# Tabla de Contenido

*Pág.*

1 OBJETO ..... 4
2 ALCANCE ..... 4
3 NORMATIVIDAD DE REFERENCIA ..... 5
4 DEFINICIONES ..... 6
5 OBLIGATORIEDAD DE LA PLANTA DE EMERGENCIA. ..... 8
6 CLASIFICACIÓN DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS ..... 9
6.1 POTENCIA CONTINUA (COP) ..... 9
6.2 POTENCIA “PRIME” (PRP) ..... 10
6.3 POTENCIA POR TIEMPO LIMITADO (LTP) ..... 10
6.4 POTENCIA DE EMERGENCIA (ESP) ..... 10
7 REQUISITOS PARA LA CONEXIÓN ..... 13
7.1 PRESENTACIÓN Y GESTIÓN DEL PROYECTO ANTE EMCALI ..... 13
7.2 GRUPO ELECTRÓGENO ..... 13
7.3 TRANSFERENCIA ..... 14
7.4 CONDUCTORES ..... 15
7.5 TABLEROS Y CELDAS ..... 15
7.6 PROTECCIONES ..... 16
7.6.1 Protecciones Conectadas a Transformador de Corriente del Neutro del Alternador ..... 17
7.6.2 Protecciones Conectadas a los Transformadores de Tensión ..... 18
7.6.3 Protecciones Conectadas a los Transformadores de Corriente al Lado de la Línea (Solamente para Funcionamiento en Paralelo) ..... 18
7.6.4 Protecciones Mecánicas Generales de Grupo, Conectadas a los Detectores ..... 18
7.7 CONTROL Y MONITOREO ..... 19
7.8 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ..... 22
7.9 ESQUEMAS DE CONEXIÓN ..... 23
7.10 SITIO DE INSTALACIÓN ..... 25

7.10.1 Requisitos Generales de Ventilación ..... 25
7.10.2 Requisitos Generales de Escape de Gases ..... 26
7.11 MEDIO AMBIENTE ..... 27
7.12 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN ..... 28

Cualquier impresión o copia de los documentos del SGC sin el sello de copia controlada se entiende como documento no controlado y es responsabilidad del funcionario verificar con el área de Gestión de calidad la vigencia de la versión

# Lista de Tablas

*Pág.*

Tabla 1. Normatividad de referencia ..... 5

Tabla 2. Clasificación de grupos electrógenos en función de tiempo máximo de transferencia ..... 11

# Lista de Figuras

*Pág.*

Figura 1. Clasificación de grupos electrógenos ..... 9

Figura 2. Clasificación de sistemas de emergencia ..... 12

Figura 3. Protecciones para grupo electrógeno ..... 17

Figura 4. Puesta a tierra del grupo electrógeno ..... 22

Figura 5. Conexión de planta de emergencia para múltiples usuarios ..... 23

Figura 6. Conexión de planta de emergencia para cargas exclusivas ..... 24

# 1 OBJETO

Esta norma tiene como objetivo establecer las disposiciones, criterios y requerimientos técnicos para los grupos electrógenos instalados como equipos de emergencia utilizados para producir la energía eléctrica cuando se suspende o falla el suministro entregado por el sistema de distribución de **EMCALI** o recientemente para autogeneración de emergencia como mecanismo de respuesta a la demanda, coordinada y alineada por los agregadores de demanda, el nuevo agente de la cadena de energía que llega al mercado para facilitar la participación activa de los consumidores en el mercado, derivado de la gestión eficiente de la energía, concepto definido en la Ley 1715 de 2014 como el "Conjunto de acciones orientadas a asegurar el suministro energético a través de la implementación de medidas de eficiencia energética y respuesta de la demanda".

# 2 ALCANCE

La presente normatividad es de aplicación obligatoria por parte de los clientes que instalen grupos electrógenos como equipos de emergencia para producir la energía eléctrica sin perjuicio del cumplimiento de las normas vigentes.

Los requisitos mínimos para el cálculo, selección e implementación de un grupo electrógeno en las instalaciones de los clientes de **EMCALI** acogen la normatividad y regulación nacional y/o internacional del tema en mención, aplicable en su versión más reciente (ver Tabla 1).

El cliente tendrá responsabilidad directa sobre sus acciones y efectos colaterales que puedan darse producto de la incorrecta interpretación y aplicación de la presente norma, la cual deberá emplearse objetivamente por personal calificado y capacitado en el objeto de la misma. Es total responsabilidad del cliente abordar y considerar en una etapa de ingeniería detallada los siguientes temas, en función de su aplicación y requerimientos particulares del proyecto que se encuentre ejecutando:

- Las plantas de emergencia, respaldo (Standby) obligatorio y opcional deberán tener la potencia y régimen de funcionamiento adecuado para que todos los equipos y/o cargas conectados en su red interna puedan simultáneamente trabajar en cada sistema específico de acuerdo con las cargas seleccionadas. La resolución CREG 098 de 2018, reglamenta las pruebas de disminución de consumo (encendido de plantas de emergencia) que deben cumplir los consumidores que deseen participar en la Respuesta de la Demanda.

- El ingeniero electricista que haga el diseño de las instalaciones eléctricas deberá evaluar el sistema alterno de energía que necesite el cliente de acuerdo con los diferentes casos específicos.

- Cualquiera que sea el sistema a instalar, será suministrado, instalado, mantenido y operado por el cliente, y el diseño e instalación no deberá interferir con el sistema de distribución de **EMCALI**.

- Se recomienda a los clientes que antes de adquirir los equipos del sistema alterno de energía, se asesoren de personal técnico idóneo que le especifique la capacidad requerida y las demás características técnicas del equipo. Posteriormente, la capacidad del grupo electrógeno será revisada y aprobada por **EMCALI** de acuerdo con los criterios y procedimiento de cálculo indicado en la presente norma.

- El diseño de la instalación deberá garantizar una operación segura tanto para las instalaciones propias del cliente como para las instalaciones, equipos y operarios de **EMCALI**, y los dispositivos de transferencia deberán garantizar la alimentación de las cargas en forma selectiva por la red o por el sistema de emergencia del cliente, pero nunca en forma simultánea.

- En ningún caso se utilizarán los transformadores de **EMCALI** para elevar la tensión nominal del sistema de emergencia del cliente, ni éste deberá energizar transformadores, líneas o redes de propiedad de **EMCALI**.

- El sistema de emergencia del cliente deberá diseñarse e instalarse para que la energía producida no se registre en los medidores o equipos de medida de **EMCALI**. En ningún caso **EMCALI**. reintegrará, desconectará, o comprará la energía generada por el cliente, registrada por los medidores y originada por conexiones que no cumplan las especificaciones exigidas aquí.

- El cliente será responsable ante **EMCALI** y ante la ley de cualquier problema que afecte sus redes de distribución o la integridad física de sus operarios ocasionado por el incumplimiento de esta norma.

# 3 NORMATIVIDAD DE REFERENCIA

Las plantas de emergencia estarán sujetas a los reglamentos, requisitos técnicos y procedimiento vigentes (o el que lo modifique o sustituya) contenidos en las siguientes normas y estándares que se citan en la Tabla 1.

*Tabla 1. Normatividad de referencia*

| Ítem | Norma / Entidad | Descripción |
|---|---|---|
| 1. | RETIE | Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas |
| 2. | NTC 2050 | Código Eléctrico Colombiano |
| 3. | NFPA 110 | Standard for Emergency and Standby Power |
| 4. | NFPA 30 | Systems Flammable and Combustible Liquids Code |
| 5. | NFPA 37 | Standard for the Installation and Use of Stationary Combustion Engines and Gas Turbines |

| Ítem | Norma / Entidad | Descripción |
|---|---|---|
| 6. | IEEE 446 - 1995 | Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications |
| 7. | IEEE 602-1996 | Recommended Practice for electric System in health Care Facilities |
| 8. | Resolución 0627 - 2006 | Por la cual el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental |
| 9. | Resolución CREG 098 de 2018 | Por la cual se adoptan las normas para regular las pruebas de disponibilidad de la demanda desconectable voluntaria y se adoptan otras disposiciones relativas a los anillos de seguridad del Cargo por Confiabilidad |

# 4 DEFINICIONES

Para la correcta comprensión de esta norma, se definen a continuación algunos términos utilizado en el contexto de los grupos electrógenos y en este sentido deberán ser interpretados:

***ANUNCIADOR:*** Es un dispositivo accesorio usado para dar la indicación remota del estado de un componente en operación en un sistema. Los anunciadores típicamente se usan en aplicaciones donde el equipo monitoreado no se localiza en una porción de las instalaciones que normalmente se atiende. La NFPA tiene requerimientos específicos para los anunciadores remotos usados en algunas aplicaciones, como en los hospitales.

***ARRANQUE NEGRO (Black Start):*** Se refiere al arranque de un sistema de potencia con sus propios recursos de energía, sin la ayuda de suministros de energía.

***AUTO-EXCITADO:*** Un alternador cuyo sistema de excitación toma su energía de su propia salida CA principal.

***AUTOMATIC TRANSFER SWITCH O ATS:*** Sistema que detecta un fallo en el suministro eléctrico de la red principal y hace un cambio a la red secundaria de forma automatizada. De la misma forma, en cuánto detecta que la red principal ha sido restablecida, apaga automáticamente la red secundaria de electricidad y retorna al servicio normalizado.

***CAMPO:*** El campo del generador (rotor) consiste de un electroimán de polos múltiples el cual induce la tensión de salida en las bobinas de la armadura (estator) del generador cuando lo hace girar el motor. El campo se energiza con corriente directa suministrada por el excitador.

***CAMPO LIBRE (MEDICIONES DEL RUIDO):*** En las mediciones del ruido, un campo libre es aquel campo en un medio homogéneo e isotrópico (un medio que tiene la calidad de trasmitir sonido igualmente en todas direcciones) el cual no tiene límites. En la práctica, es un campo en el cual los

efectos de las barreras no son importantes en la región de interés. En el campo libre, el nivel de la presión del sonido disminuye 6 db cada vez que se duplica la distancia desde una fuente puntual.

***CAPACIDAD DE SOBRECARGA:*** La capacidad de sobrecarga de un dispositivo es aquella carga en exceso de la capacidad nominal que el dispositivo puede manejar por una cantidad de tiempo especificado sin que se dañe.

***CARGA BASE:*** Es esa porción de la demanda de carga de un edificio que es constante. Es la "base" de la curva de demanda del edificio.

***CARGA CONTINUA:*** Es aquella carga donde la corriente máxima se espera que continúe por tres horas o más.

***CARGA NO-LINEAL:*** Es aquella carga para la cual la relación entre la tensión y la corriente no es una función lineal. Algunas cargas no-lineales comunes son la iluminación fluorescente, arrancadores de motor, SCR y sistemas UPS. Las cargas no-lineales causan calentamiento y distorsión de tensión anormales del conductor.

***CARGA PICO:*** Es el punto más alto en la curva de demanda en kilovatios de una instalación.

***ENTRADA DE SERVICIO:*** La entrada de servicio es el punto donde el servicio público entra a las instalaciones. En sistemas de baja tensión el neutro se aterriza en la entrada de servicio.

***ESCALA DB/DB(A):*** La escala en decibeles usada en las mediciones de nivel de sonido es logarítmica. Los medidores de nivel de sonido a menudo tienen varias escalas de ponderación corregidas (A, B y C). La escala A, dB(A), es la escala de ponderación más comúnmente usada para medir la intensidad del ruido emitido por los conjuntos generadores.

***EXCITACIÓN DERIVADA:*** Un alternador que usa (deriva) una porción de su salida CA para la corriente de excitación.

***EXCITADO POR SEPARADO:*** Un alternador cuyo sistema de excitación toma su energía de una fuente separada (no su propia salida).

***EXCITADOR:*** Es un dispositivo que suministra corriente directa (CD) a las bobinas del campo de un generador síncrono, produciendo un flujo magnético requerido para inducir la tensión de salida en las bobinas de la armadura (estator).

***FACTOR DE DEMANDA:*** Es la razón de la carga real a la carga potencial total conectada.

***FACTOR DE DESVIACIÓN:*** Es la desviación máxima instantánea, en por ciento, de la tensión del generador de una onda sinusoidal verdadera del mismo valor RMS y frecuencia.

***FACTOR DE SERVICIO:*** Es un multiplicador el cual se aplica a la potencia de placa del motor, para indicar la carga que puede llevar en condiciones nominales de servicio.

***GRUPO ELECTRÓGENO:*** Máquina compuesta de un motor de combustión interna (usualmente un motor de diésel) y un generador eléctrico (usualmente un alternador).

***MATERIAL ACÚSTICO:*** Es cualquier material considerado en términos de sus propiedades acústicas, especialmente por sus propiedades para absorber o atenuar el sonido.

***MOTORIZAR:*** En aplicaciones en paralelo, a menos que el conjunto generador se desconecte de la barra cuando el motor de combustión falla (normalmente como resultado de un problema con el sistema de combustible), el generador impulsa (motoriza) al motor de combustión, tomando la energía de la barra. La protección de potencia invertida la cual desconecta automáticamente de la barra a un conjunto que falla es esencial para los sistemas en paralelo. También, en ciertas aplicaciones como elevadores, la carga puede motorizar al conjunto generador si hay presencia de insuficiente carga adicional.

***REACTANCIA:*** Es lo opuesto al flujo de corriente en los circuitos CA causada por las inductancias y las capacitancias. Se expresa en términos de ohmios y su símbolo es X.

***SINCRONIZACIÓN:*** En una aplicación en paralelo, se obtiene cuando un conjunto generador entrante se hace concordar y al paso de la misma frecuencia, tensión y secuencia de fase como la fuente de potencia en operación.

***SISTEMA DE EMERGENCIA:*** Es un equipo de generación de energía independiente que se requiere legalmente para alimentar equipo o sistemas cuya falla puede presentar un peligro a la seguridad de la vida a las personas o a la propiedad. Opera en caso de una falla de la energía normal.

# 5 OBLIGATORIEDAD DE LA PLANTA DE EMERGENCIA.

En la Sección 700-1 de la NTC 2050, cita textualmente la siguiente obligatoriedad:

Los sistemas de emergencia se instalan generalmente en lugares de reunión en los que se necesite iluminación artificial para la seguridad en las salidas y para evitar el pánico en edificaciones ocupadas por un gran número de personas, como hoteles, teatros, instalaciones deportivas, instituciones de asistencia médica y similar.

Los sistemas de emergencia pueden suministrar además corriente para funciones como ventilación cuando sea esencial para la seguridad de la vida humana, detección y alarma de sistemas contra incendios, ascensores, bombas contra incendios, sistemas de comunicación de seguridad con el público, procesos industriales en los que la interrupción de la corriente podría producir serios peligros para la seguridad de la vida humana o riesgos para la salud, y otras funciones similares.

Para información sobre los lugares en los que los sistemas de emergencia se consideran esenciales para la seguridad de la vida humana, se deben consultar las normas NTC 1700 medidas de seguridad en edificaciones, medios de evacuación y Life Safety Code, ANSI/ NFPA101.

Para más información sobre desempeño de sistemas de emergencia y de reserva, se debe consultar Standard for Emergency and Standby Power Systems, ANSI/NFPA 110.

Para más información sobre el desempeño y mantenimiento de sistemas de emergencia en instituciones de asistencia médica, se debe consultar Standard for Health Care Facilities, ANSI/NFPA 99.

# 6 CLASIFICACIÓN DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS

La clasificación de los grupos electrógenos de acuerdo con su potencia está relacionada con el uso que se le otorgue al equipo. A través de la norma ISO 8528, se establecen cuatro tipos de potencias para los grupos electrógenos: como se presenta en la siguiente figura:

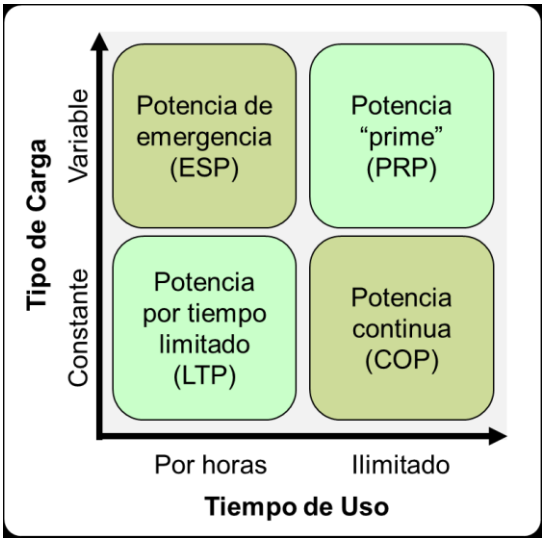


*Figura 1. Clasificación de grupos electrógenos*

## 6.1 POTENCIA CONTINUA (COP)

Es la potencia que un grupo puede entregar suministrando una carga constante durante un número ilimitado de horas al año bajo las condiciones estipuladas por el fabricante. Esta potencia se utiliza para definir grupos electrógenos que trabajan de forma intensiva, por ejemplo, formato 24 horas / 7 días, inyectando siempre la misma cantidad de energía.

- Tiempo de uso en horas: Ilimitado.

- Carga fija ya que se calcula al inicio de la operación.
- Potencia generalmente a alimentar de uno 80% - 100%.
- Se utiliza para estaciones de bombeo de agua, carga base en una central eléctrica, etc.

## 6.2 POTENCIA "PRIME" (PRP)

Es la potencia que un generador puede entregar suministrando un régimen de cargas variables durante un número ilimitado de horas por año, según lo estipulado por el fabricante. Esta es la función que permite a los grupos electrógenos soportar condiciones de sobrecarga, generalmente del 10%, por períodos cortos de tiempo. Para esta clasificación se presentan las siguientes características relevantes:

- Tiempo de uso en horas: Ilimitado.
- Carga variable que no puede superar las 25 horas de sobrecarga al año.
- Potencia generalmente a alimentar no debe exceder el 70%.
- Para grandes Plantas Industriales, Minas, Obras, Trituradoras, perforadoras de pozo.

## 6.3 POTENCIA POR TIEMPO LIMITADO (LTP)

Es la potencia máxima que un grupo puede entregar durante un período de 500 horas por año bajo las condiciones estipuladas por el fabricante. Para esta clasificación se presentan las siguientes características relevantes:

- Tiempo uso máximo de 200-500 horas.
- Para hospitales, industrias, negocios, edificios, eventos, etc.
- Pueden manejar un uso continuo de 300 horas por año.

## 6.4 POTENCIA DE EMERGENCIA (ESP)

Es la máxima potencia que el generador es capaz de entregar suministrando una carga variable durante un corte del servicio en una sesión de pruebas por un número limitado de 200 horas por año, bajo las condiciones estipuladas por el fabricante. Para esta clasificación se presentan las siguientes características relevantes:

- Tiempo uso máximo 50-200 horas.

- Para industrias pequeñas, negocios, casa, edificios, eventos, etc.
- Pueden ser alimentados a Gasolina.
- Cargas bajas, medias (no requieren alimentar tanto equipo).

Según esta clasificación, tanto la potencia LTP como la ESP son adecuadas para la mayoría de las instalaciones de emergencia cuando las interrupciones del servicio no son demasiado prolongadas, por debajo de las 200 o 500 horas acumuladas en el año. En contextos donde los cortes son más prolongados, los generadores acumulan más horas de trabajo y, en estos casos, lo más conveniente es optar por potencias PRP.

En función del tiempo máximo de transferencia, se fija la clasificación de la Tabla 2 que es representada en la Figura 2, en donde los símbolos de transferencia son esquemáticos para el fin que se pretende ilustrar en la presente sección. El sistema de emergencia deberá tener un conmutador de transferencia automática con enclavamiento eléctrico y mecánico.

*Tabla 2. Clasificación de grupos electrógenos en función de tiempo máximo de transferencia*

| Clase de Grupo Electrógeno | Aplicación | Tiempo Máximo de Transferencia |
|---|---|---|
| Sistemas de Emergencia (NTC 2050, Sección 700) | Equipos críticos y aparatos donde la falla en la operación satisfactoria arriesga la vida y seguridad del personal o causar daño en la propiedad. | ≤ 10 s |
| Sistemas de Respaldo Obligatorio (NTC 2050, Sección 701) | Cuando al interrumpir el servicio normal de energía, se pueden ocasionar peligros o dificultades en las operaciones de rescate de las personas y extinción de incendios entre otras. | ≤ 60 s |
| Sistemas de Respaldo Opcional (NTC 2050, Sección 702) | Donde la integridad de la vida humana no depende del funcionamiento del sistema eléctrico. | A criterio del usuario |

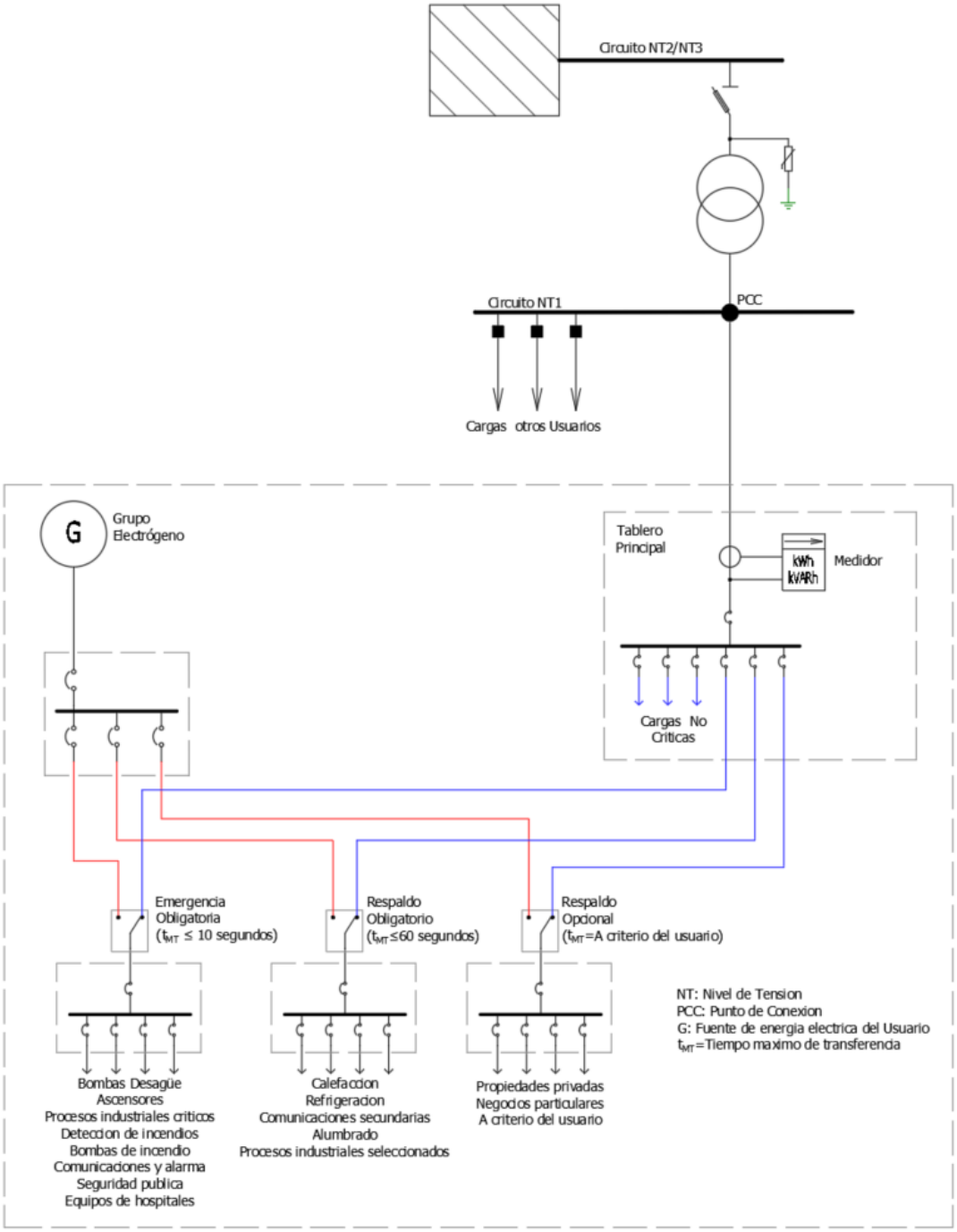


*Figura 2. Clasificación de sistemas de emergencia*

# 7 REQUISITOS PARA LA CONEXIÓN

## 7.1 PRESENTACIÓN Y GESTIÓN DEL PROYECTO ANTE EMCALI

Un proyecto conectado a la red de **EMCALI** y contempla la implementación de una planta de emergencia, deberá cumplir como mínimo los siguientes requerimientos:

- Memoria de cálculo que describa el proyecto de la planta de emergencia y presente el dimensionamiento, especificación y selección del grupo electrógeno, circuito alimentador, canalización, transferencia automática, protecciones termomagnéticas, protección de sobretensión y puesta a tierra.
- Diagrama eléctrico unifilar.
- Especificaciones técnicas de los componentes, principalmente de la transferencia automática.
- Certificado de conformidad RETIE de productos y de instalación.

El trámite del proyecto ante **EMCALI** debe considerar los requerimientos y procedimientos consignados en el Capítulo 1, Generalidades, en la Norma de Diseño de Media y Baja Tensión.

El cliente debe proceder a presentar técnicamente el proyecto de la planta de emergencia ante el Departamento de Proyectos de Energía de **EMCALI**, Ubicado en la dirección Avenida 2 Norte No. 7N-45 Piso 8 del Edificio Boulevard del Rio.

La estructuración y materialización de los proyectos de plantas de emergencia en clientes conectados a la red de **EMCALI**, es responsabilidad directa y exclusiva del cliente interesado en todas sus etapas, desde ingeniería conceptual hasta construcción, puesta en servicio y operación.

## 7.2 GRUPO ELECTRÓGENO

El motor primario de los grupos electrógenos deberá cumplir con lo establecido en el literal (b) de la Sección 700-12 de la NTC 2050. También se debe considerar lo consignado en el RETIE, Artículo 20.21 “Motores y Generadores Eléctricos”. Para las tecnologías de generación de electricidad que se basan en máquinas rotativas.

En cuanto a capacidad del grupo electrógeno, el sistema de emergencia debe tener la capacidad y régimen adecuados para que puedan funcionar simultáneamente todas las cargas conectadas. Los equipos de los sistemas de emergencia deben ser adecuados para la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

Se permite que la fuente de potencia alterna alimente cargas de sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente requeridos y opcionales donde se provea carga automática selectiva y restricción de carga como una necesidad para garantizar el suministro en este orden de prioridad:

- Circuitos de emergencia.
- Circuitos de reserva legalmente requeridos.
- Circuitos de reserva opcionales.

En el ANEXO 1 se presenta como referencia el dimensionamiento de un grupo electrógeno.

## 7.3 TRANSFERENCIA

El equipo de transferencia, incluidos los conmutadores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para usarlo en emergencia y contar con sus certificados de conformidad de producto e instalación RETIE.

Las transferencias automáticas deben cumplir con los requerimientos del Artículo 20.24 del RETIE.

El equipo de transferencia debe ser diseñado para prevenir la interconexión accidental de la alimentación normal y de la fuente de emergencia en cualquier operación del equipo de transferencia (NTC 2050, Sección. 700-6, 701-7).

No se admiten dispositivos de transferencia que puedan presentar ambigüedad en la maniobra o que puedan llegar a energizar la red de **EMCALI**, poniendo en peligro la vida de los operarios encargados de mantener y operar las redes de distribución. El selector de transferencia debe estar localizado en un sitio de fácil acceso. Su operación será responsabilidad del cliente.

La transferencia debe disponer de enclavamiento eléctrico y mecánico, para evitar la retroalimentación de uno de los sistemas cuando el otro esté en operación, cuyo tiempo de transferencia máximo está definido por los tiempos presentados en la Tabla 2.

Los elementos de la transferencia deben soportar el nivel de corriente nominal en el punto de instalación, sin detrimento del equipo de maniobra y deben soportar niveles de corriente de corta duración igual al nivel de corto en el punto de instalación, sin que sus contactos se suelden.

Solo se aceptará conmutador de transferencia manual, si toda la carga eléctrica que alimentará la planta de emergencia es no obligatoria. En el caso en que existan cargas de emergencia u obligatorias, así sea una, se debe disponer de enclavamiento eléctrico y mecánico.

Se deben manejar arranques secuenciales para priorizar la alimentación de las cargas esenciales. Los demás elementos y cargas no esenciales a ser atendidos por la planta, pueden disponer de elementos temporizadores que permitan su conexión al barraje de transferencia una vez que las cargas esenciales

hayan sido atendidas. Si en algún diseño no existe la información sobre cargas diferidas o con retardo, se considerará que toda la carga entra en el arranque de la planta de emergencia.

El barraje de las cargas esenciales debe estar diferenciado del barraje de cargas no esenciales.

Se deben presentar a **EMCALI**, en el paquete de planos del proyecto en formato **EMCALI**, los respectivos diagramas de proceso en donde se evidencien los equipos o ramales con conexión temporizada, especificando características, tiempos y convenciones.

## 7.4 CONDUCTORES

El cableado de las plantas de emergencia se debe realizar conforme a la Sección 700-9 de la NTC 2050. La acometida al sistema de emergencia debe ser independiente de las acometidas de la instalación, por esta razón se deriva desde el totalizador de la fuente de alimentación y no del barraje principal.

El cableado de las plantas para cargas de reserva legalmente requeridas se debe realizar conforme a la Sección 701-10 de la NTC 2050. Se permite que el alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes junto con otro alambrado general.

El cableado de las plantas para cargas de reserva opcional se debe realizar conforme a la Sección 702 de la NTC 2050.

Los circuitos del alambrado de emergencia se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de fallos por inundaciones, incendios, congelamiento, vandalismo y otras condiciones adversas.

Los conductores deberán estar fabricados con aislamiento retardante al fuego y sus canalizaciones deberán estar equipadas con barreras cortafuego con productos y tratamientos auto extinguibles, que impidan la proliferación de llamas e inhiban la combustión.

## 7.5 TABLEROS Y CELDAS

Las celdas asociadas a los equipos de **EMCALI**. (Celda de medida, celda totalizador, barraje de **EMCALI**, medidores de energía, totalizadores de usuarios) deben permitir la instalación de sellos de seguridad (precintables).

Todas las cajas y encerramientos de los circuitos de emergencia (incluidas las de los conmutadores de transferencia, generadores y paneles de fuerza) deben tener rótulos permanentes que permitan identificarlas fácilmente como pertenecientes a un sistema o circuito de emergencia.

## 7.6 PROTECCIONES

El equipo de maniobra y protección para los grupos electrógenos está constituido por los interruptores termomagnéticos, que brindan protección contra corto circuitos; un relé térmico para protección de sobrecargas y la transferencia propiamente dicha.

La capacidad interruptiva de los totalizadores debe ser igual o superior al nivel de corto circuito calculado para el punto de instalación de la planta. Los elementos de la transferencia deben soportar el nivel de corriente nominal en el punto de instalación, sin detrimento del equipo de maniobra y deben soportar niveles de corriente de corta duración iguales al nivel de corto en el punto de instalación, sin que sus contactos se suelden.

Las protecciones de las plantas de emergencia se deben realizar conforme al literal (F) de la Sección 700 de la NTC 2050.

Las protecciones de las plantas para cargas de reserva opcional se deben realizar conforme a la Sección 702 de la NTC 2050.

La transferencia automática debe contener como mínimo las siguientes funciones de protección:

- Sub/sobre tensión (59/27).
- Potencia inversa (32).
- Sobre-corriente (51).
- Balance de fases (46).
- Sobre/sub frecuencia (81).

Para el funcionamiento en paralelo con otros grupos electrógenos se debe contar con protecciones a nivel del interruptor automático del grupo electrógeno para fallas del lado de la barra común de los grupos electrógenos, tal como se presenta en la Figura 3.

Como puede verse en la Figura 3, normalmente se conectan relés direccionales de potencia activa y reactiva al transformador de corriente del neutro del alternador. También pueden conectarse a los transformadores de corriente asociados al interruptor automático.

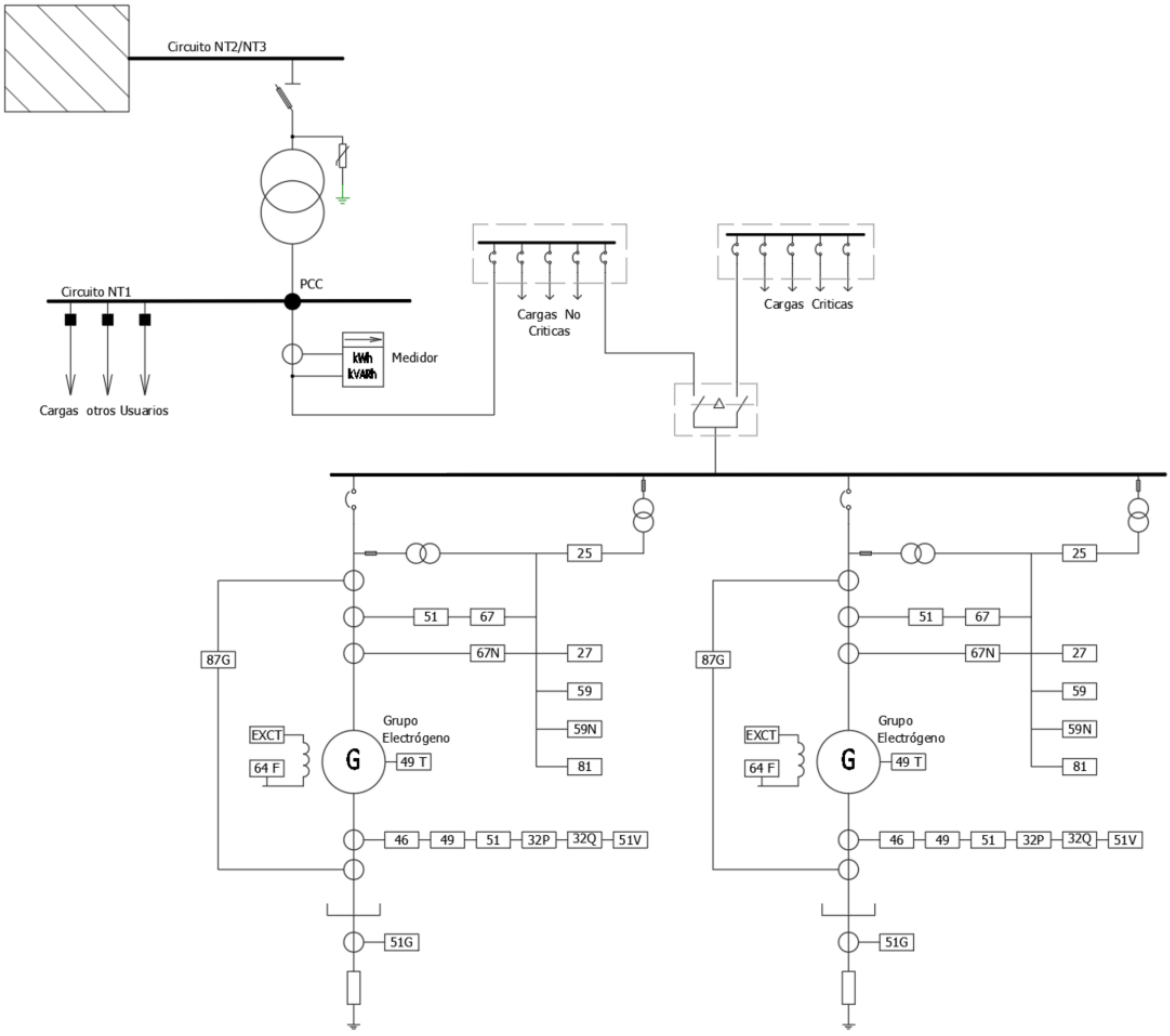


*Figura 3. Protecciones para grupo electrógeno*

La Figura 3 muestra las protecciones recomendadas que son las siguientes, enumeradas con sus códigos convencionales:

### 7.6.1 Protecciones Conectadas a Transformador de Corriente del Neutro del Alternador

- 32P: Relé direccional de potencia activa.
- 32Q: Relé direccional de potencia reactiva para la pérdida de excitación (grupos > 1 MVA).
- 46: Componente inversa (grupos > 1 MVA).
- 49: Imagen térmica.

- 51: Corriente máxima.
- 51G: Defecto a tierra.
- 51V: Corriente máxima manteniendo la tensión.
- 87G: Protección diferencial del alternador (para grupos > 2 MVA).

  Nota: 46, 49, 32P y 32Q pueden también estar conectados a los transformadores de corriente de las fases.

### 7.6.2 Protecciones Conectadas a los Transformadores de Tensión

- 25: «Synchro-check» (únicamente para funcionamiento en paralelo).
- 27: Falta de tensión.
- 59: Sobretensión.
- 81: Frecuencia fuera de límites (máxima y mínima).

### 7.6.3 Protecciones Conectadas a los Transformadores de Corriente al Lado de la Línea (Solamente para Funcionamiento en Paralelo)

- 67: Corriente máxima direccional (no es necesario si se utiliza el 87G).
- 67N: Corriente máxima direccional homopolar (sobre TI toroidal, para una mejor sensibilidad.

### 7.6.4 Protecciones Mecánicas Generales de Grupo, Conectadas a los Detectores

- 49T: Temperatura del estator (recomendada para alternadores de más de 2 MVA),
- 49T: Temperatura de los cojinetes (recomendada para alternadores de más de 8 MVA),
- 64F: Protección de tierra del rotor.

El grupo electrógeno también debe de tener protección para la máquina motor. Se trata, sobre todo, del nivel y la temperatura del aceite, el nivel y la temperatura del agua y la temperatura del escape. La protección del defecto a tierra del rotor está normalmente integrada en estas protecciones debido a la necesidad de inyectar una corriente continua en el rotor. Cuando actúa una protección mecánica, la orden de parada deberá abrir el interruptor automático, pero sin permitir su rearme.

## 7.7 CONTROL Y MONITOREO

Para las señales de los grupos electrógenos se deben seguir los lineamientos del “Standard for Emergency and Standby Power System, ANSI/ NFPA 110-1996”. En atención la Sección 700 de la NTC 2050, siempre que sea posible se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los siguientes propósitos:

- Indicar una avería de la fuente de emergencia.
- Indicar que la batería está portando carga.
- Indicar que el cargador de batería no está funcionando.
- Indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia en estrella puestos a tierra sólidamente, de más de 150 V a tierra y con dispositivos de protección de circuito para corriente nominal de 1 000 A o más. El sensor para los dispositivos de señalización de falla a tierra debe estar ubicado en el medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia o antes de él y su máximo ajuste de disparo para la corriente de falla a tierra debe ser de 1 200 A. Se debe colocar una hoja de instrucciones para el caso en que se produzca una falla a tierra, lo más cerca posible del sensor.

Como referencia y dependiendo de la aplicación y requerimientos particulares del proyecto, el grupo electrógeno deberá estar equipado con controles automáticos de seguridad con indicación de alarma visual y sonora de las fallas, para parada instantánea por:

- Baja presión de aceite.
- Alta temperatura del motor.
- Alta vibración del motor.
- Sobre velocidad.
- Sobre arranque.
- Baja nivel de agua en el radiador.
- Alta tensión de CA.
- Baja tensión de CA.
- Baja frecuencia.
- Sobre corriente.

- Cortocircuito.

Adicionalmente, debe estar provisto de pre-alarmas para:

- Baja presión de aceite.
- Baja temperatura del motor.
- Alta temperatura de aceite.
- Alta temperatura del motor.
- Baja tensión de CC.
- Alta tensión de CC.
- Batería baja.
- Bajo nivel de combustible del tanque diario.
- Bajo nivel de combustible del tanque principal.
- Sobrecorriente.

El grupo electrógeno debe contar con un tablero de control montado directamente sobre el generador con soportes a prueba de vibración o autosoportado al chasis del grupo electrógeno o sobre uno de los paneles de la cabina. Según la magnitud y requerimiento del proyecto, se debe permitir visualizar el historial de eventos, y disponer de un puerto RS485 para bajar la información a un PC (o un portátil), en archivos de lectura en software común (o archivos planos), al igual que mapa de registros que permita monitorear las principales variables eléctricas y mecánicas del grupo electrógeno para futuros servicios de monitoreo. Además, debe permitir la conectividad, comunicación y control con el sistema SCADA del cliente (si este cuenta con SCADA). En el tablero se considerará como mínimo:

1. Para el motor:

- Indicador de presión de aceite del motor.
- Indicador de temperatura del agua.
- Indicador de velocidad del motor (rpm).
- Indicador de carga de baterías.
- Interruptor Manual/Test/Auto/Stop.

- Interruptor de motor On/Off.
- Pulsador de parada de emergencia.
- Horómetro.

2. Para el generador:

- Voltímetro AC.
- Amperímetro AC.
- Frecuencímetro.
- Vatímetro.
- Medidor de factor de potencia.
- Contador de energía.

3. Paradas mínimas por:

- Intentos de arranque.
- Sobrevelocidad.
- Baja presión de aceite.
- Alta temperatura.
- Parada de emergencia.
- Bajo nivel de combustible.

4. Mínimos switches de control:

- Run/Off/Auto.
- Silencio de alarma.
- Reset de fallas.
- Prueba de lámparas.

5. LEDS indicadores como mínimo de los siguientes parámetros:

- Fallas por alarmas.
- Paradas por fallas.
- Posición de switch.
- Parada de emergencia.

## 7.8 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

La carcasa y las partes metálicas expuestas asociadas a la planta de emergencia deben conectarse al sistema de puesta a tierra de la instalación, para garantizar una referencia única para los elementos que hacen parte del sistema eléctrico. No pueden construirse sistemas independientes para la puesta a tierra de estos equipos. Se debe prever una cola en el sistema de puesta a tierra para la conexión de la puesta a tierra de la planta de emergencia.

El punto neutro del generador debe conectarse al barraje de neutro del sistema y no a la carcasa ni al sistema de puesta a tierra. La Figura 4 indica el modo correcto de conexión al sistema de puesta a tierra de la planta de emergencia.

Se debe consultar el Capítulo 11, Sistemas de puesta a tierra de la Norma de Diseño de Media y Baja Tensión.

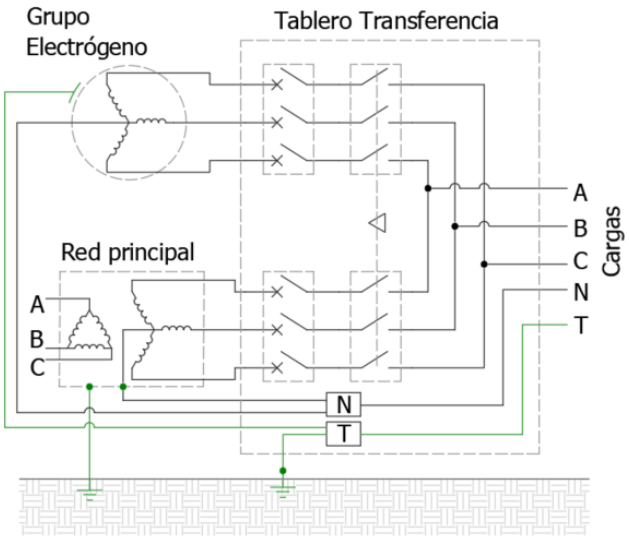


*Figura 4. Puesta a tierra del grupo electrógeno*

## 7.9 ESQUEMAS DE CONEXIÓN

El conexionado de las transferencias siempre debe estar después del medidor de energía del usuario.

La Figura 5 ilustra la instalación típica de una planta de emergencia que alimenta múltiples acometidas independientes y en la Figura 6 la conexión de planta de emergencia para cargas exclusivas.

**EMCALI**, en ningún caso, reintegrará, descontará o comprará la energía generada por el usuario y registrada en los medidores, originada por conexiones que no cumplan las especificaciones exigidas.

La medición de energía del usuario con plantas de emergencia debe cumplir con los requerimientos consignados en el Capítulo 4 Instalación y Medida, de la Norma de Diseño de Media y Baja Tensión.

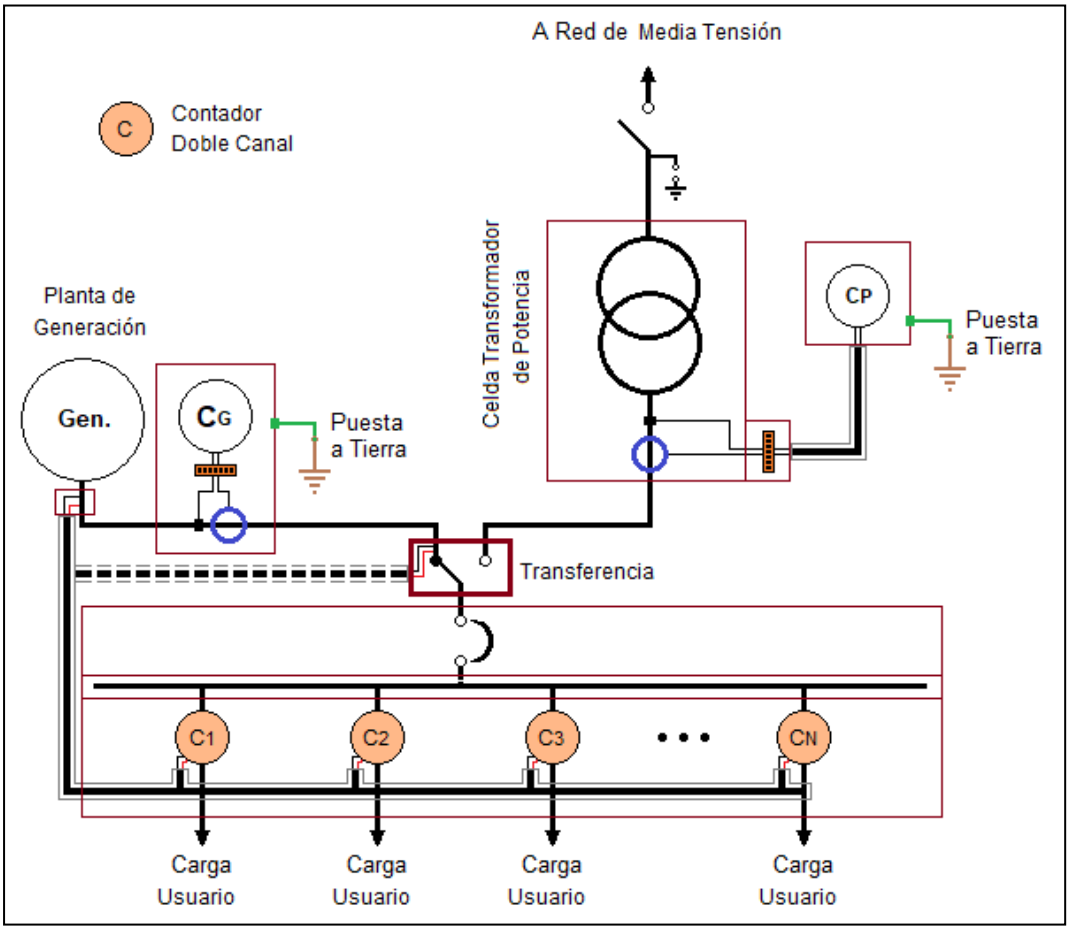


*Figura 5. Conexión de planta de emergencia para múltiples usuarios*

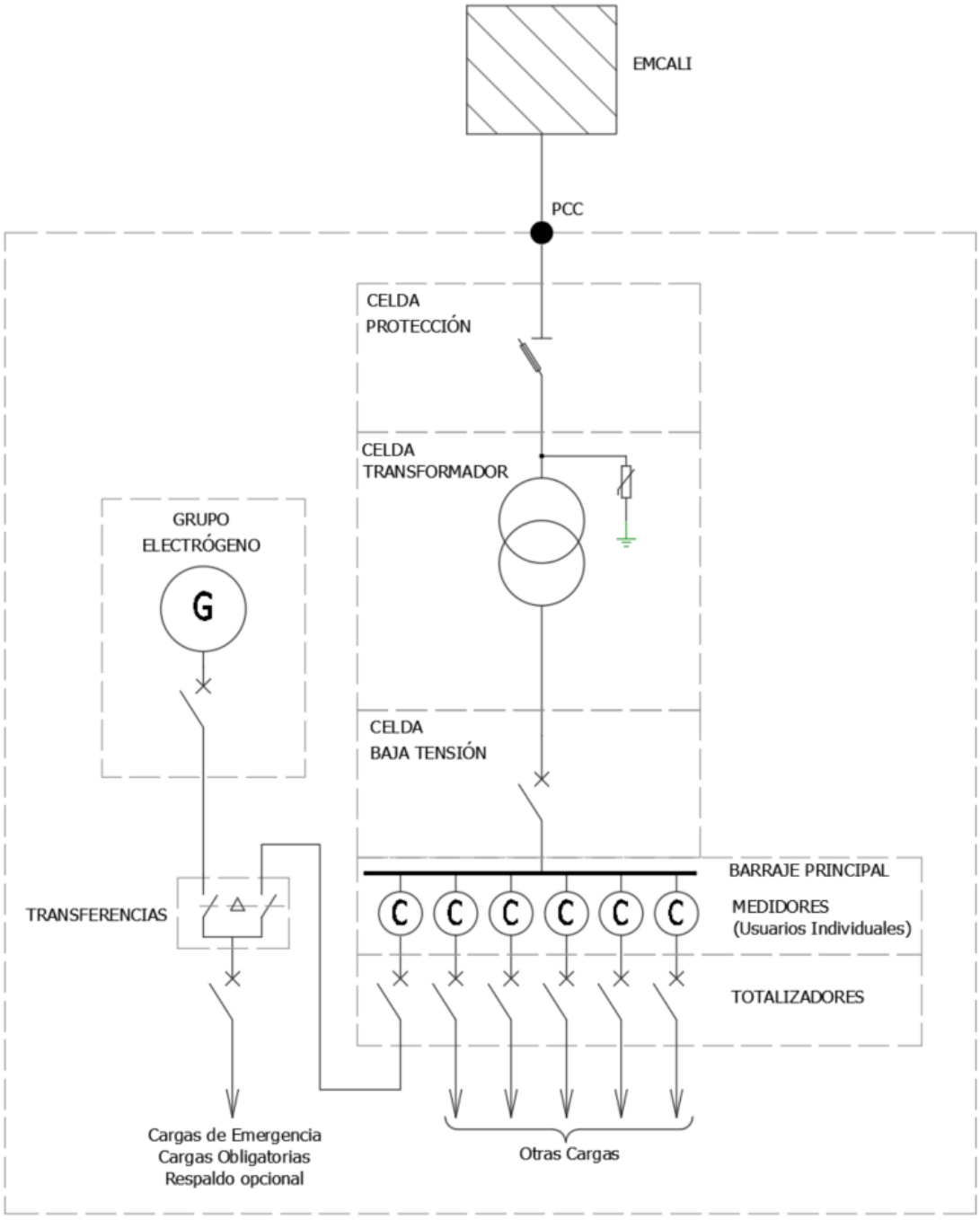


*Figura 6. Conexión de planta de emergencia para cargas exclusivas*

## 7.10 SITIO DE INSTALACIÓN

El sitio seleccionado para instalar el sistema de emergencia deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- Adecuada extracción de los gases tóxicos a la atmósfera.
- Ventilación suficiente para el enfriamiento del motor.
- Manejo seguro de los combustibles.
- Mínima perturbación por ruido hacia el exterior del inmueble.

Los grupos electrógenos a instalar en sitios diferentes al nivel del terreno, en losas y/o entrepisos, se deberá garantizar mediante certificación de un ingeniero civil con matrícula profesional que la estructura soporta el peso, vibración e impacto de todos los equipos eléctricos, inclusive la planta de emergencia. El sitio de instalación de la planta debe contar con un acceso lo suficientemente amplio para el retiro del equipo, en caso de emergencia y debe cumplir con los requerimientos de seguridad que indiquen las entidades correspondientes.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de fallas debidas a inundaciones, incendios, congelamiento o vandalismo.

El dimensionamiento del local o caseta de instalación será responsabilidad exclusiva del cliente en todas sus etapas, desde diseño hasta construcción, quien deberá atender los requerimientos técnicos entregados por el fabricante.

### 7.10.1 Requisitos Generales de Ventilación

La ventilación de la planta eléctrica de emergencia deberá:

- Permitir la entrada de aire suficiente, en calidad y temperatura, para remover el calor irradiado por el motor, el generador y tubería de gases de escape.
- Garantizar aire limpio para el proceso de combustión del motor.
- Permitir la entrada de un volumen de aire suficiente para suplir el flujo requerido por el radiador, esto aproximadamente 1,5 veces el área del radiador.
- En caso de que hayan ventanas deflectoras en las salidas de aire se considerará el área efectiva, no el área total.

- El área de salida de aire estará en relación directa con el área del radiador y será por lo menos 1,3 veces el área del panel del radiador.
- La descarga del ducto de salida de aire no estará expuesta a vientos de alta velocidad para evitar la reducción de descarga del ventilador y la reducción de la capacidad de descarga del equipo.
- Los cambios de dirección en el ducto de salida deberán ser efectuados con una curva suave para que no haya restricción en el flujo de aire.
- El ducto de salida de aire, deberá descargar a un área abierta.
- El conducto de salida de aire no deberá descargar hacia áreas de flujo peatonal a menos que esté a una altura superior a dos metros cuando la capacidad de la planta eléctrica sea menos de 125 kW y tres metros en plantas eléctricas de 150 kW y mayores
- Al instalar el sistema de ventilación se deben considerar los siguientes aspectos:
  - La entrada y salida de aire no deberán estar próximas una de la otra.
  - La temperatura ambiente y la temperatura del aire próximo a la entrada de aire del local.
  - La ruta del ducto de salida de aire.
  - Una solución que tenga en cuenta el aislamiento del ruido. En la mayoría de los casos es necesario considerar una trampa de ruido en la entrada y salida de aire.
  - Si la entrada de aire será natural o forzada mediante ventilador.

### 7.10.2 Requisitos Generales de Escape de Gases

- Los gases de escape de cualquier planta eléctrica instalada bajo techo deben ser conducidos mediante tuberías libres de fugas a un lugar apropiado hacia fuera del edificio.
- Deberá incorporarse un silenciador a la tubería de escape para reducir el nivel de ruido.
- El silenciador podrá ser instalado en el interior o en el exterior del edificio sin distinción.
- El conducto de salida de los gases deberá descargar en un espacio libre, alejado de puertas y ventanas.
- La descarga de los gases, debido a sus altas temperaturas, estará alejada de materiales o sustancias inflamables.

- El extremo del conducto de salida de los gases deberá estar alejado de la entrada de aire de enfriamiento, regularmente en paredes opuestas del local y siempre el ducto estará situado más alto que la entrada de aire.
- la tubería de escape será lo más recta posible para no crear contrapresiones que afecten la vida y el funcionamiento del equipo.
- El diámetro de la tubería de escape será igual o mayor del diámetro de salida del turbocargador o múltiple de escape y los extremos del silenciador.
- Si la tubería tiene una extensión mayor de 6 metros se deberá considerar aumentar su diámetro bajo la respectiva aprobación y recomendación del fabricante.
- Los codos a usar serán preferiblemente de radio largo. Tendrán un radio de curvatura de por lo menos 1,5 veces el diámetro de la tubería.

## 7.11 MEDIO AMBIENTE

El nivel de ruido debe estar dentro de los niveles admisibles por las entidades ambientales del municipio (por ejemplo, el DAGMA en Cali), por lo cual se deberán efectuar las adecuaciones de aislamiento acústico necesarias para ajustarse a las recomendaciones que se efectúen en este sentido.

Las plantas de emergencia cumplirán con las siguientes exigencias en cuanto a los niveles mínimos de ruido aceptables durante un periodo de 8 horas, adoptados de la Resolución 0627 - 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por la cual se establece la Norma Nacional de Emisión de Ruido y Ruido Ambiental:

- En áreas residenciales: 65 db.
- En áreas comerciales: 70 db.
- En áreas industriales: 75 db.
- En áreas de tranquilidad (hospitales): 45 db.

Los gases de combustión deben ser evacuados de tal manera que no cause malestar a los transeúntes, clientes, edificaciones vecinas, etc., Además, los grupos electrógenos deberán tener instalados los filtros adecuados para evitar la contaminación ambiental por escapes de humo y monóxido de carbono.

## 7.12 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN

Cualquiera que sea el sistema que se instale, éste será suministrado, instalado, mantenido y operado por el usuario, quien deberá informar a **EMCALI** sobre su instalación para su respectiva revisión y aprobación.

En la Sección 700-4 de la NTC 2050 se presentan los requerimientos para mantenimiento de planta de emergencia.