrico completo y una o más fuentes alternas para el uso cuando la fuente normal esté interrumpida.

**(B)Fuente alterna de poder. La fuente alterna de poder debe ser una de las siguientes:**

- (1) Generador(es) manejados por alguna forma de fuerza motriz y localizados en los locales.
- (2) Otra unidad de generación donde la fuente normal consiste de un generador localizado en los locales.

(3) Un servicio externo cuando la fuente normal consiste de una unidad generadora localizado en los locales,

(4) Un sistema de baterías localizado en los locales.

**(C) Ubicación de los componentes de los sistemas eléctricos esenciales.**

Una consideración especial debe tenerse en la ubicación de los sistemas eléctricos esenciales, para minimizar las interrupciones causadas por fuerzas naturales comunes a las áreas (ej. Tormentas, inundaciones, terremotos, o peligros creados por las estructuras vecinas o las actividades). Igual consideración se debe tener a las posibles interrupciones que el servicio eléctrico normal resultantes de causas similares tales como interrupción del servicio eléctrico normal debido al cableado interno y a fallas del equipo.

**517.40 (B) Instalaciones de atención hospitalaria para pacientes internados.**

Para aquellos hogares de ancianos y demás instalaciones de cuidado limitadas que admiten pacientes quienes necesitan ser mantenidos con vida mediante equipo de soporte eléctrico, el sistema eléctrico esencial desde la fuente hasta la parte de la instalación donde tales pacientes son tratados deben cumplir con los requerimientos de la parte III, 517.30 hasta la 517.35.

**517.40 (C) Facilidades contiguas o localizadas en el mismo sitio del hospital.**

Los hogares de ancianos y las facilidades de cuidado contiguas o localizadas en el mismo sitio del hospital, tienen permitido tener sus sistemas esenciales eléctricos suministrado por el mismo hospital.

**517.43 Conexión al ramal del circuito crítico.** El ramal del circuito crítico debe ser instalado y conectado a la fuente alterna de energía eléctrica, de modo que los equipos listados en el punto 517.43(A) sean automáticamente restaurados a la

operación en un intervalo de tiempo apropiado siguiendo el ejemplo de la restauración a la operación del circuito vivo de seguridad.

Su arreglo proveerá también de una conexión adicional del equipo listado en el punto 517.43 (B) ya sea con retardo automático u operación manual.

**Excepción:** Para sistemas esenciales eléctricos bajo los 150KVA, es permitida la supresión de la característica de intervalos de retraso de tiempo para las conexiones automáticas con retraso hacia el sistema del equipo.

**(A) Conexiones automáticas con retardo.** El siguiente equipo tiene permitido ser conectado al ramal crítico y puede estar preparado para conectarse automáticamente con retardo a la fuente alterna de alimentación.

(1) Áreas de atención de pacientes. Tareas de iluminación y tomacorrientes seleccionados:

- a. Áreas de preparación de medicamentos.
- b. Áreas de dispensación farmacéutica.
- c. Estación de enfermeras (bajo iluminación adecuada por luminarias del corredor).

(2) Las bombas de sumidero y otro equipo requerido para operar para la seguridad de aparatos mayores y sistemas asociados de control y alarmas.

(3) Sistemas de control de humo y presurización de las escaleras.

(4) Suministro de cubierta de cocina y/o sistemas exhaustos, si es que es requerido para operar durante un fuego dentro o bajo la cobertura.

(5) Suministro, retorno, y sistemas de ventilación exhaustiva para salas de aislamiento por aire infectado.

**(B) Conexiones manuales o automáticas con retraso.** El siguiente equipo se le permite ser conectado a la rama crítica del circuito y ser preparado ya sea para la conexión manual o automática hacia la fuente alterna de poder.

(1) Equipo de calefacción para proveer calor a los cuartos de pacientes.

(2) Servicio de elevadores. En circunstancia de que la interrupción de la energía pueda resultar en que el elevador se quede detenido entre pisos, se debe tener previsto este caso para permitir la operación temporal de cualquier elevador y la liberación de los pasajeros. Para requerimientos de iluminación de los elevadores, control y sistemas de señales ver 517.42 (G).

(3) La iluminación adicional, los tomacorrientes y el equipamiento de los elevadores deben tener permitido conectarse únicamente a la rama crítica de la red.

#### **517.44 Fuentes de poder:**

**(A) Dos Fuentes independientes de poder.** Los sistemas esenciales eléctricos deben tener un mínimo de 2 fuentes independientes de energía: una fuente normal generalmente alimentando el sistema eléctrico completo y una o más fuentes para utilizar cuando la fuente normal está interrumpida.

**(B) Fuente de poder alterna.** La fuente de poder alterna debe ser un generador impulsado por una forma de motor primario y localizado en las instalaciones.

**Excepción No. 1:** Donde la fuente normal consiste de una unidad generadora en las instalaciones, la fuente alterna debe ser otro conjunto de generadores o un servicio de utilidad externo.

**(C) Ubicación de Componentes de Sistemas eléctricos esenciales.** Consideraciones muy cuidadosas deben ser hechas al ubicar componentes de

sistemas eléctricos esenciales en espacios de viviendas para minimizar las interrupciones causadas por fuerzas naturales comunes a las áreas (por ejemplo tormentas, inundaciones, terremotos o peligros creados por actividades aledañas o estructuras adyacentes). Consideraciones similares deben ser hechas para posibles interrupciones del servicio eléctrico normal como resultado de causas similares así como para posibles interrupciones debido a las fallas del cableado interno o de los equipos.

**Información:** Las facilidades en las que la fuente normal de energía es suministrada por dos o más centrales separadas de servicio, experimentan una confiabilidad del servicio mayor que aquellas con una sola alimentación. Como son alimentadas por dos fuentes separadas y además son instaladas de modo que tienen su parte mecánica y eléctrica independiente, cuando ocurre una falla entre la facilidad y la fuente de generación no se produce una interrupción porque siempre queda una de las 2 fuentes funcionando.

**(B) Localidades de anestesia clasificados como peligrosos.**

**(1) Métodos de cableado.** El cableado en un lugar clasificado como peligroso tal como está referido en el artículo 517.60 debe ser instalado en un tubo conductor eléctrico rígido y de metal, de conductancia intermedia. El tipo puede ser cable MI, o cable MC que emplea una continua vaina metálica, ajustada contra gas y vapor.

**(2) Equipo encapsulado.** El equipo instalado que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal calientes, tales como lámparas y sujetadores de lámparas para luces fijas, fusibles para transformadores de distribución (corte), interruptores, generadores, motores u otros equipos que tengan creación e



interrupción del flujo eléctrico o contactos deslizantes, estos deben ser totalmente recubiertos o contruidos de tal forma que prevengan el escape de chispas o partículas de metal caliente.

**Excepción:** los tomacorrientes de pared instalados sobre lugares clasificados como peligrosos, ubicados en lugares de anestesia que son inflamables no requieren estar totalmente encerrados o tener sus aberturas cubiertas o protegidas para prevenir la dispersión de las partículas.

**(3) Luminarias:** Todas las luminarias de cirugía y las otras deben ajustarse al numeral 501.130(B).

**(4) Sellos:** Sellos listados deben ser provistos de acuerdo con el punto 501.15 y 501.15 (A) deben ser aplicados a los límites o fronteras tanto horizontales como verticales de los lugares clasificados como peligrosos.

**(5) Tomacorrientes y enchufes:** Los tomacorrientes y enchufes localizados en lugares donde se aplica anestesia a los pacientes, clasificados como peligrosos, deben ser los clasificados como de grado hospitalario, para servicios prescritos de voltaje, frecuencia, clasificación y número de conductores con provisión para la conexión del conductor de tierra. Este requerimiento debe ser aplicado a los enchufes y tomacorrientes de 2 polos, del tipo de 3 cables a tierra para una sola fase con 120 volt. nominales y servicio de corriente alterna AC.

**(6) Tomacorrientes y enchufes 250 voltios (50 a 60 Amperios):** Los tomacorrientes y enchufes en el rango de 250 voltios para conexión de equipo médico de corriente alterna entre 50 y 60 amperios para uso en lugares clasificados como peligrosos, deben ser programados para que el

tomacorriente de 60 amperios acepte enchufes de 50 o 60 amperios. Los enchufes deben ser de 2 o 3 polos diseñados con un tercer contacto para conectarse al equipo conductor aislado con puesta a tierra del sistema eléctrico.

**(C)** Otras localidades aparte de las clasificadas como peligrosas por aplicación de anestesia.

**(1) Métodos de cableado.** Los cables que sirven otras ubicaciones aparte de las clasificadas como peligrosas, como se define en el punto 517.60, deben ser instalados en un sistema de canaletas metálicas o en un montaje de cables. El sistema de canaletas metálicas o deben calificar como equipos conductores con aislamiento de acuerdo con el punto 250.118.

Los cables tipo MC y MI deben tener una armazón metálica externa, envoltura o envoltura ensamblada que sea identificada como un equipo aceptable conductor a tierra.

**Excepción:** La instalación colgante de tomacorrientes que emplean el tipo de SJO o el equivalente de cables flexibles de uso fuerte o extrafuerte a no menos de 1.8m (6ft) del piso no requieren ser instalados en una canaleta metálica o conjunto de cables.

**(2) Tomacorrientes y enchufes.** Los tomacorrientes y enchufes instalados y utilizados en otros lugares aparte de los clasificados como peligrosos deben ser los conocidos como de “grado hospitalario” para servicios prescritos de voltaje, frecuencia, rango y número de conductores con provisionamiento para conexión a los conductores a tierra. Este requerimiento debe ser aplicado a

los enchufes de 2 polos, 3 cables de los de tipo de conexión a tierra para una fase, 120, 208, o 240 voltios nominales de servicio AC.

**(3) Tomacorrientes y enchufes acoplados entre 50 amperios y 60 amperios.** Los tomacorrientes y enchufes acoplados de 250 voltios, para conexiones de 50 amperios y 60 amperios AC de equipos médicos para uso en otras localidades a más de las clasificadas como peligrosas, deben ser preparados de manera que los tomacorrientes de 60 amperios acepten los enchufes tanto de 50 como de 60 voltios. Los tomacorrientes de 50 amperios en cambio deben ser diseñados para no aceptar los enchufes de 60 amperios. Los enchufes acoplados que son de 2 polos, 3 hilos deben ser diseñados con un tercer hilo para conectarse al equipo de aislamiento (con una raya verde o verde con amarillo) conductor a tierra del sistema eléctrico.

**517.62 Aterrizaje.** En cualquier área de anestesia, todos los canales metálicos, láminas metálicas, cables y las normales porciones no conductoras de corrientes de los equipos fijos eléctricos, deben estar conectados a un conductor a tierra del equipo.

La conducción a tierra y conexiones en localidades de Clase I deben cumplir con el numeral 501.30.

**Excepción:** Los equipos que funcionan a un voltaje no superior a 10 voltios entre conductores, no necesitan estar conectados al conductor a tierra del equipo.

**517.63 Sistemas de energía aterrizada en localidades de anestesia.**

**(A) Unidades luminarias a batería.** Una o más unidades luminarias energizadas por baterías deben ser provistas y debe permitírsele ser cableada al

circuito crítico de iluminación del área y conectado delante de cualquier interruptor local.

**(B) Cableado de circuito derivado.** Los circuitos derivados abasteciendo solo equipo listado, fijo, terapéutico y de diagnóstico, permanentemente instalado por encima de lugares clasificados como peligrosos y en otro tipo de lugares no peligrosos, tienen permitido ser alimentados desde un servicio normal aterrizado, que puede ser monofásico o trifásico, se aplica a los siguientes:

- (1) Cableado de circuitos aislados y aterrizados no deben ocupara el mismo tubo o canaleta.
- (2) Todas las superficies conductoras de los equipos deben ser conectadas a un equipo conductor aterrizado.
- (3) El equipo (excepto los tubos encerrados de rayos X y los conductos hacia los tubos) que está ubicado a menos de 2.5mt. (8 pies) sobre el piso o afuera de un lugar donde se aplique anestesia.
- (4) Interruptores para la rama de circuitos aterrizados deben ser instalados fuera de los lugares clasificados como peligrosos



**Anexo Figura 6. Sistemas de energía aterrizados en cuartos de anestesia.**

**(C) Ramal de circuitos fijos de iluminación.** Los circuitos derivados abasteciendo solamente iluminarias fijas tienen permitido ser alimentados por el servicio normal aterrizado, entre los mismos se encuentran.

(1) Aquellas luminarias localizadas al menos a una altura de 2.5m (8 pies) por encima del suelo.

(2) Todas las superficies conductoras de las luminarias conectadas al equipo conductor de tierra.

(3) Cableado para circuitos abasteciendo de energía a las luminarias que no ocupan la misma canaleta o tubo de los circuitos que suministran energía con aislamiento.

(4) Interruptores montados en la pared y ubicados por encima de lugares clasificados como peligrosos.

**Excepción:** Secciones 517.63 (C) (1) y (C) (4) no aplicarán para otros lugares aparte de los clasificados como peligrosos.

**(D) Estaciones de control remoto.** Estaciones montadas en la pared de control remoto para interruptores de control remoto operando a 24 voltios o menos tienen permitido ser instalados en cualquier localidad donde se aplica anestesia.

**(E) Sistemas de energía con aislamiento.** Donde sea utilizado un sistema de energía aislado, el equipo de energía con aislamiento debe ser listado como tal. Este tipo de equipo y sus circuitos de abastecimiento tienen permitido ser ubicados en un lugar de anestesia, siempre que estos sean instalados por encima de la ubicación clasificada como peligrosa.

**(F) Los circuitos en lugares donde se aplica anestesia.** Excepto los que son permitidos en los párrafos anteriores, cada circuito de poder en o parcialmente en, un lugar inflamable de anestesia tal como se refiere en el punto 517.60 deben ser aislados de cualquier sistema de distribución abasteciendo otros lugares a más de los de anestesia.

**517.71 Conexiones a un circuito de alimentación.**

**(A) Equipo fijo y estacionario.** El equipo fijo y estacionario de Rayos – X debe ser conectado a la fuente de energía por medio de un método de cableado cumpliendo con los requerimientos aplicables de los capítulos del 1 al 4 de este código.

**Excepción:** El equipo debidamente alimentado por un circuito derivado que no supere los 30 amperios, puede ser energizado a través de enchufes adecuados y cables o cordones robustos.

**(B) Equipo portátil, móvil y transportable.** Circuitos derivados individuales no se requieren para el equipo médico portátil, móvil o transportable de rayos-X que no supere de una capacidad requerida de 60 Amperios.

**(C) Suministro sobre los 600 Voltios.** Los circuitos y equipos operados en un circuito con un suministro eléctrico que supera los 600 Voltios deben cumplir con el artículo 490.

**517.74. Conductores de circuitos de control.**

**(A) Número de conductores en las canaletas.** El número de conductores de circuitos de control, instalados en una canaleta debe ser determinado de acuerdo con el punto 300.17.

**(B) Tamaño mínimo de los conductores.** Los cables de las lámparas de tamaño 18 AWG o 16 AWG como se especifica en el punto 725.49 y los cables flexibles son permitidos para controlar y operar los circuitos de los equipos de rayos X y equipos auxiliares, que están protegidos por dispositivos con sobrecorrientes no superiores a los 20 amperios.

**517.80 Áreas de cuidado de pacientes.** El aislamiento equivalente y el aislamiento requerido por los sistemas de distribución eléctrica en áreas de cuidado de pacientes deben ser provistos para comunicaciones, sistemas de señales, circuitos de sistemas de datos, sistemas de alarmas de incendio, y demás sistemas alimentados por 120 voltios nominales o menos.

Los sistemas de señalamiento y comunicación para clase 2 y clase 3 y los sistemas de potencia limitada de alarmas de fuego no necesitan cumplir con los requerimientos de puesta a tierra del punto 517.13, ni tampoco cumplir con los requerimientos de protección mecánica del 517.30(C)(5), ni tampoco requieren estar encapsulados en canaletas, a menos que sea especificado de otro modo en el capítulo 7 u 8.

Los circuitos secundarios de los transformadores de potencia para comunicaciones o los sistemas de señalamiento no requieren estar encapsulados en canaletas a menos que sea especificado de otro modo en el capítulo 7 u 8.

**517.82 Señales de transmisión entre electrodomésticos.**

**(A) General.** La señal de cableado instalada permanentemente desde un electrodoméstico en una localidad de pacientes hacia electrodomésticos remotos, emplea un sistema de señal de transmisión que previene interconexiones a tierra peligrosas de los electrodomésticos.

**(B) Señal de cable común de puesta a tierra.** La señal de cable común de puesta a tierra (por ejemplo la tierra del chasis para transmisión de un solo final) tiene permitido ser utilizado entre aparatos eléctricos todos localizados dentro de la vecindad de atención al paciente, siempre que los equipos estén alimentados del mismo punto de referencia de tierra.

#### **517.160 Sistemas de alimentación aislados.**

##### **(A) Instalaciones.**

**(1) Circuito de poder aislado.** Cada circuito de poder aislado debe ser controlado con un switch o un circuito interruptor que tenga un polo para desconexión en el conductor de cada circuito aislado para desconectar simultáneamente toda la energía. Tal aislamiento se debe lograr con uno o más transformadores de aislamiento, conjuntos de generadores o mediante baterías eléctricas aisladas. Los conductores de los circuitos de poder aislados no deben ser instalados en cables, canaletas u otros cerramientos conteniendo conductores de otros sistemas.

**(2) Características de los circuitos.** Los circuitos que alimentan líneas primarias de un transformador de aislamiento deben operar a no más de 600 voltios entre conductores y deben estar provistos de protección de sobrecorriente apropiado.

El voltaje secundario de tales transformadores no deben exceder tampoco de lo 600 voltios entre conductores de cada circuito.

Todos los circuitos alimentados de tales secundarios no deben estar aterrizados y deben tener un dispositivo de sobrecorriente aprobado de rangos apropiados en cada conductor.



Los circuitos alimentados directamente de baterías o desde conjuntos de generadores deben estar sin aterrizar y deben ser protegidos contra la sobrecorriente de la misma manera que ocurre con los circuitos secundario de alimentación del transformador.

Si es que un campo electrostático se hace presente, este debe ser conectado al punto de referencia de tierra.

**(3) Localización de los equipos.** Los transformadores de aislamiento, motores, grupos de generadores, baterías y recargadores de baterías, así como dispositivos de sobrecorriente primarios o secundarios, no deben ser instalados en localizaciones clasificadas como peligrosas. El cableado aislado del circuito secundario extendido en un lugar de anestesia debe ser instalado de acuerdo con 501.10

**(4) Transformadores de aislamiento.** Un transformador de aislamiento no debe servir a más de una sala de operaciones (quirófano) excepto para los casos cubiertos en los puntos (A)(4)(a) y (A)(4)(b).

Para los propósitos de esta sección, los salones de anestesia inducida son considerados como parte de la sala de operaciones (quirófano) así como las habitaciones al servicio del cuarto de inducción.

(a) Cuartos de inducción. Cuando un cuarto de inducción sirve a más de un cuarto de operaciones (quirófanos), los circuitos de aislamiento del cuarto de inducción pueden estar alimentados de los transformadores de aislamiento de cualquiera de los cuartos de operación a los que sirve.

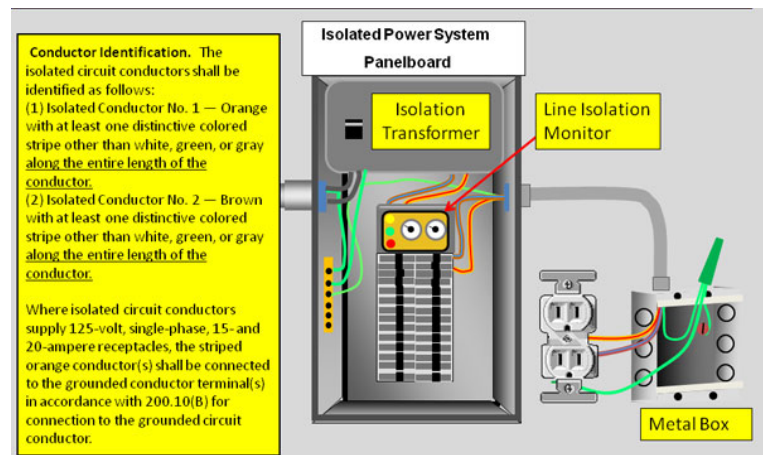
**(5) Identificación de los conductores.** Los circuitos conductores aislados, deben ser identificados como sigue:

**(1) Conductor aislado No.1:** Color naranja con al menos una franja distintiva diferente de blanco, verde o gris a lo largo de todo el conductor.

**(2) Conductor aislado No.2:** Color café con al menos una franja distintiva diferente de blanco, verde o gris a lo largo de todo el conductor.

Para los sistemas trifásicos, el tercer conductor debe ser identificado como amarillo con al menos una franja distintiva de color diferente al blanco, verde o gris a lo largo de todo el conductor.

Cuando los circuitos conductores aislados suministren 125 voltios, una fase, tomacorrientes de 15 y 20 amperios, el conductor naranja a rayas, debe ser conectado al (los) terminal(es) en los tomacorrientes que son identificados de acuerdo con el punto 200.10 (B) para conexión de circuitos conductores aterrizados.



**Anexo Figura 7. Norma 517.160.(A) (5) Identificación de conductores de energía aislados.**

**(6) Cables compuestos de tirado.** Los cables compuestos que incrementan la constante dieléctrica no pueden ser usados en los conductores secundarios de la fuente de alimentación aislada.

**Nota informativa No. 1: Es** deseable limitar el tamaño del transformador de aislamiento a 10KVA o menos y utilizar conductores de aislamiento con poca corriente de fuga para satisfacer los requerimientos de impedancia.

**Nota informativa No. 2:**

**(B) Monitor de aislamiento de línea.**

**(1) Características.** En adición al control usual y a los equipos de protección de sobrecorriente, cada sistema de alimentación aislado debe estar provisto con un monitor de aislamiento de línea operando continuamente, que indique la corriente total de peligro. El monitor debe estar diseñado de modo que una lámpara de señal verde notablemente visible para las personas en cada área servida por el sistema de alimentación aislado, permanezca encendida cuando el sistema está adecuadamente aislado de la tierra. Una lámpara de señal roja y una señal de audible de alarma (remota si se desea) debe ser energizada cuando el total de la corriente peligrosa (que puede consistir de una posible corriente de fuga de acoplamiento capacitivo o inductivo) del conductor aislado a tierra, alcance un valor de umbral del 5mA bajo condiciones nominales de voltaje de la línea. El monitor de línea no debe emitir la alarma para un peligro de fallo de menos de 3.7mA o para un total de corriente inferior a 5mA.

**Excepción:** El sistema tendrá permitido ser diseñado para operar a valores de umbral bajos del total de la corriente peligrosa. Un monitor de aislamiento de

línea para aquellos sistemas que tienen permitido el ser aprobados con la provisión de que la corriente de falla peligrosa sea reducida en no menos del 35% del correspondiente valor de umbral del total de la corriente peligrosa y el monitor de corriente de peligrosa sea correspondientemente reducido a no más del 50 % del valor del umbral de la alarma del total de la corriente peligrosa.

**(2) Impedancia.** El monitor de aislamiento de la línea debe ser diseñado para tener suficiente impedancia interna así como cuando es conectado con el sistema de aislamiento. La máxima corriente interna que puede fluir a través de la línea del monitor de aislamiento, cuando cualquier punto del sistema de aislamiento es aterrizado debe ser 1 mA.

**Excepción:** El monitor de aislamiento de la línea, se permitirá a ser del tipo de baja impedancia, tal que la corriente a través el monitor de aislamiento de la línea, cuando cualquier punto de la aislada sistema esta conectado a tierra, no superiores al doble del umbral de alarma valor para un periodo no superior a 5 milisegundos.

Nota informativa: La reducción de la corriente de peligro del monitor, siempre esto da como resultado la reducción en un aumento “no alarma” valor umbral para la corriente de peligro fallo, se incrementará la capacidad del circuito.

**(3) Amperímetro.** Un amperímetro calibrado para la corriente total del sistema (contribución de la corriente de falla de peligro más la corriente de peligro del monitor) debe ser instalado en un lugar plano visible en la línea del monitor de aislamiento con la alarma encendida en la zona aproximada en el centro de la escala.

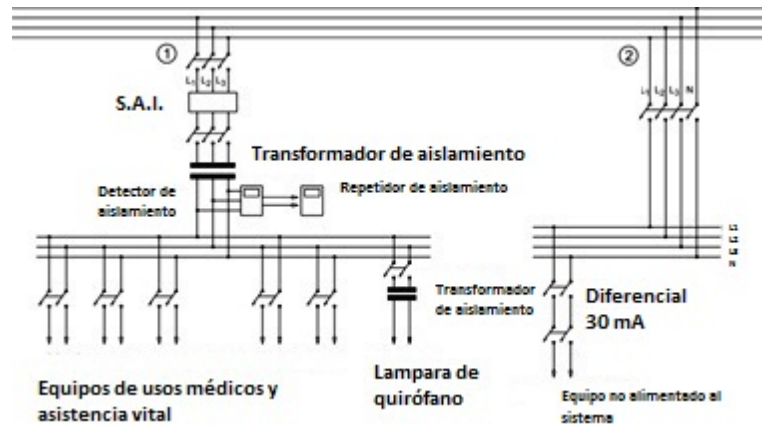
**Excepción:** El monitor de aislamiento de línea, debe tener permitido ser una unidad compuesta, con un cable de sección sensible y una sección de panel (display) en el cual la función de alarma o de prueba está localizada.

La administración Norteamericana de alimentos y drogas FDA informa a los profesionales de la salud, que se ha detectado un defecto de manufactura en ciertos lotes del humidificador de burbuja P/N 7600. Donde las

La administración Norteamericana de alimentos y drogas FDA informa a los profesionales de la salud, que se ha detectado un defecto de manufactura en ciertos lotes del humidificador de burbuja P/N 7600. Donde las tapas del humidificador fallan al llegar a la presión deseada. Cuando la explosión ocurre, la bala de latón no siempre regresa a la posición apropiada. Cuando esta falla en resetearse apropiadamente el humidificador puede tener fugas. Una fuga en el humidificador puede interrumpir potencialmente el flujo de oxígeno al paciente. Pudiendo ocurrir una hipoxemia que degeneraría en la muerte del paciente o severos e irreversibles daños a su salud.

El humidificador de burbuja P/N 7600 es usado para terapias de oxígeno suplementario. El humidificador es usado para proveer humedad adicional durante la terapia de oxígeno suplementario. Este producto es un dispositivo individual de uso simple utilizado en los centros de salud y en atención a domicilio.

Los números de modelos son: 7600-0-50, E7600-0-50, NP7600-0-50 y un kit de pacientes especial que contiene humidificadores de burbuja 7600 de los lotes: 091911 y 092611.



**Anexo Figura 8. Esquema sistema IT con un SAI de 2 horas para lámpara de quirófano, equipos de asistencia vital y el resto del quirófano..**

## GLOSARIO DE TÉRMINOS.

1. **Arco eléctrico:** Es la descarga eléctrica que se forma entre dos electrodos sometidos a una diferencia de potencial.
2. **Área de cuidado de pacientes:** Cualquier parte del centro de salud, donde los pacientes son examinados o tratados. Se dividen en áreas de cuidado general y áreas de cuidados intensivos.
3. **Área de cuidado general:** Es donde se atienden pacientes con cuadros de rutina.
4. **Área de cuidados intensivos:** Son lugares especiales donde los pacientes críticos son atendidos, alejados del resto de pacientes e incluso de sus familias. Por lo general aquí se suministran procedimientos invasivos.
5. **Centrales de monitoreo:** Son consolas electrónicas que generan alarmas para aviso al equipo médico cuando los parámetros de las funciones vitales del paciente conectado a las mismas, no están dentro de lo normal.
6. **Cuarto de inducción:** En muchos hospitales existe un cuarto contiguo a la sala de operaciones donde se acostumbra iniciar el procedimiento de anestesia en los pacientes.

7. **Desfibrilador:** Un desfibrilador es un aparato que suministra un choque eléctrico en forma controlada, permitiendo al operador seleccionar una corriente variable en el momento oportuno, de acuerdo con la condición del paciente. Como cualquier otra fuente de energía eléctrica, un desfibrilador posee dos terminales denominadas paletas o electrodos, las cuales tienen una polaridad definida y son el sitio de contacto eléctrico entre el aparato y el paciente, o sea el elemento de entrega de la energía de desfibrilación.
  
8. **Efecto corona:** Es una descarga, en ocasiones luminosa, que aparece en tensiones altas (30KV/cm) en el aire, debida a la ionización del gas que rodea a un conductor en el cual existe un gradiente de potencial superior a un determinado valor.
  
9. **Embarrado:** Conexión de un cuadro eléctrico a la red que lo alimenta.
  
10. **Equipo eléctrico para el soporte de vida:** Es un equipo eléctrico energizado
  
11. **Estación de enfermeras:** Área destinada a proveer un centro de actividad de enfermeras para un grupo de enfermeras a cargo de los pacientes en habitación, donde son recibidas las llamadas de los pacientes.
  
12. **Estereotaxia:** Procedimiento radiológico para el cálculo de la distancia o la profundidad de un objeto o la lesión en la imagen, mediante la visión estereoscópica de dos imágenes obtenidas con diferente ángulo de incidencia.



Se utiliza para la toma de biopsias o colocación de elementos localizadores, guiada por técnicas radiográficas.

13. **Falla a tierra:** Una falla a tierra es un cortocircuito entre la línea viva y la línea de tierra por donde circulan corrientes grandes hacia la tierra.
  
14. **Fibrilación ventricular:** Se denomina fibrilación ventricular o trastorno del ritmo cardiaco que presenta un ritmo ventricular rápido (>250 latidos por minuto), irregular, de morfología caótica y que lleva irremediablemente a la pérdida total de la contracción cardíaca, con una falta total del bombeo sanguíneo y por tanto a la muerte del paciente.
  
15. **GFCI (Ground-fault circuit interrupter):** Los interruptores con detección de falla a tierra (GFCI, por sus siglas en inglés de Ground Fault Circuit Interrupters) son dispositivos diseñados para evitar choques eléctricos accidentales o electrocución evitando el paso de las corrientes de falla a tierra. También protegen contra incendios ocasionados por fallas eléctricas, sobrecalentamiento de herramientas o electrodomésticos y daños al aislamiento de los cables.
  
16. **Holter:** Equipo usado habitualmente para determinar la respuesta del corazón a la actividad normal, monitorear las respuestas del corazón durante un periodo determinado para precisar las respuestas eléctricas del corazón en situaciones como: valorar efecto de medicamentos, después de un infarto al miocardio, o diagnosticar un ritmo cardiaco peligroso o anormal.

17. **Inducción:** Es el proceso de inicio de la anestesia en un paciente y que usualmente toma menos de 5 minutos.
18. **Monitor de línea de aislamiento:** Es un instrumento de prueba diseñado para chequear continuamente la impedancia balanceada y desbalanceada de cada línea de un circuito aislado a tierra y equipado con un circuito de entrada de prueba para ejercitar la alarma sin que haya corrientes de fuga peligrosas.
19. **Receptor invasivo:** Es aquel que desde el punto de vista eléctrico penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo bien por un orificio corporal o bien a través de la superficie corporal. Estos productos que por su utilización endocavitaria pueden presentar riesgo de microchoque sobre el paciente. Por ejemplo pueden citarse, electrobisturíes, equipos radiológicos de aplicación cardiovascular de intervención, ciertos equipos de monitorización, etc.
20. **Respiradores mecánicos:** También llamados ventiladores, son máquinas que ayudan a respirar al paciente a través de un tubo que se introduce por la boca o la nariz hasta la tráquea y se conecta al respirador.
21. **Riesgo:** El riesgo no es más que la posibilidad de que ocurra un daño en un espacio y tiempo determinado y con un grado de peligrosidad para el individuo.
22. **Tensión disruptiva:** Es la tensión a la que el campo en la superficie del conductor excede la rigidez dieléctrica del aire y comienza el efecto corona. cuya operación continua es necesaria para mantener la vida del paciente.

23. **Tetanización:** Es el movimiento incontrolado de los músculos como consecuencia del paso de la energía eléctrica.

24. **Tierra física:** Es una conexión de seguridad para protección de los seres humanos así como los equipos eléctricos y electrónicos, para protegerlos de disturbios o transitorios imponderables, por lo cual pudieran resultar dañados, tales como: fenómenos artificiales o naturales, descargas electrostáticas, interferencia electromagnética, descargas atmosféricas y errores humanos.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Seguridad eléctrica y tecnología de la Información Thomas Nuño Mayer - Gerente de BENDER en España.  
Link: [http://www.aeih.org/ih/Revista/Octubre\\_2008/SEGURIDAD.pdf](http://www.aeih.org/ih/Revista/Octubre_2008/SEGURIDAD.pdf)
2. Manual de procedimientos en seguridad eléctrica para el laboratorio de instrumentación biomédica, Universidad tecnológica de Pereira, Ing. Javier Villamizar Pinzón.(11)  
Link:[http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/anexos/610284V715dm\\_anexo.pdf](http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/anexos/610284V715dm_anexo.pdf)
3. Dr. Daniel J. Sánchez Silva, Anestesiólogo - Medicina Crítica  
HOSPITAL VARGAS DE CARACAS monografías.com  
Link:<http://www.monografias.com/trabajos27/precauciones-universales/precauciones-universales.shtml>
4. Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia.  
<http://prezi.com/nu3vmc4mwjkv/calibracion-de-equipos-medicos/>
5. Biblioteca Virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales Consultor: Julio Mario Orozco Africano.  
<http://www.eumed.net/libros/2008b/385/DOTACION%20MANTENIMIENTO.htm>

6. Norma Oficial Mexicana sobre los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada.

Link: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/197ssa10.html>

7. Diseño de procedimientos para la calibración de desfibriladores –Universidad Tecnológica de Pereira –Colombia.

Link: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/849/84934098.pdf>

8. *Sociedad Argentina de Terapia Intensiva*

NORMAS DE CATEGORIZACIÓN DE UNIDADES DE CUIDADOS  
INTENSIVOS

Link:<http://www.sati.org.ar/files/gestion/Normas-de-categorizacion-de-las-Unidades-de-Cuidados-Intensivos.pdf>

9. Protocolos de enfermería en UCI (ff)

Link: <http://www.enferpro.com/tecnicas.htm>

10. Universidad DON BOSCO - FACULTAD DE INGENIERÍA. ESCUELA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA – Tesis

Trabajo de graduación: “ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD ELÉCTRICA EN ÁREAS CRÍTICAS DEL HOSPITAL NACIONAL ZACAMIL "DR. JUAN JOSÉ FERNÁNDEZ Y HOSPITAL GENERAL DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL” por CLAUDIA BEATRIZ NAVARRO PALACIOS.

Link:[http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/368/1/038322\\_tesis.pdf](http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/368/1/038322_tesis.pdf)

11. Universidad Politécnica de Valencia  
Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales  
Link: [http://www.sprl.upv.es/IOP\\_ELEC\\_05.htm](http://www.sprl.upv.es/IOP_ELEC_05.htm)
  
12. Puesta a tierra instalaciones eléctricas hospitalarias– Min. SALUD DE COLOMBIA - Ing. ARMANDO MONTENEGRO OROSTEGUI  
Link: <http://seguridadelectricahospitalaria.blogspot.com/>
  
13. Fundamentos de Corrientes Armónicas  
Link: <http://www.angelfire.com/biz/itcmex/factork.html>
  
14. Medicina y Seguridad del Trabajo – Madrid *versión impresa* ISSN 0465-546X (KK)  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S046546X2010000100006&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S046546X2010000100006&script=sci_arttext)
  
15. MELISAM extintores  
Link: <http://www.extintoresmelisam.com.ar/dotacion.php>
  
16. Manual de estándares de las condiciones tecnológicas y científicas del sistema único de habilitación de prestadores de servicios de salud. (mm)  
Link:[http://www.anestesianet.com/normasydecretos/Resolucion01439\\_areaQx.pdf](http://www.anestesianet.com/normasydecretos/Resolucion01439_areaQx.pdf)
  
17. Así funciona el CIRCUITO ELÉCTRICO: *José Antonio E. García Álvarez* (11)  
[http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af\\_circuito/af\\_circuito\\_3.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_circuito/af_circuito_3.htm)
  
18. Suplemento técnico TERASAKI – Innovaciones en Protección

<http://www.terasaki.es/suplementos/Articulo%2014%20Abril%202007%20Los%20regimenes%20de%20neutro.pdf>

19. Ovaciones en Protección.

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ- DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

<http://www.ate.uniovi.es/14005/documentos/mas/seguridad/TraduccionWebster%20seguridad%20electronica.pdf>

20. Occupational Safety & Health Administration (OSHA)

[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owaredirect.html?p\\_url=http%3A%2F%2Fwww.ul.com](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owaredirect.html?p_url=http%3A%2F%2Fwww.ul.com)

21. NFPA 70®. National Electrical Code® 2011 Edition

Edition of NFPA 70 approved as an American National Standard on August 25, 2010.

22. Departamento de Ingeniería Eléctrica - Universidad Carlos III de Madrid

Pablo Ledesma

[http://electronica.uc3m.es/pablolle/downloads/efecto\\_corona.pdf](http://electronica.uc3m.es/pablolle/downloads/efecto_corona.pdf)

23. Reglamento Electrotécnico para Baja tensión 2002

[http://www.sttmadrid.com/filesdownload/Reglamento%20electrot%C3%A9cnico%20baja%20tensi%C3%B3n%20\(REBT\).pdf](http://www.sttmadrid.com/filesdownload/Reglamento%20electrot%C3%A9cnico%20baja%20tensi%C3%B3n%20(REBT).pdf)

24. Dr. Vicente Monge Jodra Jefe del Servicio de Medicina Preventiva Hospital Ramón y Cajal Madrid.  
<http://www.aeih.org/CentroDocumental/Revistas/LASEGURIDADELECTRICAENAREASDEUSOMEDICO.asp>
25. Seguridad eléctrica de un quirófano.  
<http://www.ate.uniovi.es/8695/documentos/trabajos%20200910/bio%201%BA%20trabajos%202009/27%208.30/%CDNDICE.pdf>
26. Interruptor diferencial.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor\\_diferencial](http://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_diferencial)
27. Riesgos eléctricos.  
[http://www.ffii.nova.es/f2i2/publicaciones/libro\\_seguridad\\_industrial/LSI\\_Cap11.pdf](http://www.ffii.nova.es/f2i2/publicaciones/libro_seguridad_industrial/LSI_Cap11.pdf)  
<http://www.proteccioncivil.gov.ar/PRIMEROS.html>
28. Póster. XII Congreso Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Valencia 20-23 de noviembre de 2001. (Emilio Turmo Sierra)  
<http://www.hector.solorzano.com/articulos/bioelec.html>  
[http://www.sprl.upv.es/IOP\\_ELEC\\_02.htm](http://www.sprl.upv.es/IOP_ELEC_02.htm) (universidad politécnica de Valencia)
29. Tesis de grado de la ESPOL. Ingeniería Eléctrica - Especialización electrónica y automatización industrial – año 2008 Martha Elizabeth Saigua y Luis Vicente Navarrete.



30. Definición de sobretensión eléctrica - Wikipedia

[http://es.wikipedia.org/wiki/Sobretensi%C3%B3n\\_el%C3%A9ctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Sobretensi%C3%B3n_el%C3%A9ctrica)

31. Medicina y seguridad del trabajo

[http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0465546X2010000100006&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0465546X2010000100006&script=sci_arttext)

32. Seguridad eléctrica en Hospitales – Fundamento de bioelectrónica – Universidad de Oviedo.

<http://www.ate.uniovi.es/14005/documentos/2008-9/trabj%201/Avelino%20-%20Luis%20-%20Andras%20-%20Alberto.pdf>

33. Censolar – Centro de estudios de la energía solar.

[http://www.tecnicsuport.com/index.php?pagina=http://www.tecnicsuport.com/elecc/reglament/nuevo\\_rbt/itcibt28.htm](http://www.tecnicsuport.com/index.php?pagina=http://www.tecnicsuport.com/elecc/reglament/nuevo_rbt/itcibt28.htm)

34. Residuos Hospitalarios

<http://www.monografias.com/trabajos10/hospi/hospi.shtml>