

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA:  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previa a la obtención del título de:  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:  
  
DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS PARA  
UN CENTRO TIPO DE DIAGNÓSTICO MÉDICO POR IMÁGENES**

**AUTOR:  
LUIS ANDRÉS PARRA RECALDE**

**DIRECTOR:  
VICTOR HUGO NARVAEZ VEGA**

**Quito, febrero del 2015**

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO  
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, declaro que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Quito, febrero del 2015

---

Luis Andrés Parra Recalde

171744509-0

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Dios por haberme acompañado todos los días. A mis padres Luis Parra y Lidia Recalde quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica.

A mis hermanas Edith y Myriam, quienes me han dado consejos y fortaleza para seguir adelante y para finalizar este proyecto.

A mi sobrina Emily y a mis sobrinos Rommel, Ariel y Yodi, quienes con su inocencia y ternura me han sacado una sonrisa en momentos difíciles.

A novia Gabriela por apoyarme en las buenas y en las malas.

A mi Director de Tesis Ing. Víctor Hugo Narváez quién con sus conocimientos y experiencia me ayudó y guió durante la realización de este proyecto.

Luis Andrés

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo dedico a todas las personas que en diversas formas han hecho posible la realización.

A Dios y a mis padres porque han estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y velando por mí a lo largo de mi vida.

Luis Andrés

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	1
1.1 Justificación.....	1
1.2 Delimitación .....	2
1.3 Planteamiento del Problema.....	2
1.4 Objetivos: .....	2
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos .....	3
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	4
2.1 Imagenología.....	4
2.1.1 Que son y que hacen los Rayos X.....	5
2.2 Protección Radiológica .....	5
2.2.1 Las Normas de la Protección Radiológica.....	6
2.3 Normas Ecuatorianas de Sistemas Eléctricos.....	7
2.3.1 Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 10) .....	8
2.3.2 Código de Práctica Ecuatoriana CPE INEN 19:2001 “Código Eléctrico Nacional” .....	11
2.4 Norma Internacional de Sistemas Eléctricos y Electrónicos IMSS .....	13
2.4.1 Norma de Diseño de Ingeniería Eléctrica ND-01-IMSS-1E-97 y la Norma de Diseño de Instalaciones de Telecomunicaciones ND-01-IMSS-IT-99 del Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS).....	13
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	16
3.1 Diseño del Sistema Eléctrico en un Centro de Imágenes.....	16
3.2 Requisitos Eléctricos de los equipos .....	16
3.2.1 Equipo de Rayos X -Axion Iconos R200.....	16
3.2.2 Equipo de Mamografía – Mammomat Inspiration .....	18
3.2.3 Equipo de Tomografía – Somatom Definition AS .....	21
3.2.4 Equipo de Densitometría Ósea - Discovery.....	23
3.2.5 Equipo de Ecografía - Acuson X300 Ultrasound System.....	24
3.2.6 Equipo de Rayos X Portátil – Arcadis Varic .....	26
3.3 Diagrama unifilar para los sistemas eléctricos.....	28

3.4 Cálculos Técnicos .....	30
3.4.1 Cálculo para los circuitos.....	30
3.5 Especificaciones Técnicas.....	36
3.5.1 Memoria Técnica de la parte Eléctrica para el área de Imagenología.	36
3.5.2 Razones básicas para el diseño .....	37
3.5.3 Descripción del proyecto .....	38
3.5.4 Estudio de la demanda .....	38
3.5.5 Cámara de transformación .....	38
3.5.6 Sistema de emergencia.....	39
3.5.7 Alimentación interrumpida .....	40
3.5.8 Tableros y alimentadores principales .....	40
3.5.9 Tableros y alimentadores secundarios de distribución .....	41
3.5.10 Sistema de iluminación .....	41
3.5.10 Cálculo de luminarias para la distribución en cada área .....	42
3.5.11 Circuitos de fuerzas .....	43
3.5.12 Circuitos de fuerzas regulados .....	43
3.5.13 Circuito de fuerzas especiales.....	43
3.5.14 Sistema de aire acondicionado.....	44
3.5.15 Sistema de puesta a tierra.....	44
3.5.16 Malla de tierra para los transformadores .....	44
3.5.17 Elementos y materiales para instalaciones.....	45
3.5.18 Canaletas para los circuitos.....	45
3.5.19 Tuberías .....	45
3.5.20 Cajas de revisión y salida.....	46
3.5.21 Alimentadores .....	46
3.6 Especificaciones Técnicas.....	47
3.6.1 Punto de iluminación .....	47
3.6.2 Punto de conmutación con conmutador.....	47
3.6.3 Punto de tomacorriente doble polarizado .....	47
3.6.4 Punto de tomacorriente para sistema regulado .....	48
3.6.5 Malla de puesta a tierra con 3 varillas .....	48
3.6.6 Puesta a tierra para cámara de transformación .....	49
3.6.7 Luminaria led panel de 120 cm x 60 cm .....	49
3.6.8 Tablero principal de distribución eléctrica en BT 200A.....	50

3.6.9 Alimentadores y Breaker .....	50
3.6.10 Sub tableros.....	53
3.6.11 Tablero principal de distribución eléctrica en BT 400A.....	54
3.6.12 Generador de emergencia de 75 KVA.....	55
3.7 Pronóstico de eficiencia energética .....	56
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>58</b>
4.1 Diseño del sistema electrónico en un centro de imágenes .....	58
4.2 Distribución de los sistemas electrónicos en el rack .....	58
4.3 Cálculos técnicos.....	59
4.4 Especificaciones técnicas .....	59
4.4.1 Memoria técnica y requerimientos técnicos de los sistemas eléctricos para el área de imagenología .....	59
4.4.2 Razones básicas para el diseño .....	59
4.4.3 Descripción del proyecto .....	60
4.4.3.1 Sistema de sonido .....	60
4.4.3.2 Sistema de voz y datos.....	62
4.4.3.3 Sistema de alarmas contra incendios .....	68
4.4.3.4 Sistema de control de accesos.....	72
4.4.3.5 Sistema circuito cerrado de TV (CCTV).....	74
4.4.3.6 Sistema de información y TV .....	76
4.4.3.7 Sistema de control de turnos numéricos .....	77
4.4.3.8 Sistema de relojes .....	78
4.5 Especificaciones técnicas .....	79
4.5.1 Sistema de alarmas contra incendio.....	79
4.5.2 Sistema de control de accesos.....	82
4.5.3 Sistema de relojes .....	84
4.5.4 Sistema de sonido .....	86
4.4.5 Sistema circuito cerrado de TV (CCTV).....	87
4.4.6 Sistema de información y TV .....	89
4.4.7 Sistema de teléfonos y red de datos .....	90
4.6 Pronostico de eficiencia energética .....	94
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>95</b>
5.1 Presupuesto para el centro de diagnóstico médico por imágenes .....	95
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>97</b>

RECOMENDACIONES .....	98
LISTA DE REFERENCIAS .....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Implementos de uso médico para la protección radiológica .....	6
Tabla 2. Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 10).....	8
Tabla 3. Código de Práctica Ecuatoriana CPE INEN 19:2001 .....	11
Tabla 4. Norma Internacional de Sistemas Eléctricos y Electrónicos IMSS .....	14
Tabla 5. Características del equipo Axion Iconos R200 .....	18
Tabla 6. Características del equipo Mammomat Inspiration .....	20
Tabla 7. Características del equipo Somatom Definition .....	22
Tabla 8. Características del equipo Discovery .....	24
Tabla 9. Características del equipo Acuson X300 Ultrasound System .....	25
Tabla 10. Características del equipo Arcadis Varic .....	28
Tabla 11. Eficiencia energética para los equipos de imagenología .....	56
Tabla 12. Eficiencia energética para el sistema de iluminación .....	57
Tabla 13. Eficiencia energética para los sistemas electrónicos.....	94
Tabla 14. Presupuesto para el área de imagenología .....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de imagenología .....	4
Figura 2. Equipo de rayos X (Axion Iconos R200) .....	16
Figura 3. Equipo de mamografía (Mammomat Inspiration) .....	18
Figura 4. Equipo de tomografía (Somatom Definition AS).....	21
Figura 5. Equipo de densitometría ósea (Discovery) .....	23
Figura 6. Equipo de ecografía (Acuson X300 Ultrasound System).....	24
Figura 7. Equipo de rayos X portátil (Arcadis Varic).....	26
Figura 8. Diagrama unifilar de los sistemas eléctricos .....	29
Figura 9. Ubicación del generador de emergencia en el subsuelo .....	39
Figura 10. Ubicación de los Uninterruptible Power Supply (UPS) .....	40
Figura 11. Captura del programa DIALux .....	42
Figura 12. Eficiencia energética para los equipos de imagenología .....	57
Figura 13. Eficiencia energética para el sistema de iluminación .....	57
Figura 14. Distribución de los equipos en el rack de los sistemas electrónicos....	58
Figura 15. Sistema de sonido .....	62
Figura 16. Sistema de voz y datos.....	63
Figura 17. Sistema de alarmas contra incendios .....	69
Figura 18. Sistema control de accesos .....	73
Figura 19. Sistema de CCTV IP.....	75
Figura 20. Sistema de control de turnos numéricos .....	77
Figura 21. Sistema de relojes .....	78
Figura 22. Central de incendios direccionable.....	79
Figura 23. Pulsador manual de incendios .....	80
Figura 24. Buzzer anunciador de alarma de incendios .....	80
Figura 25. Sensor de incendios .....	81
Figura 26. Módulo de aislamiento .....	81
Figura 27. Módulo de control .....	81
Figura 28. Cerradura electromagnética .....	82
Figura 29. Pulsador de salida .....	82
Figura 30. Software controlador de accesos .....	83
Figura 31. Lector de proximidad con teclado .....	84

Figura 32. Tarjeta de accesos .....	84
Figura 33. Reloj maestro .....	85
Figura 34. Reloj simple esfera .....	85
Figura 35. Reloj doble esfera .....	86
Figura 36. Central de audio.....	86
Figura 37. Parlante para cielo falso.....	87
Figura 38. Control de volumen .....	87
Figura 39. Grabador de video digital NVR.....	88
Figura 40. Cámara IP de CCTV fija en mini domo .....	88
Figura 41. Convertidor de Ethernet a video .....	89
Figura 42. Monitor IP.....	89
Figura 43. Salida para TV .....	90
Figura 44. Switch 24 puertos para el rack.....	90
Figura 45. Patch panel 24 puertos RJ45.....	91
Figura 46. Rack abierto de piso para red de datos .....	92
Figura 47. Organizador horizontal con tapa.....	92
Figura 48. Patch cord 1 mt .....	92
Figura 49. Patch cord 3 mt .....	93
Figura 50. Central telefónica.....	93
Figura 51. Salida para teléfono y red de datos .....	93

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.....	101
Anexo 2.....	103
Anexo 3.....	109

## **RESUMEN**

Las unidades hospitalarias del Ecuador tienen como necesidad modernizarse en los centros de imágenes para diagnósticos médicos (imagenología), para esto es necesario el análisis y diseño de los sistemas eléctricos y electrónicos.

Este proyecto tiene como finalidad diseñar la acometida para los sistemas eléctricos y electrónicos de los centros de imagenología basándose en la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 10), Código de Práctica Ecuatoriana CPE INEN 19:2001 “Código Eléctrico Nacional” y también con las normas internacionales como; la Norma de Diseño de Ingeniería Eléctrica ND-01-IMSS-1E-97 y la Norma de Diseño de Instalaciones de Telecomunicaciones ND-01-IMSS-IT-99 del Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS), estas normas están elaboradas para los diseños de ingeniería eléctrica que deben cumplir con lo establecido en las normas oficiales mexicanas y en concordancia con normas internacionales.

Para los sistemas eléctricos y electrónicos se ha utilizado las normas nacionales e internacionales ya que cada una de estas normas han aportado con cada sistema. Para el sistema de fuerza e iluminación; NEC 10, sección 15.1.11, sistema de aire acondicionado; CPE INEN 19:2001, Capítulo 4, sección 440, para los alimentadores eléctricos; NEC 10, sección 15.1.7 - 15.1.8.1 y CPE INEN 19:2001, Capítulo 2, Sección 215, para los tableros principales; NEC 10, sección 15.1.6, sistemas de sonido; ND-01-IMSS-IT-99; Capítulo 6, sistema de voz y datos; NEC 10, sección 15-2, sistema de control de accesos y circuito cerrado de televisión (CCTV); ND-01-IMSS-IT-99, sección 13.6 – 13.8 respectivamente, sistema alarmas contra incendios; CPE INEN 19:2001, sección 760.

El proyecto permite a los centros de imagenología disponer de una buena funcionalidad de todos los equipos que contenga esta área.

## **ABSTRACT**

The hospital units of Ecuador have the need to modernize their centers for images for medical diagnostics (imagenology), for this is necessary to make the analysis and design of electrical and electronic system.

This project has the purpose the design the rush to the electrical and electronic systems for imagenology centers, based in the Ecuadorian Construction Standard (NEC 10), Ecuadorian Code Practice CPE INEN 19:2001, National Electrical Code and with international standards as the standards of Design of Electrical Engineering ND-01-IMSS-IE-97 and Design Standards for Telecommunications Installations ND-01-IMSS-IT-99 of the Mexican Institute of Social Security (IMSS), these standards are made for electrical engineering design must comply with the provisions of the official standards and in accordance with international standards.

For electrical and electronic systems used national and international standards and that each of these standards has provided with each system. For power and lighting system; NEC 10, Section 15.1.11, air conditioning system; CPE INEN 19:2001, Chapter 4, Section 440, for power supplies; NEC 10, Section 15.1.7-15.1.8.1 and CPE INEN 19:2001, Chapter 2, Section 215, for the main board; NEC 10, Section 15.1.6, sound systems, ND-01-IMSS-IT-99; Chapter 6, voice and data systems; NEC 10, Section 15-2 system access control and closed circuit television (CCTV), ND-01-IMSS-IT-99, Section 13.6 – 13.8 respectively, fire alarm system; CPE INEN 19:2001, Section 760.

The project allows imaging centers have good functionality of all equipment containing this area.

## INTRODUCCIÓN

Las últimas décadas trajeron una renovación tecnológica importante para el área de diagnóstico médico por imágenes (imagenología) de alguna forma tradicional, al fusionarse con el desarrollo de la tecnología y a las necesidades del ser humano, se ha ido actualizando esta área con equipos modernos, los cuales serán más eficientes y brindaran un buen servicio.

En el área de imagenología se utilizan equipos de alta tecnología, con resultado de estudio a través de películas radiográficas, sin embargo progresivamente se están equipando las unidades médicas de acuerdo a la complejidad de la atención, con equipos de mayor tecnología como son: mamógrafos, tomógrafos, densitómetros, rayos x, que contribuyen a fundamentar un diagnóstico; el equipo está digitalizado lo que permite que los estudios puedan ser grabados o impresos y a su vez quedan archivados en el departamento de imagenología en forma electrónica, esto permite que el médico pueda revisar el estudio en el área o en la computadora del consultorio.

Por lo tanto he visto la necesidad de diseñar los sistemas eléctricos y electrónicos, para modernizar e implementar nuevas áreas de imagenología, tomando en cuenta todas las necesidades de los equipos de imagenología y de los diferentes sistemas que se van a colocar en esta área. El diseño apoyará para que el área brinde protección para los equipos y para las personas que se encuentran relacionados directamente a los mismos.

# **CAPÍTULO 1**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 Justificación**

Las unidades hospitalarias del Ecuador para cumplir sus funciones, tienen la necesidad de implementar centros de imágenes para diagnósticos médicos. Debido a la variedad de equipos modernos y de nueva tecnología que existen, es necesario que estas unidades se actualicen en los diseños eléctricos y electrónicos de los modernos centros de imágenes ya que en la vida cotidiana como en las instituciones han existido cambios que han revolucionado tanto en el conocimiento como en la tecnología. Este proyecto es importante porque brindará comodidades entre pacientes y equipos, también para que los centros de diagnóstico médicos por imágenes tengan una mejor funcionalidad, es decir, cuenten con hardware y software adecuados para el envío de resultados de exámenes precisos a los médicos, quienes a su vez realicen el diagnóstico adecuado a los pacientes.

Para el diseño de este proyecto se tiene un centro tipo de diagnóstico médico por imágenes que puede ser implementado en cualquier unidad hospitalaria.

### **1.2 Delimitación**

Los diseños eléctricos y electrónicos comprenden los siguientes sistemas: sistema de iluminación y fuerza, sistema de fuerza para aire acondicionado, sistema de fuerza regulada, transformadores de potencia para equipos de imagenología, sistema de voz y datos, data center, sistema circuito cerrado de tv (CCTV), sistema de alarmas contra incendio, sistema información y tv digital, sistema de sonido, sistema de control de turnos numérico, sistema de relojes, sistema de control de accesos e incluye planos de diseño, planos unifilares, memorias técnicas, memorias de cálculo que apoyarán a que el centro de imágenes sea funcional.

### **1.3 Planteamiento del problema**

Los centros de diagnóstico médico por imágenes han entrado en un proceso de modernización permanente en todas las unidades hospitalarias, de sus equipos y

tecnologías para el mejoramiento en la calidad de sus servicios, para lo cual se hace necesario actualizarlos en criterios generales, técnicos y normativos para la elaboración de los diseños de las instalaciones eléctricas y electrónicas, considerando los requerimientos de todas las especialidades que intervienen.

Por lo tanto, en el siguiente trabajo se plantea el diseño de estas instalaciones en un Centro Tipo de Diagnóstico Médico, aplicando las nuevas tecnologías, las normas nacionales y extranjeras, los estándares de protección y funcionalidad.

#### **1.4 Objetivos:**

##### **1.4.1 Objetivo general**

- Diseñar las instalaciones eléctricas y electrónicas de un centro tipo de diagnóstico médico por imágenes, que cumplan con las normas y requerimientos técnicos eléctricos y electrónicos necesarios para la seguridad de las personas, protección de equipos y su buen funcionamiento.

##### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Investigar Normas Técnicas Nacionales e Internacionales sobre Instalaciones Eléctricas en Centros de Imágenes.
- Investigar Normas Técnicas Nacionales e Internacionales sobre Instalaciones de Equipamiento Electrónico en Centros de Imágenes.
- Diseñar los Sistemas Eléctricos y Electrónicos para el Centro Tipo de Imágenes de acuerdo a la normativa vigente.
- Pronosticar la eficiencia energética para el Centro Tipo de Imágenes.

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1 Imagenología

Imagenología se utiliza para nombrar al conjunto de las técnicas y de los procedimientos que permiten obtener imágenes del cuerpo humano con fines clínicos o científicos. La imagenología o imagen médica, por lo tanto, se utiliza para revelar, diagnosticar y examinar enfermedades o para estudiar la anatomía y las funciones del cuerpo. La radiología, la termografía médica, la endoscopia, la microscopía y la fotografía médica forman parte de estas técnicas.

El área de imagenología es una disciplina de la medicina que emplea diferentes propiedades de imágenes del cuerpo humano o partes de él, con un estudio clínico para buscar, examinar, analizar, diagnosticar o investigar enfermedades mediante un recurso médico. Por lo tanto es una herramienta imprescindible en el ámbito clínico.



Es asombroso el progreso que ha tenido la medicina en los últimos tiempos. Este progreso es notorio al ver cómo ha mejorado la salud en el mundo. Las enfermedades que nuestros padres o abuelos sufrían y cuyo medicamento no existía, en la actualidad se han controlado e inclusive erradicado. Es cierto que surgen nuevos males, pero persiste el esfuerzo de médicos e investigadores para dominar y enfrentar dichas enfermedades. Entre los procesos y estrategias que se han tomado para vencer los males de antes y combatir los que han surgido últimamente, está el beneficio de los avances científicos y tecnológicos que existen dentro de los centros de salud.

La imagenología penetra en la realización de todo tipo de exámenes, diagnósticos y tratamientos terapéuticos, por lo cual se utilizan equipos que reproducen imágenes del cuerpo humano. Las primeras imágenes fueron conseguidas a finales del siglo XIX gracias al descubrimiento de los rayos X. Esto facilitó para la evolución y el progreso de las ciencias de la salud suscitando a que en la actualidad se presenta como la especialidad de imagenología. La mayor ventaja que tiene la imagenología es la posibilidad de avanzar en el tratamiento de alguna enfermedad, sin proceder quirúrgicamente.

### **2.1.1 Que son y que hacen los rayos X**

Los rayos X es una representación de energía radiante, como las ondas de luz o de radio. A diferencia de la luz, los rayos X pueden penetrar el cuerpo, lo que permite producir imágenes de las estructuras internas. Las personas especializadas en imagenología pueden ver estas imágenes en una escena fotográfica, en el monitor de una TV o computadora. Los exámenes que son realizados por rayos X ofrecen búsqueda valiosa sobre la salud de las personas y cumplen un papel importante porque ayudan al médico a llegar a un diagnóstico preciso y conciso. También los rayos X ayudan a colocar dispositivos en el cuerpo para mejorar el estilo de vida a las personas.

## **2.2 Protección radiológica**

La exposición a la radiación puede causar enfermedades. El uso de aparatos cuya tecnología se basa en ella requiere de normas de seguridad que garanticen que los beneficios recibidos sean mayores que los riesgos a los cuales se expone a los usuarios. El objetivo de la protección radiológica es permitir el aprovechamiento de la radiación en todas sus formas conocidas, con un riesgo aceptable tanto para los individuos que la manejan como para la población en general y las generaciones futuras. La radiación puede ocasionar daños, por lo tanto no se debe dejar por ninguna circunstancia la exposición innecesaria a la radiación. Se deben establecer límites máximos que podrían recibirlas personas que actúan diariamente con los equipos y de las personas que se encuentran envueltas a la exposición de radiación. Las

personas que se actúan diariamente con la radiación: médicos radiólogos, radioterapeutas, enfermeras y los técnicos que les ayudan en la práctica de su profesión. Al estar expuestos todas estas personas a la radiación deben estar examinadas consecutivamente y de forma individual. Utilizando el dosímetro se puede controlar la cantidad de radiación que ha recibido cada persona, porque es un instrumento que se lo lleva al cuerpo y nos indica el total de radiación recibida. Este instrumento permite asegurarse de que la persona ha recibido una dosis inferior a la dictada legalmente, o en caso de accidente radiológico, conocer el alcance de la dosis recibida. El límite de equivalente de dosis anual es de 500 mSv (milisievert), independientemente de si los tejidos son irradiados en forma aislada o conjuntamente con otros órganos. La unidad científica de medición de la dosis de radiación, comúnmente llamada dosis efectiva, es el milisievert (mSv). Otras unidades de radiación son el rad, el rem, el roentgen, el sievert y el gray. (Ramírez & Cano, 2010)

### 2.2.1 Las normas de la protección radiológica

Existen tres normas fundamentales para la protección radiológica:

**Distancia:** Apartar de la fuente de radiación, ya que su intensidad se reduce con el cuadrado de la distancia.

**Blindaje:** Poner pantallas protectoras (blindaje radiológico) entre la fuente radiactiva y las personas. Las pantallas protectoras limitan la exposición de radiación.

**Tiempo:** Reducir la exposición innecesaria a las radiaciones.

**Tabla 1:** Implementos de uso médico para la protección radiológica

ELEMENTOS	IMAGEN
Lentes plomados	
Delantales plomados	

Guantes plomados	
Cuellos tiroideos	
Biombos plomados	
Protectores de bismuto	

Elaborado por: Luis Parra

### 2.3 Normas ecuatorianas de sistemas eléctricos

Esta norma tiene por objeto fijar las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas en Bajo Voltaje, con el fin de salvaguardar a las personas que las operan o hacen uso de ellas, proteger los equipos y preservar el ambiente en que han sido construidas.

Esta norma contiene esencialmente exigencias de seguridad. Su cumplimiento, junto a un adecuado mantenimiento, garantiza una instalación básicamente libre de riesgos; sin embargo, no garantiza necesariamente la eficiencia, buen servicio, flexibilidad y facilidad de ampliación de las instalaciones, condiciones éstas inherentes a un estudio acabado de cada proceso o ambiente particular y a un adecuado proyecto. Las disposiciones de este Código se aplicarán al diseño, construcción y mantenimiento de las instalaciones eléctricas cuyo voltaje sea inferior a 600 V.

Este código ha sido elaborado tomando como base de estudio los siguientes documentos:

- Código Eléctrico Nacional, Ecuador, CPE INEN 19:2001.
- FPA70 Código Eléctrico Nacional. EEUU, 2008.
- NCH-ELEC.4-2003 Electricidad: Instalaciones de consumo en baja tensión.  
Código Eléctrico de Chile.

- Norma Técnica Colombiana NTC 2050 *Código Eléctrico Colombiano*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Bogotá, 1998.
- Código de edificación de vivienda, México, 2007.
- TIERRAS: Soporte de la seguridad eléctrica, 2da. Edición, Favio Casas Ospina, 2003.
- Código Técnico de la Edificación, España, 2006.

### 2.3.1 Norma ecuatoriana de construcción (NEC 10)

**Tabla 2:** Norma ecuatoriana de construcción (NEC 10)

<b>NORMA ECUATORIANA DE CONSTRUCCIÓN (NEC 10)</b>	
<b>TÍTULO</b>	<b>SECCIÓN</b>
Consideraciones para acometidas de medio voltaje.	15.1.2.5.1. - 15.1.2.5.2.
Centros de transformación	15.1.3.
Malla de tierra	15.1.3.1.2.1.
Montaje de equipos	15.1.3.1.2.2.
Protecciones de Bajo voltaje	15.1.3.1.2.2.4.
Conexiones a Tierra	15.1.3.1.2.2.7.
Ubicación	15.1.3.1.3.
Ubicación transformadores	15.1.3.1.3.1. - 15.1.3.1.3.2. - 15.1.3.1.3.3. - 15.1.3.1.3.5.
Centros de transformador tipo pedestal	15.1.3.2.
Transformador	15.1.3.2.1.
Sistemas de autogeneración (conceptos generales)	15.1.4. - 15.1.4.0. - 15.1.4.0.1.
Sistema de emergencia	15.1.4.1. hasta 15.1.4.1.10.
Alimentación de sistemas de emergencia	15.1.4.3. - 15.1.4.3.3.
Circuitos de emergencia	15.1.4.4. - 15.1.4.4.2. - 15.1.4.4.3. - 15.1.4.4.4 - 15.1.4.4.5.
Exigencias generales de las instalaciones Eléctricas y Electrónicas	15.1.5.0. - 15.1.5.0.2. - 15.1.5.1.4. - 15.1.5.1.5. - 15.1.5.1.9.
Conductores, uniones y derivaciones	15.1.5.1.10. - 15.1.5.1.10.1. -
Tableros	15.1.6. - 15.1.6.0.1. - 15.1.6.0.2. - 15.1.6.0.3. - 15.1.6.0.3.1.
Clasificación de Tableros:	15.1.6.1.
• Tableros principales	15.1.6.1.1.1.
• Tableros principales auxiliares	15.1.6.1.1.2.
• Tableros de distribución	15.1.6.1.1.3.
• Tableros de control o comando	15.1.6.1.1.4.
• Tableros especiales	15.1.6.1.1.5.
Alimentadores:	15.1.7.
• Alimentadores principales	15.1.7.0.1.
• Sub alimentados	15.1.7.0.1.

Especificaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Canalizaciones</li> <li>• Conductores de los alimentadores y subalimentados</li> <li>• Canalización de los alimentadores</li> <li>• Protecciones</li> </ul>	15.1.7.1.
	15.1.7.1.1.
	15.1.7.1.1.2. - 15.1.7.1.1.3. - 15.1.7.1.1.4.
	15.1.7.1.1.5. - 15.1.7.1.1.6.
15.1.7.1.2.2. - 15.1.7.1.2.3.	
Dimensionamiento del neutro	15.1.7.2. - 15.1.7.2.3.
Materiales y sistemas de canalización: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conductores</li> </ul>	15.1.8.
	15.1.8.0.1. - 15.1.8.0.1.1. - 15.1.8.0.1.2. - 15.1.8.0.1.3. - 15.1.8.0.1.4. - 15.1.8.0.1.5. - 15.1.8.0.1.6.
Canalizaciones y conductores	15.1.8.0.4. - 15.1.8.0.4.1. - 15.1.8.0.4.4. - 15.1.8.0.4.5. - 15.1.8.0.4.8. - 15.1.8.0.4.13. - 15.1.8.0.4.14.
Conductores para instalaciones	15.1.8.1. - 15.1.8.1.1.1. - 15.1.8.1.1.2.
Especificaciones y condiciones de uso de los conductores	15.1.8.1.2. - 15.1.8.1.2.1.
Cajas de derivación, de aparatos y de accesorios	15.1.8.2.8. - 15.1.8.2.8.1. - 15.1.8.2.8.3. - 15.1.8.2.8.14.
Escaleras porta conductores	15.1.8.2.16. - 15.1.8.2.16.1. - 15.1.8.2.16.14.
Canalizaciones en ductos	15.1.8.2.17. - 15.1.8.2.17.1. - 15.1.8.2.17.2.
Sistemas de puestas a tierra: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos generales</li> <li>• Objetivos de un sistema puesto a tierra</li> <li>• Materiales</li> <li>• Requisitos de instalación de electrodos</li> </ul>	15.1.10.
	15.1.10.0.
	10.0.4. - 10.0.5. - 10.0.6.
	15.1.10.2.
15.1.10.2.2. - 15.1.10.2.2.2. - 15.1.10.2.2.3.	
Instalaciones de iluminación y tomacorrientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Canalizaciones</li> <li>• Circuitos</li> </ul>	15.1.11.
	15.1.11.0.2. - 15.1.11.0.2.1. - 15.1.11.0.2.2. - 15.1.11.0.2.5.
	15.1.11.0.4. - 15.1.11.0.4.1. - 15.1.11.0.4.2. - 15.1.11.0.4.3 - 15.1.11.0.4.5.
Iluminación y tomacorrientes en ambientes asistenciales y educacionales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabla de iluminación en ambientes asistenciales y educacionales</li> <li>• Indicaciones específicas</li> </ul>	15.1.11.3. - 15.1.11.3.1.
	15.1.12.
	15.1.11.3.2. - 15.1.11.3.3. - 15.1.11.3.6. - 15.1.11.3.7.
Alumbrado de emergencia	15.1.11.5. - 15.1.11.5.1. - 15.1.11.5.2. - 15.1.11.5.3. - 15.1.11.5.5.
Consideraciones de eficiencia energética:	15.1.12.2.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exigencia básica: eficiencia energética de las instalaciones de iluminación</li> <li>• Luminarias y equipo asociado</li> </ul>	15.1.12.2.2
	15.1.12.2.3
Cableado de telecomunicaciones:	Parte 15-2. - 15.2.1.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas</li> <li>- ANSI/TIA-568-C.1: Cableado Horizontal</li> </ul>	15.2.3.
Puntos de salida de telecomunicaciones:	15.2.7.2.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad de las salidas</li> <li>• Consideraciones de ubicación de las tomas de telecomunicaciones</li> <li>• Ubicación de salida de telecomunicaciones multiusuario</li> <li>• Uso de cajas de paso</li> </ul>	15.2.7.2.1.
	15.2.7.2.2.
	15.2.7.4.
	15.2.7.8.1.
Gabinete de telecomunicaciones (Racks o Armarios)	15.2.7.10.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación</li> <li>• Acceso</li> </ul>	15.2.7.10.2.
	15.2.7.10.3.
Bandejas porta cables y escalerillas de cableado (telecomunicaciones)	15.2.8.6.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bandejas porta cables y rutas de cables</li> </ul>	15.2.8.6.1.1

Elaborado por: Luis Parra

- **Ejemplo de un parámetro de la norma Ecuatoriana de construcción**

### **15.1.6. TABLEROS**

#### **15.1.6.0. CONCEPTOS GENERALES**

**15.1.6.0.1.** Los tableros son equipos eléctricos de una instalación, que concentran dispositivos de protección y de maniobra o comando, desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella y deben proveer un alto nivel de seguridad y confiabilidad en la protección de personas e instalaciones.

**15.1.6.0.2.** La cantidad de tableros que sea necesario para el comando y protección de una instalación se determinará buscando salvaguardar la seguridad y tratando de obtener la mejor funcionalidad y flexibilidad en la operación de dicha instalación, tomando en cuenta la distribución y finalidad de cada uno de los ambientes en que estén subdivididos el o los edificios componentes de la propiedad.

### 2.3.2 Código de práctica ecuatoriana CPE INEN 19:2001 “Código Eléctrico Nacional”

El presente Código Eléctrico Nacional, surge como una necesidad imperiosa para el país, puesto que se constituye en la materialización de los requerimientos nacionales en aspectos de seguridad para las instalaciones eléctricas en construcciones, basados en diferentes parámetros aplicados y válidos internacionalmente, los cuales garantizan al usuario una utilización segura y confiable de las instalaciones eléctricas.

El objetivo fundamental de este código, es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad. Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.

**Tabla 3:** Código de práctica ecuatoriana CPE INEN 19:2001

<b>CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL</b>	
<b>TÍTULO</b>	<b>SECCIÓN</b>
Requisitos para las Instalaciones Eléctricas	Capítulo1 110
Montaje y ventilación de los equipos	Capítulo1 110-13, a), b)
Espacio alrededor de los equipos eléctrico(para 600 V nominales o menos)	Capítulo1 110-16,a),d),e),
Protección de partes energizadas (de 600 V nominales o menos)	Capítulo1 110-17, a), b), c)
Alimentadores	Capítulo 2 (Alambrado y protección de las instalaciones eléctricas) 215, 215-2, 215-5, 215-6.
Equipos de aire acondicionado y refrigeración:	Capítulo 4(Equipos para uso General) 440
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente de selección del circuito ramal</li> </ul>	440-2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor de mayor potencia nominal</li> </ul>	440-7
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación</li> </ul>	440-14
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección y aplicaciones</li> </ul>	440-22, a), b)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisitos de los circuitos ramales</li> </ul>	440-62
Generadores:	445

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección contra sobre corriente</li> <li>• Capacidad de corriente de los conductores</li> </ul>	445-4, a)
	445-5
Instituciones de asistencia medica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiciones</li> </ul>	Capítulo 5 (Ambientes Especiales) 517
	517-3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones de rayos X: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conexión al circuito de suministro</li> <li>- Medios de desconexión</li> <li>- Instalaciones de equipos</li> </ul> </li> </ul>	517-71, a), b)
	517-72, a), b)
	517-75
Amplificadores y rectificadores – Tipos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección contra daños físicos</li> </ul>	Capítulo 6 (Equipos Especiales) 640-11, a), b), c)
Equipos de Rayos X: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiciones</li> <li>• Equipos fijos y estacionarios</li> <li>• Equipos portátiles y móviles</li> </ul>	660-1
	660-2
	660-20, a), b)
	660-21
Sistemas de alarma contra incendios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiciones</li> <li>• Ubicación y otras Secciones</li> <li>• Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles para permitir el acceso</li> <li>• Requisitos de los circuitos de alarma contra incendios</li> <li>• Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, encerramiento o canalización</li> <li>• Instalación de conductores y equipos</li> </ul>	Capítulo 7 (Condiciones Especiales) 760
	760-2
	760-3, 760-5
	760-15
	760-26, a), b)
	760-54

Elaborado por: Luis Parra

- **Ejemplo de un parámetro del Código Eléctrico Nacional**

## Capítulo 6

### Sección 660. Equipos de rayos x.

**660-1. Alcance:** Esta Sección trata de todos los equipos de rayos X a cualquier tensión o frecuencia y se utilizan en aplicaciones industriales u otras que no sean médicas o dentales.

#### 660-2. Definiciones

**Móvil:** Equipo de rayos X montado en una base permanente con ruedas y/o cojinete que se puede mover estando totalmente montado.

**Portátil:** Equipo de rayos X diseñado para poderlo transportar a mano.

**Régimen de larga duración:** Clasificación basada en un funcionamiento de 5 minutos o más.

**Transportable:** Equipo de rayos X que se instala en un vehículo o que se puede desmontar fácilmente para transportarlo en un vehículo.

## **2.4 Norma internacional de sistemas eléctricos y electrónicos IMSS**

### **2.4.1 Norma de Diseño de Ingeniería Eléctrica ND-01-IMSS-1E-97 y la Norma de Diseño de Instalaciones de Telecomunicaciones ND-01-IMSS-IT-99 del Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS).**

Estas normas están realizadas para la modernización y mejoramiento en la calidad de los servicios, se basa en el fortalecimiento de sus funciones. Esto otorga mejores servicios a su población, tanto médicos como sociales y administrativos. Para ello, se han establecido nuevos programas que permitirán mejorar la calidad y eficacia de los servicios. La elaboración de los diseños de ingeniería eléctrica, deben cumplir con lo establecido en las normas oficiales mexicanas y las referencias con su versión actualizada en:

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994, relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.
- Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-1995, eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-1993, medio Ambiente Eléctrico.
- Norma Oficial Mexicana NOM-SSA-1995, Eficiencia Energética.
- Norma de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, SEDESOL.
- Norma de diseño de ingeniería eléctrica del IMSS ND-01-IMSS-IE-1997.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Ley y Reglamento del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
- Asociación Nacional de Normas y Certificación del Sector Eléctrico (ANCE).

Concordancia con normas Internacionales:

- National Electrical Code (NEC), NFPA-70.
- Standard for Health Care Facilities, NFPA-99.
- Occupational Safety and Health Program, NFPA –1500.
- Standard for Emergency and Standby Power Systems NFPA-110.
- Standard for the Installation of Lighting Protection Systems, NFPA-780.
- American National Standard Institute (ANSI).

**Tabla 4:** Norma internacional de sistemas eléctricos y electrónicos IMSS

<b>Normas de Diseño del Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS)</b>	
<b>TÍTULO</b>	<b>SECCIÓN</b>
<b>Norma de Diseño de Ingeniería Eléctrica ND-01-IMSS-1E-97</b>	
Presentación de los planos:	Capítulo 3 3.4.2
• Planos de alumbrado	A)
• Planos de fuerzas	C)
• Planos d cuadros de carga	D)
• Planos de diagrama unifilar	H), a), c), d), e), h), i)
Diseño de alimentadores	3.4.3, C), D),
Diseño de circuitos derivados de alumbrado	3.4.4, B), C), D), E),
Sistema de emergencia:	Capítulo 4
• Descripción del sistema	4.4.1
• Clasificación de sistemas	4.4.2
• Servicios de emergencia	4.4.3
• Criterios de diseño	4.4.4
• Materiales y métodos de instalación	4.4.6
Imagenología:	Capítulo 9
• Alcance	9.4
• Clasificación	9.4.1
• Suministro de energía eléctrica	Toda la Sección 9.4.2
<b>Norma de Diseño de Instalaciones de Telecomunicaciones ND-01-IMSS-IT-99</b>	
Sistema de Sonido:	Capítulo 6
• Áreas que deben sonorizarse	6.3.1.1
• Áreas que no deben sonorizarse	6.3.1.2
• Detalles para la instalación del sistema de sonorización	6.5.3
• Planos básicos de que consta el proyecto	6.6.2.1
Sistema de Televisión:	Capítulo 7
• Oficinas equipadas con monitor de televisión	7.3.2
• Características generales de la	7.5

instalación	
Video – Vigilancia:	Capítulo 13
• Elementos principales que conforman el sistema	13.6.1
Control de Acceso:	13.8
• Elementos generales que conforman el sistema	13.8.1

Elaborado por: Luis Parra

- **Ejemplo de un parámetro de la norma internacional Mexicana**

## **Capítulo 9**

### **9.4 Alcance**

#### **9.4.1 Clasificación**

- Rayos “X” (no invasiva) dos dimensiones
- Ultrasonido, no invasiva dos dimensiones
- Tomografía Computarizada, no invasiva, dos o tres dimensiones.
- Resonancia magnética, dos o tres dimensiones.
- Medicina nuclear, tres dimensiones.
- Tomodensitometría.
- Simulador de imagen, terapia profunda.
- Acelerador lineal, terapia profunda.
- Teleterapia, terapia profunda.

#### **9.4.2 Suministro de energía eléctrica**

##### **1) Generalidades**

Debe recabarse la información correspondiente a las guías mecánicas para identificar las características eléctricas de los equipos de imagenología con la finalidad de prever los espacios y la tensión eléctrica requerida para la operación de los equipos.

##### **2) Punto de Conexión Eléctrica**

Estos equipos a excepción del de rayos x dental deben conectarse de manera independiente desde la subestación eléctrica y a servicio normal.

## CAPÍTULO 3

### DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

#### 3.1 Diseño del sistema eléctrico en un centro de imágenes

Los equipos de imagenología tienen usos importantes en el campo de la medicina, como medio de diagnóstico y control, así como de auxiliar en el tratamiento de diferentes patologías de padecimientos. Debe recabarse la información correspondiente a las guías mecánicas para identificar las características eléctricas de los equipos de imagenología con la finalidad de prever los espacios y la tensión eléctrica requerida para la operación de los equipos.

#### 3.2 Requisitos eléctricos de los equipos

El centro de imagenología posee una área de 830 m<sup>2</sup>, con las siguientes áreas; información y control, salas de espera, sala de reuniones, oficina administrativa, área de digitalización de placas, cuarto de equipos (data center) y el área de imagenología que tiene tres equipos de rayos x, un equipo portátil de rayo x, un tomógrafo, un densitómetro, un mamógrafo y dos ecógrafos. Los cuales se detallan a continuación:

##### 3.2.1 Equipo de rayos X -Axion Iconos R200



AXIOM Iconos R200 es un sistema universal de rayos X. Su arquitectura de sistema único permite perfecta integración en la

clínica, medio ambiente y significativamente optimiza el flujo de trabajo. AXIOM Iconos R200 se basa en tres pilares: flujo de trabajo mejorado, excelencia de imagen, confianza de inversión. Una opción ideal para los hospitales así como para prácticas privadas. Uno que perfectamente se integra con la red de hospitales y entorno clínico. Como tal, el AXIOM Iconos R200 puede mejorar enormemente la eficiencia de sus exámenes y por lo tanto la calidad de su atención al paciente. DDO (Optimización Density Digital) mejora el contraste de la imagen para regiones críticas mejorando el reconocimiento de detalles. Excelente calidad de imagen digital proporción a más información detallada durante los exámenes, incluso con exposiciones de las estructuras esqueléticas y la columna vertebral. (Siemens AG Medical Solutions Angiography, 2009).

## **Ventajas:**

### **Excelencia de Imagen**

- Reconocimiento de detalle para regiones críticas.
- Aumento del contraste en regiones críticas.
- Reducción de la dosis optimizada.

### **Flujo de trabajo mejorado**

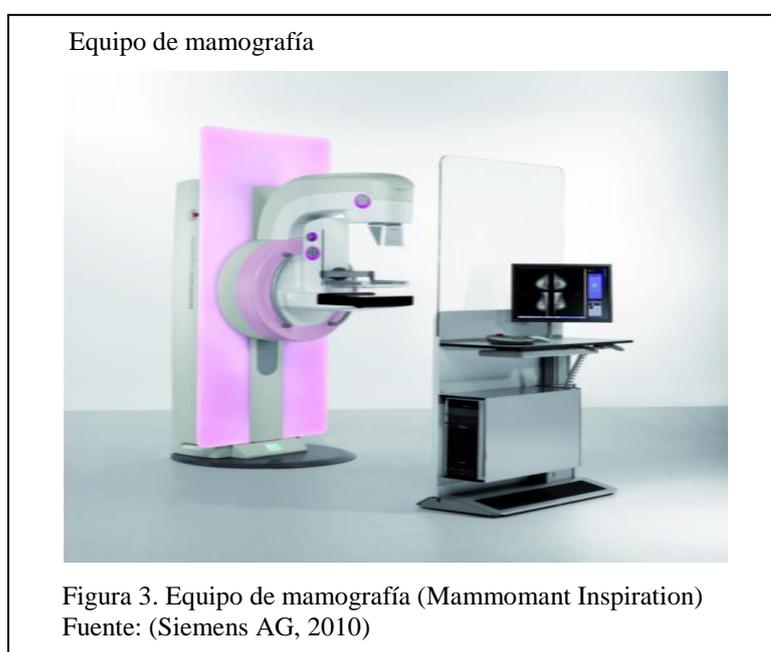
- Diseño ergonómico.
- Interfaces de usuario intuitivas.
- Gestión de datos óptima.

**Tabla 5:** Características del equipo Axion Iconos R200.

<b>Equipo AXION Iconos R200</b>	
<b>Componentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·TABLERO ELÉCTRICO</li> <li>·AXION Iconos R200</li> <li>·Consola de la unidad de control</li> <li>·POLYDOROS SX65 – gabinete de energía</li> <li>·POLYDOROS SX65 – consola de control</li> <li>·Carro Monitor + 2 pantallas b/n</li> <li>·Monitor b/n</li> <li>·FLUOROSPOT Compact</li> <li>·FLUOROSPOT Teclado</li> </ul>
<b>Requerimientos de Energía Eléctrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Red Eléctrica: 3/N/PE AC, 60 Hz <math>\pm</math> 1 Hz</li> <li>·Voltaje de línea: 480 V</li> <li>·Variación de Voltaje Permitido: 480V <math>\pm</math> 10%</li> <li>·Consumo de Potencia: 41.6 kVA</li> </ul>
<b>Condiciones Ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Temperatura en operación: 18 a 22 °C</li> <li>·Temperatura en almacenamiento: -20 a 70 °C</li> <li>·Humedad relativa del aire: 15 a 75 %</li> </ul>

Elaborado por: Luis Parra

### 3.2.2 Equipo de mamografía – Mammomat Inspiration.



Se ha desarrollado un sistema de mamografía digital directa de campo completo que combina velocidad, calidad de imagen excelente, y comodidad del examen. El nuevo sistema, el Mammomat Inspiration, tiene características que incluyen tecnologías de compresión, diseño de paletas, y la iluminación ambiental, que suministran una

comodidad excelente para las pacientes; la rotación isocéntrica del tubo de rayos X y la funcionalidad del examen han sido realizadas para ofrecer facilidad y flujo de trabajo rápido para mejorar el rendimiento del paciente y la resolución de imagen del seno completo ha sido mejorada para obtener diagnósticos detallados. (Siemens AG Medical Solutions Angiography, Global Siemens, 2010).

El Mammomant Inspiration, desarrollado por Siemens Healthcare (Erlangen, Alemania), es también una solución futura a toda prueba para biopsia estéreo táctica y para proporcionar imagenología tridimensional (3D) usando tomo síntesis. Una actualización simple asegurará la transición sin problema de modo que el sistema puede suministrar tamización, diagnóstico, y tomo síntesis en una plataforma digital simple. Ofreciendo 27 segundos entre tiempos de exposición y 18 segundos entre exposición y despliegue de imágenes digitales de alta resolución, el sistema puede examinar más de 15 pacientes por hora. Esto es muy beneficioso en los ambientes de tamización de alto rendimiento que requieren velocidad. Además, un tubo especial de rayos X con un ánodo de tungsteno y algoritmos nuevos de cancelación de eco acústico (AEC), que computan individualmente la dosis de acuerdo al tamaño del seno y el tipo de tejido, aseguran la dosis más baja posible. La funcionalidad de imagenología, el tamaño compacto y el diseño abierto del sistema son complementados por una característica única Mood Light que emite colores tranquilizantes en el área de examen del paciente. Los tonos de color pueden ser seleccionados personalmente por el usuario para cambiar a lo largo del proceso de tamización y promover la relajación. (Siemens AG Medical Solutions Angiography, Global Siemens, 2010).

El Mammomant Inspiration opera al lado de una estación estilizada de trabajo de toma basada en syngo (sistema de imagen online completamente digital), que se ajusta a una altura deseada y ofrece una interfaz de uso fácil. La interfaz intuitiva de la estación de trabajo dinamiza el flujo de trabajo para manejar el rendimiento del paciente y

simplificar el proceso de examen. Después de completar el examen, el sistema automáticamente abrirá el horario programado para seleccionar al siguiente paciente. Una función de un clic para la imagen asegura que las imágenes sean recolectadas rápidamente, mejorando también el flujo de trabajo. (Siemens AG Medical Solutions Angiography, Global Siemens, 2010).

**Ventajas:**

- Proporciona seguridad de inversión para satisfacer sus necesidades estratégicas.
- Para el médico le da excelencia y facilidad para diagnosticar con gran precisión.
- Es intuitivo y fácil de manejar para la persona que manipula el equipo.
- Posee un flujo de trabajo optimizado que permite de un alto rendimiento de los pacientes y un ahorro de costes significativo.

**Tabla 6:** Características del equipo Mammomat Inspiration.

<b>Equipo Mammomat Inspiration</b>	
<b>Componentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Tablero Eléctrico</li> <li>·Mammomat Inspiration</li> <li>·Estación de trabajo, caja de control, monitor de color</li> <li>·Mesa consola de control con protección de radiación</li> <li>·Unidad Biospia</li> </ul>
<b>Requerimientos de Energía Eléctrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Red Eléctrica: 1/N/PE AC, 60 Hz ± 1 Hz</li> <li>·Voltaje de línea: 220 V</li> <li>·Variación de Voltaje Permitido: 220V ± 10%</li> <li>·Consumo de Potencia: 7.5 kVA</li> </ul>
<b>Condiciones Ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Temperatura en operación: 12 a 22 °C</li> <li>·Temperatura en almacenamiento: -20 a 70 °C</li> <li>·Humedad relativa del aire: 55 a 60 %</li> </ul>

Elaborado por: Luis Parra

### 3.2.3 Equipo de tomografía – Somatom Definition AS.



SOMATOM Definition AS es el primer escáner adaptable del mundo. Un escáner que evoluciona el mundo de la Tomografía Computarizada (TC) de fuente única. Combina la resolución espacial más alta del mercado y la cobertura de volumen sub milimétrica más rápida, y además su tiempo de rotación ofrece la mejor resolución temporal en la TC de fuente única de 64 cortes. Su exclusivo Dose Shield elimina toda la radiación clínicamente irrelevante en la exploración en espiral, consiguiendo una protección completa de la dosis. Neuro Best Contrast mejora significativamente la calidad de imagen neurológica de la cabeza, especialmente la diferenciación entre sustancia gris y blanca, sin aumentar la dosis de radiación. (Siemens AG Medical Solutions Computed Tomography, 2010)

Posee una capacidad de actualización completa en el sitio, de 20 a 64 cortes, crece de acuerdo con las necesidades del usuario y puede ser totalmente personalizado. Gracias a una interfaz abierta, se consigue la representación exacta de un tumor en movimiento, compatible con todos los proveedores de hardware de bloqueo respiratorios. El sistema SOMATOM Definition AS Open tiene un tamaño compacto de 200 pies cuadrados y ofrece protección completa de la dosis: una cartera completa de características de ahorro de la dosis que le permite

a los usuarios administrar activamente la dosis de cada examen con el Tomógrafo Axial Computarizado (TAC). (Siemens AG Medical Solutions Computed Tomography, 2010)

**Ventajas:**

- Excelente calidad de imagen.
- Conseguir Movimiento Under Control con sólo pulsar un botón.
- Diseñado para su flujo de trabajo de la radioterapia.
- Una decisión inteligente para sus pacientes y su institución.

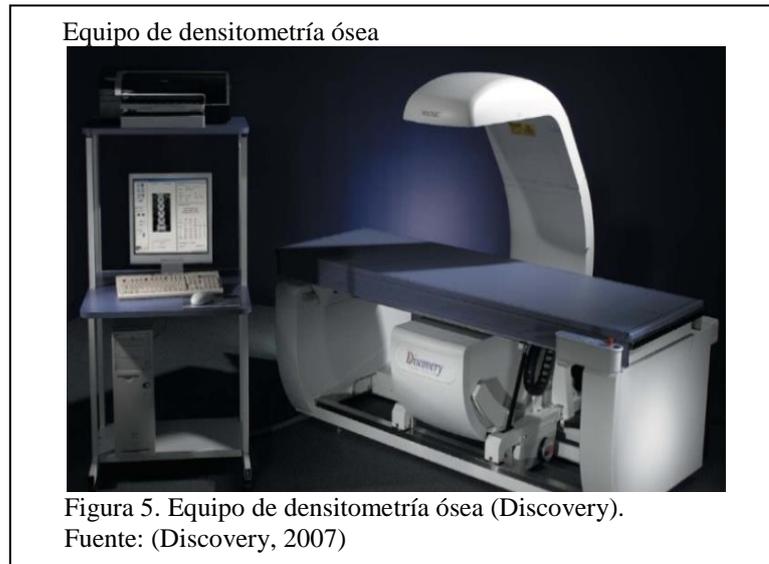
Syngo ofrece una interfaz de usuario gráfica para preparar y diagnosticar imágenes de varias modalidades como; tipos de imagen compatibles, imágenes de tomografía computarizada, imágenes de resonancia magnética, imágenes de radiografía computarizada, imágenes digitales de rayos X, imágenes angiográficas de rayos X, imágenes ecográficas 2D. (Tomography, 2010).

**Tabla 7:** Características del equipo Somatom Definition.

<b>Equipo Somatom Definition</b>	
<b>Componentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·TABLERO ELÉCTRICO</li> <li>·Gantry</li> <li>·Mesa de Paciente para realizar el examen</li> <li>·Gabinete para el controlar al momento de realizar el examen</li> <li>·Unidad de control con monitor, caja de control, teclado y PC</li> <li>·Consola de control (mesa para elementos de control y PC)</li> <li>·Estación de trabajo MultiModality con monitor</li> <li>·Unidad interna del sistema de refrigeración agua-aire</li> <li>·Unidad externa del sistema de refrigeración agua-aire</li> </ul>
<b>Requerimientos de Energía Eléctrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Red Eléctrica: 3/N/PE AC, 60 Hz ± 5%</li> <li>·Voltaje de línea: 480 V</li> <li>·Variación de Voltaje Permitido:480V±10%</li> <li>·Consumo de Potencia: 125 kVA</li> </ul>
<b>Condiciones Ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Temperatura en operación:18 a 22 °C</li> <li>·Temperatura en almacenamiento:-20 a 50 °C</li> <li>·Humedad relativa del aire: 20 a 75 %</li> </ul>

Elaborado por: Luis Parra

### 3.2.4 Equipo de densitometría ósea – Discovery.



A lo largo de nuestras vidas, nos apoyamos en nuestro sistema esquelético para la estabilidad y fuerza. Los huesos son sólidos y resistentes, cambiando en densidad y dimensión y a lo largo de nuestras vidas continuamente se van renovándose. Pero los huesos pueden volverse peligrosamente frágiles. Ellos pueden debilitarse por una enfermedad, por tabaquismo, la falta de ejercicio, las deficiencias nutricionales, la deficiencia de estrógenos en las mujeres y los bajos niveles de testosterona en los hombres, la medicación, la edad y muchas otras causas. (Hologic, 2007)

Mientras que los huesos y las fracturas porosas pueden no ser visibles desde el exterior, los efectos pueden ser devastadores, incluso mortales. La masa ósea baja puede afectar a cualquier persona: hombres y mujeres, jóvenes y viejos, de todas las nacionalidades. Las personas no saben que tienen osteoporosis hasta que es demasiado tarde. La detección y el tratamiento tempranos pueden significar una vida de fortaleza para todos sus pacientes. Y Hologic Discovery es la clave para la detección temprana. (Hologic, 2007)

El poder de Hologic es el poder de la innovación clara y un enfoque singular, para desafiar los límites de la ciencia y la tecnología cada día. Nuestra pasión ha llevado a descubrimientos que contribuyan a la

detección temprana, diagnósticos más precisos, y una mejor atención general del paciente. Al enfocarnos en el futuro, estamos obligados por nuestra claridad de visión. Una visión creada exclusivamente para mejorarla suya. (Hologic, 2007)

**Tabla 8:** Características del equipo Discovery

<b>Equipo Discovery</b>	
<b>Componentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Tabla de posicionamiento con accesorios</li> <li>·Tabla motorizada y arco en c</li> <li>·Detector de arreglo de alta resolución de 64 elementos</li> <li>·Calibración continua para el sistema de referencia interna</li> <li>·Consola de la computadora</li> </ul>
<b>Requerimientos de Energía Eléctrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Red Eléctrica: 2/N/PE AC, 60 Hz <math>\pm</math> 1 Hz</li> <li>·Voltaje de línea: 220 V</li> <li>·Variación de Voltaje Permitido: 220V <math>\pm</math> 10%</li> <li>·Consumo de Potencia: 5 kVA</li> </ul>
<b>Condiciones Ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Temperatura en operación: 10 a 40 °C</li> <li>·Temperatura en almacenamiento: -20 a 50 °C</li> <li>·Humedad relativa del aire: 10 a 80 %</li> </ul>

Elaborado por: Luis Parra

### 3.2.5 Equipo de ecografía - Acuson X300 Ultrasound System.



El sistema de ultra sonido ACUSON X300 ofrece un rendimiento de imagen excepcional en un paquete compacto y portátil. Cuando tenga que ser móvil, o cuando el espacio es limitado, este sistema cumple con todas las funciones de sus retos operacionales y clínicas más exigentes. El sistema totalmente digital ACUSON X300 está diseñado

para ofrecer el rendimiento clínico que necesita a través de una amplia gama de aplicaciones de imagen: abdomen, pecho, cardíaco, medicina de emergencia, ginecología, obstetricia, pediatría, testicular, tiroides, vascular. (Siemens Medical Solutions USA, 2008).

- **Versátil y fácil de trabajar.**

El sistema X300 es una plataforma compacta que se mueve rápida y fácilmente en espacios apretados clínicos. (Siemens Medical Solutions USA, 2008).

- **Simplificación de flujo de trabajo clínico.**

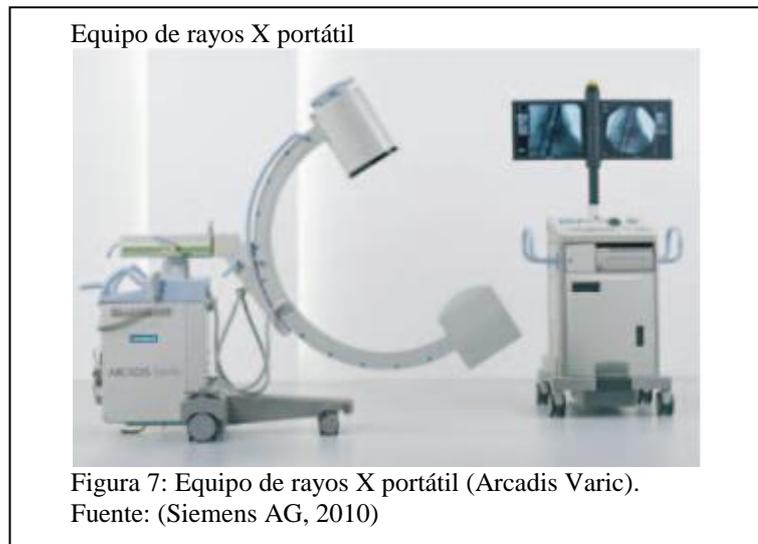
Las características están dar tales como la estación de trabajo integrada DIMA Q-IP, un panel de control de usuario personalizable, y la tecnología de optimización de TGO Grayscale Tissue Opcional, agilizar el flujo de trabajo para una mayor eficacia clínica: exámenes más rápidos de instalación paciente a la revisión de imágenes. (Siemens Medical Solutions USA, 2008).

**Tabla 9:** Características del equipo Acuson X300 Ultrasound System.

<b>Equipo Acuson X300 Ultrasound System</b>	
<b>Componentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Monitor</li> <li>·Teclado Alfanumérico</li> <li>·Ruedas Giratorias con Freno</li> <li>·Filtro de Aire</li> <li>·Batería</li> <li>·Conector de cable de Alimentación</li> <li>·Panel de Entrada/Salida</li> </ul>
<b>Requerimientos de Energía Eléctrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Red Eléctrica: 3/N/PE AC, 60 Hz ± 1 Hz</li> <li>·Voltaje de línea: 220 V</li> <li>·Variación de Voltaje Permitido: 220V ± 10%</li> <li>·Consumo de Potencia: 3 kVA</li> </ul>
<b>Condiciones Ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Temperatura en operación: 10 a 40 °C</li> <li>·Temperatura en almacenamiento: -10 a 50 °C</li> <li>·Humedad relativa del aire: 10 a 80 %</li> </ul>

Elaborado por: Luis Parra

### 3.2.6 Equipo de rayos X portátil – Arcadis Varic.



Con la nueva generación de ARCADIS alcanzará un nivel de excelencia clínica sin precedentes. Las características innovadoras de ARCADIS Varic establecen nuevos puntos de referencia desde la calidad de imagen a la capacidad funcional, desde la versatilidad a la eficiencia: con funciones excepcionales que hacen realidad una formación de imagen perfecta y con un concepto global ergonómico que redefine el flujo de trabajo clínico en muchos campos de la práctica clínica. El sistema móvil de arco C de diseño ligero y compacto está equipado con un moderno sistema de imagen digital syngo online (sistema de imagen online completamente digital basado en syngo para adquisición de imagen, procesamiento de imagen, almacenamiento, archivo y documentación). Un intensificador de imagen de 23 cm con conmutación de formatos y un generador de 2,3 kW de alto rendimiento aseguran una escopia óptima. (Siemens Medical Solutions USA I. S., 2010)

En la escopia pulsada se alcanza una velocidad de exploración de hasta 15 i/s. En régimen de exploración EASY (Enhanced-Acquisition-System) regula automáticamente la dosis, el contraste y el brillo. Además, el diseño funcional ergonómico de los elementos de mando y de las interfaces gráficas del software ayuda a optimizar el flujo de trabajo. (Siemens Medical Solutions USA I. S., 2010)

Una memoria del disco duro con una capacidad de hasta 60.000 imágenes, una interfaz USB y una unidad de lectura y escritura de DVD-R/CD-ROM (que incluye formato de soportes DICOM-3.0 offline) permiten administrar los datos de forma flexible. DICOM-3.0-Services se puede conectar a través de la interfaz integrada DICOM-3.0. El carro porta monitores se puede equipar con la columna de monitor Flex (para monitores que giran en vertical 210°) o bien con la columna de monitor Flex Plus (columna de monitor de altura ajustable a motor (para monitores que giran en vertical 180°) y pantallas abatibles para un transporte más fácil y una mayor protección cuando no se usan). (Siemens Medical Solutions USA I. S., 2010)

Para la colocación flexible de las pantallas las columnas de monitor están provistas de una guía de cables integrada y un espacio de montaje variable para unidades de documentación. El sistema de alimentación ininterrumpida ofrece una máxima seguridad de datos. Las opciones de ampliación preparadas para el futuro aseguran rentabilidad y flexibilidad. (Siemens Medical Solutions USA I. S., 2010)

### **Adquisición de imágenes**

- Programas del usuario específicos de la aplicación con asignación y selección anatómicas mediante VPA (Anatomía virtual del paciente).
- EASY (Enhanced-Acquisition-System) regula automáticamente la dosis, el contraste y el brillo, con independencia de la posición del objeto de escopia.
- Selección directa de niveles de dosis para adaptar la dosis de rayos X a la anatomía concreta de los pacientes a fin de reducir al máximo la dosis.
- Modo de alimentación para utilizar brevemente las reservas de potencia máximas en los modos de funcionamiento escopia continua y pulsada.

- Visualización de la imagen de referencia como imagen completa o en pantalla dividida (en 4, 9 y 16 partes). Visualización seleccionable de la imagen de referencia (visualización estática o dinámica).

**Tabla 10:** Características del equipo Arcadis Varic

<b>Equipo Arcadis Varic</b>	
<b>Componentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Arco en C</li> <li>·Generador /tubo rayos x</li> <li>·Carro Porta monitores</li> <li>·Porta Chasis</li> <li>·Cuba monobloc con ánodo fijo</li> <li>·Sistema de diafragmas</li> <li>·Intensificador de imagen de rayos X</li> <li>·Sistema de TV radiográfico</li> </ul>
<b>Requerimientos de Energía Eléctrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Red Eléctrica: 2/N/PE AC, 60 Hz <math>\pm</math> 1 Hz</li> <li>·Voltaje de línea: 220 V</li> <li>·Variación de Voltaje Permitido:220V<math>\pm</math>10%</li> <li>·Consumo de Potencia: 3 kVA</li> </ul>
<b>Condiciones Ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·Temperatura en operación:15 a 35 °C</li> <li>·Temperatura en almacenamiento:-10 a 70 °C</li> <li>·Humedad relativa del aire: 15 a 75 %</li> </ul>

Elaborado por: Luis Parra

### 3.3 Diagrama unifilar para los sistemas eléctricos

El siguiente diagrama unifilar muestra la distribución de los equipos médicos y de los sistemas de iluminación, sistema de fuerza, sistema de fuerzas reguladas, sistema de aire acondicionado, alimentadores eléctricos, tableros principales y sub tableros.

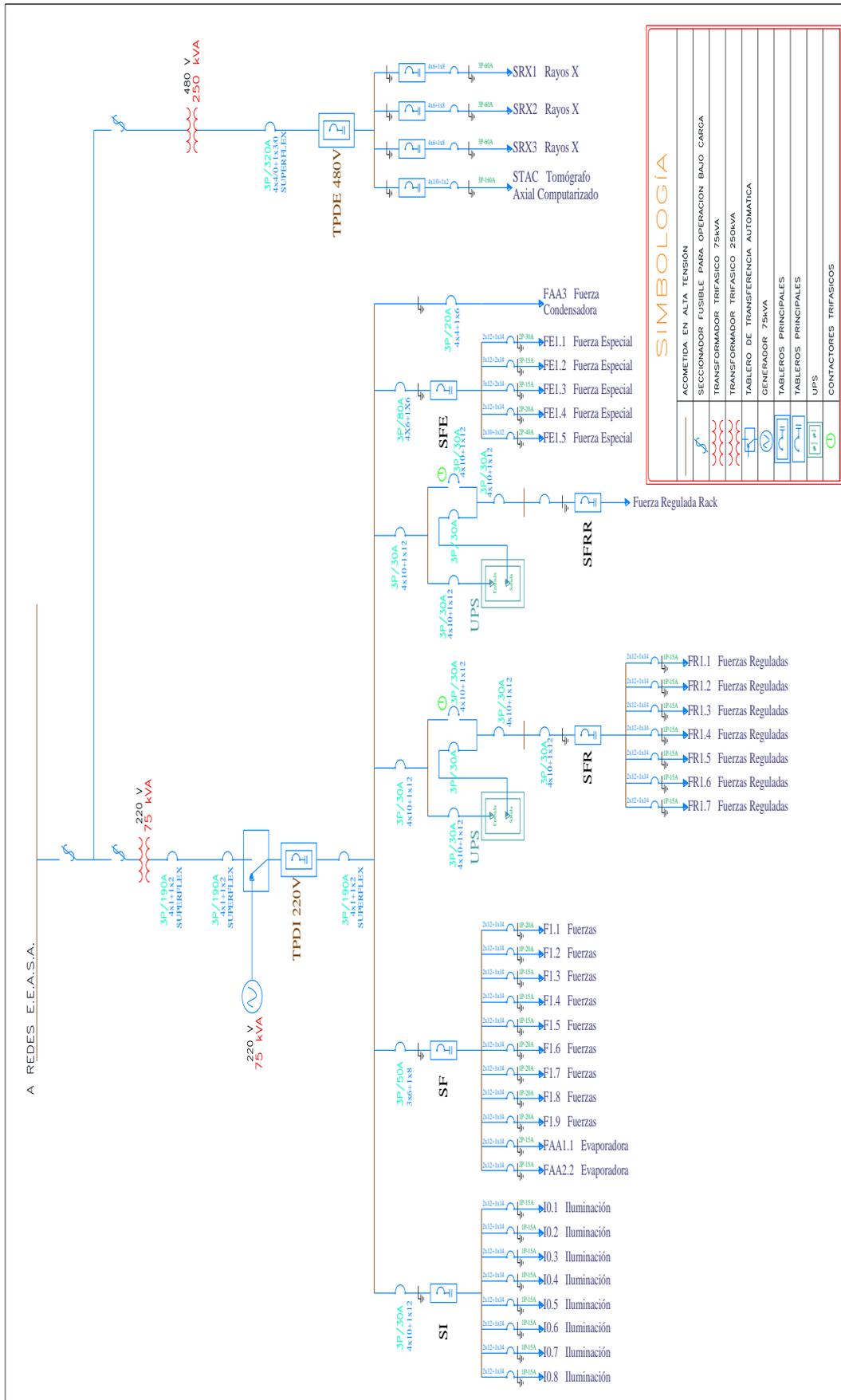


Figura 8. Diagrama unifilar para los sistemas eléctricos.

Fuente: Luis Parra

### 3.4 Cálculos técnicos

Los cálculos técnicos para la determinación del cable de los alimentadores, protecciones de los circuitos y para igualar las cargas de las fases, para que una fase no se sobrecargue se han tomado en consideración las ecuaciones de la ley de ohm para realizar los cálculos. Las cuales se presentan a continuación:

#### 3.4.1 Cálculo para los circuitos

##### - Parametros para el cálculo

**# Puntos (#P)**= Número de puntos que posee el circuito.

**# Fases (#F)**= Indica el numero de fases que posee el circuito.

**Voltaje del circuito (V.C.)**= El valor es 121 porque el sistema es monofasico.

**Factor de potencia (fp)**= El valor es 0,92 porque es el fp minimo que permite utilizar el CONELEC.

**Potencia del elemento (P.E.)**= Es la potencia que ocupa cada elemento al momento de su funcionamiento.

**Potencia instantanea (P. inst.)**= La potencia instantanea es la potencia que tiene cada circuito y se obtiene de la multiplicación de la potencia de cada elemento (P.E.) por el numero de puntos del circuito (#P).

**Potencia aparente (S. Inst.)**= Es la potencia aparente de cada circuito y se obtiene de la división de la potencia instantanea (P. inst.) para el factor de potencia (fp).

**I**= Es la corriente que va a pasar por cada fase del circuito y con esta corriente se va a nivelar las cargas de cada fase y se obtiene de la división de la potencia aparente (S. inst.) para el voltaje del circuito (V.C.) .

$$\text{Ecuación 1} \Rightarrow \mathbf{P. inst. = P.E. \times \#P}$$

$$\text{Ecuación 2} \Rightarrow \mathbf{S. Inst. = P. inst. \div fp}$$

$$\text{Ecuación 3} \Rightarrow \mathbf{I = S. inst. \div VC}$$

$$\text{Ecuación 4} \Rightarrow \mathbf{I = P \div \sqrt{3} \div V}$$

### **Ejemplo de un circuito del sub tablero iluminacion (SI):**

**Datos del circuito:** #P= 16; #F= 1; VC= 121; fp= 0,92; P.E.= 55 W.

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 1} \quad \Rightarrow \quad & \mathbf{P. inst. = P.E. \times \#P} \\ & = 55 \times 16 \\ & = 880 \text{ W.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 2} \quad \Rightarrow \quad & \mathbf{S. Inst. = P. inst. \div fp} \\ & = 880 \div 0,92 \\ & = 956,52\text{V.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 3} \quad \Rightarrow \quad & \mathbf{I = S. inst. \div VC} \\ & = 956,52 \div 121 \\ & = 7,91 \text{ A.} \end{aligned}$$

La protección se coloca de acuerdo al valor de la corriente (I) dejando un porcentaje extra, para que cuando la corriente esté al máximo no existan daños y observando en el anexo 1 tabla 1 vamos a ir colocando la protección y los alimentadores.

### **Protección del circuito 1P-15A**

1P= Fase

15A= Es la máxima corriente que va a soportar el breaker.

### **Alimentador 2x12+1x14 AWG THHN**

En el anexo 1 tabla 1 indica que, para esta corriente se utilizar el cable número 18 pero por norma utilizamos el alimentador número 12.

Se utiliza 2 cables número 12, 1 para la fase, 1 para el neutro y un cable número 14 para la tierra.

Los cuadros de carga con los cálculos de todos los circuitos de iluminación se encuentran en el anexo 2 tabla 3.

### **Ejemplo de un circuito del sub tablero de fuerzas (SF):**

**Datos del circuito:** #P= 7; #F= 1; VC= 121, fp= 0,92; P.E.= 250 W.

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 1} \quad \Rightarrow \quad & \mathbf{P. inst. = P.E. \times \#P} \\ & = 250 \times 7 \\ & = 1610 \text{ VA.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 2} \quad \Rightarrow \quad & \mathbf{S. Inst. = P. inst. \div fp} \\ & = 1750 \div 0,92 \\ & = 1750 \text{ W.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{De la Ecuación 3} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{I} &= \mathbf{S. inst.} \div \mathbf{VC} \\
 &= 1610 \div 121 \\
 &= 13,30 \text{ A.}
 \end{aligned}$$

La protección se coloca de acuerdo al valor de la corriente (I) dejando un porcentaje extra, para que cuando la corriente esté al máximo no existan daños y observando en el anexo 1 tabla 1 vamos a ir colocando la protección y los alimentadores.

### **Protección del circuito 1P-20A**

1P= Fase

20A= Es la máxima corriente que va a soportar el breaker.

### **Alimentador 2x12+1x14 AWG THHN**

En el anexo 1 tabla 1 indica que, para esta corriente se utilizar el cable número 16 pero por norma utilizamos el alimentador número 12.

Se utiliza 2 cables número 12, 1 para la fase, 1 para el neutro y 1 cable número 14 para la tierra.

Los cuadros de carga con los cálculos de todos los circuitos de fuerzas se encuentran en el anexo 2 tabla 4.

### **Ejemplo de un circuito del sub tablero fuerzas reguladas (SFR):**

**Datos del circuito:** #P= 4; #F= 1; VC= 121; fp= 0,92; P.E.= 250 W.

$$\begin{aligned}
 \text{De la Ecuación 1} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{P. inst.} &= \mathbf{P.E.} \times \mathbf{\#P} \\
 &= 250 \times 4 \\
 &= 920 \text{ VA.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{De la Ecuación 2} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{S. Inst.} &= \mathbf{P. inst.} \div \mathbf{fp} \\
 &= 920 \div 0,92 \\
 &= 1000 \text{ W.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{De la Ecuación 3} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{I} &= \mathbf{S. inst.} \div \mathbf{VC} \\
 &= 920 \div 121 \\
 &= 7,60 \text{ A.}
 \end{aligned}$$

La protección se coloca de acuerdo al valor de la corriente (I) dejando un porcentaje extra, para que cuando la corriente esté al máximo no existan daños y observando en el anexo 1 tabla 1 vamos a ir colocando la protección y los alimentadores.

### **Protección del circuito 1P-15A**

1P= Fase

15A= Es la maxima corriente que va a soportar el breaker.

#### **Alimentador 2x12+1x14 AWG THHN**

En el anexo 1 tabla 1 indica que, para esta corriente se utilizar el cable numero 18 pero por norma utilizamos el alimentador numero 12.

Se utiliza 2 cables numero 12, 1 para la fase, 1 para el neutro y 1 cable número 14 para la tierra. Los cuadros de carga con los cálculos de todos los circuitos de fuerzas regulados se encuentran en el anexo 2 tabla 5.

### **Ejemplo de un circuito del sub tablero fuerzas especiales (SFE):**

**Datos del circuito:** #P= 1; #F= 2; VC= 210; fp= 0,92.

$$\mathbf{S. Inst. = 5000 VA.}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 1} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{P. inst. = S. ints. x fp} \\ = 5000 \times 0,92 \\ = 4500 \text{ W.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 3} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{I = S. inst. \div VC} \\ = 5000 \div 210 \\ = 23,81\text{A.} \end{aligned}$$

La protección se coloca de acuerdo al valor de la corriente (I) dejando un porcentaje extra, para que cuando la corriente esté al maximo no existan daños y observando en el anexo 1 tabla 1 vamos a ir colocando la protección y los alimentadores.

### **Protección del circuito 2P-30A**

2P= Fase

30A= Es la maxima corriente que va a soportar el breaker.

#### **Alimentador 2x12+1x14 AWG THHN**

En el anexo 1 tabla 1 indica que, para esta corriente se utilizar el cable número 14 pero por norma utilizamos el alimentador número 12.

Se utiliza 2 cables número 12, 1 para la fase, 1 para el neutro y 1 cable número 14 para la tierra.

Los cuadros de carga con los cálculos de todos los circuitos de fuerzas especiales se encuentran en el Anexo 2 Tabla 6.

### **Ejemplo del tablero principal de imagenología de 220V (TPDI):**

**Datos del circuito:** #F= 3; VC= 220; fp= 0,92.

$$\mathbf{P. Inst. = 82745 VA.}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 2} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{S. inst. = P. ints. \div fp} \\ = 82745 \div 0,92 \\ = 90103 \text{ VA.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 4} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{I = P \div \sqrt{3} \div V} \\ \mathbf{I = S. inst. \div 1.73 \div VC} \\ = 90103 \div 1.73 \div 220 \\ = 247,1 \text{ A.} \end{aligned}$$

I= Es la potencia cuando se esta utilizando todo el sistema, pero como no utilizamos todo el sistema al mismo tiempo, multiplicamos por el 0,75 que seria el porcentaje que se utiliza en el sistema.

$$\mathbf{I \text{ diseño} = I \times 0,75}$$

$$I \text{ diseño} = 247,1 \times 0,75$$

$$I \text{ diseño} = 185 \text{ A.}$$

La protección se coloca de acuerdo al valor de la corriente de diseño (I diseño) dejando un porcentaje extra, para que cuando la corriente esté al máximo no existan daños y observando en el anexo 1 tabla 2 vamos a ir colocando la protección y los alimentadores.

### **Protección del circuito 3P-190A**

3P= Fase

190A= Es la máxima corriente que va a soportar el breaker.

### **Alimentador 4x1+1x2 Superflex**

En el anexo 1 tabla 2 indica que, para esta corriente se utiliza el cable número 1 Superflex.

Se utiliza 4 cables número 1, 3 para las fases, 1 para el neutro y 1 cable número 2 para tierra.

Los cuadros de carga con los cálculos de todos los circuitos de los subtableros se encuentran en el anexo 2 tabla 7.

### **Ejemplo de los subtablero de los equipo de rayos X:**

**Datos del circuito:** #P= 1; #F= 3; VC= 480; fp= 0,92.

$$\mathbf{S. Inst. = 41600 VA.}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 2} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{P. inst.} &= \text{S. ints.} \times \text{fp} \\ &= 41600 \times 0,92 \\ &= 3827,2 \text{ W.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 4} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{I} &= \mathbf{P} \div \sqrt{3} \div \mathbf{V} \\ \mathbf{I} &= \text{S. inst.} \div 1.73 \div \text{VC} \\ &= 41600 \div 1.73 \div 480 \\ &= 50,1 \text{ A.} \end{aligned}$$

La protección se coloca de acuerdo al valor de la corriente (I) dejando un porcentaje extra, para que cuando la corriente esté al máximo no existan daños y observando en el anexo 1 tabla 1 vamos a ir colocando la protección y los alimentadores.

### **Protección del circuito 3P-60A**

3P= Fase

60A= Es la máxima corriente que va a soportar el breaker.

### **Alimentador 4x6+1x8 AWG THHN**

En el anexo 1 tabla 1 indica que, para esta corriente se utilizar el cable número 8.

Se utiliza 4 cables número 6, 3 para las fases, 1 para el neutro y 1 cable número 8 para tierra.

Los cuadros de carga con los cálculos de los circuitos de los equipos de rayos x se encuentran en el anexo 2 tabla 8, tabla 9 y tabla 10.

### **Ejemplo del subtablero para el equipo de tomografía:**

**Datos del circuito: #P= 1; #F= 3; VC= 480; fp= 0,92.**

$$\mathbf{S. Inst. = 125000 VA.}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 2} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{P. inst.} &= \text{S. ints.} \times \text{fp} \\ &= 125000 \times 0,92 \\ &= 112500 \text{ W.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 4} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{I} &= \mathbf{P} \div \sqrt{3} \div \mathbf{V} \\ \mathbf{I} &= \text{S. inst.} \div 1.73 \div \text{VC} \\ &= 112500 \div 1.73 \div 480 \\ &= 150,53 \text{ A.} \end{aligned}$$

La protección se coloca de acuerdo al valor de la corriente (I) dejando un porcentaje extra, para que cuando la corriente esté al máximo no existan daños y observando en el anexo 1 tabla 1 vamos a ir colocando la protección y los alimentadores.

### **Protección del circuito 3P-160A**

3P= Fase

160A= Es la máxima corriente que va a soportar el breaker.

### **Alimentador 4x1/0+1x2 AWG THHN**

En el anexo 1 tabla 1 indica que, para esta corriente se utilizar el cable número 1/0.

Se utiliza 4 cables número 1/0, 3 para las fases, 1 para el neutro y 1 cable número 2 para tierra.

Los cuadros de carga con los cálculos de los circuitos de los equipos de rayos x se encuentran en el anexo 2 tabla 11.

### **Ejemplo del tablero principal de equipos de 480V (TPDE):**

**Datos del circuito:** #F= 3; VC= 480; fp= 0,92.

$$\mathbf{P. Inst. = 224820 VA.}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 2} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{S. inst. = P. ints. \div fp} \\ = 224820 \div 0,92 \\ = 249800 VA. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{De la Ecuación 4} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{I = P \div \sqrt{3} \div V} \\ \mathbf{I = S. inst. \div 1.73 \div VC} \\ = 249800 \div 1.73 \div 480 \\ = 300,8 A \end{aligned}$$

I= Es la potencia cuando se está utilizando todo el sistema, pero como no utilizamos todo el sistema al mismo tiempo, multiplicamos por el 0,75 que sería lo que se utiliza en el sistema.

$$\mathbf{I \text{ diseño} = I \times 0,75}$$

$$I \text{ diseño} = 300,8 \times 0,75$$

$$I \text{ diseño} = 226 A.$$

La protección se coloca de acuerdo al valor de la corriente (I) dejando un porcentaje extra, para que cuando la corriente esté al máximo no existan daños y observando en el anexo 1 tabla 2 vamos a ir colocando la protección y los alimentadores.

### **Protección del circuito 3P-240A**

3P= Fases

240A= Es la máxima corriente que va a soportar el breaker.

### **Alimentador 4x2/0+1x1/0 Superflex**

En el anexo 1 tabla 2 indica que, para esta corriente se utiliza el cable número 2/0 Superflex.

Se utiliza 4 cables número 2/0, 3 para las fases, 1 para el neutro y 1 cable número 1/0 para tierra.

Los cuadros de carga con los cálculos de todos los circuitos de los subtableros se encuentran en el anexo 2 tabla 12.

En el anexo 2 se encuentra el resumen total de los cálculos.

## **3.5 Especificaciones técnicas**

### **3.5.1 Memoria técnica de la parte eléctrica para el área de imagenología**

En la presente memoria técnica se describen las principales consideraciones que fundamentan el diseño eléctrico del sistema de distribución para una área de diagnóstico por imágenes, esto facilitará actualizar y hacer nuevas instalaciones. El área de diagnóstico por imágenes tendrá aproximadamente 830 m<sup>2</sup> de construcción. Se hace una descripción de la situación del sistema eléctrico tomando en consideración que la situación actual cuenta con un esquema que será completamente actualizado o nuevo, ya que no cumplen con los requerimientos necesarios para el servicio hospitalario.

Se realizará un diseño del sistema de distribución eléctrica en media y baja tensión para el área de Imagenología, que tenga la capacidad de abastecer la demanda eléctrica impuesta por esta área, considerando todas las normas de instalación y esquemas de seguridad apropiados tanto para los equipos como para los operadores. Se definió el equipamiento con que contará esta área y de esta manera su ubicación y la potencia de cada equipo.

De acuerdo a las actividades específicas a las que se destinarán los equipos, tendrán nivel de seguridad, frecuencia de uso, se definirán los tipos de luminarias, tomacorrientes y salidas para equipos de Imagenología. Finalmente, como soporte

técnico de las mejoras propuestas se anexan los planos, memorias de cálculos y documentos que se han utilizado en el desarrollo del presente estudio.

### **3.5.2 Razones básicos para el diseño**

El sistema eléctrico de alimentación para el área de imagenología esta realizado bajo las normas, Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 10), Código de Práctica Ecuatorianas CPE INEN 19:2001 “Código Eléctrico Nacional” y también con las normas internacionales como; la Norma de Diseño de Ingeniería Eléctrica ND-01-IMSS-1E-97 y la Norma de Diseño de Instalaciones de Telecomunicaciones ND-01-IMSS-IT-99 del Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS). Para el diseño de los sistemas se ha tomado en consideración el área de Imagenología del Hospital de San Francisco ya que este hospital cuenta con todos los equipos de Imagenología.

Las instalaciones cuentan con tableros, transformador distribución, generador de emergencia, tableros de distribución, acometidas en media y baja tensión, circuitos de alumbrados y toma-corrientes que no tienen una buena funcionalidad.

El sistema de distribución comprende básicamente:

- Cámara de transformación.
- Generador de Emergencia.
- Tablero Principal de Imagenología TPDI (220V).
- Sub tablero de distribución Iluminación SI.
- Sub tablero de distribución de Fuerzas SF.
- Sub tablero de distribución Fuerzas Regulados SFR.
- Sub tablero de distribución Equipos SE.
- Sub tablero de distribución del Rack SFRR.
- Tablero Principal de Equipos TPDE (480V).
- Sub tablero de distribución Rayo X 1 SRX1.
- Sub tablero de distribución Rayo X 2 SRX2.
- Sub tablero de distribución Rayo X 3 SRX3.
- Sub tablero de distribución Tomógrafo STAC.
- Tablero de transferencia automática TTA.
- Tablero de By Pass.
- Circuitos de iluminación, fuerzas y salidas especiales.

Se aceptará como máximo una caída de tensión de un 0,5 % hasta los Tableros Principales, 2,5 % hasta los Sub tableros de distribución y máximo 3 % en los circuitos de iluminación, tomacorrientes y salidas especiales.

Todas las salidas recibirán la alimentación desde el cielo raso falso y de esta forma bajará por las paredes hasta el sitio de servicio y todos los circuitos y alimentadores se instalarán dentro de tubería EMT, la misma que irá empotrada en la losa y en las paredes. Para la instalación de los equipos de rayos x, tomógrafo y mamógrafo se ha realizado el diseño con una canaleta independiente que solo sirva para la intercomunicación de cada equipo como se muestra en los planos.

### **3.5.3 Descripción del proyecto**

Para la realización del Sistema Eléctrico del áreas de Diagnostico por Imágenes (Imagenología), se aplican las disposiciones de la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), Código Eléctrico Nacional, la Norma de Diseño de Ingeniería Eléctrica ND-01-IMSS-1E-97 y la Norma de Diseño de Instalaciones de Telecomunicaciones ND-01-IMSS-IT-99 del Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS) y todas sus características para el diseño de los sistemas. Las instalaciones eléctricas arrancan desde los bornes de los elementos de protección de la Cámara de Transformación, Tablero de transferencia, al Generador y de ahí a los Sub Tableros.

### **3.5.4 Estudio de la demanda**

Para los sub tableros de los sistemas de iluminación y tomacorrientes el factor de demanda es de 75% de la carga total. Para los sub tableros de los equipos de imagenología y fuerzas reguladas el factor de demanda es el 100% de la carga total. Estos porcentajes fueron proporcionados por el personal encargado del área eléctrica del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social según su comportamiento y experiencia en estos proyectos.

### **3.5.5 Cámara de transformación**

Basados en los datos proporcionados con el proyecto integral y el estudio de los sistemas de iluminación, tomacorrientes, tomacorrientes reguladas y tomacorrientes especiales del área de diagnostico por imágenes, se determina la carga demandada de

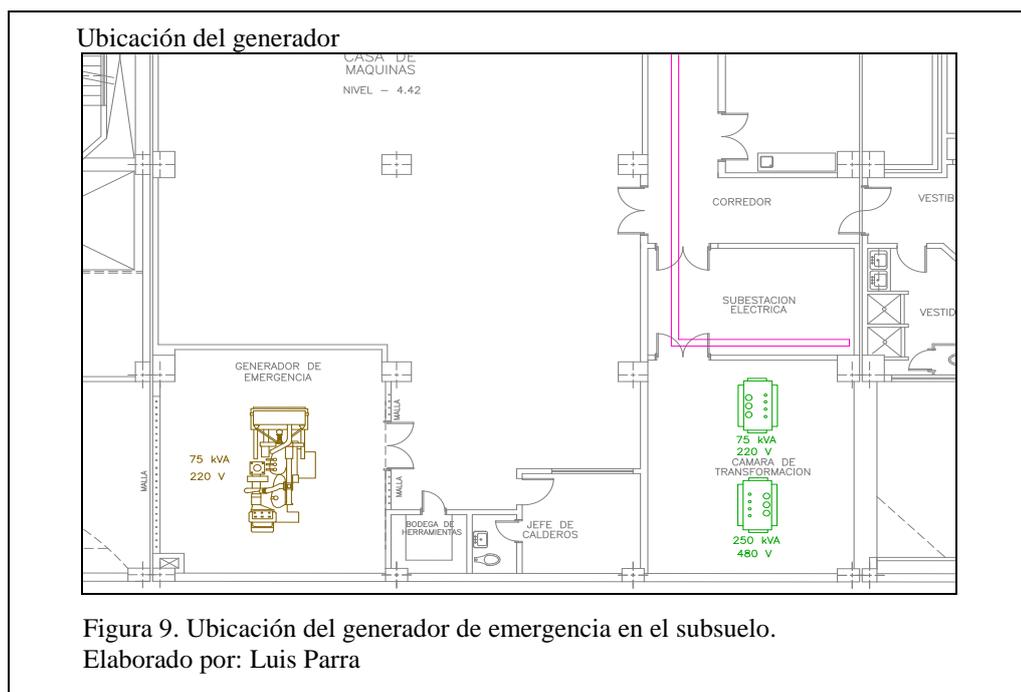
todos estos sub tableros, la cual se proporcionara mediante un transformador de 75 KVA. Como se muestra en la figura 8.

Para la demanda de energía de los sub tableros de equipos de imagenología se tiene un transformador de 250 KVA. Como se muestra en la figura 8.

### 3.5.6 Sistema de emergencia

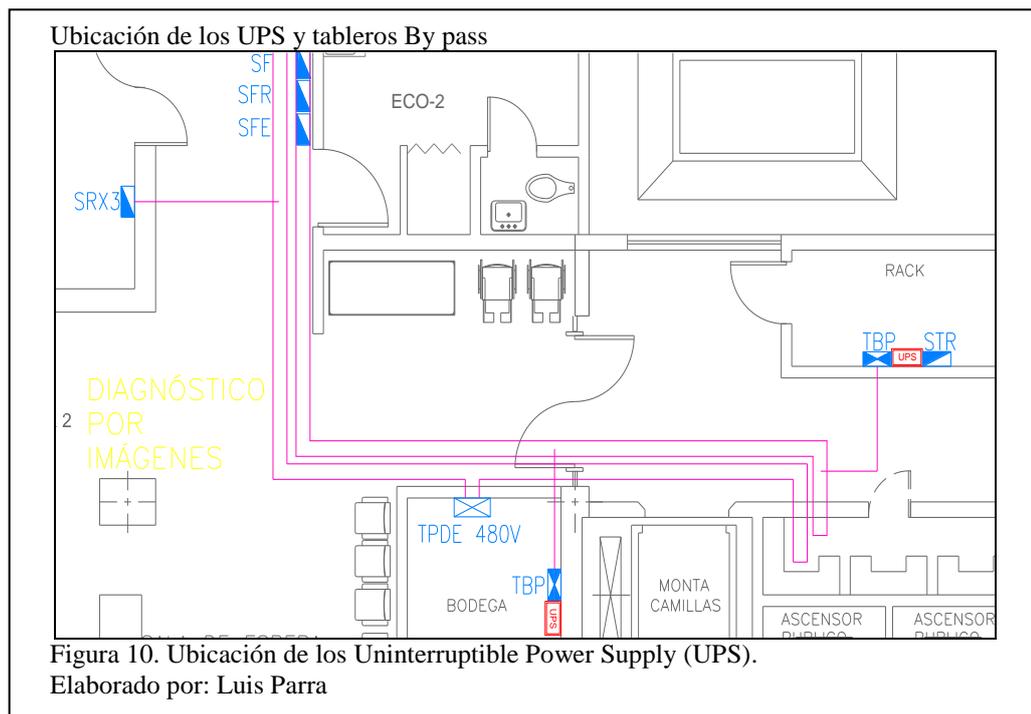
Se ha denominado sistema de emergencia a aquel que abarca las cargas cuya instalación a más de tener alimentación desde las redes de la Empresa Eléctrica a través de su respectivo transformador, tienen otra fuente de alimentación de energía que es el generador. Las cargas que se han conectado a este sistema son las consideradas de vital importancia, en las que la falta de energía eléctrica podría ser causa de graves pérdidas humanas o de equipos. Todos los circuitos que se encuentren conectados al tablero principal de imagenología (TPDI) 220V se encuentran conectados al sistema de emergencia excepto el tablero principal de equipos (TPDE) 480V.

Para el sistema de Emergencia se instalo un generador de emergencia, lo que deberá tener una capacidad efectiva de operación de 75 KVA al nivel de Quito, para un voltaje de servicio de 220 V y 60 Hz. Estarán ubicadas en el sub suelo 1 en el cuarto de generador como se indica en el anexo 3 planos 1.



### 3.5.7 Alimentación interrumpida de energía

Para garantizar un servicio eléctrico permanente en el área de imagenología de las fuerzas reguladas y para el data center (rack), se ha diseñado un sistema de respaldo de energía con dos Uninterruptible Power Supply (UPS) respectivamente y con un generador para el tablero principal (TPDI) de 220V todos estos respaldos de energía están conectados por un tablero de BYPASS para evitar daños a los equipos. Como se muestra en la figura 8.



### 3.5.8 Tableros y alimentadores principales

El tablero principal de imagenología (TPDI) 220V distribuye la energía procedente del transformador a los Sub Tableros de 220 V, que será respaldado por el Generador de Emergencia de 75 KVA a través del tablero de transferencia (TTA). El tablero principal de equipos (TPDE) 480V distribuye la energía proveniente del transformador a los Sub Tableros de los equipos de rayos x y tomógrafo.

Los alimentadores del tablero principal de imagenología (TPDI) 220V, saliendo de los bornes de baja tensión del transformador llegarán por medio de una bandeja metálica con tapas, soportada en la losa al tablero principal de imagenología (TPDI) 220V que se encuentra en el subsuelo. Por el ducto que va paralelo a los ascensores

sube a los Sub Tableros que se encuentran en la planta baja. Como se muestra en el anexo 3 plano 1.

Los alimentadores del tablero principales de Equipos (TPDE) 480V llegan por medio de una bandeja metálica con tapas, soportada en la losa al tablero principal de equipos (TPDE) 480V que se encuentra en la planta baja llega a los Sub Tableros de los Equipos. Como se muestra en el anexo 3 plano 2.

### **3.5.9 Tableros y alimentadores secundarios de distribución**

Para la alimentación de las diferentes cargas en el área de Imagenología se han instalado Sub Tableros de distribución en sitios de fácil acceso, para su fácil accesibilidad, seguridad en la operación y mantenimiento, los cuales tendrán una tensión de servicio de 220 V / 480 V; tienen el objeto de controlar y proteger los diferentes circuitos de distribución interna, tanto de iluminación como de tomacorrientes, salidas especiales y de los equipos que tienen un voltaje diferente.

Los alimentadores a los tableros de distribución están constituidos por conductores de cobre con aislamiento tipo THHN y están dentro de la canaleta metálica, la cual se encuentra fija y encima del cielo raso. Existen dos canaletas una para el tablero principal de imagenología (TPDI) 220V y el otro para el tablero principal de equipos (TPDE) 480V ya que cada tablero tiene diferente voltaje. Todos los alimentadores han sido diseñados para transportar la potencia requerida por cada tablero, con una caída máxima de voltaje del 2.5%, medida desde los tableros principales hasta los sub tablero. Como se muestra en el anexo 3 plano 3.

### **3.5.10 Sistema de iluminación**

Se ha realizado el diseño para colocar luminarias en todas las áreas de imagenología, con salidas y circuitos para facilitar su instalación. El tipo de iluminación previsto es tecnología led para ahorros de energía para todos los ambientes.

Se ha propuesto una carga máxima por circuito en 2000 W, utilizando como mínimo conductor # 12 AWG a efectos de conseguir una caída de tensión máxima del 3% de la tensión nominal, desde el tablero de distribución correspondiente hasta la salida

más lejana. El tipo de luminarias a instalarse está acorde con los ambientes donde se ubicarán, así en los sectores donde disponemos de cielo raso falso, las luminarias serán del tipo empotrable.

Se han tomado en cuenta aspectos como: consumo de energía, costo de mantenimiento, eficiencia lumínica, tipo y uso de ambiente. Con estos criterios se ha obtenido el número de luminarias a instalarse en los diferentes ambientes de estas áreas. La selección de unidades de iluminación, se ha realizado teniendo en cuenta los criterios técnicos y económicos más adecuados de los diferentes tipos de luminarias, tales como: la eficiencia luminosa, horas diarias de uso, consumo de energía y costo de mantenimiento. Como se muestra en el anexo 3 plano 4.

### 3.5.10.1 Cálculo de luminarias para la distribución en cada área

Para la distribución de las luminarias en cada área, se realizó con el software Dialux tomando en cuenta los siguientes parámetros como: geografía del local, longitud, anchura, altura, selección de luminaria, altura útil y grado de reflexión.



Una vez realizada la distribución de las luminarias de cada área en este software, se trasladó a la lámina del sistema de iluminación y de esta manera se fue realizando el sistema.

### **3.5.11 Circuitos de fuerzas**

Los circuitos de fuerzas se los a previsto para una carga máxima de 2000 W (10 puntos de 200 W) por circuito, y una caída de tensión máxima del 3% de la tensión nominal. El conductor de menor calibre previsto es el # 12 AWG.

Se han ubicado las salidas de acuerdo a los requerimientos de equipamiento y necesidades de cada ambiente. Todos los tomacorrientes de uso general deberán llevar un cable de tierra # 12 flexible. Como se muestra en el anexo 3 plano 5.

### **3.5.12 Circuitos de fuerzas regulados**

Los circuitos de fuerzas reguladas con el fin de garantizar un servicio eléctrico seguro y confiable para diferentes áreas, se ha diseñado un sistema que cumpla con lo mencionado anteriormente, que está conectado al Sistema de Emergencia del área de imagenología. Los circuitos de tomacorrientes regulados se los a previsto para una carga máxima de 2000 W (10 puntos de 200 W) por circuito, pero por seguridad se recomienda conectar menos puntos y una caída de tensión máxima del 3% de la tensión nominal. El conductor de menor calibre previsto es el # 12 AWG.

Se han ubicado las salidas de acuerdo a los requerimientos de equipamiento y necesidades de cada ambiente. Con el fin de garantizar un servicio eléctrico seguro y confiable para áreas críticas y para la red de datos, se ha diseñado un sistema de Uninterruptible Power Supply (UPS), que está conectado al Sistema de Emergencia del área de imagenología y estará conectado por un tablero de BYPASS. Como se muestra en el anexo 3 plano 5.

### **3.5.13 Circuito de fuerzas especiales**

Se consideran salidas especiales a la conexión de equipos fijos para lo cual se ha previsto salidas individuales de acuerdo a la ubicación de los mismos. El calibre de los conductores para los circuitos de salidas especiales está de acuerdo a la potencia de los equipos a instalarse, los mismos que se indican en los planos respectivos.

Se ha tomado en cuenta que la caída de tensión en el punto mas alejado de los

circuitos de salidas especiales no exceda al 3%. También en este caso el calibre mínimo de los conductores es el # 12 AWG. Algunas de estas salidas han sido consideradas como fundamentales, por tanto se ha previsto su alimentación desde el sistema de emergencia y que van directamente a los Sub tableros directamente como se muestra en los planos. Como se muestra en el anexo 3 plano 5.

#### **3.5.14 Sistema de aire acondicionado**

El dimensionamiento de los conductores y las protecciones de los equipos de aire acondicionado, ha sido elaborada en base a la información y la necesidad entregada por el departamento especialista en aire acondicionado, se ha realizado el diseño tomando en consideración todos los elementos que componen este sistema como son la condensadora que se encuentra en la terraza y las evaporadoras ubicadas en lugares específicos para que tengan una buena funcionalidad. Como se muestra en el anexo 3 plano 6.

#### **3.5.15 Sistema de puesta a tierra**

Para conseguir una adecuada conexión a tierra de todas y cada una de las instalaciones del área de diagnóstico por imágenes, se ha diseñado un sistema de puesta a tierra que está compuesto por dos mallas de tierra, de acuerdo a la función que cumplen, en relación con los diferentes sistemas eléctricos del área, como se muestra en el anexo 3 plano 7.

#### **3.5.16 Malla de tierra para los transformadores**

El sistema de puesta a tierra de la cámara de transformación está compuesta por siete varillas de copperweld de 16 mm de diámetro, instaladas directamente en el piso, instaladas en las esquinas de un cuadro con conductor de cobre desnudo calibre # 2/0 AWG y dos cables en cada sentido formando cuadrículas, enterrado directamente en el piso a 70 cm de profundidad, todas las juntas de los cables entre sí y con las varillas deberán ser termo soldadas; la disposición de la malla puede verse en el plano de la Cámara de Transformación. Desde esta malla se conectará a la barra de

puesta a tierra de los transformadores y de los tableros principales. Como se muestra en el anexo 3 plano 7.

### **3.5.17 Elementos y materiales para instalaciones**

En los hospitales merecen especial atención en cuanto se refiere a las instalaciones eléctricas del área de Diagnóstico por Imágenes (imagenología). A continuación se efectúa una breve descripción de las instalaciones eléctricas que en tales zonas se ha previsto.

### **3.5.18 Canaletas para los circuitos**

En el área de Imagenología se ha proyectado el uso de canaletas porta cables eléctricos, de varias medidas dependiendo el requerimiento, lo cual podemos apreciar en los planos, estas canaletas transportan los conductores de los circuitos de los diferentes sistemas eléctricos de esta área.

Se tendrá una canaleta para los sistemas de iluminación, de fuerzas, fuerzas reguladas y para los equipos que tienen el mismo voltaje. Y otra canaleta para los equipos que funcionan a 480 voltios. Para el sistema de voz y dato igual característica que la anterior, tomando en cuenta que la unión con los circuitos eléctricos, pueden causar interferencia y generar ruidos del orden eléctrico. Todas las canaletas y parrillas deberán ser galvanizadas y deberán traer todos los accesorios necesarios para su respectivo ensamblaje, como son codos verticales, codos horizontales, reductores laterales, reductores centrales, entradas en "T". Todos estos materiales deben ser galvanizados, nuevos y encontrarse en perfecto estado.

### **3.5.19 Tuberías**

Para llegar a las salidas de todos los sistemas debemos utilizar tuberías conduit metálicas de tipo EMT, para que los alimentadores no vayan vistos; con uniones y conectores de tornillo respectivamente. Dependiendo el calibre o de cuantos alimentadores vayan por las tuberías debemos colocar tuberías con un diámetro mayor para facilitar el paso de los alimentadores.

### **3.5.20 Cajas de revisión y salida**

Las cajas que se deben colocar deben cumplir con toda la facilidad para conectar con la tubería. Se ha utilizado según nuestro requerimiento las siguientes cajas que se encuentran en el mercado:

- a) Sistema de Iluminación, están deben ser; cajas octogonales conduit, metálicas galvanizadas de 100 x 47 x 1.6 mm de espesor (4" x 1 7/8" x 1/16"). Para los interruptor es cajas rectangulares conduit metálicas galvanizadas de 100 x 54 x 47 mm y 1.6 mm de espesor (4" x 2 1/8" x 2 1/8" x 1/16").
- b) Sistema de Fuerzas Especiales, están deben ser; cajas cuadradas conduit metálicas galvanizadas de 120 x 54 mm y 1.6 mm de espesor (4 11/16" x 2 1/8" x 1/16").
- c) Sistema de Fuerzas, estas deben ser; cajas rectangulares conduit metálicas galvanizadas de 100 x 54 x 47 mm y 1.6 mm de espesor (4" x 2 1/8" x 2 1/8" x 1/16").

Las cajas rectangulares para interruptores y pulsadores deberán montarse verticalmente, mientras que aquellas correspondientes a tomacorrientes se montar horizontalmente.

### **3.5.21 Alimentadores**

Los alimentadores de acometida de tableros serán canalizados en una misma ductería y no podrán tener ningún tipo de empalme en sus recorridos, estos alimentadores se conectarán a las barras de los tableros a través de terminales apropiados para su respectivo calibre, y se fijarán a las barras de distribución a través de pernería y accesorios del diámetro adecuado para su correcta fijación.

- Los alimentadores deben ser de cobre electrolítico, multifilar y con un aislamiento para 600 voltios.
- Los alimentadores para circuitos de tomacorrientes e iluminación serán del tipo flexible, con aislamiento del tipo THHN, ya que este tipo de cable es mas

factible en el mercado y su calibre mínimo será #12 AWG, para circuitos de tomacorrientes e iluminación, y #14 AWG para el neutro, como se muestra en los cálculos técnicos.

### **3.6 Especificaciones técnicas**

En la presente especificación técnica se describe las características de todos los elementos que tiene cada sistema electrónico en el área de imagenología.

#### **3.6.1 Punto de iluminación**

Descripción: Serán todas las actividades para la instalación de tuberías metálicas tipo conduit EMT, cajas metálicas, conductores y piezas eléctricas (interruptores simples, dobles, conmutadores, etc.) para dar servicio a una lámpara, un foco o luminarias en general. La tubería deberá estar pintada según código de colores escogido para este sistema.

El objetivo es la ejecución del sistema de alumbrado desde el tablero de control interno conforme a los planos de instalaciones eléctricas del proyecto y las indicaciones del A/I Fiscalizador.

#### **3.6.2 Punto de conmutación con conmutador**

Con interruptor conmutador, placa y tornillos, punto de Interruptor conmutador simple de 15 A, 120 V, completo. Debe incluir cable de alimentación, #12 THHN AWG flexible, tubería conduit EMT ½ pulgada y los accesorios necesarios como cajas uniones etc.

#### **3.6.3 Punto de tomacorriente doble polarizado**

Descripción: Serán todas las actividades que se requieran para la instalación de tuberías EMT, cajas, conductores y piezas eléctricas (tomacorrientes) para dar servicio a un aparato eléctrico.

Procedimiento: El objetivo es la ejecución del sistema de tomas de fuerza, desde el tablero de control interno, de acuerdo a los planos de instalaciones eléctricas del proyecto y a las indicaciones del A/I Fiscalizador. Verificar que el número de conductores a utilizarse dentro de una tubería sea el adecuado según las normas (Código Eléctrico Ecuatoriano, NEC 384-6). Determinación de los colores de cables a utilizar en las fases, neutro y tierra de los diferente circuitos.

- **Interruptor Simple**

Interruptor simple de 15A, 120V, completo con placa y tornillos, tipo decorativo.

- **Interruptor Doble**

Interruptor doble de 15 A, 120 V, completo con placa y tornillos, tipo decorativo.

- **Tomacorriente doble Polarizado**

Tomacorriente doble polarizado 20 A, 120 V, completo con placa y tornillos, tipo decorativo.

### **3.6.4 Punto de tomacorriente para sistema regulado**

Punto de tomacorriente doble polarizado de 15 A, 120 V. Incluye el tomacorriente de tierra aislada, el cable de alimentación, 2x #12 THHN AWG + 1x#14 THHN AWG flexible, tubería conduit EMT ½” y los accesorios necesarios como cajas uniones etc.

- **Tomacorriente doble polarizado tierra aislada para sistema regulado**

Tomacorriente doble polarizado 20 A, 120 V, tierra aislada, completo con placa y tornillos. Tipo decorativo. Los tomacorrientes deberán cumplir con todas las especificaciones y normas correspondientes a los tomas de tierra aislada del tipo doble polarizado, con tornillos terminales, que admiten hasta el conductor No. 10 AWG con contactos de doble abrazadera para una mejor conductividad, montado sobre una fuerte placa, para la instalación en su caja rectangular correspondiente.

### **3.6.5 Malla de puesta a tierra con 3 varillas para el rack**

Malla de puesta a tierra compuesta de 3 varillas Copperwell, suelda exotérmica,

tratamiento de tierra mediante GEM, cable de Cobre desnudo # 2/0 AWG. Distancia mínima entre Varillas 1.5 mts.

### **3.6.6 Puesta a tierra para cámara de transformación**

Malla de puesta a tierra compuesta de 7 varillas Copperwell, suelda exotérmica, tratamiento de tierra mediante GEM, cable de Cobre desnudo # 2/0 AWG.

### **3.6.7 Luminaria Led panel de 120x60 cm**

La luminaria debe ser instalada con la sujeción apropiada y conectada de manera directa a la alimentación que se tenga prevista para la misma. Luminaria Led panel de color blanco de 120x60 cm, consumo de potencia máxima 55 W, temperatura de color 4000°k a 5000°K, con control de dimerización de 0-10° V, voltaje de operación 120-127 V, CRI (reproducción de color) mayor o igual a 0,92 factor de potencia y flujo luminoso mantenido de 3500 lúmenes, eficiencia de la luminaria 90,7%.

- **Luminaria decorativa ojo de buey con dicroico para los baños y vestidores**

Luminaria decorativa tipo ojo de buey, adecuada para instalarse en cielo falso, con un foco dicroico 30 W.

- **Luminaria de emergencia**

Diseño compacto en color blanco, de bajo perfil, chasis termoplástico ABS retardante al fuego, resistente a golpes, a prueba de rayaduras, fácil instalación, aprobado para montaje de pared o techo. Batería de plomo, no requiere mantenimiento, entrada de voltaje dual (120 o 277) VAC 60 Hz. El cargador de batería maximiza el consumo de energía, reduce costos de operación. Circuito interno controla carga de la batería. Cambio automático de CA a la batería. Indicador de estatutos con luz led roja visible fácilmente. Placas de montaje universal que permiten una rápida y fácil instalación puede ser en pared o techo. Dos años de garantía en condiciones normales de funcionamiento.

### 3.6.8 Tablero principal de distribución eléctrica en BT 300A

Gabinete metálico tipo auto soportado, trifásico, doble fondo con puerta, bisagras y llave de seguridad, pintado al horno, con terminado anticorrosivo, con barras de cobre que soporten como mínimo 300A considerando 220/127V, con barras de neutro y tierra. Debe tener espacio suficiente para instalar: el número de interruptores indicados en el cuadro de carga de este tablero. Debe tener un espacio libre mínimo del 25% del tablero como reserva para poder incrementar breakers adicionales de distintos amperajes.

Debe incluir todos los accesorios necesarios para su instalación y funcionamiento. El tipo de gabinete debe cumplir con las normas especificadas para tableros eléctricos de BT en hospitales. Los breakers que se utilicen para este tablero deberán ser caja moldeada, a excepción de amperajes bajos en los que podrá utilizarse breakers para instalación en riel.

- **Transformador trifásico padmounted 13200/220-127V 75KVA**

Transformador trifásico PADMOUNTED auto enfriado, sumergido en aceite:

Apto para trabajo continuo a la intemperie a 3000msnm, con una variación de temperatura de 65°C sobre la del ambiente.

POTENCIA:	75 KVA
VOLTAJE PRIMARIO:	13200V
VOLTAJE SECUNDARIO:	220/127V
GRUPO DE CONEXIÓN:	DYn5
CAMBIADOR DE DERIVACIONES TAPS:	+/- 2x2.5%
BIL:	95 KV
FRECUENCIA:	60 HZ
CONFIGURACIÓN:	MALLA
TIPO DE GABINETE:	ARMARIO

### 3.6.9 Alimentadores y breaker

- Alimentador 4x10 + 1x12 AWG THHN para el Sub tablero de Iluminación y para el Sub tablero de Tomacorrientes Reguladas.

- Alimentador 4x8 + 1x10 AWG THHN para el Sub tablero de Tomacorrientes.
- Alimentador 4x6 + 1x8 AWG THHN para los Sub tableros de los equipos de rayos x.
- Alimentador 4x6 + 1x6 AWG THHN para el Sub tablero de Tomacorrientes Especiales
- Alimentador 4x1/0 + 1x2 AWG THHN para el Sub tablero del equipo tomógrafo.
- Alimentador 4x1+1x2 AWG SUPERFLEX para el Tablero Principal de 220V.
- Alimentador 4x2/0+1x1/0 AWG SUPERFLEX para el Tablero Principal de 480V.
- **Breaker 1P-15A enchufable para los circuitos de iluminación, tomacorrientes reguladas**

Interruptor termo magnético 1P-15 A, enchufable de 10 KA de capacidad de interrupción y de 15 A de capacidad nominal, monofásico a 121V.

- **Breaker 1P-20A enchufable para los circuitos de tomacorrientes**

Interruptor termo magnético 1P-20 A, enchufable de 10 KA de capacidad de interrupción y de 20 A de capacidad nominal, monofásico a 121V.

- **Breaker 2P-15A enchufable para los circuito de tomacorrientes para el sistema de aire acondicionado**

Interruptor termo magnético 2P-15 A, enchufable de 10 KA de capacidad de interrupción y de 20 A de capacidad nominal, bifásico a 220V.

- **Breaker 2P-20A enchufable para el circuito de tomacorriente especial**

Interruptor termo magnético 2P-20 A, enchufable de 10 KA de capacidad de interrupción y de 20 A de capacidad nominal, bifásico a 220V.

- **Breaker 2P-30A enchufable para el circuitos de tomacorriente especial**

Interruptor termo magnético 2P-30 A, enchufable de 10 KA de capacidad de interrupción y de 40 A de capacidad nominal, bifásico a 220V.

- **Breaker 2P-40A enchufable para el circuitos de tomacorriente especial**

Interruptor termo magnético 2P-40 A, enchufable de 10 KA de capacidad de interrupción y de 40 A de capacidad nominal, bifásico a 220V.

- **Breaker 3P-15A enchufable para los circuitos de tomacorrientes especiales**

Interruptor termo magnético 3P-15 A, enchufable de 10 KA de capacidad de interrupción y de 15 A de capacidad nominal, trifásico a 220V.

- **Breaker 3P-80A enchufable para el sub tablero de tomacorrientes especiales**

Interruptor termo magnético 3P-80 A, enchufable de 10 KA de capacidad de interrupción y de 80 A de capacidad nominal, trifásico a 220V.

- **Breaker 3P-20A enchufable para la condensadora del sistema de aire acondicionado**

Interruptor termo magnético 3P-20 A, enchufable de 10 KA de capacidad de interrupción y de 20 A de capacidad nominal, trifásico a 220V.

- **Breaker 3P-30A enchufable para el sub tablero de iluminación, tomacorriente reguladas y del rack.**

Interruptor termo magnético 3P-30 A, enchufable de 10 KA de capacidad de interrupción y de 30 A de capacidad nominal, trifásico a 220V.

- **Breaker 3P-60A enchufable para el sub tablero de tomacorrientes**

Interruptor termo magnético 3P-60 A, enchufable de 10 KA de capacidad de interrupción y de 60 A de capacidad nominal, trifásico a 220V.

- **Breaker 3P-70A enchufable para el sub tablero de tomacorrientes**

Interruptor termo magnético 3P-70 A, enchufable de 10 KA de capacidad de interrupción y de 70 A de capacidad nominal, trifásico a 220V.

- **Breaker 3P-30A caja moldeada para el sub tablero de iluminación y sub tablero para tomacorrientes reguladas**

Interruptor termo magnético 3P-30 A, caja moldeada de 10 KA de capacidad de interrupción y de 30 A de capacidad nominal, trifásico a 220V.

- **Breaker 3P-50A caja moldeada para el sub tablero de tomacorrientes**

Interruptor termo magnético 3P-50 A, caja moldeada de 10 KA de capacidad de interrupción y de 50 A de capacidad nominal, trifásico a 220V.

- **Breaker 3P-80A caja moldeada para el sub tablero de tomacorrientes especiales**

Interruptor termo magnético 3P-80 A, caja moldeada de 10 KA de capacidad de interrupción y de 80 A de capacidad nominal, trifásico a 220V.

- **Breaker 3P-190A caja moldeada para el tablero principal de 220 V**

Interruptor termo magnético 3P-190 A, caja moldeada de 10 KA de capacidad de interrupción y de 190 A de capacidad nominal, trifásico a 220V.

### 3.6.10 Sub tableros

- **Sub tablero 3F-6E para los equipos de rayos x**

Centro de Carga 3F-6E, 125A, con chapa metálica y puerta frontal. Gabinete tipo NEMA1 para usos generales, fabricado con lamina de acero estirado en frio, previo tratamientos de fosfatizados en caliente y curado al horno. Trifásico con neutro y barra de distribución de tierra, con espacio suficiente para 6 interruptores termo magnéticos monofásicos, que incluya un breaker principal 3P-60A.

- **Sub tablero 3F-6E para el equipo de tomografía.**

Centro de Carga 3F-6E, 125A, con chapa metálica y puerta frontal. Gabinete tipo NEMA1 para usos generales, fabricado con lamina de acero estirado en frio, previo tratamientos de fosfatizados en caliente y curado al horno. Trifásico con neutro y barra de distribución de tierra, con espacio suficiente para 6 interruptores termo magnéticos monofásicos, que incluya un breaker principal 3P-160A.

- **Sub tablero 3F-12E para los circuitos de iluminación y tomacorrientes reguladas.**

Centro de Carga 3F-12E, 125A, con chapa metálica y puerta frontal. Gabinete tipo NEMA1 para usos generales, fabricado con lamina de acero estirado en frio, previo tratamientos de fosfatizados en caliente y curado al horno. Trifásico con neutro y barra de distribución de tierra, con espacio suficiente para 12 interruptores termo magnéticos monofásicos.

- **Sub tablero 3F-20E para los circuitos de tomacorrientes**

Centro de Carga 3F-20E, 125A, con chapa metálica y puerta frontal. Gabinete tipo NEMA1 para usos generales, fabricado con lamina de acero estirado en frio, previo

tratamientos de fosfatizados en caliente y curado al horno. Trifásico con neutro y barra de distribución de tierra, con espacio suficiente para 20 interruptores termo magnéticos monofásicos.

### **3.6.11 Tablero principal de distribución eléctrica en BT 400A**

Gabinete metálico tipo auto soportado, trifásico, doble fondo con puerta, bisagras y llave de seguridad, pintado al horno, con terminado anticorrosivo, con barras de cobre que soporten como mínimo 400A considerando 220/127V, con barras de neutro y tierra.

Debe tener espacio suficiente para instalar: el número de interruptores indicados en el cuadro de carga de este tablero, el breaker para protección principal. Debe tener un espacio libre mínimo del 25% del tablero como reserva para poder incrementar breakers adicionales de distintos amperajes. Debe incluir todos los accesorios necesarios para su instalación y funcionamiento. El tipo de gabinete debe cumplir con las normas especificadas para tableros eléctricos de BT en hospitales.

- **Transformador trifásico de 250KVA (13,8) KV-(127V/220V)**

Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite, auto refrigerado, tipo pedestal, tipo malla, instalación exterior. Potencia nominal en régimen continuo: 250 KVA, con una temperatura de 30°C, medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13.800 V, Voltaje nominal secundario: 220/127V, Conexión DYn5, Derivaciones lado primario + - 2.5% de la relación de transformación para conmutación sin carga, con el conmutador localizado exteriormente. Impedancia máxima a régimen continuo 4%, sobre la base de sus KVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario 24 KV, y en el secundario 1.2 Kv, Frecuencia 60Hz, Nivel básico de aislamiento 95 KV. Y todos los accesorios necesarios para su colocación y funcionamiento.

- **Equipo UPS de 7.5 KVA trifásico 210/120V para los tomacorrientes reguladas**

Con baterías recargables selladas libre de mantenimientos para 1 hora, frecuencia de entrada de 55 a 65 Hz, voltaje de entrada de 90 a 140V, frecuencia de salida 60Hz, +/-0.5 Hz, voltaje de salida 210/121V +/- 2%.

- **Equipo UPS de 10 KVA trifásico 210/120V para el rack**

Con baterías recargables selladas libre de mantenimientos para 1 hora, frecuencia de entrada de 55 a 65 Hz, voltaje de entrada de 90 a 140V, frecuencia de salida 60Hz, +/-0.5 Hz, voltaje de salida 210/121V +/- 2%.

- **Tablero de by pass 7.5 KVA trifásico para el sistema de tomacorrientes regulados**

El gabinete para el tablero de by pass será construido en plancha de acero laminado al frío o galvanizado de 1.40 mm y perfil C de acero laminado al caliente de 2.00 mm de espesor, tropicalizado y pintado electrostáticamente. Tendrá puerta frontal abisagrada y con chapa. En su interior contendrá las barras de cobre, aisladores, contactores, disyuntores, juego de fusibles de protección y luces piloto indicadoras de funcionamiento de red, de UPS, modo automático y manual.

- **Tablero de by pass 10 KVA trifásico para el rack**

El gabinete para el tablero de by pass es construido en plancha de acero laminado al frío o galvanizado de 1.40 mm y perfil C de acero laminado al caliente de 2.00 mm de espesor, tropicalizado y pintado electrostáticamente. Tendrá puerta frontal abisagrada y con chapa. En su interior contiene las barras de cobre, aisladores, contactores, disyuntores, juego de fusibles de protección y luces piloto indicadoras del funcionamiento de la energía de la red o del UPS, en modo automático y manual.

### **3.6.12 Generador de emergencia de 75 KVA**

Planta eléctrica impulsada por motor a diesel, de 75 KVA de capacidad en servicio de emergencia a un factor de potencia de 0.92, voltaje de salida 210/121 V, 3 fases a 4 hilos, 60 Hz. Las capacidades anteriores deben ser efectivas a nivel de la ciudad de destino. La regulación de frecuencia deberá ser ajustable en 0% y 0.5%. El voltaje del generador deberá poder ajustarse en  $\pm 5\%$  del voltaje nominal y de la regulación del voltaje de vacío a plena carga no excederá del 1%. El motor a diesel deberá operar a plena carga en un tiempo no mayor de 5 segundos a partir del momento en que falla la energía eléctrica del suministro normal.

El motor diesel usa combustible con un poder calorífico no inferior a 10,000 Cal./Kg, es refrigerado por medio de agua, el acoplamiento es directo entre el motor y el

generador, del tipo alineamiento permanente, será enfriado por agua, tipo estacionario, diseñado para servicio continuo pesado, especial para la generación de energía eléctrica. Tiene un indicador de carga y descarga de baterías, tanque de combustible para garantizar una autonomía de funcionamiento de 7 días.

- **Bandeja tipo escalerilla 20 cm x 8 cm para todos los tramos de los tableros principales a los transformadores y para los sistemas de iluminación, tomacorrientes, toma corrientes regulador y toma corrientes especiales**

Bandeja tipo escalerilla 20 cm x 8 cm, lámina galvanizada incluye tapa, accesorios para cambios de dirección y todos los elementos necesarios para su colocación. Los accesorios deben estar elaborados en fábrica.

- **Bandeja tipo escalerilla 10 cm x 8 cm para todos los tramos de los sub tableros de los equipos al tablero principal de 480V**

Bandeja tipo escalerilla 10 cm x 8 cm, lámina galvanizada incluye tapa, accesorios para cambios de dirección y todos los elementos necesarios para su colocación. Los accesorios deben estar elaborados en fábrica.

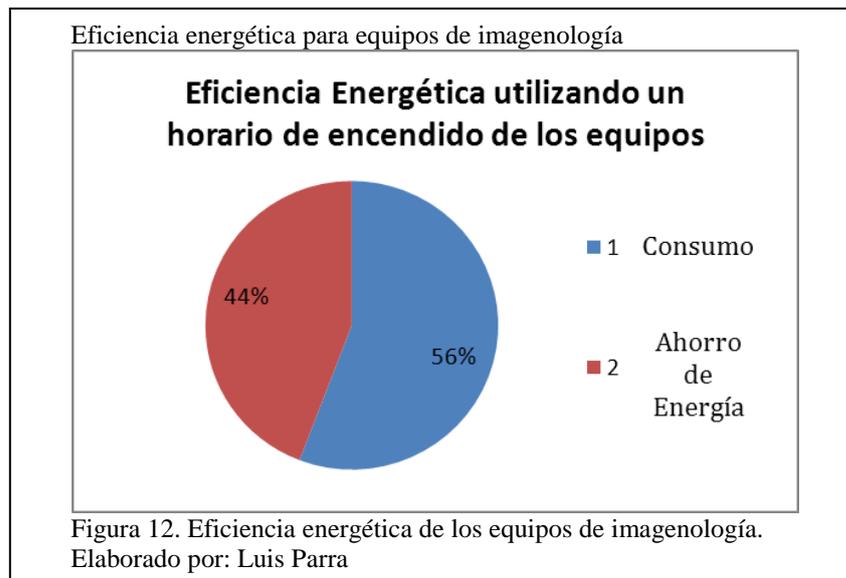
### 3.7 Pronóstico de eficiencia energética

La siguiente tabla nos indica el consumo de potencia total de todos los equipos de imagenología encendidos al mismo tiempo. También se propone un horario de encendido o de funcionamiento para los equipos y de esta manera lograr un ahorro de energía del 44% como se indica en la Figura 10.

**Tabla 11:** Eficiencia energética para los equipos de imagenología

<b>Consumo de Potencia de todos los Equipos cuando están encendidos</b>		<b>Consumo de Potencia de los Equipos utilizando un horario de encendido</b>	
<b>EQUIPOS</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>EQUIPOS</b>	<b>POTENCIA (W)</b>
Rayos X1	37440	RAYOS X	37440
Rayos X2	37440	TOMÓGRAFO	112500
Rayos X3	37440	DENSITÓMETRO	4500
Tomógrafo	112500	MAMÓGRAFO	6750
Rayos X portátil	3000	ECÓGRAFO	2700
Densitómetro	4500		
Mamógrafo	6750		
Ecógrafo 1	2700		
Ecógrafo 2	2700		
<b>TOTAL EN W</b>	<b>207030</b>	<b>TOTAL EN W</b>	<b>163890</b>

Elaborado por: Luis Parra



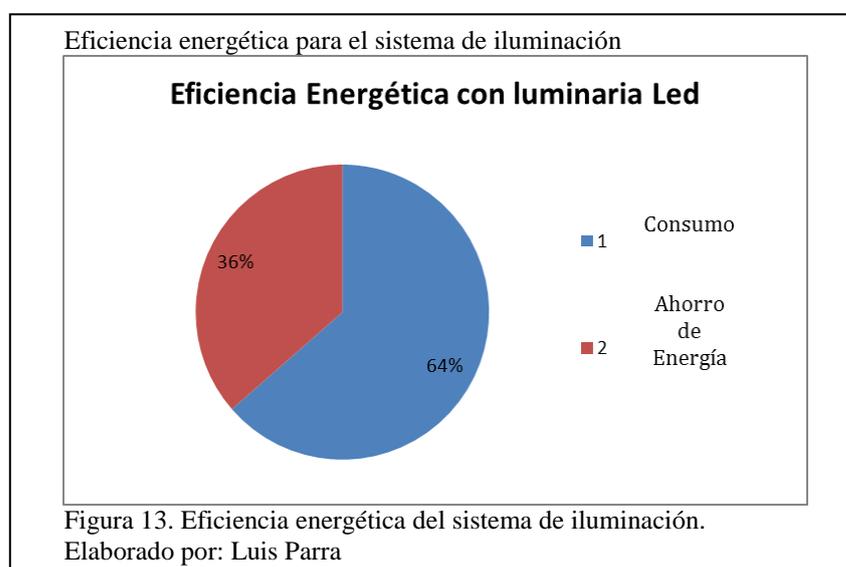
En la siguiente tabla se detalla el consumo total de energía, comparando la tecnología antigua con la tecnología moderna para el sistema de iluminación y de esta manera se podrá tener un ahorro de energía del 36% como se indica en la Figura 11.

**Tabla 12:** Eficiencia energética para el sistema de iluminación

SISTEMA	ELEMENTO	POTENCIA	EFICIENCIA	Consumo Total en Watts de los Circuitos en el Tablero Principal
		C/L	C/L	
ILUMINACIÓN	Luminaria fluorescente 3x32w	96 W	3000 lm	9504
	Luminaria Led 55w	55 W	3500 lm	5445

Elaborado por: Luis Parra

Para las tomas de fuerzas normales y reguladas se deben aplicar buenos hábitos de consumo. Para lograr eficiencia energética es muy necesario que los equipos de oficina, pertenezcan a la categoría A, que significa que hay alto nivel de energía y el consumo es menor al 55%.



## CAPÍTULO 4

### DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

#### 4.1 Diseño del sistema electrónico en un centro de imágenes

La aplicación de los sistemas electrónicos en las diferentes unidades hospitalarias, surge de las necesidades específicas del área médica, administrativa y de servicio para llevar a cabo una operación eficiente. El centro de imagenología posee una área de 830 m<sup>2</sup>, con las siguientes áreas; información y control, salas de espera, sala de reuniones, oficina administrativa, área de digitalización de placas y cuarto de equipos (data center).

#### 4.2 Distribución de los sistemas electrónicos en el rack

En la siguiente figura se muestra la distribución de los sistemas electrónicos en el rack.

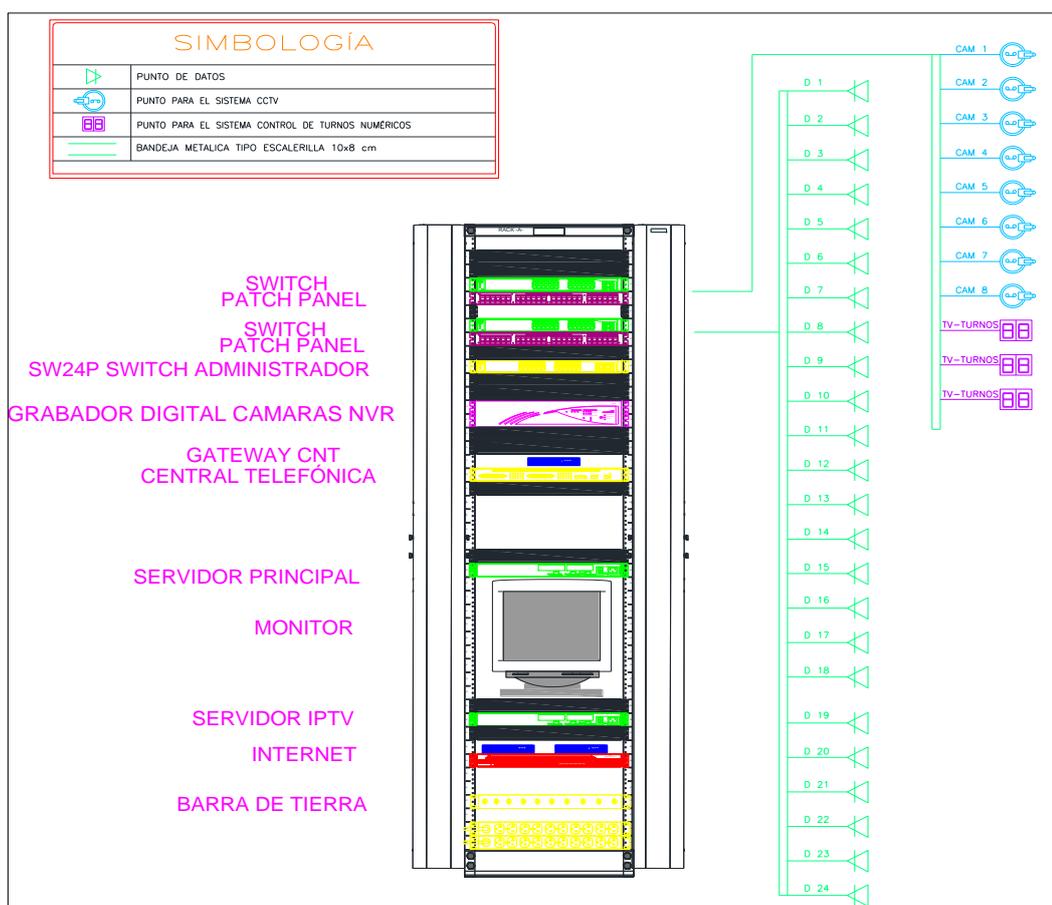


Figura 14. Distribución de los equipos en el rack de los sistemas electrónicos.  
Elaborado por: Luis Parra

### **4.3 Cálculos técnicos**

Para realizar los cálculos técnicos he tomado en consideración las normas nacionales e internacionales las cuales se encuentran en el capítulo 1, sección 1.4 – 1.4.1, 1.5 – 1.5.1 para los siguientes sistemas electrónicos:

- Sistema de Sonido.
- Sistema de Voz y Datos.
- Sistema CCTV.
- Sistema de Control de Accesos.
- Sistema de Control de Turnos Numérico.
- Sistema de Alarmas contra Incendios.
- Sistema de Información y TV Digital.
- Sistema de Relojes.

### **4.4 Especificaciones técnicas**

#### **4.4.1 Memoria técnica y requerimientos técnicos de los sistemas electrónicos para el área de imagenología**

La presente memoria comprende el estudio y diseño electrónico del área de diagnóstico por imágenes (imagenología). Para realizar las instalaciones de los sistemas electrónicos y de comunicaciones debemos tener en cuenta tecnología moderna, ya que, el proyecto se basa en modernizar y tener una réplica para nuevos proyectos hospitalarios.

#### **4.4.2 Razones básicas para el diseño**

Para realizar este proyecto he tomado en cuenta que funcionalidad va a tener esta área de Imagenología, por lo tanto debe constar con todos los equipos y elementos para que la atención sea rápida y segura. Todos los sistemas deben ser seguros y adaptables, ya que esta área debe unirse con el hospital tomando en cuenta las necesidades que presentan. Los sistemas han sido realizados de manera que su utilización y manejo sea fácil. Para evitar un mal mantenimiento y la confusión al

momento de usar cada sistema, por esto cada uno de los sistemas electrónicos han sido independizados.

Para todo el diseño se ha tomado las recomendaciones de la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 10), Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 19:2001 “Código Eléctrico Nacional” y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Los sistemas del estudio son los siguientes:

- Sistema de Sonido.
- Sistema de Voz y Datos.
- Sistema de Información y TV.
- Sistema de CCTV.
- Control de Accesos.
- Sistema de Alarmas contra incendios.
- Sistema de Relojes.

Para el sistema de canalización he seguido los requisitos y recomendaciones indicadas en las normas. Los sistemas eléctricos han sido diseñados de forma independiente con todas sus características y elementos para evitar interferencias entre sistemas que trabajan con diferentes voltajes y para que su operación sea la mejor. Para el diseño de los sistemas debe tomarse en cuenta que las instalaciones deben ir por el cielo falso y de allí mediante bajantes se llegara a las tomas para los equipos.

### **4.4.3 Descripción del proyecto**

Esta descripción se basa a los criterios de diseño que se han tomado como base para el proyecto y las especificaciones técnicas de los componentes de estos sistemas.

#### **4.4.3.1 Sistema de sonido**

Los beneficios que trae la música en los pacientes que están en procesos terapéuticos o de recuperación comienzan a ser reconocidos por la comunidad médica, pero al instalar un sistema de sonido en un hospital no es tomado en cuenta. Un sistema de este tipo puede utilizarse para mensajes institucionales o para llamados de enfermería.

Ya el programador del sistema puede seleccionar el nivel de prioridad de cada llamado. (Richard, 2011)

Para el funcionamiento de este sistema debe estar constituido con los siguientes elementos:

- Central principal de sonido, incluyendo equipos de sonorización y amplificador principal.
- Amplificadores secundarios (si es necesario).
- Parlantes para cielo falso.
- Controles de volumen.

Con el objeto de independizar el sonido de las diferentes áreas se deben colocar controladores de volumen en lugares que sean accesibles y visibles cuando se quiera regula el volumen. El Sistema de Sonido estará constituido por un Módulo de Sonido en donde podemos controlar las actividades de música ambiental así como también el de busca personas y que se ubicara en el área de información y control. Desde el Modulo de Sonido se alimentaran a las distintas áreas mediante los parlantes con transformador de línea.

El cableado de este sistema estará constituido por cable para audio # 14 AWG polarizado. Como se muestra en el anexo 3 plano 8.

#### - **Referencias para el diseño**

Para colocar los parlantes debemos realizar el siguiente cálculo:

$$r = k(h - l) \tan \frac{\alpha}{2}$$

Dónde:

k: Constante de reflexión y refracción de las paredes del local a sonorizar (paredes y pisos reflectantes k=2.6)

h: Altura del cielo (m) 2.80 m según plano

l: Altura del plano de audición (m) 1.4 m

$\alpha$ : Angulo de cubrimiento (°) especificación del catálogo del altavoz 100°

r: Radio del cono (en plano de audición)

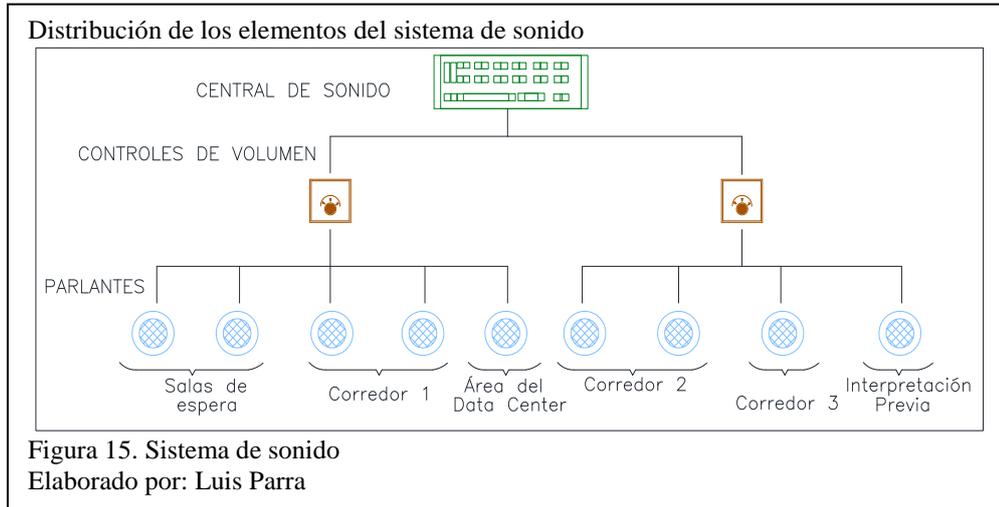
Desarrollo de la fórmula:

$$r = (2.6)(2.80 - 1.40) \tan \frac{100}{2} \quad (\text{m})$$

$$r = 4.33 \quad (\text{m})$$

$$2r = 8.66 \quad (\text{m})$$

Toda la aérea de Imagenología esta constituido: con 9 parlantes, 2 controladores de sonido y un modulo de sonido y transformador de línea 5wrms.



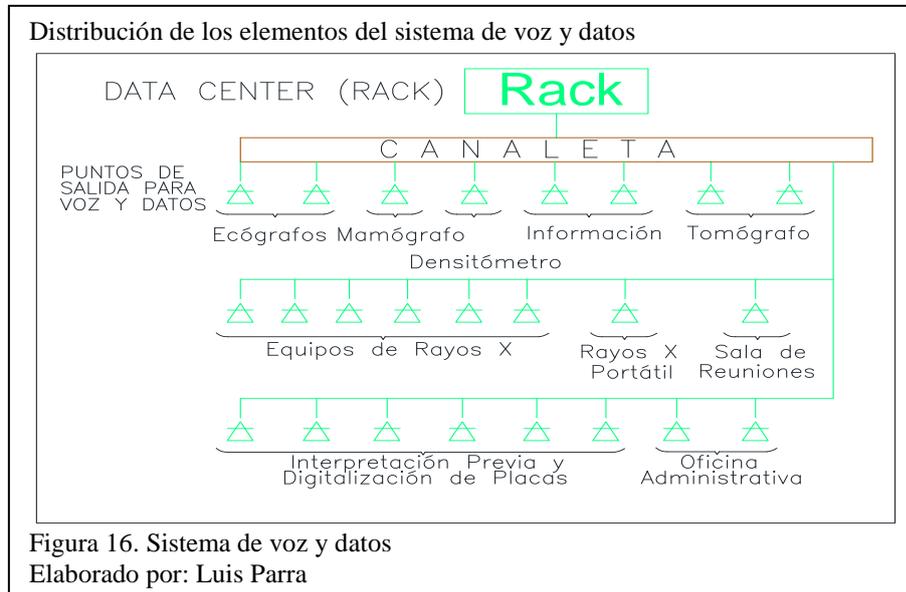
#### 4.4.3.2 Sistema de voz y datos

Los sistemas de voz y datos se diseñan para interconectar todas las áreas de un negocio o empresa buscando aplicar lo más reciente en materia de tecnología, aprovechando las convergencias entre las redes de voz y datos, y de esta forma, brindar un servicio de calidad, seguridad y reducción de costos en sus comunicaciones telefónicas y digitales. (IMSS, 1999)

Para el funcionamiento de este sistema debe estar constituido con los siguientes elementos:

- Rack de comunicaciones incluyendo todos los elementos no activos para su funcionamiento.
- Data Center (si es necesario).
- Elementos activos (Obligatoriamente se coordinara con el departamento de informática de la Institución).
- Tomas para voz/datos.
- Patch Cords.

- Cableado y ductería.
- Pruebas de categoría.
- Central telefónica IP.
- Teléfonos IP de distintas características según la categoría del usuario.



En este sistema utilizamos el llamado cableado estructurado, es un cableado que utiliza un sistema de conectividad de última generación, y a la vez permite la flexibilidad al momento de instalarlo. Este sistema está compuesto por el cuarto de datos, equipamiento activo, que permitirá garantizar la continuidad de los servicios de red (Internet) y facilitara el envío de datos de los equipos de Imagenología para la digitalización de las placas. El diseño de este sistema se basa en:

- La seguridad
- Equipos y piezas que conforman el sistema
- Transmisión de datos
- Transmisión de señales de video

Se ha colocado un Data Center ubicado al frente de los ascensores en donde se instalara un Rack de Equipos, en el que se instalara el switch de administración, Patch Panel, NVR (Net Video Recorder), Gateway (telefonía pública), Central Telefónica y Servidor. Se ha colocado salidas de datos en cada puesto de trabajo principalmente donde están escritorios. Los puntos donde se requieran voz y datos se aprovecharán el puerto adicional del teléfono IP. En el Data Center se instalará la Central IP, esta central tiene admitir canales de tipo Analógicas, E1 y para las líneas troncales. También tendrá la capacidad de trabajar con el número de extensiones indicadas en la especificación del sistema de telefónica. Los teléfonos IP serán

alimentados por POE y del tipo Gigabit Ethernet con doble puerto de datos (uno a la LAN y otra a PC).

En el rack de comunicaciones, se utilizará equipamiento de conectividad basada en equipos activos 10/100/1000 tipo POE (Power On Ethernet). Todos los equipos activos, teléfonos IP, etc., utilizarán alimentación por Ethernet (POE). Como se muestra en el anexo 3 plano 9.

- **Descripciones técnicas para el sistema**

El cableado estructurado debe contar con flexibilidad, funcionalidad, operatividad y que el mantenimiento no sea muy costoso. Para el cableado estructurado, se debe utilizar cable de cobre de 4 pares FTP categoría 6 A. Para el tendido del cable se utilizará canaleta sujeta a la losa, desde donde se distribuye a cada uno de los puestos de trabajo mediante tubería. Utilizando el cable estructurado nos va ayudar a transmitir tanto voz y datos, este cable posee 4 pares total 8 hilos de conductores sólidos de cobre con un calibre 24AWG.

En los puntos de salida de datos se colocara el RJ-45. El cable permitirá transmitir datos a altas velocidades de hasta 10GB, este medio de transmisión podrá soportar las siguientes redes y aplicaciones: LAN 100BASE TX, ATM, GIGABIT ETHERNET, multimedia, audio, video y demás servicios IP. El cable tiene una envoltura de aislamiento externo de PVC, lo cual esto va ayudar a retardar los daños cuando exista un incendio. Según los estándares del cableado estructurado, se recomienda que la distancia del cableado horizontal no sea mayor a los 90 metros, mientras que los patch coords para las conexiones finales no deben ser mayores a los 5 metros en cada extremo, por lo tanto lo máximo del cableado es de 100 metros. El cable de fibra óptica consistirá de fibra óptica multi modo.

Características de la fibra Multi modo índice gradual:

- Ancho de banda del orden de los 1500 MHz–Km.
- Diámetro externo del revestimiento de 125 microns.
- Eficiente con fuentes de laser y LED.
- Componentes, equipos de transmisores / receptores de bajo costo.
- Transmite multi modos (500+–) o haces de luz, admite multi modos de propagación.

- Posibles limitaciones de distancia debido a altas pérdidas y dispersión modal.
- Fabricadas en longitudes de 2,2 Km.
- **Especificaciones del cable**
  - El cable debe cumplir mínimo con los siguientes rangos de temperatura: Para la instalación desde 0 °C a +60 °C, para Almacenamiento desde - 20 °C a +75 °C y para operación desde - 20 °C a +60 °C.
  - El cable debe ser tipo FTP con diámetro exterior máximo de 7.4mm.
  - No se aceptarán cables con diferente tipo de blindaje a FTP.
  - El cable debe ser de construcción tubular en su apariencia externa (redondo).
  - Los conductores deben ser de cobre sólido.
  - El forro debe ser continuo, sin porosidades u otras imperfecciones.

Desde la canaleta se canalizará el cable a través de tubería EMT de 1 pulgada a los diferentes tomas ubicadas de acuerdo al plano, estos puntos estarán cableados sin interrupción ni empalmes en cables directos hasta las tomas que se encuentran identificadas en el plano adjunto, estas tomas serán simples y albergaran un jack de la misma categoría en cual se conectaran catch corps a los diferentes equipos.

- **Rack**

En el Data Center se encuentra un Rack, tipo cerrado piso techo, todas las tapas laterales y posteriores deben ser abatibles y desmontables, dentro del cual irán se instalara el switch de administración, Patch Panel, NVR (Net Video Recorder), Gateway (telefonía pública), Central Telefónica y Servidor. El Rack también debe tener organizadores horizontales, verticales y multi tomas eléctricos para los equipos activos. El Rack debe tener conexión a tierra para cuidar el equipo. Como se muestra en la Figura 9.

- **Seguridad de la información**

Los equipos activos deberán configurarse con VLAN, separando las redes que vayan a integrarse a la LAN (Datos, Voz, CCTV, TV, etc.)

- **Sistema de voz**

Se ha proyectado la instalación de la central telefónica, en el Data Center, dentro de un rack de equipos. El estudio de su tráfico de llamadas se detalla a continuación:

Por ser un área que realiza actividades de hospital y actividades administrativas, se obtienen un total de 15 puntos de Voz IP. Se sugiere la utilización de una central telefónica que con las condiciones anteriores permita manejar por lo menos los 100 puntos de Voz IP.

Se detalla a continuación las especificaciones mínimas de la central requerida:

- Correo de voz.
- Grabación de llamadas.
- Monitorización de llamadas.
- Registro de llamadas entrantes/salientes en base de datos.
- Identificación del llamante en pantalla.
- Integración de la telefonía de la computadora (CTI).
- Salas de conferencias múltiples (Meet Me) ilimitadas.
- Video conferencia (con teléfonos SIP).
- Música en espera configurable en diversos formatos Wav y Mp3 mínimo.
- Correo de Voz integrado al correo electrónico interno de la central o externo de la institución.

- **Equipos activos que deben estar en el rack**

Los equipos activos deberán configurarse con VLAN, separando las redes que vayan a integrarse a la LAN (Datos, Voz, CCTV, TV, etc.). Se deberá crear al menos las siguientes VLANS: TV, Voz, CCTV, Servidor Principal, NVR, Datos General, Administración. Los usuarios del área informática y control, tendrán acceso y control a todas las VLANS del centro de datos (Data Center) y del rack.

- **Switch de administración**

El Switch de administración debe ser de capa tres, porque este soporta redes virtuales (VLAN's), segmentación de la red por dominios de broadcast y enrutamiento de paquetes y capacidad de respuesta a fallos, la red debería segmentarse en dominios diferentes de broadcast de acuerdo a las diferentes áreas de trabajo en el área de diagnóstico por imágenes. Este Switch posee todos los niveles de control y seguridad.

Una de las principales seguridades que tiene este Switch es prevenir que un usuario indeseado se conecte a la red y puede pasar información no deseada incluso de los

usuarios que tienen permitido el acceso a la red, para prevenir ataques a servidores, bases de datos, o proteger aplicaciones con ciertos niveles de seguridad. El Switch cuenta con el principio para interactuar con el tráfico de red, y participa en conjunto en el manejo eficiente de los diferentes tipos de tráfico como voz sobre IP.

- **Cuarto de datos (Data Center)**

Debido al tamaño de las instalaciones el rack se ubicara en el cuarto de Data Center, todas las canalizaciones serán desde cuarto de Data Center hasta la canaleta y desde ésta por el tumbado falso a través de tubería EMT a los diferentes puntos de servicio.

El cuarto de Data Center dará una secuencia del servicio principal a todas los pacientes y a todo personal que trabaje en el área de diagnostico por imágenes, para garantizar la protección física de los equipos informáticos o de comunicaciones, así como servidores de bases de datos que puedan contener información de esta área. El cuarto Data Center debe proteger, garantizar la confiabilidad y estabilidad de los equipos que se encuentran instalados en el área de diagnostico por imágenes. Este debe ser accesible solo para personal autorizado por esta razón se a colocado un control de Accesos. Este cuarto también contara con su propio tablero y un Uninterruptible Power Supply (UPS).

- **Sub tablero eléctrico**

Se requiere instalar un Sub Tablero Eléctrico que servirá para colocar los breakers de protección del Tablero By Pass para el Uninterruptible Power Supply (UPS).

- **Tablero by pass**

Se requiere un tablero By Pass para que se conecte el Uninterruptible Power Supply (UPS) para los equipos del Data Center. La función que cumple el tablero By Pass es transmitir la carga del UPS a la energía normal de la Empresa Eléctrica para no interrumpir la corriente de los equipos que se encuentran en el rack cuando exista algún problema con la red eléctrica.

**Elementos:**

- El Sistema de Barras cumple con la función para conectar los breakers de protección y para conectar el neutro y la tierra. Estas barras poseen entradas al Tablero By Pass y de Salida para alimentar a los equipos del rack.

- Un breaker de alimentación de la red eléctrica del área de imagenología al Uninterruptible Power Supply (UPS).
- Un breaker de alimentación directa de la red eléctrica del área de imagenología, energizara las barras de salida del tablero By Pass.
- Un breaker alimentado por la salida del Uninterruptible Power Supply (UPS), energizara las barras de salida del tablero By Pass.

Los dos últimos breakers permitirán conmutar la carga conforme se requiera, entre la energía eléctrica de la red externa y la energía eléctrica regulada del (UPS).

- **Uninterruptible Power Supply (UPS)**

Utilizaremos un UPS de 10KVA para garantizar la operación adecuada de los sistemas y de las comunicaciones en toda el área de imagenología. La memoria eléctrica define la capacidad y características del sistema de respaldo eléctrico para el área de imagenología. Las especificaciones se indican en el capítulo correspondiente.

- **Puesta a tierra del rack.**

Se utiliza una placa de cobre para la puesta a tierra del rack la cual estará coloca en el rack como me muestra en los planos.

El rack deberá conectarse a una placa de cobre para tierra exclusiva del cuarto deservidores que será instalada en una da las paredes interiores, mediante cable # 6AWG flexible aislado y desde esta placa de cobre tiene que ir a la malla de tierra que se encuentra en la parte de afuera de esta área como se muestra en los planos, esta malla tendrá tres varillas copperweld la cual ira conectado con cable desnudo calibre # 6 AWG de cobre a la placa del rack. Como se muestra en el anexo 3 plano 7.

#### **4.4.3.3 Sistema de alarmas contra incendios**

Por la parte de detección de incendio es importante señalar la absoluta necesidad de cubrir todas las áreas con detectores, que hoy en día casi siempre serán de tipo inteligente, para poder identificar un posible conato de incendio en forma inmediata y precisa. Al igual que en edificios de otra índole, el sistema deberá no solo notificar de una condición crítica, si no que automáticamente deberá realizar una serie

de acciones que ayuden a controlar una posible expansión del incendio (interviniendo por ejemplo el sistema de aire acondicionado y las compuertas contra incendio), además de ayudar a prevenir el daño a personas que se encuentren en las áreas en conflicto. Esto se logra a través de la captura automática de elevadores, la presurización de escaleras, así como detonando la secuencia necesaria de alarmas de evacuación. (Bosch Security, 2007)

Para el funcionamiento de este sistema debe estar constituido con los siguientes elementos:

- Central principal de Alarma de Incendio (Direccionable).
- Detectores de incendio (pueden ser de varios tipos según la carga de incendios existente).
- Estaciones manuales de incendio.
- Luz estroboscópica con sirena para evacuación.
- Sirena auto protegida.
- Avisos de salidas de emergencia.
- Lámparas de emergencia.

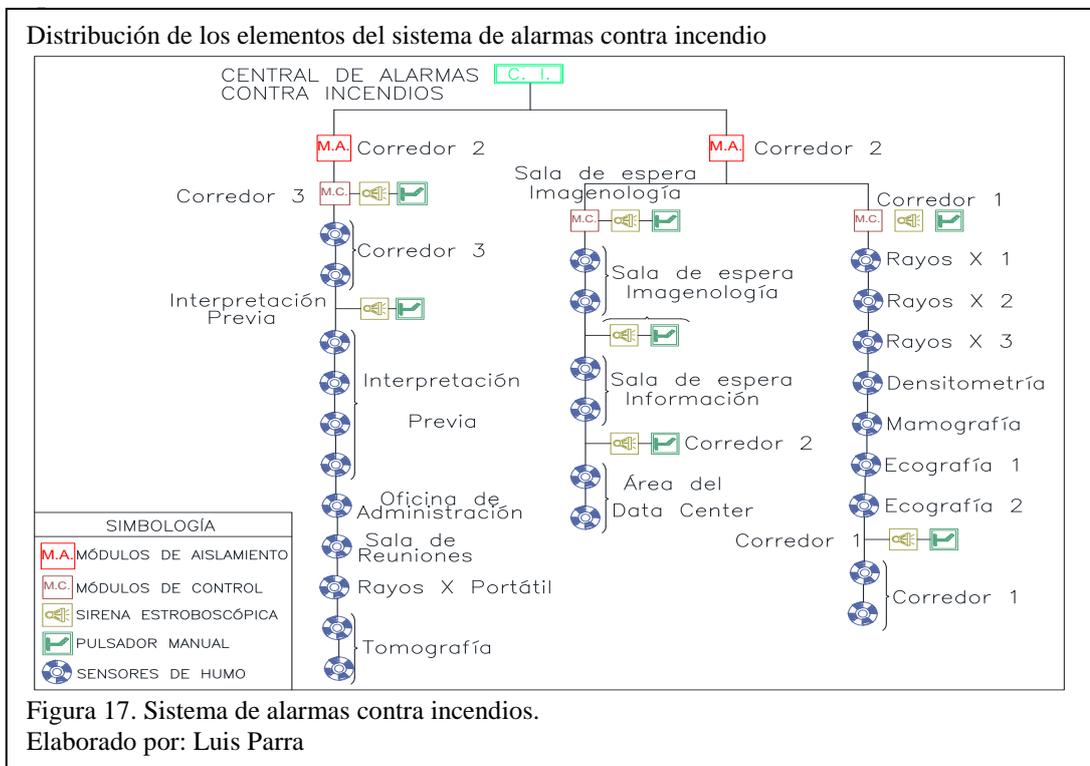


Figura 17. Sistema de alarmas contra incendios.  
Elaborado por: Luis Parra

Teniendo en cuenta la características del área de Imagenología y de las labores a

realizarse en cada una de las áreas, se ha diseñado el sistema de Detección y Alarma de Incendios, de tal forma que ante un conato de incendio, cualquier persona que se encuentre dentro del establecimiento podrá escuchar y ver la señal de notificación para proceder a la evacuación.

El sistema tiene la capacidad de avisar cualquier suceso, este puede ser por falla o por una alarma del sistema y de esta forma el sistema lo hará automáticamente por medio de la red Interna. Para realizar el sistema de alarma contra incendios se ha considerado lo siguiente:

- Planificación de la ruta de evacuación de pacientes y de personal en caso de incendio.
- He pronosticado la instalación de un sistema que permita su supervisión en forma continua y periódica.
- Realización de un sistema automático de alarma contra incendio cuando esté en uso, para supervisado y direccionarlo cuando exista un incendio. Este sistema será monitoreado para detectar el primer elemento que tenga un problema sin importar las nuevas alarmas que detecten.
- El Sistema estará conectado a al Red LAN del Hospital, de esta forma podamos tener paso al sistema de alarmas desde la red interna.

La central de alarmas se instalará en el sector de información y control como se indica en los planos. Los otros elementos como: pulsadores y la sirena estroboscópica están ubicadas en lugares principales, para que cuando exista una emergencia permitirá que se evacue de una manera rápida y segura, también se ha colocado módulos de aislamiento para cada área y esto ayudara a bloquear esa área cuando exista un incendio. Como se muestra en el anexo 3 plano 10.

Al originar la ruptura del vidrio funciona de los elementos del sistema el circuito electrónico dará aviso a la central principal, en donde la sirena estroboscópica funcionara y también se visualizara la zona de donde proviene la señal antes de dar la alarma respectiva. Culminada la emergencia se retira la señal de alarma de la central principal y se repondrá el vidrio del pulsador o elementos que haya sido activado y el sistema quedará nuevamente en reposo.

- **Características del panel de detección de incendios**

La Unidad de Control debe contar con un teclado de control interno a través del cual se podrán acceder a los controles para la ejecución de tareas como la desactivación de alarmas, desactivación de zonas, y pruebas a los detectores así como también la programación del sistema.

Para que envíe una señal debe existir cualquiera de estos problemas:

- Pérdida de potencia.
- El aterramiento en un cable monitoreado, si causa que el sistema este inoperativo.
- Un corto circuito en los circuitos de notificación de Alarma.
- Pérdida de conexión entre cualquier cable o cualquier dispositivo de iniciación o terminal necesario para detectar una alarma.

Habitualmente la unidad de control es instalada superficialmente o semi encajada en una pared. También puede ser montada en un gabinete sobre el piso o en una consola de mesa.

- **Cable**

El número y medida de los conductores deberán ser como es recomendado por el fabricante del sistema de alarma contra fuego, pero no deberá ser menor de 18 AWG, para los circuitos de Dispositivos de Iniciación, Sensores, Pulsadores debe ser también de 18 AWG flexible para los Circuitos de Aparatos de Notificación (buzzer).

Todo cable deberá ser aprobado y reconocido por una agencia reguladora para el uso con un sistema de señalización de protección. El cable usado para el circuito de comunicaciones múltiples debe ser trenzado, blindado y soportar una distancia mínima de alambrado de 10,000 pies. El sistema deberá soportar hasta 1,000 pies de alambre no trenzado, ni blindado.

- **Instalación de los elementos del sistema**

Los detectores de humo no deben ser colocados ni instalados antes de programar el sistema para evitar daños físicos. Es recomendable pasar el cable por la tubería del sistema de alarmas contra incendios, sin realizar en ningún caso un empalme y de forma independiente de los otros sistemas, como se muestra en los planos. Las

estaciones pulsadoras manuales deberán ser adecuadas para el montaje semi-empotrado o de superficie, y deberán ser instaladas a no menos de 1 metro.

Los módulos de aislamiento pueden ser empotrados en la pared para que su led de indicación de estado sea visible y serán colocados en cajas de 10x10, también pueden colocarse a una altura no menor a 2 metros. Los módulos de control pueden instalarse en el cielo falso, mediante un cajetín octogonal sujetado desde la losa y de ahí bajara con tubería metálica anillada BX hasta una caja cuadrada de 10x10 cm la misma que sirve para sujetar el módulo de control en la plancha de cielo falso.

Las sirenas estroboscópicas pueden instalarse en el cielo falso, se utilizará tubería anillada BX para llegar a las cajas cuadradas 10x10 en donde vamos a colocar las sirenas estroboscópica, también pueden colocarse a la altura no menor a 2 metros, empotrada en la pared para que su luz resulte fácilmente visible. Como se muestra en el anexo 3 plano 10.

- **Instalación del módulo de la central de incendios**

El módulo de la Central de Alarma Contra Incendios debe ser conectado a una rama separada de circuito dedicado con un máximo de 20 amperios. Este circuito deberá ser etiquetado en el Panel de Distribución de la Alimentación Principal. El cableado de la alimentación principal del Modulo de Control de Alarma contra Incendios deberá ser de calibre 12 AWG.

El sistema debe contar con todo el hardware, software, herramientas de programación y documentación necesaria para instalar y modificar la programación del sistema de alarma contra incendios en esta área. La estructura y software del sistema no deberá ser restringida por el tipo o extensión de modificación de software en el lugar de las instalaciones.

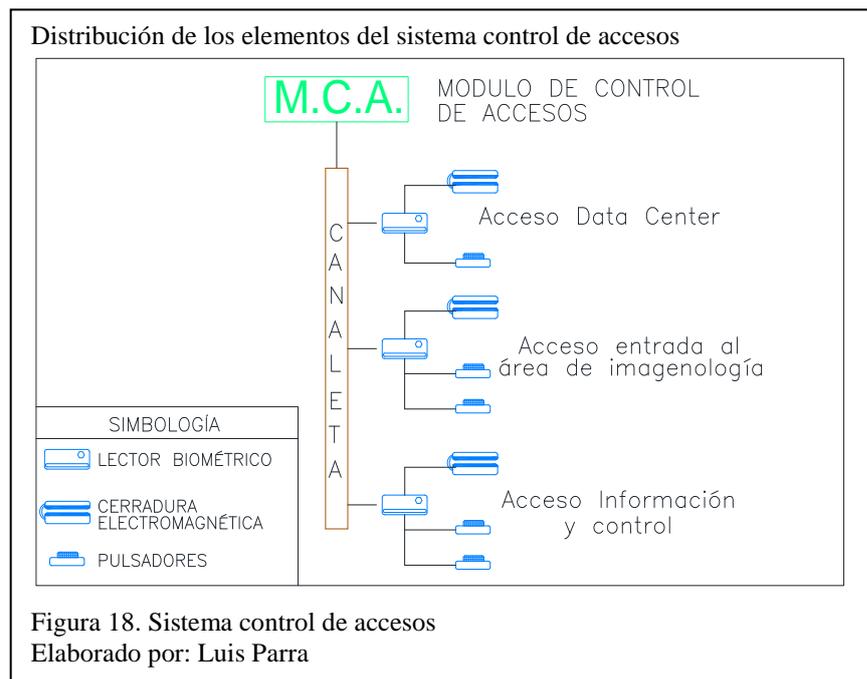
#### **4.4.3.4 Sistema de control de accesos**

Sistema de Control de Accesos para hospitales, clínicas y recintos hospitalarios. Con una impresora de tarjetas imprimimos, codificamos y personalizamos la tarjeta de identificación del personal médico y los

pacientes. Los sistemas de acceso colocados en los torniquetes y en puertas del hospital controlarán el acceso a las distintas zonas del recinto. Es posible controlar si la persona está autorizada, control horario, turnos, zonas restringidas, etc. También podemos utilizar terminales de fichar para el Control de Presencia de los empleados. Este control horario puede almacenarse en el terminal y volcarse al PC. (Kinaldi, 2006)

Para el funcionamiento de este sistema debe estar constituido con los siguientes elementos:

- Lectoras de proximidad y/o lectoras biométricas.
- Cerraduras electromagnéticas.
- Pulsantes de salida.
- Tarjetas de proximidad.
- PC y Software de programación del Sistema de Control de Accesos.



Utilizado para el control de puertas tanto internas del área de Imagenología, se ha establecido un Sistema de Tarjetas de Proximidad con teclado) para interactuar con las diferentes Lectoras, las mismas que tendrán la posibilidad de trabajar de forma combinada de ingreso de un código con teclado o con el sistema de proximidad, El Sistema activara Chapas Electromagnéticas las mismas que estarán instaladas en las

diferentes puertas o accesos identificados en el plano. El Sistema reconoce al usuario y permite o niega el acceso. Como se muestra en el anexo 3 plano 11.

Adicionalmente debe tener un sistema de conexión mediante computadora con su propio software, instalado en un área estratégica del área de Imagenología. Este sistema dispone de una memoria con la base de datos de los usuarios y adicionalmente un respaldo en caso de pérdida de energía. Las terminaciones finales deberán seguir las siguientes consideraciones:

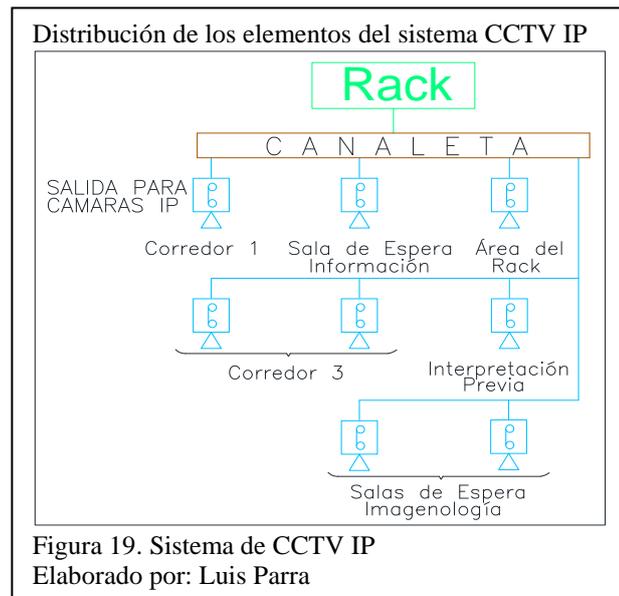
- Lector de tarjeta magnética, Botón de Salida o Sensor biométrico: a 140 cms sobre piso terminado. Estos puntos deberán ir con la respectiva ductería que terminara en una caja empotrada a la cual se instalara el dispositivo, ya sea Lectora o Botón de Salida.
- La chapa electromagnética estará instalada, tanto en el marco de la puerta, como en la puerta propiamente dicha, los cables de control y alimentación se canalizaran a través del marco de la puerta y de este con tubería empotrada de una pulgada al tumbado falso donde se instalaran las fuentes de poder.
- La controladora estará instalada en el Cuarto de Control con sus respectivos accesorios de instalación.
- Contacto magnético: empotrado en pared, en el marco de la puerta correspondiente, sin caja metálica rectangular.
- El Servidor de Accesos deberá estar instalado en el Cuarto de Control.

#### **4.4.3.5 Sistema circuito cerrado de TV (CCTV)**

Un hospital moderno, dotado de un sistema de voz y datos de alto desempeño, sin duda optará por un concepto IP, ya que al usar cámaras con la capacidad de ser alimentadas sobre Ethernet, se obtiene una alta flexibilidad al momento de reestructurar zonas del hospital o de controlar áreas críticas como lo son cajas, recepción, almacenaje de medicamentos y drogas especiales, llegada de urgencias, acceso a cuneros, etc. Incluso es viable pensar en la supervisión de pacientes en condiciones críticas vía una cámara reportando a la estación de enfermeras. (Bosch Security, 2007)

Para el funcionamiento de este sistema debe estar constituido con los siguientes elementos:

- Cámaras de CCTV tipo IP de características según requerimientos.
- Monitores para CCTV.
- NVR del CCTV.
- PC y Software de programación del Sistema de CCTV.



El desarrollo en la tecnología de Circuitos Cerrados de Vigilancia por Televisión convencional a IP, hace posible que trabajen sobre la misma red de datos. Esto sumado a las técnicas de análisis de imágenes, apoyan la gestión del personal de seguridad, permitiendo que los procesos de monitoreo y control sean menos costosos y más efectivos. Como se muestra en el anexo 3 plano 10.

El Sistema de Video Vigilancia sobre IP, deberá permitir obtener reportes de movimientos de ingreso y salida de los funcionarios y usuarios externos de la Institución. Para este sistema se utilizará sistemas IP, esto facilitara la instalarán cámaras IP en los distintos sitios específicos como se muestran en los planos. La principal característica que deben tener estas cámaras es su alimentación Power Over Ethernet para su funcionamiento. Desde el Rack que se encuentra en el cuarto de datos (Data Center), se va distribuir la red de datos para las cámaras de CCTV que se encuentran ubicadas en lugares específicos como se muestran en los planos.

Para el diseño se ha considerado, que el sistema podrá observar la estadía y circulación del personal y visitas en los corredores y salas de espera. Para conectar las cámaras se utilizara patch coord, en los puntos de salidas del sistema. En el rack debemos colocar un NVR, lo cual facilitara las grabaciones continuas, también podemos controlar la velocidad, observar fecha y hora. El sistema de video deberá poder ser monitoreado desde cualquier computadora con permiso del administrador de red. Para el cálculo aproximado de la capacidad de almacenamiento, se considera los siguientes parámetros:

- Tamaño de la imagen.
- Imágenes por segundo.
- Número de cámaras.
- Horas de grabación por día.

#### **4.4.3.6 Sistema de información y TV**

Los sistemas de información hospitalaria o sistemas de información en salud (siglas: SIH, o HIS en inglés), denominado también expediente electrónico, pese a que este último es sólo la parte clínica del proceso.

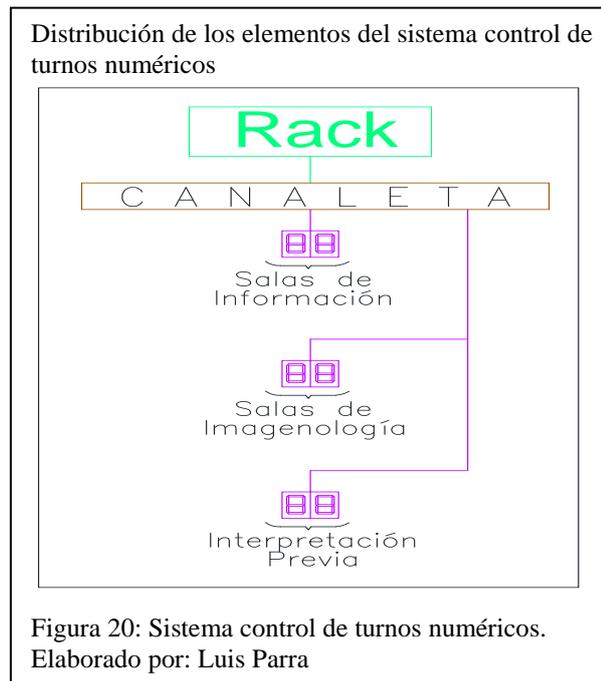
Consiste en un programa o programas de cómputo instalados en un hospital. Estos permiten:

- Llevar un control de todos los servicios prestados a los pacientes.
- Obtener estadísticas generales de los pacientes.
- Obtener datos epidemiológicos.
- Detallar el coste de la atención prestada a cada paciente.
- Llevar un estricto expediente clínico en forma electrónica.

Para el funcionamiento de este sistema debe estar constituido con los siguientes elementos: televisores de última tecnología, convertidores de Ethernet a video y Administrador / Servidor del sistema de Información y TV.

Para el funcionamiento debemos tener un software de control y administración de información y TV, mediante este software podremos colocar publicidad, colocar videos, podremos controlar los turnos numéricos. Ya que las TV estarán también

conectadas a la red del área de Imagenología y podremos hacer lo mencionado anteriormente.



Esto se lo puede hacer desde el cuarto de datos (Data Center) ya que ahí se encuentran los equipos para control de este sistema. Los puntos de salida de este sistema de información y TV, el Sistema de Voz y Datos, el sistema CCTV se encuentran en el mismo diseño como se muestra en los planos ya que estos sistemas se encuentran unidos a la red y dependiendo de la función que vaya hacer cada sistema se los va configurando en el rack. Como se muestra en el anexo 3 plano 10.

#### 4.4.3.7 Sistema de control de turnos numérico

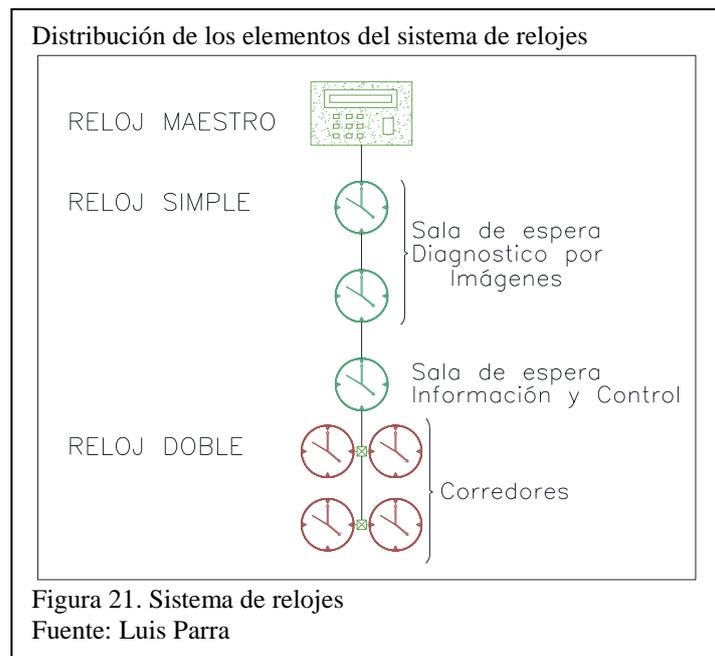
Consistirá en un Sistema de Control de Turnos Numérico (integrado a la red de datos si es necesario). Como se muestra en el anexo 3 plano 10. Para el funcionamiento de este sistema debe estar constituido con los siguientes elementos:

- Pantalla electrónica.
- Parlante anunciador.
- Pulsadores de anuncio.
- Dispensador numérico.
- PC y Software de programación (si es necesario).

### 3.4.3.8 Sistema de relojes

Consiste en un sistema de relojes centralizado mediante un Reloj Maestro ubicado en la central de información o en la central de vigilancia. Para el funcionamiento de este sistema debe estar constituido con los siguientes elementos:

- Reloj Maestro.
- Reloj secundario simple o doble cara.



Lo realizamos para la coordinación en los horarios, el Hospital detallará las fechas y horas que se obtendrán de un reloj maestro, este reloj maestro encabezará a relojes esclavos de simple esfera y el de doble esfera ubicados en lugares estratégicos como se muestra en los planos. Se dispondrá también de esta hora en los monitores de información, que a más del tiempo permitirá presentar servicios informativos del hospital. Este sistema debe estar incorporado a la Red Lan del Hospital.

La ubicación de los relojes secundarios van a depender de la utilidad que vamos a dar a los relojes secundarios. El reloj maestro dará pulsos para que se muevan las manecillas de los relojes esclavos y de esta forma indican la hora en donde se han colocado los relojes esclavos. Como se muestra en el anexo 3 plano 12.

## 4.5 Especificaciones técnicas

En la presente especificación técnica se describe las características de todos los elementos que tiene cada sistema electrónico en el área de imagenología.

### 4.5.1 Sistema de alarmas contra incendio

- **Central de incendios direccionable**

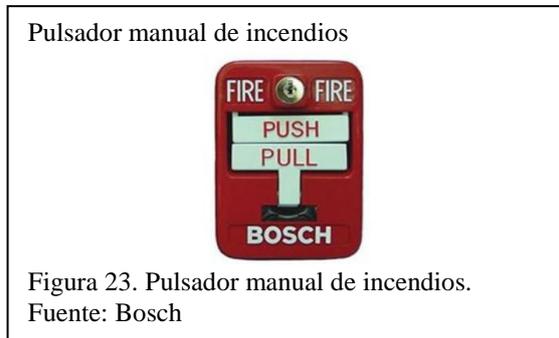
Panel de alarma de incendio incluye el equipamiento básico, programación desde el teclado, con capacidad de direccionar dispositivos inteligentes, módulos, con tecnología de barrido de alta velocidad. Compatibilidad con detectores: Iónicos, foto eléctricos y térmicos. La central incorpora reloj/calendario en tiempo real, incluye una pantalla de tipo alfanumérico y un teclado para indicación de mensajes de alarma, indicaciones de estado y programación manual. Permite la programación de al menos 50 zonas virtuales y disponen de memoria para almacenar como mínimo 400 eventos ocurridos.

Disponen de un puerto RS/232 para impresora y un puerto RS/485 o RS/232 para interfaz con un PC para la programación y monitoreo de la central de incendios. Las centrales permiten ajustar la sensibilidad de todos los detectores de incendio, reportar el estado de suciedad y necesidad de mantenimiento de los mismos. Las centrales incorpora al menos 2 salidas de relé para manejo de alarmas locales como sirenas, luces estroboscópicas. Las centrales viene con su propio gabinete, el mismo que incluye todos los accesorios para el montaje total de sus componentes internos: tarjetas de CPU, fuente de poder, baterías, interfaces de comunicación, display, teclado, así como tapas para espacios no usados en caso de existir.



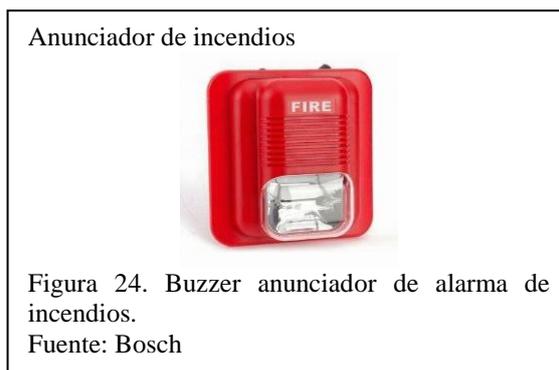
- **Pulsador de incendio**

Con sistema de doble accionamiento para evitar falsas alarmas, color rojo con letras blancas. Con letrero en español que lo identifica claramente. Aprobado por UL.



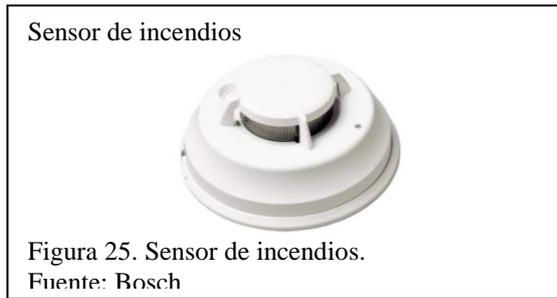
- **Buzzer anunciador de alarma**

Anunciador de incendio con señal óptica y audible, para montaje en pared, color rojo, con textos en español, resistente al impacto, la señal luminosa debe ser de alta intensidad e intermitente. Aprobado por UL.



- **Sensor de incendio direccionable foto electrónico/térmico**

- Detector foto electrónico y térmico.
- Direccionamiento individual en el mismo dispositivo.
- Sensibilidad programable desde el centro de control.
- Probador local y desde el centro de control.
- A prueba de suciedad e insectos.
- Debe incorporar un dispositivo para poder realizar la prueba de alarma.
- Indicación de funcionamiento local.
- Cobertura de 9.0 m<sup>2</sup> ó más.
- Rango de temperatura 0 a 45 °C, Rango de velocidad de aire 35 a 300 pies/min.
- Rango de Humedad 10 a 93 % o mejor.



- **Módulo de aislamiento**

Desconecta el sub lazo ante una falla en el cableado de la red de alarmas de Incendio, alta inmunidad contra ruidos debidos a interferencias. Salida de relé con contacto N.C. Debe incorporar un led para indicar que exista comunicación con la central.



- **Módulo de control**

Ante el comando de la Central de incendios produce una señal para el accionamiento de otro dispositivo, direccionamiento individual en el mismo dispositivo, alta inmunidad contra ruidos debidos a interferencias, salida de relé con contacto N.O. Debe incorporar un led para indicar que exista comunicación con la central.



- **Punto de alarmas contra incendio, para sensores, sirenas y pulsantes**

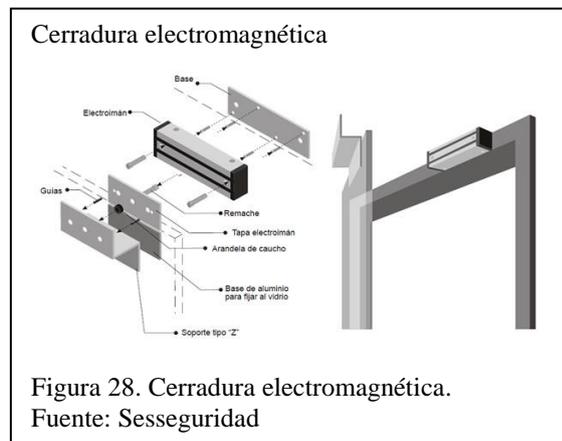
Punto de alarmas incluye cable de alimentación con cable 2x16 AWG blindado con chaqueta anti flama para los lazos de comunicación, y cable 2x14 AWG para la alimentación para luces estroboscópicas y demás señales que prevengan de la

central de alarmas, la tubería conduit EMT de 1/2" y de 3/4" y los accesorios como cajas, uniones, abrazaderas etc. Para la determinación del costo del punto, deberá considerarse la cantidad total de materiales que se utilicen mediante planos. La tubería deberá estar pintada según código de colores escogido para este sistema.

#### 4.5.2 Sistema de control de accesos

- **Cerradura electromagnética**

Cerradura electromagnética de 600 lb, certificación UL, para trabajo pesado, mecanismo de alto electromagnetismo con subida y bajada del seguro desde la parte superior de las puertas. Las cerraduras electromagnéticas deben incluir contactos de estatus y supresores de transciendes.



- **Pulsador**

Pulsador de salida, adecuado para instalarse en cajetín metálico rectangular profundo. El mecanismo para accionar el pulsador debe ser tipo proximidad, sin contacto (no touch), iluminado con LED, estado sólido temporizado.



- **Lector de proximidad, teclado & biométrico interfaz Ethernet**

Unidad Stand-alone con comunicación a sistema central, unidad de alarma de 1 zona, con activación y desactivación mediante teclado, tarjeta o lectura de huella digital, salida digital relé para cerradura eléctrica, salida para sirena de alarma, entrada para pulsante de salida, entrada para contacto de puerta, entrada para zona de alarma de seguridad. Capacidad mínimo 1500 usuarios registrados en memoria local. Lector óptico duradero de alta precisión. Soporta 50 zonas horarias, 5 grupos y 10 combinaciones para abrir.

Tiempo de verificación: 1segundo.

Tiempo de identificación <= 2 segundo.

Comunicación: RS232 / RS485 / Ethernet 10/100 / USB / 26 Bit Wigan Input - Output.

Voltaje de alimentación: 12 Vdc.



- **Módulo controlador de accesos**

En base a microprocesador de 16 bits, con memoria de programa y datos con capacidad para controlar mínimo 16 lectores de tarjetas cada controlador. Con 2 entradas Wiegand para lectores de control de acceso.

- Capacidad para manejar mínimo 15000 tarjeta-habientes.
- Opción para interfaz ETHERNET para comunicación en red, con protocolo TCP-IP.
- Dos puertos de comunicación RS-485 y 1 RS-232.
- Capaz de manejar independientemente 16 puertas.



Figura 31. Software controlador de accesos.  
Fuente: Captura del programa iMax1000

- **Tarjetas de accesos**

Tarjeta con capacidad para dos entradas wiegand y es utilizada para automatizar dos puertas con lectora de entrada y pulsador de salida.



Figura 32. Tarjetas de accesos.  
Fuente: Sesseguridad

### 4.5.3 Sistema de relojes

- **Reloj maestro**

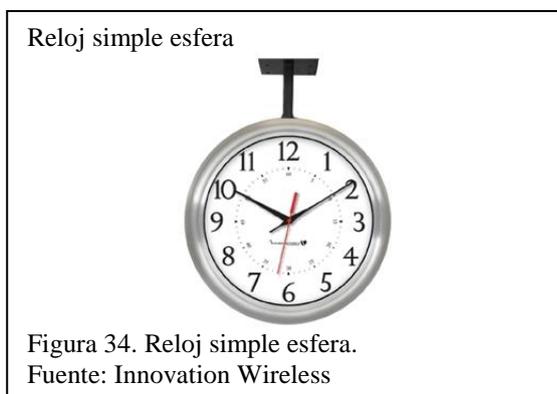
Alimentación 110 VAC / 24VDC, precisión 0.2 segundos al día, protección contra cortocircuitos y sobrecargas, puesta en hora rápida de los relojes esclavos tras corte de red eléctrica, grabación permanente de la configuración, pantalla LCD con hora/minuto/segundo/fecha, temperatura de funcionamiento 0-50 grados centígrados, salvaguardia permanente de la programación y hora, acceso a la programación protegido por código, puerto USB para actualización de Software, distribución horaria mediante cable o señal de radio DHF , la salida de relojes debe permitir el control de mínimo 50 relojes a una distancia de 30 Kmts, mínimo con 3 salidas de relés para alarma y circuitos a 220V AC.

Incluye emisor DHF, incluye antena de radio por lo que el reloj maestro debe tener la posibilidad de ser sincronizado vía radio, incluye fuente de alimentación, incluye los accesorios para montaje e instalación.



- **Reloj simple esfera**

Diámetro de la esfera 40 cm, integrado a un sistema de distribución horaria comandada por un reloj maestro, solución sin hilos y con cables, hora exacta 100%, todos los relojes muestran la misma hora., sincronización por impulsos o por una señal de código horario, transmisión del mensaje horario completo mediante una línea de dos hilos, los relojes receptores se conectan en una línea paralela que funciona a pulsos de 24 Voltios, Caja color blanco, minuterero y horero color negro, pantalla de protección antirreflejo. Incluye soporte de fijación en pared con tornillos de cierre antirrobo, incluye los accesorios para montaje e instalación.



- **Reloj doble esfera**

Dos relojes simple esfera acoplados mecánicamente, con diámetro de la esfera de 40 cm cada uno, integrados a un sistema de distribución horaria comandada por un reloj maestro, solución sin hilos y con cables, hora exacta 100%, todos los relojes muestran la misma hora., sincronización por impulsos o por una señal de código horario, transmisión del mensaje horario completo mediante una línea de dos hilos, los relojes receptores se conectan en una línea paralela que funciona a pulsos de 24 Voltios, Caja color blanco, minuterero y horero color negro, pantalla de protección antirreflejo. Incluye soporte para formar doble cara estándar de pared o techo, incluye los accesorios para montaje e instalación.



- **Punto de relojes**

Punto de relojes incluye cable de alimentación 2x14 AWG flexible polarizado, la tubería conduit EMT de 3/4" y los accesorios como cajas, uniones, abrazaderas etc. Para la determinación del costo del punto, deberá considerarse la cantidad total de materiales que se utilicen mediante planos. La tubería deberá estar pintada según código de colores escogido para este sistema. En las juntas de dilatación estructurales se instalarán expansores.

#### 4.5.4 Sistema de sonido

- **Central de audio principal**

Central auto amplificada de un canal estereofónico con control inteligente por microprocesador, tiene una entrada estéreo de audio mediante la cual se podrá introducir audio a la central a través de la salida de audio de un amplificador, sintonizador, compact disc, etc., y de esta central repartir el audio a las centrales secundarias.

- Alimentación de red: 220VAC.
- Alimentación del sistema (+Vcc) +24V.
- Carga máx. En base de enchufe: 500W.



- **Parlante de cielo falso de 6 W**

Parlante de cielo falso de 6 W, incluye transformador de línea de 70 V, color blanco rejilla plástica de Ø= 8", rango de frecuencia de 18 Hz a 15KHz.



- **Control de volumen**

Control de volumen con capacidad para 15 w de potencia o superior, compatibles con parlantes y equipo de sonido.



- **Punto de sonido**

Punto de sonido incluye cable de alimentación 2x14 AWG flexible polarizado, la tubería conduit EMT de ½" y los accesorios como cajas, uniones, abrazaderas etc. Para la determinación del costo del punto, deberá considerarse la cantidad total de materiales que se utilicen mediante planos.

La tubería deberá estar pintada según código de colores escogido para este sistema.

En las juntas de dilatación estructurales se instalarán expansores.

#### **4.4.5 Sistema cerrado de televisión (CCTV)**

- **Grabador de video digital NVR**
- Video grabador digital basado en computador dedicado a grabación.
- Disco duro mínimo de 500GB.
- Memoria RAM mínimo 2Gb.
- Tarjeta acelerador gráfica 256 MB.

- Tarjeta de Red.
- Programa instalado en un servidor de grabación de video (NVR) diseñado para visualizar, grabar y administrar todo lo que ocurre en las cámaras IP.
- Configuración remota.
- Grabación por evento, por calendario o manual.
- Búsqueda Instantánea.
- Adelantamiento lento y rápido, repetición y pausa.
- Capacidad de monitoreo por usuarios, errores, eventos, alarmas.
- Advertencia de cuota de disco duro.
- Exportación de archivos en formato AVI.
- El equipo debe tener la capacidad de manejar adecuadamente todas las cámaras instaladas.



- **Cámara IP de CCTV fija en mini domo**

Cámara IP de CCTV fija en mini domo, con visión nocturna, sensor de movimiento, incluye sistema de sujeción de pared y todos los elementos necesarios para su funcionamiento.



- **Punto de red para cámara interior**

Instalación de tubería EMT de 13mm y 19 mm de diámetro. Con accesorios de soporte, conexión y derivación como abrazaderas, tacos, tornillos, cajas octogonales y rectangulares, conectores, uniones, cable tipo UTP Cat 6. La tubería deberá estar pintada según código de colores escogido para este sistema.

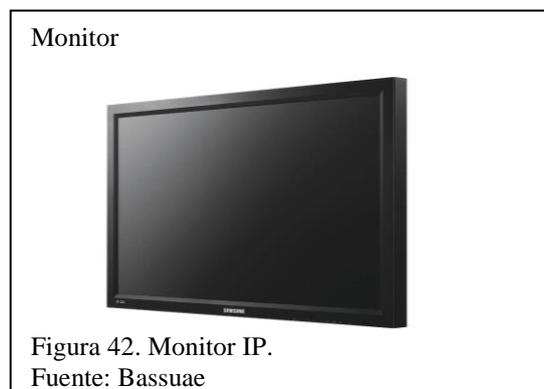
#### 4.4.6 Sistema de información y TV

- **Convertidores de Ethernet a video**
- Equipo SET TOP BOX, Soporta IPTV, H.264, MPEG4, MPEG2, WMV.
- Entrega de música digital y radio internet.
- Puerto Ethernet RJ-45.
- Puerto USB 1.1 Type A.
- SD (Secure Digital) Interface.
- Puerto Video análogo RCA.
- Puerto de Audio análogo Stereo RCA.
- Control Remoto Infrarrojo (IR).



- **Monitor IP para polidifucion 32"**

Monitor de 32" IP, resolución de 1366 x 768, brillo 450 cd/m<sup>2</sup>, contraste 1200:1, tiempo de respuesta 8 ms (GTG), ángulo de visión H/V 178°/178°, soporte de color 16.7 millones.



- **Salida para TV**

Instalación de tubería EMT de 13mm y 19 mm de diámetro con accesorios de soporte, conexión y derivación como abrazaderas, tacos, tornillos, cajas octogonales

y rectangulares, conectores, uniones, cable tipo coaxial RG6. La tubería deberá estar pintada según código de colores escogido para este sistema. En las juntas de dilatación estructurales se instalarán expansores.



#### 4.4.7 Sistema de teléfonos y red de datos

- **Switch 24 puertos para dependencias con configuración stack y fibra**

Switch de 24 puertos, interfaces y puertos 1-10 Gigabit Ethernet SFP+ y transceiver 1 Gbps.



#### Características Generales

- Capa 2/3/4.
- Power Over Ethernet, incluidos en todos los puertos.
- 24 Puertos útiles 100/1000 BASE-TX (MDI/MDIX) con detección automática de velocidad.
- Capacidad full dúplex en cada uno de sus puertos.
- Dos (2) puertos 10 Gbps (full dúplex) para stack.
- Dos (2) puertos 1Gbps - 10 Gbps (full dúplex) SFP+ en cada switch. Incluye conectores LC SFP a 1 Gbps.
- Los puertos deben ser no bloqueantes (no bloc King).

#### Requerimientos Capa 2

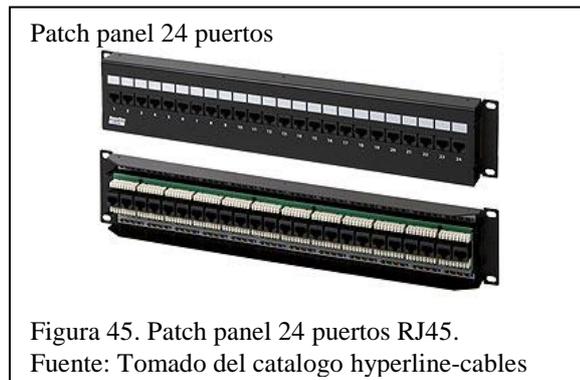
- Soporte mínimo 4094 VLAN's 802.1 Q.
- Soporte mínimo 32 K MAC Address en tabla de direcciones.

- Soporte de interfaces de VLAN mínimo 60 (VLAN interfaces).
- Incluir servicio de distribución de direccionamiento IP a través de DHCP a través de VLANs.
- 802.3ad LACP, IGMP v2/v3 multicast filtering.
- Soporte de Spanning Tree IEEE 802.1D (STP), 802.1 w (RSTP), 802.1 s (MSTP).

### Requerimientos Capa 3

- Soporte de rutas estáticas.
- Protocolos de enrutamiento BGPv4, OSPF, RIPv2.
- Soporte IPV4/IPV6.
- **Patch panel 24 puertos RJ45 categoría 6a blindado modular**

Debe permitir la instalación de 24 jacks blindados categoría 6A en una unidad de Rack (01 UR), deben ser modulares puerto por puerto de tal forma que pueda ser posible cambiar un Jack individualmente en caso de fallas y no se requiera tener que adquirir un bloque o módulo de 04 o 06 jacks ni tener que cambiar todo el patch Panel. Debe poseer salidas modulares puerto por puerto, la instalación en el patch panel deben ser realizada bajo el estándar T568B; de la misma manera que la terminación en el área de trabajo, debe permitir la puesta a tierra. Debe tener 19 pulgadas de ancho para ser instalados en los racks o gabinetes.



- **Rack abierto de piso para red de datos**

Rack abierto de piso para red de datos, con capacidad para contener: 2 Switchs con capacidad para 24 puertos c/u, 2 Patch panel para red de datos con capacidad para 24 puertos c/u. 2 Patch panel de teléfonos con capacidad para 24 puertos c/u, regletas organizadoras y elementos de fuerza y protección para estos elementos. Fabricado en acero laminado en frio, proceso de desengrase, lavado y fosfatizado químico y pintura en polvo electrostática al horno.



- **Organizador horizontal con tapa**

Organizador vertical tipo ducto ranurado de pvc negro, 48 pulgadas de alto, x 1.6 pulgadas de ancho x 4 pulgadas de profundidad, doble lado, capacidad de 50 cables por lado.



- **Patch cord categoría 6A blindado 1 mt**

De cable flexible categoría 6A blindado de 1 mt de longitud, con capuchones en los dos extremos.



- **Patch cord categoría 6A blindado 3 mt**

De cable flexible categoría 6A de 3 mt de longitud, con capuchones en los dos extremos.



- **Central telefónica 8/24**

Central telefónica completamente digital, con capacidad mínima para 8 líneas externas y 24 extensiones telefónicas, debe incluir teléfono programador, 24 teléfonos simples manos libres, fuente de poder, baterías, catálogos, Entre las opciones mínimas que debe tener la central telefónica deben incluirse, la de retro llamada, llamada en espera y desvío de llamadas.



- **Punto mixto de teléfonos y red de datos**

Punto mixto de teléfonos y red de datos incluye cable de alimentación 3 pares EKKX, Cable UTP categoría 6A, la tubería conduit EMT de 3/4", y de 1" y los accesorios como cajas, uniones, abrazaderas etc. Para la determinación del costo del punto, deberá considerarse la cantidad total de materiales que se utilicen mediante planos. La tubería deberá estar pintada según código de colores escogido para este sistema.



#### 4.6 Pronóstico de eficiencia energética

En la Tabla 25 se indica los sistemas electrónicos del área de imagenología, se chequea si estos son o no eficientes energéticamente, además se detalla algunas características importantes en su funcionamiento.

**Tabla 13:** Eficiencia energética para los sistemas electrónicos

SISTEMA	EFICIENCIA ENERGÉTICA		OBSERVACIÓN
	SÍ	NO	
Sonido	X		Mediante el control de volumen podemos regular cada área y hacer que no funcione cuando no sea necesario.
Voz y Datos		X	Depende del uso que se le de, ya que este sistema no se lo puede apagar completamente porque maneja toda la red.
Alarmas Contra Incendios		X	Este sistema permanece encendido ya que es un sistema esencial para proteger el área .
Control de Accesos		X	Este sistema permanece encendido ya que es un sistema esencial para proteger el área.
Circuito Cerrado de TV (CCTV)	X		Con los sensores de movimiento que poseen las cámaras se graba unicamente cuando existe presencia.
Relojes		X	Este sistema se enciende y se apaga por disposiciones administrativas.
Control de Turnos Numéricos		X	Este sistema se enciende y se apaga por disposiciones administrativas y de acuerdo al horario de atención.

Elaborado por: Luis Parra

## CAPÍTULO 5

### PRESUPUESTO DEL PROYECTO

#### 5.1 Presupuesto para el centro de diagnóstico médico por imágenes

El costo total del proyecto es USD 27.5774,78 este presupuesto abarca todos los elementos necesarios para la instalación de acometidas y los componentes necesarios en las especificaciones técnicas que se colocan para el funcionamiento de cada sistema. El costo obtenido para este proyecto no incluye los equipos de imagenología. A continuación en la Tabla 26 se detalla el valor de cada elemento de los sistemas eléctricos y electrónicos e incluye la mano de obra por la instalación de cada sistema.

**Tabla 14:** Presupuesto para el área de imagenología.

<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>				
Item	Descripción	Total Elementos	Costo Unitario	Costo Total
1	Puntos de iluminación	122	\$ 38,94	\$ 4.750,68
2	Punto de conmutador con conmutador	12	\$ 46,01	\$ 552,12
3	Interruptor simple	32	\$ 5,15	\$ 164,80
4	Interruptor doble	4	\$ 8,00	\$ 32,00
5	Punto de tomacorriente doble polarizado	69	\$ 33,72	\$ 35,28
6	Punto de tomacorriente para sistema regulado	26	\$ 36,24	\$ 942,24
7	Tomacorriente doble polarizado	69	\$ 8,24	\$ 568,56
8	Tomacorriente de para sistema regulado	26	\$ 33,32	\$ 866,32
9	Malla de puesta a tierra con 3 varillas	1	\$ 1.099,21	\$ 1.099,21
10	Malla de puesta a tierra con 7 varillas para cámara de transformación	1	\$ 1.815,82	\$ 1.815,82
<b>LUMINARIA</b>				
1	Luminaria Led 55 W	76	\$ 250,25	\$ 19.019,00
2	Luminaria Tipo ojo de buey con dicroico	18	\$ 25,62	\$ 1.947,12
3	Luminaria de Emergencia para cielo falso	10	\$ 46,02	\$ 460,20
<b>ALIMENTADORES ELÉCTRICOS</b>				
1	Alimentador 4x10+1x12 AWG THHN	37 mts	\$ 11,43	\$ 422,91
2	Alimentador 4x8+1x10 AWG THHN	18 mts	\$ 15,61	\$ 280,98
3	Alimentador 4x6+1x8 AWG THHN	71 mts	\$ 19,59	\$ 1.390,89
4	Alimentador 4x1/0+1x2 AWG THHN	34 mts	\$ 67,74	\$ 2.303,16
5	Alimentador 4x1+1x2 SUPERFLEX	54 mts	\$ 59,07	\$ 3.189,78
6	Alimentador 4x2/0+1x1/0 SUPERFLEX	34 mts	\$ 86,83	\$ 2.952,22
<b>BREAKERS</b>				
1	Breaker 1P-15A enchufable	18	\$ 9,27	\$ 166,86
2	Breaker 1P-20A enchufable	6	\$ 9,27	\$ 55,62
3	Breaker 2P-15A enchufable	2	\$ 28,64	\$ 57,28
4	Breaker 2P-20A enchufable	1	\$ 28,64	\$ 28,64
5	Breaker 2P-30A enchufable	1	\$ 28,64	\$ 28,64
6	Breaker 2P-40A enchufable	1	\$ 28,64	\$ 28,64
7	Breaker 3P-15A enchufable	2	\$ 48,46	\$ 96,92
8	Breaker 3P-20A enchufable	1	\$ 48,26	\$ 48,26
9	Breaker 3P-30A enchufable	3	\$ 48,26	\$ 144,78
10	Breaker 3P-60A enchufable	1	\$ 48,26	\$ 48,26
11	Breaker 3P-70A enchufable	1	\$ 88,42	\$ 88,42
12	Breaker 3P-30A caja moldeada	2	\$ 151,78	\$ 303,56
13	Breaker 3P-50A caja moldeada	1	\$ 151,78	\$ 151,78
14	Breaker 3P-70A caja moldeada	1	\$ 182,92	\$ 182,92
15	Breaker 3P-190A caja moldeada	1	\$ 272,68	\$ 272,68

<b>TABLEROS ELÉCTRICOS</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Total Elementos</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
1	SubTablero 3F-12E	3	\$ 150,83	\$ 452,49
2	SubTablero 3F-20E	1	\$ 223,32	\$ 223,32
3	SubTablero 3F-6E para rayos x	3	\$ 79,09	\$ 237,27
4	Sub tablero 3F-6E para tomografo	1	\$ 79,09	\$ 79,09
5	Tablero de Distribución 220V	1	\$ 494,93	\$ 494,93
6	Tablero de Distribución 480V	1	\$ 914,93	\$ 914,93
<b>CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN</b>				
1	Transformador PAD MOUNTED 75 kVA 3F	1	\$ 8.986,99	\$ 8.986,99
2	Transformador PAD MOUNTED 250 kVA 3F	1	\$ 37.000,00	\$ 37.000,00
<b>EQUIPOS ELÉCTRICOS</b>				
1	UPS 10 kVA	1	\$ 16.336,26	\$ 16.336,26
2	UPS 7,5 kVA	1	\$ 12.067,46	\$ 12.067,46
3	By-pass 10KVA	1	\$ 729,73	\$ 729,73
4	By-pass 7,5KVA	1	\$ 573,73	\$ 573,73
5	Generador Trifásico 220V/127 75kVA	1	\$ 29.622,00	\$ 29.622,00
<b>SISTEMA DE ALARMAS CONTRA INCENDIOS</b>				
1	Central de Alarmas Contra Incendios Direccional	1	\$ 7.029,26	\$ 7.029,26
2	Pulsador de incendios	7	\$ 83,24	\$ 582,68
3	Buzzer anunciador de alarma	7	\$ 71,24	\$ 498,68
4	Sensor de incendios direccional	26	\$ 95,43	\$ 2.481,18
5	Módulos de aislamiento	2	\$ 82,25	\$ 164,50
6	Módulos de control	3	\$ 79,25	\$ 237,75
7	Punto de alarma de incendio	45	\$ 100,75	\$ 4.533,75
<b>SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS</b>				
1	Cerradura Electromagnetica	3	\$ 126,24	\$ 378,72
2	Pulsador de salida para control de accesos	5	\$ 76,24	\$ 381,20
3	Lector de proximidad con teclado	3	\$ 161,24	\$ 483,72
4	Contacto magnético	3	\$ 9,12	\$ 27,36
5	Controlador de accesos	1	\$ 861,24	\$ 861,24
6	Tarjetas para control de accesos	10	\$ 22,05	\$ 220,50
<b>SISTEMA DE RELOJES</b>				
1	Reloj maestro	1	\$ 5.433,05	\$ 5.433,05
2	Reloj esclavo simple esfera	3	\$ 419,20	\$ 1.257,60
3	Reloj esclavo doble esfera	2	\$ 1.120,79	\$ 2.241,58
4	Punto de relojes	6	\$ 83,93	\$ 503,58
<b>SISTEMA DE SONIDO</b>				
1	Central de Sonido	1	\$ 1.412,84	\$ 1.412,84
2	Parlante decorativo para cielo falso con transformador en línea	9	\$ 47,24	\$ 425,16
3	Control de volumen	2	\$ 43,04	\$ 86,08
4	Punto de sonido	12	\$ 49,58	\$ 594,96
<b>SISTEMA CCTV</b>				
1	Videograbador Digital NVR	1	\$ 2.411,24	\$ 2.411,24
2	Camara IP de CCTV fija en minidomo	8	\$ 591,24	\$ 4.729,92
3	Punto de red para Camara IP	10	\$ 129,52	\$ 1.295,20
<b>SISTEMA DE TV IP</b>				
1	Convertidor de Ethernet a Video	1	\$ 251,24	\$ 251,24
2	Televisor LCD 32"	3	\$ 1.031,24	\$ 1.031,24
3	Punto para TV	3	\$ 19,61	\$ 19,61
<b>TELEFONOS Y RED DE DATOS</b>				
1	Switch 24 puertos RJ45, Capa 2/3/4, POE	2	\$ 9.855,47	\$ 19.710,94
3	Patch Panel 24 puertos	2	\$ 419,24	\$ 838,48
4	Rack de sala de comunicaciones	1	\$ 1.249,87	\$ 1.249,87
5	Organizador horizontal	2	\$ 53,24	\$ 106,48
6	Patch Coord 24 RJ45 de 1mts	35	\$ 20,26	\$ 709,10
7	Patch Coord 24 RJ45 3 mts	24	\$ 32,26	\$ 774,24
8	Central telefónica	1	\$ 48.864,95	\$ 48.864,95
9	Punto mixto de teléfonos y red de datos	24	\$ 191,31	\$ 4.591,44
<b>CANALETAS</b>				
1	Bandeja tipo escalerilla 10cmx8cm incluye accesorios	95,13	\$ 26,24	\$ 2.496,21
2	Bandeja tipo escalerilla 20cmx8cm incluye accesorios	117,97	\$ 39,37	\$ 4.644,48
			<b>COSTO TOTAL \$</b>	<b>\$ 275.774,78</b>

Elaborado por: Luis Parra

## CONCLUSIONES

- Se desarrolló el proyecto teniendo como base las normas técnicas NEC 10, Código Eléctrico Nacional y la Norma de Diseño de Ingeniería Eléctrica ND-01-IMSS-1E-97 y la Norma de Diseño de Instalaciones de Telecomunicaciones ND-01-IMSS-IT-99 del Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS), las cuales tratan sobre el diseño de las instalaciones eléctricas y electrónicas en unidades hospitalarias.
- La propuesta de diseño tiene un tablero principal de 220V, para todos los sistemas eléctricos o electrónicos y otro tablero principal de 480 V para los equipos de imagenología. La finalidad es poder facilitar el mantenimiento, tener una mejor funcionalidad en el área para la protección de los sistemas y de los equipos.
- El diseño dispone de: un sistema de sonido que sirve para dar información y comunicaciones a los pacientes, a la vez se puede reproducir música ambiental tanto para pacientes como para personal que trabaja, creando un ambiente de relajación, también sirve para alertar en caso de riesgos, el sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) tiene el objetivo principal de apoyar a la seguridad física del centro, el sistema de control de turnos numéricos nos ayuda a direccionar ordenadamente a las personas a las distintas áreas, el sistema de alarmas contra incendio sirve para la prevención de riesgos de incendios, el sistema de voz y datos IP se utiliza principalmente para dar seguridad a la información de los pacientes además se pueden enviar los resultados por correo electrónico, puesto que los equipos de imagenología tienen puerto de red y conexión a internet.
- Para la eficiencia energética se realiza una comparación entre, tecnología antigua con tecnología moderna, en este caso se utiliza tecnología mas eficiente como las lámparas led en el sistema de iluminación. En los sistemas donde no se pueden instalar dispositivos de control de la energía se deben adoptar medidas administrativas o buenos hábitos de consumo.

## RECOMENDACIONES

- Se sugiere adaptar las normas nacionales e internacionales para centros de imagenología según sus necesidades, especificaciones y ubicación de los equipos, puesto que las normas que existen no son específicamente para áreas de imagenología.
- Se sugiere instalar sensores de movimiento en los pasillos y salas de espera para el sistema de iluminación, puesto que en la noche no va existir concurrencia masiva de personas y nos ayudaría a tener eficiencia energética.
- Es pertinente respaldar los equipos que funcionan a 480 V, con un generador independiente para los equipos de Rayos X y Tomografía.
- Para los equipos de Rayos X y ecografía se propone un horario de funcionamiento para que no estén encendidos todos estos equipos al mismo tiempo y de esta manera optimizar el uso y su eficiencia energética.
- Se propone que los equipos de Rayos X se los encienda en turnos de 3 horas diarias cada uno y los equipos de ecografía se los enciendan cada uno, por cuatro horas diarias, para lograr eficiencia energética.
- Se aconseja dejar espacios libres en los tableros y sub tableros ya que si con el paso del tiempo aumentan circuitos se pueda evitar sobrecargas en un futuro.
- Se sugiere dar un mantenimiento continuo a las instalaciones después de haberse realizado las instalaciones del centro de diagnóstico médico por imágenes para garantizar su correcto funcionamiento y deterioros en los sistemas.

## LISTA DE REFERENCIAS

- HOLOGIC. (Septiembre de 2007). *HOLOGIC*. Recuperado el 23 de Marzo de 2014, de HOLOGIC: [www.hologic.com](http://www.hologic.com)
- IMSS, I. M. (1997). Coordinación y Construcción, Conservación y Equipamiento, División de Proyectos, Investigación y Cuadros Básicos. *Norma de Diseño de Ingeniería Eléctrica ND-01-IMSS-1E-97*. Mexico.
- IMSS, I. M. (s.f.). Normas de Diseño de Ingeniería Eléctrica. Mexico.
- IMSS, I. M. (1999). Coordinación y Construcción, Conservación y Equipamiento, División de Proyectos, Investigación y Cuadros Básicos. *Norma de Diseño de Instalaciones de Telecomunicaciones ND-01-IMSS-IT-99*. Mexico.
- INEN, I. E. (2001). Código de Práctica Ecuatoriana CPE INEN 19:2001. *Código Eléctrico Nacional, Primera Edición*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- *Kinaldi*. (s.f.). Recuperado el 25 de 11 de 2013, de [http://www.kinaldi.com/aplicaciones/control\\_de\\_acceso/accesos\\_a\\_hospitales](http://www.kinaldi.com/aplicaciones/control_de_acceso/accesos_a_hospitales)
- Lomonáco, M. F. (2012). *Facultad de Ciencias Universidad de la República*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2013, de Facultad de Ciencias Universidad de la República: [http://www.urbe.fmed.edu.uy/cursos/animales\\_experimentacion/Imagenologia.pdf](http://www.urbe.fmed.edu.uy/cursos/animales_experimentacion/Imagenologia.pdf)
- Mercedes Preciado Ramírez, V. L. (Mayo de 2010). *Instituto Nacional de Cancerología*,. Recuperado el 24 de Febrero de 2014, de Instituto Nacional de Cancerología,: <http://www.incan.org.mx/revistaincan/elementos/documentosPortada/1294860259.pdf>
- MIDUVI, M. d. (6 de Abril de 2011). Norma Ecuatoriana de Construcción NEC 10. *Instalaciones Electromecánicas Capítulo 15*. Quito, Pichincha, Ecuador.

- Santa, S. R. (13 de Diciembre de 2011). *AVI Latinoamerica*. Recuperado el 28 de 11 de 2013, de <http://www.avilatinoamerica.com/201112131677/articulos/audio/hospitales-requieren-sonido-integrado.html>
- Siemens AG Medical Solutions Angiography, F. a. (agosto de 2009). *Global Siemens*. Recuperado el 20 de 03 de 2014, de Global Siemens: [www.siemens.com/healthcare](http://www.siemens.com/healthcare)
- Siemens AG Medical Solutions Angiography, F. a. (Agosto de 2010). *Global Siemens*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de Global Siemens: [www.siemens.com/healthcare](http://www.siemens.com/healthcare)
- Siemens Medical Solutions USA, I. S. (Septiembre de 2010). *Siemens Medical Solutions USA, Inc.* Recuperado el 16 de Junio de 2014, de Siemens Medical Solutions USA, Inc.: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)
- Siemens Medical Solutions USA, I. U. (Febrero de 2008). *Siemens Medical Solutions USA, Inc.* Recuperado el 16 de Junio de 2014, de Siemens Medical Solutions USA, Inc.: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)
- *Soluciones de Mercado (Bosch Security)*. (2007). Recuperado el 24 de 11 de 2013, de [http://www.boschsecurity.com.mx/servicios/marketing/mercados/Soluciones%20de%20Mercado\\_Salud.pdf](http://www.boschsecurity.com.mx/servicios/marketing/mercados/Soluciones%20de%20Mercado_Salud.pdf)
- Tomography, S. A. (Junio de 2010). *Global Siemens*. Recuperado el 10 de Febrero de 2014, de Global Siemens: [www.siemens.com/healthcare](http://www.siemens.com/healthcare)

# **Anexo 1**

## **Especificaciones de los alimentadores**

<b>Especificaciones del Cable THHN-600V-75Grados</b>				
<b>Item</b>	<b>Calibre</b>	<b># Hilos</b>	<b>Corriente (A)</b>	<b>Area (mm<sup>2</sup>)</b>
1	20 AWG THHN 1 Hilo	1	10	0,519
2	18 AWG THHN 1 Hilo	1	10	0,823
3	16 AWG THHN 1 Hilo	1	15	1,31
4	14 AWG THHN 1 Hilo	1	25	2,08
5	12 AWG THHN 1 Hilo	1	30	3,31
6	10 AWG THHN 1 Hilo	1	40	5,26
7	8 AWG THHN 1 Hilo	1	55	8,34
8	16 AWG THHN 19 Hilos	19	15	1,31
8	14 AWG THHN 19 Hilos	19	25	2,08
9	12 AWG THHN 19 Hilos	19	30	3,31
10	10 AWG THHN 19 Hilos	19	40	5,26
11	8 AWG THHN 7 Hilos	7	55	8,37
12	6 AWG THHN 7 Hilos	7	75	13,3
13	4 AWG THHN 7 Hilos	7	95	21,15
14	2 AWG THHN 7 Hilos	7	130	33,62
15	1/0 AWG THHN 19 Hilos	19	170	53,49
16	2/0 AWG THHN 19 Hilos	19	195	67,43
17	3/0 AWG THHN 19 Hilos	19	225	85,01
18	4/0 AWG THHN 19 Hilos	19	260	107,2

**Tabla 1:** Especificaciones del Cable THHN-600V-75 Grados.

<b>Especificaciones del Cable SUPERFLEX</b>				
<b>Item</b>	<b>Calibre</b>	<b># Hilos</b>	<b>Corriente (A)</b>	<b>Area (mm<sup>2</sup>)</b>
1	14	16	30	2,08
2	12	26	40	3,31
3	10	40	52	5,26
4	8	60	70	8,37
10	6	96	91	13,3
11	4	156	123	21,2
12	3	196	145	26,7
13	2	241	165	33,6
14	1	312	190	42,4
15	1/0	374	218	53,5
16	2/0	475	257	67,4
17	3/0	608	305	85
18	4/0	779	354	107

**Tabla 2:** Especificaciones del Cable SUPERFLEX de Cablec.

# **Anexo 2**

**Cuadros de carga de todos los sistemas  
eléctricos**

SUBTABLERO ILUMINACION SI															
Cálculo para los alimentadores y protección del sub tablero a cada salida de los circuitos.															
Item	Circ.	Designación Del Circuito	# Puntos	# fases	V, Circuito (V)	fp	P inst. (W)	S inst. (VA)	I (A)	Amar R	Rojo S	Azul T	# POLOS	Protección Circuito	Cable Alimentador
1	I0.1	Iluminación	16	1	121	0,92	880,00	956,52	7,91	1,0			1	IP-15A	2x12+1x14
2	I0.2	Iluminación	14	1	121	0,92	770,00	836,96	6,92			1,0	1	IP-15A	2x12+1x14
3	I0.3	Iluminación	10	1	121	0,92	550,00	597,83	4,94	1,0			1	IP-15A	2x12+1x14
4	I0.4	Iluminación	10	1	121	0,92	550,00	597,83	4,94	1,0			1	IP-15A	2x12+1x14
5	I0.5	Iluminación	13	1	121	0,92	715,00	777,17	6,42			1,0	1	IP-15A	2x12+1x14
6	I0.6	Iluminación	13	1	121	0,92	715,00	777,17	6,42		1,0		1	IP-15A	2x12+1x14
7	I0.7	Iluminación	8	1	121	0,92	440,00	478,26	3,95			1,0	1	IP-15A	2x12+1x14
8	I0.8	Iluminación	15	1	121	0,92	825,00	896,74	7,41		1,0		1	IP-15A	2x12+1x14
TOTALES							5.445	5.918		17,8	13,8	17,3			

Cálculo para los alimentadores y protección del tablero principal al sub tablero.

**Imax (A):** 18 A  
**Idiseño(A):** 13 A

$\rho = 0,017241 \left[ \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$  Resistividad del cobre  
 $l = 13$  [A] Intensidad por el conductor

$L = 19$  [m] Longitud del alimentador  
 $\Delta V = 5$  [V] Caída de voltaje permitida

De donde:  $A = 2 \frac{\rho L I}{\Delta V}$   $A = 1,70$  [mm<sup>2</sup>] Area mínima del conductor

Calibre necesario por A= 14 AWG  $A = 2,08$  [mm<sup>2</sup>]  
 Calibre necesario por I= 16 AWG  $I_{\text{max}} = 15$  A  
 Calibre escogido = 10 AWG  $A = 5,26$  [mm<sup>2</sup>] **Imax=** 40 A **Brk=** 30 OK

**Alimentador:** 4x10+1x12 AWG **Máxima:**  $\Delta V = 2 \rho \frac{L}{A} I$   $\Delta V = 1,62$  V

**Tabla 3:** Cálculos del sub tablero de iluminación.

SUB TABLERO FUERZAS (SF)															
Cálculo para los alimentadores y protección del sub tablero a cada salida de los circuitos.															
Item	Circ.	Designación Del Circuito	# Puntos	# fases	V, Circuito (V)	fp	P inst. (W)	S inst. (VA)	I (A)	Amar R	Rojo S	Azul T	# POLOS	Protección Circuito	Cable Alimentador
1	F1.1	Fuerzas	7	1	121	0,92	1750,00	1902,17	15,72	1,0			1	IP-20A	2x12+1x14
2	F1.2	Fuerzas	8	1	121	0,92	2000,00	2173,91	17,97		1,0		1	IP-20A	2x12+1x14
3	F1.3	Fuerzas	6	1	121	0,92	1500,00	1630,43	13,47			1,0	1	IP-15A	2x12+1x14
4	F1.4	Fuerzas	5	1	121	0,92	1250,00	1358,70	11,23	1,0			1	IP-15A	2x12+1x14
5	F1.5	Fuerzas	6	1	121	0,92	1500,00	1630,43	13,47		1,0		1	IP-15A	2x12+1x14
6	F1.6	Fuerzas	8	1	121	0,92	2000,00	2173,91	17,97			1,0	1	IP-20A	2x12+1x14
7	F1.7	Fuerzas	8	1	121	0,92	2000,00	2173,91	17,97	1,0			1	IP-20A	2x12+1x14
8	F1.8	Fuerzas	8	1	121	0,92	2000,00	2173,91	17,97		1,0		1	IP-20A	2x12+1x14
9	F1.9	Fuerzas	8	1	121	0,92	2000,00	2173,91	17,97			1,0	1	IP-20A	2x12+1x14
10	FAA1.1	Evaporadoras	7	2	210	0,92	1400,00	1.521,74	7,25	1,0		1,0	2	2P-15A	2x12+1x14
11	FAA1.2	Evaporadoras	9	2	210	0,92	1800,00	1.956,52	9,32	1,0	1,0		2	2P-15A	2x12+1x14
TOTALES							19.200	20.870		61,5	58,7	56,7			

Cálculo para los alimentadores y protección del tablero principal al sub tablero.

**Imax (A)** 62 A  
**Idiseño(A)** 46 A

$\rho = 0,017241 \left[ \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$  Resistividad del cobre  
 $l = 46$  [A] Intensidad por el conductor

$L = 18$  [m] Longitud del alimentador  
 $\Delta V = 5$  [V] Caída de voltaje permitida

De donde:  $A = 2 \frac{\rho L I}{\Delta V}$   $A = 5,73$  [mm<sup>2</sup>] Area mínima del conductor

Calibre necesario por A= 8 AWG  $A = 8,34$  [mm<sup>2</sup>]  
 Calibre necesario por I= 8 AWG  $I_{\text{max}} = 55$  A  
 Calibre escogido = 8 AWG  $A = 8,34$  [mm<sup>2</sup>] **Imax=** 55 A **Brk=** 50 OK

**Alimentador:** 4x8+1x10 AWG **Máxima:**  $\Delta V = 2 \rho \frac{L}{A} I$   $\Delta V = 3,43$  V

**Tabla 4:** Cálculos del sub tablero de fuerzas.

SUB TABLERO FUERZAS REGULADAS (SFR)															
Cálculo para los alimentadores y protección del sub tablero a cada salida de los circuitos.															
Item	Circ.	Designación Del Circuito	# Puntos	# fases	V, Circuito (V)	fp	P inst. (W)	S inst. (VA)	I (A)	Amar R	Rojo S	Azul T	# POLOS	Protección Circuito	Cable Alimentador
1	FR1.1	Fuerzas Reguladas	4	1	121	0,92	1000,00	1086,96	8,98			1,0	1	1P-15A	2x12+1x14
2	FR1.2	Fuerzas Reguladas	4	1	121	0,92	1000,00	1086,96	8,98			1,0	1	1P-15A	2x12+1x14
3	FR1.3	Fuerzas Reguladas	6	1	121	0,92	1500,00	1630,43	13,47	1,0			1	1P-15A	2x12+1x14
4	FR1.4	Fuerzas Reguladas	2	1	121	0,92	500,00	543,48	4,49	1,0			1	1P-15A	2x12+1x14
5	FR1.5	Fuerzas Reguladas	5	1	121	0,92	1250,00	1358,70	11,23		1,0		1	1P-15A	2x12+1x14
6	FR1.6	Fuerzas Reguladas	2	1	121	0,92	500,00	543,48	4,49	1,0			1	1P-15A	2x12+1x14
7	FR1.7	Fuerzas Reguladas	3	1	121	0,92	750,00	815,22	6,74		1,0		1	1P-15A	2x12+1x14
<b>TOTALES</b>							<b>6.500</b>	<b>7.065</b>		<b>22,5</b>	<b>18,0</b>	<b>18,0</b>			

Cálculo para los alimentadores y protección del tablero principal al sub tablero.

**Imax (A):** 23 A  
**Idiseño(A):** 23 A

$\rho = 0,017241 \left[ \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$  Resistividad del cobre  
 $l = 23$  [A] Intensidad por el conductor

$L = 18$  [m] Longitud del alimentador  
 $\Delta V = 5$  [V] Caída de voltaje permitida

De donde:  $A = 2 \frac{\rho L I}{\Delta V}$   $A = 2,79$  [mm<sup>2</sup>] Area mínima del conductor

Calibre necesario por A= 12 AWG  $A = 3,31$  [mm<sup>2</sup>]  
 Calibre necesario por I= 14 AWG  $I_{\text{max}} = 25$  A  
 Calibre escogido = 10 AWG  $A = 5,26$  [mm<sup>2</sup>]  $I_{\text{max}} = 40$  A **Brk= 30 OK**

**Alimentador:** 4x10+1x12 AWG **Máxima:**  $\Delta V = 2 \rho \frac{L}{A} I$   $\Delta V = 2,65$  V

**Tabla 5:** Cálculos del sub tablero de fuerzas reguladas.

SUB TABLERO DE FUERZAS ESPECIALES (SFE)															
Cálculo para los alimentadores y protección del sub tablero a cada salida de los circuitos.															
Item	Circ.	Designación Del Circuito	# Puntos	# fases	V, Circuito (V)	fp	P inst. (W)	S inst. (VA)	I (A)	Amar R	Rojo S	Azul T	# POLOS	Protección Circuito	Cable Alimentador
1	FE1.1	Fuerza Especial	1	2	210	0,92	4500,00	5000,00	23,81		1,0	1,0	2	2P-30A	2x12+1x14
2	FE1.2	Fuerza Especial	1	3	210	0,92	2700,00	3000,00	8,26	1,0	1,0	1,0	3	3P-15A	3x12+2x14
3	FE1.3	Fuerza Especial	1	3	210	0,92	2700,00	3000,00	8,26	1,0	1,0	1,0	3	3P-15A	3x12+2x14
4	FE1.4	Fuerza Especial	1	2	210	0,92	3000,00	3260,87	15,53	1,0		1,0	2	2P-20A	2x12+1x14
5	FE1.5	Fuerza Especial	1	2	210	0,92	6750,00	7500,00	35,71	1,0	1,0		2	2P-40A	2x10+1x12
<b>TOTALES</b>							<b>19.650</b>	<b>21.761</b>		<b>67,8</b>	<b>76,0</b>	<b>55,9</b>			

Cálculo para los alimentadores y protección del tablero principal al sub tablero.

**Imax (A):** 76 A  
**Idiseño(A):** 76 A

$\rho = 0,017241 \left[ \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$  Resistividad del cobre  
 $l = 76$  [A] Intensidad por el conductor

$L = 17$  [m] Longitud del alimentador  
 $\Delta V = 5$  [V] Caída de voltaje permitida

De donde:  $A = 2 \frac{\rho L I}{\Delta V}$   $A = 8,91$  [mm<sup>2</sup>] Area mínima del conductor

Calibre necesario por A= 6 AWG  $A = 13,3$  [mm<sup>2</sup>]  
 Calibre necesario por I= 6 AWG  $I_{\text{max}} = 91$  A  
 Calibre escogido = 6 AWG  $A = 13,3$  [mm<sup>2</sup>]  $I_{\text{max}} = 91$  A **Brk= 80 OK**

**Alimentador:** 4x6+1x6 AWG **Máxima:**  $\Delta V = 2 \rho \frac{L}{A} I$   $\Delta V = 3,35$  V

**Tabla 6:** Cálculos del sub tablero de tomacorrientes especiales.

TABLERO PRINCIPAL TPDI 220 V															
Cálculo para los alimentadores y protección del tablero principal a los sub tableros.															
Item	Circ.	Designación Del Circuito	# Puntos	# fases	V, Circuito (V)	fp	P inst. (W)	S inst. (VA)	I (A)	Amar R	Rojo S	Azul T	# POLOS	Protección Circuito	Cable Alimentador
1	SI	Sub tablero Iluminación	1	3	210	0,92	5445,00	5918,48	16,29	1,0	1,0	1,0	3	3P-30A	4x10+1x12
2	SF	Sub tablero Fuerzas	1	3	210	0,92	19200,00	20869,57	57,44	1,0	1,0	1,0	3	3P-60A	4x6+1x8
3	SFR	Sub tablero Fuerzas Reguladas	1	3	210	0,92	6500,00	7065,22	19,45	1,0	1,0	1,0	3	3P-30A	4x10+1x12
4	SFE	Sub tablero Fuerzas Especiales	1	3	210	0,92	19650,00	21358,70	58,79	1,0	1,0	1,0	3	3P-80A	4x6+1x6
5	UE-1	Condensadora	1	3	210	0,92	25200,00	27391,30	75,40	1,0	1,0	1,0	3	3P-20A	4x4+1x6
6	SFRR	Fuerza Regulada Rack	1	3	210	0,92	6750,00	7500,00	19,71	1,0	1,0	1,0	3	3P-30A	4x10+1x12
TOTALES							82.745	90.103		247,1	247,1	247,1			

Cálculo para los alimentadores y protección del transformador al tablero principal.

**Imax (A):** 247 A  
**Idiseño(A):** 185 A

$\rho = 0,017241 \left[ \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$  Resistividad del cobre  
 $l = 185$  [A] Intensidad por el conductor

$L = 32$  [m] Longitud del alimentador  
 $\Delta V = 5$  [V] Caída de voltaje permitida

De donde:  $A = 2 \frac{\rho L I}{\Delta V}$   $A = 40,90$  [mm<sup>2</sup>] Area mínima del conductor

Calibre necesario por A= 1 SUPERFLEX  $A = 42,4$  [mm<sup>2</sup>]  
 Calibre necesario por I= 1 SUPERFLEX  $I_{\text{max}} = 190$  A  
 Calibre escogido = 1 SUPERFLEX  $A = 42,4$  [mm<sup>2</sup>]  $I_{\text{max}} = 190$  A **Brk= 190 OK**

**Alimentador:** 4x1+1x2 SUPERFLEX **Máxima:**  $\Delta V = 2 \rho \frac{L}{A} I$   $\Delta V = 4,82$  V

**Tabla 7:** Cálculos del tablero principal de 220 V.

SUB TABLERO SRX1															
Cálculo para los alimentadores y protección del sub tablero a la salida para el equipo.															
Item	Circ.	Designación Del Circuito	# Puntos	# fases	V, Circuito (V)	fp	P inst. (W)	S inst. (VA)	I (A)	Amar R	Rojo S	Azul T	# POLOS	Protección Circuito	Cable Alimentador
1	RX1	Sub tablero Rayos X	1	3	480	0,92	37440,00	41600,00	50,10	1,0	1,0	1,0	3	3P-60A	3x6+2x8
TOTALES							37.440	41.600		50,1	50,1	50,1			

Cálculo para los alimentadores y protección del tablero principal al Sub tablero.

**Imax (A)** 50 A  
**Idiseño(A)** 50 A

$\rho = 0,017241 \left[ \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$  Resistividad del cobre  
 $l = 50$  [A] Intensidad por el conductor

$L = 24$  [m] Longitud del alimentador  
 $\Delta V = 5$  [V] Caída de voltaje permitida

De donde:  $A = 2 \frac{\rho L I}{\Delta V}$   $A = 8,29$  [mm<sup>2</sup>] Area mínima del conductor

Calibre necesario por A= 8 AWG  $A = 8,34$  [mm<sup>2</sup>]  
 Calibre necesario por I= 8 AWG  $I_{\text{max}} = 55$  A  
 Calibre escogido = 6 AWG  $A = 13,3$  [mm<sup>2</sup>]  $I_{\text{max}} = 75$  A **Brk= 60 OK**

**Alimentador:** 4x6+1x8 AWG **Máxima:**  $\Delta V = 2 \rho \frac{L}{A} I$   $\Delta V = 3,12$  V

**Tabla 8:** Cálculos del Sub tablero del equipo rayos x 1.

SUB TABLERO SRX2															
Cálculo para los alimentadores y protección del sub tablero a la salida para el equipo.															
Item	Circ.	Designación Del Circuito	# Puntos	# fases	V, Circuito (V)	fp	P inst. (W)	S inst. (VA)	I (A)	Amar R	Rojo S	Azul T	# POLOS	Protección Circuito	Cable Alimentador
1	RX2	Sub tablero Rayos X	1	3	480	0,92	37440,00	41600,00	50,10	1,0	1,0	1,0	3	3P-60A	3x6+2x8
TOTALES							37,440	41,600		50,1	50,1	50,1			

Cálculo para los alimentadores y protección del tablero principal al Sub tablero.

**Imax (A):** 50 A  
**Idiseño(A):** 50 A

$\rho = 0,017241 \left[ \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{mt}} \right]$  Resistividad del cobre  
 $l = 50$  [A] Intensidad por el conductor

$L = 21$  [mt] Longitud del alimentador  
 $\Delta V = 5$  [V] Caída de voltaje permitida

De donde:  $A = 2 \frac{\rho L I}{\Delta V}$   $A = 7,26$  [mm<sup>2</sup>] Area mínima del conductor

Calibre necesario por A= 8 AWG  $A = 8,34$  [mm<sup>2</sup>]  
 Calibre necesario por I= 8 AWG  $Imax = 55$  A  
 Calibre escogido = 6 AWG  $A = 8,34$  [mm<sup>2</sup>]  $Imax = 75$  A  $Brk = 60$  OK

Alimentador: 4x6+1x8 AWG  $Máxima: \Delta V = 2 \rho \frac{L}{A} I$   $\Delta V = 4,35$

**Tabla 9:** Cálculos del Sub tablero del equipo rayos x 2.

SUB TABLERO SRX3															
Cálculo para los alimentadores y protección del sub tablero a la salida para el equipo.															
Item	Circ.	Designación Del Circuito	# Puntos	# fases	V, Circuito (V)	fp	P inst. (W)	S inst. (VA)	I (A)	Amar R	Rojo S	Azul T	# POLOS	Protección Circuito	Cable Alimentador
1	RX3	Sub tablero Rayos X	1	3	480	0,92	37440,00	41600,00	50,10	1,0	1,0	1,0	3	3P-60A	3x6+2x8
TOTALES							37,440	41,600		50,1	50,1	50,1			

Cálculo para los alimentadores y protección del tablero principal al Sub tablero.

**Imax (A)** 50 A  
**Idiseño(A)** 50 A

$\rho = 0,017241 \left[ \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{mt}} \right]$  Resistividad del cobre  
 $l = 50$  [A] Intensidad por el conductor

$L = 9$  [mt] Longitud del alimentador  
 $\Delta V = 5$  [V] Caída de voltaje permitida

De donde:  $A = 2 \frac{\rho L I}{\Delta V}$   $A = 3,11$  [mm<sup>2</sup>] Area mínima del conductor

Calibre necesario por A= 12 AWG  $A = 3,31$  [mm<sup>2</sup>]  
 Calibre necesario por I= 8 AWG  $Imax = 55$  A  
 Calibre escogido = 6 AWG  $A = 8,34$  [mm<sup>2</sup>]  $Imax = 75$  A  $Brk = 60$  OK

Alimentador: 4x6+1x8 AWG  $Máxima: \Delta V = 2 \rho \frac{L}{A} I$   $\Delta V = 1,86$

**Tabla 10:** Cálculos del Sub tablero del equipo rayos x 3.

SUBTABLERO STAC															
Cálculo para los alimentadores y protección del sub tablero a la salida para el equipo.															
Item	Circ.	Designación Del Circuito	# Puntos	# fases	V, Circuito (V)	fp	P inst. (W)	S inst. (VA)	I (A)	Amar R	Rojo S	Azul T	# POLOS	Protección Circuito	Cable Alimentador
1	TOM	Subtablero Tomógrafo	1	3	480	0,92	112500,00	125000,00	150,53	1,0	1,0	1,0	3	3P-160A	3x10+2x2
TOTALES							112,500	125,000		150,5	150,5	150,5			

Cálculo para los alimentadores y protección del tablero principal al Sub tablero.

**Imax (A)** 151 A  
**Idiseño(A)** 151 A

$\rho = 0,017241 \left[ \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{mt}} \right]$  Resistividad del cobre  
 $l = 151$  [A] Intensidad por el conductor

$L = 34$  [mt] Longitud del alimentador  
 $\Delta V = 5$  [V] Caída de voltaje permitida

De donde:  $A = 2 \frac{\rho L I}{\Delta V}$   $A = 35,29$  [mm<sup>2</sup>] Area mínima del conductor

Calibre necesario por A= 1/0 AWG  $A = 53,49$  [mm<sup>2</sup>]  
 Calibre necesario por I= 1/0 AWG  $Imax = 170$  A  
 Calibre escogido = 1/0 AWG  $A = 53,49$  [mm<sup>2</sup>]  $Imax = 170$  A  $Brk = 160$  OK

Alimentador: 4x10+1x2 AWG  $Máxima: \Delta V = 2 \rho \frac{L}{A} I$   $\Delta V = 3,30$

**Tabla 11:** Cálculos del Sub tablero del equipo tomógrafo.

**TABLERO PRINCIPAL TPDE 480V**

Cálculo para los alimentadores y protección del tablero principal a los sub tableros.

Item	Circ.	Designación Del Circuito	# Puntos	# fases	V. Circuito (V)	f <sub>p</sub>	P inst. (W)	S inst. (VA)	I (A)	Amar R	Rojo S	Azul T	# POLOS	Protección Circuito	Cable Alimentador
1	RX1	Sub tablero Rayos X 1	1	3	480	0,92	37440,00	41600,00	50,10	1,0	1,0	1,0	3	3P-60A	4x6+1x8
2	RX2	Sub tablero Rayos X 2	1	3	480	0,92	37440,00	41600,00	50,10	1,0	1,0	1,0	3	3P-60A	4x6+1x8
3	RX3	Sub tablero Rayos X 3	1	3	480	0,92	37440,00	41600,00	50,10	1,0	1,0	1,0	3	3P-60A	4x6+1x8
4	TOM	Sub tablero Tomografo	1	3	480	0,92	112500,00	125000,00	150,53	1,0	1,0	1,0	3	3P-160A	4x10+1x2
<b>TOTALES</b>								<b>224.820</b>	<b>249.800</b>		<b>300,8</b>	<b>300,8</b>	<b>300,8</b>		

Cálculo para los alimentadores y protección del transformador al tablero principal.

**I<sub>max</sub> (A)**                      **301 A**

**I<sub>diseño</sub> (A)**                      **301 A**

$\rho =$                       0,017241  $\left[ \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{mt}} \right]$  Resistividad del cobre  
 $I =$                       301 [A] Intensidad por el conductor

$L =$  41 [mt] Longitud del alimentador  
 $\Delta V =$  5 [V] Caída de voltaje permitida

De donde:  $A = 2 \frac{\rho L I}{\Delta V}$        $A =$  85,05 [mm<sup>2</sup>] Area mínima del conductor

Calibre necesario por A= 4/0 SUPERFLEX      A = 107 [mm<sup>2</sup>]

Calibre necesario por I= 3/0 SUPERFLEX      I<sub>max</sub>= 305 A

Calibre escogido = 4/0 SUPERFLEX      A = 107 [mm<sup>2</sup>]

**I<sub>max</sub>**= 354 A                      **Brk**= 320 OK

**Alimentador:** 4x4/0+1x3/0 SUPERFLEX                      **Máxima:**  $\Delta V = 2 \rho \frac{L}{A} I$        $\Delta V =$  3,97

**Tabla 12:** Cálculos del tablero principal de 480 V.

# **Anexo 3**

## **Planos de los sistemas eléctricos y electrónicos**