



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE
BACHILLERATO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA**

**REDISEÑAR LA RED ELÉCTRICA PARA LA INSTALACIÓN DE UN
GENERADOR DE EMERGENCIA EN LA CLÍNICA INTEGRAL DE TIBÁS**

NOMBRE DE ESTUDIANTE: MARÍA LUISA MARTÍNEZ VARGAS

TUTOR: ING. ADOLFO JOSÉ ARIAS ECHANDI

SEDE CENTRAL, SAN JOSÉ

JULIO, 2025

Contenido general

Contenido general	2
Contenido de tablas	5
Contenido de Ilustraciones	6
Contenido de gráficos	7
Contenido de ecuaciones	7
DEDICATORIA	9
AGRADECIMIENTOS	10
Resumen Ejecutivo	11
Abreviaturas	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1 Planteamiento del problema	13
1.2 Objetivos.....	13
1.2.1 Objetivo general	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 Justificación	14
1.4 Antecedentes.....	15
1.4.1 Internacionales	15
1.4.2 Nacionales	19
1.5 Proyecciones.....	24
1.6 Limitaciones	24
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	25
2.1 ¿Porque los hospitales necesitan energía de respaldo?	26
2.2 ¿Qué es un grupo electrógeno, generador de emergencia o planta eléctrica?.....	29

2.3 Componentes básicos de un generador eléctrico.....	30
2.4 Tipos de generadores.....	31
2.4.1 Generadores portátiles.....	31
2.4.1.1 Diseño e instalación.....	32
2.4.1.2 Potencia de salida y capacidad.....	32
2.4.1.3 Costo y mantenimiento.....	32
2.4.2 Generadores estacionarios.....	32
2.4.2.1 Características principales.....	33
2.4.2.2 Diseño e instalación.....	34
2.4.2.3 Potencia de salida y capacidad.....	34
2.4.2.4 Costo y mantenimiento.....	34
2.5 Clasificación de generadores por funcionamiento.....	34
2.5.1 Manual.....	34
2.5.2 Semiautomático.....	35
2.5.3 Automático.....	35
2.5.4 Sincronía.....	36
2.6 Tablero de control y transferencia.....	38
2.6.1 Componentes básicos del tablero de control y transferencia.....	41
2.7 Fuentes de energía.....	42
2.7.1 Fuente de energía normal:.....	42
2.7.2 Fuente de energía alternativa:.....	42
2.7.3 Sistema de alimentación ininterrumpida:.....	43
2.8 Operación y prueba.....	44
2.9 Códigos y normas internacionales y nacionales aplicables.....	45
2.9.1 NFPA 70: Código Eléctrico Nacional, NEC.....	45

2.9.2	NFPA 99: Código de instalaciones de cuidado de la salud.....	46
2.9.3	NFPA 101: Código de Seguridad Humana.	49
2.9.4	NFPA 110: Norma para Sistemas de Energía de Emergencia y de Reserva.....	50
2.9.5	Normativa nacional RTCR 458:2011 y su actualización con el NEC 2020.	51
2.9.6	Guía Evaluación y Planificación del Reemplazo del Equipo Industrial GIT-DMI-GT001. 51	
2.10	Inversión en Sustitución del Generador de Emergencia	53
2.10.1	Indicadores Financieros	54
2.10.1.1	Valor Actual Neto	54
2.10.1.2	Tasa Interna de Retorno	55
2.10.1.3	Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE).....	57
2.10.1.4	Costos de Inversión (CAPEX)	58
2.10.1.5	Costos de Operación y Mantenimiento (OPEX).....	59
2.10.1.6	Valor actual de los costos (VAC).....	60
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....		61
3.1	Instrumentos	63
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE INVESTIGACIÓN.....		64
4.1	Evaluación estado actual del generador	64
4.1.1	Análisis de entrevistas	64
4.1.2	Formulario de inspección	66
4.1.2	Bitácora de Mantenimiento	68
4.1.3	Cumplimiento con la normativa vigente	71
4.1.3.1	Circuito de iluminación	73
4.1.3.2	Circuito de tomacorrientes.....	74
4.2	Determinar los requerimientos eléctricos de los sistemas críticos y esenciales.....	75

4.2.1	Carga eléctrica crítica (kW) o (kVA).....	75
4.2.2	Disponibilidad de respaldo eléctrico de unidades de equipos y kW.....	77
4.3	Validar contra la norma el estado de la red eléctrica del circuito de emergencia.	83
4.3.1	Estado del circuito eléctrico de emergencia.....	83
4.3.1.1	Subestación eléctrica.....	83
4.3.1.2	Tableros Eléctricos.....	84
4.3.1.3	Iluminación de emergencia	86
4.3.1.4	Sistema de Tranferencia Automática (ATS).....	87
4.3.1.5	Medición de carga.....	88
4.4	Diseñar las adecuaciones eléctricas necesarias para la instalación del nuevo generador. ..	91
4.4.1	Rediseño del circuito eléctrico de emergencia.....	92
4.4.2	Diseño de tablero eléctrico de iluminacion de emergencia.	94
4.4.3	Diagrama unifilar.	96
4.4.4	Reestructuracion de tablero de emergencia	96
4.4.5	Selección de generador eléctrico de emergencia	99
4.5	Evaluacion técnica y económica de los costos de adquisición del generador.....	100
4.5.1	Costo de todo el sistema	100
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		103
Conclusiones.....		103
Recomendaciones.....		104
Referencias Bibliográficas		105
Anexos		¡Error! Marcador no definido.
Contenido de tablas		
Tabla 1. Tiempos de conmutación.....		¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Matriz de conceptualización: Investigación con enfoque cuantitativo.....		61

Tabla 3. Bitácora de mantenimiento.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Cargas eléctricas existentes (Tablero Principal Emergencia).....	76
Tabla 5. Costo UPS individual	79
Tabla 6. Costo UPS Centralizada	80
Tabla 7 Equipos críticos esenciales.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8. Medición de corriente.....	88

Contenido de Ilustraciones

Ilustración 1. Grupo electrógeno.....	29
Ilustración 2. Componentes básicos del grupo electrógeno	30
Ilustración 3. Funcionamiento por sistema manual.....	35
Ilustración 4. Funcionamiento semiautomático	35
Ilustración 5. Funcionamiento automático	36
Ilustración 6. Sincrónica planta-planta.....	37
Ilustración 7. Sincrónica planta-red	37
Ilustración 8. Sincrónica más de una planta.....	38
Ilustración 9. Transferencia	39
Ilustración 10. Control de transferencia automática.....	40
Ilustración 11. Componentes básicos del tablero de control y transferencia	41
Ilustración 12. Información depreciación equipo industrial, generador de emergencia	53
Ilustración 13. Información de equipo industrial, generador de emergencia	53
Ilustración 14 Elementos de costos del ciclo de vida de un activo	59
Ilustración 15 Planta generadora, vista frontal.....	64
Ilustración 16 Diagrama unifilar planos originales	66
Ilustración 17 Listado de equipo de alta complejidad.....	67
Ilustración 18 Procedimiento de aplicación de guía.....	68
Ilustración 19. Tomacorrientes existentes	74
Ilustración 20 Conexión equipo cómputo y equipo médico a UPS.....	78
Ilustración 21 Conexión equipo médico a UPS	78
Ilustración 22. Ubicación de la subestación eléctrica	84
Ilustración 23. Tableros eléctricos.....	85

Ilustración 24. Cableado existente	85
Ilustración 25. Rotulación de circuitos en tableros	86
Ilustración 26. Iluminación de pasillos	87
Ilustración 27. ATS y TPE.....	87
Ilustración 28. Detalle de líneas de medición	88
Ilustración 29. Listado de interiores (áreas), tareas o actividades con especificación de la iluminancia, la limitación del deslumbramiento y la calidad de color.....	93
Ilustración 30. Tablero eléctrico iluminación de emergencia.....	95
Ilustración 31. Diagrama unifilar	96
Ilustración 32. Tablero Principal "TPE"	98
Ilustración 33. Tabla resumen del proyecto.....	99

Contenido de gráficos

Gráfica 1. Fluctuación de corriente	90
Gráfica 2. Medición total de corriente	91

Contenido de ecuaciones

Ecuación 1. Fórmula para calcular VAN	55
Ecuación 2. Fórmula para calcular TIR.	56
Ecuación 3. Fórmula para calcular CAUE.....	57

Contenido de Apéndices

Apéndice A. Entrevista Ing. Luis Diego Salas.....	107
Apéndice B. Entrevista Técnico Agustín Romero.....	110
Apéndice C. Formulario DMI-FR009	111
Apéndice D. Formulario DMI-FR006.....	112
Apéndice E. Planta de distribución Iluminación de Emergencia	113

Contenido de Anexos

Anexos 1. Tableros de distribución eléctrica.....	114
Anexos 2. Costos de UPS según modelos existentes	115
Anexos 3. Luminaria de emergencia.....	121

Anexos 4. Documento orden sanitaria	125
Anexos 5. Oficio DMI 3063-2018	126
Anexos 6. Equipos industriales	128
Anexos 7. Guía Reemplazo del Equipo Industrial	131
Anexos 8. Norma INTECO.....	132
Anexos 9. Cotización UPS Centralizada.....	133
Anexos 10. Guía metodológica para proyectos de pre-inversión.....	134
Anexos 11. Ficha técnica de generador.....	137

Resumen Ejecutivo

La Clínica Integrada Lic. Rodrigo Fournier Guevara, ubicada en Tibás y operada por la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), depende de un sistema de generación eléctrica de emergencia instalado en el año 1989. Con una operación continua de 36 años, este equipo ha superado la vida útil recomendada por las normativas internacionales y las políticas internas de la CCSS, que establecen un límite de 20 años para este tipo de activos críticos.

El proyecto tiene como objetivo principal rediseñar el circuito eléctrico de emergencia e implementar un nuevo generador que cumpla con la normativa vigente en materia de seguridad, confiabilidad y eficiencia energética. A través de un diagnóstico de la red actual, se identifican deficiencias que comprometen la continuidad de los servicios esenciales durante eventuales fallos del suministro de energía.

Se realizará una evaluación de cargas críticas, un estudio de cumplimiento normativo (NFPA 70, NFPA 110 y RTCR 458:2011) y un análisis de costos de adquisición, instalación y mantenimiento del nuevo sistema de respaldo. El diseño propuesto busca garantizar el funcionamiento y operabilidad de equipos médicos en la prestación de los servicios esenciales.

La sustitución del generador representa una acción imprescindible para mejorar la capacidad de respuesta de la clínica ante emergencias, minimizar riesgos operacionales y alinear la infraestructura electromecánica con los estándares nacionales e internacionales de continuidad del servicio en instituciones de salud.

Cabe destacar que la CCSS es una institución autónoma de derecho público sin fines de lucro, por lo que la inversión en la sustitución del generador y las adecuaciones eléctricas no tiene como objetivo el retorno económico, sino más bien asegurar la continuidad de los servicios de salud y la protección de la vida humana, en cumplimiento de su misión de servicio social y gestión del riesgo.

Abreviaturas

Abreviaturas	Significado
RNPCI	Reglamento nacional protección contra incendios
CCSS	Caja Costarricense de Seguro Social
NFPA	Asociación Nacional de Protección Contra Incendios
NFPA 70	Código Eléctrico Nacional (NEC)
RTCR 458:2011	Reglamento de Oficialización del Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad
NFPA 99	Código de instalaciones de atención medica
NFPA 110	Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego
EES	Sistemas eléctricos esenciales
EPSS	Sistema de Suministro de Energía de Emergencia
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interno Retorno
CAUE	Costo Anual Uniforme Equivalente
UPS	Sistema de alimentación ininterrumpida (Uninterruptible Power Supply)
CNE	Comisión Nacional de Emergencias
DMI	Dirección Mantenimiento Institucional
ARIM	Área Regional de Ingeniería y Mantenimiento
ATS	Sistema de Transferencia Automática
CAPEX	Gasto o inversión del capital

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La Clínica Integrada Lic. Rodrigo Fournier Guevara en Tibás, depende de un generador de emergencia para asegurar la continuidad de los servicios médicos en caso de fallas eléctricas y de respaldo en caso de cortes de energía. El equipo actual presenta deficiencias técnicas, incumple con la normativa vigente y ha operado de forma continua durante 36 años. Según las políticas internas de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), este tipo de activo ha superado su vida útil recomendada, lo que hace necesaria su sustitución, así como la adecuación de los sistemas complementarios que garanticen su funcionamiento confiable durante eventos de emergencia. En este contexto, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo puede el rediseño del circuito eléctrico de emergencia y la instalación de un generador de emergencia nuevo en la Clínica Integrada Lic. Rodrigo Fournier Guevara en Tibás, garantizar la operación continua de los sistemas críticos, cumpliendo con la normativa vigente?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Rediseñar el circuito eléctrico de emergencia para la instalación de un generador en la Clínica Integrada de Tibás Lic. Rodrigo Fournier Guevara, garantizando la seguridad de las personas y la operación continua de los sistemas críticos.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar el estado actual del generador que respalda la instalación eléctrica de emergencia, identificando deficiencias respecto al cumplimiento de la NFPA 70 versión 2020.
2. Determinar los requerimientos eléctricos de los sistemas críticos y esenciales de la clínica.
3. Validar contra la norma NFPA 70, el estado de la red eléctrica del circuito de emergencia de la Clínica Integral de Tibás para garantizar el funcionamiento seguro.
4. Diseñar las adecuaciones eléctricas necesarias para la correcta instalación del nuevo generador, considerando la normativa NFPA 70 vigente, la protección de la vida y la seguridad de la propiedad.

5. Evaluar técnica y económicamente los costos de adquisición, instalación y mantenimiento del nuevo generador de emergencia, considerando su eficiencia, vida útil y continuidad del servicio.

1.3 Justificación

La necesidad de sustituir un generador de emergencia actual en la Clínica Integral de Tibas, propiedad de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), por un equipo moderno, eficiente y conforme a la normativa nacional e internacional, responde a una obligación técnica y legal vinculada a la protección de la vida humana y continuidad de los servicios esenciales en salud.

El generador existente presenta limitaciones operativas que comprometen la seguridad de los servicios y los pacientes ante eventuales fallos eléctricos, la sustitución se justifica en el cumplimiento de la norma Asociación Nacional Contra Incendios (NFPA) 110, la cual establece estándares de respuesta, confiabilidad y mantenimiento de los sistemas eléctricos en instalaciones de salud, así como el Reglamento de Oficialización del Código Eléctrico de Costa Rica, para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad (RTCR) que regula las condiciones de diseño y funcionamiento de las instalaciones eléctricas en Costa Rica y a nivel de la CCSS cumplir con las políticas internas en cuanto a gestión de riesgos y continuidad de servicios en entornos clínicos.

El beneficio de esta investigación radica en la planificación, análisis y diseño de una solución que garantice la operación ininterrumpida de los equipos médicos esenciales para mantener ambientes clínicos seguros, siendo los beneficiarios directos los pacientes, personal médico y técnico, la institución y la comunidad al evitarse interrupciones en el suministro eléctrico, previniendo el paro de procesos clínicos durante emergencias.

La sustitución del generador es una acción técnica, necesaria y justificada ante la necesidad de fortalecer la infraestructura de la Clínica y salvaguardar la vida humana.

1.4 Antecedentes

1.4.1 Internacionales

Antecedente N° 1.

Institución: Universidad Nacional del Callao, Perú.

Título: Diseño del sistema eléctrico para la implementación y funcionamiento de la Clínica Internacional de la Nueva Sede San Borja

Autor: Alejandro Marcel Ponce Gómez.

Año:2023

La presente Tesis trata sobre el diseño del Sistema Eléctrico para la Clínica Internacional nueva Sede San Borja; desarrollando los lineamientos de las normativas de diseño y seguridad eléctrica para el área de salud, además de tener en cuenta el aspecto económico para su implementación y funcionamiento. Por ello se tiene como objetivo la realización de un adecuado diseño e implementación del sistema eléctrico de emergencia y el cumplimiento de las condiciones de seguridad eléctrica. Para el desarrollo de la presente tesis, además de contar con los planos de distribución de arquitectura de la Clínica Internacional, se ha recopilado información de diferentes tesis que tratan sobre el diseño de instalaciones eléctricas en predios industriales, universidades o áreas específicas hospitalarias, recalcando la importancia de la seguridad eléctrica (sistemas de emergencia, de protección y funcionamiento ininterrumpido). En esta tesis se pretende dejar una referencia para futuras investigaciones; debido a que en el país no se ha encontrado tesis que desarrollen, no solo el aspecto técnico sino social-económico.

Antecedente N° 2

Institución: Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

Título: Rediseño de las instalaciones del sistema eléctrico de un hospital de tercer nivel - Hospital Obrero No. 1

Autor: Ruddy Fidel Cruz Huanca.

Año:2022

En el trabajo de grado realizado por Cruz Huanca (2022) titulado “Rediseño de las instalaciones del sistema eléctrico de un hospital de tercer nivel - Hospital Obrero No. 1”, se aborda el rediseño

integral del sistema eléctrico de una instalación hospitalaria, incluyendo la evaluación y mejora del sistema de respaldo energético mediante generadores y transferencia automática.

El estudio plantea un diagnóstico detallado de las condiciones eléctricas existentes, seguido de la identificación de cargas críticas y el diseño de soluciones que aseguren la continuidad del servicio ante interrupciones del suministro comercial. Además, se justifica la necesidad de renovar equipos obsoletos y adaptar la capacidad de generación a la demanda real del hospital, de forma que se cumplan los estándares de seguridad, eficiencia y confiabilidad exigidos por la normativa nacional NEC70 versión 2020 e internacional NFPA 101, 99 entre otras.

Este enfoque metodológico resulta aplicable al contexto de la Clínica Integrada de Tibás, donde se ha identificado la necesidad de sustituir el generador de emergencia actual debido a su antigüedad, desgaste y limitaciones de capacidad. Al igual que en el caso boliviano, el objetivo es garantizar el funcionamiento ininterrumpido de los servicios esenciales del centro de salud durante cortes de energía eléctrica, incluyendo áreas como urgencias, sistemas de comunicación y equipos médicos de soporte vital.

La comparación con este tipo de estudios permite establecer criterios técnicos adecuados para la selección del nuevo generador, tales como la clasificación de cargas, la autonomía requerida, la integración con sistemas de transferencia automática, así como las consideraciones de mantenimiento y normativas aplicables. Asimismo, refuerza la importancia de alinear las decisiones de ingeniería con el principio de continuidad operativa en contextos de salud pública.

Antecedente N° 3

Institución: Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

Título: Estudio técnico y propuesta de rediseño del sistema eléctrico del Centro de Salud N° 1 “Centro Histórico” del Ministerio de Salud Pública.1

Autor: David Alejandro Sánchez Izurieta.

Año:2022

Esta tesis me ofrece una metodología práctica para el análisis y rediseño de sistemas eléctricos en instalaciones de salud, debido a que el sistema existente es obsoleto y ha cumplido su vida útil, se enfoca en la mejora de la seguridad y calidad del suministro eléctrico, aspectos fundamentales en el contexto de la tesis que se trabajará. El propósito del estudio es presentar una propuesta para el rediseño del sistema eléctrico del Centro de Salud N.º 1 "Centro Histórico". Dado que el sistema

actual es obsoleto y ya ha cumplido su vida útil, ya que nunca ha recibido mantenimiento. Con la ayuda de un analizador de red, se obtendrán datos para el estudio de calidad de energía y se conocerá la distribución de cargas en el centro de salud. Mediante una inspección previa al desarrollo de este documento, se evidenció el estado actual de las instalaciones eléctricas y el problema de magnetización que presentan varios equipos informáticos del centro. El rediseño que se presenta se elabora con el fin de resolver los problemas mencionados, renovando los circuitos de iluminación y energía, e independizando los circuitos que alimentan únicamente los equipos informáticos del centro de salud.

Antecedente N° 4

Institución: Universidad Tecnológica Indoamérica, Ecuador

Título: Rediseño de la red eléctrica de fuerza y alumbrado en la microempresa Heladería Piwy's, ubicada en la ciudad de Quito

Autor: Juan Joel Segura D'Rouville, Kevin Javier Zurita Simons

Año:2023

La investigación se centra en la Heladería Piwy's, cuya infraestructura eléctrica no había sido revisada desde 2005, presentando conductores con aislamiento deteriorado y una distribución de cargas obsoleta. El objetivo principal fue rediseñar la red eléctrica de fuerza y alumbrado, garantizando la continuidad del servicio eléctrico y niveles de iluminación acordes con la norma UNE 12464-1. La metodología utilizada por ellos permitió realizar un inventario detallado de la carga instalada, para el diseño de los circuitos consideraron una posible expansión de equipos para alimentar la carga de fuerza, cálculos eléctricos y presupuesto detallado de los materiales necesarios para la implementación del proyecto. Por lo tanto, esta tesis aporta una metodología de levantamiento de cargas y evaluación del estado de los conductores puede adaptarse para diagnosticar el sistema eléctrico actual de la clínica, identificando áreas que requieran mejoras o actualizaciones, así como los procedimientos para calcular secciones de conductores, protecciones y canalizaciones pueden ser utilizados para dimensionar correctamente los componentes del sistema eléctrico de emergencia, garantizando su seguridad y eficiencia.

Antecedente N° 5

Institución: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

Título: Rediseño del sistema de generación fotovoltaica para una comunidad aislada del golfo de Guayaquil

Autor: Josué Benito Cuñas Reyes y Gregorio Joel Villao Neira

Año:2021

Ecuador debido a su posición geográfica cuenta con diferentes tipos de climas que permiten la implementación de sistemas de energía renovable, como una estrategia para reducir la pobreza energética y contribuir a la disminución de gases de efecto invernadero. Es importante destacar que es un país en vías de desarrollo, todavía mantiene comunidades aisladas donde no hay acceso a los servicios básicos, como electricidad, agua potable, alcantarillado, telefonía e internet. Este proyecto tiene como objetivo, rediseñar un sistema de energización híbrido, junto a diferentes criterios técnicos-económicos-ambientales, para la comunidad de la isla Bellavista ubicada en el Golfo de Guayaquil. Esta comunidad cuenta con sistemas de energía solar fotovoltaica que operan de forma parcial, por lo tanto, necesitan ser repotenciados. Una vez realizada los cálculos, se determinó que el rediseño y repotenciación del sistema de energización se basará en un modelo híbrido constituido por un sistema de energía solar fotovoltaica y un generador eléctrico a Diesel. Si bien este trabajo se centra en energía fotovoltaica, esta tesis es relevante por la evaluación de la demanda energética, la proyección de crecimiento de cargas y la integración de generadores diésel como respaldo, su metodología aporta en la selección de equipos para asegurar que el nuevo generador cumpla con las necesidades actuales y futuras de la Clínica.

Antecedente N° 6

Institución: Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

Título: Desarrollo e implementación de un sistema de transferencia automático para la energía de respaldo durante fallas en el suministro eléctrico.

Autor: Steeven Ulises Paredes Jaramillo, Kevin Andrés Bravo Naranjo.

Año:2024

Este documento plantea el diseño, construcción e implementación de un sistema completo de respaldo energético mediante un generador eléctrico con arranque remoto y transferencia automática (ATS). El mismo se desarrolla en un laboratorio universitario que requiere garantizar el suministro continuo de energía ante eventuales interrupciones de la red pública, y parte de la necesidad de asegurar el funcionamiento de equipos sensibles y preservar la operatividad de las

instalaciones durante cortes eléctricos. Para lograrlo, se selecciona e integra un generador monofásico, que se adapta para responder a una carga trifásica mediante un sistema de conversión. Además, diseña y configura un tablero de control para gobernar el sistema de transferencia automática, capaz de detectar caídas de tensión en la red, iniciar el arranque del generador.

Este trabajo sirve de referencia para el desarrollo en el proyecto de la sustitución del generador de emergencia en la Clínica Integrada de Tibás, aporta una base clara para la evaluación técnica del equipo actual, así como criterios para la selección del nuevo generador con base en su eficiencia, capacidad, respuesta ante cargas y entorno operativo. Además, el sistema de transferencia automática documentada en esta tesis puede ser replicada en instalaciones de la Clínica Integrada de Tibás donde la continuidad eléctrica es crítica, proporcionando esquemas eléctricos, parámetros de configuración y recomendaciones técnicas directamente aplicables a contextos clínicos.

1.4.2 Nacionales

Antecedente N° 1.

Institución: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Electromecánica, 2024

Título: Propuesta de mejoras al sistema eléctrico de la planta FHACASA en Costa Rica

Autor: Alejandro Retana Tenorio

Año:2024

Este trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar una propuesta de rediseño al sistema eléctrico actual de FHACASA para el cumplimiento de certificaciones en seguridad eléctrica y calidad de la energía a partir de la reglamentación vigente en el Código Eléctrico Nacional y normativas nacionales. La propuesta de rediseño se realizó por medio de una revisión del estado actual del sistema eléctrico de la planta de la Fábrica de Harinas de Centroamérica S.A., en donde se identificaron incumplimientos al Código Eléctrico Nacional en relación con la demanda eléctrica y peligros relacionados a la seguridad de los trabajadores. Se evaluaron los planos eléctricos vigentes y se realizaron visitas en planta para determinar las mejoras. Por medio de un equipo de medición de variables energéticas se obtuvo un estudio general de la instalación por un tiempo específico, de donde se pudo comparar cada valor con la norma técnica propuesta por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos y verificar el cumplimiento de la calidad de la energía. Con esto se generó la base para verificar las mejoras al sistema analizadas en los planos. Finalmente, se

desarrolló un estudio económico de las propuestas de mejora en el cual se analizó el presupuesto del cliente y se ajustaron los requerimientos para cumplir con las necesidades especificadas.

Antecedente N° 2.

Institución: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Electromecánica.

Título: Rediseño del sistema eléctrico con estudio de corto circuito y diagnóstico del estado actual de las instalaciones de la empresa BioLand, ubicada en Tres Ríos

Autor: Kevin Quesada Porras.

Año:2018

Este proyecto trata sobre el rediseño de la instalación eléctrica de la empresa BioLand, ubicada en Tres Ríos, Cartago, la cual cuenta con una carga estimada de 300 kVA, según lo indicado por el ingeniero a cargo del área electromecánica. Este rediseño tiene como objetivo, a corto o mediano plazo, realizar un estudio de la calidad de la energía. Para este rediseño, se realizará, en primera instancia, un diagnóstico de la instalación actual de la planta para verificar su estado. Se realizará un análisis del sistema eléctrico, incluyendo cálculos de carga, para verificar la correcta selección de los transformadores, así como una inspección detallada del calibre de los conductores de alimentación, sub-alimentadores y las derivaciones que alimentan las diferentes cargas, así como de las protecciones de los tableros. Tras realizar este análisis, se tomarán todas las medidas necesarias para el nuevo rediseño, la selección de conductores y protecciones, así como el cálculo de corrientes de cortocircuito y, en general, de cualquier dispositivo involucrado, hasta llegar a la selección del transformador, con sus respectivos conductores y protecciones. Posteriormente, se realizará un análisis de planos eléctricos y diagramas unifilares, con sus respectivos resúmenes de calibres, protecciones y ubicación de los equipos dentro de la planta. Todo esto para entregar al departamento electromecánico de la empresa un informe detallado de lo realizado. Con este proyecto, se logrará un conocimiento amplio sobre los trabajos que se deben realizar en la Clínica Integrada de Tibás para lograr los objetivos planteados en el orden de importancia que se requieren, así como valorar el mantenimiento y la operación de la planta.

Antecedente N° 3.

Institución: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Electromecánica.

Título: Rediseño del sistema eléctrico y automatización de la planta potabilizadora de agua de Liberia de 225 kVA del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Autor: William Andrés Brenes-González.

Año:2021

El presente proyecto nace debido a que la Planta Potabilizadora de Liberia tiene una instalación eléctrica con aproximadamente 50 años de antigüedad, la cual claramente se encuentra obsoleta, generando que la planta potabilizadora por lapsos no suministre el recurso hídrico hacia el tanque principal para el abastecimiento de agua a la población, generando racionamientos o desabastecimiento del recurso. Asimismo, el sistema eléctrico actual está incumpliendo con la ley vigente, basada en la norma Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad (NEC, 2014), a la vez, se pone en riesgo vidas humanas por la inseguridad del sistema actual. Tomando en consideración lo anterior, una modernización del sistema eléctrico permitiría una red más eficiente, en consecuencia, se podrá monitorear el uso de la energía con un método más eficaz. El rediseño de la instalación eléctrica de la planta comenzó por el sistema de media tensión, concentrando toda la alimentación al transformador tipo pedestal 225 KVA, el cual transforma el voltaje de 34,5 KV a 480/277V, donde se distribuirá la potencia a los diferentes tableros y un transformador tipo seco monofásico de 75 KVA para las cargas generales de la planta. El proyecto de la tesis se creó debido a la instalación eléctrica de cincuenta años de la Planta Potabilizadora de Liberia. Esto genera que, durante un tiempo, la planta potabilizadora no suministre el recurso hídrico al tanque principal para abastecer a la población, lo que provoca racionamiento o escasez del recurso. Además, el sistema eléctrico actual infringe la legislación vigente, basada en el Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad (NEC, 2014); al mismo tiempo, vidas humanas están en peligro debido a la inseguridad del sistema actual. Considerando esto, una modernización del sistema eléctrico permitiría una red más eficiente, lo que permitiría gestionar el uso de energía de forma más eficaz. El rediseño de la instalación eléctrica de la planta inició por el sistema de media tensión, concentrando toda la potencia al transformador de pedestal 225 KVA, que transforma la tensión de 34,5 kV a 480/277V, donde se distribuirá la potencia a los diferentes tableros y a un transformador monofásico tipo seco de 75 KVA para las cargas eléctricas generales de la planta.

Antecedente N° 4.

Institución: Universidad de Costa Rica.

Título: Evaluación del comportamiento de un circuito de la CNFL en torno a la incorporación de vehículos eléctricos con enfoque en la demanda de energía

Autor: Jorge Bonilla Umaña, Raúl Gerardo Fernández Vásquez.

Año:2021

Este proyecto analiza el impacto de los vehículos eléctricos en la demanda de energía de un circuito de la CNFL, por ejemplo; se accede a la base de datos de vehículos eléctricos, donde buscan relacionar a los dueños de estos servicios de CNFL y de esta manera identificar los hábitos del dueño del vehículo respecto a las recargas del mismo, de esta manera obtienen curvas típicas que muestra el comportamiento de estas, seguidamente se selecciona un circuito representativo, el cual tiene una composición residencial. Las curvas de recarga se unen con las curvas de consumo de clientes residenciales y obtienen el comportamiento típico de un cliente de vehículo eléctrico.

Puedo utilizar esta metodología para proyectar la demanda futura en la clínica y dimensionar adecuadamente el nuevo generador de emergencia, considerando posibles expansiones o cambios en el uso de la energía ya que incluye la estimación de cargas adicionales y su efecto en la infraestructura eléctrica existente.

Antecedente N° 5.

Institución: Universidad de Costa Rica.

Título: Inspección de la instalación eléctrica de la biblioteca Luis Ferrero Acosta, el edificio de acción social y el edificio C, de la Universidad de Costa Rica, sede del Pacífico Arnoldo Ferreto Segura para la creación de pautas generales de mantenimiento preventivo.

Autor: Kevin Pérez Lara, Isaac Quesada Zumbado.

Año:2024

Este trabajo se centra en la inspección detallada de las instalaciones eléctricas de tres edificaciones clave en la Sede del Pacífico de la Universidad de Costa Rica. El objetivo principal fue identificar deficiencias y riesgos potenciales en los sistemas eléctricos existentes, con el fin de desarrollar pautas generales para un mantenimiento preventivo efectivo.

La metodología empleada incluyó un análisis meticuloso de los sistemas eléctricos, incluyendo tableros, conductores, dispositivos de protección y sistemas de puesta a tierra y se detectaron puntos

críticos que podrían representar riesgos para la seguridad de los usuarios y la continuidad operativa de las instalaciones con base en los hallazgos, se elaboraron recomendaciones específicas para la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, adaptado a las necesidades y características de cada edificio.

El estudio también consideró aspectos normativos y de seguridad, asegurando que las recomendaciones cumplieran con las regulaciones vigentes y promovieran un entorno seguro para los ocupantes.

Esta tesis ofrece una guía práctica y adaptable para la evaluación y mejora de sistemas eléctricos en la Clínica Integrada de Tibás, facilitando la toma de decisiones y el diseño de estrategias efectivas para la gestión del sistema de emergencia ya que proporciona un marco metodológico aplicable a la evaluación y mejora de sistemas eléctricos en edificaciones institucionales.

Antecedente N° 6.

Institución: Universidad de Costa Rica.

Título: Evaluación y Nuevo Diseño del Sistema de Iluminación de los Laboratorios del LAFTLA de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

Autor: Manuel de la Fuente Fernández.

Año:2021

Este proyecto evalúa el estado actual del sistema de iluminación de los laboratorios del LAFTA, específicamente los dos laboratorios conocidos como el Laboratorio 1-10 y el Laboratorio 1-11, y propone mejoras en dicho sistema tomando en consideración las tareas visuales, el cumplimiento de las normativas en cuanto a niveles de iluminancia para este tipo de espacios, una práctica actualizada del diseño de iluminación, la eficiencia energética y las últimas tecnologías de la iluminación de estado sólido (LED). El estado actual de la iluminación de los laboratorios del LAFTLA presenta niveles inferiores a los establecidos en la norma nacional. Además, el sistema de iluminación no permite control de nivel lo que podría generar escenarios más apropiados para el tipo de trabajo que se efectúa en los mismos. El diseño propuesto se enfocó prioritariamente en lograr los niveles recomendados por la norma nacional aprovechando la ubicación actual de las luminarias y logrando la mínima afectación a la infraestructura actual o un excesivo cableado eléctrico adicional. Esta tesis se enfoca en la evaluación y rediseño del sistema de iluminación en laboratorios, considerando aspectos como la eficiencia energética y el cumplimiento de normativas,

aunque se centra en iluminación, la metodología de evaluación y rediseño puede aplicarse al sistema eléctrico de emergencia de la clínica, asegurando una distribución adecuada de cargas y la selección eficiente de equipos ya que parte del proyecto será la optimización de la iluminación de emergencia en los pasillos, salas de espera y recintos de la clínica.

1.5 Proyecciones

- Para cumplir con los principales objetivos de este proyecto se tomarán en cuenta algunas consideraciones, en primera instancia es necesario conocer la instalación eléctrica, específicamente, los circuitos ramales conectados al sistema de emergencia, alimentadores, cargas de los equipos en los recintos que deben estar en el sistema de emergencia.
- Será importante considerar hacer el estudio de cargas para verificar si los dispositivos de protección son capaces de soportar la corriente que se puede tener en caso de alguna eventualidad, asimismo, una serie de recomendaciones de los problemas que se encuentren dentro del diagnóstico que se hará para mejorar la seguridad y confiabilidad de la instalación eléctrica.
- Varios circuitos ya han cumplido su ciclo de vida útil por lo que es necesario un cambio o remodelación del sistema eléctrico con el que cuentan y que se cumpla con NEC, Código Eléctrico Nacional, NFPA 70, como ley para el diseño eléctrico.

1.6 Limitaciones

- No existen planos eléctricos ni diagramas unifilares actualizados que sirvan como guía en el caso de presentarse alguna falla importante o una expansión futura ya que la planta se encuentra desactualizada en la parte eléctrica, para ello se necesitará ayuda administrativa, de operadores o del área de mantenimiento para que se pueda facilitar la recolección de los datos.
- Puede ser que la ubicación del generador dentro de la clínica no este diseñada para instalar un equipo nuevo de mayor capacidad, lo que implicaría adecuaciones estructurales, rediseño de ventilación, insonorización o manejo de emisiones.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Un desafío principal para muchas instalaciones de atención médica es proporcionar una fuente de energía eléctrica de alta calidad que esté respaldada por sistemas de potencia de respaldo y de emergencia altamente fiables para garantizar un flujo ininterrumpido de electricidad a toda la instalación, particularmente durante crisis y desastres naturales.

La terminología utilizada para los sistemas de potencia de respaldo (de emergencia y de respaldo) en las instalaciones de atención médica es diferente a la de otras instalaciones. Está designado como el "sistema eléctrico esencial" según NFPA 70: Código Eléctrico Nacional (NEC) artículo 517, que es coherente con la terminología y los requisitos establecidos en NFPA 99: Código de Instalaciones de Atención Médica.

La mayoría de los edificios experimentan interrupciones de energía causadas por cortes de servicios públicos, fallas de equipos, pruebas y mantenimiento, y generalmente son más fáciles de administrar debido a la causa, el momento y la duración. En muchos casos, estos cortes de energía se planifican y se manejan fácilmente. Sin embargo, los cortes de energía debido a desastres naturales y sucesos inesperados son mucho más difíciles de manejar y, en algunos casos, toda la instalación debe depender únicamente del sistema de potencia de respaldo y de emergencia para continuar operando durante varios días.

A diferencia de la mayoría de los edificios comerciales estándar, la entrega de energía de potencia de respaldo y de emergencia a las instalaciones de atención médica es una tarea importante debido a su complejidad y tamaño. Se trata de muchos sistemas diferentes que consisten en fuentes alternativas de energía, equipos de intercambio, controles y equipos de distribución. (Davoudi)

La entrega de energía de potencia de respaldo y de emergencia a las instalaciones de atención médica es sumamente útil, sobre todo cuando se requieren tiempos de respaldo prolongados, ya que una de las características principales del generador es la de ser capaz de generar energía, cuando el suministro falla, durante tiempos prolongados a un costo muy económico. Ahora bien, el generador de emergencia por sí mismo, no actúa solo, es necesario de una transferencia automática u operar de manera manual para que cuando se llegara a presentar la falta de suministro eléctrico opere de respaldo, y no sea el causante de daños severos a pérdida de vida, equipo médico especializado, de cómputo, servidores y máquinas electrónicas que requieren de suministro eléctrico que al no tenerlos protegidos podría ocasionar desastres en el sector médico. NFPA 110 también clasifica a los hospitales como instalaciones críticas, lo que requiere tener suficiente

combustible en el lugar para mantener el sistema de energía de emergencia funcionando durante 96 horas. Sin embargo, la capacidad de combustible puede variar según la ubicación y el tipo de generador.

Hay dos categorías de baterías de respaldo o generadores de respaldo para hospitales basadas en los requisitos del código llamado cumplimiento de NFPA 110, que se divide en dos niveles principales: Nivel 1 y Nivel 2. Estos dos sistemas se relacionan con el grado de importancia de los generadores en la protección de la vida humana.

Los sistemas de generadores de nivel 1, son obligatorios si un corte del suministro eléctrico principal en una instalación pudiera costar la vida a personas. Estos generadores suelen alimentar los sistemas de soporte vital y otros equipos hospitalarios vitales. La mayoría de los hospitales entran en esta categoría, especialmente los especializados en ciertas áreas, como la oncología.

Por otro lado, los generadores de Nivel 2, podrían no tener ninguna función en la supervivencia de los pacientes. Estos sistemas pueden operar la iluminación y otras funciones importantes para el funcionamiento general del hospital, pero el personal podría prescindir de ellos si fuera necesario.

(Woodstockpower, 2025)

2.1 ¿Porque los hospitales necesitan energía de respaldo?

Además de alimentar equipos vitales que mantienen estables a los pacientes, los generadores de emergencia hospitalarios cumplen diversas funciones que contribuyen al funcionamiento de las instalaciones en su conjunto. A continuación, se detallan las partes específicas de los sistemas de energía hospitalaria que alimentan los generadores.

- Equipo de soporte vital: Los pacientes en UCI dependen de equipos de soporte vital para mantenerse con vida. Los cortes de energía pueden ser cruciales para ellos. Mantener un sistema de energía de respaldo protege a estas personas de complicaciones graves derivadas de la interrupción del soporte vital. Esto también puede incluir equipos necesarios para operar, así como para situaciones que requieren tratamiento médico de emergencia. Los generadores de respaldo son un componente clave para brindar un tratamiento constante al paciente, independientemente de si el centro los necesita o no.

Normalmente, la ley exige que los generadores de emergencia de los hospitales restablezcan completamente la energía en un plazo de diez segundos tras el corte inicial. Un tiempo mayor puede causar graves daños a las personas con soporte vital, incluso la muerte. Por

ello, las leyes sobre la calidad y el mantenimiento de los generadores hospitalarios suelen ser más estrictas que las de otros sectores.

- Refrigeración de suministros médicos y vacunas: Muchos suministros médicos requieren refrigeración para mantener su seguridad y estabilidad. Por ejemplo, un centro de almacenamiento médico puede tener vacunas, sangre, insulina, tejidos, plasma, órganos o sueros intravenosos refrigerados. Si se produce un corte de electricidad, se debe activar un generador de emergencia para evitar que la unidad de refrigeración eleve la temperatura de almacenamiento de los suministros médicos. (Woodstockpower, 2025)

Si la temperatura supera un nivel específico durante un tiempo determinado, que varía según la vacuna y el suministro, el hospital debe desechar estos últimos. Proteger las unidades de refrigeración y almacenar los suministros a las temperaturas requeridas garantiza que el centro cuente con todo lo necesario para continuar atendiendo a los pacientes.

- Equipo médico: Los hospitales utilizan constantemente equipos costosos y de alta tecnología. Por ejemplo, las resonancias magnéticas (RM), las máquinas de rayos X, las máquinas de análisis para determinar el diagnóstico correcto y los dispositivos de monitorización de las constantes vitales de los pacientes necesitan energía para funcionar. Los cortes de electricidad pueden dañar gravemente algunas de estas máquinas, lo que supone un coste de miles de dólares para el centro en su reparación o sustitución. Además, los hospitales no podrán ofrecer atención médica a los pacientes con estos dispositivos dañados hasta que se completen las reparaciones. Asimismo, el registro electrónico de historiales médicos implica que los antecedentes médicos y otros documentos importantes dependen de la electricidad e internet para estar disponibles para los médicos y el personal. El suministro de energía de reserva en hospitales u otros centros sanitarios puede evitar costosos daños a los equipos de última generación y mantener las herramientas de diagnóstico del centro funcionando correctamente.
- Equipo quirúrgico: Los equipos quirúrgicos, como las lámparas de quirófano, los ventiladores, los monitores cardíacos o las máquinas de circulación extracorpórea, requieren energía constante. Mantener el funcionamiento de los equipos utilizados en cirugía protege a los pacientes y permite a los cirujanos continuar con sus procedimientos sin interrupciones. En algunos casos, como en los trasplantes de órganos, el tiempo es

crucial para el éxito del procedimiento. Por lo tanto, los generadores de emergencia que evitan pérdidas de tiempo por cortes de electricidad pueden prevenir complicaciones quirúrgicas.

- Seguridad laboral: Otra razón por la que los hospitales cuentan con generadores de emergencia es la seguridad laboral. Al visitar un hospital, notará que todas las áreas están siempre impecablemente iluminadas, la iluminación de la ruta de evacuación, señales de salida iluminadas, iluminación de seguridad, luces de advertencia, iluminación en salas de operación, en elevadores, cuarto del generador, estacionamiento y pasillos se iluminan por seguridad. (Bosch Fuentes Jaime, 2016)

Al alimentar las luces de las instalaciones, los ocupantes del edificio tendrán menos probabilidades de encontrarse con los peligros de pasillos, quirófanos o salas de atención a pacientes con poca iluminación. Mantener el hospital bien iluminado previene accidentes.

- Energía de la instalación: El suministro eléctrico de las instalaciones debe seguir funcionando durante un corte de suministro eléctrico, ya que garantiza la seguridad y comodidad de los ocupantes. Por ejemplo, los sistemas de calefacción y refrigeración regulan la temperatura y la humedad. De igual forma, los ascensores y las escaleras mecánicas también utilizan la energía de las instalaciones. Los generadores de los hospitales mantienen las instalaciones funcionando con normalidad, con la mínima interrupción posible.
- Historias clínicas electrónicas: El almacenamiento en la nube de información de pacientes e historiales médicos electrónicos elimina la necesidad de almacenar datos en computadoras individuales o archivadores. Sin embargo, la desventaja de este sistema es la necesidad de mantener las computadoras y los servidores locales alimentados. Las computadoras deben tener electricidad para garantizar el acceso a los archivos críticos de atención al paciente y las comunicaciones vitales entre los profesionales de la salud en diferentes centros. En caso de un corte de electricidad, los generadores pueden mantener estos sistemas en funcionamiento, reduciendo el impacto en la atención al paciente causado por una interrupción del suministro eléctrico.
- Sistemas de seguridad: Los sistemas de seguridad protegen las instalaciones hospitalarias del acceso no autorizado a áreas sensibles. Por ejemplo, el sistema de control de acceso que desbloquea las puertas para que el personal autorizado entre en laboratorios, quirófanos y

oficinas que almacenan información confidencial de los pacientes necesita energía. Una batería de respaldo del hospital proporciona la energía necesaria para mantener la seguridad de las instalaciones.

- Preparación para emergencias: En caso de emergencias, como accidentes o desastres naturales, los pacientes suelen ser trasladados de urgencia a un hospital o a una sala de urgencias de un hospital o centro médico más grande. En estas situaciones cruciales, es vital que las instalaciones tengan suministro eléctrico para mantener los equipos en funcionamiento. En casos donde los hospitales no cuentan con suministro eléctrico de emergencia, los pacientes pueden tener que ser trasladados al hospital más cercano con suministro eléctrico, lo cual puede poner en peligro su vida. (Woodstockpower, 2025)

2.2 ¿Qué es un grupo electrógeno, generador de emergencia o planta eléctrica?

Un grupo electrógeno o generador es una máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Son comúnmente utilizados cuando no hay energía eléctrica, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico.

En la actualidad ya hay una ley en diferentes países que obligan a instalar un grupo electrógeno en lugares en los que haya grandes densidades de personas (Centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos. Hospitales, etc.)

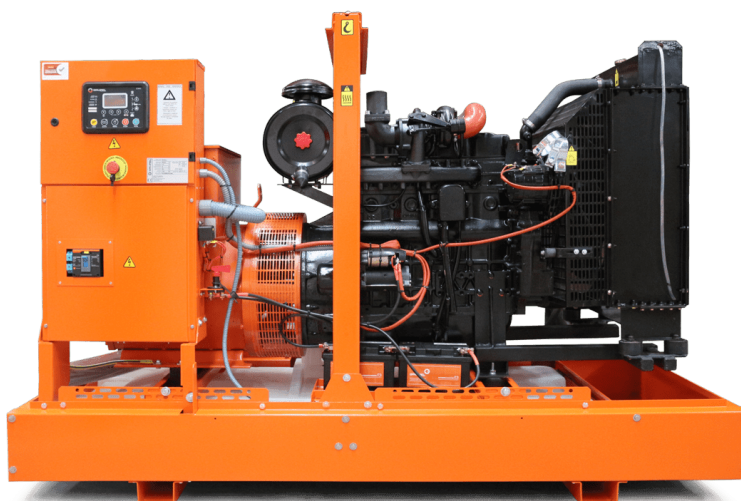


Ilustración 1. Grupo electrógeno

Fuente: Grupel

El grupo electrógeno o generador es monitoreado por instrumentos de medida análogos los cuales suelen dañarse con facilidad por la vibración que existe en el chasis cuando un generador está prendido, ahora ya existen sistemas completos de monitoreo y protección conectados directamente a los elementos más críticos de un generador.



Ilustración 2. Componentes básicos del grupo electrógeno

Fuente: Kosov.com.mx

2.3 Componentes básicos de un generador eléctrico.

- Motor de combustión interna: Obtiene energía mecánica a partir de una reacción química de combustible, la cual ocurre dentro de una cámara de combustión de ahí su nombre motor en energía eléctrica.
- Generador sincrónico: Es el encargado de transformar la energía mecánica del motor en energía eléctrica.

- **Base-tanque combustible:** Soporta el motor generador estabilizando el sistema, y los modelos más recientes ya están vienen con el tanque de combustible integrado y ya instalado bajando los costos de instalación y ahorrando espacio.
- **Tablero de control:** Con este tablero podemos operar de forma manual el equipo, además tiene la función de monitorear los sensores del motor como son presión de aceite y temperatura para y así proteger el equipo en caso de tener algún mal funcionamiento, y nos muestra en pantalla los parámetros de motor y generador como son: Voltaje, amperaje, carga, etc.
- **Interruptor termomagnético:** Interrumpe el flujo de corriente eléctrica cuando detecta algún corto circuito o alguna sobrecarga esto para proteger los equipos que alimenta, así como el propio generador y la instalación eléctrica. (Kosov, 2018)

2.4 Tipos de generadores.

Los generadores son cruciales para garantizar el acceso a energía confiable durante cortes de energía, emergencias y eventos al aire libre; se encuentran tipo portátiles y estacionarios:

2.4.1 Generadores portátiles.

Los generadores portátiles son máquinas compactas y ligeras, diseñadas para ofrecer movilidad y versatilidad. Equipados con ruedas o fijados a un remolque específico, son fáciles de transportar e instalar, su capacidad de generación de energía es limitada en comparación con los generadores estacionarios. Estos generadores suelen funcionar con gasolina, lo que los convierte en una opción práctica para necesidades de energía temporales; casos de uso comunes:

- **Eventos al aire libre:** Alimentación de sistemas de sonido, luces o puestos de comida.
- **Viajes de campamento:** cargar dispositivos o hacer funcionar pequeños electrodomésticos.
- **Respaldo de emergencia:** suministro de electricidad a corto plazo durante cortes de energía.

Los generadores portátiles son excelentes para suministrar energía donde y cuando la necesite, lo que los hace indispensables para situaciones de viaje.

2.4.1.1 Diseño e instalación.

- Ligero y fácil de mover.
- Requiere una configuración mínima, que a menudo implica enchufarlo a electrodomésticos o a un interruptor de transferencia manual.
- El diseño compacto hace que el almacenamiento sea sencillo.

2.4.1.2 Potencia de salida y capacidad.

- Diseñado para cargas más pequeñas, como para alimentar algunos electrodomésticos o herramientas.
- La potencia de salida suele oscilar entre 1 kVA y 10 kVA.

2.4.1.3 Costo y mantenimiento.

- Menor costo inicial.
- Mayor mantenimiento continuo debido al uso frecuente y al funcionamiento manual. (export, 2022)

Su funcionamiento es más ruidoso y requieren combustible adicional, lo que implica un mantenimiento regular y un suministro constante de combustible.

2.4.2 Generadores estacionarios.

Los generadores estacionarios, también conocidos como generadores de emergencia, son unidades de instalación permanente diseñadas para proporcionar energía de respaldo confiable y a largo plazo. Estos generadores suelen funcionar con diésel o gasolina y se conectan directamente al sistema eléctrico de su hogar o negocio; casos de uso comunes:

- **Edificios residenciales y comerciales:** Mantienen operativos sistemas de iluminación, calefacción, refrigeración y ascensores durante apagones.
- **Hospitales y centros de datos:** Proveen energía ininterrumpida para equipos médicos, servidores y sistemas de almacenamiento de datos.
- **Industrias y fábricas:** Alimentan maquinaria pesada, líneas de producción y sistemas de ventilación.

2.4.2.1 Características principales.

- Arranque automático durante cortes de energía cuando se combina con un interruptor de transferencia automática.
- Tanques de combustible más grandes para una operación prolongada.
- Integración con interruptores de transferencia para gestionar cargas eléctricas sin problemas.

Se dice que una planta es automática cuando opera por sí sola, realizando cinco funciones:

- Arrancar
- Proteger
- Transferir carga
- Retransferir carga
- Paro

Solo requiere de supervisión y mantenimiento preventivo. Son utilizadas en industrias, centros comerciales, hospitales, hoteles, aeropuertos, etc.

Primero tenemos que verificar que los selectores de funciones deben estar colocados en posición automática. El selector de funciones es una tarjeta electrónica que se encarga de controlar y proteger el motor de la planta eléctrica.

En segundo término, en caso de fallar la energía normal suministrada por la compañía de servicios eléctricos, la planta arrancará de 3 a 5 segundos después del corte del fluido eléctrico. Luego la energía eléctrica generadora por la planta es conducida a los diferentes circuitos del sistema de emergencia a través del panel de transferencia, a esta operación se la conoce como transferencia de energía.

Por último, después de 25 segundos de normalizado el servicio de energía eléctrica de la compañía suministradora, automáticamente se realiza la transferencia, la carga es alimentada nuevamente por la energía eléctrica del servicio normal, quedando aproximadamente 3 minutos encendida la planta para enfriar el motor, el apagado del equipo es automático.

Los generadores estacionarios son ideales para proteger la propiedad y garantizar la continuidad del negocio durante cortes prolongados.

2.4.2.2 Diseño e instalación.

- Instalado permanentemente en un sitio fijo.
- Se requiere instalación profesional, incluido el cableado y la conexión a una fuente de combustible.
- A menudo se alojan en recintos resistentes a la intemperie para soportar las condiciones exteriores.

Si bien los generadores portátiles se destacan por su flexibilidad, los modelos estacionarios brindan una solución perfecta y sin complicaciones para obtener energía constante.

2.4.2.3 Potencia de salida y capacidad.

- Capaz de manejar mayores demandas de energía, adecuado para hogares grandes, empresas o sitios industriales.
- La potencia de salida varía entre 10 kVA y varios miles de kVA.

Para aquellos que requieren una potencia de salida sustancial, los generadores estacionarios son la opción clara.

2.4.2.4 Costo y mantenimiento.

- Mayor inversión inicial.
- Menor frecuencia de mantenimiento con sistemas automatizados de autocontrol y recordatorios de servicio. (export, 2022)

2.5 Clasificación de generadores por funcionamiento.

2.5.1 Manual.

La planta será encendida y apagada por el operador cuando sea necesario. Esta aplicación es utilizada generalmente donde no existe ningún suministro de energía como construcciones o lugares donde el proveedor de electricidad no tiene alcance.

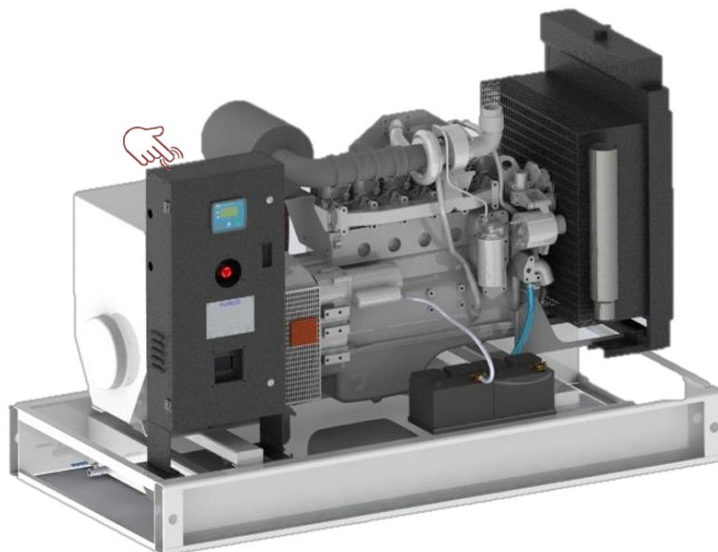


Ilustración 3. Funcionamiento por sistema manual

Fuente: Planelec.com

2.5.2 *Semiautomático.*

La planta eléctrica se encenderá únicamente por medio de una señal de arranque externa; la cual, regularmente proviene de un sistema ya existente en las instalaciones del usuario, que se encarga de monitorear la Red eléctrica y arrancar la planta de emergencia automáticamente.



Ilustración 4. Funcionamiento semiautomático

Fuente: Planelec.com

2.5.3 *Automático.*

Con esta configuración la planta de emergencia se encontrará en espera y siempre censando la red de la compañía suministradora de electricidad. Se encargará de mantener una fuente de energía en

la carga. En caso de que exista una falla en la red, la planta de emergencia arrancará y realizará por medio de la transferencia el cambio de suministro de energía normal a energía de emergencia hacia la carga.

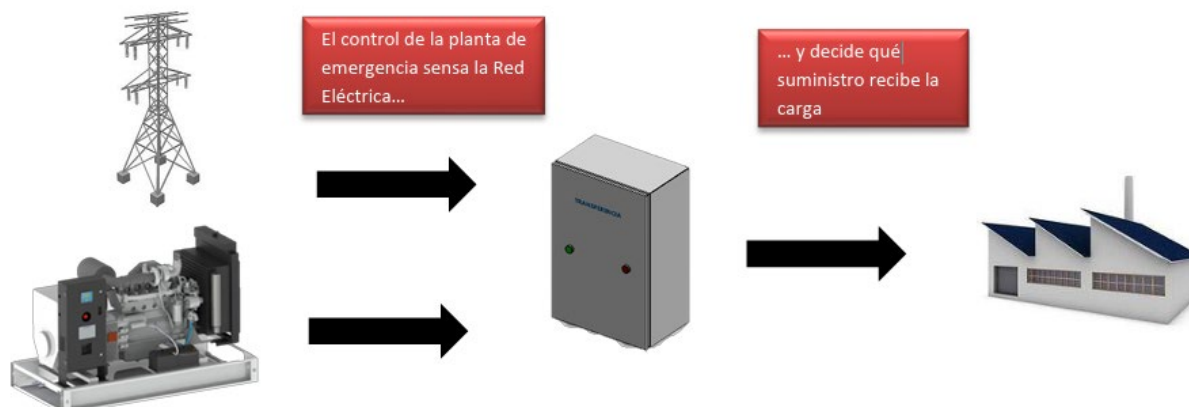


Ilustración 5. Funcionamiento automático

Fuente: Planelec.com

La transferencia es el tablero eléctrico que se encarga de cambiar el suministro de energía hacia la carga. Al reestablecerse la energía de red, la planta de emergencia realizará automáticamente la re-transferencia después de 3 minutos para asegurar la estabilidad de la red comercial. Posteriormente el equipo se enfriará por tres minutos y se apagará para quedar en espera nuevamente (PLANELEC, 2022).

2.5.4 Sincronía.

Consiste en realizar paralelismo entre plantas de emergencia y/o la red eléctrica, es decir, suministrar energía a la carga de dos fuentes distintas, al igualar los parámetros de frecuencia, fase y voltaje.

2.5.4.1 Sincronía planta-planta.

Ambas plantas igualarán sus parámetros de suministro de energía para alimentar a la carga simultáneamente. Estas plantas de emergencia pueden igualar en Kilowatts la capacidad de un equipo de mayor capacidad. Se puede sincronizar hasta 32 plantas de emergencia simultáneamente.

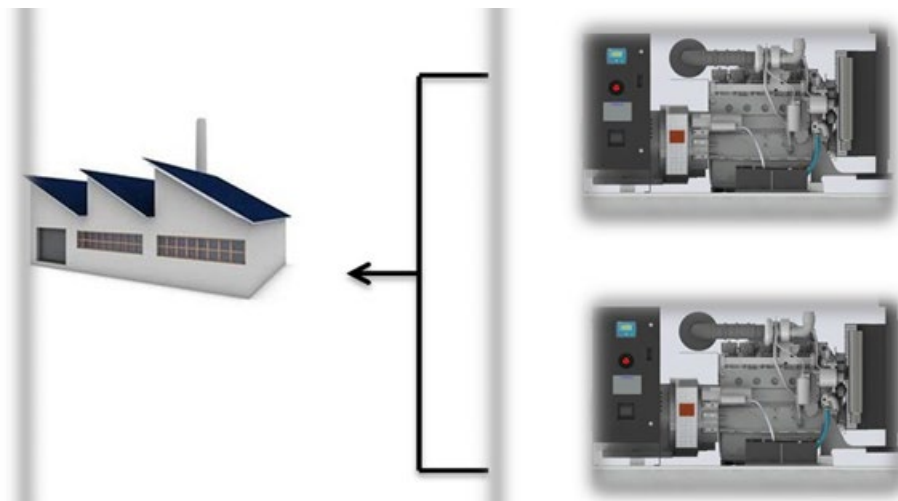


Ilustración 6. Sincrónica planta-planta

Fuente: Planelec.com

2.5.4.2 Sincronía planta-red.

Aquí la planta de emergencia igualará sus parámetros de suministro de energía con los de la red eléctrica, de esta forma pueden estar presentes la planta de emergencia y la Red eléctrica simultáneamente. Esta aplicación es usada principalmente en la industria para bajar el consumo de energía en horarios punta y disminuir las tarifas de la compañía. Solo se puede sincronizar una planta eléctrica de emergencia con la red eléctrica. El horario punta se refiere al horario en que el consumo es de mayor demanda en el país.

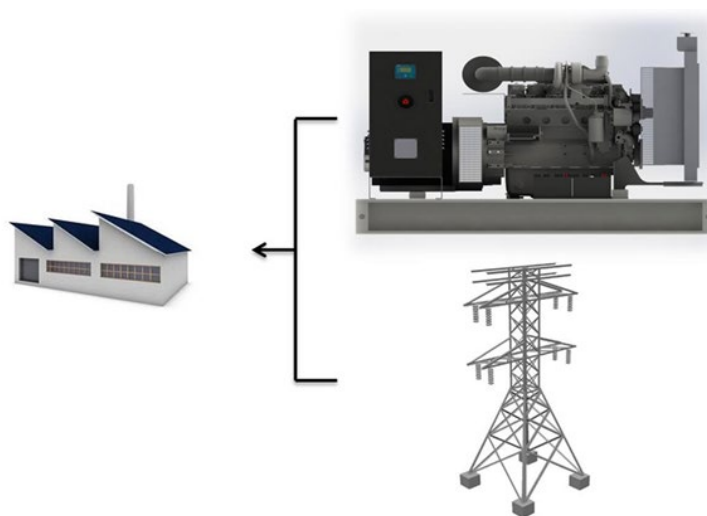


Ilustración 7. Sincrónica planta-red

Fuente: Planelec.com

2.5.4.3 Sincronía con más de una planta y red.

Esta aplicación es similar a la sincronía Planta-Red. Únicamente se da el beneficio de sincronizar más de una planta de emergencia con la red. Funciona utilizando un enlace llamado ATS por sus siglas en inglés (Automatic Transfer Switch o Accionado Automático de Transferencia). De igual manera puede sincronizar 32 plantas de emergencia simultáneamente (PLANELEC, 2022).

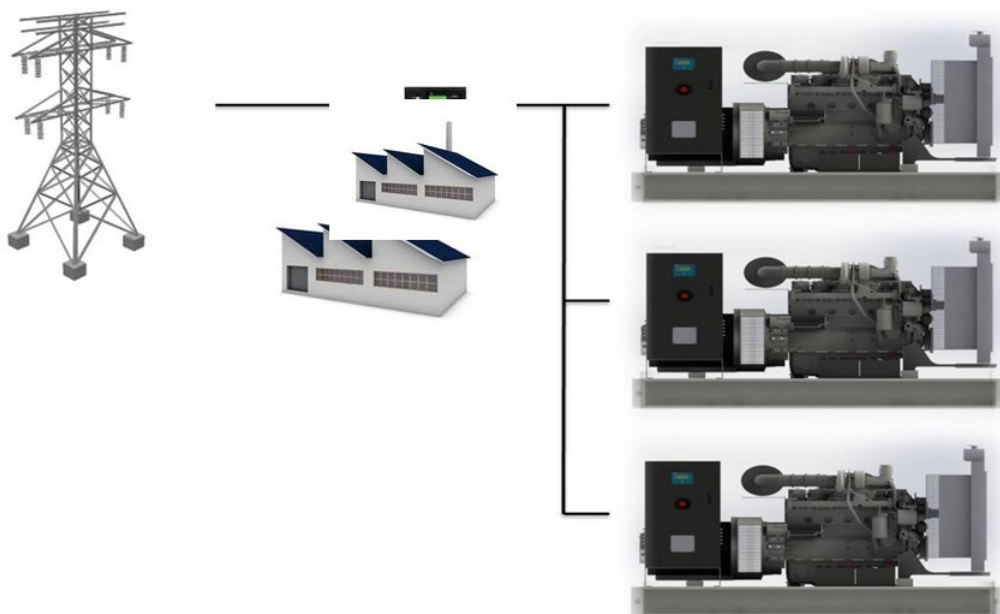


Ilustración 8. Sincronía más de una planta

Fuente: Planelec.com

2.6 Tablero de control y transferencia.

Algunos componentes, aunque no sean centrales, se pueden agregar a un generador y marcar la diferencia, ya que optimizan su funcionamiento y responden a requisitos más complejos. La transferencia es un elemento que se encarga de transferir la carga automáticamente a la planta de emergencia y re transferirla a las líneas de tensión principal. Constan de dos interruptores, el primero se encarga de enlazar las líneas de tensión principal con la carga y el segundo enlaza las líneas de tensión de generación con la carga. Se pueden manejar tres tipos de interruptores para distintas aplicaciones en transferencia.

- Contactores
- Interruptores Termomagnéticos

- Interruptores Electromagnéticos

La transferencia a base de contactores se usa en aplicaciones que no necesiten exactitud ni precisión. Incluye un arreglo de relevadores conocido como interlock (bloqueo) eléctrico como protección para que no puedan ser activados simultáneamente, ya que de ser así se producirá un corto circuito que puede dañar los componentes de la planta de emergencia. La transferencia termomagnética incluye protección térmica; en caso de una sobre corriente el interruptor se abre como forma de protección, también incluye interlock (bloqueo) eléctrico. La transferencia electromagnética es frecuentemente utilizada en aplicaciones como sincronización y transición cerrada, debido a su rápida respuesta y su fácil manejo de elementos independientemente. Dependiendo de la aplicación de estas transferencias pueden o no llevar interlock (bloqueo) eléctrico. La transferencia automática es uno de ellos, porque, como su nombre lo indica, es un componente que realiza el intercambio automático de la fuente de energía que alimenta la carga, transfiriéndola, normalmente, entre la red eléctrica y el generador (PLANELEC, 2022).

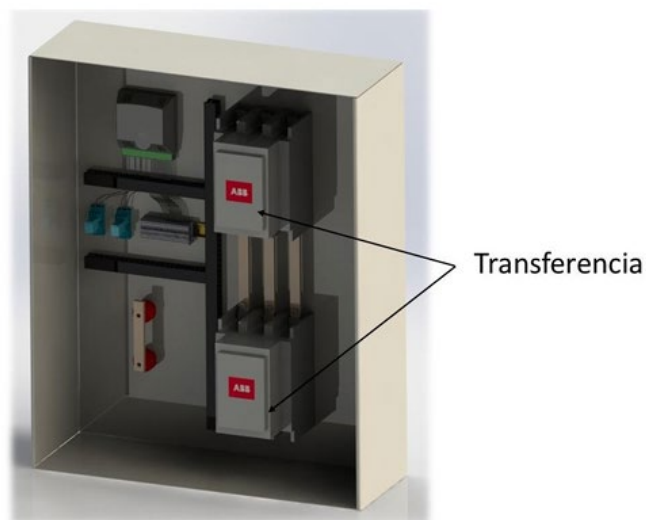


Ilustración 9. Transferencia

Fuente: Planelec.com

Hay dos tipos de transferencia:

- Transferencia abierta
- Transferencia cerrada activa

La transferencia abierta es la más usual, su funcionamiento consiste en abrir el contactor principal

y cerrar el interruptor de emergencia, de esta forma hacer el enlace correspondiente con la carga. La transición cerrada activa fuerza a la planta de emergencia a sincronizar su tensión con las líneas de tensión principales, de esta manera realiza un paralelismo que puede durar hasta 0.5 segundos. Con esta función se garantiza que no existirá parpadeo al regreso de la red comercial.

El controlador del generador sondea la red y, cuando falla la fuente de alimentación, se inicia el generador. Tan pronto como se estabiliza y se prepara para suministrar energía a la instalación, el cuadro de conmutación cambia la fuente de energía, conectando el generador a la carga.

Cuando la red eléctrica restablece la energía, este equipo es responsable de una nueva conmutación, conectando la carga a la misma. (GRUPEL)

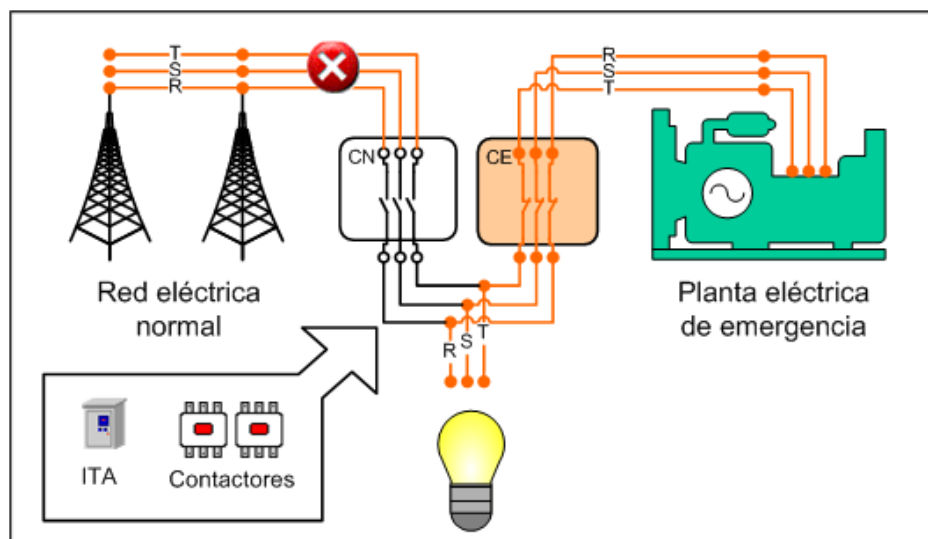


Ilustración 10. Control de transferencia automática

Fuente: Velásquez.

TABLERO DE CONTROL Y TRANSFERENCIA

Es un dispositivo eléctrico y mecánico que nos permite operar una planta eléctrica de emergencia de forma "automática" es el encargado de alternar entre la alimentación comercial normal y la alimentación de emergencia y así alimentar una carga definida, así como monitorear los distintos parámetros del motor-generator para proteger el equipo, además de controlar su operación.

COMPONENTES BÁSICOS

- 1. MODULO DE CONTROL**
Es el cerebro del sistema, detecta alguna posible falla o variación de voltaje, enciende y apaga la planta eléctrica, monitorea parámetros de protección del equipo


- 2. CARGADOR DE BATERIAS**
Mantiene la carga de la batería aunque la planta eléctrica se mantenga apagada, y esté siempre lista para operar cuando se requiera.


- 3. RELEVADORES**
Permite controlar uno o varios circuitos de mayor potencia y así proteger nuestros diferentes módulos de tablero.


- 4. MICRO INTERRUPTORES**
Su función es proteger los distintos elementos del tablero y nos permiten simular una falla total de una o varias fases de alimentación directamente en el tablero.


- 5. UNIDAD BASICA DE TRANSFERENCIA (UBT)**
Es la encargada de conmutar entre la alimentación principal y el generador de emergencia para alimentar la carga. Aquí conectamos los cables de fuerza.


- 6. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE (donas)**
Miden la corriente (carga) a través del campo magnético, esto sin interrumpir el paso de los cables, y envía una señal variable al módulo de control para interpretar en amperes.


- 7. GABINETE**
Se fabrica bajo distintas clasificaciones NEMA, esto es, el nivel de protección frente ambientes donde va a trabajar el equipo, y mantiene todo el sistema estable.



 www.kosov.com.mx
Marca Registrada

Ilustración 11. Componentes básicos del tablero de control y transferencia

Fuente: Kosov.com.mx

2.6.1 Componentes básicos del tablero de control y transferencia.

- **Módulo de control:** Es el cerebro del sistema, detecta alguna posible falla o variación de voltaje, enciende y apaga la planta eléctrica, monitorea parámetros de protección del equipo.
- **Cargador de baterías:** Mantiene la carga de la batería, aunque la planta eléctrica se mantenga apagada y esté lista para operar cuando se requiera.
- **Relevadores:** Permite controlar uno o varios circuitos de mayor potencia y así proteger nuestros diferentes módulos de tablero.
- **Micro-Interruptores:** Su función es proteger los distintos elementos del tablero y nos permiten simular una falla total de una o varias fases de alimentación directamente en el

tablero.

- Unidad básica de transferencia: Es la encargada de conmutar entre la alimentación principal y el generador de emergencia para alimentar la carga. Aquí conectamos los cables de fuerza.
- Transformadores de corriente. Miden la corriente (carga) a través del campo magnético, esto sin interrumpir el paso de los cables, y envía una señal variable al módulo de control para interpretar en amperes.
- Gabinete: Se fabrica bajo distintas clasificaciones NEMA, esto es, el nivel de protección frente ambientes donde va a trabajar el equipo, y mantiene todo el sistema estable.

2.7 Fuentes de energía.

Las cargas del EES, deberán ser alimentadas por al menos dos fuentes de energía independientes, y una de las fuentes deberá estar ubicada en la instalación. La fuente normal, que generalmente es la fuente suministrada por el servicio público, se debe dimensionar para servir a todo el sistema eléctrico junto con una o varias fuentes alternativas para usar cuando se interrumpe la fuente normal de energía.

2.7.1 Fuente de energía normal:

Se considerará que el servicio de fuente dual de servicios públicos proporciona niveles más altos de continuidad y fiabilidad del servicio. Los múltiples servicios independientes que se proporcionan desde diferentes subestaciones o fuentes de servicios públicos deben estar debidamente interconectados y protegidos según los requisitos de la empresa de servicios públicos para evitar la conexión en paralelo de los alimentadores de servicios públicos.

2.7.2 Fuente de energía alternativa:

La fuente de energía alternativa será un generador accionado por alguna forma de motores primarios y ubicado en la instalación. La ubicación de los generadores se debe coordinar cuidadosamente para mantener la separación adecuada entre los equipos de servicios públicos entrantes y los generadores para garantizar que la falla de una fuente no afecte a la otra. También se recomienda mantener los generadores lo más alejados posible de la admisión de aire exterior y de las unidades de aire acondicionado para evitar que el escape del generador ingrese al edificio y

para minimizar la exposición a altos niveles de ruido. El escape y el ruido del generador son problemas serios que se deben abordar cuidadosamente en cada proyecto, particularmente en los proyectos cerca de vecindarios residenciales.

Desafortunadamente, los requisitos establecidos para la capacidad de combustible y el tiempo de funcionamiento del generador no son consistentes entre los códigos y las normas relevantes.

2.7.3 Sistema de alimentación ininterrumpida:

Un sistema de alimentación ininterrumpida, conocido internacionalmente como UPS por sus siglas en inglés (Uninterruptible Power Supply), es un dispositivo cuya función principal es garantizar el suministro eléctrico continuo, estable y libre de perturbaciones a los equipos conectados, aun cuando se produzcan fallas o cortes en la red eléctrica principal, actúa como una fuente de energía de respuesta inmediata, capaz de mantener la operación de los equipos durante el intervalo de tiempo que tarda en entrar en funcionamiento la planta eléctrica de emergencia.

De acuerdo con la NFPA 99, los sistemas eléctricos esenciales en centros de salud deben garantizar energía continua a las áreas críticas, por lo que la incorporación de UPS es obligatoria para alimentar equipos de soporte vital, sistemas de diagnóstico, equipos de comunicación, servidores de información médica y sistemas de seguridad mientras el generador de emergencia completa el arranque y transfiere la carga (Eaton, 2021).

Los sistemas UPS, se clasifican en distintos tipos según su principio de funcionamiento: Stand-by, Line-Interactive, Simple Conversión, Conversión Delta y Doble Conversión. Los sistemas de doble conversión (on-line) son los más recomendados para entornos hospitalarios, ya que garantizan un tiempo de conmutación nulo (0 ms) y una forma de onda de salida senoidal, adecuada para equipos médicos sensibles. Los sistemas interactivos presentan tiempos de transferencia entre 2 y 6 ms, mientras que los stand-by entre 8 y 12 ms, lo cual los hace inadecuados para equipos críticos.

En un entorno hospitalario, la protección y continuidad de equipos médicos vitales exige que la UPS tenga un tiempo de conmutación extremadamente corto. Existen diversas configuraciones de UPS, cada una con características específicas en cuanto a tiempo de conmutación y rendimiento. La siguiente Tabla 1, compara tiempos de conmutación en función del tipo de tecnología y su

capacidad de respuesta en escenarios reales.

Tipo de UPS	Tiempo de conmutación (ms)	Aplicaciones recomendada	Norma referenciada
Stand-by (Off-line)	8 a 12	Equipos no críticos	NFPA 99 / NEC 700
Line- Interactive	2 a 6	Oficinas y TI secundaria	NFPA 99
Simple conversión	0 a 2	Laboratorios / sistemas intermedios	NFPA 99 / NEC 517
Doble conversión	0	Equipos médicos críticos, quirófanos	NFPA 99 / NFPA 110

En una clínica o centro médico con equipos biomédicos sensibles, el sistema de respaldo debe garantizar continuidad eléctrica absoluta. Al producirse un fallo de red, las UPS on-line mantienen la tensión sin interrupción mientras el generador arranca y se estabiliza. El ATS realiza la transferencia automática en menos de 10 segundos, conforme al estándar NFPA 110 para el Tipo 10. Los equipos médicos de soporte vital, laboratorios y sistemas de comunicación deben estar conectados a las ramas línea de vida y crítico del Sistema Eléctrico Esencial (EES).

2.8 Operación y prueba.

En NFPA 99 ahora se incluye un lenguaje claro que requiere que los fabricantes de equipos incluyan manuales útiles para el operador y el mantenimiento.

Las pruebas de potencia de emergencia realizadas periódicamente y durante las condiciones de carga máxima anticipada son muy importantes en los hospitales para garantizar que el EPSS (Sistema de Suministro de Energía de Emergencia) pueda suministrar el servicio dentro del tiempo y la duración requeridos, como se describe en NFPA 110: Capítulo 8, Mantenimiento de rutina y pruebas operativas (National Fire Protection Association, 2025).

En los últimos años, muchas instalaciones han optado por incluir SCADA, como parte del sistema de control de potencia de emergencia para brindar monitoreo y pruebas interactivos, no solo para cumplir con todas las reglamentaciones, sino, lo que es más importante, para mejorar la fiabilidad general del sistema y para ahorrar en costos operativos.

Los hospitales, en virtud de su negocio y funcionamiento, son considerados como un lugar de curación y cuidado por los miembros de la comunidad. Por lo tanto, a diferencia de otros edificios, se espera que los hospitales mantengan y continúen su funcionamiento sin interrupciones ni largas demoras. El bienestar y la vida misma de los pacientes a menudo dependen del desempeño del EES. El diseño de sistemas de potencia de respaldo y de emergencia en hospitales no solo debe depender de los requisitos establecidos en los códigos y normas, sino que el ingeniero también debe considerar cómo se puede mejorar el diseño con medidas para mejorar la resiliencia del sistema y sostener las operaciones durante desastres naturales y otras crisis (Davoudi).

Como se mencionó anteriormente, el sistema eléctrico del hospital es muy complejo y debe cumplir con varios códigos y normas que han sufrido grandes cambios en los últimos años. Es probable que esta tendencia de códigos y normas drásticamente actualizados continúe debido a los cambios en la tecnología, la disponibilidad de recursos naturales y las nuevas lecciones aprendidas.

2.9 Códigos y normas internacionales y nacionales aplicables.

Existen varios códigos y normas que rigen los requisitos de potencia de emergencia para los (hospitales) centros médicos, entre ellos se encuentran.

2.9.1 NFPA 70: Código Eléctrico Nacional, NEC.

El NEC 70 es un código de referencia internacional que estandariza las condiciones para diseño, instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos, con el objetivo de proteger a las personas y a las propiedades contra riesgos de incendio y eléctricos. En su versión adoptada por Costa Rica (NEC 2020, según el RTCR vigente), su aplicación es obligatoria para instalaciones hospitalarias. De este código se toman como referencia dos artículos esenciales para aplicar en la sustitución del generador de emergencia, el primero es el artículo 517 del NEC el cual aborda directamente las instalaciones eléctricas en establecimientos de atención médica, estableciendo la necesidad de un sistema eléctrico esencial (EES) segmentado en ramas que aseguren el suministro continuo a funciones críticas como la iluminación de salida, los equipos de soporte vital, sistemas de comunicaciones y equipos clínicos esenciales.

Y el segundo, es el artículo 700, el cual regula los sistemas eléctricos de emergencia, incluyendo los requerimientos para el arranque automático del generador, la transferencia de carga en menos de 10 segundos y la independencia del sistema respecto a la red eléctrica convencional.

Este artículo establece los criterios de instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de emergencia, los cuales comprenden los circuitos y equipos que deben ser alimentados, distribuidos y controlados para proveer iluminación y potencia esencial en edificaciones donde la pérdida del suministro eléctrico normal comprometería la seguridad de las personas o el funcionamiento crítico de los servicios (Association, National Electrical Code (NEC). , 2020).

2.9.2 NFPA 99: Código de instalaciones de cuidado de la salud.

Establece los criterios mínimos para la instalación, el desempeño y la operación de una amplia gama de sistemas y equipos en las instalaciones de salud para garantizar la seguridad de los pacientes, del personal y del público frente a fallas eléctricas, incendios y otros peligros. En lugar de basarse exclusivamente en el tipo de ocupación esta normativa introduce un enfoque basado en el riesgo categorizando los espacios hospitalarios de acuerdo con el impacto potencial que una falla de los sistemas podría tener en la vida humana.

La NFPA 99 clasifica los espacios en cuatro categorías de riesgo:

- Categoría 1: Fallas podrían causar la muerte o daños severos.
- Categoría 2: Fallas podrían causar lesiones menores.
- Categoría 3 y 4: Menor riesgo, usualmente no requieren respaldo crítico.

Los hospitales, en su mayoría, caen dentro de la Categoría de riesgo 1, donde se espera que los equipos y sistemas funcionen y estén disponibles en todo momento, y es probable que su falla cause lesiones graves o la muerte a los pacientes, al personal o a los visitantes. Por otro lado, los espacios de Categoría 2 son áreas del hospital donde es probable que la falla del equipo o de un sistema cause lesiones menores a los pacientes, al personal o a los visitantes, pero sin riesgo para la vida. Según el tipo de requisitos del EES, se divide en tres ramales separados los cuales son los de seguridad de vida, crítico y de equipos, según la edición 2020 de NEC (Association, 2023).

2.9.2.1 Ramas de EES.

El EES para hospitales constará de ramas separadas para permitir la transferencia secuencial de energía desde la fuente normal a una fuente alterna para bloques de cargas en orden de prioridad y naturaleza crítica de las cargas. Los requisitos del artículo 517 de NEC son consistentes con NFPA 99 para EES Tipo 1, y se componen de tres ramas separadas (seguridad de vida, crítica y equipo). Sin embargo, EES Tipo 2, que se compone de dos ramas separadas (seguridad de vida y equipo), solo se menciona en NFPA 99. Los espacios de Categoría 2, pueden ser atendidos por un EES Tipo 1 que esté sirviendo a los espacios de Categoría 1 en la misma instalación. En general, hay muy pocas diferencias entre EES Tipo 1 y Tipo 2, con la excepción de la energía crítica y cómo se distribuye la energía en toda la instalación.

Las ramas críticas y de seguridad de vida se mantendrán independientes de todo otro cableado y equipo. El cableado de las ramas críticas y de seguridad de vida debe estar protegido mecánicamente por canales para conductores eléctricos, como se define en NEC.

Las cargas de ramas críticas y de seguridad de vida se instalarán y conectarán a la fuente alternativa de energía de manera que la energía se restablezca automáticamente a estas cargas dentro de los 10 segundos posteriores a la interrupción de la energía. Las cargas de la rama del equipo se deben instalar y conectar a la fuente de energía alternativa en intervalos de tiempo apropiados después de la interrupción de la energía a través de una conexión automática o manual retrasada según lo prescrito por el código (Davoudi).

2.9.2.2 Rama de seguridad de vida.

La rama de seguridad de vida del EES proporciona energía a aquellas funciones o sistemas de advertencia que se requieren para permitir que los ocupantes del edificio abandonen el edificio de manera segura en caso de emergencia. La rama de seguridad de vida está limitada solo a funciones seleccionadas conectadas a ella, incluida la iluminación de medios de salida, señales de salida, alarma contra incendios, alarmas de gas médico, comunicaciones, cargas seleccionadas relacionadas con el generador y las ubicaciones del interruptor de transferencia, y puertas automáticas utilizadas para salir del edificio

2.9.2.3 Rama crítica.

La rama crítica está diseñada para atender una cantidad limitada de cargas que tienen un impacto inmediato en el bienestar de los pacientes o que son esenciales para la funcionalidad clínica del propio centro de atención médica. La rama crítica deberá suministrar energía para la iluminación de tareas, equipos fijos, receptáculos selectos y circuitos de potencia especiales que sirvan funciones relacionadas con el cuidado del paciente. Entre las funciones y espacios que requieren receptáculos e iluminación de rama crítica se encuentran los lugares de anestesia (quirófanos y salas de procedimientos), las enfermerías, las habitaciones de los pacientes, los laboratorios de angiografía y cateterismo cardíaco, los sistemas de llamada de enfermería y los puestos de enfermería, la preparación de la medicación y la farmacia, los sistemas de comunicación y otras áreas especializadas de atención al paciente.

2.9.2.4 Rama de equipamiento.

La rama de equipamiento atiende esencialmente las cargas mecánicas requeridas para el soporte de las actividades clínicas. Las cargas asociadas con esta rama consisten predominantemente en equipos multifásicos como motores, compresores, bombas y ventiladores que introducen altas corrientes de irrupción durante la operación. Se dispondrán para la transferencia retardada automática al EES de manera que permita el arranque secuencial para evitar el disparo de los dispositivos de protección contra sobre corriente (OCPD) y la sobrecarga de los generadores.

Los equipos que normalmente se conectan incluyen HVAC (ventilación, escape/control de humo y sistemas de presurización de escaleras), bombas de vacío y aire médico y otros sistemas que respaldan las funciones clínicas o del paciente. (Davoudi).

La CCSS no utiliza la NFPA 99 de manera oficial porque no es una norma incorporada al marco legal costarricense y ya existen regulaciones nacionales como el NEC que en conjunto con NFPA 70, 101 y 110 cubren las necesidades, sin embargo, se utilizan algunos criterios como referencia técnica pero referidos como buenas prácticas según la norma NFPA 110, por citar algunos:

- Pruebas a los generadores cada 20-40 días
- Contar con tres ramas de sistema eléctrico esencial (EES)
- Independencia física de ramas (canalizaciones, tableros separados)

- Integración con NFPA 110 para pruebas/operación
- Tiempo de transferencia $\leq 10s$

2.9.3 NFPA 101: Código de Seguridad Humana.

La NFPA 101, también conocida como el Código de Seguridad Humana (Life Safety Code), es una normativa emitida por la NFPA que establece criterios para proteger la vida de las personas en edificaciones ante situaciones de emergencia, particularmente incendios y fallas en los sistemas esenciales. Aunque no regula directamente el diseño o instalación de sistemas de generadores eléctricos, su aplicación está estrechamente vinculada a la función del sistema de generación de energía de emergencia, ya que define los requerimientos mínimos para mantener condiciones seguras de evacuación y funcionamiento de sistemas críticos cuando falla el suministro normal de electricidad.

En instalaciones del sector salud, la NFPA 101 tiene especial importancia debido a que establece que los sistemas de iluminación de emergencia y las señales de salida deben estar respaldados por una fuente de energía alternativa confiable. Según el artículo 7.9 de esta norma, la iluminación de los medios de salida debe mantenerse operativa por al menos 90 minutos (1,5 horas) en caso de interrupción del servicio eléctrico normal, siendo responsabilidad del sistema de respaldo (como un generador de emergencia) garantizar este funcionamiento continuo.

Además, el código exige que elementos como puertas automáticas utilizadas para la salida de emergencia, sistemas de comunicación, alarmas contra incendios y ventilación de emergencia también dispongan de respaldo eléctrico para evitar fallas operativas que puedan obstaculizar una evacuación segura. Esto implica que el generador de emergencia a instalar debe estar dimensionado no solo para soportar cargas críticas médicas, sino también aquellas funciones de seguridad humana reguladas por NFPA 101.

Cabe destacar que esta normativa también establece lineamientos para la separación de rutas de evacuación, materiales resistentes al fuego, sistemas de control de humo y requisitos constructivos que deben ser contemplados en conjunto con los sistemas de respaldo eléctrico. En ese sentido, la correcta selección e instalación del generador no solo debe cumplir con NFPA 70, 99 y 110, sino también con los criterios de resiliencia operativa y protección de la vida humana establecidos en NFPA 101.

La integración de estas exigencias asegura que, ante una falla del sistema eléctrico principal, la

clínica continúe ofreciendo condiciones seguras de evacuación, minimizando riesgos para pacientes, personal y visitantes. Además, refuerza la necesidad de contar con pruebas periódicas, mantenimientos y verificaciones de funcionamiento que garanticen el cumplimiento de estos estándares (National Fire Protection Association, 2024).

2.9.4 NFPA 110: Norma para Sistemas de Energía de Emergencia y de Reserva.

La NFPA 110: Standard for Emergency and Standby Power Systems (Norma para Sistemas de Energía de Emergencia y de Reserva) proporciona los requisitos técnicos específicos para el diseño, instalación, operación, mantenimiento y pruebas de los sistemas de potencia de emergencia. Su aplicación en el contexto hospitalario es crítica, especialmente para garantizar la continuidad de los servicios esenciales en situaciones de corte eléctrico.

Esta norma clasifica los sistemas en dos niveles principales:

- Nivel 1: Sistemas cuya falla podría provocar la pérdida de vidas humanas. Se aplican a áreas como quirófanos, cuidados intensivos, soporte vital y alarmas de incendio.
- Nivel 2: Sistemas cuya falla no implica riesgo directo a la vida, pero cuya interrupción afectaría la operación normal del hospital (iluminación general, HVAC, etc.).

Asimismo, la NFPA 110 establece los tiempos máximos permitidos para la transferencia de carga, que deben ser inferiores a 10 segundos en sistemas de Nivel 1. También determina que los generadores deben tener capacidad de funcionamiento continuo, respaldado por combustible almacenado para operar durante al menos 96 horas (aunque este valor puede variar según la autoridad competente) (National Fire Protection Association, 2025).

Entre los aspectos técnicos que regula esta norma destacan:

- Clasificación del sistema como Tipo, Clase y Nivel (por ejemplo, Tipo 10, Clase X, Nivel 1).
- Especificaciones sobre la ubicación del generador, ventilación, control del ruido, y seguridad en la manipulación de combustible.
- Lineamientos para la prueba periódica del generador bajo carga, registro de mantenimientos y alarmas por bajo nivel de combustible.

La implementación de NFPA 110 es esencial para garantizar que el nuevo generador de emergencia responda de forma eficaz ante fallas eléctricas, con los más altos niveles de confiabilidad,

autonomía energética y facilidad de operación.

2.9.5 Normativa nacional RTCR 458:2011 y su actualización con el NEC 2020.

En Costa Rica, el NEC ha sido oficializado mediante el Reglamento Técnico RTCR 458:2011, titulado "Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad". Este reglamento fue emitido como Decreto Ejecutivo N.º 36979-MEIC y estableció como obligatorio el cumplimiento del NEC 2011.

Sin embargo, mediante el Decreto Ejecutivo N.º 41705-MINAE, publicado el 10 de julio de 2024, se oficializó la adopción de la versión más actualizada: NEC 2020, como reglamento técnico obligatorio para todo el país. Este cambio moderniza el marco normativo nacional, alineándolo con las mejores prácticas internacionales en materia de instalaciones eléctricas, especialmente en sectores sensibles como el de la salud.

La adopción del NEC 2020 implica para este proyecto:

- Cumplimiento actualizado con estándares más exigentes de seguridad y confiabilidad.
- Alineamiento con nuevas disposiciones en sistemas de emergencia, iluminación esencial, protecciones diferenciales y clasificación de zonas.
- Revisión obligatoria de planos y memorias eléctricas con base en esta nueva versión por parte del CFIA y entidades fiscalizadoras (Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), 2024).

2.9.6 Guía Evaluación y Planificación del Reemplazo del Equipo Industrial GIT-DMI-GT001.

La CCSS, es una entidad que vela por la seguridad y el bienestar social de cada uno de los habitantes de este país, para poder ser consecuente con sus actos, la Institución tiene dentro de su gama de funciones, estar a la vanguardia en todo tipo de tecnología tanto médico como industrial. Estos activos son de gran importancia y valor para cada una de las unidades usuarias en las cuales se presta un servicio al usuario final, el paciente.

Dada la relevancia para la CCSS, en la cual se debe mantener y mejorar la calidad del servicio brindado, es que la Institución debe contar con herramientas y recursos de una manera eficiente y oportuna necesarios para realizar los diferentes procesos de evaluación y planificación de los

respectivos equipos o sistemas industriales (Dirección de Mantenimiento Institucional, 2022).

Este documento establece los criterios de valor, que mediante un resultado cuantitativo, sirven de insumo para la toma de decisiones, en cuanto al momento oportuno para la planificación del reemplazo del equipamiento industrial que aún no ha cumplido su vida útil; siendo una guía que permite a las unidades de la institución, elaborar un estudio objetivo y preciso del equipo que se considere sustituir, sin requerir necesariamente la asesoría del personal del nivel central, agilizando de esta forma el proceso de sustitución.

Asimismo, permite aligerar el proceso de sustitución para aquellos equipos que ya cumplieron o superaron su vida útil, o bien cuando no cumpla con el uso, la demanda y/o calidad requerida.

La CCSS, establece sus propios reglamentos técnicos internos los cuales son de aplicación obligatoria en todos sus establecimientos.

Entre los criterios establecidos en la guía destacan:

- Evaluación del estado mecánico, eléctrico y estructural del generador.
- Revisión de su historial de mantenimiento y vida útil.
- Análisis de criticidad del equipo, considerando su impacto en los servicios de salud.
- Cumplimiento con las normas NFPA 110 para la clasificación del sistema.
- Registro detallado de cada prueba, su fecha, condiciones de operación y observaciones.

De acuerdo con esta guía, el reemplazo de un generador no solo responde a un criterio de falla, sino al cumplimiento de su vida útil técnica y normativa. En el caso del generador actual de la Clínica Integrada de Tibás, se ha determinado que ha superado su ciclo de vida útil operativa, conforme a los registros de mantenimiento histórico, la antigüedad del equipo, la condición técnica actual y la normativa vigente, lo que justifica plenamente su sustitución conforme a los criterios de planificación y gestión del equipo establecidos por la CCSS.

Por lo tanto, el proyecto de sustitución del generador no solo responde a una necesidad técnica, sino a un cumplimiento explícito del marco normativo interno de la CCSS.

Criterio de Búsqueda	
Nº Placa:	349243
Datos Generales Otros Datos Situación Financiera	
Montos Históricos Valor Inicial: €91.832,75 Depreciación Acumulada: €91.832,75 Valor Actual: €0,00	Montos Revaluados Valor Inicial: €99.460,10 Depreciación Acumulada: €99.460,10 Valor Actual: €0,00
Cifras Resumen Valor Reposición: €191.292,85 Días Depreciados: 3653 Periodos Revaluados: 10 Tasa Depreciación: 10	Proyección Vida Útil Vida Útil Años: 10 Vida Útil Meses: 120 Vida Útil Días: 3653
TOTALMENTE DEPRECIADO	

Ilustración 12. Información depreciación equipo industrial, generador de emergencia

Fuente: CCSS

Criterio de Búsqueda	
Nº Placa:	349243
Datos Generales Otros Datos Situación Financiera	
Fecha Ingreso Inventario: 30/01/1992 Clasificación Bien: TANGIBLE Código Bien: 7 60 5 100	Estado Actual: EN USO PLANTA ELECTRICA DE ENERGIA DE 60 HZ. TRIFÁSICO
Ubicación Unidad Ejecutora: 2219 AREA SALUD DE TIBAS (COOPESAIN) Servicio: 830 MANTENIMIENTO Centro Costo: 2219302010 ADMINISTRACION-ADMINISTRACION Localización: 1 MANTENIMIENTO Responsable: 0 111240602 MARIA AUXILIADORA BONILLA CASCANTE	
Descripción: PLANTA ELECTRICA	

Ilustración 13. Información de equipo industrial, generador de emergencia

Fuente: CCSS

2.10 Inversión en Sustitución del Generador de Emergencia

La inversión en la sustitución del generador de emergencia en una instalación médica como la Clínica trasciende el análisis financiero tradicional. Aunque implica un gasto inicial considerable, la naturaleza crítica de los servicios que brinda un centro de salud convierte esta inversión en una decisión estratégica orientada a salvaguardar la vida humana, asegurar la continuidad operativa y

cumplir con normativas técnicas obligatorias.

Desde la perspectiva de la CCSS, la justificación principal no radica en el retorno financiero inmediato, sino en la mitigación de riesgos asociados a la interrupción de servicios esenciales. El sistema de generación eléctrica de emergencia es crucial para garantizar el funcionamiento ininterrumpido de equipos de soporte vital, iluminación de seguridad, sistemas de comunicación, climatización, bombas de vacío, alarmas y otras tecnologías médicas que respaldan la atención continua al paciente.

Bajo este enfoque, el análisis de factibilidad de la sustitución se evaluará con base en el indicador CAUE (Costo Anual Uniforme Equivalente), que permitirá valorar la eficiencia económica del proyecto considerando la vida útil esperada del nuevo generador y sus costos de operación, mantenimiento y reposición.

2.10.1 Indicadores Financieros

Entre los indicadores financieros que sirven para clarificar la factibilidad económica que presentan los proyectos se encuentran el VAN y la TIR. Aunque para este trabajo se estarán usando los indicadores CAUE, CAPEX y OPEX

VAN = Valor Actual neto.

TIR = Tasa Interna de Retorno.

CAUE = Costo Anual Uniforme Equivalente

CAPEX = Gasto o inversión del capital (Capital Expenditure)

OPEX = Costos de Operación y Mantenimiento

VAC = Valor actual de costos

2.10.1.1 Valor Actual Neto

El VAN mide la deseabilidad de un proyecto en términos absolutos. Calcula la cantidad total en que ha aumentado el capital como consecuencia del proyecto. (Rocabert, 2007). El Valor Actual Neto (VAN) es el método más conocido para evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Actual Neto nos permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. (Revelo, 2018). La fórmula del Valor Actual Neto es:

Ecuación 1. Fórmula para calcular VAN

$$VAN = -A + \frac{F1}{(1+I)^1} + \frac{F2}{(1+I)^2} + \frac{F3}{(1+I)^3} + \frac{F4}{(1+I)^4} + \dots + \frac{Fn}{(1+I)^n}$$

Donde:

A: Inversión Inicial

F: Flujo de pago

i: Tasa de interés. (Revelo, 2018)

Mediante el estudio y aplicación del VAN a un proyecto de inversión se proporciona una herramienta cuantitativa al director financiero para que respalde su decisión y halle una disminución del riesgo, puesto que el valor presente neto utiliza una tasa que representa al mismo, brindándole un nivel de seguridad satisfactorio para invertir, y disponer a dirigir actividades, recursos, materiales, talento humano, y todo lo pertinente para llevar a cabo dicho proyecto. (Orlando, 2016) Es aquí donde radica la importancia del VAN en que, a pesar de ser un valor positivo, le presenta al empresario una expectativa, y responde si es o no conveniente, porque el negocio es confiable, pero ¿conviene? Y eso es lo que muchos inversionistas quieren saber. Entonces la aplicación del y estudio del VAN resulta eficaz para que se aprecie tal situación y determinar si es conveniente invertir. (Orlando, 2016)

2.10.1.2 Tasa Interna de Retorno

La TIR, expresa el crecimiento del capital en términos relativos y determina la tasa de crecimiento del capital por período (Rocabert, 2007). Es otro criterio utilizado para la toma de decisiones sobre los proyectos de inversión y financiamiento. Se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos. Es la tasa de interés que, utilizada en el cálculo del Valor Actual Neto, hace que este sea igual a 0. El argumento básico que respalda a este método es que señala el rendimiento generado por los fondos invertidos en el proyecto en una sola cifra que resume las condiciones y méritos de aquél. (Mete, 2014).

Al no depender de las condiciones que prevalecen en el mercado financiero, se la denomina tasa interna de rendimiento que es la cifra interna o intrínseca del proyecto. Es decir, mide el rendimiento del dinero mantenido en el proyecto, y no depende de otra cosa que no sean los flujos

de efectivo de aquél. (Mete, 2014).

La fórmula de la Tasa Interna de Retorno es:

Ecuación 2. Fórmula para calcular TIR.

$$TIR = i_1 + \frac{[(i_2 - i_1) * (VAN_1)]}{[ABS * (VAN_2 - VAN_1)]}$$

Donde:

i_1 = Tasa de interés con el VAN positivo.

i_2 = La tasa de interés con el VAN negativo.

VAN_1 = Valor actual neto positivo.

VAN_2 = Valor actual neto negativo.

ABS = Valor absoluto de los VAN, esto sin tener en cuenta el signo negativo (Ross, Zesterfield, & Jaffe, 2010).

Resulta importante porque se puede enfocar en la ganancia o también se puede saber si se va a ganar o perder. Sin embargo, su importancia permite conocer en forma rápida la liquidez de la empresa, entregando una información clave que ayuda a tomar decisiones tales como, ¿Cuánto se puede comprar de mercadería? ¿Se puede comprar al contado o es necesario solicitar crédito? ¿Se debe cobrar al contado o es posible otorgar crédito? ¿Se puede pagar las deudas en su fecha de vencimiento o se debe pedir un refinanciamiento? ¿Se puede invertir el excedente de dinero en nuevas inversiones? (Dolores, 2016).

En general es posible concluir que el VAN es una herramienta que permite conocer cuánto vale una inversión en el futuro. Además, cuando es positivo indica que, dadas las circunstancias de la demanda, inflación, riesgo que tiene el proyecto y todo el entorno económico se obtiene rentabilidad, es decir, que el proyecto es atractivo. En el caso contrario si se tiene un VAN negativo no se debe considerar válida dicha inversión, por lo que se debe considerar la inversión que tenga un valor actual neto positivo.

La TIR indica la rentabilidad promedio que genera el capital que permanece invertido en el proyecto. Entonces se puede afirmar que un proyecto de inversión resulta factible financieramente cuando en todo momento provee saldos positivos, o sea, si existe suficiente dinero para financiar los gastos de la inversión que implica si se va a poner en marcha o no la operación.

2.10.1.3 Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)

Para evaluar y comparar las alternativas de ahorro (propuesta retadora) frente a la situación actual (defensora), se calcula el costo anual uniforme equivalente (CAUE) del cada activo retador versus el CAUE de lo actual.

El CAUE significa que todos los ingresos y desembolsos, deben convertirse en una cantidad anual uniforme equivalente (es decir, una cantidad al final del período) que es la misma cada período. La ventaja principal de este método sobre los otros es que no requiere que la comparación se lleve a cabo sobre el mínimo común múltiplo cuando las alternativas tienen diferentes vidas útiles. Es decir, el CAUE de una alternativa debe calcularse para un ciclo de vida solamente.

El método para calcular el CAUE se denomina “método del fondo de amortización de salvamento”. En el método del fondo de amortización de salvamento, el costo inicial (P) se convierte primero en un costo anual uniforme equivalente utilizando el factor A/P. El valor de salvamento, después de su conversión a un costo uniforme equivalente, mediante el factor A/F (fondo de amortización), se resta del costo anual equivalente el primer costo. Los cálculos pueden presentarse mediante la ecuación general:

Ecuación 3. Fórmula para calcular CAUE.

$$CAUE = VAN * \frac{(1 + i)^n * i}{(1 + i)^n - 1}$$

Naturalmente, si la alternativa tiene otro flujo de caja, debe incluirse en los cálculos del CAUE.

Donde:

VAN: Valor actual neto

n: plazo de tiempo

i: Tasa de interés

Para la comparación de la situación actual frente a las posibles alternativas de soluciones hay que tener en cuenta que los valores como el valor de salvamento (VS), costo inicial (P) y costo anual de operación (CAO), pueden ser todos diferentes de los datos originales. Esto no importa puesto que se utiliza el punto de vista del consultor y así se considera que la información previa no es

aplicable a la actual evaluación económica. Para las propuestas de solución el costo inicial (P) es el costo de los materiales esenciales para la puesta en marcha del proyecto y, además, la mano de obra que se necesita para instalar estas tecnologías. El valor de salvamento (VS) es el valor de canje o de reventa que puede tener el activo al cabo del horizonte de planificación, el horizonte de planificación (n) es la cantidad de tiempo en cual va a ser evaluado el proyecto, el costo operacional anual (CAO) es el costo anual por operar que para el caso de este proyecto se considera el costo por iluminar y la mantención que implican las tecnologías.

2.10.1.4 Costos de Inversión (CAPEX)

Llamado así por su nombre en inglés Capital Expenditure, el CAPEX es la inversión que se realiza para adquirir, mejorar, ampliar o alargar la vida útil de activos fijos, instalaciones, equipo, infraestructura o bienes que proporcionan servicios o producción durante varios años en una Institución. En este componente se registran y calendarizan todas aquellas inversiones previas a la puesta en marcha de un proyecto, es decir, se caracteriza por incluir todos los desembolsos anteriores y necesarios para la puesta en marcha de este. (CCSS, 2022)

Un CAPEX se ejecuta cuando un negocio invierte en la compra de un activo fijo o para añadir valor a un activo existente con una vida útil que se extiende más allá del año imponible.

Dentro de estos costos se encuentran las Inversiones Fijas y las Inversiones Diferidas:

Inversiones Fijas: Son todas aquellas inversiones que permanecen inmovilizadas durante la operación del proyecto y corresponden a los bienes tangibles, que son adquiridos generalmente al inicio del proyecto y por única vez. Tienen una vida de largo plazo y están sujetos a la depreciación y obsolescencia.

En las inversiones realizadas bajo este rubro se encuentran: Terrenos, Construcciones, Edificios, Maquinaria y equipos médicos e industriales (incluye valor de instalación), Mobiliario, Sistemas de Tratamiento de Aguas residuales y Obras Civiles (camino, parqueos, pasos cubiertos).

Inversiones diferidas: Se refieren a las inversiones que no tienen una existencia física más allá de documentos y conocimiento, su valor se limita a los derechos y beneficios que su posición le otorga al Proyecto, también se le conoce como **inversiones intangibles**, están sujetas a amortización y se

recuperan a largo plazo, por lo que no intervienen directamente en la producción de bienes y servicios. En las inversiones realizadas bajo este rubro se encuentran: Gastos de instalación y de organización, Cursos de operación (necesarios para poner en marcha el proyecto o equipos), Pago de permisos para el inicio del proyecto, Patentes, licencias, Diseños y planos; Regencia ambiental, Estudios previos como: (topográficos, caracterización de aguas, anteproyectos), Aplicaciones informáticas y Asesoría y supervisión técnica.

2.10.1.5 Costos de Operación y Mantenimiento (OPEX)

Son todos los costos en los que se incurren durante la etapa de operación, incluyendo la gestión de recursos humanos, servicios públicos, contrataciones por terceros (servicios de vigilancia, limpieza o zonas verdes y otras) materiales y suministros, mantenimiento preventivo y correctivo, transferencias corrientes (cargas sociales derivadas de la creación de las plazas, subsidios), costos de logística de abastecimiento, capacitaciones post operación (curso de mantenimiento), entre otros, los cuales son necesarios para garantizar la continuidad en la producción de los bienes o la prestación de servicios institucionales.. (CCSS, 2022)

En el ámbito público o institucional, estos gastos son los que consumen presupuesto operativo anual, y no generan un activo fijo nuevo, sino que mantienen el funcionamiento del sistema.

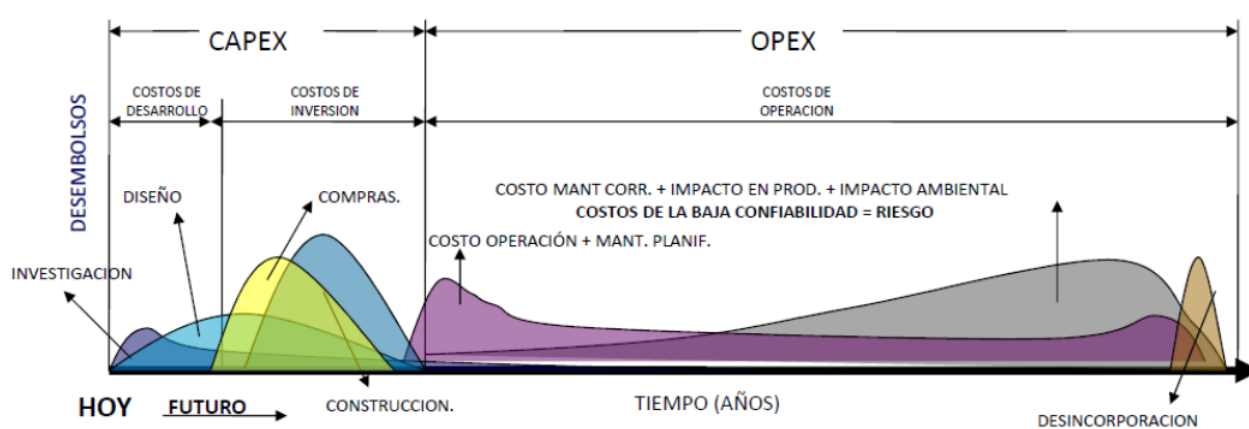


Ilustración 14 Elementos de costos del ciclo de vida de un activo

Fuente: ASSET Consulting

2.10.1.6 Valor actual de los costos (VAC)

El Valor Actual de los Costos (VAC) es un método financiero utilizado para comparar las alternativas de inversión considerando el valor del dinero en el tiempo. Permite llevar todos los costos futuros a su equivalente presente usando una tasa de descuento. Esta técnica es muy utilizada en ingeniería, economía, evaluación de proyectos públicos y costos de ciclo de vida.

El VAC permite llevar todos los flujos de costos tanto de inversión inicial como de operación, mantenimiento, reposición e incluso costos derivados de fallas o indisponibilidad a un mismo punto temporal mediante la aplicación de una tasa de descuento que refleja la inflación, el costo de oportunidad del capital o la tasa social recomendada para proyectos públicos. En este sentido, el VAC integra tanto el CAPEX (costos de inversión inicial como adquisición del equipo, instalación y adecuaciones), el OPEX (costos recurrentes de operación y mantenimiento), así como los costos de reemplazo de componentes cuya vida útil es menor que la del proyecto, tales como baterías, arrancadores, sistemas electrónicos o partes mecánicas, se calcula utilizando el flujo de costos, con el fin de comparar la oportunidad que ofrece el mercado de realizar la inversión que se requiere por el proyecto, en relación con otros proyectos o para comparar alternativas de igual vida útil, la fórmula es la siguiente:

$$VAC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

VAC = Valor actual de los costos

C t = Costos anuales del proyecto durante su vida

r = Tasa de Retorno Mínima Aceptable (TREMA)

t = Años de la vida del proyecto

0 = Año inicial del proyecto, en el cual comienza la fase de inversión

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto constituyen posibles caminos para abordar un problema de investigación, siendo todos válidos y aplicables de acuerdo con la naturaleza del objeto de estudio. De acuerdo con (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014), estos enfoques representan las mejores herramientas que ha desarrollado la humanidad para generar conocimiento, siendo seleccionados según las características del fenómeno que se desea analizar.

Considerando la problemática planteada en esta investigación con la necesidad de sustituir un generador de emergencia y contemplando los objetivos específicos, se eligió el enfoque cuantitativo. Esto debido a que el desarrollo del proyecto requiere la recolección y análisis de datos numéricos, como demandas eléctricas, condiciones operativas, cumplimiento normativo y evaluaciones económicas, lo cual se ajusta al problema técnico, al requerir la aplicación de herramientas objetivas para evaluar, dimensionar, diseñar y presupuestar un sistema de respaldo eléctrico hospitalario.

Tabla 1. *Matriz de conceptualización: Investigación con enfoque cuantitativo.*

Objetivo	Variable	Indicador	Definición conceptual	Definición operacional	Definición instrumental
Evaluar el estado actual del generador	Obsolescencia del generador	Cantidad de años en operación respecto de su vida útil	Grado de obsolescencia (%)	Años de uso del equipo / años de vida útil según $CCSS \times 100\%$	Lista de chequeo técnica, formulario de inspección, bitácora de mantenimiento, ficha técnica del generador y comparación con normativa vigente

Determinar los requerimientos eléctricos de los sistemas críticos y esenciales.	Carga eléctrica crítica (kW) o (kVA)	Potencia total demandada (kW)	Consumo de energía para garantizar la atención de los servicios médicos	Cargas eléctricas existentes + Cargas nuevas = Potencia Requerida x factor de crecimiento % = potencia demandada	Inventario de equipos, fichas técnicas, instrumentos de medición (amperímetro, multímetro) y hojas de cálculo (excel)
	Equipo con respaldo	Porcentaje de equipo que cuenta con respaldo (%)	Relación entre los equipos esenciales conectados al sistema de emergencia respecto el total de equipos críticos existentes	Cantidad de equipos respaldados al generador / cantidad de equipos críticos	Planos eléctricos, inspección técnica, registro de distribución de cargas, hojas de cálculo
Validar contra la norma NEC 70 el estado de la red eléctrica del circuito de emergencia.	Estado del circuito eléctrico de emergencia (%)	Porcentaje de circuitos, accesorios y tableros que no cumplen con la nueva normativa	Porcentaje de que equipos que cumplen con la normativa NEC 70	Porcentaje de elementos existentes que cumplen con la normativa / total de elementos x 100%	Inspección técnica basado en NEC 70, mediciones con equipo eléctrico, hojas de cálculo (excel)

Diseñar las adecuaciones eléctricas necesarias para la correcta instalación del nuevo generador	Carga del circuito eléctrico de emergencia (VA)	Carga total del circuito de emergencia	Sumatoria de cargas de los elementos críticos para el circuito de emergencia	Cargas de circuito eléctrico de emergencia x factor de crecimiento %	Software de diseño (AutoCAD, Dialux), fichas técnicas, normativa eléctrica
Evaluar técnica y económicamente los costos de adquisición, instalación y mantenimiento.	Costo de todo el sistema (\$)	Inversión total estimada por instalación completa	Valor monetario asociado al reemplazo del generador considerando adquisición, operación y mantenimiento futuro	Sumatorio de los costos de todos los elementos que constituyen el circuito de emergencia	Cotizaciones de proveedores, tabla de costos, análisis CAUE

3.1 Instrumentos

Para obtener los resultados deseados se tomarán en cuenta la información indispensable que brindan el personal de COOPESAIN, como lo son las entrevistas al personal de la Clínica, asesorías con profesionales de la CCSS tanto de la ARIM como de direcciones regionales, estudio de normas como NEC70 2020, NFPA 101, 110, 99, INTECO y mediciones de corriente, programa AutoCAD, Excel, entre otros.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE INVESTIGACIÓN

4.1 Evaluación estado actual del generador

4.1.1 Análisis de entrevistas

Las preguntas realizadas al jefe de mantenimiento (ver Apéndice A) tuvieron como objetivo determinar la existencia de una gestión formal de mantenimiento para la planta generadora de emergencia. A partir de las respuestas, se identificó que la clínica cuenta con una bitácora de mantenimiento, registros de diagnóstico y un programa de mantenimiento preventivo al día, lo cual facilita la gestión técnica del ingeniero responsable.

Se determinó también que, a pesar de contar con dicho mantenimiento, la adquisición de repuestos específicos presenta demoras de hasta dos meses, debido a la falta en stock, lo que retrasa las reparaciones cuando estas son necesarias.

En cuanto a la condición de la planta, se observa una buena integridad física, ya que se encuentra en funcionamiento y ha recibido reemplazos en algunas piezas originales. Sin embargo, su integridad operacional se ve comprometida cuando entran en funcionamiento simultáneamente los equipos de los consultorios de odontología y los sistemas de aire acondicionado de Farmacia y Laboratorio, momento en el que se presenta una caída de voltaje. Esto ocurre porque la demanda total supera la capacidad nominal de la planta 204kVA (163 kW).



Ilustración 15 Planta generadora, vista frontal

Fuente: Propia

En la entrevista realizada al ingeniero de la ARIM Central Norte (ver Apéndice B), se determinó que esta dependencia es la dirección regional de la CCSS encargada de velar porque la administración de COOPESAIN brinde el mantenimiento y garantice la seguridad de la infraestructura de la clínica. Por ende, constituye el ente oficial responsable de recibir y atender las notificaciones relacionadas con asuntos de mantenimiento, entre ellos, la sustitución de la planta generadora eléctrica por cumplimiento de su vida útil.

Dicha notificación se efectuó el 12 de diciembre de 2018, mediante el oficio DMI-3063-2018, en el cual se recomendó la sustitución de la planta generadora de emergencia y de la transferencia automática, ambas por haber sobrepasado su vida útil establecida. En ese momento, el equipo contaba con aproximadamente seis años más de operación que lo indicado en el “Instructivo para la evaluación y planificación del reemplazo del equipo médico e industrial”.

A la fecha actual, el generador presenta trece años por encima de su vida útil, lo que refuerza la necesidad técnica y operativa de su sustitución inmediata. A raíz de esta recomendación, se inició el proceso de valoración técnica y la elaboración de los formularios correspondientes para justificar su reemplazo.

Por solicitud expresa del ingeniero, se requiere que la sustitución de la planta generadora garantice el respaldo total (100%) de la clínica mediante el generador, de modo que la instalación pueda operar de forma autosuficiente ante un desastre natural y asegurar la continuidad de los servicios.

Además, se recomienda la renovación integral del sistema eléctrico, que incluye:

- el cambio de la acometida eléctrica desde el punto de ingreso por vía pública hasta la nueva planta mediante canalización subterránea,
- la sustitución de la subestación eléctrica,
- la actualización del diagrama unifilar,
- el cálculo de las nuevas cargas eléctricas,
- diseño de iluminación de emergencia,
- cambio de centros de carga y accesorios que cumplan con el NEC 2020 y
- la instalación de una transferencia automática actualizada, pese a que la existente fue modernizada en el año 2023

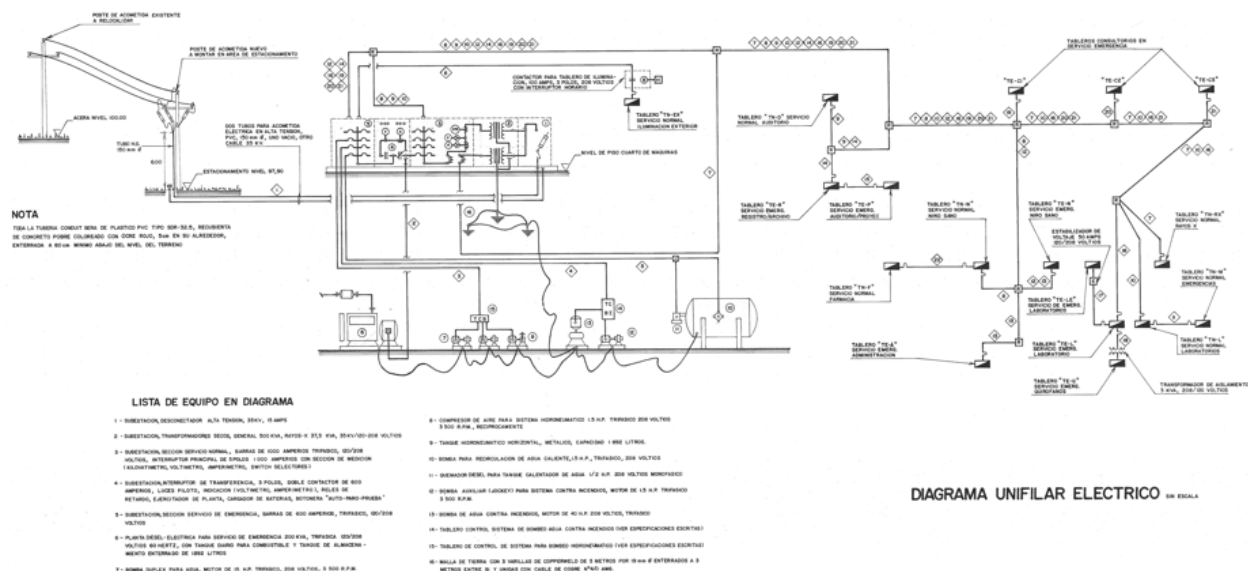


Ilustración 16 Diagrama unifilar planos originales

Fuente: Propia

4.1.2 Formulario de inspección

Con base en la instrucción emitida por la DMI, se debe utilizar la guía “Evaluación y Planificación del Reemplazo del Equipo Industrial (GIT-DMI-GT001)”, cuyo alcance es de carácter institucional y de acatamiento obligatorio para todas las dependencias de la CCSS. Su finalidad es servir como el primer paso hacia una planificación adecuada del proceso de sustitución del equipamiento industrial.

Esta guía debe aplicarse cuando el equipo industrial a evaluar se clasifique como de mediana o alta complejidad, según lo establecido en el Listado de equipos industriales clasificados por complejidad y vida útil. Asimismo, cuando la aplicación de las categorías de evaluación arroje como resultado “Reemplazo”, no será necesario continuar con los demás criterios establecidos en el instructivo (ver Apéndice C).

3. Alta Complejidad

Descripción	Código	Vida útil (años)
Aplanchador tipo industrial, según características y especificaciones	7-60-03-0020	15
Banco de gas médico.	7-60-02-0160	8
Bomba (compresor) de vacío médico triplex, con tanque vertical.	7-45-01-4000	10
Bomba de evacuación de gases anestésicos.	7-45-01-0314	10
Bomba de vacío	7-45-01-1256	10
Caldera, según tipo y especificaciones.	7-45-01-0450	25
Compresor de aire grado médico dúplex con tanque horizontal o vertical.	7-45-01-4001	10
Compresor de aire grado médico triplex o cuadruplex, con tanque horizontal o vertical.	7-45-01-4002	10
Elevador.	7-45-01-0900	20
Equipo generador de agua caliente con alimentación a gas LP.	7-60-01-0270	10
Equipo generador de agua caliente con alimentación a vapor.	7-60-01-0311	10
Equipo para la producción de agua caliente por medio de energía solar térmica.	7-60-01-0310	10
Fuente de potencia ininterrumpida (UPS) de 151 kVA a 200 kVA.	7-45-01-1017	10
Fuente ininterrumpida de potencia centralizada (UPS) de 30 a 60 kVA	7-45-01-1011	10
Fuente ininterrumpida de potencia centralizada (UPS) de 101 a 150 kVA.	7-45-01-1016	10
Fuente ininterrumpida de potencia centralizada (UPS) de 61 a 100 kVA.	7-45-01-1015	10
Interruptor de transferencia de 1200A	7-60-05-0151	15
Interruptor de transferencia para planta eléctrica, según características y especificaciones	7-60-05-0150	15
Lavadora de ropa, industrial.	7-60-03-0160	15
Manifold para suministro de óxido nitroso.	7-45-01-0306	10
Manifold para suministro de oxígeno medicinal.	7-45-01-0307	10
Panel fotovoltaico para la generación de energía eléctrica.	7-45-03-0010	10
Planta de agua helada	7-60-04-0140	20
Planta diésel eléctrica de energía.	7-60-05-0100	20
Planta eléctrica de emergencia (generador) de 500 kW a 1000 kW.	7-45-03-0040	20
Planta eléctrico de 45 kVA.	7-45-01-0045	20
Plataforma salva escaleras, según características y especificaciones.	7-45-01-2400	15
Sistema automatizado (túnel) de lavado y secado de ropa.	7-60-03-0600	15
Sistema de aire acondicionado tipo paquete.	7-45-01-0918	10
Sistema de vacío.	7-60-02-0380	10
Sistema de ventilación, según características y especificaciones.	7-45-01-1825	20

Ilustración 17 Listado de equipo de alta complejidad

Fuente: DMI, CCSS

La guía también establece que la herramienta no debe aplicarse en los casos en que los equipos industriales hayan alcanzado o superado su vida útil, conforme a lo indicado en el Listado de equipos industriales clasificados por complejidad y vida útil. En tales casos, se deberá completar el formulario denominado “Reemplazo de equipo industrial con vida útil cumplida” (ver Apéndice D)

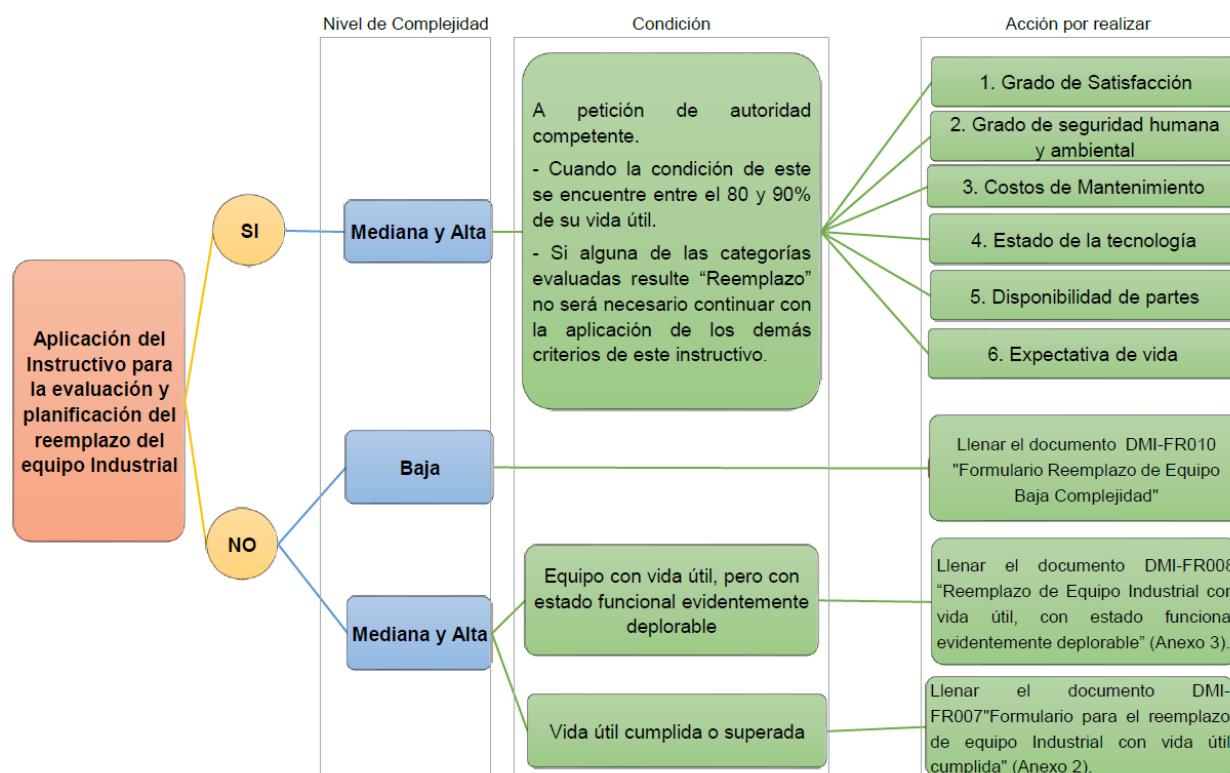


Ilustración 18 Procedimiento de aplicación de guía

Fuente: DMI, CCSS

Para esta revisión, se aplicó la guía como un ejercicio de verificación con el fin de evaluar el cumplimiento de los criterios establecidos. Sin embargo, prevalece el criterio de reemplazo por vida útil, el cual se considera como fundamento principal para la elaboración del presente proyecto.

4.1.2 Bitácora de Mantenimiento

Se realizó la revisión de la bitácora de mantenimiento ubicada en la Casa de Máquinas, destinada exclusivamente al registro de las intervenciones efectuadas al generador marca Caterpillar, modelo 3208. Este equipo cuenta con un plan de mantenimiento preventivo denominado "Plan de Energía", ejecutado por la empresa MATRA S.A. tres veces al año. Dicho plan contempla la inspección de parámetros eléctricos y mecánicos esenciales, tales como frecuencia, presión de aceite, voltaje de batería, carga aplicada, caída de voltaje y temperatura operativa, entre otros, con el fin de garantizar

la confiabilidad del sistema ante eventuales fallos de la red pública.

Con base en los registros disponibles, se elaboró un cuadro resumen de las actividades realizadas al equipo y se clasificaron las fallas reportadas en bajas, medias y altas, conforme a los criterios establecidos en la norma NFPA 110, específicamente en su Capítulo 8, que regula los procedimientos de mantenimiento, inspecciones rutinarias y pruebas a los sistemas de energía de emergencia (EPSS). Para la clasificación de severidad de fallas se aplicó un criterio basado en el impacto sobre la continuidad operativa del sistema, siguiendo las disposiciones de la NFPA 110, Capítulo 8 y el NEC 70 (2020), artículos referentes a generadores y sistemas de emergencia, como se detalla a continuación:

- **Falla alta:** compromete la funcionalidad total del sistema (transferencia, enfriamiento, arranque principal).
- **Falla media:** afecta la confiabilidad o genera riesgo de retardo en el arranque.
- **Falla baja:** no afecta la operación del sistema, pero corresponde a mantenimiento o sustitución de partes menores.

Asimismo, se incluyó el reporte de costos operativos de mantenimiento correspondientes al período del 2020–2025, evidenciando la frecuencia y magnitud de las intervenciones.

Cabe destacar que durante el año 2024 no se encontraron anotaciones en la bitácora física, aunque sí consta el registro del pago institucional por concepto del servicio de mantenimiento general, lo que indica que la ejecución fue realizada pero no documentada formalmente.

Por otra parte, en el año 2023 se efectuó una intervención mayor asociada al reemplazo del sistema de transferencia automática (ATS), debido a que el equipo existente no ejecutaba el cambio automático de fuente, lo que ocasionó varias contingencias en las que el personal administrativo debió realizar la conmutación manual. Esta situación representa un riesgo operativo y evidencia la necesidad de fortalecer la confiabilidad del sistema de respaldo eléctrico, conforme a los requerimientos de seguridad establecidos en la NFPA 110 y las buenas prácticas de operación en instalaciones de salud.

Bitácora Mantenimiento período (2020-2025)				
Fecha	Tarea realizada	Clasificación de falla	Norma/criterio aplicable	Costo anual de mantenimiento
24/1/2020	Cambio de aceite y filtros de Diesel	Falla menor	NFPA 110, cap. 8 (mantenimiento rutinario)	€3 894 888,07
25/2/2020	Cambio de batería y filtro de aire	Falla media	NFPA 110 Inspección semanal/mensual	
19/5/2020	Reparación e instalación del tanque de reserva del radiador	Falla alta	NFPA 110 Mat. Rutinaria del sistema de enfriamiento	
21/8/2020	Plan de energía	Falla media	NFPA 110 - ATS / mantenimiento correctivo	
26/10/2020	Se hace revisión del radiador y se determina fuga por el tanque, se desmonta y repara	Falla media	NFPA 110 - componente de enfriamiento / refrigeración crítica	
24/11/2020	Pruebas de verificación de aceite y refrigerante	Falla menor	NFPA 110 - mantenimiento rutinario	
5/2/2021	Plan de energía (cambio de aceite, mantenimiento preventivo al arrancador	Falla menor	NFPA 110 - mantenimiento preventivo	€2 476 206,12
14/5/2021	Inspección	Falla menor	NFPA 110 - inspección rutinaria	
11/6/2021	Reemplazo de arrancador eléctrico y pruebas de arranque	Falla media	NFPA 110 - arranque / falla media	
13/8/2021	Plan de energía (cambio de aceite y filtros, revisión de motor y generador	Falla menor	NFPA 110 - mantenimiento	
18/11/2021	Inspección	Falla menor	NFPA 110 - inspección rutinaria	
4/2/2022	Plan de energía (cambio filtros de aceite	Falla media	NFPA 110 - combustible / filtrado importante	€3 240 637,07
8/7/2022	Reemplazo de termostato y baterías, reemplazo de cableado del calentador	Falla media	NFPA 110 - batería / arranque critico	

19/8/2022	Plan de energía (cambio de aceite y filtros)	Falla menor	NFPA 110 - mantenimiento rutinario	
16/11/2022	Revisión fuga de aceite que proviene de la llave de drenado de aceite en el Carter	Falla media	NFPA 110 - lubricación / escape fuga de aceite relevante	
10/3/2023	Cambio de aceite y filtros del motor	Falla menor	NFPA 110 - mantenimiento rutinario	€6 622 470,14
19/5/2023	Inspección	Falla media	NFPA 110 - combustible / purga importante	
13/6/2023	Cambio del sistema transferencia (ATS)	Falla alta	NFPA 110 - Transferencia automática	
2024	Plan de energía (mantenimientos generales rutinarios)	Falla menor	NFPA 110 - mantenimiento rutinario	€1 015 178,66
7/2/2025	Plan de energía (cambio de aceite y filtros)	Falla media	NFPA 110 - baterías / arranque críticas	€1 093 180,21
Total				€18 342 560,27

4.1.3 Cumplimiento con la normativa vigente

Basado en los requerimientos mínimos del NEC70 (2020), la planta generadora de emergencia no cumple con lo siguiente:

- Art. 445 Marcado, instrucciones del fabricante y requisitos de instalación: El NEC repite la necesidad de que el equipo tenga marcado y documentación que permita dimensionar conductores, protecciones y tipo de puesta a tierra para este modelo las placas, capacidades y documentación original pueden ser incompletas o no cubrir prácticas actuales (por ejemplo neutrales reconectables, requerimientos de puesta a tierra, etc.
- 445.6 Listado: la edición 2020 añadió un requisito que obliga a que los generadores estacionarios de 600 V o menos sean “listados”, es decir, se encuentren certificados / ensayados por una entidad de certificaciones reconocida. Si bien es cierto muchos generadores antiguos fueron listados en su momento, en la norma 2020 se formaliza el requisito.

CATERPILLAR
M.R.

3078 GRUPO ELECTROGENO

POTENCIA 200 kVA 168 kW 0.8 COS φ

PRINCIPAL AUXILIAR 60 HERCIO

DATOS DEL GENERADOR

TRIFASICO CABLES 2 AÑO

ESTRELLA DELTA ZIGZAG

CONEXION SERIE PARALELO

GENERADOR 120/200 VOLTIOS 500 AMP

EXCITACION 50 VOLTIOS 20 AMP

1.5 TAMANO 1500 REV/MIN

MAX. ELEVACION DE TEMP. 130 °C POR RESISTENCIA

AISLACION DE CLASE F

JAUJA/CAJA

AL PEDIR REPUESTOS Y EN LA CORRESPONDENCIA, INCLUYA
NUMERO DE SERIE Y NUMERO DE PIEZA DE LA CHAPA
DE IDENTIFICACION DEL GENERADOR.

EL BASTIDOR DEL GENERADOR DEBE
CONECTARSE A TIERRA. Spanish 7W2917

Ilustración 19. Datos del generador

Fuente: Propia

- Art. 445.18 Medios de desconexión y parada de emergencia: unidades antiguas no cuentan con un dispositivo de parada remota conforme a 445.18(B) ni con los requisitos de bloqueo/etiquetado que el NEC exige desde ediciones recientes. Incluso si el generador tiene un interruptor, la ubicación, bloqueo y el mecanismo de reseteo mecánico que exige el NEC 2020 puede faltar.
- Art. 700 Equipos de emergencia: Los equipos de transferencia automática utilizados para sistemas de emergencia deben estar listados para uso en sistemas de emergencia, instalarse y configurarse para que sólo suministren cargas de emergencia, e identificarse adecuadamente, este generador estaba conectado con equipo de transferencia antiguo o no listado, se cambió en el año 2023, sin embargo su operación trabaja bajo la norma anterior.

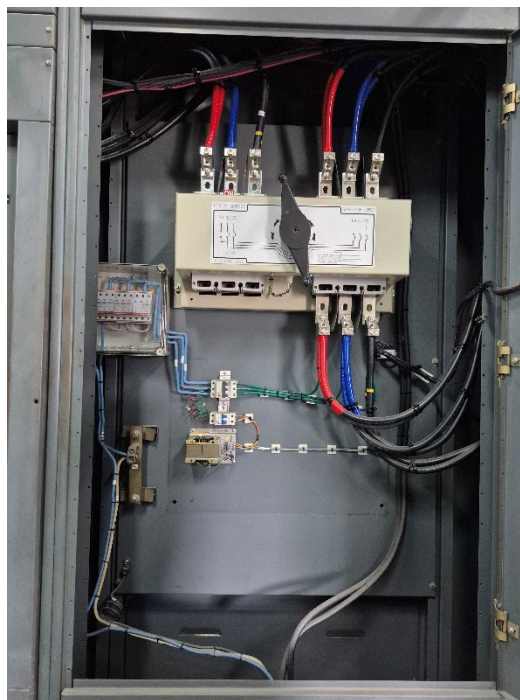


Ilustración 20. Transferencia automática

Fuente: Propia

4.1.3.1 Circuito de iluminación

Al realizar la inspección visual y técnica a los circuitos eléctricos ubicados en las distintas áreas que conforman la Clínica, se encontraron muchas deficiencias que afectan el funcionamiento óptimo de varios equipos y en algunos casos daño o avería. Adicional a esto se cuenta con mala iluminación, mala ubicación de componentes eléctricos, deterioro de canaletas entre otros.

El sistema de iluminación de la Clínica es obsoleto, presenta varias salidas de iluminación en mal estado o fuera de servicio, varias dependencias se ven afectadas al no contar con una adecuada iluminación, en algunos casos también el deterioro de las canaletas o la evidencia de circuitos expuestos, es un problema visual y de alto riesgo ya que están al alcance de las personas.



Ilustración 21. Iluminación

Fuente: Propia

4.1.3.2 Circuito de tomacorrientes

El sistema de tomacorrientes de la Clínica está diseñado para tomacorrientes de uso múltiple y tomacorrientes para cargas especiales, muchas de las salidas son las que se instalaron hace 38 años y las conexiones que se hicieron posterior están cubiertas por canaletas que con el pasar del tiempo están en deterioro y son un peligro ya que son circuitos expuestos, cuando empezaron a sacar más salidas de tomacorrientes no se percataron que esto afectaría el balance de los circuitos, es difícil saber cuántas salidas por circuitos están funcionando lo más probable es que excedan las 10 salidas que se establece como norma lo que puede generar problemas con las protecciones ya que estas son diseñadas para un número específico de salidas,.



Ilustración 19. Tomacorrientes existentes

Fuente: Propia

4.2 Determinar los requerimientos eléctricos de los sistemas críticos y esenciales.

4.2.1 Carga eléctrica crítica (kW) o (kVA)

El sistema eléctrico esencial (SEE) se clasifica en dos tipos: Tipo 1 y Tipo 2. Para este proyecto se selecciona el Sistema Eléctrico Esencial Tipo 1, cuyo propósito es garantizar la máxima seguridad y continuidad operativa en las áreas más críticas de la instalación. Este sistema se compone de tres circuitos principales:

- Ramal crítico: sistema de alimentadores y circuitos derivados que suministran energía a la iluminación de trabajo y equipos fijos esenciales.
- Ramal de equipo: sistema de alimentadores y circuitos derivados dispuestos para la conexión retardada, automática o manual a la fuente alternativa de potencia.
- Ramal para la seguridad de la vida: sistema de alimentadores y circuitos derivados que suministran potencia a la iluminación, tomacorrientes y equipos indispensables para la seguridad de la vida, los cuales se conectan a la fuente alternativa (generador eléctrico) mediante uno o más interruptores de transferencia automática (ATS) (National Fire Protection Association [NFPA], 2020).

Aunque la norma NEC70 2020 no especifica de manera puntual los servicios que deben ser respaldados por la fuente alternativa, su aplicación busca garantizar la continuidad de las operaciones críticas en edificaciones donde la interrupción del suministro eléctrico pueda comprometer la seguridad o la vida de las personas. En el contexto institucional, la selección de las cargas críticas debe definirse con base en la evaluación operativa y funcional del centro de salud, priorizando aquellos servicios cuya interrupción afecte la atención médica, los sistemas de soporte vital y la operación de los equipos esenciales.

Actualmente, los servicios respaldados por el generador no son los mismos que se contemplaron en los planos eléctricos constructivos (ver Anexo 1), las cargas actuales se detallan en la Tabla 4, donde se incluyen todos los circuitos de “TN” (Tableros Normales), esto representa un incremento del 1.48% (Ecuación 4.).

Ecuación 4 Porcentaje de incremento

$$201.6kW - 198.66kW = 2.94kW$$

$$\frac{2.94kW}{198.66kW} \cdot 100 = 1.48\%$$

La capacidad nominal del generador existente es de 204kVA (163kW) a 0.80 PF. Por esta razón se concluye que el generador no opera a su rendimiento pleno, provocando una sobrecarga y disminución en la capacidad de respuesta cuando múltiples equipos funcionan de manera simultánea, por ejemplo, bombas, compresores y auto clave durante el horario operativo de 7:00 a.m. a 7:00 p.m.

Tabla 2. Cargas eléctricas existentes (Tablero Principal Emergencia)

Tablero Principal de Emergencia			
Servicio	Abreviatura	Rama (EES)	Carga (kW)
Niño sano (Tomacorrientes e iluminación)	TE-N	RC	18,28
Identificación archivo/auditorio (Tomacorrientes e iluminación)	TE-R	RC	11,78
Rayos X (Tomacorrientes e iluminación)	TE-L	RC	22,88
Consultorios odontología / Pediatría (Tomacorrientes e iluminación)	TE-C1	RC	28,20
Consultorios ginecología obstetricia (Tomacorrientes e iluminación)	TE-C2	RC	22,20
Consultorios medicina general (Tomacorrientes e iluminación)	TE-C3	RC	31,95
Auditorio / caseta proyección (Tomacorrientes e iluminación)	TE-P	RC	4,70
Farmacia / Emergencias (Tomacorrientes e iluminación)	TE-Q	RE	3,40
Administración (Tomacorrientes e iluminación)	TE-A	RC	24,90
Laboratorio (Tomacorrientes)	TE-LE	RE	3,60
Tablero control de bombas	TCB	RS	12,31
Tablero Bomba contra incendio	TCBI	RS	30,96
Comedor / Proveduría (Tomacorrientes e iluminación)	TPE	RC	4,40
Compresor de aire para sistema hidroneumático	TPE	RS	1,22

Tanque calentador de agua con quemador	TPE	RE	3,00
Iluminación Casa Máquinas	TPE	RS	0,80
Pasillo (Tomacorrientes e iluminación)	TPE	RS	1,80
Aires acondicionados Farmacia / Laboratorio	TE-C2	RE	10,18
Cámaras de refrigeración Farmacia (Tomacorrientes)	TE-C2	RE	1,88
Identificación archivo / laboratorio (Tomacorrientes e iluminación)	TN-D	RC	21,80
Niño Sano (Tomacorrientes e iluminación)	TN-N	RN	24,57
Laboratorio / Rayos X (Tomacorrientes e iluminación)	TN-L	RE	43,63
Farmacia / Emergencia (Tomacorrientes e iluminación)	TN-F	RC	7,75
Farmacia / Emergencia (Tomacorrientes e iluminación)	TN-M	RC	11,60
Comedor, Proveeduría (Tomacorrientes)	TPN	RC	1,20
Cámaras de refrigeración Laboratorio (Tomacorrientes)	TE-C2	RE	3,15
Total			352,12

4.2.2 Disponibilidad de respaldo eléctrico de unidades de equipos y kW

La Clínica cuenta actualmente con sistemas de protección eléctrico mediante UPS de uso doméstico u oficina, implementadas individualmente para proteger todos los equipos tanto de cómputo como equipo médico. Esta condición se debe a la ausencia de una UPS centralizada que permita sostener simultáneamente la totalidad de los equipos críticos bajo un mismo circuito de protección.

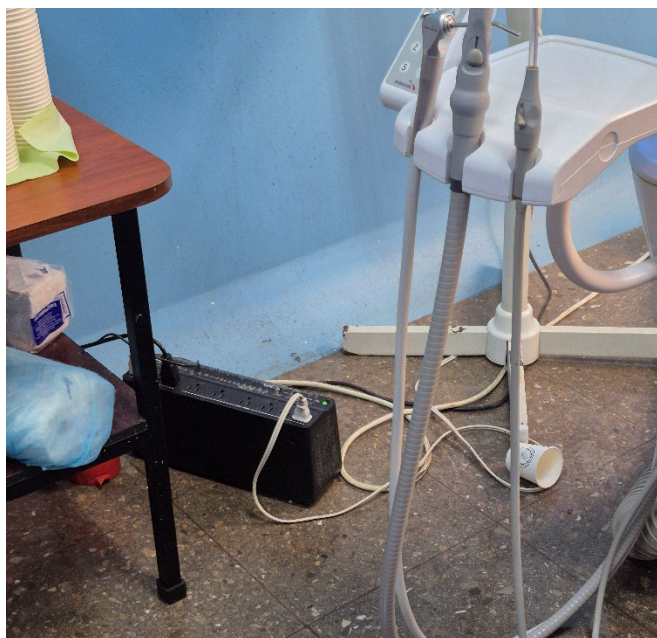


Ilustración 20 Conexión equipo cómputo y equipo médico a UPS

Fuente: Propia



Ilustración 21 Conexión equipo médico a UPS

Fuente: Propia

Para la adquisición del nuevo generador de emergencia se consideran las cargas eléctricas esenciales existentes y proyectadas de la Clínica, con el fin de garantizar la alimentación continua del sistema eléctrico esencial. De forma complementaria, se dimensiona un banco de UPS centralizado para respaldar aquellos equipos sensibles que no pueden experimentar interrupciones

ni variaciones bruscas de tensión, de manera que la UPS actúe como primera barrera de continuidad y el generador como fuente alterna principal durante fallas del suministro eléctrico.

La potencia nominal de la UPS se incorpora dentro del cálculo total de carga del generador, considerando su consumo de entrada cuando se encuentra en modo de operación y recarga, de forma que la capacidad del generador asegure la alimentación simultánea de la UPS, las ramas críticas y los demás servicios esenciales, conforme a los lineamientos del NEC 2020 (Artículos 445, 517 y 700). Este criterio garantiza que, ante una pérdida del suministro normal, la transición hacia el sistema de respaldo mantenga la continuidad operativa sin interrupciones en los servicios vitales de la clínica.

En la Tabla 5, se presenta el desglose de los costos de las UPS individuales con las que cuenta actualmente la Clínica, las cuales representan un gasto significativo en mantenimiento y reposición (Anexo 2). El departamento de informática indicó que mantiene un inventario de unidades UPS en reserva, ya que consideran más rentable sustituir los equipos averiados por unidades nuevas que repararlos. Sin embargo, al momento del presente estudio no se dispone de información precisa sobre la cantidad de equipos de respaldo existentes en dicho inventario.

Tabla 3. Costo UPS individual

Costo UPS individuales					
Equipo	Cantidad	Potencia (W)	Total (kW)	Costo unitario	Costo subtotal
UPS Equipo médico	1	865	0,86	¢145 106,02	¢145 106,02
	1	450	0,45	¢55 550,00	¢55 550,00
	2	420	0,84	¢71 199,95	¢142 399,90
	2	850	1,7	¢77 494,03	¢154 988,06
	3	900	2,7	¢136 442,48	¢409 327,44
	1	1500	1,5	¢297 252,00	¢297 252,00
	1	2400	2,4	¢523 359,00	¢523 359,00
	18	500	9	¢46 000,00	¢828 000,00
UPS Cómputo	23	330	7,59	¢45 951,00	¢1 056 873,00
	88	420	36,96	¢91 000,00	¢8 008 000,00
	6	510	3,06	¢73 700,00	¢442 200,00

	5	1000	5	€105 000,00	€525 000,00
	2	2700	5,4	€1 065 400,00	€2 130 800,00
	2	1500	3	€740 100,00	€1 480 200,00
Total	155		80,47		€16 199 055,42

En la Tabla 6, se detalla el costo estimado de implementación de una UPS centralizada, la cual se propone como una buena práctica profesional para mantener un sistema eléctrico ordenado, seguro y eficiente. Esta medida permitirá concentrar el mantenimiento en un solo equipo, optimizar la protección de los sistemas de cómputo y de los equipos médicos sensibles, y eliminar la posibilidad de que una falla individual de una UPS no sea reportada a tiempo, situación que podría ocasionar la pérdida de información crítica o daños en equipos hospitalarios. La adquisición de una UPS centralizada reduce el riesgo operativo, mejora la trazabilidad de mantenimiento y cumple con los principios de confiabilidad y continuidad establecidos por el NEC70 2020 (artículo 517.33) para sistemas eléctricos esenciales en instalaciones de salud.

Tabla 4. Costo UPS Centralizada

Costo Banco UPS			
Parámetro	Unidad	Valor estimado	Observaciones
Capacidad nominal	kVA	40,00	Determinada según carga crítica kW + 20% de crecimiento
Tensión de entrada / salida	V	120 / 208	Compatible con el sistema de la Clínica
Factor de potencia		0,90	Grado hospitalario (UL, BTL o CSA Listed)
Autonomía de respaldo	min	30,00	Según NFPA 99
Energía del banco de baterías	kWh	35 - 40	Calculada para respaldo de media hora
Tipo de baterías		VRLA / Litio	Selección según disponibilidad
Sistema de transferencia automática (ATS-UPS)		Integrado	Permite conmutación ininterrumpida
Costo del equipo UPS	\$	38050,30	Incluye gabinete, control y supervisión
Costo de instalación y cableado	\$	51264,39	Mano de obra, tableros, canalizaciones
Mantenimiento preventivo anual	\$	46000,00	Cambio de filtros, revisión y pruebas

Costo total estimado	\$	135314,69
----------------------	----	-----------

Para el dimensionamiento de la UPS centralizada se consideran exclusivamente las cargas críticas asociadas a los sistemas de cómputo y equipos médicos sensibles (Tabla 7.). En este estudio se estima una carga de 250VA por salida de tomacorriente para equipo de cómputo o equipo médico, al tratarse de cargas que deben permanecer en operación continua durante una falla de la red.

Sobre la demanda resultante no se aplica margen de crecimiento, esto debido a que ese crecimiento y factor de potencia se incorporan en la carga del tablero eléctrico “TPE” esto con el fin de incorporar futuras estaciones de trabajo, servidores o equipos médicos adicionales, evitando sub dimensionar la capacidad de la UPS centralizada. La potencia obtenida se transforma a kVA utilizando un factor de potencia de diseño de 0,9, definiendo así la capacidad nominal de la UPS centralizada propuesta.

Fórmula 1. Cálculos kVA más incremento 20%

$$\begin{aligned}
 P_{UPS}(VA) &= \left[\left(\sum TI \cdot 0.25kVA \right) \right] + \left[\left(\sum ME \cdot 0.25kVA \right) \right] \rightarrow P_{UPS}(kVA) \\
 &= \left[\left(\sum 126_{TI} \cdot 0.25kVA \right) \right] + \left[\left(\sum 29_{ME} \cdot 0.25kVA \right) \right] = 38.75kVA
 \end{aligned}$$

Donde:

kW_{TI} = kw equipo de cómputo

kW_{ME} = kw equipo médico

P_{UPS} = Potencia UPS

Luego:

En la Tabla 7, se enumeran los equipos médicos esenciales que deben permanecer operativos ante una interrupción eléctrica y que actualmente se encuentran respaldados por el generador de emergencia, sin embargo, no todos estos equipos están protegidos por UPS individual ya que algunos cuentan con protección incluida. Adicionalmente, como parte de las mejoras contempladas en el proyecto, se integrarán nuevos circuitos para la iluminación de emergencia y el sistema de

detección y alarma contra incendios, a fin de cumplir con los requerimientos de seguridad eléctrica y funcionalidad hospitalaria.

Equipos médicos críticos esenciales				
Equipo	Ubicación	Cantidad	Potencia (W)	Total (kW)
Cámara de refrigeración	Farmacia	1	165	0,17
Cámara de refrigeración	Farmacia	1	205	0,21
Cámara de refrigeración	Farmacia	3	400	1,2
Cámara de refrigeración	Farmacia	1	200	0,2
Cámara de refrigeración	Farmacia	1	110	0,11
Cámara de refrigeración	Vacunación	1	165	0,17
Cámara de refrigeración	Laboratorio	2	400	0,8
Cámara de refrigeración	Laboratorio	2	400	0,8
Analizador hematológico	Laboratorio	1	850	0,85
Analizador de orina	Laboratorio	1	80	0,08
Analizador de glicohemoglobina	Laboratorio	1	153	0,15
Analizador de bioquímica	Laboratorio	1	2550	2,55
Autoclave	Laboratorio	1	2300	2,3
Cámara de bioseguridad	Laboratorio	1	1552,3	1,55
Incubador	Laboratorio	1	500	0,5
Centrifuga	Laboratorio	4	320	1,28
Autoclave	Centro de equipos	1	29974	29,97
Amalgamador C1	Odontología	1	400	0,4
Equipo de rayos X	Odontología	1	560	0,56
Microscopio CX	Cirugía ambulatoria	1	150	0,15
Aspirador	Cirugía ambulatoria	3	800	2,4
Electrocauterio	Cirugía ambulatoria	1	200	0,2
Calentador	Cirugía ambulatoria	1	1000	1
Capnógrafo	Cirugía ambulatoria	1	35	0,04
Máquina de anestesia	Cirugía ambulatoria	2	70	0,14
Aspirador	Cirugía ambulatoria	2	800	1,6

Desfibrilador	Cirugía ambulatoria	2	75	0,15
Monitor de signos	Cirugía ambulatoria	2	100	0,2
Electrocirugía	Cirugía ambulatoria	1	140	0,14

De acuerdo con lo establecido en el NFPA 70 (NEC 2020), Artículo 517, las instalaciones de salud deben disponer de sistemas eléctricos esenciales con separación entre circuitos críticos y de vida segura. A su vez, la NFPA 99 y la NFPA 110, Capítulo 8, establecen los criterios para el mantenimiento, inspección y confiabilidad de los sistemas de energía de emergencia. En complemento, la RTCR 458:2011 – Requisitos de Seguridad Eléctrica en Establecimientos de Salud y los lineamientos de la CCSS que exigen la incorporación de sistemas de respaldo e iluminación de emergencia en áreas de atención crítica y de evacuación, asegurando la continuidad del servicio y la protección del paciente.

4.3 Validar contra la norma el estado de la red eléctrica del circuito de emergencia.

4.3.1 Estado del circuito eléctrico de emergencia

4.3.1.1 Subestación eléctrica

La subestación eléctrica de 500kVA trifásica se encuentra en casa de máquinas, su instalación se ubica sobre el tanque de agua potable de la Clínica, si bien no existe una cláusula específica en el NEC70 2020, NFPA 110 u otras normas que prohíba expresamente la ubicación de una subestación o cuarto eléctrico sobre o junto a un tanque de reserva de agua, las buenas prácticas de ingeniería en instalaciones críticas como lo es una clínica exigen que el equipo de respaldo eléctrico se ubique en un entorno seco, ventilado, libre de riesgo de inundación, filtraciones o condensaciones, y con acceso seguro para operación y mantenimiento.



Ilustración 22. Ubicación de la subestación eléctrica

Fuente: DAPE-PSS

4.3.1.2 Tableros Eléctricos

Los tableros eléctricos se encuentran ubicados en los consultorios de preconsulta en cada módulo, ya que no se cuenta con un cuarto eléctrico exclusivo, por lo que se localizan tableros eléctricos distribuidos en la infraestructura según el diseño original y algunos nuevos bajo la necesidad de nuevas conexiones; de la inspección que se realiza en la Clínica, se determina que los tableros no cuentan con certificación UL, debido a que son tableros que no se han renovado desde su construcción, son tableros empotrados en la paredes de concreto y paredes livianas, además los tableros presentan un grado de óxido considerable, en cuanto a los conductores, estos se encuentran canalizados en tubería EMT, el sistema eléctrico fue instalado con alambre de diversos calibres como parte del diseño original de hace 38 años, lo que ha ocasionado que con el paso del tiempo, el desgaste y manipulación, cause que estos se partan o quiebren, lo que ocasiona fallas en el fluido eléctrico y por ende en el servicio que se brinda, por lo anterior, se puede determinar que la infraestructura eléctrica de los circuitos ramales ha superado su vida útil promedio.

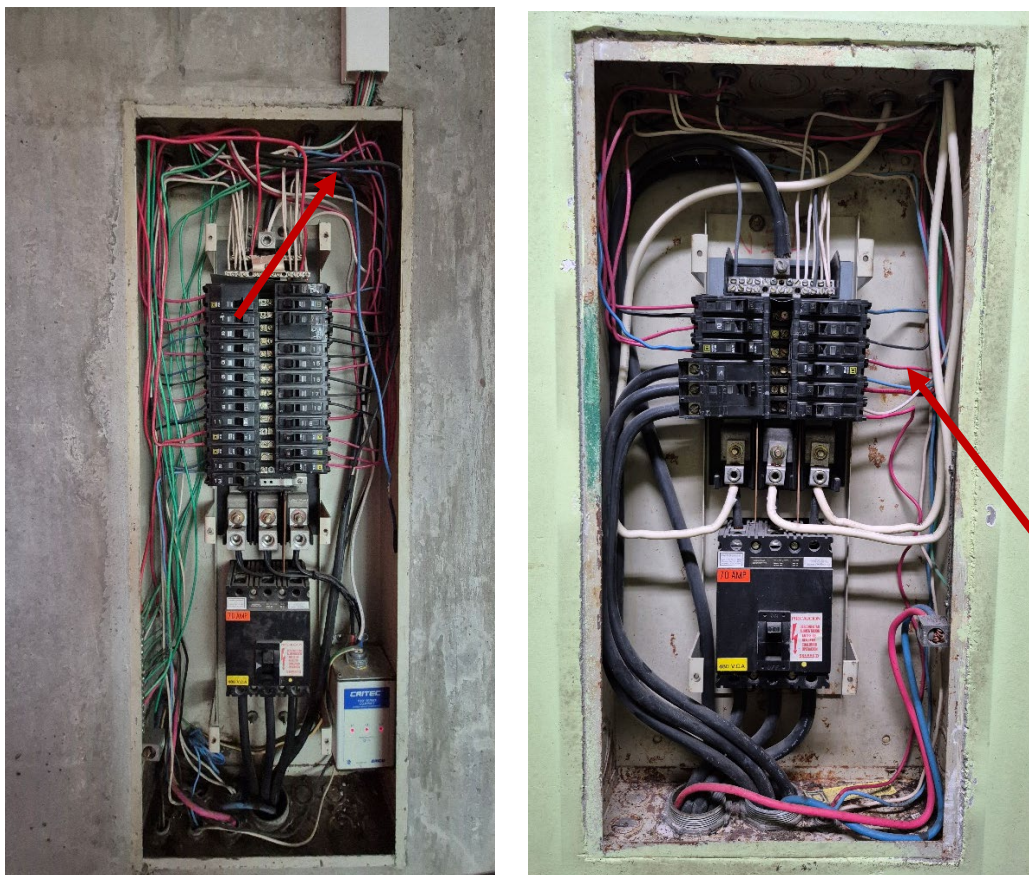


Ilustración 23. Tableros eléctricos

Fuente: Propia

Actualmente se presenta una distribución híbrida (cable/alambre) de circuitos ramales, debido al cambio de cableado que ha debido realizar la administración del lugar para solventar y/o atender las fallas que se han venido presentando. (Cambronero, 2023)

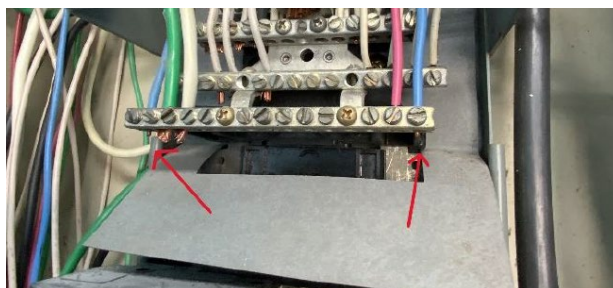


Ilustración 24. Cableado existente

Fuente: DAPE-PSS

Se encontraron tramos de cableado que no cumplen con el NEC70 por el tipo de conductor, adicionalmente otros tramos de cableado sin la canalización requerida.

Los tableros principales TPN y TPE no cuentan con medidas de protección según el NEC70, adicional a esto, los tableros que se encuentran no cuentan con la debida marcación de los circuitos ya que no se han actualizado de acuerdo a las cargas actuales.

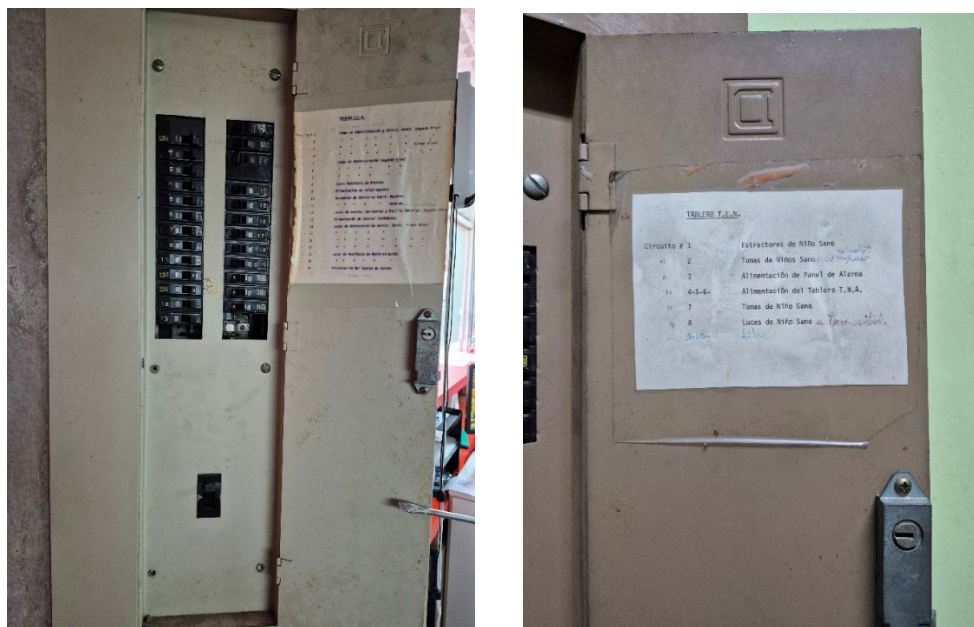


Ilustración 25. Rotulación de circuitos en tableros

Fuente: Propia

4.3.1.3 Iluminación de emergencia

Según nos comento el encargado de mantenimiento y la revisión que se hizo en planos, tampoco se cuenta con circuito de iluminación de emergencia, únicamente cuentan con iluminación en pasamanos de los pasillos los cuales también presentan suciedad y un poco de oxidación, dentro de los módulos no cuentan con iluminación de emergencia tampoco y se encuentran luminarias dañadas o faltantes; por lo tanto se determina que la Clínica no cumple con los requerimientos de iluminación necesarios para atender una evacuación cuando se vea afectada la visibilidad del personal y pacientes.



Ilustración 26. Iluminación de pasillos

Fuente: Propia

4.3.1.4 Sistema de Transferencia Automática (ATS)

La ATS se cambió en el año 2023 debido a una falla que ocurrió en la transmisión automática y obligando a los encargados de mantenimiento a realizar esta maniobra de manera manual, inclusive en algunos casos con soporte de personal administrativo, exponiendo al personal por falta de conocimiento en la operación de este tipo de equipos, además, los terminales están expuestos, no tienen protección, lo cual se vuelve riesgoso para el mantenimiento y operación de los encargados de mantenimiento.

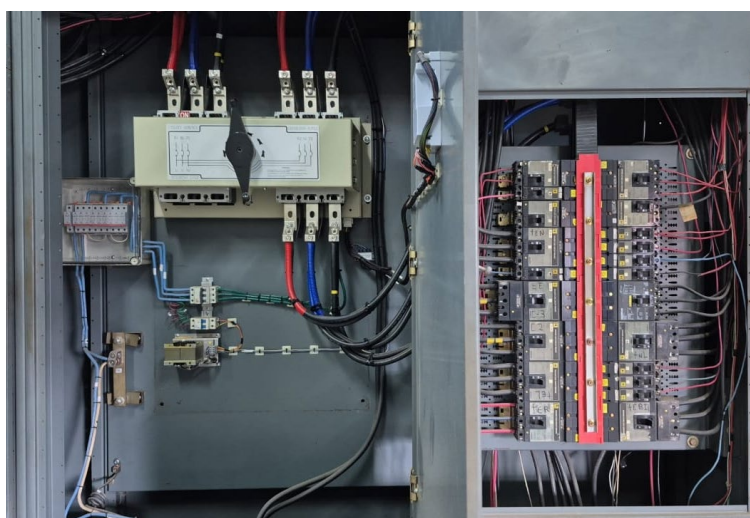


Ilustración 27. ATS y TPE

Fuente: Propia

4.3.1.5 Medición de carga

Se realiza un ejercicio de medición con un amperímetro de pinza por un período de 8:00am a 2:00pm., se decidió este horario debido a que la mayor afluencia de pacientes y operación de equipos se da en horas de la mañana, con este ejercicio se logran identificar fluctuaciones de corriente significativas que sugieren un desbalanceo de cargas en las líneas, por lo que para un eventual cambio en el sistema eléctrico integral de los servicios se debe lograr un balance en las líneas para evitar los picos de corriente y tener una mejor eficiencia en el sistema. Las líneas se representan en la gráfica 1., con los mismos colores de la imagen, L1 (rojo), L2 (azul) y L3 (negro)

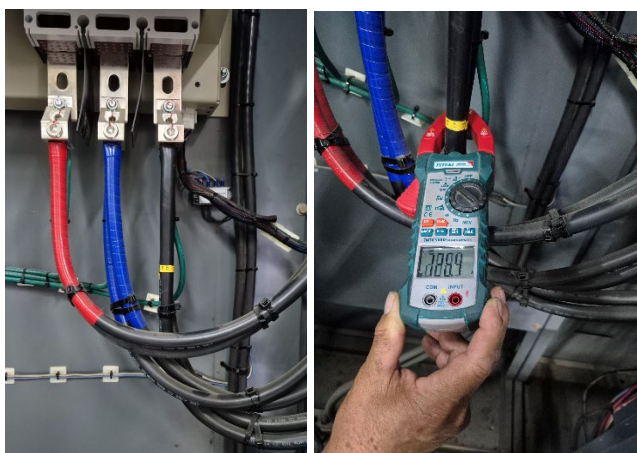


Ilustración 28. Detalle de líneas de medición

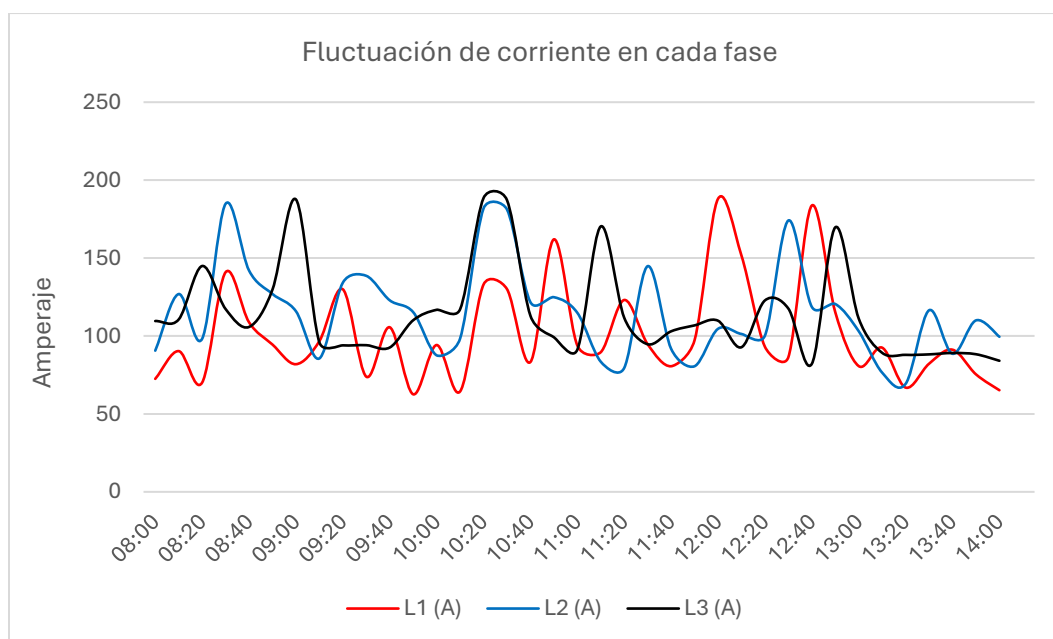
Fuente: Propia

Tabla 5. Medición de corriente

Medición de corriente (31/10/2025)				
Hora	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Total (A)
08:00	72,5	90,6	109,6	272,7
08:10	90,3	126,9	110,6	327,8
08:20	70,1	98,2	144,9	313,2
08:30	140,9	184,8	117,3	443
08:40	108,8	142	105,8	356,6
08:50	94,5	126,96	129,8	351,26
09:00	81,9	115,9	187,6	385,4
09:10	96,7	85,6	95,9	278,2
09:20	129,96	134,2	94	358,16
09:30	73,9	138,6	94,1	306,6
09:40	105,6	122,9	92,6	321,1
09:50	62,6	115,3	110,1	288

10:00	94,2	87,6	116,8	298,6
10:10	64,4	98,3	117,1	279,8
10:20	133	181,8	188,5	503,3
10:30	130,1	181,2	187,2	498,5
10:40	83,3	121,7	113	318
10:50	162	124,9	99,2	386,1
11:00	93,9	114,9	91,2	300
11:10	89,6	83,5	170,3	343,4
11:20	123,1	79,5	111,7	314,3
11:30	94,7	144,8	94,7	334,2
11:40	80,6	91,8	103	275,4
11:50	97,3	80,6	106,8	284,7
12:00	188	104,6	109,8	402,4
12:10	151,6	101,3	92,8	345,7
12:20	93,1	100,2	122,8	316,1
12:30	86,4	174,1	117,6	378,1
12:40	183,7	118,7	82,1	384,5
12:50	115,3	120,5	169,7	405,5
13:00	80,7	103,1	111,2	295
13:10	92,5	76,5	89,2	258,2
13:20	66,9	69,3	87,9	224,1
13:30	82,2	116,5	88,2	286,9
13:40	91,2	88,6	89,1	268,9
13:50	75,4	110	88,3	273,7
14:00	65,2	99,5	84,1	248,8

Gráfica 1. Fluctuación de corriente



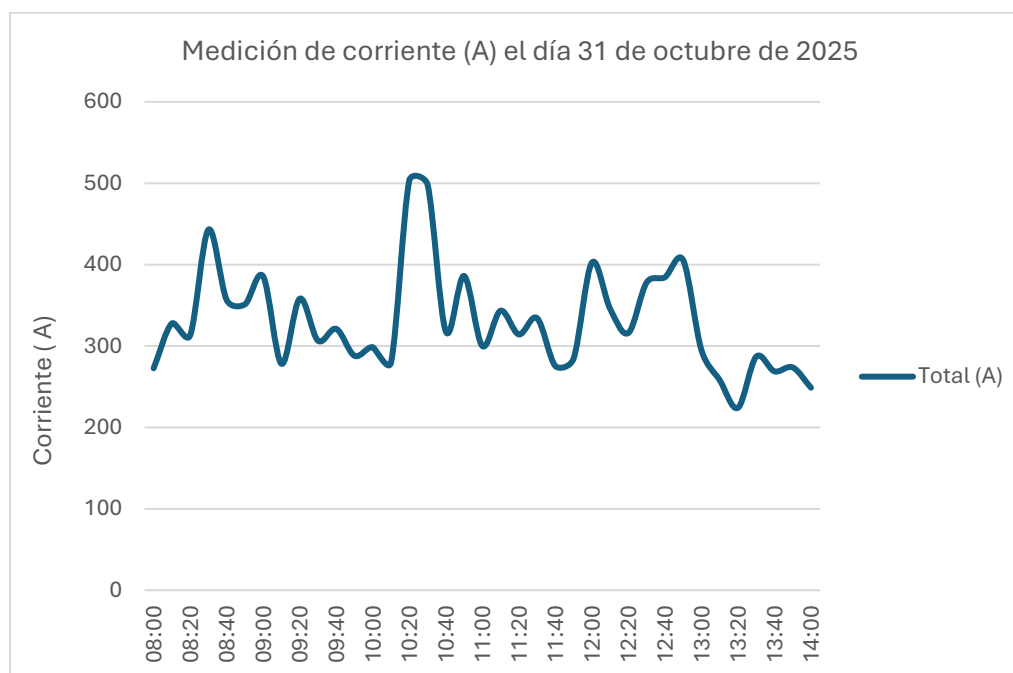
El objetivo de esta medición fue evaluar la distribución de carga por fase y la estabilidad del sistema trifásico que alimenta los distintos circuitos de la Clínica, con el fin de determinar la presencia de desbalances de corriente o variaciones abruptas de demanda que puedan afectar el desempeño del generador de emergencia o de los tableros de distribución.

Durante este periodo, las tres fases presentan fluctuaciones significativas de corriente, con valores que oscilan entre 80 A y 200 A, evidenciando variaciones propias del encendido y apagado de cargas distribuidas en el edificio como lo fueron las bombas de casa de máquinas, los compresores del servicio de odontología y en el servicio de centro de equipos el funcionamiento de la autoclave. La tendencia muestra que las corrientes no permanecen estables en el tiempo, sino que presentan picos de consumo en varios intervalos, principalmente entre las 08:30–09:00 h, 10:20–11:00 h, y 12:10–12:50 h, coincidentes con las horas de mayor actividad operativa en los servicios clínicos.

El desbalance de corriente entre las fases alcanza diferencias de hasta 40–50 A en determinados momentos, lo cual, se mantiene dentro de márgenes aceptables según la NFPA 70B (con recomendación < 10 % de desbalance), sin embargo, debería corregirse para mejorar la eficiencia y prolongar la vida útil del generador y transformadores ya que un desbalance puede generar:

- Incremento de pérdidas por calentamiento en los conductores.
- Desviaciones de tensión en las fases menos cargadas.
- Reducción del factor de potencia general del sistema.

Gráfica 2. Medición total de corriente



La gráfica 2. muestra la curva de corriente total (A) obtenida de la sumatoria de las tres fases (L1, L2 y L3), correspondiente al día 31 de octubre de 2025, en el mismo intervalo de horario comprendido entre 08:00 a.m. y 02:00 p.m. Esta gráfica permite visualizar el comportamiento global de la demanda eléctrica instantánea en el sistema trifásico de la Clínica, integrando las variaciones observadas individualmente en cada fase.

Pasado el mediodía, la demanda experimenta una tendencia descendente hasta estabilizarse entre 250 A y 300 A al final del periodo, reflejando la disminución progresiva de cargas conectadas.

4.4 Diseñar las adecuaciones eléctricas necesarias para la instalación del nuevo generador.

Para el rediseño del circuito eléctrico de emergencia asociado a la instalación del nuevo generador, se contemplan las siguientes adecuaciones eléctricas, desarrolladas conforme al alcance de este

proyecto y con el fin de garantizar la correcta instalación, operación y seguridad del sistema de respaldo:

- Diseño e implementación del circuito de iluminación de emergencia, conforme a los requerimientos de la NFPA 101 y el NEC 2020 (Artículo 700).
- Diseño del Tablero Eléctrico Principal de Emergencia, con protecciones, alimentadores y puntos de conexión identificados.
- Elaboración del diagrama unifilar general del sistema de emergencia, incluyendo la coordinación entre el generador, la transferencia automática y la subestación eléctrica.
- Reestructuración de los tableros de distribución de emergencia, integrando las ramas de seguridad de vida, crítica y de equipos esenciales según el Artículo 517 del NEC.
- Selección y dimensionamiento del generador eléctrico, considerando la carga total ajustada, los factores de demanda definidos y las exigencias de continuidad de servicio establecidas por la NFPA 110 y el Código Eléctrico Nacional.

Al momento de realizar el diseño de iluminación, es importante tener en cuenta la reglamentación vigente en el país teniendo en cuenta los espacios donde se instalarán de acuerdo con la ocupación y características de la Clínica.

4.4.1 Rediseño del circuito eléctrico de emergencia

Para la iluminación de emergencias fue necesario digitalizar los planos arquitectónicos que se encontraban escaneados en formato .png, ya con la planta de distribución dibujada en AutoCAD, se elabora la propuesta de iluminación de emergencia, tomando en cuenta el Código Eléctrico Nacional (NEC70) versión 2020, artículo 517 Centros de cuidado de la Salud, 517.33(A), RNPCI 2023 Iluminación medios de egreso e iluminación de emergencia y la norma INTE ISO 8995-1 sobre Iluminación de los lugares de trabajo.

En el diseño del circuito de iluminación de emergencia de la Clínica se contemplan los requerimientos de iluminación para cada área, teniendo en cuenta la cantidad de iluminación natural que existe.

También se toma en cuenta lo que indica la norma INTE ISO 8995-1 sobre Iluminación de los lugares de trabajo con la lista de requisitos de iluminación recomendado para diversos locales y actividades según se indica en la imagen 29.

- Columna 1: Lista de interiores (áreas) tareas o actividades, para las cuales se brindan requisitos específicos. Si un interior, tarea o actividad en particular no está en la lista, deben adoptarse los valores dados para una situación similar comparable.
- Columna 2: Iluminancia mantenida (E_m , lux), brinda la iluminancia mantenida sobre la superficie de referencia para el interior, la tarea o la actividad indicada.
- Columna 3: Capacidad unificada límite del deslumbramiento (CUD_L), da los límites de la CUD aplicables a las situaciones indicadas en la lista de interiores.
- Columna 4: Índice mínimo del rendimiento de color (R_a), brinda los índices mínimos de rendimiento de color para la situación indicada en la lista de interiores.
- Columna 5: Observaciones que se hacen advertencias y notas para las excepciones y aplicaciones especiales de las situaciones listadas en la lista de interiores. (INTECO, 2016)

Tipo de interior, tarea o actividad	E_m lux	CUD_L	R_a	Observaciones
29. INSTALACIONES DE ATENCIÓN DE LA SALUD				
Salas de espera	200	22	80	Iluminancia a nivel del piso
Corredores: durante el día	200	22	80	Iluminancia a nivel del piso
Corredores: durante la noche	50	22	80	Iluminancia a nivel del piso
Locales de día	200	22	80	Iluminancia a nivel del piso
Oficina del personal	500	19	80	
Locales del personal	300	19	80	
Salas de guardia hospitalaria:				
- Iluminación general	100	19	80	Iluminancia a nivel del piso
- Iluminación para la lectura	300	19	80	
- Exámenes sencillos	300	19	80	
Reconocimiento y tratamiento	1 000	19	90	
Iluminación nocturna, iluminación de observación	5	19	80	
Baños y tocadores para pacientes	200	22	80	
Local de exámenes generales	500	19	90	
Exámenes de oídos y ojos	1 000		90	Luminaria local para los exámenes
Prueba de lectura y visión de colores con pincartas visuales	500	16	90	
Escáner con aumentadores de imágenes y sistemas de TV	50	19	80	Para trabajo con PVD, ver 4.10
Locales de diálisis	500	19	80	
Locales de dermatología	500	19	90	
Locales de endoscopias	300	19	80	
Locales de enyesar	500	19	80	
Baños de médicos	300	19	80	

Ilustración 29. Listado de interiores (áreas), tareas o actividades con especificación de la iluminancia, la limitación del deslumbramiento y la calidad de color

Fuente: Propia

Las luminarias seleccionadas van de acuerdo con el espacio de cada área y para el cálculo de luxes necesario de cada ambiente, se realizó el cálculo mediante la fórmula 3.

Fórmula 2. Cálculo de luxes

$$lux = \frac{lumen}{m_2}$$

Donde:

lumen = flujo luminoso

m2 = metros cuadrados

En el plano, se encuentra la ubicación de luces y se indica el número de circuito al que pertenece cada luminaria en la Clínica. (Apéndice E)

Para el sistema de iluminación se debe considerar que cada circuito debe ser independiente y contar con su propia protección.

En la Clínica debido a las actividades que se realizan, la iluminación es un factor muy importante ya que brinda seguridad en las actividades que se realizan y mejora la eficiencia, por lo que se emplea diversos sistemas de alumbrado como lo indica la norma NEC.

Para las luminarias se utiliza el catálogo de Sylvania donde se encuentran diversos modelos y se seleccionan las más adecuadas para cada ambiente.

4.4.2 Diseño de tablero eléctrico de iluminación de emergencia.

A partir del diseño eléctrico realizado, se procede a efectuar la memoria de cálculo que sustentará el valor de la carga que comprende la iluminación de emergencia que requiere la Clínica ya que no cuenta con este circuito dedicado y según la norma NFPA 101, de Seguridad Humana es indispensable contar con el mismo.

Además, con este diseño se pretende acatar lo solicitado en la orden sanitaria N° MS-DRRSCS-DARS-T-OS-0061B-2025, pagina 6 de 24, del 26 de mayo de 2025, realizada por el Programa Análisis y Evaluación de Riesgo (Ingeniería) del Benemérito Cuerpo de Bomberos.

TABLERO ILUMINACIÓN "T-II"																				
Nº Circuito	Descripción de Circuitos	Salidas Nº	Voltaje V	Potencia VA	Cableado						Protección		Tubería Dmm	Balanceo			Distancia Aproximada (m)	Caída		Tensión Final
					A	B	C	N	T	Color	Polos	Amp.		A	B	C		Tensión <3%		
1	Iluminación de emergencia Cirugía menor	15	118,2	548	12				12	12	Negro	1	20	16	548			35	1,66	116,3
2	Iluminación de emergencia Rayos X	13	118,2	543	12				12	12	Negro	1	20	16	543			55	2,58	115,2
3	Iluminación de emergencia Laboratorio	16	118,2	601		12			12	12	Rojo	1	20	16		601		50	2,60	115,2
4	Iluminación de emergencia Pasillo	18	118,2	834		12			12	12	Rojo	1	20	16		834		40	2,88	114,8
5	Iluminación de emergencia Farmacia	18	118,2	644			12		12	12	Azul	1	20	16		644		50	2,78	114,9
6	Iluminación de emergencia Administración	15	118,2	482			12		12	12	Azul	1	20	16		482		67	2,79	114,9
7	Iluminación de emergencia Validación	16	118,2	628	12				12	12	Negro	1	20	16	628			50	2,71	115,0
8	Iluminación de emergencia Curaciones	23	118,2	724	12				12	12	Negro	1	20	16	724			40	2,50	115,3
9	Iluminación de emergencia Archivo	17	118,2	634		12			12	12	Rojo	1	20	16		634		51	2,79	114,9
10	Iluminación de emergencia Auditorio	21	118,2	348	12				12	12	Rojo	1	20	16		348		39	1,17	116,9
11	Iluminación de emergencia Mantenimiento	23	118,2	780			12		12	12	Azul	1	20	16		780		10	0,67	117,4
12	Iluminación de emergencia Baños	13	118,2	252			12		12	12	Azul	1	20	16		252		70	1,52	116,4
13	Iluminación de emergencia Pasillos externos	29	118,2	1595	12				12	12	Negro	1	20	16	1595			15	2,07	115,8
14	Iluminación de emergencia Módulo 1	10	118,2	394	12				12	12	Negro	1	20	16	394			14	0,48	117,7
15	Iluminación de emergencia Módulo 2	12	118,2	512		12			12	12	Rojo	1	20	16		512		33	1,46	116,5
16	Iluminación de emergencia Módulo 3	14	118,2	438		12			12	12	Rojo	1	20	16		438		54	2,04	115,8
17	Iluminación de emergencia Módulo 1	17	118,2	680			12		12	12	Azul	1	20	16		680		14	0,82	117,3
18	Iluminación de emergencia Módulo 2	16	118,2	640			12		12	12	Azul	1	20	16		640		33	1,83	116,1
19	Libre																			
20	Libre																			
21	Iluminación de emergencia Modulo 3	14	118,2	432	12				12	12	Negro	1	20	16		432		54	2,02	115,9
22-23	Reserva																			
Carga Total		320		11709											4432	3799	3478			

Voltaje de Línea - Línea :	208
Factor de Potencia	90,0%
Factor de Demanda	100,0%
Factor de crecimiento	30,0%

Potencia Demandada:	11,7	K W	13,0	KVA
Potencia Instalada:	11,7	K W	13,0	KVA
Potencia con factor de crecimiento:	15,2	K W	16,9	KVA

Corriente Demandada:	36,1	A
Corriente Instalada:	36,1	A
Corriente con factor de crecimiento :	46,9	A

Longitud	60	m
Caída de Tensión <2%	1,47	%
Tensión Final	205,0	V

Fases: 3 Conductores #2 AWG THWN-2
Neutro: 1 Conductor #2 AWG THWN-2
Tierra: 1 Conductor #8 AWG THWN-2

115 A	(75°C)	33,6 mm ²
-------	--------	----------------------

Tubería EMT 41 mm (1½")

Tablero de distribución de similar o superior calidad al modelo NQ430L2C de Square D, de sobreponer, trifásico, 120/240V, con interruptor principal de 100 A de 22 KA, barras de 225 A, 30 circuitos, disyuntores de atomillar, barra neutro sólido aislado, barra de tierra, alimentación superior, Supresor de transientes tipo 1, 100 KA por fase para ubicar a un costado del tablero.

Ilustración 30. Tablero eléctrico iluminación de emergencia

Fuente: Propia

El valor obtenido se sumar a las cargas existentes del actual tablero principal de emergencia denominado para este efecto TPE.

4.4.3 Diagrama unifilar.

Se diseña un diagrama unifilar a fin de comprender la propuesta de conexión para el nuevo generador de emergencia, en cual contempla la propuesta de inclusión de una UPS centralizada con transferencia manual para la protección de los equipos y así eliminar las UPS individuales en toda la clínica, la misma contempla la carga suficiente para proteger el equipo de cómputo actual y el equipo médico de laboratorio y otros servicios que requieren la protección de los equipos debido a su alta sensibilidad. Se propone en el diseño la inclusión de un tablero específico para cómputo y otro para equipo médico.

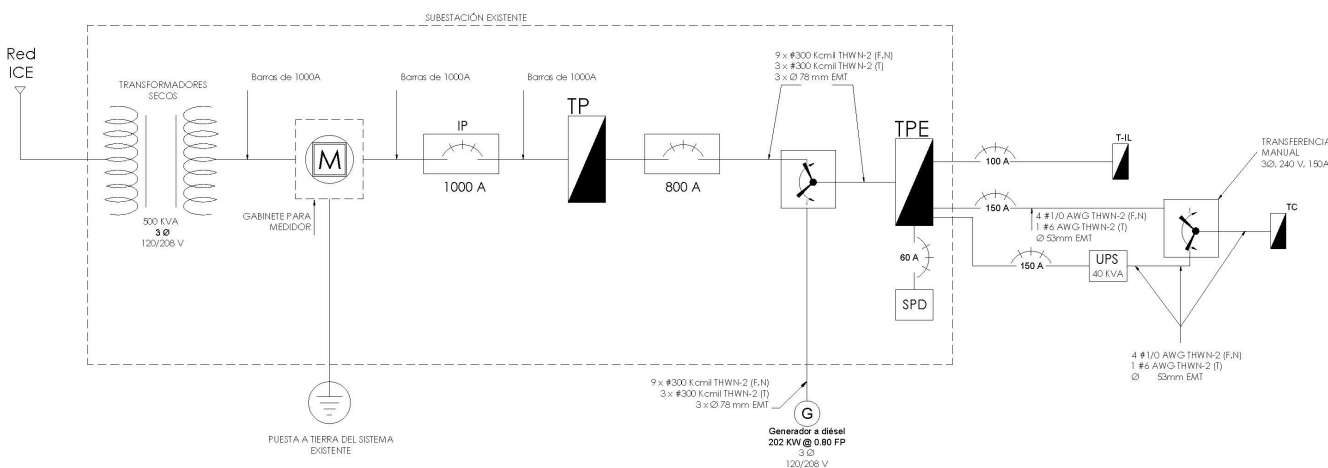


Ilustración 31. Diagrama unifilar

Fuente: Propia

4.4.4 Reestructuración de tablero de emergencia

Las cargas actuales se estiman con base en el artículo 517.31 (D) del NEC 70 (2020), el cual establece que el cálculo de la demanda para dimensionar las fuentes alternas de potencia puede realizarse a partir de cualquiera de los siguientes criterios:

- Factores de demanda prudente e históricos
- Carga conectada
- Procedimientos de cálculo de alimentadores descritos en el artículo 220
- Cualquier combinación de los anteriores. (Association, NEC 2020, 2020)

En cumplimiento con lo anterior, se solicitó a la administración el histórico de recibos eléctricos correspondiente al periodo de octubre 2024 a octubre 2025 inclusive, con el propósito de analizar los consumos en kWh y las demandas máximas en kW registradas por la CNFL. Estos valores se comparan con las mediciones eléctricas realizadas en sitio, obteniendo así una estimación representativa de la carga real total de la Clínica Integrada de Tibás.

Facturación período 2024 - 2025		
Mes	kWh	kW
oct-25	17400	69,96
sept-25	17160	71,5
ago-25	16560	66,77
jul-25	16680	67,12
jun-25	16200	67,5
may-25	16800	67,6
abr-25	15480	64,5
mar-25	17400	70,02
feb-25	17040	76,07
ene-25	15960	64,22
dic-24	18240	73,4
nov-24	18720	75,24
oct-24	17520	70,41

A partir de estos resultados se incorporan las nuevas cargas proyectadas, correspondientes a los circuitos de iluminación de emergencia, alimentación de la UPS centralizada, transferencia manual para la UPS, y la nueva autoclave que el Departamento de Mantenimiento ha previsto adquirir para el Centro de Equipos, además del sistema de detección contra incendios.

Con esta información se elabora la memoria de cálculo que permite determinar la demanda total en kVA, la cual constituye la base para la selección del generador de emergencia, asegurando que este cuente con capacidad suficiente para respaldar la demanda actual y un porcentaje adicional de crecimiento, considerando posibles ampliaciones futuras en la clínica.

TABLERO PRINCIPAL " TPE "

N° Circuito	Descripción de Circuitos	Salidas N°	Voltaje V	Potencia VA	Conductores					Protección		Tubería D mm	Balanceo			Distancia Aproximada (m)	Caída Tensión <3%	Tensión Final	
					Calibre AWG - THHN					Polos	Amp.		A	B	C				
						A	B	C	N	T									
1-21	Cargas existentes	1	208	67910,2							3								
22-42	T-IL	320	119,5	16913	2	2	2	2	8	N/R/A	3	100	41	5638	5638	5638	60	1,47	205,0
43	Autoclave centro de equipos	1	207,1	29974					8	N/R/A	3	150		9991	9991	9991	103	2,69	201,5
44/46	Alimentación UPS	1	207,1	38750	1/0	1/0	1/0		6	N/R/A	3	150	53	12917	12917	12917	12	0,50	206,0
45/47	Transferencia Manual	1			1/0	1/0	1/0	1/0	6	N/R/A	3	150	53				12	0,50	204,5
48	Cargador de batería generador eléctrico	1	207,1	564	12	12	12	10	12	N/R	2	20	16	282	282		5	0,08	206,9
50	Panel detección de alarma contra incendio	1	119,5	1000	12	12	12	12	12	Azul	1	20 (Color rojo)	16			1000	8	0,68	118,6
50-52	Reserva																		
Carga Total		326		155111										28828	28828	29546			

Voltaje de Línea - Línea :	208
Factor de Potencia	90,0%
Factor de Demanda	100,0%
Factor de crecimiento	30,0%

Potencia Demandada:	155,1	K W	172,3	KVA
Potencia Instalada:	155,1	K W	172,3	KVA
Potencia con factor de crecimiento:	201,6	K W	224,0	KVA

Corriente Demandada:	478,4	A
Corriente Instalada:	478,4	A
Corriente con factor de crecimiento:	621,9	A

Longitud	4	m
Caída de Tensión <2%	0,45	%
Tensión Final	207,1	V

Fases: 9 Conductores #300 Kcmil THWN-2
Neutro: 3 Conductores #300 Kcmil THWN-2
Tierra: 3 Conductores #1/0 AWG THWN-2

285 A	(75°C)	152 mm2
--------------	---------------	----------------

Tubería EMT 78 mm (3")

Tablero de distribución de similar o superior calidad al modelo I line de Square D, de sobreponer, trifásico, 120/240V, con interruptor principal de 800 A de 65 KA, barras de 1000 A, barra neutro sólido aislado, barra de tierra, alimentación inferior, Supresor de transientes tipo 1, 160 KA por fase para ubicar a un costado del tablero.

Ilustración 32. Tablero Principal "TPE"

Fuente: Propia

TABLA RESUMEN DEL PROYECTO (PROYECTO CON TRANSFORMADOR)		
	TRAFO	TPE
KVA	500	
%Z	1,54	
Fases	3	
Corriente corto cto. KA	15,5	
KVA Totales		172,3
KVA Demandados		172,3
Factor de Demanda		100%
Factor de Potencia		90%
		Alimentadores
Fases		9 Conductores #300 Kcmil THWN-2
Neutro		3 Conductores #300 Kcmil THWN-2
Tierra		3 Conductores #1/0 AWG THWN-2
Longitud (m)		4
Voltaje Nominal (V)		208,0
Voltaje Calculado (V)		207,1
% Caída de Voltaje		0,45

Ilustración 33. Tabla resumen del proyecto

Fuente: Propia

4.4.5 Selección de generador eléctrico de emergencia

La selección del generador de emergencia se realiza conforme al NEC 70 (2020), NFPA 110, NFPA 99 y el RTCR 458:2011, aplicables a instalaciones de salud tipo I. De acuerdo con el cálculo de carga total ajustada, la Clínica Integrada de Tibás requiere una demanda de 224 kVA (201.6 kW a FP 0,9).

Siguiendo el Artículo 517.31(D) del NEC y las recomendaciones de la NFPA 110, se selecciona un generador trifásico de 277 kVA (250 kW), con un margen de reserva del 10–15 % para cubrir crecimiento y simultaneidad de cargas críticas.

El equipo será diésel, con tanque de combustible para 2 horas de autonomía a plena carga, conforme a la NFPA 110.

Incluirá transferencia automática UL 1008, sistema de control digital, baterías de arranque, cargador automático, calefactor de bloque, sistema de ventilación, escape y puesta a tierra según el NEC 250.30 y 517.35. Su instalación se realizará en caseta acústica o cuarto técnico ventilado, separado de tanques de agua y con nivel de ruido ≤ 75 dBA a 7 m, conforme al RTCR 458:2011.

La CCSS solicita que el generador incluya mantenimiento preventivo por dos años, con revisiones de filtros, aceite, sistema de refrigeración, torque de conexiones, pruebas de carga y bitácora técnica, además de certificación UL 2200 / ISO 8528 y garantía mínima de 24 meses.

4.5 Evaluación técnica y económica de los costos de adquisición del generador.

4.5.1 Costo adquisición de generador

La sustitución del generador representa una acción imprescindible para mejorar la capacidad de respuesta de la clínica ante emergencias, minimizar riesgos operacionales y alinear la infraestructura electromecánica con los estándares nacionales e internacionales de continuidad del servicio en instituciones de salud.

La CCSS es una institución autónoma de derecho público sin fines de lucro, por lo que la inversión en la sustitución del generador y las adecuaciones eléctricas no tiene como objetivo el retorno económico, sino más bien asegurar la continuidad de los servicios de salud y la protección de la vida humana, en cumplimiento de su misión de servicio social y gestión del riesgo.

Para la estimación de costos se utiliza la Guía Metodológica para Estudios de Reinversión de Proyectos de Infraestructura de la CCSS, apartado 3, Evaluación financiera cuando el proyecto no genera beneficios cuantificables (Relación Costo-Minimización), la misma contiene el cálculo de CAPEX y OPEX y es la herramienta utilizada por la Dirección de Planificación Institucional para los proyectos de pre-inversión.

Flujo neto de efectivo del proyecto	Horizonte de inversión				
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 5	Año 10
Egresos del proyecto					
<u>Inversiones Fijas:</u>					
Terrenos					
Construcciones					
Edificios					
Maquinaria y equipos médicos-industriales	¢77 595 100,00				
Mobiliario					
Equipo de cómputo					
Σ Total de inversiones fijas	¢77 595 100,00	¢0,00	¢0,00	¢0,00	¢0,00
<u>Inversiones Diferidas:</u>					
Cursos de operación	¢500 000,00				
Patentes, licencias					
Diseños y planos	¢1 500 000,00				
Aplicaciones informáticas.					
Asesoría y supervisión técnica.					
Σ Total de inversiones diferidas	¢2 000 000,00	¢0,00	¢0,00	¢0,00	¢0,00
<u>Costos de operación y mantenimiento</u>					
Curso de mantenimiento preventivo		¢500 000,00			
Reparaciones y mantenimiento		¢1 500 000,00	¢1 575 000,00	¢2 025 000,00	¢2 775 000,00
Gastos de personal adicional					
Consumibles de los equipos		¢500 000,00	¢500 000,00	¢575 000,00	¢700 000,00
Suministros (oficina y operaciones)					
Viáticos					
Alquiler					
Teléfono					
Servicios públicos					
Seguro		¢1 000 000,00	¢1 025 000,00	¢1 100 000,00	¢1 225 000,00
Interés del financiamiento					
Otros gastos (especifique)					
Amortizaciones					
Valor residual					-¢38 797 550,00
Total de costos de operación y mantenimiento	0,00	3 500 000,00	3 100 000,00	3 700 000,00	4 700 000,00
Total de egresos	79 595 100,00	3 500 000,00	3 100 000,00	3 700 000,00	-34 097 550,00
Flujo neto de efectivo	79 595 100,00	3 500 000,00	3 100 000,00	3 700 000,00	-34 097 550,00
Valor Actual de los Costos (VAC)	¢86 969 278,04	¢13 142 791,33			
Tasa social de descuento	8,31%				

Ilustración 34. Flujo de costo adquisición de generador

Tabla 6. Modelos recomendados de generador

Modelos recomendados (277 kVA)				
Proveedor	Modelo / Marca	Potencia nominal	Precio	Características principales
Tractomotriz	Cummings C250 D6	277 kVA / 250kW	\$113 000,00	Motor QSL9. ATS UL 1008, 480V trifásico, autonomía 2h, combustión optimizada.
Corporación FONT	Kohler 250REOZJF		\$153 350,00	Motor Kohler, UL 2200, control digital, tanque 17870L, sistema de inyección electrónica.
	FG Wilson P250-3		\$105 000,00	Motor Perkins, caseta acústica, panel Easygen, reduce las emisiones contaminantes.
Matra	CAT XQP300		\$150 000,00	Diesel, solución CAT con caseta acústica y opciones móviles, flota/catálogo local
Modelos recomendados (250 kVA)				
Proveedor	Modelo / Marca	Potencia nominal	Precio	Características principales
Tractomotriz	Cummings C250 D6	277 kVA / 250kW	\$66 651,00	Motor QSL9. ATS UL 1008, 480V trifásico, autonomía 2h.
Corporación FONT	Kohler 250REOZJF		\$67 500,00	Motor John Deere, UL 2200, control digital, tanque 500L.
	FG Wilson P250-3		\$80 000,00	Motor Perkins, caseta acústica, panel Easygen.
Matra	CAT XQP300		\$75 000,00	Diesel, solución CAT con caseta acústica y opciones móviles, flota/catalogo local

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

A partir del desarrollo de este proyecto se puede concluir lo siguiente:

- Se concluye que, aunque el generador se encuentra en condiciones físicas aceptables, ha superado su vida útil institucional y no cumple con el NEC 70 en aspectos de etiquetado y certificación, por lo que se justifica su reemplazo.
- Se estimó la carga total de la Clínica Integrada de Tibás, permitiendo dimensionar el nuevo generador eléctrico de forma eficiente y segura, garantizando la continuidad de los servicios esenciales conforme al NEC 70 (2020) y la NFPA 110. Además, se consideró un margen de crecimiento futuro que asegure que las condiciones de operación no se vean afectadas ante ampliaciones o incremento de demanda.
- Se seleccionó el generador de emergencia que ofrece el mayor costo-beneficio a lo largo de su vida útil, tomando en cuenta los costos iniciales, operativos y de mantenimiento, de acuerdo con los criterios establecidos en la Guía Institucional para Equipo de Mantenimiento Industrial de la CCSS.
- Se desarrolló la propuesta integral del diseño eléctrico de emergencia para toda la clínica, conforme a las disposiciones del NEC 70 (2020), la NFPA 110 y el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios (RNPCI), garantizando el cumplimiento normativo, la seguridad del personal y la continuidad operativa de los sistemas críticos.
- Con la instalación del nuevo generador en la Clínica, se dispondrá de las condiciones de seguridad y confiabilidad necesarias para hacer frente a eventos eléctricos adversos,

asegurando que los servicios esenciales permanezcan operativos y accesibles en todo momento.

- El nuevo generador de emergencia presenta una mayor eficiencia energética y menor impacto ambiental, gracias a su sistema de inyección electrónica y control de combustión optimizado, contribuyendo a la sostenibilidad institucional y reduciendo significativamente las emisiones contaminantes durante su operación.

Recomendaciones

- Capacitar al personal de mantenimiento con los protocolos de operación manual del generador en caso de falla del suministro eléctrico o de mal funcionamiento de la transferencia automática. Además, coordinar con la empresa proveedora del equipo una inducción técnica que aborde los aspectos de operación normal, alarmas del sistema, mantenimiento preventivo básico y protocolos de seguridad.
- Se recomienda elaborar el plan de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema eléctrico de emergencia, con el fin de establecer la programación y estimación presupuestaria anual, conforme a las directrices de la NFPA 110, Capítulo 8, y las políticas institucionales de la CCSS.
- Se recomienda implementar una bitácora de mantenimiento para el nuevo generador, asegurando que su llenado sea con letra clara y legible, y que en ella se registren las pruebas semanales de operación con los informes de diagnóstico correspondientes. Dichos registros deben incluir mediciones de temperatura, voltaje, corriente, frecuencia y demás parámetros relevantes que indique el sistema de monitoreo del generador. Este control permitirá mantener un historial técnico confiable, facilitar la detección de anomalías y prevenir fallos, conforme a la NFPA 110 (Cap. 8) y las políticas de mantenimiento de la CCSS.

Referencias Bibliográficas

(s.f.).

Association, N. F. (2020). *National Electrical Code (NEC)*. . Obtenido de National Fire Protection Association: <https://www.nfpa.org/nec>

Association, N. F. (2020). *NEC 2020*. USA.

Association, N. F. (2023). *Health Care Facilities Code*. Obtenido de National Fire Protection Association: <https://www.nfpa.org/product/nfpa-99-code/p0099code>

Bosch Fuentes Jaime, J. M. (2016). *Anteproyecto para la seleccion del grupo electrogeno y tablero de transferencia para un edificio de oficinas*. Ciudad de Mexico.

Cambronero, F. B. (Julio de 2023). *Evaluación Índice de Seguridad de Infraestructura (ISI)*. San José: Julio.

CCSS. (2022). *Guia Metodologica para estudios de perfil de proyectos de infraestructura y equipamiento*. San Jose .

Davoudi, V. (s.f.). *Potencia electrica. Potencia de respaldo y de emergencia en hospitales*. Arup, Los Angeles.

Dirección de Mantenimiento Institucional. (2022). *Guía Evaluación y Planificación del Reemplazo del Equipo Industrial GIT-DMI-GT001*. En CCSS.

Eaton. (2021). *Critical Power for healthcare. EATON Powering Business Worldwide*, 6.

export, G. f. (2022). *Generators for export*. Obtenido de Generators for export: <https://generatorsforexport.com/blogs/news/portable-generators-and-stationary-generators>

GRUPEL. (s.f.). *Grupel.eu*. Obtenido de <https://grupel.eu/es/faqs/para-que-sirve-el-cuadro-de-conmutacion-en-un-generador/>.

Hernandez, Fernandez, & Baptista. (2014). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: McGraw-Hill.

INTECO. (2016). *Iluminación de los lugares de trabajo*. Internacional.

Izurieta, D. A. (2022). *ESTUDIO TÉCNICO Y PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL CENTRO DE SALUD N° 1 “CENTRO HISTORICO” DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA*. Quito.

Kosov. (2018). *Que es una planta electrica de emergencia?* Mexico: Kosov.mx.

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (2024). *Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE):

<https://www.imprentanacional.go.cr>

National Fire Protection Association. (2024). *Código de Seguridad Humana*. Obtenido de National Fire Protection Association: <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-101-standard-development/101>

National Fire Protection Association. (2025). *Norma para Sistemas de Energía de Emergencia y de Reserva*. Obtenido de National Fire Protection Association: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-110-standard-development/110>

PLANELEC. (2022). *PLANELEC*. Obtenido de PLANELEC.com: <https://www.planelec.com/>

Woodstockpower. (2025). *woodstockpower.com*. Obtenido de woodstockpower.com: <https://woodstockpower.com/blog/what-are-the-requirements-for-hospital-backup-generators/>

Apéndice

Apéndice A. Entrevista Ing. Luis Diego Salas

Entrevista Ing. Luis Diego Salas

Ing. Electromecánico, ARIM Central Norte

Fecha: 19 de agosto de 2025

En conversación vía TEAMS con el ingeniero me hace una breve introducción al concepto de remodelaciones eléctricas en las Áreas de Salud y EBAIS de la CCSS, y este es que el generador de emergencia va a suplir el 100% del edificio, si bien es cierto el código eléctrico de NFPA 70 (NEC) estipula cargas críticas, cargas de emergencias y cargas de equipos para Hospitales, en las Áreas de Salud lo están implementando de esta manera para no tener preocupaciones.

La solicitud explícita del ingeniero es realizar un cambio completo de la subestación eléctrica, desde la acometida eléctrica en la vida pública de manera subterránea, realizando la transformación y entrando con bajo voltaje, ingresando a una transferencia en el generador; el generador alimentando todo el sistema y una serie de tableros alimentados.

Solicita se realice la consulta a mi tutor para estimar realizar un rediseño eléctrico completo para la clínica justificando la importancia de asegurar la continuidad de los servicios en caso de una emergencia o desastre natural donde la Clínica sería el último centro que se debería ver afectado ante la situación ya que se usaría como centro de emergencia por solicitud del CNE.

Me indica que el proyecto se puede realizar por fases, sino se pudiera como un proyecto completo; para lograrlo sugiere que se realice un levantamiento, análisis, actualización del diagrama unifilar, actualización de acometidas, cálculo de caídas de voltaje, actualización del generador, especificaciones técnicas para saber los tipos de tableros, canalización, que tipo de generador y un presupuesto con mano de obra, garantía y mantenimiento por 2 años ya que todo esto nace por la necesidad de cambiar el generador.

Por recomendación de la guía de equipo industrial de DMI y las notas enviadas en años anteriores se pide el cambio inmediato, sin embargo, ¿la Clínica por ser administrada por COOPESAIN quien debe asumir el costo de esta compra?

R/ La COOPERATIVA se encarga de toda la administración del edificio y eso involucra el mantenimiento y la seguridad del edificio, la ARIM Central Norte se encarga de velar que se le de un mantenimiento al edificio, sin embargo; tanto la DMI como Control de activos de la CCSS, advierte e indica que el equipo sale del funcionamiento y deben hacer una revisión para saber si es óptimo cambiarlo, por esta razón la ARIM da el acompañamiento técnico en caso de diseño o asesoría para brindar las especificaciones técnicas y también un estudio de mercado para tener una estimación del cambio.

En caso de que no me autoricen realizar el diseño para una carga 100% al generador, se mantienen los mismos servicios que están respaldados al tablero de emergencias?

R/ Si se pueden mantener los mismos servicios, sin embargo, es importante verificar e incluir lo siguiente:

- Administración
- Consultorios medicina general
- Laboratorio
- Farmacia
- Odontología
- Ginecología
- Vacunación
- Rayos X
- Niño Sano
- Auditorio
- Archivo
- Sala de shock
- Esterilización

- Cirugía menor
- Sistema de bombeo de agua potable
- Sistema contra incendios
- Alarmas de incendio
- Sistemas de UPS, centro de datos, servidores
- Inhalo terapia

¿Cuándo ha ocurrido algún evento en que se va el fluido eléctrico, el generador cuanto tarda en ingresar su funcionamiento?

R/ El dato de este equipo lo desconozco, lo debe tener el técnico en la Clínica, sin embargo, el debe entrar a trabajar en 10s máximo.

En el lapso que entra a operar el generador, ¿qué sucede con los equipos están respaldados con UPS o no tienen respaldo?

R/ No sabemos cómo esta este edificio habría que revisar si por lo menos los equipos de cómputo están respaldados, sino también consultarle al técnico.

¿Sabes que tan frecuente tienen faltante de electricidad en la clínica, por cortes del servicio público programado o accidental?

R/ No tengo información sobre este tema, por el momento al ser una sede en lugar céntrico no hay tanto corte hay buena calidad de energía.

¿Tienen presupuesto para realizar este proyecto? ¿Deben pasarlo a la DMI o quien lo maneja?

R/ El proyecto se manejaría en la ARIM, este no se pasaría a la DMI, no tenemos un monto estimado es parte de la información que esperaríamos nos brinde con su proyecto.

Apéndice B. Entrevista Técnico Agustín Romero

Entrevista

Técnico Agustín Romero Romero

Técnico, Clínica Integrada de Tibás

Fecha: 27 de agosto de 2025

¿En qué horario brindan atención aquí en la clínica?

R/ Lunes a viernes de 7am a 7pm; pero solos los servicios de emergencias, farmacia y laboratorio.

¿Cuánto tarda en entrar el generador en funcionamiento luego de un corte en el servicio eléctrico?

R/ Tarda 1minuto y 30 segundos en arrancar

¿En caso de corte del fluido eléctrico, mientras ingresa en funcionamiento el generador como respaldan los equipos de la Clínica?

R/ En toda la clínica, todos los equipos tienen UPS, que tienen una autonomía de 20min, pero de sobra ya ha entrado a trabajar el generador; solo 2 equipos de la bodega de farmacia no cuentan con UPS.

¿Ustedes le dan mantenimiento al generador o tiene contrato con alguna empresa?

R/ Matra le da el mantenimiento al generador dos veces al año, lo que hace falta cambiarle es el abanico de enfriamiento por recomendación de la empresa. Aun se consiguen repuestos originales para el generador, la bitácora la llena el personal de Matra.

¿Cada cuanto hace arranque al generador y cuánto tiempo la dejan funcionando?

R/Esta programado para arrancar todos los lunes de 7:45am a 8:00am, dura 15min encendida.

¿Han hecho alguna ajuste, ampliación o remodelación en los circuitos eléctricos originales? ¿En cuales servicios?

R/ La transferencia automática se cambió aproximadamente hace 3 años, solo eso, bueno y el transformador para Rayos X, lo cambiaron cuando hicieron la remodelación del servicio, además de eso se han hecho circuitos nuevos para carga de aires acondicionados en Farmacia el cual se alimenta del centro de carga de módulo 2 y las cámaras de refrigeración de Laboratorio que se conectan al centro de carga del módulo 3.

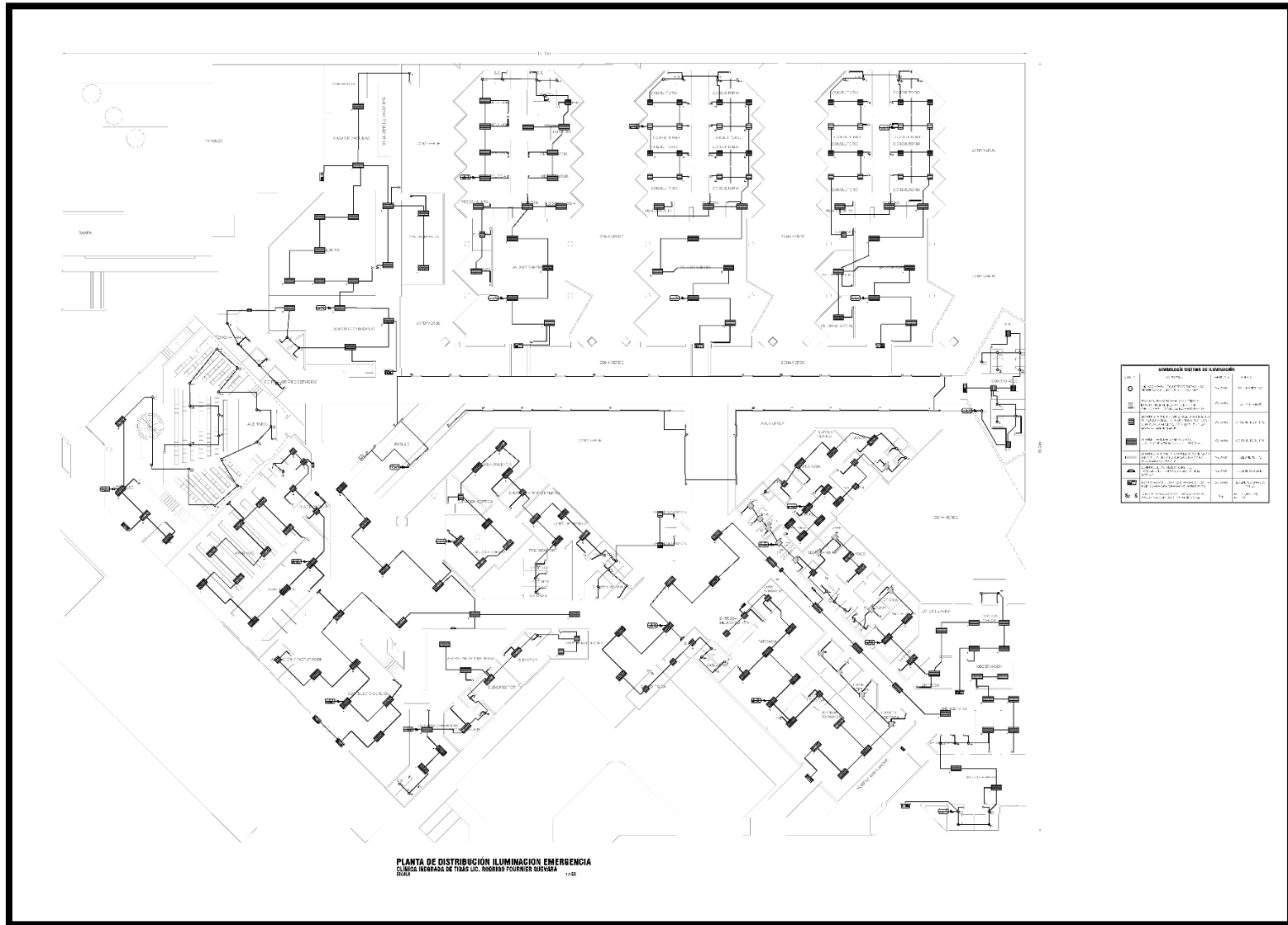
¿Cuánto Diesel consume el generador en una hora de arranque semanal?

R/ Gasta 20gal, este generador tiene un tanque subterráneo de 500gal que se llena una vez al año, los señores de bomberos recomiendan que se utilice un tanque elevado.

Apéndice D. Formulario DMI-FR006

	Gerencia Infraestructura y Tecnologías	Criterio reemplazo directo		Código:
	Dirección Mantenimiento Institucional	Página:		DMI-FR006 Versión: 01
DATOS DEL EQUIPO				
Nombre del establecimiento de salud	Clinica Integrada de Tibás, Rodrigo Fournier	Nombre del Servicio	Mantenimiento	
Nombre del equipo Industrial:	Generador eléctrico	Número de placa:	349243	
Recinto donde ubica el equipo Industrial:	Casa de máquinas	Modelo:	3208	
Marca:	Caterpillar	Fecha de adquisición del equipo Industrial según el SCBM	20/6/2025	
Fecha de adquisición del equipo Industrial según el SCBM	30/1/1992	Fecha de consulta al SCBM	20/6/2025	
Criterio Aplicado de la Tabla	Tabla 7. Criterio toma de decisión, igual o mayor a 15 puntos			
Vida útil establecida por la Dirección de Mantenimiento Institucional para este equipo Industrial	20 años			
JUSTIFICACIÓN DE SUSTITUCIÓN				
<p>Según la guía Evaluación y Planificación Reemplazo del Equipo Industrial, apartado 4, punto 4, cita: "En la eventualidad de las categorías evaluadas resulte "Reemplazo" no será necesario continuar con la aplicación de los demás criterios de este instructivo. Se deberá entregar el formulario DMI-FR006 "Criterio reemplazo directo", contenido en el Anexo 1 y continuar con el trámite de reemplazo.", adicional a este enunciado el generador ya no soporta la carga de la Clínica ya que sobrepasa su capacidad.</p>				
Elaborado y validado por:				
Agustín Romero Romero Jefe del Servicio (usuario final)	 Firma y fecha  Firma y fecha	María Luisa Martínez Vargas Evaluador / Ingeniero o técnico de Equipos	Firma y fecha	
María Auxiliadora Bonilla Máxima autoridad / Administradora	 Firma y fecha			
Observaciones: _____ _____ _____				

Apéndice E. Planta de distribución Iluminación de Emergencia



Anexos

Anexos I. Tableros de distribución eléctrica

CARACTERISTICAS TABLEROS DE DISTRIBUCION ELECTRICA							
TABLERO	SERVICIO	CARGA CONECTADA VATIOS	CAPACIDAD BARRAS AMPS	INTERRUPTOR PRINCIPAL		TAMAÑO POLOS	TIPO (Sq - D)
				AMPS	MARCO		
TN - D	NORMAL	21 800	125	70	FA	30	NQOB
TN - N	NORMAL	24 569	125	70	FA	30	NQOB
TN - L	NORMAL	43 625	225	150	KA	36	NQOB
TN - M	NORMAL	11 600	125	50	FA	18	NQOB
TN - F	NORMAL	7 750	125	50	FA	12	NQOB
TE - R	EMERGENCIA	11 775	125	50	FA	18	NQOB
TE - P	EMERGENCIA	4 700	125	50	FA	12	NQOB
TE - N	EMERGENCIA	18 275	125	50	FA	12	NQOB
TE - L	EMERGENCIA	22 875	125	70	FA	30	NQOB
TE - Q	EMERGENCIA	3 400	125	50	FA	12	NQOB
TE - LE	EMERGENCIA	3 600	125	50	FA	18	NQOB
TE - C1	EMERGENCIA	28 200	125	90	FA	36	NQOB
TE - C2	EMERGENCIA	22 200	125	70	FA	30	NQOB
TE - C3	EMERGENCIA	31 950	125	90	FA	36	NQOB
TE - A	EMERGENCIA	24 900	125	70	FA	30	NQOB
TN - EX	NORMAL	26 825	125	70	FA	36	NQOB

TRIFASICOS, 120/208 VOLTIOS, 4 HILOS, NEUTRO SOLIDO, GABINETE METALICO CON TAPA Y LLAVE, INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS ATORNILLADOS

Anexos 2. Costos de UPS según modelos existentes



[Ver más grande](#)

Batería Ups Apc Be550g-1m 550va/330w Usb 8 Tomas

Referencia: **CQN13478**

₡45.951 IVA. Marca: APC
Condición: **Producto Nuevo**


Empaque: Producto empacado por el fabricante 

Descripción rápida:
comprar En Línea - Batería Ups Apc Be550g-1m 550va/330w Usb 8 Tomas Nema 5-15r
Batería Sellada De Plomo Alarma De Batería Encendida Led

Garantía 1 año | Pago Seguro | Envíos CR

[Ver más información de este producto](#)

[Ver en página web de APC](#)



**UPS APC BACK-RS (BX1500M-LM60) 1500VA
10OUTLET/120V/900WAT**

SKU: UPAS102

★ ★ ★ ★ ★ (0)

0 Reviews | [Escribe un Review](#)


₡136,442.48

UPS APC Back-RS (BX1500M-LM60), Capacidad: 1500VA. Salidas: 10 tomas, Potencia: 900W, Voltaje: 120V, Características especiales: Ofrece protección de batería y reserva de energía para dispositivos electrónicos y ordenadores.

Cantidad 1 [Añadir al carrito](#)

[Añadir al Wishlist](#)

Computo y Tablets > Accesorios de Computo > Sistemas de Alimentación Ininterrumpida > Unidad Back UPS Pro Bx 1000Va 8 Salidas Avr Interfaz Lcd Lam 60Hz BX1000M-LM60, Apc



Unidad Back UPS Pro Bx 1000Va 8 Salidas Avr Interfaz Lcd Lam 60Hz BX1000M-LM60, Apc
[Visita la tienda de APC](#)

Disponible.

Precio: **₡105,000.00**

Envío **GRATIS** [Detalles](#)

Elegible para cuotas. [Ver Cuotas Disponibles](#)

Garantía: **Producto incluye garantía de fábrica**


📍 [Uruca, San José, San José](#)

ENTREGAS FLASH **ENVÍO ESTÁNDAR**


No disponible para este producto

Llega entre **viernes 07 de noviembre** y **martes 11 de noviembre**

Costo de envío: **₡4000** Envío **GRATIS**

Compubetel + Categorías  Soporte: +(506) 6196 6821 Email: info@compubetel.com

CATEGORÍAS INICIO SOBRE NOSOTROS BOLETAS 👤 📍 🛒 \$0.00



APC Back-UPS Pro 1500 - UPS - CA 120 V - 865 vatios - 1500 VA - conectores de salida: 10

₡145.106,02 IVA I

Disponible

ANADIR AL CARRITO

♥️ Añadir a la lista de deseos [Compare](#)

🕒 Entrega estimada: 05 noviembre - 07 noviembre


👁️ 48 personas viendo este producto ahora mismo

SKU: UP331APC11

Categoría: UPS

DESCRIPCIÓN

APC Back-UPS Pro 1500 - UPS - CA 120 V - 865 vatios - 1500 VA - conectores de salida: 10



UPS APC BACK-UPS PRO (BX850M-LM60) 850VA 120V/#BX850M-LM60

SKU: UPA8177

★ ★ ★ ★ ★ (0)

0 Reviews | [Escribe un Review](#)


€ 77,494.03

UPS APC Back-UPS Pro (BX850M-LM60), Capacidad: 850VA, Voltaje: 120V, Modelo: #BX850M-LM60, Ideal para: Usuarios domésticos y de oficinas que buscan una protección robusta con capacidades de carga USB adicionales.

Cantidad < 1 > Añadir al carrito

[♥ Añadir al Wishlist](#)

UPS BATERIAS
UPS APC PRO (BR700G) 700VA/420WATTS 6TOMAS



Ver más grande

UPS APC PRO (BR700G) 700VA/420WATTS 6TOMAS

Referencia 209

Condición: Nuevo

UPS APC PRO (BR700G) 700VA/420WATTS 6TOMAS

Tweet
 Compartir
 Google+
 Pinterest

Enviar a un amigo
 Imprimir

\$140.99

Cantidad

1 - +

Añadir al carrito

♥ Añadir a la lista de deseos



Unidad Back-UPS Pro De Bajo Consumo Y 6 Conectores De Salida, 700 VA, 420 W, APC
[Visita la tienda de APC](#)

Disponible.

Precio: **₡91,000.00**

Envío **GRATIS** [Detalles](#)

Elegible para cuotas. [Ver Cuotas Disponibles](#) ▼

Garantía: 2 años [🔗](#)


📍 [Uruca, San José, San José](#) ▼

ENTREGAS FLASH **ENVÍO ESTÁNDAR**

No disponible para este producto

Llega entre **viernes 07 de noviembre** y **lunes 10 de noviembre**

Costo de envío: **₡4000** Envío **GRATIS**



Unidad Smart-UPS SRT En Línea De 1500Va, 120V, 6 Salidas NEMA 5-15R, Srt1500XLA, APC
[Visita la tienda de APC](#)

Disponible.

Precio: **₡740,100.00**

Envío **GRATIS** [Detalles](#)

Elegible para cuotas. [Ver Cuotas Disponibles](#) ▼

Garantía: **Producto incluye garantía de fábrica** [🔗](#)

📍 [Uruca, San José, San José](#) ▼

ENTREGAS FLASH **ENVÍO ESTÁNDAR**

No disponible para este producto

Llega entre **viernes 07 de noviembre** y **martes 11 de noviembre**

Costo de envío: **₡4000** Envío **GRATIS**

[Tienda](#) / UPS APC 3000VA/2700W/120V/8 SALIDAS SRT3000RMXLA

UPS APC 3000VA/2700W/120V/8 SALIDAS SRT3000RMXLA


SKU: INT1528

🔥 9 vendidos en las últimas 24 horas

APC Smart-UPS SRT 3000VA RM - UPS (montaje en bastidor) - CA 120 V - 2700 vatios - 3000 VA Ácido de plomo - RS-232, USB - conectores de salida: 9 - 2U - negro

₡ 961,300 ~~₡ 1,201,625~~ (20% OFF)

8 personas que están viendo esto ahora mismo



Apc Easy Ups On-line Srv3kra Ca 120 V - 3000va

Referencia: CQN28624

₡ 523.359 IVA.

Condición: **Producto Nuevo**

Empaque: Producto empaçado por el fabricante

Disponibilidad: 2 productos en inventario

ENVÍO GRATIS
·Aplican Restricciones

¡Últimos productos en inventario!



UPS APC (BE750G-LM) 750VA/450WATTS 10TOMAS

Referencia 104

Condición: Nuevo

UPS APC (BE-750G-LM) 750VA/450WATTS 10TOMAS

[Twitter](#)
[Compartir](#)
[Google+](#)
[Pinterest](#)


[Enviar a un amigo](#)

[Imprimir](#)

\$111.00

Cantidad

Ver más grande



FORZA

UPS Regulador NT-1011 1000VA/500W/6 Salidas

€46,000 ★★★★ (5.0) (1)

Disponible

Entrega regular **7 noviembre - 9 noviembre**. Agrega este producto para Envío **GRATIS**

[Ver más sobre el envío](#)

Cuotas desde **€1,917/mes**
Con Tasa Cero BAC, Pagujos Davivienda y Credix [Ver cuotas](#)

1
Agregar al Carrito



FORZA

UPS Regulador Smart NT-511 500VA/250W/6 Salidas

€30,300

Disponible

Entrega regular **7 noviembre - 9 noviembre**. Agrega este y €4,700 más para Envío **GRATIS**

[Ver más sobre el envío](#)

Cuotas desde **€1,263/mes**
Con Tasa Cero BAC, Pagujos Davivienda y Credix [Ver cuotas](#)

1
Agregar al Carrito

TX 220 VAC 1kVA-Powertech

Series UPS En Línea





<



>

Descargar Ficha Técnica
Cotizar

Descripción

El TX de 1 kVA es un equipo robusto, versátil y con la capacidad necesaria para proteger y respaldar soluciones de misión crítica, de pequeña a mediana escala.

Características

- Diseñado para equipos de misión crítica, posee un factor de salida de 0.8, que asegura un mejor desempeño de la carga.
- Servicio ininterrumpido de los equipos, gracias a su sistema de cambio de baterías en caliente.
- UPS de doble conversión True Online.
- Sistemas de comunicación en SNMP, USB y RS-232, para una eficiente administración y monitoreo.

Beneficios

1. Diseño modular que permite acomodamiento vertical u horizontal para sistemas tipo torre o racks, adicionalmente, utiliza un espacio en los gabinetes de no más de 2U, lo que implica mayor eficiencia.

Anexos 3. Luminaria de emergencia



PUNTOS DE VENTA:

Costa Rica: IEESA, Novex, Ditesa, Grupo Diez, Colonos, Lagar, Electrobeyco, Protel, Ferretécnica, Ditel y Epa.

Nicaragua: Sinsa, Cubas Eléctrica, Sinter, Ferretería Jenny, Industrias Edison, Tecléta, Fetesa, El Halcón, ADIM & CIA, Inblensa, Dimaco y Balladares.

CARACTERÍSTICAS

- Luminaria LED para aplicaciones comerciales, industriales y arquitectónicas.
- Luminaria para empotrar en cielo suspendido de tipo "T" invertido de 1 pulgada de alto, de madera, cielo Gypsum o tabla yeso.
- Temperatura de color 4000K y 6500K. Para otras temperaturas de color consulte con su asesor comercial.

APLICACIONES


ALMACÉN DE SUPERMERCADO


OFICINA


LABORATORIO


HOSPITAL


INSTALACIONES COMERCIALES


CASA


LABORATORIO DE PRUEBAS

SYLVANIA

LED EMERGENCIA R2



LED

CARACTERÍSTICAS

- Luminaria LED de emergencia con botón de prueba e indicador de carga.
- Carcasa termoplástica compacta.
- Color blanco mate.
- Tipo de montaje: Sobreponer.
- Tiempo de recarga: 24 horas.
- Conjunto óptico optimizado, para mejorar la distribución de la luz.
- No Dimerizable.


CE


RoHS


RETILAP
PRODUCTO
CERTIFICADO


CLASE II


BOTÓN DE PRUEBA


100-277V


AUTONOMÍA
90 min


FACTOR DE POTENCIA
>0.5


IRC
>70


IP 20


6500K


120°
ÁNGULO DE APERTURA


0°C-40°C


NO DIMERIZABLE


ASPECTOS TÉCNICOS

Código	Potencia	Consumo de potencia	Flujo luminoso
P23343	2x1.5W	3W	2x125lm

* Vida útil estimada, con mantenimiento del flujo luminoso al 70% (L70), sobre luminaria completa.

SYLVANIA

**LED EMERGENCIA
AVISO SALIDA**



LED

CARACTERÍSTICAS

- Señalizador de salida LED de alta luminosidad con botón de prueba e indicador de carga.
- Cuerpo plástico inyectado, material ignífugo.
- Modo de trabajo permanente.
- Batería tipo: Níquel Cadmio.
- Tiempo de recarga: 24 horas.
- Indicador de carga: Si.
- No Dimercable.


ASPECTOS TÉCNICOS

Código	Potencia	Descripción
P33718	1.8W	Acrílico transparente con color de letra verde

* Vida útil estimada, con mantenimiento del flujo luminoso al 70% (L70), sobre luminaria completa.

SYLVANIA

**LED PANEL
BACKLIT RC**



LED

CARACTERÍSTICAS

- Luminaria tipo panel de alta eficacia, con un diseño delgado y moderno para iluminación en interiores, oficinas, comercios e instalaciones educativas.
- Bajo consumo de energía, comparado con productos de tecnologías tradicionales.
- Tipo de montaje: Incrustar o descolgar.
- Tipo de distribución: Directo Simétrico.
- Color: Blanco.
- Instalación recesado en marco (marco no incluido) o

ASPECTOS TÉCNICOS

Código	Consumo de potencia	Flujo luminoso	Temp. de color
P29564	40W	3.600lm	6.500K

* Vida útil estimada, con mantenimiento del flujo luminoso al 70% (L70), sobre luminaria completa.

SYLVANIA

LED SYL LIGHTER CCT



LED



ASPECTOS TÉCNICOS

Código	Consumo de potencia	Flujo luminoso	Temperatura de color
P26118	22W / 15W / 10W	1.850lm / 1.260lm / 840lm	2700K / 3000K / 3500K / 4000K / 5000K

* Vida útil estimada, con mantenimiento del flujo luminoso al 70% (L70), sobre luminaria completa.

CARACTERÍSTICAS

- Luminaria tipo Bala LED recesada UL con ajuste manual de potencia y cambio de color de temperatura, excelente reproducción de color y driver dimenzable independiente.
- Montaje de incrustar en cielo raso, con resortes de fijación.
- Proyección uniforme de la luz con bajo deslumbramiento, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.
- Diseño moderno con fuente LED SMD, difusor opalizado y recesado.
- Selección manual de potencias y de temperatura.
- Ganchos de sujeción con resorte para fácil instalación.

SYLVANIA

LED PANEL BACKLIT SQ



LED



ASPECTOS TÉCNICOS

Código	Consumo de potencia	Flujo luminoso	Eficacia de la luminaria	Temp. de color	Vida* útil
P29580	36W	4.000lm	111lm/W	4.000K	50.000h
P29579	36W	4.000lm	111lm/W	6.500K	50.000h
P29563	40W	3.600lm	90lm/W	4.000K	35.000h
P29562	40W	3.600lm	90lm/W	6.500K	35.000h

* Vida útil estimada, con mantenimiento del flujo luminoso al 70% (L70), sobre luminaria completa.

CARACTERÍSTICAS

- Luminaria tipo panel de alta eficacia, con un diseño delgado y moderno para iluminación en interiores, oficinas, comercios e instalaciones educativas.
- Bajo consumo de energía, comparado con productos de tecnologías tradicionales.
- Tipo de montaje: Incrustar o descolgar.
- Tipo de distribución: Directo Simétrico.
- Color: Blanco.
- Instalación recesado en marco (marco no incluido) o colgado (no incluye guayas).
- No Dimenzable.

SYLVANIA

**LED HERMÉTICA
2x25 ANTI POLVO**



LED

CARACTERÍSTICAS

- Nuevo diseño con formato liviano y delgado, sin lamina porta equipo.
- Luminaria LED para ambientes con alto grado de humedad y suciedad, como parqueaderos, instalaciones industriales, plantas de procesamiento de alimentos, cocinas y áreas comunes.
- No Dimenzable.

Tipo de montaje:

- Sobreponer o descargar en techo, instalación sencilla con clips de montaje y ganchos para fácil mantenimiento.
- Chasis en polímero tipo ABS y carcasa en poliestireno de alta transparencia.
- Tipo de distribución: Directo.
- Versión con tubos LED de alta eficacia en vidrio con protección pet, alta vida útil y factor de potencia >0.9 para instalaciones industriales.

ASPECTOS TÉCNICOS

Código	Descripción	Potencia	Flujo luminoso fuente	Flujo luminoso efectivo	Eficacia fuente	Eficacia óptica lumín.
P37390	2x25 T5 LED VIDRIO+PET	50W	6.800lm	4.420lm	136lm/W	65%

* Vida útil estimada, con mantenimiento del flujo luminoso al 70% (L70), sobre luminaria completa.

CE **CLASS I** **120-277V** **THD <20%** **IRC 80** **FACTOR DE POTENCIA 0.9**

IP 65 **6500K** **120° ANGULO DE VISIÓN** **-10°C - +40°C** **50.000h**

Anexos 4. Documento orden sanitaria



MINISTERIO
DE SALUD

GOBIERNO
DE COSTA RICA



ORDEN SANITARIA N° MS-DRRSCS-DARS-T-OS-0061B-2025

Página 6 de 24

4. Luces autónomas de emergencia:

4.01 El sistema de iluminación de emergencia debe disponerse para proveer automáticamente la iluminación requerida ante el evento de cualquier interrupción de la iluminación normal debido a:

- (1) Falla en el servicio público o en otra fuente exterior de energía eléctrica.
- (2) Apertura de un interruptor o fusible.
- (3) Cualquier acto(s) manual(es), incluyendo la apertura accidental de un interruptor que controla las instalaciones de iluminación normal.

La iluminación de emergencia debe colocarse a lo largo de: pasillos, accesos a salidas de emergencia, escaleras, descarga de escaleras y otros medios de egreso.

La iluminación debe realizarse por medio de una de las siguientes alternativas o una combinación de las mismas:

- a) Lámparas autónomas de emergencia con batería.
- b) Luminarias ordinarias del edificio cuando cuenten con balastro de emergencia.
- c) Un sistema autónomo Tipo 10, Clase 1.5, Nivel 1, de acuerdo con NFPA 110, que tenga posibilidad de alimentar el sistema ante la apertura de un interruptor o fusible.

Los equipos unitarios y los sistemas de batería para luminarias de emergencia deben estar listados según ANSI/UL 924, Norma para equipos de iluminación y energía de emergencia.

Norma de referencia 9.2.1 del RNPCI. Clasificación No Crítica.

Anexos 5. Oficio DMI 3063-2018



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
Gerencia de Infraestructura y Tecnologías
Dirección Mantenimiento Institucional
git_dmi@ccss.sa.cr



DMI-3063-2018
12 de diciembre de 2018

Ing. Rony Ruiz Jiménez
Jefe a.i. Área de Mantenimiento de Infraestructura y Equipos Industriales
Dirección de Mantenimiento Institucional

Asunto: Valoración técnica del funcionamiento y de la vida útil tanque de captación de agua, planta eléctrica y panel de transferencia en respuesta al oficio DRSS-FISSCT-2631-18 y DMI-0937-2018.

Estimado ingeniero:

A continuación se brinda la valoración técnica utilizando el Instructivo para la evaluación y planificación del reemplazo del equipo médico e industrial, Versión: 003 Código: GIT-I-GE-400, publicado en la web master 25 de setiembre de 2018 DEI-1230-2018 | DMI-1353-2018, así mismo antecedentes e información relevante.

- 1. Planta Eléctrica:** Activo 349243, Marca Caterpillar, Modelo 3208, Serie 005Y00343, Año 1989.

Se hace la [Consulta de Activos Institucionales](#), del activo 349243 del Equipo Electrógeno, la cual indica que se ingresó en inventario el 30-01-1992, el cual a la fecha de contrato firmado a los 21 días del mes de julio del 2010, el equipo contaba con 18 años y 6 meses aproximadamente de ser inventariada, a la fecha de la inspección técnica cuenta con 26 años y 10 meses aproximadamente, se debe de mencionar que dicho equipo posee un contrato (Numero de contrato "0024-2018") de mantenimiento y registro al día (ultimo mantenimiento 30/10/18, orden OS57465).

	DMI	AAE	STE	STOC	AIDMI	AMIEI	SACRM
	2539-0092/0093	2539-0150	2539-0703	2539-0011	2539-0610	2296-6623	2296-6620/9844
Ext.	3601-3602	4002	7131	3001	6461	3107-1000	
Fax	2539-0091	2539-0148	2539-0148	2539-0148	2539-0609	2296-6623	



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
Gerencia de Infraestructura y Tecnologías
Dirección Mantenimiento Institucional
git_dmi@ccss.sa.cr



Caja Costarricense de Seguro Social
Área Contabilidad y Control de Activos y Suministros
Sistema Contable de Bienes Muebles

Datos del Activo

N° Placa:	349243	Estado Actual:	EN USO
Fec. Ingreso Inventario:	30/01/1992		
Fec. Ingreso Unidad:	31/05/2010		
Fec. Retiro:	N/A		
Código de Bien:	7 - 60 - 5 - 100	PLANTA DIESEL ELECTRICA DE ENERGIA.	
Unidad Ejecutora:	2219	AREA SALUD DE TIBAS (COOPESABH)	
Servicio:	840	DIRECCION Y ADMINISTRAC.	
Localización:	2	MANTENIMIENTO	
Responsable:	108700950	DIDIER ANTONHO ARGUEDAS JIMENEZ	
Proyecto:	N/A	N/A	
Descripción:	PLANTA ELECTRICA		
Marca Fabricante:	N/A		
Modelo:	N/A		
N° Serie:	N/A		
Periodo Garantía:	N/A		
Valor Inicial:	91,832.75		
Deprec. Acumulada:	91,832.75		

Nota: Este documento no tiene título de certificación. En caso que lo requiera debe solicitarlo al Área Contabilidad y Control de Activos y Suministros

Figura 1. Consulta de Activo Institucionales Activo 349243

Fecha: 20 de noviembre de 2018

Se indica en el instructivo “Equipos Industriales con Código Institucional y con Expectativa de Vida”, página 36, Anexo 7, como categoría C. Alta Complejidad

Descripción	Código	Vida útil (años)
Planta diésel eléctrica de energía.	7-60-05-0100	20

Por tanto, con esta información en el punto 1.2 establecido en la página 4 de instructivo GIT-I-GE-400 donde se indica lo siguiente. “Los equipos de mediana y alta complejidad según lo establecido en los anexos 6 y 7, hayan alcanzado o superado su vida útil; en cuyo caso se deberá programar su sustitución sin mediar mayor trámite, que una resolución por parte de la jefatura del Servicio que justifique la necesidad de planificar el reemplazo del equipo.” La planta eléctrica superó su vida útil y se deberá programar su sustitución.

	DMI	AAE	STE	STOC	AIDMI	AMIEI	SACRM
Ext.	2539-0092/0093	2539-0150	2539-0703	2539-0011	2539-0610	2296-6623	2296-6620/9844
Fax	3601-3602	4002	7131	3001	6461	3107-1000	
	2539-0091	2539-0148	2539-0148	2539-0148	2539-0609	2296-6623	

Anexos 6. Equipos industriales

**CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
GERENCIA INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGÍAS**



**Dirección Mantenimiento Institucional
Área Mantenimiento de Infraestructura y
Equipos Industriales**

CATÁLOGO
Equipos Industriales
GIT-DMI-AMIEI-CT001

**Versión 05
Agosto 2024**

FUENTE ININTERUMPIDA DE POTENCIA 100 kVA**DATOS DE LA FICHA TÉCNICA**

COMPLEJIDAD	VIDA ÚTIL	CÓDIGO SICOP		CÓDIGO CGBS	PARTIDA PRESUPUESTARIA
		CLASIFICADOR	IDENTIFICADOR		
Alta	10 años	39121011	92319249	7-45-01-1015	2390
NIVEL USUARIO T	DESCRIPCIÓN Equipo de gran capacidad que sus baterías y otros elementos almacenadores de energía, puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado a todos los dispositivos que tenga conectados.			USO-APLICACIÓN Protección y respaldo eléctrico.	
UNIDAD DE MEDIDA	<input type="checkbox"/> metro lineal <input type="checkbox"/> m ² <input type="checkbox"/> m ³ <input checked="" type="checkbox"/> unidad <input type="checkbox"/> global				FECHA DE ACTUALIZACIÓN Julio 2024

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

- Composición física metálica resistente a la corrosión.
- Con tecnología online de doble conversión.
- Con tiempo de transferencia cero.
- La arquitectura de unidad debe ser sin transformador.
- Con entradas de cableado por la parte inferior como superior.
- Con acceso frontal para fácil mantenimiento, debe tener cerradura con llave.
- Con pantalla LCD convencional o táctil, de interfaz intuitiva que muestre como mínimo los parámetros de funcionamiento, programación, alarmas entre otros.
- Con opción de monitoreo y gestión remotos basados en la nube, así como disponibilidad de comunicación mediante protocolos tales como Modbus-IP, Bacnet IP, BACNET-MSTP, Ethernet entre otros.
- Con alarmas audibles y visuales para condiciones anormales u autodiagnóstico.
- Las baterías deben ser selladas y de libres de mantenimiento de tipo VRLA, Ion Litio o *Flywheel*.
- Con sistema de ventilación interno de tipo forzado.
- Gabinete con grado de protección IP 20 o superior.

- El nivel de ruido no debe ser mayor a 60 dB.
- Con opción de redundancia, que permita la conexión de otras unidades en paralelo de la misma capacidad.
- Rango de temperatura ambiente de funcionamiento entre 0 °C y 40 °C.

REQUISITOS ELÉCTRICOS

- Voltaje: 208 V / 240 V.
- Frecuencia 60 Hz.
- Potencia: 100 kVA.

NORMATIVA

- Cumplir con certificación CE, ROHS, *Energy Star*, CSA o entidades similares.
- Cumplir con los estándares UL 924 y UL 1778 o similares.

FOTOS / IMÁGENES

Anexos 7. Guía Reemplazo del Equipo Industrial

**CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
GERENCIA INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGÍAS**



Dirección Mantenimiento Institucional

GUÍA
Evaluación y Planificación del Reemplazo
del Equipo Industrial
GIT-DMI-GT001

Versión 01
Noviembre 2021

Anexos 8. Norma INTECO



INTE/ISO 8995-1:2016

Iluminación de los lugares de trabajo.

Parte 1. Interiores

Correspondencia: Esta norma es idéntica (IDT) a la norma internacional ISO 8995-1:2002 (CIE S 008/E:2001) /Cor 1:2005, Lighting of work places -- Part 1: Indoor



Las observaciones a este documento dirigirlas a:



(506) 2283 4522



info@inteco.or.cr

Fecha: 2016-04-15
Primera Edición
Secretaría: INTECO
Editada e impresa por ©INTECO
Derechos reservados
ICS 13.180; 91.160.10

La presente norma técnica pertenece a INTECO en virtud de los instrumentos nacionales e internacionales, y por criterios de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Salvo por autorización expresa y escrita por parte de INTECO, no podrá reproducirse ni utilizarse ninguna parte de esta publicación bajo ninguna forma y por ningún procedimiento, electrónico o mecánico, fotocopias y microfichas inclusive, o cualquier sistema futuro para reproducir documentos. Todo irrespeto a los derechos de autor será denunciado ante las autoridades respectivas. Las solicitudes deben ser enviadas a la Dirección de Normalización de INTECO.

Anexos 9. Cotización UPS Centralizada


Electrotécnica, S.A.

Céd. Jurídica # 3-101-029593
 Tel.: +506 2010-5000 Fax: +506 2223-7055
 Av. 10, C 13 y 15. San José, Costa Rica.
 www.electrotecnica.com

DÍA	MES	AÑO
13	11	2025

COTIZACIÓN NO. 49788

Nombre del cliente:	CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL		
Contacto:	Maria Luisa Martinez	Código:	CL0134
Cédula:	4000042147	Fecha de vencimiento:	16/02/2026
Teléfono:	2290-1206	Tiempo de entrega:	16 SEMANAS
Dirección de entrega:	Costa Rica San José Avenidas segunda, cuarta, calles quinta y séptima		

Cant	Descripción	Tipo potencia	Garantía	Precio	Desc.	Total
1	Vertiv APM2 UPS, 208V, 40 kVA, 5 min. Single Input	-	24 meses	38,050.30	0.00	38,050.30
1	Garantia UPS 8 X5	-	24 meses	3,193.19	0.00	3,193.19
1	SERVICIO DE INSTALACION ELECTROMECHANICOS	-	12 Meses	51,264.39	0.00	51,264.39
1	GABINETE DE BYPASS, 3 INTERRUPTORES, 208/120V, 600A, UL	-	12 Meses	7,296.60	0.00	7,296.60

-----Última línea-----

Términos de pago: Crédito a 30 Días

Tiempo de entrega del producto/servicio: Rige a partir de la aceptación de la Orden de Compra por parte de Electrotécnica S.A.

Inicio de plazo de garantía: Contra entrega

Requisitos de la Orden de Compra: El Cliente debe emitir la Orden de Compra a nombre de: Electrotécnica S.A.

SUBTOTAL	USD	99,804.48
IMPUESTO	USD	0.00
TOTAL	USD	99,804.48

Toda Orden de Compra que emita el Cliente para la compra de los productos y/o servicios aquí cotizados, estará regulada por los términos y condiciones estipulados en esta Cotización, así como lo indicado en el Documento de Entrega y Certificado de Garantía del producto/servicio. Al emitir una Orden de Compra para la adquisición de los productos y/o servicios aquí cotizados, el Cliente acepta de forma expresa e incondicional someterse a los términos y condiciones de esta Cotización. Cualquier disposición adicional contenida en la Orden de Compra emitida por el Cliente, que no haya sido previa y expresamente aceptada por escrito por parte de Electrotécnica S.A., se tendrá por no puesta y no será vinculante para Electrotécnica S.A. al momento de ejecutar las labores aquí cotizadas. En caso de que las Partes decidan firmar un Contrato para formalizar la compra, dicho contrato será el que regule la relación comercial entre las Partes con respecto al objeto aquí cotizado.

Para consultas favor comunicarse a la dirección de correo electrónico: servicioalcliente@electrotecnica.com

DETALLES

Elaborado por: Gustavo Castillo

Anexos 10. Guía metodológica para proyectos de pre-inversión

**CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
PRESIDENCIA EJECUTIVA**



**Dirección de Planificación
Institucional**

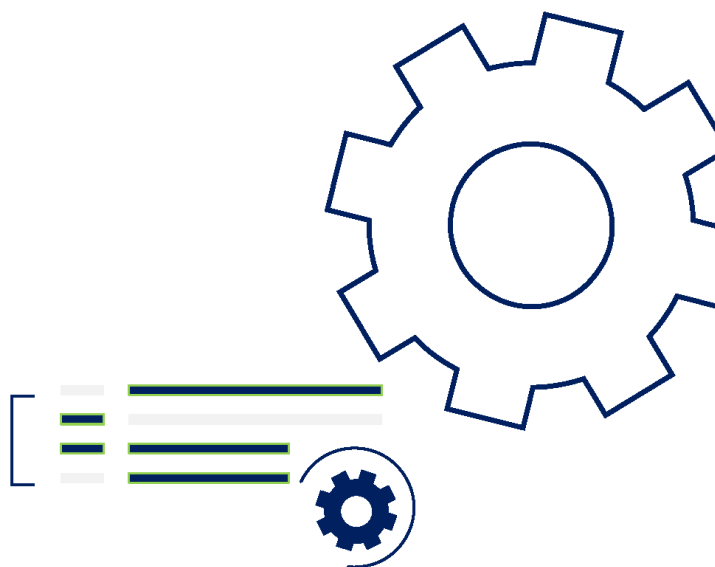
**GUÍA METODOLÓGICA PARA ESTUDIOS DE
PREINVERSIÓN EN PROYECTOS DE
INFRAESTRUCTURA A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD
Y FACTIBILIDAD
PE-DPI-PS-G11.11**

**Versión 1.0
Septiembre/2022**



Guía Metodológica

Para estudios de preinversión en proyectos de infraestructura y equipamiento médico e industrial (mediana y alta complejidad)



SECCIÓN II EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO



Dirección
**Planificación
Institucional**

2 Evaluación financiera cuando el proyecto genera beneficios cuantificables (Relación Beneficio-Costo).

La evaluación financiera corresponde al proceso de identificación, valoración y comparación de costos y beneficios con precios vigentes de mercado que se encuentran asociados a determinadas alternativas de solución, con el objetivo de ayudar en la decisión de optar por la más conveniente, generando un retorno sobre la inversión efectuada.

El evaluador de este apartado podrá utilizar y adaptar la plantilla adjunta a esta guía denominada "Flujo de caja con beneficios". (Ver anexo N°11).

A Beneficios Financieros

El beneficio es el excedente que queda después de minorar los costos totales de los ingresos totales, se realiza cuando el importe de los ingresos obtenidos de una actividad supera los gastos y costos necesarios para sostener la actividad.

Los beneficios financieros son aquellos que impactan positivamente en el resultado de una inversión, tales como los ingresos monetarios, ahorros o reducciones de costos, el aumento de eficiencia, y a los beneficios que no son ingresos, pero que incrementan el valor de la institución.


Tipos de Beneficios





- **Cuantitativos:** Dado que la identificación de los beneficios monetarios directos usualmente no conlleva un trabajo que represente un alto nivel de complejidad en su obtención y además dichos beneficios son fácilmente cuantificables, a continuación, se enumeran aquellos beneficios en los cuales es posible realizar un análisis de beneficios que pueden retornar hacia la institución a través de ahorros y aumentos de eficiencia en su gestión organizacional y operacional; en la siguiente tabla se observan ejemplos según tipos de beneficios:

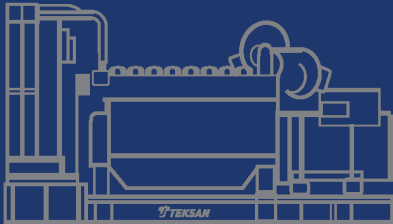
Anexos 11. Ficha técnica de generador

TJUD250P

Industrial Diesel Generator Sets





Genset Standby Power Rating

125/40 °C Standby Ratings				125/40 °C Standby Ratings			
Alternator Model				LSA 46.3 M8	LSA 46.3 S5	TAL046F	TAL046D
Voltage	Phase	Pf	Leads	kW / A	kW / A	kW / A	kW / A
480/277V Δ	3	0,8	6/12	260 / 390	250 / 376	260 / 390	250 / 376
208/120V Δ	3	0,8	12	250 / 867		250 / 867	
240/120V Δ	3	0,8	12	250 / 752		250 / 752	
Alternator Model				LSA46.3 L11		TAL046H	
240/120V $\Delta\Delta$	1	1	12	230 / 958		230 / 958	
Alternator Model				LSA46.3 M7		TAL046E	
600/347V Δ	3	0,8	6/12	260 / 313		260 / 313	

Continuous Power

The maximum power which a generating set is capable of delivering continuously whilst supplying a constant electrical load. Average load can be 100%. The generator must not be overloaded.

Prime Power

The maximum power which a generating set is capable of delivering continuously whilst supplying a variable electrical load. Average load should be 70%. The generator can be overloaded 10% for 1 hour per 12 hrs.

Standby Power

The max power available during a variable electrical power sequence, under the stated operating conditions, for which a generating set is capable of delivering in the event of a utility power outage or under test conditions for up to 200 hrs of operation per year under average of 70% load. Overloading isn't permissible.

Certifications & Standards

The Generator set is designed and manufactured in a facility certified to **ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001-2018** and **ISO10002:2014 standards**.

Generator set is **UL2200**, cUL listed and meets ISO 8528-5

The generator set, with its components, are **prototype tested**, factory-built and production tested per UL standards.

The generator set meets **NFPA110 Level 1** when equipped with the necessary accessories and installed per NFPA standards.

+1 224 404 1274

info@teksanus.com

www.teksanus.com

TJUD250P**Industrial Diesel Generator Sets****Standard Features – Engine**

EPA Certified Tier 3 – Emergency Stationary Only	Speed Control to ISO 8528, G3
Unit Mounted Radiator	24V Battery System & Cables
Oil and Coolant Drain Extension w/Valve	Flex Fuel Connectors
Fuel – Water Separator Filter	Flex Exhaust Connection

Application Data – Engine

Manufacturer	Perkins
Model	1706D-E93TAG1
Cubic Capacity	9.29 liters
Bore x Stroke	115 mm x 149 mm
Compression Ratio	16.5:1
Aspiration	Turbocharged, aftercooled
Gross Engine Power	294 kW
Net Engine Power	281 kW
Governor Type	Electronic
Battery Charging Alternator	24V, 45A
Battery Qty, CCA Rating	2 × 102Ah, 860A
Ambient Capacity of Radiator	122 °F (50 °C)
Radiator Cooling Air Flow	482 m ³ /min
Max Allowable Restriction on Radiator (kPa)	0.125 kPa (@72 °C)
Total Coolant Capacity	35.8 liters
Combustion Air Flow	28.01 m ³ /min
Exhaust Gas Temp	496 °C
Exhaust Gas Flow	62.8 m ³ /min
Max Allowable Back Pressure	10 kPa
Total lubricating capacity	30 liters

Fuel Consumption

Standby Power (110% of Prime)	19.5 g/h (73.8 l/h)
Prime Power (100%)	18.0 g/h (68.1 l/h)
At 75% of Prime	14.1 g/h (53.4 l/h)
At 50% of Prime	10.3 g/h (39.0 l/h)



TJUD250P

Industrial Diesel Generator Sets

Standard Features – Alternator

Brushless Single Bearing	AREP+ Excitation
Class H Insulation	Digital Automatic Voltage Regulator
Low reactance 2/3 pitch windings	100% of Rated Load – One Step
IEC 60034, NEMA MG 1.32-33, ISO8528-3	CSA C22.2 n°100-14, UL 1446 Compliant

Application Data – Alternator

Manufacturer	Leroy Somer
Type	4 Poles, Brushless
Bearing	Single
Protection	IP 23
AVR	D350
Voltage Regulation (**)	± 0.25%
AREP+/PMG Short Circuit Current	TAL:2.7 IN: 10 s / LSA:300% (3 IN): 10 s (*)
One Step Load Acceptance	100% of rated load
Altitude	≤1000 meters
Over Speed	2250 rpm
THD (***) in no-load	< 2%
THD (***) on linear load	< 5%
Waveform: NEMA = TIF (***)	< 50
Waveform: I.E.C. = FHT (***)	< 2%

Motor starting (AREP+) Locked rotor kVA at P.F. = 0.6, 480V – 60Hz

Alternator Model	LSA46.3 L11	LSA 46.3 M8	LSA 46.3 S5	TAL046H	TAL046F	TAL046D
%30 Voltage Drop	1050kVA	880kVA	760kVA	1020kVA	820kVA	630kVA
(-)For a starting P.F. other than 0.6, the starting kVA must be multiplied by $K = \text{Sine P.F.} / 0.8$						
(-)For voltages other than 480V (Y), 277V (D), 240V (YY) at 60 Hz, then kVA must be multiplied by $(480/U)^2$ or $(277/U)^2$ or $(240/U)^2$.						

Application Data – Circuit Breaker

Genset Voltage	480/277V Δ	208/120V Δ	240/120V Δ	240/120V $\Delta\Delta$	600/347V Δ
ABB Breaker Model	XT5N400-400A	XT7S1000-1000A	XT6N800-800A	XT7S1000-1000A	XT5N400-400A

TJUD250P

Industrial Diesel Generator Sets



Control Panel

Manufacturer	DSE - Deep Sea Electronics
Model	7310 MKII
DC Supply	8 to 35V Continuous
Generator Voltage Range (Ph-Ph)	26V to 719V AC
Generator Frequency Range	3,5Hz to 75Hz
Standards	BS EN 61000-6-2, BS EN 61000-6-4, BS EN 60950, BS EN 60529 BS EN 60068-2-1, BS EN 60068-2-2 BS EN 60068-2-6, BS EN 60068-2-30 BS EN 60068-2-78, BS EN 60068-2-27



Key Features	Protections	Instruments
License free PC software	✓ Gen. Voltage - under / over	✓ Gen. Voltage (L-L/L-N)
4-Line back-lit LCD text display	✓ Gen. Freq. - under / over	✓ Gen. Frequency
Five key menu navigation	✓ Engine Speed - under / over	✓ Engine speed
LCD Alarm Indication	✓ Engine Oil Pressure - low	✓ Oil Pressure
DSENet expansion compatibility	✓ Engine Temp - low / high	✓ Water Temperature
Internal PLC editor	✓ Battery Voltage - low / high	✓ Battery Voltage
Protection disable feature	✓ Weak Battery	✓ Run Time
Data logging facility	✓ Fail to Start / Stop	✓ Phase Sequence
Fully configurable via PC	✓ Charge Alternator Fail	✓ Power monitoring (kWh/kVAh/kVArh)
Front panel configuration	✓ Over Current & Load (kW/kVAR)	✓ Power (kWh/kVAh/kVArh)
Power safe mode	✓ Unbalanced Load	✓ Power Factor
6 configurable DC outputs	✓ Independent Earth Fault	✓ Generator Current
2 configurable volt free relay outputs	✓ Reverse Power	✓ Generator Load (%)
6 configurable analogue/digital inputs	✓ Loss of Speed Signal	✓ Earth Current
8 configurable digital inputs		
Configurable 5 stage dummy load and load shedding outputs		
Backed up real time clock		
Fuel usage monitor and low fuel level alarms		
Remote SCADA monitoring via DSE Configuration Suite PC Software		
Advanced SMS messaging (additional external model required)		
Start & Stop capability via SMS messaging		
Configurable event log (250)		
Multiple date and time scheduler		

DSE2120 DSE2157 DSE2548 DSE2510/20	MODEM RS485	MODBUS	PC					
DSENET EXPANSION	RS232 AND RS485	USB PORT	CONFIGURABLE INPUTS	DC OUTPUTS	ANALOGUE SENDERS	EMERGENCY STOP	DC POWER SUPPLY 8-35V	
DSE7310/20 								<small>DEUTZ ISUZU PERKINS CATERPILLAR MTU VOLVO CUMMINS SCANIAT</small>
MAINS (UTILITY) SENSING DSE7320 ONLY	N/O VOLT FREE OUTPUT	N/O VOLT FREE OUTPUT	GENERATOR SENSING	CHARGE ALTERNATOR	FUEL & CRANK OUTPUTS Flexible with CAN	ELECTRONIC ENGINES & MAGNETIC PICK-UP		
VOLTS			CURRENT	D+ W/L				
1ph 2ph 3ph N			1ph 2ph 3ph E N					

+1 224 404 1274

info@teksanus.com

www.teksanus.com



TJUD250P Industrial Diesel Generator Sets

Standard Features – General

UL 2200 & cUL Listed	NFPA-110, Level 1 Compliant (*)
Main Line Circuit Breaker Mounted & Wired	Jacket Water Heater w/Isolation Valves
Vibration Isolation Mounts	Battery Charger & Starter Battery
Aluminized Steel Silencer	2 Year / 2000 Hours Standby Warranty

Battery Charger

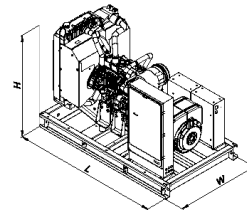
DSE Model	9470 MKII
Operation Voltage (L-N)	90V to 305V
Output Volts/Current	24V / 10A

Jacket Water Heater

Hotstart Model	CTM25210-N00
Operation Voltage	240V
Power	2500W

Dimensions, Weights & Sound Levels

Open Set					
Fuel Tank Capacity	Run Time (hr)	L in(mm)	W in(mm)	H in(mm)	Weight lbs(kg)
No Tank	-	117.1" (2975)	55.1" (1400)	62.3" (1582)	5,798 (2,630)
470gal	24	TBA	TBA	TBA	TBA
940gal	48	TBA	TBA	TBA	TBA
1410gal	72	TBA	TBA	TBA	TBA



Sound Attenuated Enclosure Level 2							
Fuel Tank Capacity	Run Time (hr)	L in(mm)	W in(mm)	H in(mm)	Weight lbs(kg)		Sound Level dBA(**)
					Steel	Aluminum	
No Tank	-	167.6" (4258)	57.4" (1458)	89.3" (2268)	7,231 (3,280)	6,570 (2,980)	76
470gal	24	183.7" (4666)	57.4" (1458)	107.8" (2738)	10,075 (4,570)	9,414 (4,270)	
940gal	48	212.8" (5406)	57.4" (1458)	118.8" (3018)	12,920 (5,860)	12,258 (5,560)	
1410gal	72	304.1" (7726)	57.4" (1458)	118.8" (3018)	15,763 (7,150)	15,101 (6,850)	

Sound Attenuated Enclosure Level 3							
Fuel Tank Capacity	Run Time (hr)	L in(mm)	W in(mm)	H in(mm)	Weight lbs(kg)		Sound Level dBA(**)
					Steel	Aluminum	
No Tank	-	207.9" (5280)	57.4" (1458)	89.3" (2268)	7,760 (3,520)	7,099 (3,220)	72
470gal	24	223.9" (5688)	57.4" (1458)	107.8" (2738)	10,604 (4,810)	9,943 (4,510)	
940gal	48	253.1" (6428)	57.4" (1458)	118.8" (3018)	13,448 (6,100)	12,787 (5,800)	
1410gal	72	344.4" (8748)	57.4" (1458)	118.8" (3018)	16,292 (7,390)	15,631 (7,090)	

(*)Generator set meets NFPA-110, Level 1, when equipped with the necessary accessories and installed per NFPA standards.

(**)Sound data as measured at 23 feet (7 meters) in accordance with ISO 8528-10 at stand-by power rating and does not account for ambient site conditions.

- All measurements are approximate and for estimation purposes only. Specification characteristics may change without notice. Please contact Teksan for detailed installation drawings

TJUD250P

Industrial Diesel Generator Sets



Available Options

<p>Circuit Breakers</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Main Line and Second Line CB's <input type="checkbox"/> LS/I Trip 80% or 100% rated <input type="checkbox"/> LSI Trip 80% or 100% rated <input type="checkbox"/> LSIG Trip 80% or 100% rated <input type="checkbox"/> Aux Contacts <input type="checkbox"/> Shunt Trip Release <input type="checkbox"/> Motor Operated CB for Paralleling Systems 	<p>Control System</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Remote Annunciator - 16 lights <input type="checkbox"/> Common Alarm Relay <input type="checkbox"/> Run Relay <input type="checkbox"/> Control Panel Heater <input type="checkbox"/> DSE2157 Expansion Module <input type="checkbox"/> DSE2130 Input Module <input type="checkbox"/> Remote E-stop Switch <input type="checkbox"/> Remote Monitoring (DSE890 MKII) <input type="checkbox"/> Voltage Adjust Rheostat <input type="checkbox"/> Paralleling System Upgrade 	<p>Enclosures</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sound Attenuated Level 2 <input type="checkbox"/> Sound Attenuated Level 3 <input type="checkbox"/> Outlet Snow Hood (w/Level3 only) <input type="checkbox"/> Enclosure Space Heater <input type="checkbox"/> Motorized Air Inlet Damper <input type="checkbox"/> Gravity Outlet Damper <input type="checkbox"/> AC Enclosure Light w/Motion Sensor <input type="checkbox"/> DC Enclosure Light
<p>Battery System</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> NFPA 110 Compliant Battery Charger (DSE BC2410Ei) <input type="checkbox"/> Battery Wrap Heater <input type="checkbox"/> Battery Disconnect Switch <input type="checkbox"/> Battery Restraint <input type="checkbox"/> Battery Disconnect Switch 	<p>Electrical System</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Load Center (240/120V, 12 Spaces) <input type="checkbox"/> Battery Wrap Heater 	<p>Fuel Tank</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 24hr / 48hr / 72hr / Custom Size <input type="checkbox"/> Vent Extension <input type="checkbox"/> Overfill Prevention Valve <input type="checkbox"/> 5gal Spill Box
<p>Alternator</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Upsize Alternator <input type="checkbox"/> Alternator Strip Heater <input type="checkbox"/> RTD's (Winding Temp Monitoring) 	<p>Miscellaneous</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Oil Pan Heater <input type="checkbox"/> Spring Isolators 	<p>Generator Set General</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Extended Limited Warranty <input type="checkbox"/> Extended Factory Load Test

