

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

PLAN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN EL CENTRO QUIRÚRGICO DEL HOSPITAL PEDIÁTRICO BACA ORTIZ

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA

EFRAÍN EDUARDO SORIA TOPA

efraineduardosoria@hotmail.com

DIRECTORA: Msc. Ing. GABRIELA FERNANDA ARAUJO VIZUETE

gabriela.araujo@epn.edu.ec

CODIRECTOR: Mba. Ing. JORGE EDUARDO RAFAEL LOZA CEDEÑO

jorge.loza@epn.edu.ec

Quito, Diciembre 2016

DECLARACIÓN

Yo, Efraín Eduardo Soria Topa, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Efraín Eduardo Soria Topa

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Efraín Eduardo Soria Topa, bajo mi supervisión.

Msc. Ing. Gabriela Araujo

DIRECTORA DE PROYECTO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Efraín Eduardo Soria Topa, bajo mi supervisión.

Mba. Ing. Jorge Loza

CODIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Luis Alfonso Soria y María Dioselina Topa, por la paciencia y todo el apoyo entregado en mi desarrollo personal y en la formación profesional en la Escuela Politécnica Nacional.

A mis hermanas Susana, Elba y María Piedad que han estado en todos los momentos de satisfacción de mi formación profesional.

A los Jefes de mantenimiento del Hospital Pediátrico Baca Ortiz, Arq. Alejandro Sánchez, Ing. Fernando Salazar, Msc. Edgar Usca y al Arq. Isaac Vera, por darme la oportunidad para realizar la tesis en el Centro Quirúrgico.

A los Ingenieros Gabriela Araujo, Jorge Loza, Carlos Pavón y Fernando Jácome J por compartir sus conocimientos en el desarrollo de esta tesis.

Al personal de mantenimiento eléctrico y mantenimiento electromecánico por la colaboración en el desarrollo de este proyecto.

Efraín Soria

DEDICATORIA

A mis padres, Alfonso y Dioselina.

A mis hermanas, Susana, Elba y María Piedad.

A mi cuñado, Miguel Ángel.

A mis sobrinos, Joel y Christian.

A mis sobrinas, Milena, Daniela y Abigail.

A mis amigos.

Efraín Soria

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	XIII
PRESENTACIÓN	XV
CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES	1
1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS AMBIENTES EN EL CENTRO QUIRÚRGICO.	1
1.1.1 Centro Quirúrgico	2
1.1.2 Hospital del día.....	7
1.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS HOSPITALARIAS.....	7
1.2.1 Conceptos básicos	7
CAPÍTULO 2	25
ESTUDIO TÉCNICO DE CARGA.....	25
2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN ARQUITECTÓNICA Y ELÉCTRICA. 25	
2.1.1 Información arquitectónica	25
2.1.2 Información eléctrica	26
2.1.3 Estudio de demanda a nivel de subtableros.....	36
2.2 DIAGRAMAS UNIFILARES ELÉCTRICOS.....	39
2.3 LEVANTAMIENTO DE CARGA INSTALADA	40
2.4 COMPONENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL CENTRO QUIRÚRGICO	
.....	42
2.4.1 Sistema de alimentación normal.....	42
2.4.2 Sistema de alimentación de emergencia en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz	42
2.4.3 Sistema de transferencia.....	44
2.4.4 Centros de carga	45
CAPÍTULO 3	46
NORMATIVAS ELÉCTRICAS EN HOSPITALES.....	46

3.1	NORMAS ELÉCTRICAS INTERNACIONALES	46
3.1.1	NFPA 99-Health Care Facilities 2005.....	46
3.1.2	IEEE Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities.	47
3.1.3	NFPA 70 - National Electrical Code (NEC).....	47
3.1.4	Comisión Electrotécnica Internacional (C.E.I)	48
3.2	NORMAS ELÉCTRICAS ECUATORIANAS.....	48
3.2.1	NEC-10 Instalaciones electromecánicas	48
3.2.2	Código eléctrico nacional CPE INEN 019 (2001)	49
CAPÍTULO 4		50
PLAN DE MANTENIMIENTO DE PUNTOS CRÍTICOS		50
4.1	TIPOS DE MANTENIMIENTO	51
4.1.1	Mantenimiento predictivo.....	51
4.1.2	Mantenimiento preventivo	52
4.1.3	Mantenimiento correctivo	53
4.2	ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	54
4.2.1	Mantenimiento del sistema de puestas a tierra [16]	54
4.2.2	Mantenimiento en el cableado eléctrico	58
4.2.3	Mantenimiento del sistema de respaldo ininterrumpido (UPS).....	60
4.2.4	Mantenimiento del grupo electrógeno	63
4.3	ELABORACIÓN DE UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	77
4.3.1	Razones para la creación del cronograma de Mantenimiento Preventivo [15]	77
4.3.2	Cronogramas de mantenimiento preventivo.....	78
4.4	REGISTRO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	81
4.4.1	Plantillas de trabajo para mantenimiento preventivo	81
4.4.2	Plantilla de trabajo para mantenimiento correcto.....	88
4.5	CONTROL DE CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO .	89
4.5.1	Indicador de cumplimiento (KPI).....	92

4.5.2 Fichas técnicas de ups y grupo electrógeno	94
4.5.3 Historial de mantenimiento	97
CAPÍTULO 5	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
5.1 CONCLUSIONES.....	99
5.2 RECOMENDACIONES.....	101
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXOS	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 - Distribución de zonas en el centro quirúrgico	3
Tabla 1-2 – Programación para los servicios de especialidades en el centro quirúrgico	5
Tabla 1-3 – Capacidad de corriente para conductores TW y THHN. Calibre 14 a 1 AWG. Temperatura ambiente 30°C.....	8
Tabla 1-4 – Código de colores para conductores en circuitos aislados.....	9
Tabla 1-5– Resistencia en el cuerpo humano [5]	15
Tabla 1-6 – Efectos fisiológicos de la corriente en los seres humanos [3]	16
Tabla 1-7 – Partes de tablero de aislamiento [12].....	22
Tabla 2-1 – Cuadro de diagrama unifilar macro	27
Tabla 2-2 – Características de los tableros de aislamiento	32
Tabla 2-3 – Carga en VA de tomacorrientes simples y múltiples [13]	36
Tabla 2-4 – Significado de las abreviaturas de los cuadros de carga	40
Tabla 2-5 - Cuadro de cargas subtableros sistema de fuerza calor negro TCN centro quirúrgico y hospital del día.....	41
Tabla 4-1 – Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo	51
Tabla 4-2 – Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.....	52
Tabla 4-3 – Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.....	53
Tabla 4-4 – Valores recomendados para resistencia de puestas a tierra [16].....	56
Tabla 4-5 – Acciones correctivas en función de la resistencia de malla a tierra [16].	57
Tabla 4-6 – Par de apriete de elementos de sujeción [18]	59
Tabla 4-7 – Acciones correctivas en función de la temperatura [18].....	60
Tabla 4-8 – Actividades para mantenimiento preventivo de UPS.....	61
Tabla 4-9 – Problemas en UPS y sus acciones correctivas [20]	62
Tabla 4-10 – Actividades mensuales en el grupo electrógeno [3]	64
Tabla 4-11 – Actividades mensuales en el grupo electrógeno [3]	65
Tabla 4-12 – Inspección en el grupo electrógeno [3].....	66
Tabla 4-13 – Inspección en el sistema de combustible [3]	66
Tabla 4-14 – Inspección semestral en el grupo electrógeno [3]	66

Tabla 4-15 – Inspección anual en el grupo electrógeno [3].....	67
Tabla 4-16 – Problemas en Grupo electrógeno y medidas a tomar [21]	71
Tabla 4-17 – Problemas en Grupo electrógeno y medidas a tomar [21]	72
Tabla 4-18 – Problemas en Grupo electrógeno y medidas a tomar [21]	73
Tabla 4-19 – Problemas en Grupo electrógeno y medidas a tomar [21]	74
Tabla 4-20 – Problemas en Grupo electrógeno y medidas a tomar [21]	75
Tabla 4-21 – Problemas en Grupo electrógeno y medidas a tomar [21]	76
Tabla 4-22 - Cronograma de mantenimiento preventivo eléctrico del grupo electrógeno [3]	79
Tabla 4-23 - Cronograma de mantenimiento preventivo del sistema de puesta a tierra	79
Tabla 4-24 – Cronograma de mantenimiento preventivo del cableado	80
Tabla 4-25 - Cronograma de mantenimiento preventivo de UPS	80
Tabla 4-26 - Plantilla de trabajo para puestas a tierra.....	82
Tabla 4-27 - Plantilla de trabajo para conductores en tableros	83
Tabla 4-28 - Plantilla de trabajo para UPS Online.....	84
Tabla 4-29 - Plantilla de trabajo para grupo electrógeno.....	86
Tabla 4-30 - Registro de actividades de mantenimiento correctivo	88
Tabla 4-31 – Control de cumplimiento de actividades de mantenimiento en cronograma	91
Tabla 4-32 – Comprobación de tareas de mantenimiento planificadas en (%)	92
Tabla 4-33 – Ejemplo de indicador de cumplimiento (KPI) diario	93
Tabla 4-34 - Tareas de mantenimiento planificadas en (%) no cumple objetivo	94
Tabla 4-35 – Ficha técnica de UPS	95
Tabla 4-36 – Ficha técnica grupo electrógeno	96
Tabla 4-37 – Historial de mantenimiento preventivo y/o correctivo	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Zonas del centro quirúrgico.....	6
Figura 1-2 - Sistema eléctrico ampliado típico de hospitales. [2].....	11
Figura 1-3 – Tomacorrientes tipo hospital en quirófanos	12
Figura 1-4 – Tomacorriente en pasillos	12
Figura 1-5 – Grupo electrógeno Hospital Pediátrico Baca Ortiz.....	13
Figura 1-6 – Localización del grupo Electrógeno en el HBO.....	14
Figura 1-7 – Fuentes de poder ininterrumpible (UPS) online del HBO.....	15
Figura 1-8 – Cuarto con sistema equipotencial de conexión a tierra [6].....	18
Figura 1-9 - Sistema equipotencial de conexión a tierra en quirófanos [7].....	18
Figura 1-10 – Receptáculos de referencia a tierra en quirófanos.....	19
Figura 1-11 – Cables de tierra para uso en quirófanos [8]	19
Figura 1-12 – Mesa para instrumental quirúrgico	20
Figura 1-13 – Piso conductivo en los quirófanos.....	21
Figura 1-14 – Tablero de aislamiento en quirófanos	21
Figura 1-15 - Esquema de tablero aislado de tierra [11]	22
Figura 1-16 – Transformador de aislamiento en tablero de aislamiento.....	23
Figura 1-17 – Monitor de aislamiento LIM en tablero de aislamiento	24
Figura 2-1 – Quirófano del Hospital Pediátrico Baca Ortiz	25
Figura 2-2 – Tablero de distribución del centro quirúrgico y hospital del día.....	27
Figura 2-3 – Diagrama unifilar macro de distribución	28
Figura 2-4 – Tablero principal de emergencia sistema regulado (TPE - SR)	29
Figura 2-5 - Tablero principal de emergencia (TPE - SUB - CQ)	30
Figura 2-6 – Tablero de aislamiento centro quirúrgico.	31
Figura 2-7 - Tableros terminales STF y STA sin tapas en el centro quirúrgico	33
Figura 2-8 - Tablero terminal STFB sin tapa en el centro quirúrgico	34
Figura 2-9 – Subtablero de fuerza STF1	34
Figura 2-10 – Subtablero de alumbrado STA1	35
Figura 2-11 – Subtablero convencional (TCN)	35
Figura 2-12 – Tomacorrientes simples y múltiples con carga estimada en VA [4]	36

Figura 2-13 – Grupo electrógeno Caterpillar C18 del H.B.O.	43
Figura 2-14 – UPS online en el centro quirúrgico.....	44
Figura 4-1 – Errores de los sistemas de puesta a tierra (SPT) [16].....	55

RESUMEN

El presente proyecto de titulación denominado “Plan de Mantenimiento Eléctrico en el Centro Quirúrgico del Hospital Pediátrico Baca Ortiz” aborda desde las definiciones básicas de instalaciones eléctricas en hospitales, estudio técnico de carga, normativas eléctricas en hospitales y el plan de mantenimiento de puntos críticos.

Este proyecto de titulación consta de cinco capítulos que se detallara en los siguientes párrafos.

En el primer capítulo, se clasifican los ambientes del centro quirúrgico por zonas, haciendo referencia a los servicios que presta cada área, con el objeto de comprender las protecciones de bioseguridad necesarias según el área de trabajo. Además, se puso énfasis en conceptos básicos de instalaciones eléctricas hospitalarias enfocados en quirófanos.

En el segundo capítulo, se detalla el levantamiento del sistema eléctrico del centro quirúrgico y hospital del día; de los elementos que conforman el sistema eléctrico, comenzando por el grupo electrógeno, sistema convencional de energía, sistema de alimentación interrumpida UPS, tableros de distribución de emergencias, subtableros de iluminación, fuerza y aislados.

En el tercer capítulo, se hace un análisis de las normativas nacionales e internacionales más conocidas en nuestro país. Las normativas nacionales analizadas son: el Código Eléctrico Nacional CPE INEN 019 y Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-10, capítulo 15, Instalaciones electromecánicas. Mientras que las normativas internacionales analizadas son: NFPA 99-Health Care Facilities 2005, IEEE Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities, NFPA 70-National Electrical Code (NEC) y Comisión Electrotécnica Internacional (C.E.I).

En el cuarto capítulo, se definen los tipos de mantenimiento más comunes en instalaciones hospitalarias, se elabora el programa de mantenimiento preventivo del sistema de puestas a tierra, subtableros de iluminación y fuerza, subtableros de aislamiento, grupo electrógeno y sistema de respaldo ininterrumpido (UPS).

En el quinto capítulo, conclusiones y recomendaciones; hechas analizando los capítulos anteriores y con conocimientos adquiridos en el centro quirúrgico y hospital del día durante la elaboración de esta tesis.

PRESENTACIÓN

En el presente proyecto se busca establecer el plan de mantenimiento preventivo y establecer criterios de mantenimiento correctivo eléctrico del centro quirúrgico del Hospital Pediátrico Baca Ortiz ubicado en la ciudad de Quito. El continuo suministro de energía eléctrica y posibles descargas de corrientes de fuga o falla a través del sistema de tierras dependen de la calidad de mantenimiento que se dé a los equipos e instalaciones eléctricas.

En el hospital y distintas casas de salud es necesario contar con energía eléctrica todos los días del año, las 24 horas del día. Secciones críticas como: centro quirúrgico, neonatología, UCI (unidad de cuidados intensivos), y demás áreas críticas requieren estar energizadas y respaldadas por sistemas de emergencias que suplan la energía eléctrica convencional cuando se suspende el servicio eléctrico convencional.

El mantenimiento del sistema de respaldo ininterrumpido (UPS), grupo electrógeno y cableado asegura que el servicio de energía eléctrica sea continuo y confiable en todo el centro quirúrgico; mientras que, el mantenimiento del sistema de puesta a tierra asegura que las corrientes de falla o fuga de los equipos de soporte de vida, corrientes electrostáticas en pisos conductivos y de todas las partes metálicas se descarguen a tierra evitando inconvenientes durante las intervenciones quirúrgicas y procesos postoperatorios.

El presente proyecto pretende contribuir y establecer un programa de mantenimiento enfocado a la realidad de las instalaciones y equipos existentes en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz para ello se desarrolla un cronograma donde se desarrollan las tareas requeridas en un año de trabajo con sus respectivas frecuencias. Además, se ha elaborado una plantilla estándar de registro de actividades de mantenimiento con el fin de comprobar el cumplimiento de los trabajos programados mediante la aplicación de un indicador de cumplimiento.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

El Hospital Pediátrico Baca Ortiz es una unidad del Ministerio de Salud Pública (MSP), por más de medio siglo ha cuidado de la salud de niños del país. Cuenta con estándares mundiales de acreditación en seguridad, calidad y calidez, convirtiéndose en un Hospital de referencia nacional e internacional. El Hospital se encuentra ubicado en el centro norte de la ciudad de Quito en la Av. Colón y Av. 6 de Diciembre. [1]

El presente proyecto pretende dotar de información relevante al departamento técnico encargado de realizar las labores de mantenimiento en el Hospital, es decir, de conceptos básicos en instalaciones eléctricas hospitalarias, normativa regulatoria, un programa de mantenimiento preventivo y la clasificación de zonas y los distintos niveles de acceso de seguridad.

1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS AMBIENTES EN EL CENTRO QUIRÚRGICO.

Para comenzar con el desarrollo del plan de mantenimiento eléctrico en los quirófanos, se realizaron visitas al centro quirúrgico, con el propósito de reconocer todos sus ambientes e identificar los subtableros de distribución de fuerza, de alumbrado, y de aislamiento.

El área quirúrgica es un conjunto de espacios e instalaciones especialmente acondicionadas y equipadas, selectivamente aisladas del resto del hospital, que constituye una unidad física funcionalmente diferenciada, cuya finalidad es ofrecer un lugar idóneo para tratar quirúrgicamente a los pacientes. Además, el centro quirúrgico

está ubicado junto a la unidad de pacientes en estado crítico UCI en el mismo piso del Hospital.

El centro quirúrgico tiene un área de 1.650 metros cuadrados y se distribuye en tres áreas: médica, administrativa y de apoyo. Está relacionado con el Hospital del día, permitiendo que los niños sometidos a intervenciones quirúrgicas puedan salir luego de su recuperación a sus respectivos hogares si la situación lo permite. También, está vinculado con la unidad de esterilización, donde se desinfectan mediante vapor los instrumentos para las cirugías, bandejas, etc.

El diseño arquitectónico del centro quirúrgico se lo ha realizado para favorecer las medidas de asepsia, a fin de prevenir la propagación de infecciones. La distribución de sus distintas áreas está diferenciada entre: zona restringida, semirestringida y no restringida.

1.1.1 Centro Quirúrgico

En esta área médica, se examina y trata a los pacientes administrando cuidados antes, durante y después de las intervenciones quirúrgicas. El centro quirúrgico está constituido por el conjunto de ambientes cuyas funciones giran alrededor de los quirófanos de distintas especialidades, en donde se realizan intervenciones para desinfectar, reparar, extraer y transferir órganos. Cada quirófano se lo utiliza para diferentes clases de intervenciones quirúrgicas, garantizando seguridad, confort y eficiencia. La circulación es restringida, ingresando únicamente personal autorizado con vestimenta quirúrgica estéril en condiciones de máxima seguridad con respecto a contaminaciones, avalando que los pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas estén libres de gérmenes, pues sus cuerpos están expuestos mientras duran las cirugías.

El personal del hospital autorizado para ingresar al centro quirúrgico, tiene tres niveles de acceso de restricción incrementada, que deben conocer detalladamente para ingresar a los quirófanos. Estas tres áreas delimitan las funciones y limitaciones, por

lo tanto, consideran aspectos como: contacto con otras unidades del hospital (zona negra), tipo de procedimientos que se realizan (zona gris) y alto nivel de bioseguridad (zona blanca). En la siguiente tabla se incluye un listado de las tres zonas mencionadas.

Tabla 1-1 - Distribución de zonas en el centro quirúrgico

ZONA NEGRA	ZONA GRIS	ZONA BLANCA
Hall de acceso o entrada al quirófano	Aislamiento	Preparación
Secretaría	Sala de recuperación o postquirúrgico	Utilería limpia de preparación
Sala de reuniones (auditorio)	Área de lavabos quirúrgicos	Utilería usada de preparación
Sitio de almacén o bodega Aseo o limpieza	Jefatura (oficina)	Almacenamiento de equipos
Vestidores de hombres y mujeres	Gestión de enfermería	Cuarto de equipos rayos x
Sala de espera de familiares	Utilería limpia de sala de recuperación	Cuarto de Torres y equipos
Baño de familiares visitas	Utilería sucia de sala de recuperación	Abastecimiento de equipos
	Lava chatas de sala de recuperación	Instrumental y material estéril
	Estaciones de enfermería de sala de recuperación	Abastecimiento bodega
	Almacén utilería	Bodega descentralizada (farmacia satélite)
	Pasillos	Quirófanos
	Central de gases CO2	
	Lavado ultrasónico	
	Cafetería	
	Residencias médicas	
	Cuarto de tableros eléctricos y rack	

Es necesario definir las tres zonas del centro quirúrgico para que el personal técnico que ingresa tenga las debidas precauciones de bioseguridad. A continuación se da las define las tres zonas.

1.1.1.1 *Zona negra o zona no restringida*

Es la primera área de restricción para el personal y los pacientes que ingresan al centro quirúrgico, su función es de barrera de protección. En esta se tiene contacto directo con otras unidades del hospital, por tanto, es un área contaminada la misma que es un punto de comunicación con el área gris por medio de las puertas de los vestidores, donde al personal autorizado se le proporciona el equipamiento necesario para ingresar en la zona gris.

1.1.1.2 *Zona gris o zona semi-restringida*

Área por donde transita personal de las salas de operaciones, tiene una circulación más o menos libre, ya que es requisito vestir todo el equipamiento quirúrgico. Esta zona es de uso propio para la ejecución de los procesos pre y post operatorios; necesita un nivel especial de limpieza que elimine los posibles riesgos de infecciones. Por esta zona, también se efectúa el acceso de suministros y equipos para las intervenciones quirúrgicas programadas, al igual que también se despacha material usado y retales.

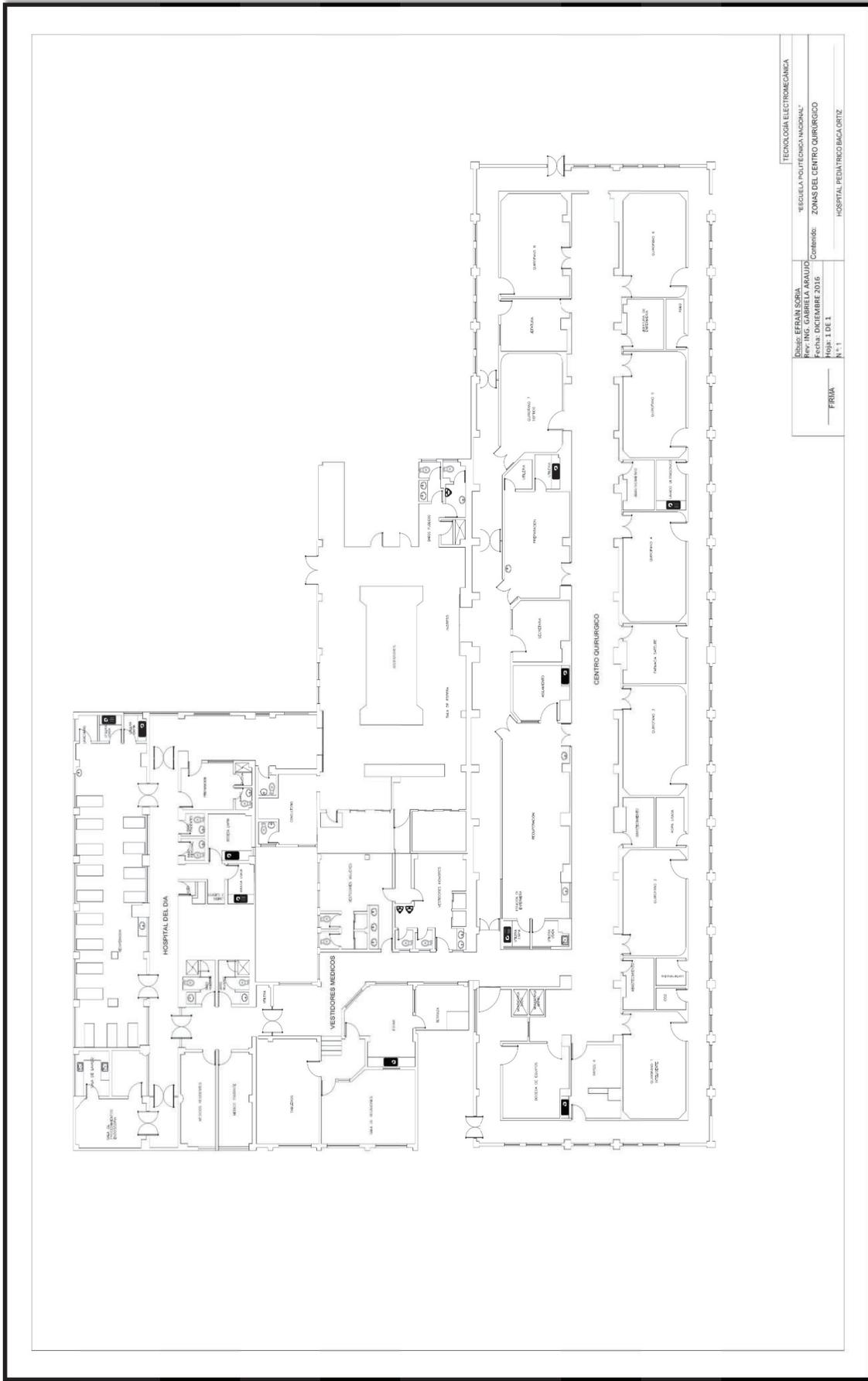
1.1.1.3 *Zona blanca o zona restringida*

Es el área de mayor restricción, con un nivel de bioseguridad totalmente estéril en las que se prevé que los pacientes puedan estar sometidos a procesos invasivos y en contacto con artefactos de electromedicina conectada a la red, pudiendo entrar y salir solo el personal autorizado. En esta área solo se puede ingresar con la vestimenta adecuada suministrada por el hospital, incluyendo botas, mascarillas y gorros. Este sitio es el corazón del centro quirúrgico, donde se ubican los quirófanos que están relacionados coordinadamente con todos los demás servicios del Hospital.

A continuación, se enlistan los 8 quirófanos y se detallan los horarios y especialidades a los que están dedicados. También, se pone a disposición un gráfico del centro quirúrgico, ubicando las tres áreas antes mencionadas.

Tabla 1-2 – Programación para los servicios de especialidades en el centro quirúrgico

Día	hora	Quirófano 1	Quirófano 2	Quirófano 3	Quirófano 4	Quirófano 5	Quirófano 6	Quirófano 7	Quirófano 8
Lunes	7:30 a 13:30	Cirugía general	Traumatología	Otorrinolaringología	Oftalmología	Urología	Cirugía plástica	Odontología	24 horas de emergencia
		Cirugía general	*	*	*	Urología	*	*	24 horas de emergencia
Martes	7:30 a 13:30	Cirugía general	Traumatología	Neurocirugía	Oftalmología	Urología	Traumatología	Odontología	24 horas de emergencia
		Cirugía	Traumatología	Neurocirugía	*	Urología	*	*	24 horas de emergencia
Miércoles	7:30 a 13:30	Cirugía general	Traumatología	Otorrinolaringología	Oftalmología	Urología	Cirugía plástica	Odontología	24 horas de emergencia
		Cirugía	Traumatología	*	*	Urología	*	*	24 horas de emergencia
Jueves	7:30 a 13:30	Cirugía general	Traumatología	Neurocirugía	Oftalmología	Gastroenterología	Traumatología	Odontología	24 horas de emergencia
		*	Traumatología	Neurocirugía	*	*	*	Odontología	24 horas de emergencia
Viernes	7:30 a 13:30	Cirugía general	Traumatología	Otorrinolaringología	Cirugía plástica	Traumatología	Cirugía plástica	Maxilo Facial	24 horas de emergencia
		Cirugía general	Traumatología	*	Oftalmología	*	*	*	24 horas de emergencia



TECNOLOGIA ELECTROMECANICA	
Dono: EFRAIN SOBIA	"ESCUELA POLITECNICA NACIONAL"
Rev: ING. GABRIELA ARAUJO	Contenido: ZONAS DEL CENTRO QUIRURGICO
Fecha: DICIEMBRE 2016	Hoja: 1 DE 1
FRMA	Nº: 1
HOSPITAL PEDINICO BACA ORTIZ	

Figura 1-1 Zonas del centro quirúrgico

1.1.2 Hospital del día

El Hospital del día, es un anexo al centro quirúrgico, es el sitio en donde se da atención ambulatoria a pacientes de cirugías menores (10 a 15 diarios).

1.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS HOSPITALARIAS

Las instalaciones eléctricas hospitalarias están diseñadas para asegurar continuidad en el suministro de energía, evitan posibles descargas eléctricas minimizando los riesgos de electrocución.

1.2.1 Conceptos básicos

1.2.1.1 *Conductores eléctricos en el centro quirúrgico [2]*

Los conductores instalados en el centro quirúrgico tienen características dieléctricas de aislamiento entre su ramal aislado y tierra, cumplen las normativas del Código Eléctrico Nacional sección 517-160 (a) numeral (6) notas numeral (2). La normativa indica que en el circuito ramal aislado de quirófanos se debe emplear conductores con aislantes de una constante dieléctrica menor a 3,5 y resistencia de aislamiento superior a 6100 MΩ por metro a 16°C, para que limite las fugas de corriente fase a tierra, reduciendo así la corriente de riesgo. Los conductores instalados en el secundario del transformador de aislamiento en quirófanos son de tipo XHHW fabricado con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) con una constante dieléctrica de 2.5 y una corriente de fuga de 0.82 μA.

Los conductores de instalaciones eléctricas que no pertenecen al ramal aislado del centro quirúrgico son el TW y THHN fabricados con poli cloruro de vinilo (PVC) con una constante dieléctrica de 5,5 y una corriente de fuga de 9.84 μA.

En el ANEXO 1, tomado del Código Eléctrico Nacional se aprecia las aplicaciones previstas de conductores de acuerdo a su aislamiento.

Otra característica importante del por qué se utilizan conductores de ese tipo se explica analizando la TABLA 310-16 del Código Eléctrico Nacional INEN (ANEXO 2), en donde se puede comprobar que un conductor 14 AWG tanto con aislantes THHN y XHHW tiene una capacidad de corriente permisible de 25 amperios, mientras que un conductor TW alcanzara la misma capacidad de corriente con un conductor 12 AWG. Así, se puede comprobar que un conductor THHN tendrá menor sección, menor peso y mayor capacidad de corriente y potencia para un mismo calibre comparado con un conductor TW. En la siguiente tabla se observa la diferencia de corriente entre estos dos conductores.

Tabla 1-3 – Capacidad de corriente para conductores TW y THHN. Calibre 14 a 1 AWG. Temperatura ambiente 30°C.

CALIBRE (AWG)	CORRIENTE EN AMPERIOS (TW)	CORRIENTE EN AMPERIOS (THHN-XHHW)
14	20	25
12	25	30
10	30	40
8	40	55
6	55	75
4	70	95
3	85	110
2	95	130
1	110	150

Los conductores utilizados en el centro quirúrgico del hospital son de tipo TW, THHN y XHHW. Los conductores THHN son utilizados en circuitos de fuerza y alumbrado, sistemas de alimentación convencional, circuitos combinados al tablero aislado a tierra, alimentador eléctrico desde el tablero principal al tablero de distribución secundaria de fuerza; los conductores TW son utilizados en los alimentadores de los tableros aislados y los conductores XHHW son utilizados en los circuitos de tomacorrientes en los quirófanos provenientes del secundario de los tableros de aislamiento.

Una vez que ya se conoce que tipo de conductor es escogido en este tipo de instalaciones eléctricas, según la constante dieléctrica de su aislamiento y su capacidad de corriente de conducción, se deberá seguir un código de colores según normas.

1.2.1.1.1 *Código de colores de conductores en quirófanos [2]*

Los conductores instalados en el centro quirúrgico cumplen normativa del Código Eléctrico Nacional (sección 517-160., sistemas de potencia aislados). Los colores utilizados para conductores en estas áreas críticas en sus respectivos circuitos aislados son naranja y café, conectados a interruptores termo magnético de doble polo. Pero si estuviesen conectados a sistemas trifásicos, el tercer conductor debería ser amarillo. Mientras que el conductor de puesta a tierra de los equipos en estos circuitos ramales de color verde cumpliendo así el artículo 520-80 literal b. en la siguiente tabla se indican el código de colores utilizado

Tabla 1-4 – Código de colores para conductores en circuitos aislados

Conductor # 1	Naranja	(Orange)
Conductor # 2	Café	(Brown)
Conductor # 3	Amarillo	(Yellow)
Conductor de tierra	Verde	(Green)

Nota: Los colores de conductores en tomacorrientes de circuitos que no pertenecen al secundario del transformador de aislamiento siguen el mismo código de colores de instalaciones eléctricas domesticas e industriales (tierra: verde, neutro: blanco y fase/s: negro o cualquier color disponible excluyendo los colores de tierra y neutro).

1.2.1.2 *Sistema de distribución de circuitos en hospitales [3] [4]*

Los circuitos de distribución en el hospital se divide en dos categorías: eléctrico no esencial y eléctrico esencial, los mismos que son alimentados con alimentación convencional. El sistema eléctrico esencial es transferido al sistema de emergencia cuando la alimentación normal tiene problemas.

1.2.1.2.1 *Sistema eléctrico no esencial*

Este sistema está compuesto por los equipos de distribución y circuitos que suministran energía eléctrica a partir de la fuente de alimentación convencional a cargas que no se consideran esenciales (energía general e iluminación) para la seguridad de vida y el funcionamiento básico de todo el hospital.

1.2.1.2.2 *Sistema eléctrico esencial*

Este sistema está compuesto por suministros de energía alternativa, equipos de transferencia, equipos de distribución y circuitos necesarios para asegurar la continuidad del servicio eléctrico a las cargas consideradas como esenciales en el cuidado del paciente crítico en el centro quirúrgico, hospital del día, neonatología, unidad de cuidados intensivos (UCI), etc. Subdividiéndose a su vez en los siguientes sistemas independientes.

Sistema de emergencias

Este sistema es el que asegura energía constante en el centro quirúrgico; este ramal eléctrico está subdividido en dos circuitos eléctricos: ramal de seguridad humana (vital) y crítica.

Ramal de seguridad humana (vital)

Esta rama debe suministrar energía para iluminación requerida en corredores, pasillos y escaleras, señales de salida, tomacorrientes de corredores, alarmas, sistema de comunicaciones, ascensores y puertas automáticas.

Ramal crítico

Esta rama suministra energía para las tareas de iluminación de trabajo, equipos fijos, tomacorrientes en áreas de cuidado crítico (recuperación) y sistemas de energía aislados (quirófanos).

En el siguiente gráfico obtenido de NFPA 99 Standars for Health Care Facilities se da la distribución típica de estos circuitos en un hospital dividida en cargas no esenciales (sistema eléctrico no esencial) y cargas esenciales (sistema eléctrico esencial).

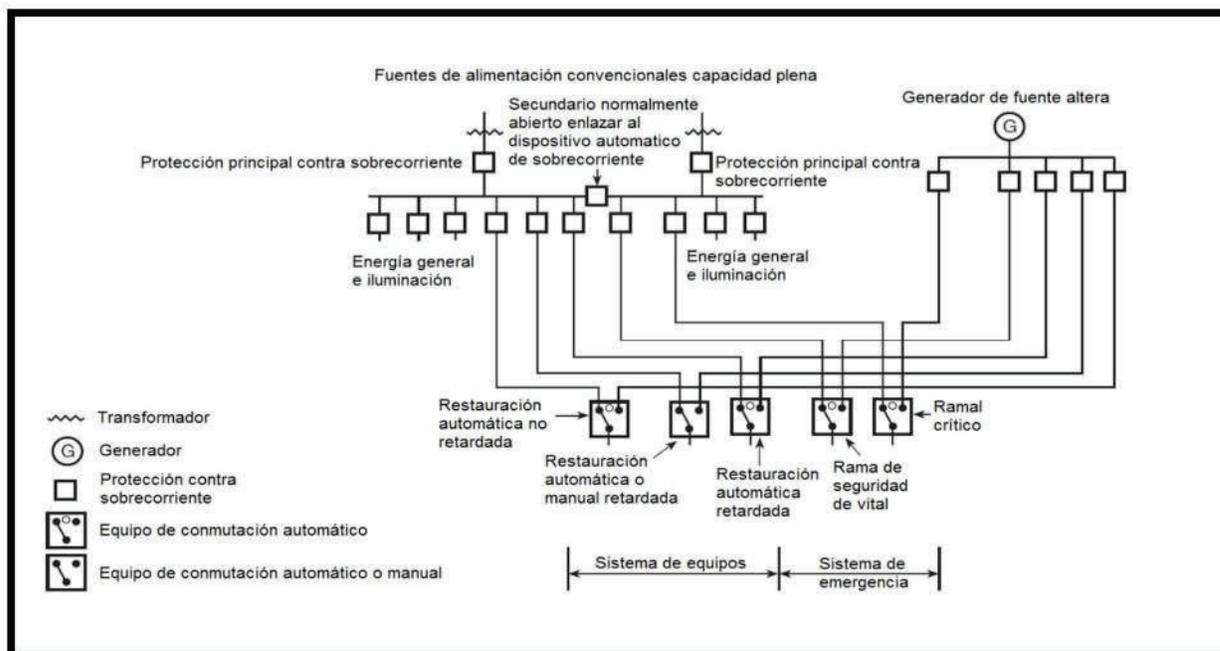


Figura 1-2 - Sistema eléctrico ampliado típico de hospitales. [2]

1.2.1.3 Tomacorrientes en el centro quirúrgico

Los tomacorrientes utilizados en los quirófanos, recuperación y otros tomacorrientes seleccionados son de tipo o grado Hospital. Mientras que los tomacorrientes en los demás sitios como pasillos y áreas no relacionadas al cuidado de pacientes, son los que se utilizan normalmente en instalaciones domesticas e industriales.

Los tomacorrientes de grado hospitalario se reconocen porque tienen un punto verde en su cara; se caracterizan por ser resistentes al constante conectar y desconectar de los equipos. Estos tomacorrientes al estar conectados al sistema de emergencia están claramente identificados con pegantes para saber rápidamente a qué tablero de distribución pertenece y asegurar que es un tomacorriente procedente del ramal de emergencia. En los siguientes gráficos se indican estos dos tipos de tomacorrientes.

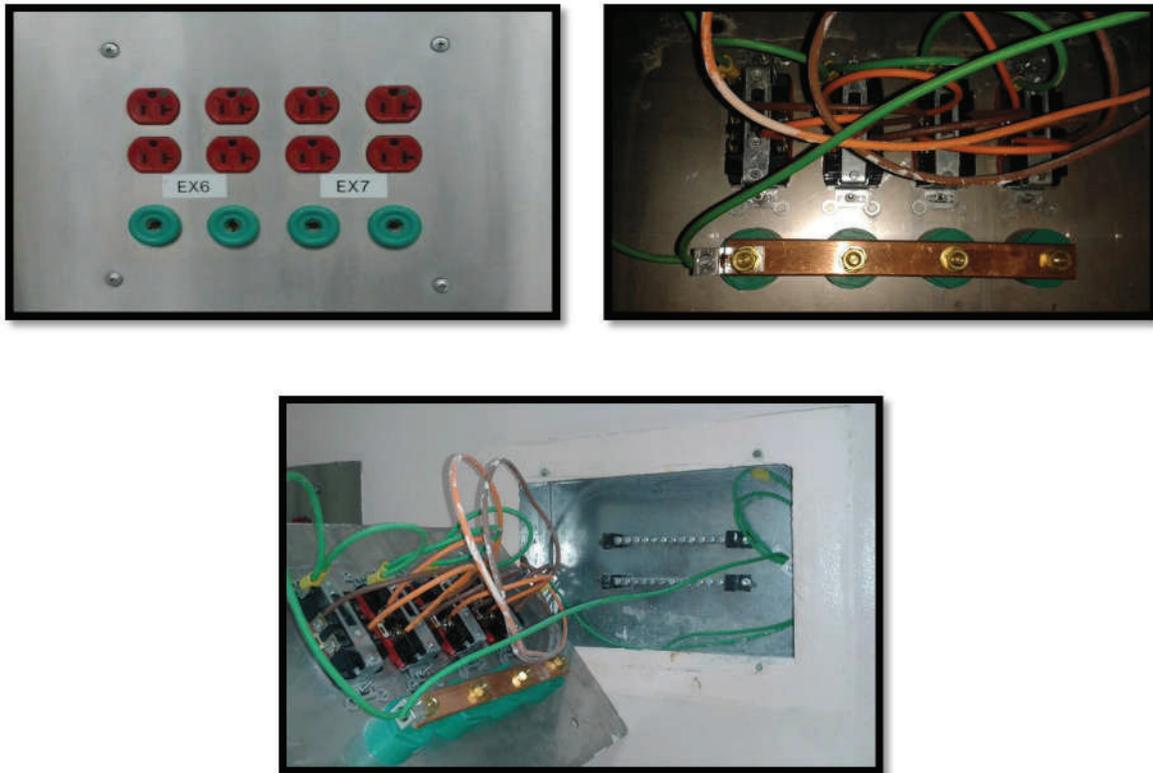


Figura 1-3 – Tomacorrientes tipo hospital en quirófanos



Figura 1-4 – Tomacorriente en pasillos

1.2.1.4 Sistema de alimentación de emergencia en el centro quirúrgico

La pérdida o interrupción del suministro eléctrico en el centro quirúrgico tendría consecuencias trágicas sin la incorporación de sistemas de emergencia ya que se cuida pacientes en estado estable y en estado crítico conectados a equipos.

Por tanto, están implementado sistemas de alimentación de emergencia como: cinco UPS y grupo electrógeno garantizando la continuidad del suministro eléctrico.

1.2.1.4.1 Grupo generador en el hospital

El grupo electrógeno en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz tiene una potencia de salida de 620kW cumpliendo las recomendaciones de la norma IEEE Recommended Practice for Electrical System in Health Care Facilities, que dice textualmente: “Las fuentes de energía de emergencia utilizada en hospitales son los grupos electrógenos accionados por motores con suministro de combustible diésel” [3]. La capacidad de los motores de combustión están en el intervalo de aproximadamente 5kW (6.25KVA) a 2000kW (2500kVA). Las características del grupo electrógeno del hospital se detallan en componentes del sistema eléctrico en el centro quirúrgico, capítulo dos.



Figura 1-5 – Grupo electrógeno Hospital Pediátrico Baca Ortiz

Localización del grupo electrógeno [3]

La localización del grupo electrógeno de reserva está ubicado en la planta baja del hospital. La ubicación del conjunto generador de reserva ha sido escogida cuidadosamente con el fin de minimizar las interrupciones causadas por fuerzas naturales como tormentas, inundaciones, terremotos o riesgos creados por las estructuras o actividades colindantes. Se han tomado en cuenta las ocupaciones

adyacentes, localización de acumulación de gases de escape con respecto a las entradas de aire fresco, capacidad para remover y remplazar la unidad para mantenimiento o mejora. El grupo electrógeno está instalado sobre el nivel del suelo en una capa de concreto reforzado y aislado con una junta de goma para minimizar vibraciones entre el grupo generador y el suelo; evitando daños estructurales en el edificio. Además, esta fuente de energía alternativa está dentro de una caja de aislamiento acústica para atenuación del sonido y la protección del medio ambiente.



Figura 1-6 – Localización del grupo Electrónico en el HBO

1.2.1.4.2 Fuente de poder ininterrumpible (UPS) en el centro quirúrgico

Este dispositivo utiliza baterías para proporcionar energía eléctrica durante un tiempo limitado a todos los aparatos eléctricos que se los conecte cuando se suspende la energía de la fuente convencional de electricidad pública. Los UPS que se utilizan son de tipo on-line ya que independientemente de la calidad de energía que ingrese a sus terminales de entrada ya sea por sus picos o aberraciones en la salida se tiene energía AC regulada. Estas fuentes de poder ininterrumpible tienen una eficiencia entre el 85-92% con toda su carga conectada. El calor es removido con suficiente ventilación evitando exceder la máxima temperatura de operación del dispositivo; y de las baterías

se propaga el hidrógeno producido en éstas evitando la acumulación de mezclas explosivas.



Figura 1-7 – Fuentes de poder ininterrumpible (UPS) online del HBO

1.2.1.5 Efectos fisiológicos causados por la corriente eléctrica

Es de gran importancia entender los efectos fisiológicos de la corriente eléctrica en el cuerpo al estar en contacto con intensidades de flujo eléctrico de bajo voltaje. La magnitud de la corriente eléctrica en el cuerpo depende de las diferencias químicas y de resistencia en las diferentes partes del cuerpo. Por lo tanto, en la siguiente tabla se da a conocer los niveles de resistencia en las partes más importantes del cuerpo.

Tabla 1-5– Resistencia en el cuerpo humano [5]

Recorrido por el Cuerpo Humano	Resistencia del cuerpo
Pecho a mano (izquierda)	650Ω
Mano izquierda a pie (s)	750Ω
Mano izquierda a pie (s)	1000Ω
Espalda a mano derecha	1250Ω
Espalda a mano izquierda	1400Ω
Otros puntos de contacto	mayor a 1400Ω
Mano-mano	2300Ω
Mano-pie	1100Ω
Cuerpo	1000Ω (IEEE Std 80-1976)

La corriente en el organismo tendrá diferentes efectos dependiendo de su intensidad que van desde un simple cosquilleo hasta un shock eléctrico.

En la siguiente tabla se explican los niveles de corriente en nuestro organismo y sus efectos.

Tabla 1-6 – Efectos fisiológicos de la corriente en los seres humanos [3]

NIVEL DE CORRIENTE	EFEECTO
$1 \text{ mA} \leq I \leq 5 \text{ mA}$	Pueden producir dolor y contracciones en el brazo de una persona.
$5 \text{ mA} < I \leq 10 \text{ mA}$	Se producen dolor y contracciones en el brazo de una persona.
$I \geq 6 \text{ mA}$	Empiezan contracciones incontrolables.
$6 \text{ mA} \leq I \leq 30 \text{ mA}$	Las contracciones incontrolables crecen, sin ser fatales. Puede ocurrir parálisis respiratoria temporal.
$I > 30 \text{ mA}$	Fibrilación ventricular.

Es de gran importancia entender que con una corriente de 20 a 300 μA a 60 Hz es posible causar fibrilación ventricular. Para estos pacientes, pueden existir vías de conducción eléctrica directas a corazón a través de cables de estimulación o catéteres llenos de líquido. [3]

Los buenos diseños eléctricos están hechos con una corriente de fuga máxima de 10 μA a 60 Hz evitando así cualquier incidente que puedan afectar al corazón. [3]

Finalmente cabe destacar que, cuando se realiza una fibrilación intencional directa, se requiere una corriente de 80 μA y una corriente mayor para fuentes de corriente constante. [3]

Por lo mencionado anteriormente es de vital importancia tener instalaciones eléctricas con sistemas para descargar corrientes no deseadas a tierra en quirófanos, centros de cuidado crítico y centros de cuidado general.

A continuación se detallan los métodos que se tienen en hospitales para descargar corrientes de fuga a tierra.

1.2.1.6 *Sistema de puesta a tierra*

El sistema de puesta a tierra en hospital es la unión de conductores que descargan las corrientes de falla o fuga, sin interruptores termomagnéticos ni fusibles. Por medio del cual, se pone en contacto eléctrico con el suelo. El sistema de puesta a tierra en el centro quirúrgico sirve para el buen funcionamiento de los sistemas de energía eléctrica protegiendo los equipos eléctricos médicos, equipos médicos electrónicos y lo que es más importante la vida de los pacientes

Conductor para alimentación de tierra [4]

Es un medio de protección cuando se produce una corriente de fuga o falla en alguna superficie con resistencia eléctrica. Si el paciente establece mínimo dos puntos de contacto en una superficie conductora cerrara el circuito produciéndose una diferencia de potencial que haría circular una corriente por órganos vitales pudiendo producirse shock eléctrico, pero al existir las respectivas conexiones a tierra la corriente de fuga se descargará a tierra.

Los conductores de puesta a tierra instalados en el hospital y por ende en centro quirúrgico cumplen la normativa del Código Eléctrico Nacional artículo 517-19 literal (c) que dice, todas las superficies conductoras energizadas alrededor del paciente deben estar conectadas a tierra con una conductancia mínima al menos igual al calibre # 10AWG del conductor de cobre ya que la resistencia del conductor #10AWG tiene $0.000328\Omega/m$. [2]

Sistema de conexión equipotencial a tierra

Son arreglos de conductores independientes de color verde o verde amarillo, empiezan en los receptáculos de conexión a tierra atraviesan por tuberías metálicas con cable aislado # 10 AWG hasta llegar a un punto de referencia de puesta a tierra (barra equipotencial) ubicada en los tableros de aislamiento, tableros de control, tableros de fuerza, tableros de alumbrado, hasta finalmente llegar al sistema de tierra física del hospital. El objetivo de estos sistemas es asegurar que toda superficie conductora

tenga el mismo potencial. En la siguiente figura se puede observar un área de cuidado para pacientes con su respectivo sistema de conexión equipotencial a tierra conectado a los gabinetes de: monitor de signos vitales, respirador artificial, camas, sillas, marcos de ventanas y puertas.

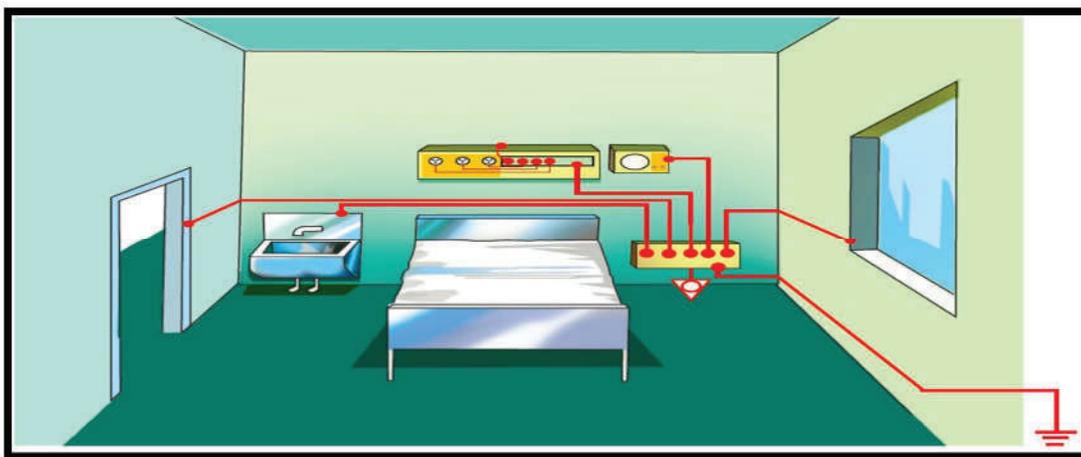


Figura 1-8 – Cuarto con sistema equipotencial de conexión a tierra [6]

En quirófanos se conecta equipos como: lámparas quirúrgicas, negatoscopio, tuberías metálicas, tanques de gas medicinal, caja metálicas, cubiertas metálicas de contactos, rejilla de ventilación, piso conductivo, rejilla de circulación de aire, entrada y salida del aire acondicionado.

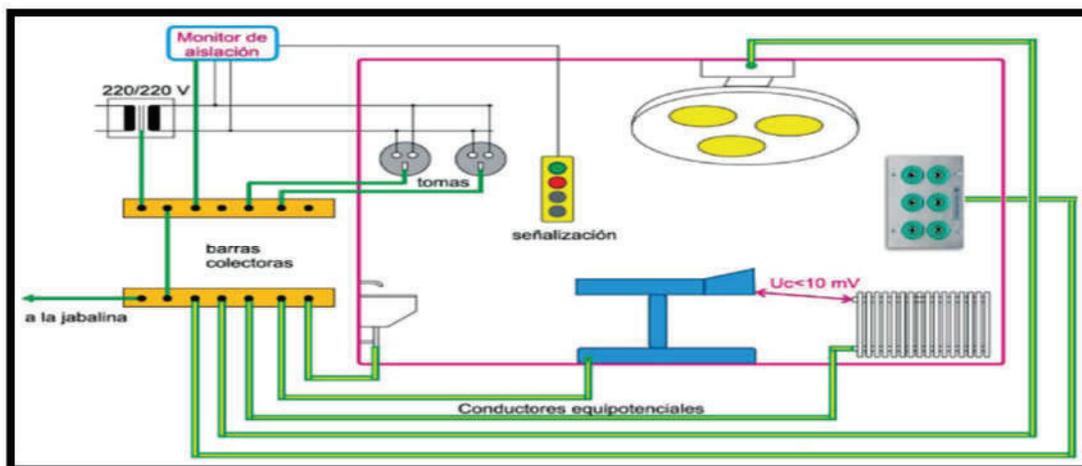


Figura 1-9 - Sistema equipotencial de conexión a tierra en quirófanos [7]

Tomas para conexión equipotencial a tierra

Estas tomas en quirófanos son la conexión rápida al sistema de conexión equipotencial a tierras con el propósito de asegurar una conexión a tierra redundante de equipos excepcionalmente peligrosos que rodean al paciente. Además, permiten la conexión al sistema de tierra para propósitos de prueba y para eliminar problemas de interferencia electromagnética en equipos eléctricos sensibles. [4]

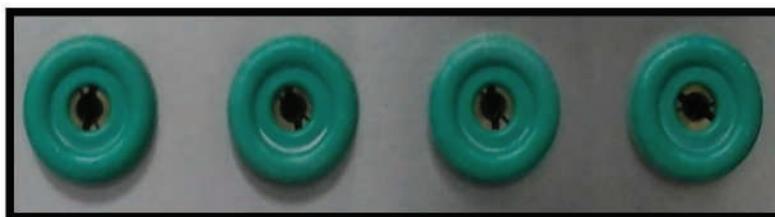


Figura 1-10 – Receptáculos de referencia a tierra en quirófanos

Conductores para conexión a receptáculos de tierra

Estos conductores son utilizados durante las intervenciones quirúrgicas construidos de cobre extra flexible, su diámetro no debe ser menor que 5.26mm² (calibre #10AWG) con zapatas de ojillo o caimán y no deben exceder los 7.6 m de longitud. El artículo 517-19 literal (c) del Código Eléctrico Nacional menciona que este conductor a tierra debe ser utilizado como puente de conexión equipotencial entre los receptáculos y equipos en la cercanía de los pacientes. [2]



Figura 1-11 – Cables de tierra para uso en quirófanos [8]

Conexión de tierras remotas en quirófanos

Por la seguridad de los pacientes se deben aterrizar todas las superficies conductoras mediante conductores. Estas conexiones se hacen para minimizar la diferencia de potencial entre cualquier aparato no eléctrico cercano al paciente o cualquier equipo médico conectado al mismo, evitando que se produzca shock eléctrico durante las intervenciones quirúrgicas por descargas electrostáticas o fallas eléctricas.

En estas conexiones se conectan a superficies metálicas como: mesas para instrumental quirúrgico, cajas para equipos médicos, carcasas de equipos electromédicos, placas de gases médicos, ruedas de máquinas de anestesia, mesa quirúrgica, etc.



Figura 1-12 – Mesa para instrumental quirúrgico

Pisos conductivos

Los pisos conductivos mantienen la equipotencialidad eliminando corrientes estáticas, siendo al mismo tiempo suficientemente aislante para evitar o aminorar el shock por descarga eléctrica. [9]



Figura 1-13 – Piso conductivo en los quirófanos

1.2.1.7 *Tablero de aislamiento*

En quirófanos y demás sitios relacionados sirven para: monitorear el aislamiento del sistema eléctrico aislado para impedir corrientes de fuga peligrosas al paciente como al cuerpo médico; dar protección de falla a tierra en un local que puede volverse húmedo por los procedimientos quirúrgicos a realizar; impedir la aparición de chispas en un ambiente que puede ser explosivo debido a los gases médicos utilizados para anestesia, y evitar que equipo electromédico de Soporte de Vida sea desenergizado al presentarse una falla a tierra. [10]



Figura 1-14 – Tablero de aislamiento en quirófanos

En la siguiente figura se observan las partes enumeradas de un tablero aislado de tierra.

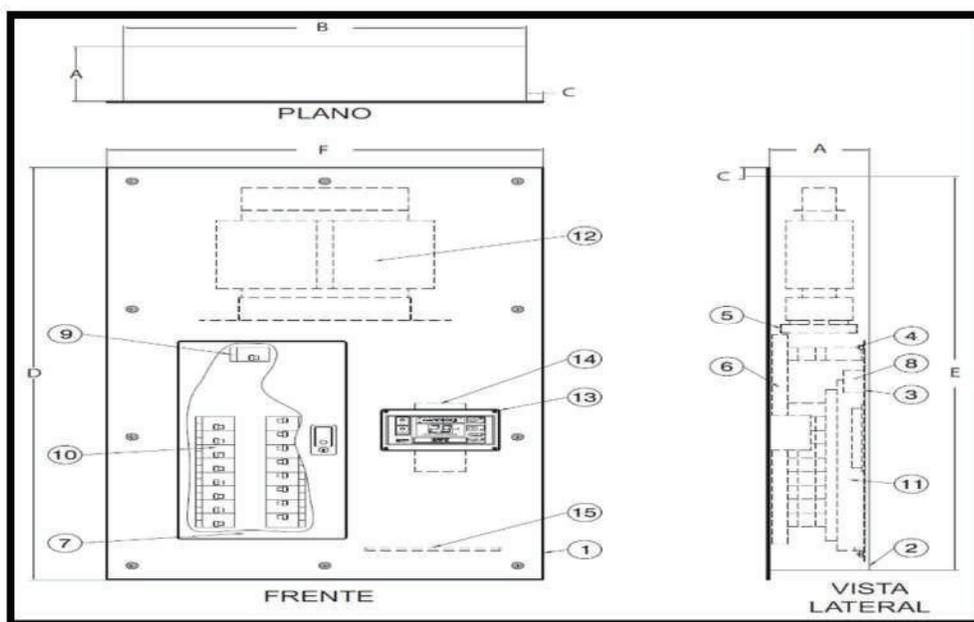


Figura 1-15 - Esquema de tablero aislado de tierra [11]

Los componentes que se enlistan en la siguiente tabla son del gráfico anterior.

Tabla 1-7 – Partes de tablero de aislamiento [12]

NÚMERO	NOMBRE DE LAS PARTES DEL TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO
1	Cubierta frontal, acero inoxidable
2	Caja posterior, acero galvanizado
3	Placa posterior
4	Pernos de montaje placa posterior
5	Repisa para transformador
6	Frente ciego para transformadores
7	Puerta de acero inoxidable
8	Bloque de distribución, 2P
9	Interruptor principal, 2P
10	Interruptor ramales, 2P
11	Centro de carga
12	Transformador de aislamiento 1Ph
13	Monitor de aislamiento de línea, 1Ph
14	Placa de conexión del LIM
15	Barra de tierras

A continuación se explica las partes componentes más importantes del tablero de aislamiento como: transformador de aislamiento, monitor de aislamiento LIM, centro de carga y barra de tierra.

Transformador de aislamiento

En los quirófanos sirven para proteger contra fallas eléctricas a pacientes, personal médico y equipo de uso hospitalario. En estos transformadores los circuitos primarios y secundarios están únicamente acoplados magnéticamente, por tanto el circuito de utilización no tiene ningún punto en común con tierra, masas u otros circuitos. Los equipos hospitalarios conectados al secundario del transformador de aislamiento si existiese falla no tienen una trayectoria completa para que la corriente regrese por las tomas de tierra del suministro cerrando el circuito; evitando así, que la corriente de fuga circule por el paciente.

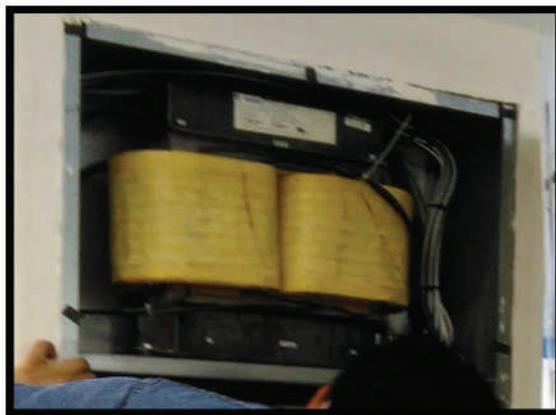


Figura 1-16 – Transformador de aislamiento en tablero de aislamiento.

Monitor de aislamiento (LIM)

Es un dispositivo que detecta la impedancia de aislamiento del equipo electro médico conjuntamente con la impedancia de cualquiera de las dos líneas del circuito aislado de tierra. Por lo tanto, permite detectar fallas de aislamiento de sus conductores, tomando como referencia tierra. [3]



Figura 1-17 – Monitor de aislamiento LIM en tablero de aislamiento

Centro de carga

El centro de carga está conformado por interruptores de dos polos. En cuyo interior se sitúa el interruptor principal del primario del transformador de aislamiento monofásico y dieciséis interruptores de dos polos para el secundario del mismo.

Barra de tierra en el tablero de aislamiento

Esta barra es utilizada para conectar todos los conductores de tierras remotas internas y derivadas, tomas para conexión equipotencial a tierra, pisos conductivos, tierras de los tomacorrientes tipo hospital, etc.

CAPÍTULO 2

ESTUDIO TÉCNICO DE CARGA

2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN ARQUITECTÓNICA Y ELÉCTRICA

2.1.1 Información arquitectónica

En el levantamiento de información arquitectónica hecha en el capítulo uno se clasificaron los ambientes del centro quirúrgico en tres zonas; las mismas que hacen referencia a los servicios que se prestan en cada área permitiendo establecer las protecciones de bioseguridad requeridas para realizar cualquier trabajo técnico dentro del centro quirúrgico.



Figura 2-1 – Quirófano del Hospital Pediátrico Baca Ortiz

Con el fin de facilitar el trabajo de los médicos las luminarias en los quirófanos deben estar colocadas de forma que no produzcan sombras. Los pisos están hechos con material aislante conductor evitando que la electricidad estática reaccione con componentes inflamables. Además, este piso drena la electricidad estática hacia el sistema de tierra.

Los planos del centro quirúrgico están disponibles en el ANEXO 3 del presente proyecto, en donde se puede visualizar todas las áreas que la conforman.

2.1.2 Información eléctrica

Mediante el levantamiento del diseño eléctrico existente del centro quirúrgico, con el objeto de elaborar el plan de mantenimiento dedicado a esta casa de salud. A continuación se describen los puntos eléctricos críticos más importantes.

2.1.2.1 Tableros y subtableros

Los tableros y subtableros presentes en el centro quirúrgico son: tableros de distribución; subtableros de aislamiento, de fuerza y de iluminación.

A continuación, se describen estos tableros con el objeto de ampliar el panorama de la situación real en el centro quirúrgico claro de los mismos.

2.1.2.1.1 Tablero de distribución del centro quirúrgico

Tablero de distribución, en cuyo interior se encuentran: a la izquierda el tablero principal de emergencia sistema regulado (TPE-SR) y el tablero principal de emergencia (TPE - SUB - CQ) a la derecha.

Estos sirven para alimentar a uno o más centros de carga secundarios en el centro quirúrgico y hospital del día.



Figura 2-2 – Tablero de distribución del centro quirúrgico y hospital del día

Tabla 2-1 – Cuadro de diagrama unifilar macro

ACOMETIDA	LÍNEA	NUMERO DE LÍNEAS	CONDUCTORES POR LÍNEA	CALIBRE DE CONDUCTOR	TIPO DE CONDUCTOR
A1	Fase	3	4	500 MCM	TTU
	Neutro	1	3	500 MCM	TTU
	Tierra	1	1	2/0 AWG	THHN
A2	Fase	3	3	400 MCM	TTU
	Neutro	1	3	400 MCM	TTU
	Tierra	1	1	2/0 AWG	THHN
A3	Fase	3	4	500 MCM	TTU
	Neutro	1	3	500 MCM	TTU
	Tierra	1	1	2/0 AWG	THHN
A4	Fase	3	3	2/0 AWG	THHN
	Neutro	1	3	4/0 AWG	THHN
	Tierra	1	3	4/0 AWG	THHN
A5	Fase	3	3	2/0 AWG	THHN
	Neutro	1	3	4/0 AWG	THHN
	Tierra	1	3	4/0 AWG	THHN

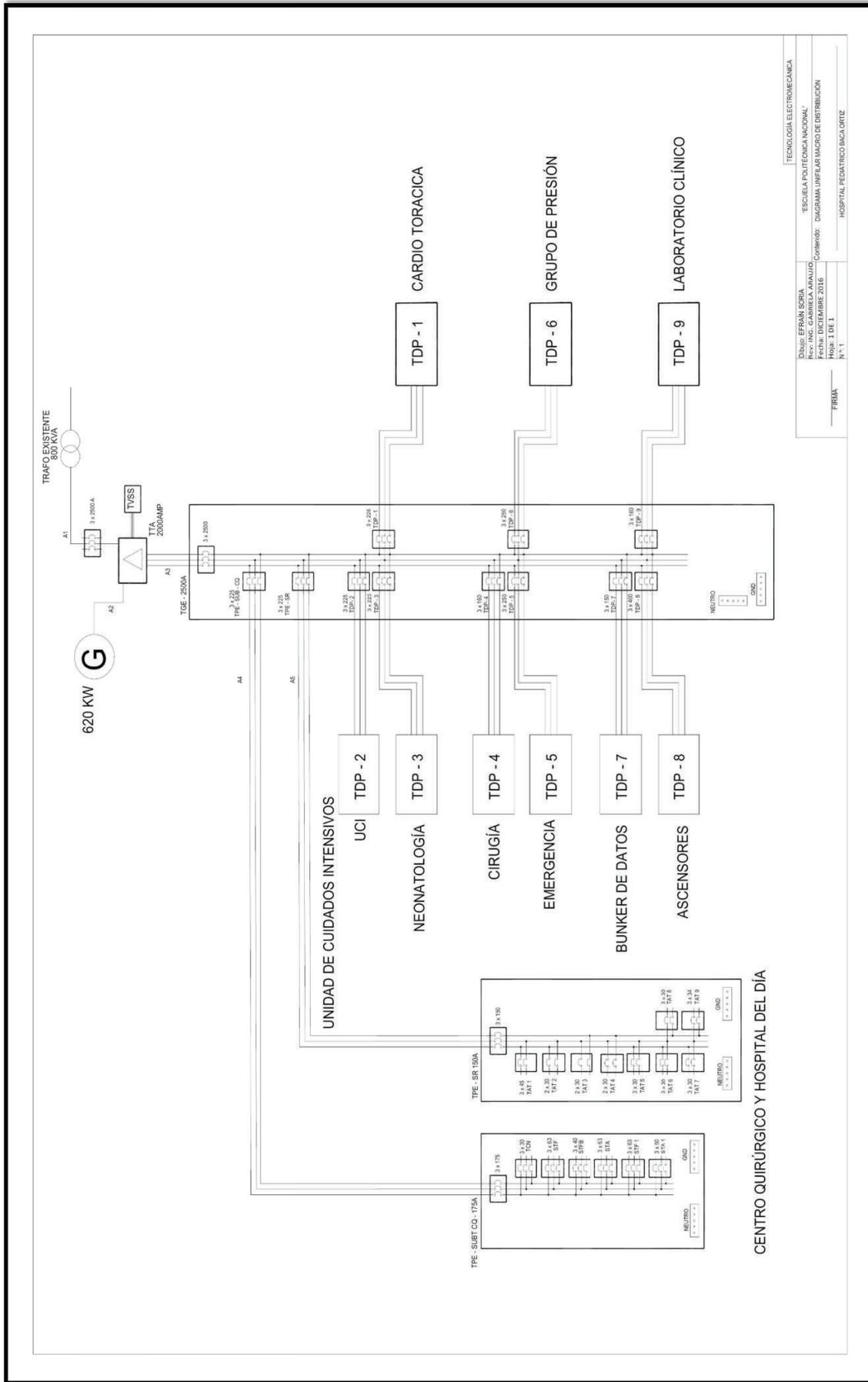


Figura 2-3 – Diagrama unifilar macro de distribución

Tablero principal de emergencia sistema regulado (TPE - SR)

Se encuentra ubicado en el cuarto de tableros eléctricos y rack. De la salida del breaker de 3P-225 A del tablero general del sistema de emergencias (TGE), ubicado en la planta baja del edificio, por medio de 3 x #2 AWG-THHN por fase, 3 x #4 AWG-THHN para el neutro y 3 x #4 AWG-THHN para tierra. Se alimenta un breaker 3P-150A; instalado en el tablero principal de emergencia (TPR-SR), para finalmente energizar tres barras de 300 A que alimentarán a los UPS y por ende a los tableros de aislamiento en los quirófanos.



Figura 2-4 – Tablero principal de emergencia sistema regulado (TPE - SR)

Tablero principal de emergencia (TPE - SUB - CQ)

Este tablero se encuentra ubicado en la parte este del cuarto de tableros eléctricos y rack. De la salida del breaker de 3P-225 A del tablero general del sistema de emergencias (TGE), ubicado en la planta baja, por medio de 3 x #2 AWG-THHN por fase, 3 x #4 AWG-THHN para el neutro y 3 x #4 AWG-THHN para tierra, llega a un breaker 3P-150A instalado en el tablero principal de emergencia sistema regulado

(TPR-SR). Para finalmente llegar a tres barras de 300A que alimentarán a los subtableros de iluminación y fuerza del centro quirúrgico y hospital del día.



Figura 2-5 - Tablero principal de emergencia (TPE - SUB - CQ)

2.1.2.1.2 *Subtableros de aislamiento, subtableros de fuerza e iluminación*

El suministro de energía eléctrica para los circuitos derivados del centro quirúrgico se lo hace mediante dos acometidas, una que alimenta a los 9 subtableros de aislamientos. La otra alimenta los subtableros de fuerza e iluminación del centro quirúrgico y hospital del día.

En los cuadros desde el ANEXO 7 al ANEXO 20 se dan las protecciones, galga de conductores, etc., de todos los tableros terminales existentes en el centro quirúrgico y hospital del día.

Tableros de aislamiento

Al recorrer los pasillos del centro quirúrgico se visualiza que todos los tableros de aislamiento tienen la misma apariencia en todos los 8 quirófanos y 1 en el hospital del día; además, todos los tableros de aislamiento tienen dos alimentadores N° 6AWG con

aislamiento TW para sus fases en la alimentación del primario. Estos tableros se lo utiliza para llevar energía hasta las columnas de cirugías, columnas de anestesia y sistemas regulados ubicados en los diferentes quirófanos; para este fin se utiliza en cada tablero, dos conductores 10 AWG XHHW para las fases y un conductor 12 AWG XHHW para tierra, en el circuito de salida. En los siguientes gráficos se visualiza estos tableros y en la tabla posterior se da la información eléctrica de los tableros existente en el centro quirúrgico y hospital del día.



Figura 2-6 – Tablero de aislamiento centro quirúrgico.

Tabla 2-2 – Características de los tableros de aislamiento

NOMBRE DE TABLERO	UBICACIÓN	POTENCIA (KVA)	FRECUENCIA (HZ)	VOLTAJE ALIMENTACIÓN (V)	CORRIENTE DE ENTRADA (A)	VOLTAJE SALIDA (V)	CORRIENTE DE SALIDA (A)	BREAKER PRINCIPAL (A)	BREAKER DERIVADO (A)	NÚMERO DE BREAKERS DERIVADOS
Tablero aislado 1 (TAT1)	Pared sur almacén rayos x portátiles	7,5	60	220	45	120	62	2P-45	2P-20	16
Tablero aislado 2 (TAT2)	Pared quirófano 2 frente a la sala de recuperación	5	60	220	30	120	41	2P-30	2P-20	16
Tablero aislado 3 (TAT3)	Pared quirófano 3 en el pasillo central	5	60	220	30	120	41	2P-30	2P-20	16
Tablero aislado 4 (TAT4)	Pared quirófano 4 en el pasillo central	5	60	220	30	120	41	2P-30	2P-20	16
Tablero aislado 5 (TAT5)	Pared quirófano 5 adyacente a la Jéjatura de enfermería	5	60	220	30	120	41	2P-30	2P-20	16
Tablero aislado 6 (TAT6)	Pared quirófano 6 adyacente a abastecimientos	5	60	220	30	120	41	2P-30	2P-20	16
Tablero aislado 7 (TAT7)	Pared quirófano 7 en el pasillo central	5	60	220	30	120	41	2P-30	2P-20	16
Tablero aislado 8 (TAT8)	Pared quirófano 8 en el pasillo central	5	60	220	30	120	41	2P-30	2P-20	16
Tablero aislado 9 (TAT9)	Pared dormitorio residentes	5	60	220	30	120	41	2P-34	2P-20	16

Tableros terminales o de sub-distribución en el centro quirúrgico

Estos tableros energizan los circuitos derivados de carga no crítica como luminarias (STA), tomacorrientes de uso general o fuerza (STF y STFB). Están ubicados en la zona donde se concentra la mayor cantidad de carga o potencia; reduciendo así la distancia de los circuitos derivados. Físicamente se encuentran en el pasillo central del centro quirúrgico, ya sea de norte a sur como de este a oeste, por tanto estos tableros están ubicados justo en medio de la construcción, siendo un sitio de fácil acceso, visible y seguro ante cualquier emergencia.



Figura 2-7 - Tableros terminales STF y STA sin tapas en el centro quirúrgico

Los tres tableros tienen como alimentadores tres conductores 2 AWG-THHN para las tres fases, un conductor 4 AWG-THHN para neutro y un conductor 4 AWG-THHN para tierra. Los tres se encuentran ubicados en la pared este de la sala de aislamiento, pasillo central.

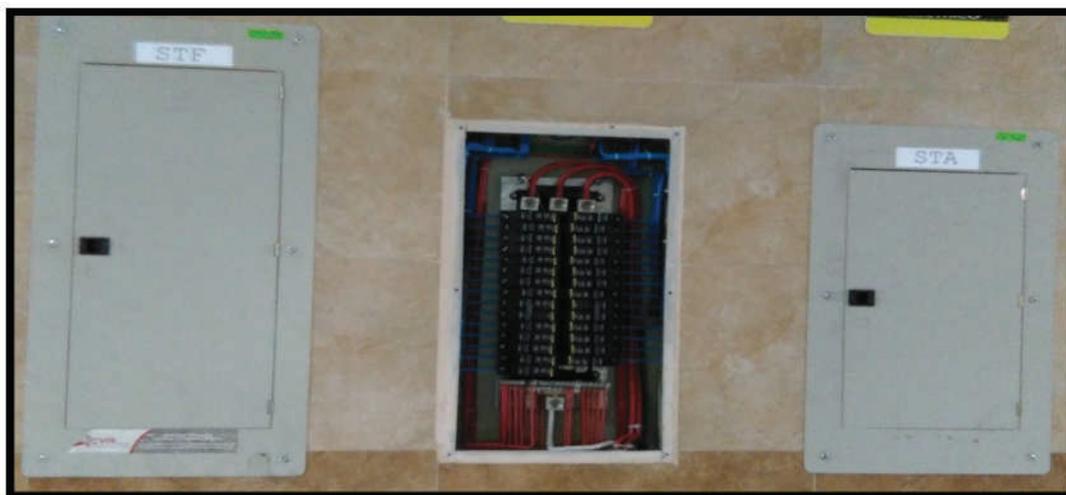


Figura 2-8 - Tablero terminal STFB sin tapa en el centro quirúrgico

Subtablero de fuerza del hospital del día (STF1)

Este tablero se encuentra ubicado en el corredor del hospital del día en la pared oeste de la sala de recuperación de pacientes ambulatorios, a lado izquierdo del subtablero de distribución secundaria sistema de fuerza de emergencia. Alimentado con tres conductores 2 AWG- THHN para las tres fases, un conductor 4 AWG-THHN para neutro y un conductor 4 AWG-THHN para tierra.



Figura 2-9 – Subtablero de fuerza STF1

Subtablero de alumbrado del hospital del día (STA1)

Este subtablero se encuentra en la pared oeste de la sala de recuperación de hospital del día. Alimentado con tres conductores 8 AWG-THHN para las tres fases, un conductor 10 AWG-THHN para neutro y un conductor 10 AWG-THHN para tierra.



Figura 2-10 – Subtablero de alumbrado STA1

Subtablero calor negro del centro quirúrgico y hospital del día (TCN)

Este tablero energiza tomas de los pasillos de todo los corredores del centro quirúrgico y hospital del día. Se encuentra en la pared este del centro quirúrgico en el corredor sala de espera ascensores. Alimentado con tres conductores 2 AWG-THHN para las tres fases, un conductor 4 AWG-THHN para neutro y un conductor 4 AWG-THHN para tierra.



Figura 2-11 – Subtablero convencional (TCN)

2.1.3 Estudio de demanda a nivel de subtableros

Para desarrollar los cálculos de demanda a nivel de subtableros se realizó el levantamiento de carga considerando los siguientes criterios.

2.1.3.1 Carga estimada para cada tomacorriente

Para empezar los cálculos de demanda total debemos saber cuántos VA como mínimo soporta cada tomacorriente. Según el NEC 2005 de Estados Unidos en el Artículo 220.14 literal i, cada tomacorriente toma valores de potencia (VA) de la siguiente manera:

Tabla 2-3 – Carga en VA de tomacorrientes simples y múltiples [13]

DISPOSITIVO	CARGA ESTIMADA
Receptáculo dúplex	180VA
Receptáculo triple	180VA
Receptáculo doble duplex	360VA (180x2)
Cuadro o cuatro-plex tipo receptáculo	360VA (90x4)

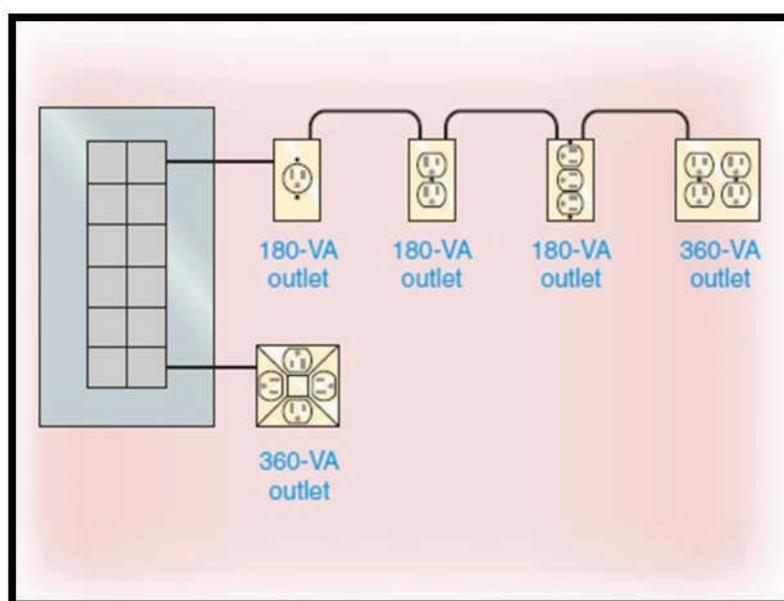


Figura 2-12 – Tomacorrientes simples y múltiples con carga estimada en VA [4]

Pero para el cálculo de circuitos de fuerza se considera valores un poco mayores para cada tomacorriente en watts. A continuación se anota estos valores en la siguiente clasificación de circuitos de fuerza.

2.1.3.2 Clasificación de circuitos de fuerza en hospitales [14]

Los circuitos de fuerza se clasifican en circuitos de uso general y circuitos para salidas especiales, debiéndose cumplir las siguientes normas.

Circuitos de fuerza de uso general

1. Todas las salidas de tomacorrientes para uso general, se deberán considerar como una carga de 200W.
2. El número máximo de tomacorrientes por circuito no podrá ser mayor de 10.
3. El calibre de los conductores para los circuitos de tomacorrientes no podrá ser en ningún caso, menor al de 6 mm^2 de sección (Nº 10 AWG) de cobre o su equivalente.

Circuitos de fuerza para salidas especiales

1. Se considera salida especial el tomacorriente cuya potencia es previamente determinada por el aparato que va a ser conectado como: calefactores, lavadoras, secadoras, esterilizadoras, cocinas, etc.
2. Se deberá considerar circuito individuales para cada salida especial.
3. El calibre de los conductores para los circuitos de salidas especiales estarán de acuerdo a la carga que va a servir, pero en ningún caso deberán ser menores a 4 mm^2 de sección (Nº 10 AWG) de cobre o su equivalente.

Para iluminación la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-10 tiene como norma que, la sección de los conductores de los alimentadores secundarios o circuitos derivados sea mínimo Nº 12 AWG.

2.1.3.3 *Significado de abreviaturas usado en los cuadros de Microsoft Excel 2013*

Al realizar los cálculos tenemos que saber el significado de las abreviaturas que se dan en la copia no controlada de la Empresa Eléctrica Quito “Normas para sistemas de distribución parte A”, Guía para diseño de redes para distribución para poder realizar los respectivos cálculos. A continuación se menciona cuatro abreviaturas que se utilizan en los cálculos de esta tesis.

Carga instalada por consumidor representativo (Cir)

Es el valor que se obtiene al multiplicar el factor de utilización (FFUn) con la potencia o carga nominal estimada de los artefactos individuales (Pn).

Factor de simultaneidad (FSn)

El factor de simultaneidad se aplica al grupo de cargas de cada subtablero y el diseñador es responsable en determina estos valores.

Factor de utilización (FFUn)

El factor de simultaneidad su valor depende exclusivamente de la aplicación a la cual va a ser destinada las tomas de corriente y las luminarias. Este valor depende también de un conocimiento previo por parte del diseñador eléctrico.

Potencia o carga nominal estimada de los artefactos individuales (Pn)

Valor obtenido al multiplicar el valor estimado para cada tomacorriente por el número de puntos eléctricos de determinado circuito.

2.1.3.4 *Cuadros de carga de subtableros de fuerza, aislamiento e iluminación*

Una vez conocidas las abreviaturas con su respectivo significado y con el levantamiento de información eléctrica. Se ha elaborado los cuadros correspondientes

a cada subtablero de distribución convencional, aislamiento e iluminación en las hojas de cálculos de Microsoft Excel 2013.

En el CD adjunto de este trabajo se incluye el archivo elaborado en Microsoft Excel 2013 con todos los cálculos de los cuadros descritos en el subtema 2.3 de este capítulo; en los mismos se indica el levantamiento de carga instalada en el centro quirúrgico y hospital del día.

2.2 DIAGRAMAS UNIFILARES ELÉCTRICOS

Diagrama unifilar es un esquema simplificado de una sola línea en la que se dibuja las partes más importantes del circuito se traza el número de conductores con su respectiva galga o calibre, protecciones eléctricas ya sea monofásico o polifásico, cantidad de circuitos o ramas que tiene el tablero, sistemas de control, etc. Además se incluye especificaciones técnicas como voltaje, corriente, potencia, etc., según requiera los planos del proyecto.

Una vez concluido el levantamiento eléctrico y con ayuda de los cuadros realizados en Microsoft Excel 2013 se realizó los diagramas unifilares de los 2 tableros de emergencia ANEXO 4; los 3 subtableros de alimentación convencional, 8 subtableros de aislamiento y 1 subtablero de calor negro (tablero de fuerza en cuyos tomacorrientes se conectan cargas fuertes o industriales como: brillantadoras, secador de manos, tostadoras, cafeteras, etc.) perteneciente al centro quirúrgico y hospital del día; estos doce diagramas unifilares están en el ANEXO 5. Además, se realizó 2 diagramas unifilares de los subtableros de fuerza e iluminación y de 1 subtablero de aislamiento de la sala de procedimiento de endoscopia del hospital del día los mismos que están en el ANEXO 6.

2.3 LEVANTAMIENTO DE CARGA INSTALADA

El levantamiento de carga en el centro quirúrgico es información referida a cargas que consumen electricidad. En los cuadros de carga se detalla lo que incluye la siguiente tabla.

Tabla 2-4 – Significado de las abreviaturas de los cuadros de carga

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
V	Voltaje
Pn (W)	Potencia estimada del circuito
FFUn %	Factor de frecuencia de uso de la carga individual
CIR (W)	Carga instalada por consumidor representativo
FSn	Factor de simultaneidad para la carga individual
W	Demanda en watts
VA	Demanda en Volt Amperes
A	Amperios
R	Fase R
S	Fase S
T	Fase T
N	Neutro
G	Tierra

El siguiente cuadro eléctrico se da como ejemplo en el que se indica el levantamiento de carga del centro quirúrgico y hospital del día con su respectivo estudio de carga a nivel de subtablero. Los datos tomados se ordenaron en cuadros especificando ubicación, protecciones, etc. Los otros cuadros del levantamiento de carga se los puso desde el ANEXO 7 hasta el ANEXO.20

Tabla 2-5 - Cuadro de cargas subtableros sistema de fuerza calor negro TCN centro quirúrgico y hospital del día

Subtablero: TCN (corredor sala de espera ascensores)

Alimentador: (3x2+2x4) AWG THHN

Protección 3P-30A

Longitud 57m

Caída de tensión: 0.61

Circuito	Denominación del circuito	Voltaje (V)	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	Demanda		Corriente (A)	Fases			N	G	Protección (A)	Nº Puntos	Casillero en Subtablero	Conductor
							(W)	(VA)		R	S	T						
CN1	Tomas corredor área externa sector norte y oeste del centro quirúrgico.	120	1.600	100	1600	60	960	1043,5	8	X	X	X	X	X	1P-20	8	3	(2x10+1x12) THHN AWG
CN2	Tomas: corredor bodega de equipos, corredor centro quirúrgico, corredor hospital del día, corredor cuarto de tableros.	120	1.600	100	1600	60	960	1043,5	8		X	X	X	X	1P-20	8	5	(2x10+1x12) THHN AWG
CN3	Tomas: corredor espera, corredor hospital del día.	120	1.600	100	1600	60	960	1043,5	8	X		X	X	X	1P-20	8	7	(2x10+1x12) THHN AWG
CN4	Tomas: corredor área externa sector sur y este del centro quirúrgico.	120	1.600	100	1600	60	960	1043,5	8	X		X	X	X	1P-20	8	1	(2x10+1x12) THHN AWG
CN5	Tomas: secador de manos área ascensores, pasillo.	120	400	100	400	60	240	260,9	2	X		X	X	X	1P-20	2	2	(2x10+1x12) THHN AWG
CN6	Tomas: secador de manos área ascensores.	120	200	100	200	60	120	130,4	1		X	X	X	X	1P-20	1	4	(2x10+1x12) THHN AWG
CN7	Tomas: lavabo vestidor hombres	120	400	100	400	60	240	260,9	2			X	X	X	1P-20	2	6	(2x10+1x12) THHN AWG
CN8	Tomas: lavabo vestidor mujeres	120	400	100	400	60	240	260,9	2			X	X	X	1P-20	2	8	(2x10+1x12) THHN AWG
CN9	Tomas: Corredor sala de estar, hall tableros, corredor residentes y corredor hospital del día.	120	1.400	100	1400	60	840	913,0	7			X	X	X	1P-15	7	9	(2x10+1x12) THHN AWG
	TOTALES		9.200	100	9200	60	5520	6000,0		18	18	10						

2.4 COMPONENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL CENTRO QUIRÚRGICO

Los componentes del sistema eléctrico del centro quirúrgico y hospital del día contemplan: alimentación normal, alimentación de emergencias, fuentes de poder ininterrumpible, energía regulada y transferencia automático, hasta llegar a los centros de carga distribuidos en el centro quirúrgico y hospital del día.

2.4.1 Sistema de alimentación normal

El suministro de energía eléctrica en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz lo proporciona la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) alimentando a la cámara de transformación ubicada en la planta baja del hospital, junto al departamento de mantenimiento. Existen tres transformadores que abastecen al hospital, el primero con una capacidad de 800kVA, el segundo de 800kVA, el tercero de 315kVA y el cuarto con una capacidad de 150kVA. El primer transformador abastece a las áreas críticas, el segundo transformador abastece a las cargas de los servicios regulares, y el tercer transformador abastece a imagen y el cuarto transformador abastece a el angiógrafo y resonancia.

2.4.2 Sistema de alimentación de emergencia en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz

El sistema de alimentación de emergencia es de gran importancia ya que al ser un hospital es necesario garantizar la continuidad del suministro eléctrico. Al haber un corte de electricidad normal se conecta automáticamente a fuentes alternativas de alimentación como: grupo electrógeno y suministro de alimentación ininterrumpida (UPS).

En los quirófanos funcionan constantemente los UPS mientras se realiza la transferencia automática del sistema convencional al de emergencia cuando se

suspende la energía eléctrica pública; y al reestablece el abastecimiento eléctrico se transfiere automáticamente del sistema de emergencia al sistema convencional.

En el siguiente apartado se dan las características técnicas del grupo generador y fuente de poder interrumpible (UPS) del Hospital Pediátrico Baca Ortiz.

2.4.2.1 Grupo electrógeno en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz

El grupo electrógeno es la más importante fuente de poder de emergencia del hospital. La capacidad del generador del hospital es de 620kW, este entra a funcionar automáticamente presentarse un corte de energía eléctrica, suministrando electricidad a secciones críticas como: el centro quirúrgico, hospital del día, neonatología, y demás áreas críticas de la institución.

Con el fin de garantizar su funcionamiento el grupo electrógeno, que es controlado por un microprocesador, programado para arrancar y detener automáticamente al generador por 15 minutos los días jueves, a fin de que recircule el aceite por los pistones y el resto de su sistema de combustión. Cuando existe el corte del fluido eléctrico por la EEQ este se acciona automáticamente, tarda 35 segundos.

Características del grupo electrógeno Caterpillar C18 se menciona en fichas técnicas del capítulo 4.



Figura 2-13 – Grupo electrógeno Caterpillar C18 del H.B.O.

2.4.2.2 Fuente de poder ininterrumpible (UPS) en centro quirúrgico

Los cinco UPS de marca EATON Powerware utilizados en el centro quirúrgico son tipo online sus características se mencionan en fichas técnicas del capítulo 4.



Figura 2-14 – UPS online en el centro quirúrgico

En esta fuente de poder ininterrumpible la batería y el inversor están en permanente uso, permitiendo que el tiempo de transferencia sea prácticamente cero cuando se suspenda el suministro eléctrico público

2.4.3 Sistema de transferencia

El sistema de transferencia automático del hospital funciona con un interruptor conmutable que se conecta por un lado a la fuente normal de electricidad de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) y por otro al grupo electrógeno suministrando electricidad a cargas críticas como: hospital del día, preparación, centro quirúrgico, etc. El circuito de control está programado para permitir el arranque, parada ya sea automática o manual del grupo electrógeno y la transferencia automático entre la energía que suministra la empresa de servicios públicos y la planta de energía que posee el hospital.

2.4.4 Centros de carga

Los centros de carga en el centro quirúrgico están distribuidos en 8 subtablero de aislamiento pertenecientes a los quirófanos conectados al sistema convencional, sistema de emergencia (UPS y generador); 2 subtablero de fuerza y 1 sub tablero de alumbrado conectado al sistema convencional y al sistema de emergencia (grupo electrógeno). Mientras que en el hospital del día se distribuye 1 sub tablero para alumbrado y 1 subtablero de fuerza conectados al sistema convencional de energía y al grupo electrógeno; 1 sub tablero de aislamiento para la sala de procedimientos de endoscopia conectado al sistema convencional y al sistema de emergencia (grupo electrógeno y UPS). Adicionalmente, tenemos otro sub tablero de fuerza denominado de calor negro TCN que alimenta a cargas de fuerza conectadas al sistema convencional y sistema de emergencia grupo generador. Este detalle también esta descrito en el capítulo dos sección 2.1.2.1 tableros y subtablero.

CAPÍTULO 3

NORMATIVAS ELÉCTRICAS EN HOSPITALES

Las instalaciones eléctricas en hospitales, ya sean en quirófanos, salas de recuperación u otras dependencias donde se atiende a pacientes son muy estrictas y se basan en normativas internacionales. A continuación se detalla las normas eléctricas internacionales y nacionales más importantes.

3.1 NORMAS ELÉCTRICAS INTERNACIONALES

Las normas técnicas internacionales para el diseño eléctrico en hospitales hacen referencia a organizaciones tan importantes y de referencia mundial como:

Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA)

The Institute of Electronics Engineers INC. (IEEE).

Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), más conocida por sus siglas en inglés: IEC (*International Electrotechnical Commission*).

3.1.1 NFPA 99-Health Care Facilities 2005

Las normas eléctricas para centros médicos están detalladas en la National Fire Protection Association (NFPA 99 - Health Care Facilities 2005); estas normas proporcionan los requisitos de los sistemas eléctricos, de gas y de vacío, ambientales, materiales, equipo eléctrico, equipo de gas, laboratorios, requisitos del fabricante de los equipos utilizados en la atención al paciente y los requisitos para los hospitales, hogares de ancianos y otros centros de salud. Esta normativa se subdivide en 21

capítulos, pero el capítulo utilizado en el presente trabajo fue el capítulo cuatro denominado Electrical System y el ANEXO C denominado Additional Explanatory Notes to Chapters 1–20.

3.1.2 IEEE Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities.

La IEEE recomienda para el diseño y operación de los sistemas eléctricos en los centros de salud la publicación 602-2007- IEEE Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities. En esta publicación se mencionan: centro de atención médica, edificios o partes de edificios que contienen hospitales, hogares de ancianos, centros de atención de custodia residenciales, clínicas, centros de salud ambulatorios, consultorios médicos y consultorios dentales. Además, edificios o partes de edificios dentro de un complejo industrial o comercial, utilizados como instalaciones médicas. Pero el presente trabajo hace referencia al capítulo cinco denominado Emergency power system y parte del capítulo cuatro denominado Electrical safety and grounding..

3.1.3 NFPA 70 - National Electrical Code (NEC)

En la norma de Estados Unidos de América NFPA 70 - National Electrical Code (NEC) adoptado en los 50 estados de ese país y tomado como mención en nuestro país, es el punto de referencia para el diseño en seguridad eléctrica, instalación e inspección para proteger a las personas y bienes, de los peligros eléctricos. Este documento se divide en nueve capítulos.

El capítulo que se utilizó fue el capítulo cinco denominado “Special Occupancies”. La normativa de centros médicos en el NEC de Estados Unidos de América consta en el capítulo cinco, en el artículo 517 Health Care Facilities. Aunque el Código Eléctrico Nacional de nuestro país es una traducción de este código, es mejor leer el código original para poder observar gráficos y definiciones que se las entiende solo en su idioma original.

3.1.4 Comisión Electrotécnica Internacional (C.E.I)

Las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (C.E.I) siguiendo una resolución del año 1904 aprobada en el “Congreso Internacional Eléctrico” en San Luis (Misuri), con 83 miembros, cada uno de ellos representando a un país, es una organización de normalización en los campos: eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas.

El diseño del Hospital Pediátrico Baca Ortiz se basa en la información contenida en estas normas, por esta razón se puso énfasis en investigar y absorber sobre estas (ANEXO 21). Se hace referencia al libro II Jornadas Técnicas Hospitalarias: La seguridad en hospitales, que reposa en el área de mantenimiento eléctrico del Hospital.

3.2 NORMAS ELÉCTRICAS ECUATORIANAS

Las normas técnicas nacionales para el diseño eléctrico en hospitales más conocidas son:

- NEC-10 Instalaciones electromecánicas.
- Código eléctrico nacional CPE INEN 019 (2001)

3.2.1 NEC-10 Instalaciones electromecánicas

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) es el que dispone la aplicación de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), elaborado mediante el Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el MIDUVI y Cámara de la industria de la Construcción (CAMICON). La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) consta de dieciséis capítulos, pero para instalaciones eléctricas es necesario referirse al capítulo

15 denominado NEC-10 INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS. La sección que fue utilizada en este trabajo es el numeral 15-1 Instalaciones eléctrica de bajo voltaje.

3.2.2 Código eléctrico nacional CPE INEN 019 (2001)

Las normas eléctricas para instituciones de asistencia médica en nuestro país están descritas en el CPE INEN 019 (2001) (Spanish) capítulo 5 del Código Eléctrico Nacional, es una traducción de la norma NFPA 70 - National Electrical Code (NEC) artículo 517. Al igual que la norma estadounidense, las normas para hospitales en Ecuador se encuentran en el código eléctrico nacional en la sección 517 Instituciones de asistencia médica.

CAPÍTULO 4

PLAN DE MANTENIMIENTO DE PUNTOS CRÍTICOS

En el centro quirúrgico se concentran actividades quirúrgicas programadas y de emergencia atendiendo las 24 horas del día los 365 días del año. Las actividades de salud son asistidas por sistemas simples y complejos, por tanto el mantenimiento preventivo en este ambiente es para que los servicios tengan continuidad, seguridad y confiabilidad. Al tener equipos e instalaciones en buenas condiciones se consigue que las distintas actividades de salud se realicen en forma eficaz, eficiente y segura para los pacientes que sometidos a intervenciones quirúrgicas en sus diferentes especialidades.

Para realizar las labores de mantenimiento se debe seguir una organización programada de actividades (mantenimiento preventivo) así como de actividades no programadas que surgen de imprevisto (mantenimiento correctivo). Estos trabajos de mantenimiento aseguran la disponibilidad y el rendimiento de los equipos garantizados por las casas comerciales. Las labores de mantenimiento se las realiza desde el instante que el equipo es instalado ya que es necesario verificar si está mal instalado o presenta fallas de fábrica.

Sea cual sea el mantenimiento que realicemos en cualquier sitio, instalación, equipo, etc., este se lo hará para conservar los bienes físicos siguiendo un conjunto ordenado de actividades consiguiendo así seguridad y confiabilidad. Para que la calidad del mantenimiento sea adecuada, la reparación no debe estar sujeta a urgencias; razón por la cual se debe elaborar un plan de mantenimiento preventivo anual que organice las actividades del personal encargado. El mantenimiento preventivo en el centro quirúrgico tiene gran importancia para la seguridad de los pacientes ya que al realizar los trabajos de mantenimiento conseguimos que todos los equipos médicos tengan

alta productividad evitando fallos inesperados logrando así, que las instalaciones, máquinas y equipos trabajen y desarrollen toda su potencia útil en beneficio y para la seguridad de los pacientes del centro quirúrgico.

4.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Al transcurrir el tiempo cualquier máquina presentara un bajo porcentaje de fallas que indican que ha estabilizado su funcionamiento y que ya se han dado sus distintas clases de mantenimientos. Pero cuando la máquina ya ha cumplido su vida útil empezará a fallar frecuentemente, hasta que dicha máquina será dada de baja. Por lo anteriormente dicho desde el momento que se adquiere el equipo hasta que se lo da de baja se le deben someter a planes de mantenimiento, siendo los más comunes: mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.

4.1.1 Mantenimiento predictivo

Este mantenimiento consiste en evaluar periódicamente con equipos de última tecnología las condiciones de operación de todo tipo de instalaciones y equipamiento para optimizar la operación total de las instalaciones. Anticipa posibles fallos, planificando acciones preventivas a fin de evitar que la probable falla se vuelva real.

Para poder realizar este tipo de mantenimiento se debe contar con herramientas adecuadas como registros históricos, conjunto de pruebas predictivas y de procedimientos de control especializados.

Tabla 4-1 – Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo

VENTAJAS
Anticipa fallos particulares ya sea en las máquinas o instalaciones
Evaluar periódicamente un defecto
Con los datos recopilados es posible hacer análisis estadísticos
Se utiliza el historial de actuaciones realizadas para hacer mantenimiento correctivo

DESVENTAJAS
Para pruebas y recopilación de datos de este mantenimiento se necesita equipo especializado con un elevado costo
La institución que realice este tipo de mantenimiento debe contratar personal con experiencia y debidamente calificado para interpretar la información recopilada

4.1.2 Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento involucra un conjunto de actividades de forma cronológica que ayude a programar un trabajo metódico y sistémico con el objetivo evitar fallas en los elementos físicos involucrados, ya sea de infraestructura, maquinarias o cualquier tipo de instalación, debido al desgaste que se produce por el tiempo de servicio útil de alguna de sus partes componentes, logrando así que el tiempo de vida de sus elementos aumente. Para realizar este tipo de mantenimiento se requiere planificación y actuación.

Tabla 4-2 – Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

VENTAJAS
Al realizar un mantenimiento programado se puede evitar fallos en las instalaciones, en ciertas ocasiones están fuera los fallos imprevistos; en este caso se realiza mantenimiento correctivo.
El costo de realizar este tipo de mantenimiento es bajo considerando que se evita que se detenga la producción y además eludir los costos del mantenimiento correctivo. Aumentar la disponibilidad de los equipos y su tiempo de vida útil.
Se planifica la frecuencia del trabajo operativo de mantenimiento; realizándolo cuando se tiene todos los elementos técnicos y las seguridades para efectuar las actividades.
Se puede evitar el riesgo de falta de repuestos, herramientas y recursos solicitándolos con anticipación, porque se inspeccionan periódicamente las condiciones de los componentes replazándolos cuando estén en mal estado.
El personal encargado de la elaboración del plan de mantenimiento analizar las actividades de mantenimiento para que el personal encargado en su ejecución realice solo aquellas que sean necesarias.
DESVENTAJAS
La mala planificación puede hacer que las actividades no esenciales eleven el costo de mantenimiento y añaden el riesgo de afectar a equipos que permanecían y operaban en perfecto estado antes de realizar el mantenimiento.
No permite determinar con exactitud el desgaste de las piezas de los equipos porque no se tiene un control especializado de las mismas.

4.1.3 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo consiste en dejar a los equipos que operen sin ningún servicio o control del estado de los mismos, hasta que se produzca una falla en su funcionamiento, en la mayoría de las ocasiones sin llegar a detenerse estos, dada esta situación se realizan las debidas labores de reparación, en el momento que se crea más oportuno, según las condiciones de la empresa o del encargado del área de mantenimiento o la injerencia del área de producción, muchas veces causando daños severos a otros elementos colaterales de los equipos. [15]

Tabla 4-3 – Ventas y desventajas del mantenimiento correctivo

VENTAJAS
No genera gastos fijos.
Se corrige averías en los equipos.
No es necesario programar ni prever ninguna actividad.
DESVENTAJAS
No se puede utilizar el equipo averiado hasta que se lo repare.
La reparación del equipo depende si el repuesto está disponible inmediatamente, por tanto la disponibilidad del equipo es menor.
El costo de este tipo de mantenimiento aumenta porque generalmente se debe comprar los repuestos, contratar mano de obra si el personal no está capacitado para realizar la reparación.

Analizado desde cualquier punto de vista no es aconsejable este tipo de mantenimiento, porque provoca repentinas paradas, equipos estropeados seriamente y altos costos en reparación que ello involucra. Pero no se lo puede descartar en su totalidad ya que es imposible poder prever todos los daños, ya que existen daños impredecibles, incluso utilizando estrategias muy sofisticadas. Razón por la cual en esta tesis se da algunas recomendaciones de labores de mantenimiento correctivo para el sistema de puesta a tierras, cableado, UPS y grupo electrógeno.

4.2 ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El plan o programa de mantenimiento es una herramienta fundamental para organizar y planificar adecuadamente los trabajos o conjunto de tareas del personal, sin sobrecargar sus actividades y cumpliendo los tiempos de mantenimiento recomendados por los fabricantes logrando así optimizar el funcionamiento de todas las instalaciones, equipos de uso médico consiguiendo compensar o evitar el desgaste que han tenido las instalaciones del hospital.

Para mantenimiento preventivo su planificación será diaria, semanal, mensual y anual. Si existe fallas inesperadas, la planificación será diaria entonces en ese caso se realiza mantenimiento correctivo.

En presente trabajo de titulación se propone cronogramas de mantenimiento preventivo y recomendaciones para los trabajos de mantenimiento correctivo, ya que al tratarse de los quirófanos de un hospital tan grande e importante no se pueden realizar mediciones o intervenciones en sus equipos e instalaciones.

Además, varios de su equipamiento entre ellos su grupo electrógeno reciben mantenimiento de su casa comercial por garantía

4.2.1 Mantenimiento del sistema de puestas a tierra [16]

En el hospital el mantenimiento del sistema de puesta a tierra y del conjunto de conexiones externas al terreno, se limita al mantenimiento de los conductores y de las conexiones que forman parte de este. [17]

Se estima que los errores de los sistemas de puesta a tierra (SPT) son en un 80% en el alambrado de las instalaciones eléctricas y un 20% en sus instalaciones de su malla a tierra.

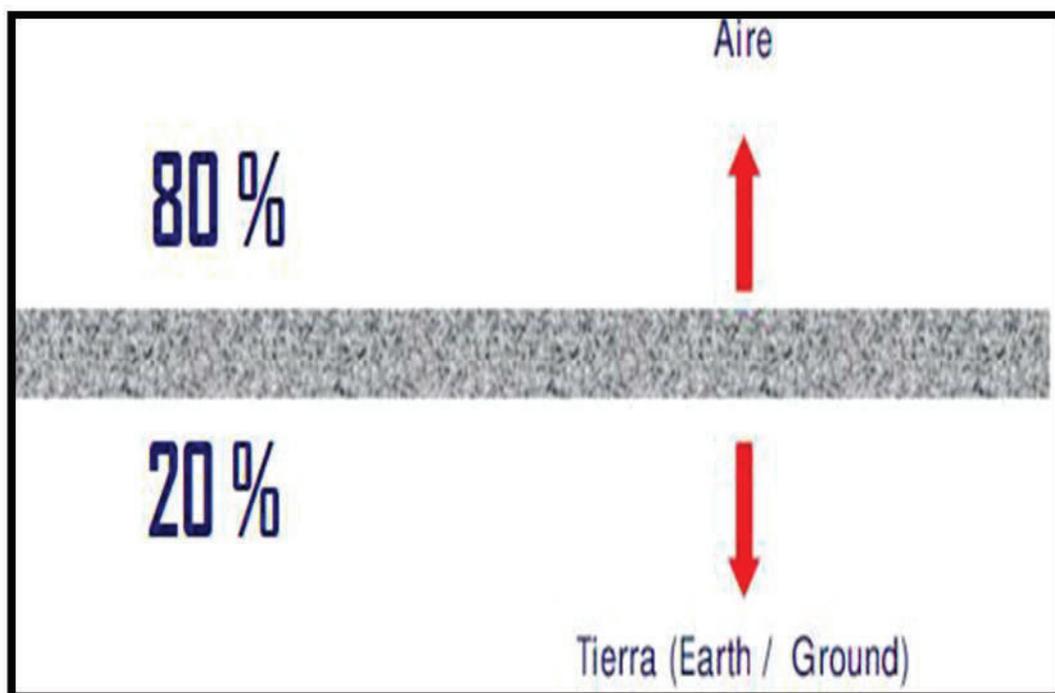


Figura 4-1 – Errores de los sistemas de puesta a tierra (SPT) [16]

El objetivo es asegurar que los equipos estén conectados al sistema de puesta a tierra; para lograrlo se realizan las actividades programadas de mantenimiento que se indican a continuación.

Mantenimiento preventivo

En un sistema de puesta a tierra el 80% de sus errores se producen en el alambrado del edificio, por tanto, se recomienda medir con una pinza amperimétrica que no exista corriente (0A). Una vez comprobado que no existe corriente en el alambrado de tierra de la construcción se recomienda realizar cada año los siguientes trabajos de mantenimiento preventivo:

- Inspección visual solo de aquellas partes componentes del sistema que pueden verse directamente (conductores), observando evidencia de desgaste y corrosión.

- Prueba de funcionamiento de todos los interruptores de corriente residual, ya que las posibles averías en el sistema de tierra pueden estar asociada a las protecciones diferenciales que producen corrientes permanentes. Esta prueba debe ser independiente del botón de ensayo que viene incorporado al interruptor; mediante equipos de prueba de dispositivos de corriente residual comprobar el funcionamiento de los mismos aplicando corriente de prueba. [17]
- Prueba de conexión de todas las partes metálicas ajenas al sistema eléctrico, es decir: tableros metálicos, de control, etc. Esta prueba se realiza usando un óhmetro para medida de baja resistencia (micro-óhmetro), entre el terminal de tierra del cliente y todas las partes metálicas respectivas. [17]
- Medir con un teluometro el valor de resistencia de la malla de puesta a tierra y compararlo con su valor de diseño. Esto puede significar aislar la malla de tierra y puede, por lo tanto, requerir que se desconecte la energía durante el periodo de prueba. La NFPA, la norma NEC 250 56 y la norma IEEE recomiendan valores de resistencia 5Ω o menos para estas mediciones en instalaciones con equipos electrónicos sensibles. A continuación, en la tabla se indica valores máximos de resistencia de puestas a tierra según las normas citadas anteriormente.

Tabla 4-4 – Valores recomendados para resistencia de puestas a tierra [16]

VALORES DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	
APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTAS A TIERRA
Estructuras de líneas de transmisión	20 Ω
Subestaciones de alta y extra tensión	1 Ω
Subestaciones de media tensión en poste	10 Ω
Subestación de media tensión en uso interior	10 Ω
Protección contra rayos	<10 Ω
Neutro de acometidas en baja tensión	25 Ω
Descargas electrostáticas	25 Ω
Equipo electrónico sensible y hospitales	< 5 Ω

Mantenimiento correctivo

Para realizar trabajos de mantenimiento correctivo se recomienda hacerlos siguiendo la siguiente tabla, en donde, se indica la prioridad según la medida de resistencia de la malla de puesta a tierra.

Tabla 4-5 – Acciones correctivas en función de la resistencia de malla a tierra [16]

PRIORIDAD	OHMIOS	ACCIÓN RECOMENDADA
4	0 a 1Ω	Acciones preventivas
3	1 a 2Ω	Acciones preventivas según sea posible su programación
2	2 a 4Ω	Posibles acciones correctivas en el siguiente mantenimiento
1	$>5\Omega$	Medidas correctivas urgentes

Para realizar el mantenimiento correctivo en una malla seguir los siguientes pasos:

- Primero se debe corregir la resistencia de la malla reemplazando sus componentes eléctricos.
- Si no se consigue mejorar la resistencia de la malla con el paso anterior se mejora la misma renovando la resistividad del suelo.

A continuación se describen los dos pasos anteriores sugiriendo a nivel tecnológico que se debe hacer en este tipo de mantenimiento.

Corrección de medida de resistencia

El valor de la resistencia de la malla a tierra puede variar a causa de fallas eléctricas, corrosión, daños mecánicos e impactos de rayos. En los sistemas de puestas a tierra la degradación se manifiesta en el aumento de la resistencia del sistema de puesta a tierra. Al estar las varillas copperweld y sus conexiones enterradas en el suelo estas se degradan por alto contenido de cloruro de sodio (sal), gran humedad, elevadas temperaturas. La degradación de las varillas copperweld y sus conexiones están

directamente relacionadas con el tiempo, por tanto a más tiempo transcurrido aumentara la resistencia de los mismos.

Para corregir el valor de la resistencia de la malla de tierras se incrementa varillas copperweld en paralelo en la malla existente; pero, si no hay espacio en el terreno para aumentar varillas se extrae las varillas viejas para sustituirlas por nuevas.

Otro método consiste en aumentar la longitud de los electrodos o aumentar su diámetro. Sin embargo, si las varillas copperweld se encuentra en buenas condiciones y aun así la resistencia medida en el sistema de puesta a tierra tiene valores superiores al recomendado por las normas, se añade aditivos de refuerzo en el terreno ya que la conductividad en el mismo posiblemente es muy pobre.

Corrección de la medida de resistividad en el terreno

Existen diversos tratamientos químicos para mejorar la resistividad en el suelo disminuyendo la resistencia de los sistemas de puesta a tierra sin necesidad de utilizar gran cantidad de electrodos.

La corrección de la resistividad consiste en utilizar tratamiento químicos cambiando el terreno existente por un suelo rico en sales naturales como: tierra negra, con aditivos mezclando sal + carbón vegetal o tratamientos químicos prefabricados como: el EXOGEL con una resistividad específica menor a 1 Ω .m.

4.2.2 Mantenimiento en el cableado eléctrico

Mantenimiento preventivo

Al realizar este mantenimiento se reduce la posibilidad de falla y paros imprevistos de actividades. El mantenimiento en el cableado se recomienda efectuando de manera anual siguiendo los siguientes pasos.

- Destapar todos los tableros y subtableros con ayuda de una persona ya que los breakers podrían moverse accidentalmente cuando se saque la tapa, apagando

algún ramal ocasionando que cualquier equipo conectado a cualquier paciente se quede sin suministro de energía.

- Revisar e inspeccionar visualmente de una forma general las instalaciones eléctricas verificando que no exista alguna desviación de los conductores, asegurándose que su galga sea la adecuada según las normas.
- Limpiar o aspirar el polvo acumulado en el interior de los subtableros, en lo posible aplicar repetidas veces limpia contactos en spray hasta que quede su centro de carga totalmente limpio.
- Reapretar la tornillería ya que los mismos se aflojan porque la corriente que fluye por los conductores es alterna.

Cuando se reaprieta los tornillos es recomendable usar un torquímetro siguiendo especificaciones técnicas de los fabricantes. En la siguiente tabla se da algunos ejemplos de par de apriete en Newton por metro.

Tabla 4-6 – Par de apriete de elementos de sujeción [18]

ELEMENTO	PAR DE APRIETE [N.m]
Conector DC terminales de cobre	60
Conector DC terminal de aluminio	37
Tornillería de la estructura de ventilación	20
Bandas de puesta a tierra	8
Conector entre conductor y varilla de puesta a tierra	5
Tornillería de tapas cubiertas	4
Conector de descargador de sobre voltajes	3,5
Tornillería general	3,4
Bornes roscados	1,7

Mantenimiento correctivo

En instalaciones eléctricas que pueden ser desenergizados sus conductores se recomiendan efectuar mediciones de resistencia del aislamiento cada tres años; comprobando su aislamiento entre el conductor de cobre y la parte aislante. Para este fin se utiliza un megaóhmetro; consiguiendo un megado en los cables que comprueban

el grado de deterioro del aislamiento. Pero al tratarse de quirófanos no se pueden desenergizar sus conductores ya que siempre están conectados Equipos de Soporte de Vida; en este caso se recomienda efectuar una termografía mediante una cámara termográfica o un termómetro infrarrojo; determinando los puntos calientes de los componentes de la instalación eléctrica en lo conductores.

En la siguiente figura se ve un punto caliente en un componente eléctrico de una instalación eléctrica.

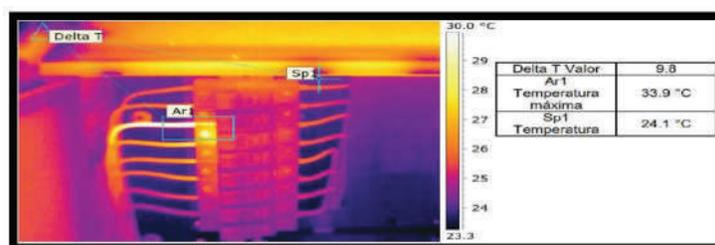


Figura 4.1 - Medición de temperatura con cámara termográfica [18]

Se puede usar el criterio de cuánta es la variación de temperatura respecto a los elementos análogos cercanos, como lo muestra la tabla siguiente para así considerar posibles acciones correctivas. [18]

Tabla 4-7 – Acciones correctivas en función de la temperatura [18]

PRIORIDAD	TEMPERATURA	ACCIÓN RECOMENDADA
4	1 a 10°C	Acciones correctivas en el siguiente mantenimiento.
3	10 a 20°C	Acciones correctivas según sea posible su programación.
2	20 a 30°C	Medidas correctivas a corto plazo.
1	30 a 40°C	Medidas correctivas urgentes.

4.2.3 Mantenimiento del sistema de respaldo ininterrumpido (UPS)

Mantenimiento preventivo

En mantenimiento preventivo del sistema de respaldo ininterrumpido es indispensable Para garantizar constante fluido eléctrico en los quirófanos por seguridad de los

pacientes durante las intervenciones quirúrgicas. Para realizar los trabajos en estos equipos se sigue los siguientes pasos:

Tabla 4-8 – Actividades para mantenimiento preventivo de UPS

1	Limpieza externa de los UPS.
2	Revisión visual externa de fallos
3	Medida de corriente en la pantalla LCD
4	Medida de voltaje en la pantalla LCD
5	Revisión de las conexiones eléctricas
6	Revisión de alarma audible
7	Revisión de los LED's del panel digital
8	Limpieza del interior de los UPS
9	Revisión de ventiladores
11	Ajusta bornes en el interior, revisando: tarjeta de control, tarjeta madre, elementos de protección y micro interruptores de seguridad, verificando que estén en buen estado.
12	Revisión del estado de baterías identificando si es necesario su cambio.

Las labores de mantenimiento citadas en la tabla anterior se describen de una forma general en los siguientes párrafos.

Antes que empecemos las labores de mantenimiento en el sistema de respaldo ininterrumpido efectuar transferencia de carga para desconectar los UPS. Una vez desconectados los UPS, en ese momento, los tableros de aislamiento se conectarán directamente a la red.

Una vez desconectados los UPS de las cargas críticas; mediante brochas y/o aspiradora limpiar la parte de electrónica y control asegurarse que al momento de hacerlo no se dañe ningún componente electrónico ni eléctrico del UPS. Una vez hecha la limpieza de nuestro UPS se ajusta los bornes, revisar la tarjeta de control, tarjeta madre, elementos de protección y micro interruptores de seguridad; verificando que estén en buen estado. [19]

Al ser las baterías selladas son libres de mantenimiento, pero se las reemplaza todas de acuerdo al calendario que da el manual del fabricante. En el caso de los UPS del centro quirúrgico se cambian cada año.

Una vez acabados los trabajos de mantenimiento se pasa a modo controlado a través de los UPS luego de realizar las diferentes pruebas de carga, tiempos de transferencia, funcionamiento del inversor, tiempos de carga y descarga de las baterías, etc. Una vez terminado el mantenimiento de los equipos en su totalidad se escribe en adhesivos la fecha que se realizó el mantenimiento, los nombres de los técnicos responsables de dichas tareas; para posteriormente pegarlos en la cara lateral o superior de los UPS, esta información permitirá conocer con precisión cuando se realizó el mantenimiento de forma inmediata.

Mantenimiento correctivo

En vista que los equipos de hospital son de gran utilidad para mantener constante la energía eléctrica, sus fallas más graves son solucionadas por personal técnico contratado. Pero en este trabajo de titulación se da solución a problemas de falla sencillos, por ejemplo, si la unidad deja de funcionar normalmente una luz roja de alarma parpadea sonando a la vez un pitido de aviso, y uno de los siguientes mensajes de emergencia (falla) aparecen en la pantalla LCD:

Tabla 4-9 – Problemas en UPS y sus acciones correctivas [20]

MENSAJE	ESTADO	ACCIÓN CORRECTIVA
BATTERY LOW	La batería está baja	
FALLO DE ENTRADA	Voltaje de entrada es demasiado baja. Voltaje de entrada es demasiado alto. No hay tensión de entrada	Corrige automáticamente cuando los estabilizadores de voltaje de entrada retornan a su posición normal.
B / P FALLO	Tensión de bypass es demasiado baja. Tensión de Bypass es demasiado alto. No hay tensión de bypass.	Corrige automáticamente cuando los estabilizadores de voltaje de bypass derivación retornan a su posición normal.

SOBRECARGA	Sobrecarga	La unidad pasa a bypass y se mantiene de esa manera, siempre y cuando hay una sobrecarga. Las transferencias de carga desde bypass al inversor se corregirán cuando la carga esta subsanada a la carga nominal.
FALLA DEL INVERSOR	El mal funcionamiento del inversor	Completar hasta 7 intentos de volver a conectarse al inversor.
EXCESO DE TEMPERATURA	Exceso de temperatura	Sobre los 90 °F se paraliza la acción del inversor y transfiere la carga al bypass. Recupera automáticamente el funcionamiento normal sólo después de que la temperatura descienda por debajo de 55 °F.
BATERIA NO CONECTA	La batería no está conectada	Comprobar el estado del interruptor de la batería y las conexiones a las baterías.
BYPASS FREC FALLO	La frecuencia de Bypass excede los límites permitidos.	Funciona en una frecuencia independiente del inversor y se sincronizará de nuevo cuando la frecuencia regrese a normal.
CONDICION DE FALLO SERVICIO REQUERIDO	Auto-prueba tiene un resultado negativo	Llamar al servicio técnico
FALLO RECTIFICADOR	Tensión de CC es defectuoso	Llamar al servicio técnico

4.2.4 Mantenimiento del grupo electrógeno

Mantenimiento preventivo [3]

El mantenimiento del grupo electrógeno consiste en alargar su tiempo de vida útil, para lo cual se necesita de un adecuado programa de mantenimiento empezando con lo básico, su limpieza. Para empezar se realiza inspección visual detectando posibles daños, manchas de aceite sobre el piso, manchas de agua sobre el piso, fugas de aceite, fugas de agua, quemaduras y el estado de la pintura de la carcasa. Una vez hecha la inspección visual se limpia la suciedad existente. A continuación se describe las inspecciones mecánicas y eléctricas que se deben hacer en el grupo electrógeno durante un año.

Inspección mensual

- a. Ensayos de grupos electrógenos y conmutadores de transferencia bajo condiciones de carga y temperatura de funcionamiento, al menos, cada 30 días. Un período de ensayo de 30 minutos es absoluto mínimo, o deben ser seguidas las recomendaciones del fabricante de la máquina.
- b. Registrar permanentemente durante la prueba mensual todas las lecturas de los instrumentos disponibles.
- c. Durante la prueba mensual, compruebe el siguiente sistema o sistemas aplicables a la instalación:

Tabla 4-10 – Actividades mensuales en el grupo electrógeno [3]

SISTEMA(S)	ACTIVIDAD
Gas natural o sistema de gas de petróleo líquido	Operación de solenoides y reguladores
	Condición de todas las mangueras y tuberías
	Cantidad de combustible
Sistema de combustible de gasolina	Nivel de combustible del tanque principal
	Funcionamiento del sistema
Sistema de combustible diésel	Nivel de combustible del tanque principal
	Nivel de combustible de tanque de día
	Funcionamiento de la bomba de suministro de combustible y controles
Turbinas de motores primarios	Siga el procedimiento de mantenimiento recomendado por el fabricante
Sistema de refrigeración de la máquina	Nivel de refrigerante
	Inhibidor de corrosión en el refrigerante
	Anticongelante en el refrigerante
	Agua de refrigeración adecuada para intercambiadores de calor
	Suficiente aire fresco para el motor y los radiadores
	Condición del ventilador y de las bandas del alternador
	Apretar y comprobar el estado de las mangueras y conexiones
Funcionamiento del calentador de refrigerante	
Sistema de lubricación de la máquina	Nivel de aceite lubricante
	Respiradero del cárter no restringido
	Aspecto de aceite lubricante
	Disponibilidad adecuada de aceite de lubricación para reponer o cambio
	Funcionamiento del calentador de aceite lubricante
Presión de aceite correcta	



Sistema de arranque del motor eléctrico	Terminales limpios y apretados de batería
	Añadir agua destilada para mantener adecuado el nivel de electrolítico
	Velocidad de carga de la batería
	Funcionamiento correcto del circuito de carga lenta de la batería
	Baterías de repuesto cargadas si la hubiere

Tabla 4-11 – Actividades mensuales en el grupo electrógeno [3]

Sistema de arranque del motor de aire comprimido	Compresor de aire funcionando adecuadamente
	Nivel de aceite de lubricación del compresor de aire
	Piezas de tanques de aire comprimido completos
	Tanques de aire comprimido principales llenos
	Drenar el agua de los tanques de aire comprimido
Sistema de escape de la máquina	Purgar la trampa del condensador
	No fugas de escape
	Escape no restringido
	Todas las conexiones ajustadas
Interruptor de transferencia	Interior limpio y libre de materias extrañas
	No ruidos extraños
	Terminales y conectores de color normal
	Condición de aislamiento de los cables
	Todas las tapas apretadas
	Puertas bien cerradas
Inspección general	Cualquier condición inusual de la vibración, deterioro, fuga o temperaturas elevadas en superficies o ruido
	Manuales de mantenimiento, registro de servicio, herramientas de servicios básicos, y suministros fácilmente disponibles
	Verificar y registrar los intervalos de tiempo de los distintos incrementos de las secuencias de inicio y apagado automáticos
	Limpieza general de la habitación
	No elementos innecesarios en la habitación

- d. Después de la prueba mensual: Tomar medidas inmediatas para corregir todas las condiciones indicadas indebidas durante la prueba. Compruebe que el sistema de reserva este configurado para el arranque automático y la transferencia de carga.

Inspección trimestral

En los siguientes dos tablas se coloca las actividades para la inspección trimestral.

Tabla 4-12 – Inspección en el grupo electrógeno [3]

SISTEMA(S)	ACTIVIDAD
Sistema de arranque del motor eléctrico	Comprobar el peso específico del electrolito de la batería
	Chequear las válvulas de purga de las tapas de las baterías
Sistema de lubricación del motor	Revisar el aceite lubricante (o han analizado si es parte de un programa de ingeniería de aceite lubricante)

Tabla 4-13 – Inspección en el sistema de combustible [3]

SISTEMA(S)	ACTIVIDAD
Sistema de combustible	Drenar el agua del tanque de día
	Drenar el agua del filtro de combustible
	Compruebe medidores de combustible y vaciar el agua de los tanques de combustible principal
	Inspeccionar las válvulas de purga del tanque de combustible principal

Inspección semestral

Tabla 4-14 – Inspección semestral en el grupo electrógeno [3]

SISTEMA(S)	ACTIVIDAD
Sistema de lubricación del máquina	Cambiar el filtro de aceite (si hay suficientes horas)
	Limpiar el respiradero del cárter
Sistema de combustible	Inspección general de todos los componentes
	Cambiar el filtro de combustible
	Cambiar o limpiar el filtro de aire
Governor	Compruebe todas las conexiones y rótulas
	Comprobar el nivel de aceite (si es aplicable)
	Observe si hay fugas de aceite inusual
Generador	Comprobar la longitud del cepillo y la presión
	Comprobar el aspecto de los anillos colectores y limpiarlos si es necesario
	Soplar con aire comprimido limpio y seco

Controles de seguridad de la máquina	Compruebe el funcionamiento de todas las alarmas de la máquina y dispositivos de desconexión de seguridad (el generador no debe estar bajo carga durante esta comprobación)
--------------------------------------	---

Inspección anual

a. En el grupo electrógeno:

Tabla 4-15 – Inspección anual en el grupo electrógeno [3]

SISTEMA(S)	ACTIVIDAD
Sistema de combustible	Analizar la condición del diésel(sustituir en caso necesario)
	Reemplazar el combustible de gasolina
	Examinar todos los depósitos de suministro, accesorios, y las líneas de gas natural o gas licuado de petróleo
Sistemas de lubricación	Cambio de aceite
	Cambio del filtro de aceite
	Cambie el filtro de aire del carburador
Sistema de refrigeración	Comprobar su estado y de los intercambiadores de calor de la barra de salida si es necesario
	Cambio de refrigerante en sistemas cerrados
	Limpiar el exterior de todos los radiadores
	Compruebe todas las bombas de agua del motor y bombas de circulación
	Examinar toda la red de conductos está flojos
	Limpiar y verificación de motor que funciona con rejillas
Sistema de escape	Compruebe el estado de silenciadores, tubos de escape, soportes y conexiones
Sistema de encendido	Chispa de explosión en los motores
	Reemplazar agujas (puntos) y tapones
	Comprobar el tiempo de encendido
	Compruebe el estado de todos los cables de encendido
Generador	Limpiar los devanados del generador
	Compruebe los rodamientos del generador
	Mida y registre las lecturas de las resistencias de los devanados del generador utilizando medidor de aislamiento (megaóhmetro)
Control del máquina	Limpeza general
	Compruebe el aspecto de todos los componentes
	Comprobar medidor

b. Interruptor de transferencia:

Inspeccionar interruptor de transferencia y hacer reparaciones o reemplazos.

c. Aparata principal y aparata generador:

Operar manualmente cada disyuntor.

Verificar visualmente las barras de distribución, barras de refuerzo, conexiones de alimentación, para limpieza y signos de sobrecalentamiento.

Mantenimiento preventivo eléctrico del grupo electrógeno

Ensayos de grupos electrógenos y conmutadores

Programar cualquier día entre semana para que el grupo electrógeno arranque, trabaje bajo carga como mínimo 30 minutos con el fin de comprobar que está funcionando el conmutador correctamente así como todos los componentes del grupo electrógeno y al mismo tiempo localizar fallas que pueden ser corregidas oportunamente.

Registro lecturas de los instrumentos disponibles

Registrar las lecturas de tensión, frecuencia, corriente, número de horas de operación de la máquina y energía suministrada. Esta información es necesaria para determinar el normal funcionamiento del grupo generador.

Sistema de arranque

Mensualmente -Llenar con agua destilada hasta el nivel adecuado las baterías; verificar que no exista sulfatación en los bornes y si existe limpiar con una lija muerta; finalmente apretar todas las conexiones. Si hay baterías de repuesto medir que estén cargadas en su totalidad.

Trimestralmente.- Con un densímetro comprobar la densidad específica del electrolito y chequear que estén en buen estado las válvulas de purga de las tapas.

Interruptor de transferencia

Mensualmente.- Limpiar el interior del gabinete donde se encuentran alojado el interruptor de transferencia; inspeccionar visualmente que los terminales, conectores tengan color normal y las condiciones de los cables sean los adecuados; cerciorarse que todas las tapas de los interruptores estén apretadas y las puertas de los gabinetes bien cerradas; escuchar que no haya ruidos extraños.

Anualmente.- Hacer reparaciones o reemplazos inspeccionando previamente el interruptor.

Inspección general

Inspeccionar que toda la documentación, herramientas y repuestos del grupo electrógeno estén disponibles. Escuchar, observar y sentir cualquier condición inusual de vibración, deterioro, fuga, temperaturas elevadas y ruidos. Registrar y verificar que el tiempo de inicio y apagado programados en la máquina sea la correcta (en el hospital es 15 min los días jueves).

Finalmente hacer limpieza general de la habitación; barrer todos los sitios que se pueda, seguidamente aspirar o limpiar con un trapo todas las superficies acumulas con polvo sobre la máquina.

No olvidar sacar todos los elementos innecesarios de la habitación.

Generador

Semestralmente.- Inspeccionar visualmente el aspecto de los anillos colectores y longitud de las escobillas verificando su presión; finalmente limpiar con aire comprimido todo el conjunto del generador.

Anualmente.- limpiar los devanados; comprobar rodamientos y medir con un megger la resistencia de aislamiento del campo quitando las escobillas.

Controles de seguridad

Semestralmente.- De forma general verificar el correcto funcionamiento de las luces piloto, alarmas de la máquina y dispositivos de desconexión de seguridad.

Anualmente.- Realizar la respectiva limpieza comprobando el aspecto de todos sus componentes.

Aparamenta principal y aparamenta generador

Verificar visualmente signos de sobrecalentamiento en las barras de distribución, barras de refuerzo, conexiones de alimentación. Limpiar y luego operar manualmente cada disyuntor.

Mantenimiento correctivo

El grupo electrógeno del Hospital Pediátrico Baca Ortiz al tener garantía recibe soporte técnico para su mantenimiento de todos sus componentes eléctricos y mecánicos. Razón por la cual en este trabajo se puso únicamente cuadros en los cuales se anotan los síntomas del equipo, las posibles causas o fallas y las medidas a tomar.

Tabla 4-16 – Problemas en Grupo electrógeno y medidas a tomar [21]

SINTOMAS	POSIBLES CAUSAS	MEDIDAS A TOMAR
Grupo electrógeno no se enciende	Capacidad insuficiente de la batería	Mantener la batería (cargada completamente) reemplazar si es necesario.
	El panel de control se halla sin energía	Chequear el fusible del panel de control
	Inicio muy rápido (de inyección eléctrica) y el controlador de inyección eléctrica no ha pasado de auto-inspección	Resetear el panel de control por 3 o 4 segundos
	Relé de arranque defectuoso	Reemplace este relé
	Motor de arranque defectuoso	Analizar la causa, reemplazar si es necesario.
	Encendido manual de grupo electrógeno no funciona	Revise cuidadosamente para encontrar la causa de la falla
	Capacidad insuficiente de la batería	Mantener la batería (cargada completamente) reemplazar si es necesario.
	Pre-calentamiento insuficiente	Chequear los componentes de pre-calentamiento.
	Baja Temperatura	Calentar la máquina con precalentador
	Trabajo en Altura (Falta de aire)	No puede iniciar inmediatamente a toda velocidad, se embala después de la operación en vacío para un determinado periodo
Dificultad al empezar o inicio prolongado	Abastecimiento de combustible equivocado	Reemplazar
	Combustible con agua	Reemplazar el combustible, se sugiere un separador de agua y combustible
	Con aire o sin combustible en el sistema	Eliminar el aire, dejar que el flujo de combustible salga a través de la tubería de retorno mediante una bomba manual de combustible
	Atasco grave (filtro del sistema de combustible)	Reemplazar periódicamente el filtro del combustible
	Atasco grave (aire en la entrada del sistema)	Reemplace el filtro de aire periódicamente.
	Bomba de combustible defectuosas	Chequear y reparar, reemplazar cuando sea necesario.
	Válvula electromagnética defectuosa	Chequear y reparar, reemplazar cuando sea necesario.
	Atasco grave (sistema de emisión)	Chequear cuando se elimine el defecto.

Tabla 4-17 – Problemas en Grupo electrógeno y medidas a tomar [21]

SINTOMAS	POSIBLES CAUSAS	MEDIDAS A TOMAR
Grupo Electrógeno no puede seguir funcionando	Agua en el combustible	Reemplazar el combustible, se sugiere usar un separador de agua - combustible.
	Aire o sin combustible en el sistema	Eliminar el aire, dejar que el flujo de combustible salga a través de la tubería de retorno mediante una bomba manual de combustible
	Atasco (Filtro de combustible o filtro de aire)	Sustituir Aire, combustible, filtros de aceite periódicamente.
	Tiempo insuficiente para la marcha en vacío.	Prolongar el período de operación en vacío, calentar el motor.
	La marca o el tipo de combustible incorrecto	Reemplazar el combustible si es necesario.
	Configuración para la protección en casos de sobre velocidad	Ajustar la configuración de protección en caso de sobre velocidades (no más de 17%).
	Velocidad mecánica, regulación de la estructura	Comprobar la agilidad de la palanca del acelerador, asegurarse de su correcto ajuste.
	Bomba de inyección de combustible defectuosa	Chequear y reparar por personal autorizado.
	Sistema de entrada de aire bloqueada	Reemplazar filtros de aire, combustible y aceite periódicamente.
	Tipo o marca incorrecta de combustible	Debe reemplazar el combustible.
Humo negro por el tubo de escape al iniciar	Temperatura de máquina extremadamente baja	Realizar observaciones después de que la máquina haya alcanzado la velocidad normal
	Temperatura del aire de entrada, demasiado alto	La temperatura del aire de entrada no debe estar por sobre los 40°C
	Tubería de retorno de combustible bloqueada	Limpia la tubería de combustible, reemplazar el filtro de combustible y elementos del filtro
	Abrasión severa del turbo compresor	Reparar y reemplazar cuando sea necesario.
	Amortiguador de despacho incorrecto.	Chequear y ajustar el amortiguador de despacho.

Tabla 4-18 – Problemas en Grupo electrógeno y medidas a tomar [21]

SINTOMAS	POSIBLES CAUSAS	MEDIDAS A TOMAR
Emisión de humo azul o emisión de humo blanco	Consumo excesivo de lubricante	Chequee el nivel del lubricante.
	Tipo o marca incorrecta de lubricante	Cambiar el filtro y tipo de lubricante, asegurarse de la marca correcta del lubricante que se está usando.
	Tipo o marca incorrecta de combustible	Cambiar el combustible, asegurarse de la marca correcta del combustible que se está usando.
	Fuga de agua en la cabeza de los cilindros	Revisar la cabeza del cilindro y sus uniones, reemplazarlos si es necesario.
	Motor se encuentra en estado de revisión	Revisar la máquina.
	Máquina sobrecargada	Asegúrese que la carga este por debajo del límite de la carga nominal.
Grupo Electrógeno no puede llegar a categoría de velocidad	Governor mecánico de velocidad incorrecto, control de ajuste de velocidad suelto	Revisar y ajustar
	Atasco de las tuberías de combustible (ó demasiado delgadas)	Revisar y reemplazar.
	Combustible con agua	Reemplazar el combustible, se recomienda usar un separador de agua - combustible.
	Retraso en el cambio de los filtros de aire, aceite y combustible.	Reemplazar los filtros periódicamente.
	Medidor de frecuencia (velocidad) defectuoso.	Reemplazar.
	Palanca de regulación floja,	Revisar y ajustar en su posición.
Grupo Electrógeno funciona irregularmente	Velocidad que rige el Governor fuera de control	Reparar por personal autorizado.
	Agua y aire en el combustible	Revisar y eliminarlo o reemplazar el combustible.
	Carga fluctúa intensa y frecuentemente	Controlar la carga como sea posible.

Tabla 4-19 – Problemas en Grupo electrógeno y medidas a tomar [21]

SINTOMAS	POSIBLES CAUSAS	MEDIDAS A TOMAR
Grupo Electrónico funciona irregularmente con vibración.	Agua o aire en el sistema de combustible	Revisar y eliminarlo o reemplazar el combustible.
	Atasco en el filtro de aire	Reemplazar los filtros periódicamente.
	Exceso u otro tipo de lubricante	Revisar el nivel de lubricante, cambiar y filtrar el lubricante, asegurarse el tipo correcto de lubricante que se usa.
	Temperatura del aire de entrada, demasiado alto	La temperatura del aire de entrada no debe estar por sobre los 40°C
	Contrapresión alta, tubería de emisiones bloqueada.	Reduzca la presión, asegure un sistema de escape rápido.
	Sistema de inyección de combustible defectuoso.	Reparar por personal autorizado.
	Amortiguador de despacho incorrecto.	Chequear y ajustar el amortiguador de despacho.
	Ventilación de refrigeración dañada.	Revisar, reparar y reemplazar si es necesario.
	Ubicación desigual de la máquina, posición incorrecta de absorción.	Revisar y ajustar en su posición.
	Condición de mal uso, necesita revisión.	Brindar servicio de máquina.
	Nivel de lubricante incorrecto.	Revisar el nivel de lubricante, cuando se añada o se drene.
	Lubricante incorrecto	Use el tipo de lubricante correcto.
	Lubricante no ha sido reemplazado por un largo tiempo	Reemplazar el lubricante periódicamente.
Filtro del lubricante bloqueado	Reemplazar los filtros periódicamente.	
Temperatura excesiva del lubricante	Revisar y reemplazar cuando se localice la causa.	
Rodamientos dañados por abrasión	Revisar y reemplazar cuando se localice la causa.	
Válvula de compresión dañada	Reemplazar la válvula de compresión.	
Filtro de succión de aceite bloqueada	Revisar y reemplazar la tubería de succión además limpiar el filtro de succión de combustible.	
Interruptor de advertencia o medidor de daños (sensor)	Revisar o cambiar el panel de control, indicadores, sensores de máquina para solucionar las fallas.	

Tabla 4-20 – Problemas en Grupo electrogénico y medidas a tomar [21]

SINTOMAS	POSIBLES CAUSAS	MEDIDAS A TOMAR
Temperatura alta del refrigerante	Refrigerante deficiente	Añadir refrigerante.
	Radiador bloqueado	Lavar el radiador, encontrar la solución.
	Ventilación del radiador insuficiente	Aumentar la ventilación libre, de acuerdo con los requerimientos de instalación, asegure una ventilación rápida.
	Ventilador de enfriamiento funcionamiento anormal	Revisar la tensión en los terminales del ventilador reemplazar cuando sea necesario.
	Ventilador dañado	Revisar y reemplazar.
	Bomba de agua dañada	Revisar y reemplazar.
	Termostato defectuoso	Reemplazar.
	Bomba de combustible defectuosa	Revisar y reemplazar por personal autorizado.
	Tiempo de inyección de combustible incorrecto	Revisar los datos de la bomba de combustible, reparar por personal autorizado
	Temperatura del aire de entrada, demasiado alto	Mantener el cuarto de máquina ventilado, disminuir la temperatura.
Consumo excesivo de combustible	Fuga interna o externa de combustible	Revisar y eliminar la fuga
	Atasco del filtro de aire	Reemplazarlo periódicamente.
	Poco aire, gran altitud	Al arrancar se reduce la potencia de salida.
	Temperatura de máquina extremadamente baja	Localice la causa.
	Presión de retorno alta, atasco de los conductos de emisiones.	Revisar los conductos de emisiones, controlar la presión de retorno
	Tiempo de inyección de combustible incorrecto	Revisar los datos de la bomba de combustible, reparar por personal autorizado
	Amortiguador de despacho incorrecto.	Chequear y ajustar el amortiguador de despacho.
	Motor se encuentra en estado de revisión	Revisar la máquina.
	Fuga de lubricante	Revisar y cubrir la fuga.
	Tipo o marca de lubricante incorrecta	Reemplazar el lubricante, filtro; usar el lubricante correcto.
Consumo excesivo de aceite	Empaque del turbo compresor y abrasión de los rodamientos	Revisar y reemplazar
	Daño grave del cigüeñal, pistón y abrasión del bloque de cilindros.	Revisar la causa.

Tabla 4-21 – Problemas en Grupo electrogénico y medidas a tomar [21]

SINTOMAS	POSIBLES CAUSAS	MEDIDAS A TOMAR
Potencia de salida inadecuada	Máquina sobrecargada	Ejecutar con carga reducida
	Alta altitud, potencia insuficiente	Ajustar la potencia de salida a los 1000 metros sobre el nivel del mar.
	Tubería de combustible demasiado delgada o tubería de combustible bloqueada	Revisar e incrementar el calibre de la tubería de combustible, reducir la resistencia, reemplazar el filtro de combustible.
	Tipo o marca de combustible incorrecta	Reemplazar el combustible y filtro de combustible, use el tipo indicado.
	El combustible se regresa por tubería atascada o escape del tanque de combustible está bloqueado	Revisar y eliminar la falla
	Contrapresión alta	Revisar el tubo de emisiones, reducir la contrapresión.
	Atasco en el filtro de aire, entrada insuficiente de aire	Reemplace los filtros periódicamente.
	Demasiada alta la temperatura del aire de entrada (Cuarto de máquinas)	Mantener el cuarto de máquinas ventilado, disminuya la temperatura del aire de entrada.
	Bomba de combustible defectuosa o falla en el sistema de regulación de velocidad	Revisar y reemplazar por personal autorizado.
	Turbo compresor impulsor dañado	Revisar y reemplazar
Potencia de salida inadecuada	Amortiguador de despacho incorrecto.	Chequear y ajustar el amortiguador de despacho.
	Sincronización de la inyección de combustible incorrecta	Revisar los datos de la bomba de combustible, reparar por personal autorizado
	Válvula electromagnética para detener la máquina fuera de control	Chequear la conexión, cambiar la válvula electromagnética si es necesario.
	Governor de velocidad mecánica defectuoso.	Revisión por personal autorizado.
	Apagar el switch del panel de control cuando se presione el botón de parada.	Operación invalida, debe presionar el botón de parada y luego apagar el switch del panel de control.
	Manómetro de control de motor defectuoso.	Revisar y reemplazar.
	Sin combustible, agua o aire en el combustible.	Revisar y eliminar la falla, se sugiere usar un separador de agua - combustible.
	Filtro de aire o filtro de combustible bloqueado	Revisar, reemplazar el filtro periódicamente.

4.3 ELABORACIÓN DE UN CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La elaboración de los cronogramas de mantenimiento se basan en herramientas gráficas denominadas diagramas de Gantt; cuyo objetivo es mantener informados en forma permanente si los trabajos son realizados en el tiempo establecido o si existe retrasos en la ejecución de los mismos. Además, indica la relación de actividades considerando garantías de fabricantes limitando el trabajo del personal.

4.3.1 Razones para la creación del cronograma de Mantenimiento Preventivo [15]

- Se mantiene al personal de mantenimiento trabajando constantemente en beneficio del hospital, de los pacientes y de ellos mismos para que adquieran más habilidades en sus tareas asignadas y evitando paros imprevistos de las diferentes instalaciones hospitalarias como de sus equipos.
- Al haber algún imprevisto con los equipos o sus instalaciones los trabajadores tendrían que quedarse tiempo extra para repararlos, entonces al realizar este tipo de mantenimiento evitamos pagos extras a los trabajadores.
- Se reduce problemas repentinos con las instalaciones o equipos por tanto se logra menos paradas repetitivas y menor acumulación del personal de mantenimiento.
- Al realizar mantenimiento preventivo se utiliza repuestos que son sacados de bodega en el tiempo planeado, siendo estos remplazados en los equipos o instalaciones antes que dejen de funcionar u otros repuestos se vean afectados por la no operación imprevista de los mismos.
- Los equipos son calibrados para que las máquinas funcionen adecuadamente asegurando la salud de los pacientes.

- Al dar mantenimiento a las diferentes partes de las instalaciones o los equipos se incrementa su vida útil, evitando reemplazos prematuros.
- Al evitar el reemplazo prematuro de repuestos ahorramos dinero que puede ser utilizado para la adquisición de repuestos necesarios que no están disponibles en bodega.
- Al ejecutar el mantenimiento programado se controla la adquisición de refacciones por el departamento de bodega evitando inversiones de mucho capital.
- Al ejecutar los trabajos programados se sigue el avance de las tareas; evitando que los operarios trabajen a presión. Por lo tanto, ellos serán conscientes del peligro, haciendo su trabajo con cuidado, para que las instalaciones del hospital no se vean afectadas.

4.3.2 Cronogramas de mantenimiento preventivo.

Una vez definido que es un cronograma de mantenimiento y sus respectivas razones para su elaboración, a continuación se presentan los cronogramas de mantenimiento preventivo del grupo electrógeno, fuente de alimentación ininterrumpido (UPS), puestas a tierra y cableado. Su planificación se la hace en doce meses considerando los fines de semana y feriados. Además el cronograma está hecho con normativas para hospitales, recomendaciones dadas por los fabricantes en los manuales y catálogos de los equipos.

En las siguientes hojas se indica el cronograma de mantenimiento preventivo desarrollado.

Tabla 4-22 - Cronograma de mantenimiento preventivo eléctrico del grupo electrogénico [3]

EQUIPOS		CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO DEL GRUPO ELECTROGÉNEO																					
		SEMANAL 0		MENSUAL		1		BIMESTRAL		2		TRIMESTRAL		3		SEMESTRAL		6		ANUAL		X	
ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7																							
8																							

HOSPITAL PEDIÁTRICO BACA ORTIZ

Nota: La descripción de las tareas del cronograma de mantenimiento preventivo eléctrico del grupo electrogénico se encuentran explicados en los subtemas 4.2.4 y 4.4.1 del presente trabajo

SEMANAL 0 MENSUAL 1 BIMESTRAL 2 TRIMESTRAL 3 SEMESTRAL 6 ANUAL X

Tabla 4-23 - Cronograma de mantenimiento preventivo del sistema de puesta a tierra

EQUIPOS		CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRAS																					
		SEMANAL 0		MENSUAL		1		BIMESTRAL		2		TRIMESTRAL		3		SEMESTRAL		6		ANUAL		X	
ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
6		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
7																							
8																							

CENTRO QUIRÚRGICO

Nota: La descripción de las tareas del cronograma de mantenimiento preventivo del sistema de puestas a tierra se encuentran explicados en el subtema 4.2.1 y 4.4.1 del presente trabajo.

SEMANAL 0 MENSUAL 1 BIMESTRAL 2 TRIMESTRAL 3 SEMESTRAL 6 ANUAL X

4.4 REGISTRO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Al haber elaborado el programa y cronograma de mantenimiento preventivo se adjunta un formato en el cual los técnicos encargados de mantenimiento puedan registrar las actividades del trabajo realizado con sus respectivas frecuencias de trabajo. Además, también un formato para registrar diagnóstico, consecuencias y acciones ejecutadas durante un mantenimiento correctivo.

Estas plantillas sirven para registrar aspectos como: causas, consecuencias y acciones tomadas para solventar fallas, secuencia de actividades ejecutadas durante el mantenimiento preventivo o correctivo, y distintas observaciones del trabajo ejecutado, entre otros. El registro de actividades permitirá comprobar el cumplimiento de los trabajos programados.

Se presentan dos formatos los cuales deben llenarse selectivamente al realizar mantenimiento ya sea preventivo (semanal, mensual, trimestral, semestral, anual) o correctivo.

4.4.1 Plantillas de trabajo para mantenimiento preventivo

Las siguientes plantillas están elaboradas con el fin de que los técnicos tengan una guía estándar y claro de los trabajos de mantenimiento a ejecutarse. En estas se incluye el espacio necesario para anotar novedades y problemas encontrados. Las plantillas permiten realizar un trabajo completo, estándar y con la calidad que requiere la institución.

Tabla 4-26 - Plantilla de trabajo para puestas a tierra

		PLANTILLA DE TRABAJO PARA PUESTAS A TIERRA				
Mantenimiento preventivo:	Semanal	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
Instalación: Puestas a tierra						
A.-Descripción del equipo:						
Ubicación:.....Serie N:.....Tipo:.....Marca:.....						
B.- Ejecución de mantenimiento:						
Fecha de inicio:.....			Hora de inicio:.....			
Fecha de finalización:.....			Hora de finalización:.....			
N°	Actividades	Check	Observaciones			
1	Inspección visual de conductores, observar evidencia de desgaste y corrosión:					
2	Prueba de funcionamiento de todos los interruptores de corriente residual aplicando corriente de prueba mediante equipos de prueba:					
3	Prueba de conexión entre el terminal de tierra del edificio y tableros usando un óhmetro (0,2Ω):					
4	Medir con un teluometro el valor de resistencia de la malla de puesta a tierra (0.5Ω):					
5	Otros:					
6	Otros:					
C: Herramientas:.....						
D: Repuestos:.....						
Observaciones y recomendaciones:.....						
Responsable			Supervisor			
Nombre:			Nombre:			
Firma:.....			Firma:.....			

Versión: 1

Elaborado: Efraín Soria

Revisado: Msc Ing Gagliela Araujo.

Tabla 4-27 - Plantilla de trabajo para conductores en tableros

		PLANTILLA DE TRABAJO PARA CONDUCTORES EN TABLEROS				
Mantenimiento preventivo:	Semanal	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>						
Instalación: Conductores en tableros						
A.-Descripción del equipo:						
Modelo:..... Serie N:.....Tipo:.....Marca:.....						
B.- Ejecución de mantenimiento:						
Fecha de inicio:.....			Hora de inicio:.....			
Fecha de finalización:.....			Hora de finalización:.....			
N°	Actividades	Check	Observaciones			
1	Destapar subtableros con ayuda de una persona ya que los breakers podrían moverse accidentalmente y dejar sin energía equipo de soporte de vida. Sacar primero los dos tornillos de la una diagonal y luego los otro dos de la otra diagonal de la tapa del subtablero.					
2	Revisar e inspeccionar visualmente y verificando que no exista desviación de los conductores:					
3	Limpiar o aspirar el polvo acumulado en el interior de los subtableros:					
4	Aplicar limpia contactos en spray hasta que quede su centro de carga totalmente limpio:					
5	Reapretar la tornillería:					
6	Otros:					
7	Otros:					
C: Herramientas:.....						
.....						
D: Repuestos:.....						
.....						
Observaciones y recomendaciones:.....						
.....						
Responsable			Supervisor			
Nombre:			Nombre:			
Firma:.....			Firma:.....			

Tabla 4-28 - Plantilla de trabajo para UPS Online

		PLANTILLA DE TRABAJO UPS ONLINE				
Mantenimiento preventivo:	Semanal	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
.....
Equipo: UPS Online						
A.-Descripción del equipo:						
Modelo:..... Serie N:.....Tipo:.....Marca:.....						
B.- Ejecución de mantenimiento:						
Fecha de inicio:.....			Hora de inicio:.....			
Fecha de finalización:.....			Hora de finalización:.....			
Nº	Actividades	Check	Observaciones			
1	Limpieza externa en torno a la unidad, en entradas de aire de ventiladores, prescindir depósito de polvo y humedad:					
2	Revisión externa visual de fallos de conductores, terminales, ventiladores y breakers					
3	Medida de voltaje en pantalla LCD de entrada / salida del UPS:					
4	Medida de corriente en la pantalla LCD de entrada / salida del UPS:					
5	Revisión de conexiones eléctricas de alimentación, internas y externas analizando contactos incorrectos que puedan causar cortocircuitos, calentamientos, desconexiones					
6	Revisión de alarma audible pulsando el botón de prueba:					
7	Revisión de los LED's del panel digital de todos los indicadores del UPS, tanto ópticos como acústicos pulsando las teclas indicadas en el equipo:					
8	Limpieza interior de los UPS, destapando y aplicando soplado delicado con aire comprimido:					
9	Revisión de ventiladores: Lubricar o cambiar rodamientos del ventilador si se requiere:					
10	Revisión del estado de baterías identificando si es necesario su cambio, incluyendo una prueba funcional mediante corte del suministro eléctrico:					
11	Otros:					
12	Otros:					
C: Herramientas:.....						
.....						
D: Repuestos:.....						
.....						
.....						

Observaciones y recomendaciones:.....	
Responsable	Supervisor
Nombre:	Nombre:
Firma:.....	Firma:.....

Versión: 1

Elaborado: Efraín Soria

Revisado: Msc Ing Gagliela Araujo.

Tabla 4-29 - Plantilla de trabajo para grupo electrógeno

		PLANTILLA DE TRABAJO UPS ONLINE GRUPO ELECTRÓGENO				
Mantenimiento preventivo:	Semanal	Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
Maquiná: UPS Online						
A.-Descripción del equipo:						
Modelo:..... Serie N:.....Tipo:.....Marca:.....						
B.- Ejecución de mantenimiento:						
Fecha de inicio:..... Hora de inicio:.....						
Fecha de finalización:..... Hora de finalización:.....						
N°	Actividades	Check	Observaciones			
1	Ensayos de grupo electrógeno y conmutadores:					
	Colocar el conmutador en posición manual para posteriormente poner en marcha al grupo pulsado el botón de arranque y luego de 30 minutos pulsar el botón de parada:					
2	Registro lecturas de los instrumentos disponibles:					
	Frecuencia(Hz):					
	Voltaje por L-N (V):					
	Voltaje por L-L (V):					
	Amperes por fase (A):					
	Factor de potencia (φ)					
	Voltaje de baterías (V):					
3	Sistema de arranque:					
	Llenar las baterías con agua destilada hasta el nivel adecuado:					
	Verificar que no exista sulfatación en los bornes de las baterías:					
	Si existe sulfatación en bornes limpiar con una lija muerta:					
	Apretar todas la conexiones:					
	Comprobar la densidad específica del electrolito 1,24 a 1,28 (trimestral):					
4	Interruptor de transferencia:					
	Limpiar el interior del gabinete donde se encuentran alojado:					
	Inspeccionar visualmente que los terminales, conectores tengan color normal:					
	Condiciones de los cables sean los adecuados:					

	Verificar que todas las tapas de los interruptores estén apretadas y las puertas de los gabinetes bien cerradas:		
	Escuchar que no haya ruidos extraños:		
	Hacer reparaciones o reemplazos inspeccionando previamente el interruptor (anual):		
5	Inspección general:		
	Inspeccionar disponibilidad de documentación, herramientas y repuestos del grupo electrógeno:		
	Escuchar, observar, sentir cualquier condición inusual de vibración, deterioro, fuga, temperaturas elevadas y ruidos:		
	Registrar y verificar que el tiempo de inicio y apagado programados en la máquina sea la correcta (en el hospital es 15 min):		
	limpieza general de la habitación y la maquina:		
6	Generador:		
	Inspeccionar visualmente el aspecto de los anillos colectores y longitud de las escobillas verificando su presión (semestral):		
	Limpiar con aire comprimido todo el conjunto del generador (semestral):		
	Limpiar los devanados con aire comprimido (Anual):		
	Comprobar el estado de los rodamientos: ruidos, marcas, coloraciones y falta de engrase (Anual):		
	Medir con un megger la resistencia de aislamiento (mínimo 1.3 MΩ) quitando las escobillas; desde la carcasa del generador a las terminales del campo y desde la carcasa a los terminales de los conductores de potencia (Anual):		
7	Controles de seguridad:		
	De forma general verificar el correcto funcionamiento de las luces piloto, alarmas de la máquina (semestral):		
	limpieza observando el aspecto de todos sus componentes (Anual):		
8	Aparata principal y aparata generador:		
	Verificar visualmente signos de sobrecalentamiento en las barras de distribución, barras de refuerzo, conexiones de alimentación:		
	Limpiar y luego operar manualmente cada disyuntor (Anual):		
11	Otros:		
12	Otros:		
C: Herramientas:.....			
.....			
D: Repuestos:.....			
.....			
Observaciones y recomendaciones:.....			
.....			
.			
Responsable		Supervisor	
Nombre:		Nombre:	
Firma:.....		Firma:.....	

4.4.2 Plantilla de trabajo para mantenimiento correcto

Tabla 4-30 - Registro de actividades de mantenimiento correctivo

		REGISTRO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
Mantenimiento correctivo:.....				
Maquinaria/ Instalación:	Conductores	Unidades de respaldo ininterrumpido UPS	Grupo electrógeno	Sistema de tierra
<p>A.- Inspección previa:</p> <p>Fecha de inspección:.....</p> <p>Diagnostico:.....</p> <p>.....</p> <p>Consecuencias:.....</p> <p>.....</p> <p>Efecto:.....</p> <p>.....</p> <p>Trabajos a realizar para solucionar la falla:</p> <p>a.....</p> <p>.....</p> <p>b.....</p> <p>.....</p> <p>c.....</p> <p>.....</p>				
B.- Repuestos necesarios:				
Nombre de repuesto	Cantidad	Especificación		
a.-				
b.-				
c.-				

C.- Herramientas:				
D.- Ejecución de mantenimiento:				
Fecha de inicio:.....			Hora de inicio:.....	
	Trabajo ejecutado	Repuestos utilizados	Horas	Personal encargado
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
Fecha de finalización:.....			Hora de finalización:.....	
Observaciones y recomendaciones:.....				
Responsable			Supervisor	
Nombre:			Nombre:	
Firma:.....			Firma:.....	

Versión: 1

Elaborado: Efraín Soria

Revisado: Msc Ing Gagliela Araujo.

4.5 CONTROL DE CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Los cronogramas anteriores y las hojas de registro permiten llevar el control de los trabajos que deben ser cumplidos en las fechas y frecuencias establecidas; todas las plantillas y cronogramas se las realiza en hojas de Microsoft Excel donde el Supervisor de Mantenimiento del Hospital Baca Ortiz realizará la gestión de control diario de las actividades de mantenimiento, para ello irá coloreando el fondo de las celdas con color amarillo cuando se haya realizado el trabajo previamente establecido.

El colorear estos cronogramas del plan de mantenimiento generará reportes, los cuales permiten verificar el acatamiento de las fechas de trabajo y permitirá llevar un registro y control de las observaciones registradas durante los trabajos constantes de mantenimiento.

Los trabajos de mantenimiento arrojan basta información a medida que se van ejecutando, estos permiten hacer mejoras en el desempeño del trabajo y en equipos.

En el siguiente ejemplo se colorea todas las actividades programadas para el cronograma de los UPS hasta la penúltima semana del mes de septiembre del 2016, tanto para las actividades programadas con frecuencia semanal y mensual.

Tabla 4-31 – Control de cumplimiento de actividades de mantenimiento en cronograma

EQUIPOS			CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS UPS												ANUAL							
			SEMANAL		MENSUAL		BIMESTRAL		TRIMESTRAL		SEMESTRAL		6		X							
SEMANAL		0		1		2		3		4		5		6		7		8				
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	X																					
9	X																					
10	X																					
11	X																					

CENTRO QUIRÚRGICO

4.5.1 Indicador de cumplimiento (KPI)

Un KPI (key performance indicator) clave en procesos de gestión, permite medir el grado de cumplimiento periódico de las actividades (rendimiento), consiguiendo así detectar distintos problemas ya sea con el trabajo programado, recursos asignados o con el personal de mantenimiento.

El indicador (KPI) monitorea los trabajos de mantenimiento planificados en forma de porcentaje; se presenta en la siguiente tabla los rangos de desempeño mediante el siguiente código de colores y valores en porcentaje.

Tabla 4-32 – Comprobación de tareas de mantenimiento planificadas en (%)

RANGOS	MANT. DIARIO		MANT. MENSUAL		TRIMESTRAL SEMESTRAL ANUAL	
	Trabajos bajo control (BC)	80%-100%	Verde	90%-100%	Verde	95%-100%	Verde
Trabajos fuera de control No crítico (NC)	65%-80%	Amarillo	75%-90%	Amarillo	80%-95%	Amarillo
Trabajos fuera de control Crítico (C)	0%-65%	Rojo	0%-75%	Rojo	0%-80%	Rojo

El objetivo del (KPI) es tomar decisiones que mejoren el cumplimiento, siendo premisa estar con un indicador de color verde. Este índice de cumplimiento tiende al 100% cuando el personal técnico efectúa los trabajos de mantenimiento en los tiempos dispuestos.

En los siguientes párrafos se explica cómo actuar en los tres rangos planteados.

Trabajos bajo control (BC).- Mejorar un poco más por que debo llegar al 100% de cumplimiento de actividades.

Trabajos fuera de control no crítico (NC).- Se deben tomar medidas que permitan subir, mejorar la gestión, presión a la gente, motivación, etc.

Trabajos fuera de control crítico (C).- Toma de decisiones urgentes, contratación de recursos o eliminar de recursos, contratar servicios profesionales externos que soporten este trabajo, etc.

Este indicador se obtiene al dividir los días ejecutados (registro de actividades de mantenimiento) para los días programados (cronograma de actividades).

El Supervisor debe hacer la revisión mensual sacando el indicador de cumplimiento (KPI) mediante la siguiente fórmula.

$$KPI = \frac{DIAS REALIZADOS (DR)}{DIAS PROGRAMADOS (DP)} \times 100\%$$

Como ejemplo se pone el siguiente supuesto: los días ejecutados de mantenimiento preventivo en un mes en uno de los UPS son 3 días y 4 los programados.

Tabla 4-33 – Ejemplo de indicador de cumplimiento (KPI) diario

CUMPLIMIENTO DEL TRABAJO PROGRAMADO		
Frecuencia	Fuente de datos	Objetivo
Mensual	Registro de actividades preventivas	80% ≤ BC ≤ 100%
$KPI = \frac{DR}{DP} \times 100\%$		
$\left. \begin{array}{l} DR = 3 \\ DP = 4 \end{array} \right\} KPI = 75\%$		

En el siguiente cuadro se ubica el valor obtenido en la anterior tabla siendo este indicador de cumplimiento 75%. El mismo no está dentro del objetivo planteado y por lo tanto el trabajo programado está fuera de control, pero en un nivel no crítico. Se observa que el KPI calculado está dentro del círculo azul, por tanto no cumple el objetivo planteado para el control mensual. En este caso el supervisor debe decidir y

tomar acciones que aseguren cumplir el objetivo planteado en el cronograma (trabajar todos los días programados).

Tabla 4-34 - Tareas de mantenimiento planificadas en (%) no cumple objetivo

RANGOS	MANT. DIARIO		MANT. MENSUAL		TRIMESTRAL SEMESTRAL ANUAL	
	Trabajos bajo control (BC)	80%-100%	Verde	90%-100%	Verde	95%-100%	Verde
Trabajos fuera de control No crítico (NC)	65%-80%	Amarillo	75%-90%	Amarillo	80%-95%	Amarillo
Trabajos fuera de control-Crítico (C)	0%-65%	Rojo	0%-75%	Rojo	0%-80%	Rojo

4.5.2 Fichas técnicas de ups y grupo electrógeno

Las fichas técnicas del grupo electrógeno y UPSs sirven para tener información técnica relevante de cada equipo a la mano de todo el equipo de trabajo y facilitar los trabajos de mantenimiento.

Esta ficha técnica debe ser llevada cada vez que el personal técnico realiza una tarea de mantenimiento.

Se da solamente la ficha técnica de un UPS ya que los cuatro restantes son de la misma marca y potencia.

Tabla 4-35 – Ficha técnica de UPS

	FICHA TÉCNICA DE UPS
	
Tipo: Online	Serie:
Modelo: Eaton DX 10000L	Año de fabricación: 2011
Marca: Powerware	Manuales: Si
Peso (kg)	
98	
Dimensiones (mm)	
Altura: 655	
Ancho: 300	
Profundidad: 655	
Entrada (INPUT)	
Voltaje nominal de entrada	208V/120V o 220V/127V
Rango de voltaje	20%-15% de nominal a 100% de carga sin agotar la batería
Frecuencia	50/60 Hz (45 a 65 Hz)
Factor de potencia	P.F>0.99 típico, >0.96 convertidor de frecuencia
Distorsión armónica total (THD)	5%
Salida (OUTPUT)	
Voltaje nominal de salida	208V/120V o 220V/127Vac
Regulación de voltaje	±1% estática; ± 5% dinámica en 100% cambio de carga resistiva, < 1ms tiempo de respuesta
Eficiencia	91%
Batería	
Tipo de batería	9Ah, sellado, plomo-ácido, libre de mantenimiento
Cambio de batería	Reemplazable

Cargador	Por defecto es 3.4A por la serie de baterías. Corriente de carga se puede configurar desde 0.5A a 25A por serie con un máximo total de 34A (limitada por la entrada de corriente)
General	
UPS bypass	Automático en sobrecarga o cuando falla el UPS
Sobrecarga (operación normal)	150% por 5 seg / 125% por 1 min (online), 110% por 10 min
Comunicaciones	
LCD display	LCD gráfica con luz de fondo azul
LEDs	(4) LEDs de aviso y alarma
Alarma audible	Si
Ambiental	
Temperatura de operación	10°C a +40°C, + 45°C con 7.5% reducción de potencia; recomendado para baterías máximo +25°C
Humedad relativa	0-95%, sin condensación
Ruido audible	Ruido audible: < 56dBA en 1metro (habitación silenciosa)
Altitud	< 3000m

Tabla 4-36 – Ficha técnica grupo electrógeno

 <p>Ministerio de Salud Pública Hospital Pediátrico BACA ORTIZ</p>	FICHA TÉCNICA DE GRUPO ELECTRÓGENO
	
Grupo generador	
Número de serie: EGP00612	Combustible: Diésel
Modelo de motor: C18	f.p : 0,8
Año: 2011	Potencia de motor: 681 kVA / 545 Kw
Tipo de colector: seco	Frecuencia: 60 Hz

Datos de generador		
3 Fases	12 Hilos	Delta
	X Wye	X Paralelo
Generador: 240 V		1638 A
Excitación 48 V		3,3 A
Velocidad: 1800 rev/min		Altura: 1000 m
Aislamiento: clase H	Máximo aumento de temperatura: 125 °C sometido a resistencia/40 °C ambiente	
Datos del motor diésel		
6 cilindros	Máxima velocidad nominal: 2100 RPM	
4 tiempos		
Juego de válvulas: 0,38 mm entrada/0,76 mm gases de escape		
Diámetro interior: 145 mm	Pistón: 183 mm	
Desplazamiento: 18,13L	Sistema de combustible: inyección electrónica	

4.5.3 Historial de mantenimiento

El historial de mantenimiento es una plantilla en la cual se reúnen datos de fallas y sus soluciones de equipos o máquinas. Permite remediar rápidamente problemas al revisar trabajos efectuados anteriormente e inducen procesos preventivos necesarios para impedir que las fallas reaparezcan nuevamente. Además, este documento es útil al efectuar modificaciones en los equipos, se escribe como se realizó el trabajo. La siguiente tabla es el modelo básico de este tipo de documento empleado en mantenimiento. Este trabajo lo realizara el supervisor y hará firmar a las personas que efectuaron el trabajo.

Tabla 4-37 – Historial de mantenimiento preventivo y/o correctivo

			HISTORIAL DE MANTENIMIENTO				
N°	FECHA	TRABAJO LOGRADO	TIPO DE MANTENIMIENTO	EQUIPO	RESPONSABLE	OBSERVACIÓN	FIRMA
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
etc							

Versión: 1

Elaborado: Efraín Soria

Revisado: Msc Ing Gagliela Araujo.

Los cronogramas, registros, control (KPI), etc son documentos que permiten llevar control, facilitan tomar decisiones, sirven como soporte para auditorias, garantizan que los equipos estén tratados adecuadamente, permiten la aplicación de garantías, ayudan para que los equipos duren más tiempo, permiten tener un stock de repuestos críticos, establecen responsabilidades, hacen que el personal cumpla el trabajo de manera adecuada, motivan el trabajo, ordenan las tareas, organizan al personal, se consigue un ambiente de trabajo adecuado y lo que es más importante consiguen que todas las maquinas e instalaciones funcionen adecuadamente en beneficio de los usuarios del hospital.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Para establecer un plan de mantenimiento preventivo se organiza las actividades, evitando que se acumule el trabajo en una determinada época del año. Las actividades planificadas crean un ambiente agradable y organizado.
- Se debe asegurar mediante mantenimientos que los conductores estén en perfectas condiciones, ya que la normativa IEEE Recommended Practice for Electrical System in Health Care Facilities, establece que para diseños eléctricos bajo estándares adecuados se debe considerar una corriente máxima de fuga de 10 μA 60hz, ya que esta no produce fibrilación ventricular en los pacientes. Comprobándose que los aislamientos de conductores en el centro quirúrgico cumplen las recomendaciones de la IEEE y la normativa del Código Eléctrico Nacional del Ecuador.
- La seguridad eléctrica y de asepsia son de gran importancia en las intervenciones quirúrgicas. Por consiguiente se debe dar mantenimiento a tableros aislados, puestas a tierra y tomas para conexión equipotencial; evitando así que aparezca electricidad estática que ocasione chispas que a su vez reaccione con gases volátiles provocando explosión. En cuanto a la asepsia está relacionada directamente con la división de zonas dentro del centro quirúrgico, que establecen restricciones como es vestir ropa adecuada.

- Se debe cumplir con un riguroso plan de mantenimiento preventivo asegurando que todos sus equipos estén bien conectados a tierra, consiguiendo que las posibles corrientes de fuga o falla sean descargadas a tierra. Ya que en las intervenciones quirúrgicas los pacientes al estar conectados a cables de estimulación o catéteres llenos de líquido pueden sufrir fibrilación ventricular con una corriente en el intervalo de 20 a 300 μA ; por lo tanto, el sistema eléctrico de tierras dentro de los quirófanos debe estar en óptimas condiciones.
- Es importante referirse a los documentos que provee el fabricante donde se explica el funcionamiento del equipo, como realizar revisiones e inclusive que calibraciones son recomendadas. Por ejemplo, los sistemas de respaldo ininterrumpido UPS poseen pantallas y alarmas audibles que se activan en caso de presentarse problemas en sus componentes, siendo de gran ayuda para calibrarlos información contenida en documentos del fabricante.
- Las ventajas de establecer un programa adecuado de mantenimiento preventivo son: equipos e instalaciones aumentan su vida útil, son confiables y seguros para la utilización y se previene de daños inesperados.
- Es importante marcar o etiquetar en las instalaciones eléctricas del centro quirúrgico todos los tomacorrientes ya sean estos en quirófanos, salas de recuperación, pasillos, oficinas, etc.; están claramente identificados con adhesivos, con información para que se los utiliza, nivel de tensión que tienen, circuito al que pertenecen y subtablero del cual provienen. Información necesaria cuando un contacto de un interruptor termomagnético se abre, solucionando el corte de circulación de la corriente inmediatamente por la seguridad de los pacientes.
- Se debe disponer o contar con información eléctrica como: levantamiento de planos y cuadros de cargas de los subtableros de energía convencional y aislamiento para localizar fallas en los circuitos cuando estos se presenten. De

esta forma se verifico que las instalaciones eléctricas están en perfectas condiciones.

5.2 RECOMENDACIONES

- Las labores de mantenimiento diarias, tanto preventivas como correctivas, las deben realizar personal calificado. Si las actividades son hechas por pasantes o personal sin experiencia, debe ser bajo supervisión de personal de mantenimiento experimentado.
- Al realizar mantenimiento preventivo y correctivo se debe tener especial cuidado con las fuentes peligrosas de electricidad. El personal encargado de esta tarea debe acatar normas de seguridad y concentrarse en el trabajo dejando a un lado los problemas personales por la propia seguridad y la de los demás involucrados.
- Al presentarse algunas fallas se deben corregir las más obvias para ahorrar tiempo y luego proceder a buscar las más complejas. No se debe suponer las fallas, se debe tener fundamentos y criterio técnico.
- Cuando se realiza mantenimiento en las instalaciones y equipos se recomienda usar el formato de registro de actividades establecido (bitácora) para que puedan realizar anotaciones en caso de que encuentren un desperfecto o una falla.
- Cuando por alguna emergencia o porque se ha terminado la jornada laboral, el personal del área de mantenimiento deje inconclusa una tarea asignada, hay que verificar el trabajo, asegurándose el siguiente día que el trabajo quede bien hecho. Comprobar todos los pasos descritos en manuales o en anotaciones personales por propia seguridad, y la de los pacientes y médicos.

- Si algún desperfecto en la instalación o equipos no se puede solucionar revisar la libreta de apuntes personal o manual del equipo, ya que se pudo olvidar algún paso que impide acabar el trabajo o provocar el no funcionamiento adecuado de los equipos e instalaciones. Si a pesar de hacer todo lo posible para arreglar los equipos o instalaciones estos no funcionan, tomar un descanso para empezar nuevamente el trabajo.
- Se recomienda ajustar los tiempos con que se realizan las actividades de mantenimiento preventivo en el cronograma establecido, ya que los tiempos dados solo deben ser tomados como referencia.
- Los trabajos de mantenimiento se limitan por garantías y por contratación de servicios profesionales de los equipos, máquinas e instalaciones.

Bibliografía

- [1] Ministerio de Salud Pública del Ecuador, «Hospital Pediátrico Baca Ortiz de Quito recibe acreditación internacional,» 30 junio 2015. [En línea]. Available: <http://www.salud.gob.ec/hospital-pediatrico-baca-ortiz-de-quito-recibe-acreditacion-internacional/>.
- [2] INEN, Código eléctrico nacional, Quito, 2001.
- [3] IEEE Std 602 - 1996, «IEEE Recommended Practice for Electric System in Health Care Facilities,» *The White Book*, p. 417, 1996.
- [4] National Electrical Code Handbook, «<https://law.resource.org>,» 2005. [En línea]. Available: <https://law.resource.org/pub/us/code/ibr/nfpa.nec.2005.pdf>.
- [5] S. E. Chasi Gonzales , «Sistemas de tierras aislados en quirófanos,» [En línea]. Available: <http://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=9020>.
- [6] DWPPON ELECTRIC, «Instructivo de instalación y mantenimiento,» [En línea]. Available: <http://www.dwppon.com/ManOper.pdf>.
- [7] S. E. Lichtenstein., «Seguridad eléctrica en salas de cirugía,» [En línea]. Available: http://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/263/seguridad_electrica.
- [8] ISOTROL SYSTEMS, «HOSPITAL GROUND CORDS AND HOSPITAL GROUND JACKS,» [En línea]. Available: http://www.bender.org/documents/isotrol/hgc-hgj_datasheet.pdf.
- [9] J. O. Avila Monteso, La seguridad en el hospital, Viladrau (Gerona) - Barcelona: Ediciones Cedel, 1978.
- [10] schneider electric mexico, «Cuando Utilizar Un Tablero de Aislamiento-Square D,» [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/294966311/Cuando-Utilizar-Un-Tablero-de-Aislamiento-Square-D>.

- [11] BENDER The Power in Electrical Safety, «Manual del Usuario Paneles de Aislamiento para instalaciones hospitalarias,» [En línea]. Available: http://www.bender-us.com/documents/Panels-med_manual_AAS2095010.pdf.
- [12] «Tableros de aislamiento para Hospitales,» [En línea]. Available: <http://tecnosolucionesp.com/productos/tableros-de-aislamiento/para-hospitales.html>.
- [13] dsps.wi.gov, «NFPA 70 NEC (2005): National Electrical Code,» 2005. [En línea]. Available: <http://dsps.wi.gov/Documents/Industry%20Services/Forms/Elevator/Historical Codes/2005%20NEC.pdf>.
- [14] J. E. Mindiola Torres, «Diseño eléctrico del área de emergencia y servicios anexos para un Hospital de última generación,» [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5188/1/CD-4567.pdf>.
- [15] L. F. Jácome Jijón, Ingeniería de Mantenimiento, Quito, 2014.
- [16] Cusros Ingeniería Eléctrica EPN, *Sistemas de puestas a tierra*, Quito, 2016.
- [17] PROCOBRE, Sistema de puestas a tierra, Chile, 1999.
- [18] E. G. Novoa Guamán, «Manual de operación y mantenimiento preventivo y correctivo para Parques Fotovoltaicos en el Ecuador,» [En línea]. Available: http://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=41079&query_desc=kw%2Cwrdl%3A%20Manual%20de%20Operaci%C3%B3n%20y%20Mantenimiento%20para%20Parques.
- [19] haciendadeje, «Pliego de cláusulas y condiciones,» [En línea]. Available: http://www.recaudacionadeje.org/n_servicios/procedimientos/PliegoProcAXFT R1.pdf.
- [20] Powerware, «EATON Powerful. Intelligent. Elegant,» United States, 2007.
- [21] Baifa, Diesel Generator Sets Users' Manual, Wuxi Baifa Power LTD, 2010.
- [22] MIDUVI, «NEC - 10,» de *Instalaciones electromecánicas*, Quito, Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011, p. 173.

- [23] G. Enríquez Harper , Guía práctica para el cálculo de las instalaciones eléctricas, Mexico: Limusa S.A., 2002.
- [24] Asociación Española de Normalización y Certificación, «REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN E INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS (ITC) BT 01 A BT 51,» [En línea]. Available: <http://www.iet.es/wp-content/uploads/2013/03/REGLAMENTO-RBT-SEPT-2003.pdf>.
- [25] monografias.com, «Diseño sistema de gestión mantenimiento preventivo,» [En línea]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos96/disenosistema-gestion-mantenimiento-preventivo/disenosistema-gestion-mantenimiento-preventivo2.shtml>.

ANEXOS

ANEXO 1: Aplicaciones y aislamiento de conductores [2]

ANEXO 2: Capacidad de corriente en conductores aislados para 0 a 2000V. [2]

ANEXO 3: Planos del centro quirúrgico y hospital del día

ANEXO 4: Diagramas unifilares de tableros de emergencia del centro quirúrgico y hospital del día

ANEXO 5: Diagramas unifilares subtableros centro quirúrgico

ANEXO 6: Diagramas unifilares subtableros hospital del día

ANEXO 7: Cuadro de cargas subtableros de fuerza (STFB)

ANEXO 8: Cuadro de cargas subtableros de fuerza (STF)

ANEXO 9: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 1

ANEXO 10: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 2

ANEXO 11: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 3

ANEXO 12: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 4

ANEXO 13: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 5

ANEXO 14: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 6

ANEXO 15: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 7

ANEXO 16: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 8

ANEXO 17: Cuadro de carga subtablero de alumbrado (STA)

ANEXO 18: Cuadro de carga subtablero de alumbrado (STA1)

ANEXO 19: Cuadro de cargas subtableros de fuerza (STF1)

ANEXO 20: Cuadro de carga tablero de aislamiento endoscopia

ANEXO 21: Normas de la comisión electrotécnica internacional [9]

ANEXO 1: Aplicaciones y aislamiento de conductores [2]

Nombre comercial	Letras de tipo	Temp. max. de funcionamiento.	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Espesor del aislamiento			Recubrimiento externo (1)
					mm ²	AWG o kcmil	mm	
Etileno-propileno fluorado	FEP o FEPB	90° C 200° C	Lugares secos y húmedos Lugares secos en aplicaciones especiales (3)	Etileno-propileno fluorado	2,08-5,25 8,36-33,62 2,08-8,36 13,29-33,62	14-10 8-2 14-8 6-2	0,51 0,76 0,36 0,36	Ninguno Trenza de vidrio Trenza de asbesto u otro material adecuado De cobre o aleación de cobre
Aislamiento mineral (con recubrimiento metálico)	MI	90° C 250° C	Lugares secos y mojados Para aplicaciones especiales (3)	Oxido de magnesio	0,82-1,31 1,31-5,25 6,63-21,14 26,66-253,35	18-16(2) 16-10 9-4 3-500	0,58 0,91 1,27 1,4	
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y al aceite	MTW	60° C 90° C	Instalación de máquinas herramientas en lugares mojados Instalación de máquinas herramientas en lugares secos	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad, calor y al aceite	0,32-3,30 5,25 8,36 13,29 21,14-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70	22-12 10 8 6 4-2 1-1/0 250-500 550-1 000	A 0,76 0,76 1,14 1,52 1,52 2,03 2,41 2,79 B 0,38 0,51 0,76 0,76 1,02 1,27 1,52 1,78	A= Ninguno B= Chaqueta de milón o equivalente
Papel		85° C	Para conductores subterráneos de acometida	Papel				Blindaje de plomo
Perfluoroalcoxi	PFA	90° C 200° C	Lugares secos y húmedos Lugares secos, aplicaciones especiales (3)	Perfluoroalcoxi	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21	14-10 8-2 1-1/0	0,51 0,76 1,14	Ninguno
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW (6)	75° C 90° C	Lugares secos y húmedos Aplicaciones especiales en equipos de iluminación por descarga. Limitado a 1 000 V en circuito abierto o menos/solo cables de los números 14-8, como permite el Artículo 410-13)	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	2,08-5,25 8,36-33,62 42,2-107,21 126,67-253,35 278,68-506,70 557,37-1 013,4	14-10 8-2 1-4/0 250-500 550-1 000 1 100-2 000	1,14 1,52 2,03 2,41 2,80 3,18	Ninguno
Termoplástico resistente a la	THWN (6)	75° C	Lugares secos y mojados	Termoplástico retardante de la llama y	2,08-3,30 5,25	14-12 10	0,38 0,51	Chaqueta de milón o equivalente

humedad y al calor					resistente a la humedad y al calor	8.36-13.29 21.14-33.62 42.2-107.21 126.67-253.35 278.68-506.70	8-6 4-2 1-4/0 250-500 550-1000	0.76 1.02 1.27 1.52 1.78	
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60° C	Lugares secos y mojados		Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	2.08-5.25 8.36 13.29-33.62 42.2-107.21 126.67-253.35 278.68-506.70 557.37-1013.4	14-10 8 6-2 1-4/0 250-500 550-1000 1 100-2 000	0.76 1.14 1.52 2.03 2.41 2.80 3.18	Ninguno
Cable de alimentadores y circuitos ramales de un solo conductor (para cables de tipo UF con más de un conductor, ver la Sección 339)	UF	60° C 75° C (7)	Ver Sección 339		Resistente a la humedad Resistente al calor y a la humedad	2.08-5.25 8.36-33.62 42.2-107.21	14-10 8-2 1-4/0	1.52 (8) 2.03 (8) 2.41 (8)	Integrado con el aislante
Silicona	SA	90° C	Lugares secos y húmedos		Caucho de silicona	2.08-5.25 8.36-33.62 42.2-107.21	14-10 8-2 1-4/0	1.14 1.52 2.03	Malla de vidrio u otro material
		200° C	Para aplicaciones especiales (3)			126.67-253.35 278.68-506.70 557.37-1013.4	250-500 550-1000 1 100-2 000	2.41 2.80 3.18	
Plástico termoendurecible	SIS	90° C	Solo para cableado de tableros		Plástico termoendurecible retardante de la llama	2.08-5.25 8.36-33.62 42.2-107.21	14-10 8-2 1-4/0	0.76 1.14 1.4	Ninguno
Termoplástico y mallas externas fibrosas	TBS	90° C	Solo para cableado de tableros		Termoplástico	2.08-5.25 8.36 13.29-33.62 42.2-107.21	14-10 8 6-2 1-4/0	0.76 1.14 1.52 2.03	Recubrimiento no metálico retardante de la llama
Poli tetrafluoroetileno o extendido	TFE	250° C	Solo lugares secos. Solo para cables dentro de artefactos o dentro de canalizaciones conectadas a artefactos, o como cableado a la vista (solo de níquel o níquel recubierto de cobre)		Poli tetrafluoroetileno extraído	2.08-5.25 8.36-33.62 42.2-107.21	14-10 8-2 1-4/0	0.51 0.76 1.14	Ninguno
Termoplástico resistente al calor	THHN	90° C	Lugares secos y húmedos		Termoplástico resistente al calor y retardante de la llama	2.08-3.30 5.25 8.36-13.29 21.14-33.62 42.2-107.21 126.67-253.35 278.68-506.70	14-12 10 8-6 4-2 1-4/0 250-500 550-1000	0.38 0.51 0.76 1.02 1.27 1.52 1.78	Chaqueta de nylon o equivalente
Termoplástico resistente a la	THHW	75° C	Lugares mojados		Termoplástico retardante de la llama y	2.08-5.25 8.36-33.62	14-10 8-2	1.14 1.52	Ninguno

humedad y al calor	90° C	Lugares secos	resistente a la humedad y al calor	42.2-107.21 126.67-253.35 278.68-506.70	1-4/0 250-500 550-1 000	2.03 2.41 2.80	Ninguno
Perfluoroalcoxi	250° C	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de artefactos o de conductos conectados a artefactos (de níquel o CuNi)	Perfluoroalcoxi	2.08-5.25 8.36-33.62 42.2-107.21	14-10 8-2 1-4/0	0.51 0.76 1.14	Ninguno
Plástico termoendurecible	75° C	Lugares secos y húmedos	Plástico termoendurecible retardante de la llama	2.08-3.30 5.25 8.36-33.62 42.2-107.21	14-12 (5) 10 8-2 1-4/0	0.76 1.14 1.52 2.03	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama (4)
	90° C	Lugares secos y húmedos		126.67-253.35 278.68-506.70 557.37-1 013.4	250-500 550-1 000 1 100-2 000	2.41 2.80 3.18	
				Para 601 V-2 000 V, ver Tabla 310-62.			
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	75° C	Lugares secos y mojados. Si el aislante es de más de 2 000 V, debe ser resistente al ozono	Plástico termoendurecible resistente a la humedad y retardante de la llama	2.08-3.30 8.36-33.62 42.2-107.21	14-10 8-2 1-4/0	1.14 1.52 2.03	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama (4)
	90° C			126.67-253.35 278.68-506.70 557.37-1 013.4	250-500 550-1 000 1 100-2 000	2.41 2.80 3.18	
				Para 601 V-2 000 V, ver Tabla 310-62.			
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	90° C	Lugares secos y mojados	Plástico termoendurecible resistente a la humedad y retardante de la llama	2.08-3.30 8.36-33.62 42.2-107.21	14-10 8-2 1-4/0	1.14 1.52 2.03	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama (4)
				126.67-253.35 278.68-506.70 557.37-1 013.4	250-500 550-1 000 1 100-2 000	2.41 2.80 3.18	
				Para 601 V-2 000 V, ver Tabla 310-62.			
Cable subterráneo de acometida, de un solo conductor (para cables de tipo USE con más de un conductor, ver la Sección 338)	75° C	Ver Sección 338	Resistente al calor y a la humedad	3.30-5.52 8.36-33.62 42.2-107.21	14-10 8-2 1-4/0	1.14 1.52 2.03	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad. Ver Artículo 338-1 b)
				126.67-253.35 278.68-506.70 557.37-1 013.4	250-500 550-1 000 1 100-2 000	2.41 (9) 2.80 3.18	
Plástico termoendurecible	90° C	Lugares secos y húmedos	Plástico termoendurecible retardante de la llama	2.08-3.30 8.36-33.62 42.2-107.21	14-10 8-2 1-4/0	0.76 1.14 1.40	Ninguno
				126.67-253.35 278.68-506.70 557.37-1 013.4	250-500 550-1 000 1 100-2 000	1.65 2.03 2.41	
				Para 601 V-2 000 V, ver Tabla 310-62.			
Plástico	90° C	Lugares secos y húmedos	Plástico	2.08-3.30	14-10	0.76	Ninguno

termoendurecible resistente a la humedad	(6)	75° C	Lugares mojados	termoendurecible retardante de la llama y resistente a la humedad	8.36-33.62 42.2-107.21 126.67-253.35 278.68-506.70 557.37-1 013.4	8-2 1-4/0 250-500 550-1 000 1 100-2 000	1.14 1.40 1.65 2.03 2.41	Ninguno
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	XHHW-2	90° C	Lugares secos y mojados	Plástico termoendurecible retardante de la llama y resistente a la humedad	2.08-3.30 8.36-33.62 42.2-107.21 126.67-253.35 278.68-506.70 557.37-1 013.4	14-10 8-2 1-4/0 250-500 550-1 000 1 100-2 000	0.76 1.14 1.40 1.65 2.03 2.41	Ninguno
Etileno-Tetrafluoroetileno modificado	Z	90° C 150° C	Lugares secos y húmedos Lugares secos, aplicaciones especiales (3)	Etileno-Tetrafluoroetileno modificado	2.08-3.30 5.25 8.36-21.14 26.66-42.2 42.2-107.21	14-12 10 8-4 3-1 1/0-4/0	0.38 0.51 0.64 0.89 1.14	Ninguno
Etileno-Tetrafluoroetileno modificado	ZW (6)	75° C 90° C 150° C	Lugares mojados Lugares secos y húmedos Lugares secos, aplicaciones especiales (3)	Etileno-Tetrafluoroetileno modificado	2.08-5.25 8.36-33.62	14-10 8-2	0.76 1.14	Ninguno

NOTAS a la Tabla 310-13:

- 1) Algunos aislamientos no requieren recubrimiento externo.
- 2) Para circuitos de señales que permiten un aislamiento de 300 V.
- 3) Cuando las condiciones de diseño requieren que la temperatura máxima de funcionamiento del conductor sea superior a 90°C.
- 4) Algunos aislantes de goma no requieren recubrimiento externo.
- 5) Para sección transversal entre 2,08 y 3,30 mm² (calibres 14-12 AWG), el cables RHH debe tener un aislamiento de 1,14 mm de espesor.
- 6) Los cables listados con sufixo "-2", como RHH-2, se pueden utilizar a temperatura de funcionamiento continua de 90°C en lugares secos y húmedos.
- 7) En cuanto a la limitación de la capacidad de corriente, ver el Artículo 339-5
- 8) Incluye chaqueta integral.
- 9) En los conductores de tipo USE que hayan sido sometidos a investigación especial, se permite que el aislamiento sea de 2,03 mm de espesor. No se requiere que el recubrimiento no metálico de conductores aislados cubiertos de caucho o cables con recubrimiento de aluminio y los cables blindados de plomo o de varios conductores, sea retardante a la llama. Para los cables de tipo MC, ver el Artículo 334-20. Para los cables de torro no metálico, ver el Artículo 336-25. Para los cables de tipo UF, ver el Artículo 339-1.

**ANEXO 2: Capacidad de corriente en conductores aislados para 0
a 2000V. [2]**

Sección transversal	Temperatura nominal del conductor (Ver Tabla 310-13)						Calibre
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	Tipo S, TW*, UF*	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW*, UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm ²	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kemils
0,82	.....	.....	14	.....	.....	.....	18
1,31	.....	.....	18	.....	.....	.....	16
2,08	20*	20*	25	.....	.....	.....	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	70
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,70	455	545	615	375	445	500	1 000
633,38	495	590	665	405	485	545	1 250
760,05	520	625	705	435	520	585	1 500
886,73	545	650	735	455	545	615	1 750
1 013,40	560	665	750	470	560	630	2 000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	.....	0,58	0,71	.....	0,58	0,71	56-60
61-70	.....	0,33	0,58	.....	0,33	0,58	61-70
71-80	.....	.....	0,41	.....	.....	0,41	71-80

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este código, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 A para el conductor de sección transversal 2,08 mm² (14 AWG); 20 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,25 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 25 A para 5,25 mm² (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

ANEXO 3: Planos del centro quirúrgico y hospital del día

**ANEXO 4: Diagramas unifilares de tableros de emergencia del
centro quirúrgico y hospital del día**

ANEXO 5: Diagramas unifilares subtableros centro quirúrgico

ANEXO 6: Diagramas unifilares subtableros hospital del día

ANEXO 7: Cuadro de cargas subtableros de fuerza (STFB)

Subtablero: STFB (corredor centro quirúrgico)
Alimentador: (3x2+2x4) AWG THHN
Protección 3P-40A
Longitud: 57m
Caída de tensión: 0,98%

Circuito	Denominación del circuito	Voltaje (V)	Pn (W)	FFUh (%)	CIR (W)	FSn (%)	Demanda		Corriente (A)	Fases			N	G	Protección (A)	N° Puntos	Casillero en Subtablero	Conductor
							(W)	(VA)		R	S	T						
F29	Tomas: torre de recuperación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4	X		X	X	1P-20	4	1	(2x10+1x12) THHN AWG	
F30	Tomas: torre de recuperación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4		X	X	X	1P-20	4	3	(2x10+1x12) THHN AWG	
F31	Tomas: torre de recuperación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4			X	X	1P-20	4	5	(2x10+1x12) THHN AWG	
F32	Tomas: torre de recuperación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4	X		X	X	1P-20	4	7	(2x10+1x12) THHN AWG	
F33	Tomas: torre de recuperación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4		X	X	X	1P-20	4	9	(2x10+1x12) THHN AWG	
F34	Tomas: torre de recuperación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4			X	X	1P-20	4	11	(2x10+1x12) THHN AWG	
F35	Tomas: torre de preparación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4	X		X	X	1P-20	4	2	(2x10+1x12) THHN AWG	
F36	Tomas: torre de preparación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4		X	X	X	1P-20	4	4	(2x10+1x12) THHN AWG	
F37	Tomas: torre de preparación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4			X	X	1P-20	4	6	(2x10+1x12) THHN AWG	
F38	Tomas: torre de preparación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4		X	X	X	1P-20	4	10	(2x10+1x12) THHN AWG	
F39	Tomas: torre de preparación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4		X	X	X	1P-20	4	16	(2x10+1x12) THHN AWG	
F40	Tomas: torre de preparación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4			X	X	1P-20	4	12	(2x10+1x12) THHN AWG	
F41	Tomas: Rayos X portátil (recuperación quirófanos)	220	4.950	100	4.950	20	990	1.076	4,5	X		X	X	2P-30	1	18-20	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG	
F42	Tomas: lava chatas (utilería usada)	220	500	100	500	60	300	326	1,4	X		X	X	2P-15	1	17-19	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG	
F43	Tomas: Rayos X (quirófano Nº 6)	120	864	100	864	30	259,2	282	2,16	X		X	X	1P-20	1	13	(2x10+1x12) THHN AWG	
F44	Tomas: Rayos X (quirófano Nº 5)	120	864	100	864	30	259,2	282	2,16		X	X	X	1P-20	1	15	(2x10+1x12) THHN AWG	
F45	Tomas: Rayos X (quirófano Nº 4)	120	864	100	864	30	259,2	282	2,16			X	X	1P-20	1	23	(2x10+1x12) THHN AWG	
F46	Tomas: Rayos X (quirófano Nº 3)	120	864	100	864	30	259,2	282	2,16	X		X	X	1P-20	1	14	(2x10+1x12) THHN AWG	
F47	Tomas: Rayos X (quirófano Nº 2)	120	864	100	864	30	259,2	282	2,16		X	X	X	1P-20	1	22	(2x10+1x12) THHN AWG	
F48	Tomas: Rayos X (quirófano Nº 1)	120	864	100	864	30	259,2	282	2,16			X	X	1P-20	1	27	(2x10+1x12) THHN AWG	
F49	Tomas: Rayos X (quirófano Nº 8)	120	864	100	864	30	259,2	282	2,16		X	X	X	1P-20	1	21	(2x10+1x12) THHN AWG	
F50	Tomas: Rayos X (quirófano Nº 7)	120	864	100	864	30	259,2	282	2,16			X	X	1P-20	1	24	(2x10+1x12) THHN AWG	
F51	Tomas: Rayos X (bodega equipo rayos X)	120	864	100	864	30	259,2	282	2,16	X		X	X	1P-20	1	8	(2x10+1x12) THHN AWG	
F52	Tomas: Rayos X (bodega equipo rayos X)	120	864	100	864	30	259,2	282	2,16			X	X	1P-20	1	29	(2x10+1x12) THHN AWG	
F53	Tomas: Rayos X portátil (recuperación quirófanos)	120	864	100	864	30	259,2	282	2,16	X		X	X	1P-20	1	25	(2x10+1x12) THHN AWG	
F54	Tomas: Torre de recuperación centro quirúrgico	120	800	100	800	60	480	522	4	X		X	X	1P-20	4	26	(2x10+1x12) THHN AWG	
F55	Tomas: Torre de recuperación centro quirúrgico	120	800	100	800	60	480	522	4		X	X	X	1P-20	4	28	(2x10+1x12) THHN AWG	
TOTALES										30,5	32,64	28,3						

ANEXO 8: Cuadro de cargas subtableros de fuerza (STF)

Subtablero: STF (corredor centro quirúrgico)

Alimentador: (3x2+2x4) AWG THHN

Protección 3P-63^a

Longitud: 57 mt

Calda de tensión: 2.63%

Circuito	Denominación del circuito	Voltaje (V)	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	Demanda		Corriente (A)	Fases			N	G	Protección (A)	Nº Puntos	Casillero en Subtablero	Conductor	
							(W)	(VA)		R	S	T							
F1	Tomas: Secretaría y transferencia	120	1.200	100	1.200	60	720	783	6	X		X	X		1P-20	6	1	(2x10+1x12) THHN AWG	
F2	Tomas: utería	120	400	100	400	60	240	261	2		X	X	X		1P-20	2	1	(2x10+1x12) THHN AWG	
F3	Tomas: utería	120	400	100	400	60	240	261	2		X	X	X		1P-20	2	5	(2x10+1x12) THHN AWG	
F4	Tomas: jefatura, jefatura de enfermeras y atascamiento.	120	1.400	100	1.400	60	840	913	7	X		X	X		1P-20	7	7	(2x10+1x12) THHN AWG	
F5	Tomas: Farmacia satélite, lavado de manos, atascamiento.	120	1.600	100	1.600	60	960	1.043	8		X	X	X		1P-20	8	9	(2x10+1x12) THHN AWG	
F6	Tomas: Almacén de ropa sucia, abastecimiento y contaminadas.	120	1.000	100	1.000	60	600	652	5			X	X		1P-20	5	11	(2x10+1x12) THHN AWG	
F7	Tomas: Cuarto rayos X	120	1.000	100	1.000	60	600	652	5	X		X	X		1P-20	5	13	(2x10+1x12) THHN AWG	
F8	Tomas: Cuarto rayos X	220	1.600	100	1.600	30	480	522	2,2		X	X	X		2P-30	1	15-17	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG	
F9	Tomas: Cuarto rayos X	220	1.600	100	1.600	30	480	522	2,2	X		X	X		2P-30	1	19-21	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG	
F10	Tomas: Cuarto rayos X y bodega de equipos	120	600	100	600	60	360	391	3	X		X	X		1P-20	3	25	(2x10+1x12) THHN AWG	
F11	Tomas: Bodega equipo	120	600	100	600	60	360	391	3		X	X	X		1P-20	3	33	(2x10+1x12) THHN AWG	
F12	Tomas: Corredor principal centro quirúrgico.	120	1.200	100	1.200	60	720	783	6	X		X	X		1P-20	6	27	(2x10+1x12) THHN AWG	
F13	Tomas: Rayos X portátil (quirófano Nº 6)	220	1.600	100	1.600	30	480	522	2,2	X		X	X		2P-30	1	2-4	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG	
F14	Tomas: Rayos X portátil (quirófano Nº 5)	220	1.600	100	1.600	30	480	522	2,2		X	X	X		2P-30	1	10-12	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG	
F15	Tomas: Rayos X portátil (quirófano Nº 4)	220	1.600	100	1.600	30	480	522	2,2	X		X	X		2P-30	1	6-8	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG	
F16	Tomas: Rayos X portátil (quirófano Nº 3)	220	1.600	100	1.600	30	480	522	2,2		X	X	X		2P-30	1	16-18	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG	
F17	Tomas: Rayos X portátil (quirófano Nº 2)	220	1.600	100	1.600	30	480	522	2,2	X		X	X		2P-30	1	20-22	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG	
F18	Tomas: Rayos X portátil (quirófano Nº 1)	220	1.600	100	1.600	30	480	522	2,2		X	X	X		2P-30	1	28-30	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG	
F19	Tomas: Rayos X portátil (quirófano Nº 8)	220	1.600	100	1.600	30	480	522	2,2	X		X	X		2P-30	1	24-28	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG	
F20	Tomas: Rayos X portátil (quirófano Nº 7)	220	1.600	100	1.600	30	480	522	2,2	X		X	X		2P-30	1	32-34	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG	
F21	Tomas: Secadora de manos aislamiento y recuperación.	120	400	100	400	60	240	261	2			X	X		1P-20	2	41	(2x10+1x12) THHN AWG	
F22	Tomas: Utillería usada, utillería limpia y estación de enfermería.	120	600	100	600	60	360	391	3		X	X	X		1P-20	3	23	(2x10+1x12) THHN AWG	
F23	Tomas: Torre de recuperación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4		X	X	X		1P-20	4	39	(2x10+1x12) THHN AWG	
F24	Tomas: Torre de recuperación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4			X	X		1P-20	4	29	(2x10+1x12) THHN AWG	
F25	Tomas: Torre de recuperación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4	X		X	X		1P-20	4	37	(2x10+1x12) THHN AWG	
F26	Tomas: Torre de recuperación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4		X	X	X		1P-20	4	40	(2x10+1x12) THHN AWG	
F27	Tomas: Torre de recuperación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4	X		X	X		1P-20	4	38	(2x10+1x12) THHN AWG	
F28	Tomas: Torre de recuperación quirófano	120	800	100	800	60	480	522	4		X	X	X		1P-20	4	35	(2x10+1x12) THHN AWG	
F56	Salida especial revelado (referencia cuarto de rayos X)	220	1.600	100	1.600	60	960	1.043	8	X		X	X		2P-30	1	3-5	(3x10+1x12) THHN AWG	
F57	Alarma de incendios corredor principal (referencia pared secretaria)	120	200	100	200	60	120	130	1	X		X	X		1P-15	1	14	(2x10+1x12) THHN AWG	
F58	Alarma de oxígeno corredor principal centro quirúrgico (referencia pared recuperación)	120	200	100	200	60	120	130	1		X	X	X		1P-15	1	42	(2x10+1x12) THHN AWG	
TOTALES			33.200	100	33.200	50	16707,09677	18.160		43,1		44,5							

ANEXO 9: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 1

Isotrol

Subtablero: TAT1 (Quirófano integrado N° 1)

Model: IPP-7GA1-C1/16P16-BF

Alimentador: (2x6) TW

Serial: 1210800148 Date: 01/11

Protección: 2P-45A

Power: KVA: 7,5 Phase: 1 Hz: 60

Longitud: 75,5m

Input Volts 220 Amps: 45

Outputs Volts: 120 Amps: 62

caída de tensión: 1,80

Circuito	Denominación del circuito	Voltaje (V)	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	Demanda		Corriente (A)	Fases			N G	Protección (A)	N° Puntos	Casillero en Subtablero	Conductor
							(W)	(VA)		R	S	T					
EX1	Tomas: (Consola pared acceso sector sur)	120	250	100	250	80	200	217	1,7	X	X	X	X	2P-20	1	3	2X10+1X12 XHHW AWG
EX2	Tomas: (Consola pared acceso sector sur)	120	250	100	250	80	200	217	1,7	X	X	X	X	2P-20	1	1	2X10+1X12 XHHW AWG
EX3	Tomas: (Cámara pared sector occidental)	120	250	100	250	80	200	217	1,7	X	X	X	X	2P-20	1	5	2X10+1X12 XHHW AWG
EX4	Tomas modulares; (pared sector norte)	120	500	100	500	80	400	435	3,3	X	X	X	X	2P-20	4	7	2X10+1X12 XHHW AWG
EX5	Tomas modulares; (pared sector norte)	120	500	100	500	80	400	435	3,3	X	X	X	X	2P-20	4	9	2X10+1X12 XHHW AWG
EX6	Columna de anestesia	120	600	100	600	80	480	522	4,0	X	X	X	X	2P-20	4	11	2X10+1X12 XHHW AWG
EX7	Columna de anestesia	120	600	100	600	80	480	522	4,0	X	X	X	X	2P-20	4	13	2X10+1X12 XHHW AWG
EX8	Columna de anestesia	120	600	100	600	80	480	522	4,0	X	X	X	X	2P-20	4	4	2X10+1X12 XHHW AWG
EX9	Columna lámpara celiótica	120	600	100	600	80	480	522	4,0	X	X	X	X	2P-20	4	2	2X10+1X12 XHHW AWG
EX10	Columna lámpara celiótica	120	600	100	600	80	480	522	4,0	X	X	X	X	2P-20	4	6	2X10+1X12 XHHW AWG
EX11	Columna lámpara celiótica	120	600	100	600	80	480	522	4,0	X	X	X	X	2P-20	4	10	2X10+1X12 XHHW AWG
EX12	Columna lámpara celiótica	120	600	100	600	80	480	522	4,0	X	X	X	X	2P-20	4	16	2X10+1X12 XHHW AWG
EX13	Columna de cirugía	120	600	100	600	80	480	522	4,0	X	X	X	X	2P-20	4	8	2X10+1X12 XHHW AWG
EX14	Columna de cirugía	120	600	100	600	80	480	522	4,0	X	X	X	X	2P-20	4	12	2X10+1X12 XHHW AWG
EX15	Columna de cirugía	120	600	100	600	80	480	522	4,0	X	X	X	X	2P-20	4	14	2X10+1X12 XHHW AWG
EX16	Reserva	120	600	100	600	80	480	522	4,0	X	X	X	X	2P-20	4	15	2X10+1X12 XHHW AWG
	TOTALES		8.350	100	8.350	80	6680	7.261		55,7	55,7						

ANEXO 10: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 2

Isotrol

Subtablero: TAT2 (Quirófano semi integrado Nº 2)

Model: IPP-5GA1-C2/16P16-AF

Alimentador: (2x6) TW

S/N: 1111800151

Protección 2P-30A

Power: 5 KVA

Phase: 1

Hz: 60

Longitud: 48.5m

Input: 220 V

Amps: 30

caída de tensión: 0,78%

Outputs 120 V

Amps: 41

Circuito	Denominación del circuito	Voltaje (V)	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	Demanda		Corriente (A)	Fases			N	G	Protección (A)	Nº Puntos	Casillero en Subtablero	Conductor
							(W)	(VA)		R	S	T						
EX1	Tomas: (Consola pared acceso sector sur)	120	250	100	250	60	150	163	1,3	X	X	X	X	X	2P-20	1	1	2x10+1x12 XHHW AWG
EX2	Tomas: (Consola pared acceso sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	3	2x10+1x12 XHHW AWG
EX3	Tomas: (Cámara pared sector occidente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	5	2x10+1x12 XHHW AWG
EX4	Tomas modulares: (pared sector norte)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	7	2x10+1x12 XHHW AWG
EX5	Tomas modulares: (pared sector norte)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	9	2x10+1x12 XHHW AWG
EX6	Columna de anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	11	2x10+1x12 XHHW AWG
EX7	Columna de anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	13	2x10+1x12 XHHW AWG
EX8	Columna de anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	15	2x10+1x12 XHHW AWG
EX9	Columna lámpara cielítica	120	250	100	250	60	150	163	1,3	X	X	X	X	X	2P-20	1	2	2x10+1x12 XHHW AWG
EX10	Columna lámpara cielítica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	4	2x10+1x12 XHHW AWG
EX11	Columna lámpara cielítica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	6	2x10+1x12 XHHW AWG
EX12	Columna lámpara cielítica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	16	2x10+1x12 XHHW AWG
EX13	Columna de cirugía	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	8	2x10+1x12 XHHW AWG
EX14	Columna de cirugía	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	12	2x10+1x12 XHHW AWG
EX15	Columna de cirugía	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	14	2x10+1x12 XHHW AWG
EX16	Reserva	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	X	2P-20	4	16	2x10+1x12 XHHW AWG
	TOTALES		7.500	100	7.500	60	4500	4.891		37,5	37,5							

ANEXO 11: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 3

Isotrol

Subtablero: TAT3 (Quirófano semi-Integrado N° 3)

Model: IPP-5GA1-C2/16P16-AF

Alimentador: (2x6) TW

S/N: 1111800154

Protección 2P-30A

Power: 5 KVA Phase: 1 Hz: 60

Longitud: 53,6m

Input 220 V Amps: 30

caída de tensión: 0,86%

Outputs 120 V Amps: 41

Círculo	Denominación del circuito	Voltaje (V)	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSh (%)	Demanda		Corriente (A)	Fases			N G	Protección (A)	N° Puntos	Casillero en Subtablero	Conductor
							(W)	(VA)		R	S	T					
EX1	Tomas: (pared acceso sector oriente)	120	250	100	250	60	150	163	1,25	X	X	X	X	2P-20	1	1	2x10+1x12 XHHW AWG
EX2	Tomas modulares (pared sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	3	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX3	Tomas modulares (pared sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	5	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX4	Tomas modulares (pared sector oriente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	7	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX5	Tomas modulares (pared acceso sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	9	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX6	Tomas modulares (pared sector norte)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	11	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX7	Tomas modulares (pared sector norte)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	13	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX8	Tomas modulares (pared sector oriente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	15	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX9	Tomas cámara (sobre diente acceso)	120	250	100	250	60	150	163	1,25	X	X	X	2P-20	1	2	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX10	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	4	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX11	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	6	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX12	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	8	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX13	Columna lámpara cieilítica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	10	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX14	Columna lámpara cieilítica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	12	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX15	Columna de cirugía	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	14	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX16	Columna de cirugía	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	16	2x10+1x12 XHHW AWG	
	TOTALES		7.500	100	7.500	60	4500	4.891		37,5	X	X					

ANEXO 12: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 4

Isotrol

Subtablero: TAT4 (Quirófano semi-integrado Nº 4)

Model: IPP-5GA1-C2/16P16-AF

Alimentador: (2x6) TW

S/N: 1111800152

Protección 2P-30A

Power: 5 KVA Phase: 1 Hz: 60

Longitud: 64,5m

Input 220 V Amps: 30

caída de tensión: 1,04%

Outputs 120 V Amps: 41

Circuito	Denominación del circuito	Voltaje (V)	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	Demanda		Corriente (A)	Fases			N G	Protección (A)	Nº Puntos	Casillero en Subtablero	Conductor
							(W)	(VA)		R	S	T					
EX1	Tomas: (pared acceso sector oriente)	120	250	100	250	60	150	163	1,25	X	X	X	X	2P-20	1	1	2x10+1x12 XHHW AWG
EX2	Tomas modulares (pared sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	3	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX3	Tomas modulares (pared sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	5	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX4	Tomas modulares (pared sector occidente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	7	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX5	Tomas modulares (pared sector occidente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	9	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX6	Tomas modulares (pared sector norte)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	11	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX7	Tomas modulares (pared sector norte)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	13	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX8	Tomas modulares (pared sector oriente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	15	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX9	Tomas cámara (sobre diente acceso)	120	250	100	250	60	150	163	1,25	X	X	X	2P-20	1	2	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX10	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	4	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX11	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	6	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX12	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	8	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX13	Columna lámpara cieilítica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	10	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX14	Columna lámpara cieilítica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	12	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX15	Columna de cirugía	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	14	2x10+1x12 XHHW AWG	
EX16	Columna de cirugía	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	2P-20	4	16	2x10+1x12 XHHW AWG	
	TOTALES		7.500	100	7.500	60	4500	4.891		37,5	37,5						

ANEXO 13: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 5

Isotrol

Subtablero: TAT5 (Quirófano semi-integrado Nº 5)

Model: IPP-5GA1-C2/16P16-AF

Alimentador: (2x6) TW

Serial: 1210800145

Date: 01/11

Protección 2P-30A

Power: 5 KVA

Phase: 1

Hzi: 60

Longitud: 75,5m

Input 220 V

Amps: 30

caída de tensión: 1,22%

Outputs 120 V

Amps: 42

Circuito	Denominación del circuito	Voltaje (V)	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	Demanda		Corriente (A)	Fases			N G	Protección (A)	Nº Puntos	Casillero en Subtablero	Conductor
							(W)	(VA)		R	S	T					
EX1	Tomas: (pared acceso sector oriente)	120	250	100	250	60	150	163	1,25	X	X		X	2P-20	1	1	2x10+1x12 XHHW AWG
EX2	Tomas modulares (pared sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	3	2x10+1x12 XHHW AWG
EX3	Tomas modulares (pared sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	5	2x10+1x12 XHHW AWG
EX4	Tomas modulares (pared sector occidente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	7	2x10+1x12 XHHW AWG
EX5	Tomas modulares (pared sector occidente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	9	2x10+1x12 XHHW AWG
EX6	Tomas modulares (pared sector norte)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	11	2x10+1x12 XHHW AWG
EX7	Tomas modulares (pared sector norte)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	13	2x10+1x12 XHHW AWG
EX8	Tomas modulares (pared sector oriente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	15	2x10+1x12 XHHW AWG
EX9	Tomas cámara (sobre diente acceso)	120	250	100	250	60	150	163	1,25	X	X		X	2P-20	1	2	2x10+1x12 XHHW AWG
EX10	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	4	2x10+1x12 XHHW AWG
EX11	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	6	2x10+1x12 XHHW AWG
EX12	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	8	2x10+1x12 XHHW AWG
EX13	Columna lámpara celítica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	10	2x10+1x12 XHHW AWG
EX14	Columna lámpara celítica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	12	2x10+1x12 XHHW AWG
EX15	Columna de cirugía	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	14	2x10+1x12 XHHW AWG
EX16	Columna de cirugía	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X		X	2P-20	4	16	2x10+1x12 XHHW AWG
	TOTALES		7.500	100	7.500	60	4500	4.891		37,5	37,5						

ANEXO 14: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 6

Isotrol

Subtablero: TAT6 (Quirófano semi-integrado Nº 6)

Model: IPP-5GA1-C2/16P16-AF

Alimentador: (2x6) TW

S/N: 1111800156

Protección 2P-30A

Power: 5 KVA

Phase: 1 Hz: 60

Longitud: 75,5m

Input 220 V

Amps: 30

caída de tensión: 1,22%

Outputs 120 V

Amps: 41

Circuito	Denominación del circuito	Voltaje (V)	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	Demanda		Corriente (A)	Fases			N G	Protección (A)	Nº Puntos	Casillero en Subtablero	Conductor
							(W)	(VA)		R	S	T					
EX1	Tomas: (pared acceso sector oriente)	120	250	100	250	60	150	163	1,25	X	X	X	X	2P-20	1	1	2X10+1X12 XHHW AWG
EX2	Tomas modulares (pared sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	3	2X10+1X12 XHHW AWG
EX3	Tomas modulares (pared sector oriente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	5	2X10+1X12 XHHW AWG
EX4	Tomas modulares (pared sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	7	2X10+1X12 XHHW AWG
EX5	Tomas modulares (pared sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	9	2X10+1X12 XHHW AWG
EX6	Tomas modulares (pared sector oriente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	11	2X10+1X12 XHHW AWG
EX7	Tomas modulares (pared sector oriente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	13	2X10+1X12 XHHW AWG
EX8	Tomas modulares (pared sector norte)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	15	2X10+1X12 XHHW AWG
EX9	Tomas cámara (sobre diente acceso)	120	250	100	250	60	150	163	1,25	X	X	X	X	2P-20	1	2	2X10+1X12 XHHW AWG
EX10	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	4	2X10+1X12 XHHW AWG
EX11	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	6	2X10+1X12 XHHW AWG
EX12	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	8	2X10+1X12 XHHW AWG
EX13	Columna lámpara cieilítica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	10	2X10+1X12 XHHW AWG
EX14	Columna lámpara cieilítica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	12	2X10+1X12 XHHW AWG
EX15	Columna de cirugía	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	14	2X10+1X12 XHHW AWG
EX16	Columna de cirugía	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	16	2X10+1X12 XHHW AWG
	TOTALES		7.500	100	7.500	60	4500	4.891		37,5	37,5						

ANEXO 15: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 7

ANEXO 16: Cuadro de carga tablero de aislamiento quirófano 8

ANEXO 17: Cuadro de carga subtablero de alumbrado (STA)

Subtablero: STA (corredor centro quirúrgico)
 Alimentador: (3x2+2x4) AWG THHN
 Protección 3P-43"
 Longitud: 57m
 Caída de tensión: 1.72%

Circuito	Denominación del circuito	Voltaje (V)	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	Demanda		Corriente (A)	Fases	N G	Protección (A)	N° Puntos	Casillero en Subtablero				Conductor										
							(W)	(VA)						3x32(W)	2x17(W)	3x17(W)	2X26(W)		2x30(W)									
L1	Iluminación quirófano 1	120	768	100	768	90	691,2	751	5,76	X	X	1P-15	8	2	8		2x12 THHN AWG											
L2	Iluminación quirófano 2	120	768	100	768	90	691,2	751	5,76		X	1P-15	8	4	8		2x12 THHN AWG											
L3	Iluminación quirófano 3	120	768	100	768	90	691,2	751	5,76		X	1P-15	8	6	8		2x12 THHN AWG											
L4	Iluminación quirófano 4	120	768	100	768	90	691,2	751	5,76	X	X	1P-15	8	8	8		2x12 THHN AWG											
L5	Iluminación quirófano 5	120	768	100	768	90	691,2	751	5,76	X	X	1P-15	8	10	8		2x12 THHN AWG											
L6	Iluminación quirófano 6	120	768	100	768	90	691,2	751	5,76	X	X	1P-15	8	12	8		2x12 THHN AWG											
L7	Iluminación quirófano séptico	120	768	100	768	90	691,2	751	5,76	X	X	1P-15	8	14	8		2x12 THHN AWG											
L8	Iluminación quirófano 8	120	960	100	960	90	864	939	7,2		X	1P-15	10	16	10		2x12 THHN AWG											
L9	Iluminación: Corredor principal centro quirúrgico.	120	1.028	100	1.028	90	925,2	1.006	7,71		X	1P-15	12	5	10	2	2x12 THHN AWG											
L10	Iluminación: Corredor principal centro quirúrgico.	120	1.210	100	1.210	90	1.089	1.184	9,075	X	X	1P-15	15	7	11	3	1	2x12 THHN AWG										
L11	Iluminación: Corredor perimetral centro quirúrgico sector sur y oriente.	120	864	100	864	90	777,6	845	6,48		X	1P-15	9	3	9		2x12 THHN AWG											
L12	Iluminación: Corredor perimetral centro quirúrgico sector sur y oriente.	120	864	100	864	90	777,6	845	6,48		X	1P-15	9	11	9		2x12 THHN AWG											
L13	Iluminación: Corredor perimetral centro quirúrgico sector norte y occidente, abastecimiento, ropa sucia y farmacia satélite.	120	1.248	100	1.248	90	1.123,2	1.221	9,36	X	X	1P-15	13	20	13		2x12 THHN AWG											
L14	Iluminación: Corredor perimetral centro quirúrgico sector norte y occidente, contaminados, abastecimiento, lavado ultrasónico, jefatura y aseo.	120	1.716	100	1.716	90	1.544,4	1.679	12,87		X	1P-15	21	22	15	2	4	2x12 THHN AWG										
L15	Iluminación: Secretaría, Transferencia, preparación, utillería, recuperación.	120	1.008	100	1.008	90	907,2	986	7,56		X	1P-15	14	18	8	4	2	2x12 THHN AWG										
L16	Iluminación: Asilamiento, recuperación.	120	752	100	752	90	676,8	736	5,64	X	X	1P-15	14	1	3	6	5	2x12 THHN AWG										
L17	Iluminación: Recuperación, estación de enfermería, utillería usada, utillería limpia.	120	816	100	816	90	734,4	798	6,12		X	1P-15	12	9	6	4	2	2x12 THHN AWG										
L18	Iluminación: Bodega de equipos, rayos X.	120	870	100	870	90	783	851	6,525		X	1P-15	12	23	6	1	5	2x12 THHN AWG										
L19	Iluminación: Vestidores mujeres, vestidores hombres.	120	1.144	100	1.144	90	1.029,6	1.119	8,58		X	1P-15	22	24		22		2x12 THHN AWG										
L20	Iluminación: Lámparas de emergencia y letreros (referencia corredores)	120	780	100	780	90	702	763	5,85	X	X	1P-15	8	19			13	2x12 THHN AWG										
L22	Iluminación sala de estar, corredores y baños ascensores.	120	1.612	100	1.612	90	1.450,8	1.577	12,09	X	X	1P-15	20	20	13	7		2x12 THHN AWG										
TOTALES													20.248	100	20.248	90	18223,2	19.808	59,3	44,2	48,4							

ANEXO 18: Cuadro de carga subtablero de alumbrado (STA1)

ANEXO 19: Cuadro de cargas subtableros de fuerza (STF1)

Subtablero: STF1 (corredor hospital del día)

Alimentador: (3x2+2x4) AWG THHN

Protección 3P-63A

Longitud: 29m

caída de tensión: 3%

Circuito	Denominación del circuito	Voltaje (V)	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	Demanda		Corriente (A)	Fases			N	G	Protección (A)	Nº Puntos	Casillero en Subtablero	Conductor
							(W)	(VA)		R	S	T						
F1,1	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3		X		X	X	1P-20	4	4	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,2	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3	X			X	X	1P-20	4	2	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,3	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3			X	X	X	1P-20	4	6	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,4	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3			X	X	X	1P-20	4	12	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,5	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3		X		X	X	1P-20	4	10	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,6	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3	X			X	X	1P-20	4	8	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,7	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3	X			X	X	1P-20	4	14	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,8	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3		X		X	X	1P-20	4	16	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,9	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3	X			X	X	1P-20	4	1	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,10	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3			X	X	X	1P-20	4	41	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,11	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3	X			X	X	1P-20	4	13	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,12	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3			X	X	X	1P-20	4	11	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,13	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3		X		X	X	1P-20	4	9	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,14	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3	X			X	X	1P-20	4	7	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,15	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3		X		X	X	1P-20	4	3	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,16	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3			X	X	X	1P-20	4	5	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,17	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3			X	X	X	1P-20	4	17	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,18	Tomas: Torre recuperación hospital del día.	120	600	100	600	60	360	391,3	3		X		X	X	1P-20	4	16	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,19	Tomas: Estación de enfermería, utilería limpia y sucia.	120	1.000	100	1.000	60	600	652,2	5		X		X	X	1P-20	5	22	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,20	Tomas: lava chatas (utilería limpia)	220	500	100	500	60	300	326,1	1,4	X		X	X	X	2P-15	1	24-20	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG
F1,21	Tomas: usado, limpio, preparación pre anestesia.	120	1.000	100	1.000	60	600	652,2	5		X		X	X	1P-20	5	28	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,22	Tomas: Secadoras de manos (baños preparación pre anestesia)	120	1.200	100	1.200	60	720	782,6	6	X			X	X	1P-20	1	32	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,23	Alarma de oxígeno corredor principal hospital del día.	120	1.400	100	1.400	60	840	913,0	7			X	X	X	1P-20	7	23	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,24	Rayos X portátil: Sala de procedimientos endoscopia.	220	4.950	100	4.950	60	2970	3228,3	13,5		X	X	X	X	2P-20	1	40-42	(2x10+1x10+1x12) THHN AWG
F1,25	Tomas: sala de lavado, oficina médico y recuperación.	120	1.000	100	1.000	60	600	652,2	5		X		X	X	1P-20	5	27	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,26	Tomas: Lavabo corredor sala de procedimiento.	120	1.200	100	1.200	60	720	782,6	6	X			X	X	1P-20	1	19	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,27	Tomas: Secadora de baños hombres-mujeres.	120	2.400	100	2.400	60	1440	1565,2	12	X			X	X	1P-20	3	25	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,28	Tomas: Rack (cuarto de tableros).	120	250	100	250	60	150	163,0	1,25		X		X	X	1P-15	1	33	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,29	Tomas: Cuarto de tableros, sala de reuniones y estar.	120	1.800	100	1.800	60	1080	1173,9	9			X	X	X	1P-20	9	29	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,30	Rayos X portátil: Sala de procedimientos endoscopia.	120	864	100	864	60	518,4	563,5	4,32	X			X	X	1P-20	1	38	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,31	Alarma de oxígeno estación de enfermería hospital del día.	120	250	100	250	60	150	163,0	1,25		X		X	X	1P-15	1	35	(2x10+1x12) THHN AWG
F1,32	Médico residente y médico tratante.	120	250	100	250	60	150	163,0	1,25			X	X	X	1P-15	1	39	(2x10+1x12) THHN AWG
	TOTALES		28.864	100	28.864	60	17318,4	18824,3			47,7	49	50,1					

ANEXO 20: Cuadro de carga tablero de aislamiento endoscopia

Subtablero: TAT9 (SP Endoscopia N° 9)

Modelo: IPP-5GA1-C2/16P16-AF

Alimentador: (2x6) TW

Serial: 1210800144 Date: 01/10

Protección 2P-34A

Power: 5 KVA Phase: 1 Hz: 60

Longitud: 25,7m

Input: 220 V Amps: 30

caída de tensión: 2%

Outputs 120 V Amps: 42

Circuito	Denominación del circuito	Voltaje (V)	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	Demanda		Corriente (A)	Fases			N G	Protección (A)	N° Puntos	Casillero en Subtablero	Conductor
							(W)	(VA)		R	S	T					
EX1	Tomacorriente (pared acceso sector norte)	120	250	100	250	60	150	163	1,25	X	X	X	X	2P-20	1	1	2x12+1x12 XHHW AWG
EX2	Tomas modulares (pared sector oriente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	3	2x12+1x12 XHHW AWG
EX3	Tomas modulares (pared sector oriente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	5	2x12+1x12 XHHW AWG
EX4	Tomas modulares (pared sector oriente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	7	2x12+1x12 XHHW AWG
EX5	Tomas modulares (pared sector oriente)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	9	2x12+1x12 XHHW AWG
EX6	Tomas modulares (pared sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	11	2x12+1x12 XHHW AWG
EX7	Tomas modulares (pared sector sur)	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	13	2x12+1x12 XHHW AWG
EX8	Columna anestesia	120	250	100	250	60	150	163	1,25	X	X	X	X	2P-20	1	15	2x12+1x12 XHHW AWG
EX9	Columna anestesia	120	250	100	250	60	150	163	1,25	X	X	X	X	2P-20	4	2	2x12+1x12 XHHW AWG
EX10	Columna anestesia	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	4	2x12+1x12 XHHW AWG
EX11	Columna lámpara celíptica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	6	2x12+1x12 XHHW AWG
EX12	Columna lámpara celíptica	120	500	100	500	60	300	326	2,5	X	X	X	X	2P-20	4	8	2x12+1x12 XHHW AWG
EX13	Reserva																
EX14	Reserva																
EX15	Reserva																
EX16	Reserva																
	TOTALES		5.250	100	5.250	60	3.150	3.424		26,25	26,25						

ANEXO 21: Normas de la comisión electrotécnica internacional

[9]

Norma P-1. Red de tierras para protección

El empleo de esta norma indica la normativa de baja tensión de un hospital formado por locales de uso médico, con adición de un sistema de tierra para protección. Estas tierras de protección están formadas por los siguientes elementos:

En un lugar del edificio, generalmente en su planta inferior, se dispondrá una barra colectora de tierra conectada con la toma general de tierra del edificio.

En esta barra colectora se instalarán los siguientes elementos

- 1) El conductor principal de la red de tierras para protección, el cual, recorriendo, todo el edificio deberá ir recogiendo todos los conductores secundarios de dicha red procedentes de las diversas zonas o locales.
- 2) Las partes metálicas de las conducciones de agua, gas, desagües del edificio, calefacción y en general todos los sistemas de instalaciones con elementos conductores que recorran, total o parcialmente el edificio.
- 3) La estructura metálica del edificio y red metálica de la cimentación.
- 4) Cuando el neutro del secundario del centro de transformación de energía eléctrica que alimenta el edificio, no sea aislado, se conectara dicha barra bien directamente o bien através del conductor principal de la red de tierra de protección.

Al conductor principal de tierras de protección (P.T), que como hemos indicado recorre todo el edificio, se le irán llevando los ramales secundarios comunicados con las partes metálicas de las instalaciones y con las barras colectoras de tierra para protección secundaria, instaladas en los locales para uso médico o agrupaciones de estas. En dichas barras confluirán todos los conductores conectados a partes metálicas de instalaciones, tierras funcionales de protección correspondiente a aparatos electromédicos, tierras de protección de enchufes, motores, lámparas, accesorios eléctricos, apantallamientos contra interferencias, etc.

La impedancia del conductor que une esta barra colectora y el punto protegido por tierra no excederá $0,2\Omega$, siempre que la corriente protegida por los dispositivos protectores para sobre intensidades no sea superior a 16 A. Si excede esta cantidad se multiplicara por un coeficiente $R = 4/\text{sobreintensidad limitada}$, pero en ningún caso la impedancia del conductor será mayor de $0,2\Omega$.

De esta forma se trata de limitar los voltajes de contacto a 24 V máximo, entre distintos puntos conductores de la instalación, que es el fundamental objeto de esta norma.

En efecto, suponiendo que una protección para 16A, corta en 0,1sg, el circuito con una intensidad 7,5 veces I nominal (valor frecuente), la diferencia de potencial en los extremos de un cable de protección será:

$$E = 16 \times 7,5 \times 0,2 = 24 V$$

Las secciones de los conductores serán exigidas en el reglamento de baja tensión.

Norma P-2 Red suplementaria de equipotencialidad

Con el fin de minimizar los efectos de los voltajes de contacto en esta norma se contempla unir con una red de conductores de equipotencialidad (E.E), todas las partes conductoras ajenas a la instalación.

Las partes conductoras anteriormente citadas serán todas aquellas cuya superficie sea mayor a 200 cm^2 y donde tuberías, mesas metálicas, incluso pertenecientes al edificio (ventanas, rejillas para ventilación, etc.), mobiliario metálico, suelo semiconductor etc., salvo los elementos alojados dentro del muro sin contacto con la superficie exterior del local, o que estén a distancia mayor de 2,50m., del paciente o fuera también del alcance del personal que lo atiende.

Se dispondrá de una barra colectora de equipotencialidad, donde se conectaran los conductores unidos a las partes protegidas anteriormente citadas, siendo su

impedancia no mayor a $0,1\Omega$, no siendo su sección menor de 4 mm de cobre o su equivalente, con conductores aislados.

Esta barra colectora de equipotencialidad y la de tierra, en todo local de uso médico, se interconectaran entre sí por medio de un conductor de sección no menor de $16mm^2$ de cobre o equivalente.

En quirófanos, salas de cuidados intensivos, cateterismos cardiacos, locales destinados al registro de potenciales bioeléctricos, etc., todas las partes conductoras serán conectadas a la barra colectora por vía directa con conductores separados y aislados.

La aplicación de esta norma se aconseja en todos los locales tales como quirófanos de todo tipo y sus dependencias, cateterismo cardiaco, vigilancia intensiva, etc.

Norma P-3 Limitación de voltaje de contacto

En esta norma se prescribe, como complemento con la anterior, P -2, limitar el voltaje entre la barra colectora de equipotencialidad y las partes conductoras accesibles a $10mV$, haciéndose extensiva la anterior indicación a las partes conductoras ajenas a la instalación durante las condiciones normales.

Esta condición podrá cumplirse, por ejemplo, bien aumentando la sección de los conductores de equipotencialidad o bien protegiendo adecuadamente un posible contacto de las partes expuestas que de otro modo deberán ser protegidas.

El empleo de esta norma se dedica específicamente a los locales destinados a la cateterización cardiaca pudiéndose hacer extensiva a quirófanos, cuidados intensivos y similares.

Disposición P-4. Dispositivos protectores contra corrientes residuales

Con el objeto de limitar las corrientes residuales se incluye en esta norma el empleo de dispositivos diferenciales capaces de producir una interrupción del circuito protegido

cuando la corriente residual alcance su límite predeterminado y que se fija en unos valores contenidos en el siguiente cuadro, todos ellos inferiores o iguales a 30mA.

Capacidad normal de la corriente protegida	Máximo tiempo total para la actuación del dispositivo			
	I_p en mA	I_p	$2I_p$	0,25A
5	5 s	1s	0,04s	
10	5 s	0,5s	0,04s	
30	0,5 s	0,5s	0,04s	

Valores de corriente residual para dispositivos diferenciales en su límite predeterminado [9]

Este medio de protección debe ser usado en unión de lo dispuesto en P-1 y P-2 necesariamente, debiendo ser utilizado un dispositivo para cada local o grupo de locales.

No podrá usarse en todas aquellas dependencias donde una interrupción de corriente puede ser peligrosa para la vida del paciente; es decir, quirófanos de todo tipo, cateterización cardiaca, cuidados intensivos, y en conjunto, donde se realicen manipulaciones o se dispongan dispositivos para sostenimiento de constantes vitales, cuya interrupción pudiese causar peligros o trastornos en el enfermo.

Norma P-5. Alimentación eléctrica aislada

En aquellos lugares de uso médico, donde los pacientes se encuentran en condiciones de intensa inferioridad física ante la posible agresión de corrientes eléctricas, bien por estar en estado de anestesia, cateterización o cualquier tipo de intervención o exploración que conlleve el empleo de agentes anestésicos o introducción de dispositivos en el interior de su organismo, resulta especialmente indicado reducir al mínimo el riesgo producido por las descargas eléctricas indeseadas.

Por otra parte en estos locales es imprescindible mantener de modo continuo el suministro de flujo eléctrico necesario, tanto para alimentar los dispositivos destinados

a sostener las constantes vitales del enfermo, como para asegurar la continuación del acto médico, garantizando el uso de los aparatos necesarios, iluminación, presentación de datos correspondientes a datos biológicas, etc.

Todo lo anterior ha obligado a buscar un dispositivo que conjugue la continuidad del suministro eléctrico de la red, con la reducción del riesgo de descarga eléctrica. En tal sentido la norma que nos ocupa, preconiza el uso de un sistema de alimentación aislado (flotante), sin ninguna conexión física con tierra y sin ningún dispositivo de corte (tipo interruptor diferencial) que puede abrir el circuito como resultado de una corriente de fuga a tierra.

Tal dispositivo se contempla con un dispositivo de vigilancia de una posible falta a tierra, que avise con antelación al primer fallo en el aislamiento.

La articulación de dicha norma dispone que para cada local o grupo de locales donde sea de aplicación, se disponga de al menos una instalación fija y permanente a base de un transformador de aislamiento tipo médico, que tiene como primordial objeto incrementar la seguridad del suministro de energía en los casos donde una interrupción del mismo pueda entrañar un riesgo para el paciente o el personal, al mismo tiempo que sirva para reducir las corrientes de fuga.

Este transformador de aislamiento tipo médico, construido según normas y los circuitos por el aislamiento, no deberán contar con ninguna protección de tipo diferencial que abra el circuito por corrientes de defecto o fuga a tierra, estando sin embargo protegido por cortocircuitos y protección de sobre intensidades, perfectamente coordinados para obtener un disparo secuencial de los mismos; evitando que la falta de uno de sus circuitos, provoque el dejar fuera de servicio la totalidad del sistema alimentado por el transformador. En aquellos transformadores cuyo secundario alimente a más de un elemento del equipo, deberán existir, al menos, dos circuitos distintos debidamente protegidos con vistas a facilitar una continuidad en el suministro.

Todos los dispositivos de corte, protección de sobre intensidad, etc., deberán ser fácilmente accesibles y estarán claramente rotulados para una fácil identificación del circuito protegido.

Se limita el voltaje del transformador a 250 V y en potencia a 7.5kVA más que suficiente, en general, para hacer frente a las necesidades eléctricas de cualquier quirófano, salvo algún dispositivo preciso en el local protegido por el circuito aislado, tal como aparatos de rayos X. Estos últimos dispositivos, así como todos cuya potencia exceda de 5 kVA, con carácter fijo y permanente, pueden ser alimentados directamente desde la red principal, debidamente protegidos con diferenciales de al menos 30 mA. Igual tratamiento puede darse al alumbrado general, siempre que su altura de colocación sea superior a 2.50m. Y sus dispositivos de accionamientos sean aislados.

Para vigilancia del aislamiento en el circuito secundario del sistema, se empleará un dispositivo (monitor) capaz de medir dicho aislamiento, bien sea su impedancia o resistencia.

En el sistema de vigilancia del nivel de aislamiento por impedancia, el dispositivo dará lecturas en “corrientes total por defecto posible” haciendo sonar una alarma cuando dicha corriente pudiera alcanzar el valor de 4mA, para la tensión de red de 220 V y la mitad en 125 V.

Con carácter de aviso previo puede disponer la señal de alarma antes de las cifras anteriores, pero en ningún caso antes de los 1.4 mA para 220 V y 0.7 mA para 125V.

En el sistema de vigilancia del nivel de aislamiento por resistencia, el dispositivo de alarma deberá actuar cuando la medida de aquella entre el sistema vigilado y tierra es menor de 50 k Ω , si bien, y como en el caso anterior, puede disponerse para una cifra proporcionalmente superior. La resistencia interna de este dispositivo deberá ser, al menos de 100 Ω y el voltaje de medida empleados no supera los 25 V en c.c.

Como condiciones comunes a ambos sistemas se fijan los siguientes:

- El dispositivo indicará visiblemente (señal roja) y audiblemente (zumbador) si la resistencia o impedancia del aislamiento caen por debajo de los valores dados anteriormente, para cada caso.
- No deberá ser posible dejar fuera de servicio el dispositivo por medio de desconectador.
- Se podrá, sin embargo, silenciar la señal acústica por medio de un pulsador.
- Se dispondrá un pulsador para comprobación de la respuesta del dispositivo de vigilancia, ante la condición de alarma, sin afectar a la impedancia del sistema.
- Las indicaciones de alarma deberán estar tanto en el panel del dispositivo de aislamiento, como en el local protegido por esta y a la vista de los usuarios.
- El dispositivo de vigilancia deberá conectarse principalmente al secundario del transformador de aislamiento y no podrá producir una falsa alarma en caso de desequilibrio de carga en las fases.

La colocación del panel de aislamiento, considerando como conjunto de transformador para usos médicos, dispositivos para vigilancia (monitor) y su avisador óptico-acústico, protecciones, interruptores, etc., deberá situarse lo más próximo posible al local protegido, pero a no menos de 3m., del lugar donde se emplearán aparatos de medida de bio-corriente o análogos, procedentes del paciente, salvo que el transformador esté protegido por un blindaje unido a tierra que asegure la ausencia de interferencias.

En general, a estos efectos, puede ser suficiente la carcasa del panel, unidad a tierra.

Tras la exposición del resumen a la normativa concurrente a la vigilancia de los circuitos de alimentación aislados, haremos algunas consideraciones personales sobre estos.

Las corrientes de fuga que, posiblemente, pueden atravesar el cuerpo de un paciente sometido a tratamiento o vigilancia, por ejemplo en una mesa de operaciones, pueden ser:

- De orden resistivo debido a la conexión accidental de una impedancia entre fase y masa.
- De orden capacitivo, permanente por la capacitación a masa de los conductores de la distribución del secundario del circuito aislado y del propio transformador o accidental tal como la conexión casual de conductores de algún aparato médico.
- Producida por componentes de alta frecuencia procedente de aparatos electro médicos o bien de armónicos de los transformadores de distribución.

De la relación anterior, y aparte las corrientes de fuga por mecanismos accidentales o transitorios, resultan de importancia las permanentes debidas a las pérdidas normales de resistencia a tierra del aislamiento de los conductores, así como las pérdidas por la componente capacitiva.

Es pues de suma importancia reducir ambas, realizando una instalación en los locales, cuidadosísima con líneas lo más cortas posibles y tomando todas las medidas de alcance de la técnica para reducir el efecto capacitivo.

Téngase en cuenta que habida cuenta de la tolerancia admitidas en las corrientes de fuga en transformadores y aparatos de electro medicina, queda en un local médico, tal como un quirófano, un exiguo margen de pérdidas imputables a la propia instalación, para no rebasar los límites establecidos como “corriente total de defecto probable” admisible.

El sistema de detección de impedancia, al calcular la suma vectorial de los componentes resistivo y capacitivo de las corrientes de fuga, predice el valor de la corriente de tierra en segundo fallo.

El sistema de detección por resistencia, al no considerar de forma explícita la componente capacitiva requiere a nuestro juicio, una calibración inicial del conjunto teniendo en cuenta ambos componentes y comprobando que no son rebasados los

valores admisibles, siendo las posteriores lecturas un índice de la normalidad del conjunto.

Desde luego deseamos aclarar que el anterior comentario no representa en modo alguno una valoración de preferencias, personales sobre ninguno de ambos sistemas y que ambos son empleados con éxito en varios países y por nosotros mismos de forma indistinta.

Norma P-6

Esta norma se refiere a la separación eléctrica de un solo circuito, es decir que solamente un elemento o menos de equipo se conectarán a un transformador de aislamiento médico.

Generalmente tal disposición se emplea en algunos dispositivos especiales, como los de hidroterapia, o en dispositivos cuyas exigencias en cuanto a corrientes de fuga puedan superar las limitaciones medias del conjunto de los aparatos electro médico que contemplen la dotación del equipo.

Disposición P-7

Esta disposición se refiere a la adopción de bajos voltajes de seguridad, no pudiendo exceder estos de 24 V en corriente alterna a 50 V en corriente continua.

Las fuentes de energía utilizada serán o bien un transformador de aislamiento de tipo médico o bien otra fuente que deberá tener, por lo menos, la misma separación y aislamiento a tierra que los exigidos para dicho transformador.

Las partes vivas no se conectarán a partes vivas o conductoras formando parte de otros circuitos, tierras incluidas.

Cuando la utilización de equipos exige de forma imperante ser conectado a partes ajenas a su circuito próximo, deberá asegurarse que esta no pueda adquirir un voltaje, que exceda del determinado como límite para el voltaje del circuito que nos ocupa.

Los circuitos correspondientes al de bajo voltaje de seguridad, estarán físicamente separados de todos los conductores de otros circuitos; cuando no sea esto posible se exigirán las siguientes condiciones:

- Los circuitos del sistema de bajo voltaje de seguridad, se alojarán en una conducción no metálica, además de su aislamiento básico.
- Los conductores de circuitos de diferente voltaje, se separarán por un apantallado o conducción metálica, unido a tierra.

Los enchufes, clavijas y bases, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Las clavijas no podrán físicamente entrar en las bases de otros sistemas a voltajes distintos.
- Las bases no admitirán, a su vez, clavijas de sistemas a voltajes diferentes.
- Las barras no tendrán contactos para conductores de protección.