

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“DISEÑO DE LA INSTALACION DE UN GENERADOR
ELECTRICO DIESEL DE 2000kW”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

RED RIDERD FERNANDEZ IBARRA

PROMOCION 2007-I

LIMA-PERU

2010

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	3
INTRODUCCION	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivo	4
1.3 Alcances	4
CAPITULO II	5
DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DEL EDIFICIO	5
2.1 Descripción general de la edificación	5
2.2 Descripción de las instalaciones eléctricas	6
2.2.1 Descripción General	6
2.2.2 Funcionamiento Automático del Sistema de Emergencia	7
2.2.3 potencia instalada y máxima demanda eléctrica	8
2.3 Planteamiento del problema	10
CAPITULO III	11
CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA INSTALACIONES DE GENERADORES ELECTRICOS	11
3.1 Consideraciones generales	11
3.1.1 Generalidades	11
3.1.2 Rangos de Potencias de los Generadores	12
3.2 Consideraciones para el diseño de la instalacion	17
3.2.1 Sistema de Ventilación	17
3.2.2 Sistema de Suministro de Combustible	20
3.2.3 Sistema de Escape	30
3.2.4 Cimientos y Montaje	36
3.2.5 Reducción de Ruidos Transmitidos	40

3.2.6	Sistema de Puesta a Tierra	45
CAPITULO IV		48
SELECCIÓN DEL GRUPO ELECTROGENO		48
4.1	Requisitos principales	48
4.2	Características técnicas del grupo electrógeno Cummins seleccionado.	49
CAPITULO V		58
DISEÑO DE LAS INSTALACIONES		58
5.1	Diseño del sistema de ventilación	58
5.2	Diseño sistema de suministro de combustible	63
5.3	Diseño del sistema de escape	73
5.4	Diseño de cimientos y montaje	79
5.5	Diseño del insonorizado	83
CAPITULO VI		90
ESTRUCTURA DE COSTOS		90
CONCLUSIONES		97
RECOMENDACIONES		99
BIBLIOGRAFÍA		100
PLANOS		101
ANEXOS		

PROLOGO

Es importante realizar un adecuado diseño de todos los sistemas asociados (montaje, combustible, escape, etc.) a la instalación de generadores eléctricos diesel para asegurar el funcionamiento seguro y eficiente del equipo cuando es requerido.

Con el fin de darle una adecuada presentación al presente Informe de Suficiencia se ha creído conveniente dividirlo en seis capítulos que se describen a continuación.

El *primer capítulo* “**Introducción**” describe el propósito del presente Informe de Suficiencia, la importancia que tienen los generadores de emergencia hoy en día y los alcances del trabajo.

En el *segundo capítulo* denominado “**Descripción de las Instalaciones Eléctricas del Edificio**”, se detalla la ubicación de la edificación, se describe las instalaciones eléctricas del edificio y el funcionamiento automático de su sistema eléctrico de respaldo, se detalla la potencia instalada y máxima demanda eléctrica con la que cuenta y finalmente se realiza un planteamiento del problema.

En el *tercer capítulo* “**Consideraciones Generales para la Instalación de Generadores Eléctricos**” se describen las consideraciones que el fabricante

Cummins Power Generation exige cumplir cuando se diseñan las instalaciones del: Sistema de Ventilación, Sistema de Combustible, Sistema de Escape, etc.

En el *cuarto capítulo* “**Selección del Grupo Electrónico**” se selecciona el G.E. Cummins de acuerdo a las “Especificaciones Técnicas del Grupo Electrónico” suministrados por el cliente y se detallan sus características técnicas.

En el *quinto capítulo* “**Diseño de las Instalaciones**”, se presenta el diseño del generador eléctrico diesel considerando las exigencias del fabricante detallados en capítulo III. Para el diseño será necesario realizar cálculos numéricos en el sistema internacional e inglés, debido a que las especificaciones técnicas suministrados por el fabricante se encuentran en estas unidades de medida.

En el *sexto capítulo* “**Estructura de Costos**” se indican los costos que se contemplan tener una vez seleccionadas y diseñadas la instalación del G.E.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones que versan sobre el desarrollo del tema.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

El mundo se está volviendo cada vez más dependiente de la electricidad. Los suministros de electricidad son críticos para toda instalación, y un suministro confiable de electricidad es vital para un número cada vez más grande de instalaciones. Grandes oficinas de edificios y grandes fábricas, así como instalaciones de telecomunicaciones, centros de datos y proveedores de servicios de Internet dependen que la energía eléctrica esté disponible las 24 horas del día, siete días a la semana esencialmente sin interrupciones. Como resultado, los generadores impulsados por motor se especifican rutinariamente en la construcción de nuevos edificios.

El Edificio Central de Comunicación Móvil, cuenta con sistemas computarizados que reciben, procesan y transmiten información cada segundo a diversos lugares del país. El manejo de este tipo de información es delicado y es por ello que se hace la necesidad de contar con un suministro de energía de respaldo confiable con la calidad y capacidad requerido.

1.2 OBJETIVO

El presente Informe de Suficiencia tiene como objetivo Diseñar la instalación de un Generador Eléctrico Diesel Cummins modelo 2000DQKC, considerando los requerimientos del fabricante para operar en un Edificio de Comunicación Móvil que requiere tener como respaldo 1800kW de suministro eléctrico confiable y de calidad.

1.3 ALCANCES

El Diseño de las Instalaciones del Generador Eléctrico Diesel se realiza estrictamente en función de las recomendaciones del fabricante Cummins Power Generation que garantizará un adecuado funcionamiento del equipo y el suministro confiable de energía eléctrica cuando es requerido.

Las recomendaciones del fabricante aplica para los generadores eléctricos diesel Cummins Power Generation y puede variar con respecto a los de otros fabricantes.

La Selección del equipo se basará en las especificaciones técnicas y la máxima demanda eléctrica determinado por el propietario en el diseño de su sistema eléctrico.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO

2.1 DESCRIPCION GENERAL DE LA EDIFICACION

Los propietarios del Edificio Central de Comunicación Móvil han proyectado construir inicialmente tres sótanos y dos pisos, posteriormente se edificaran cinco pisos adicionales. El tercer sótano de menor área es para los equipos de fuerza (grupos electrógenos y equipos), en el sótano 02 y sótano 01 estarán los estacionamientos y en los dos serán para las instalaciones del centro de comunicaciones de la empresa.

Para la construcción del Edificio se cuenta con un terreno ubicado en la esquina de la Av. Circunvalación con Jr. Eduardo Lizarzaburu (Ex Calle 4) y Jr. Víctor Velezmoro, Manzana S-2, Lote 2, del Distrito de San Borja. (Ver Plano 01).

El terreno tiene un área de 2808.78 m², es de forma rectangular y cuenta con los siguientes linderos:

- Por el Frente con la Av. Circunvalación con 74.19m

- Por la Derecha con la Calle Velezmoro con 36.50m
- Por la Izquierda con propiedad de terceros, una línea quebrada de dos tramos que miden 33.27m y 22.20m.
- Por el Fondo con la Calle Lizarzaburu con 53.60m

2.2 DESCRIPTIVA DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

2.2.1 Descripción General

El edificio en San Borja, constará de un subsistema de utilización en MT, inicialmente en 10KV y a futuro en 22.9KV, y dos transformadores de potencia de 3000 KVA a 22.9-10KV / 0.38-0.23 KV, los cuales trabajarán uno redundante del otro (Backup). En caso de corte o perturbaciones de la energía comercial o por falla de los transformadores, se ha previsto un grupo electrógeno de 1800KW (PRIME) 380VAC, el cual trabajará inicialmente de manera independientemente.

Se tiene proyectado la adición de un segundo grupo electrógeno de las mismas características, el cual podrá operar como redundante (Backup) o en paralelo de acuerdo a las necesidades específicas de carga. Esta funcionalidad debe realizarse a través de un tablero de sincronización o similar y para poder distribuir la energía comercial o de emergencia hacia los sub tableros se contará con tableros de transferencia automática.

2.2.2 Funcionamiento Automático del Sistema de Emergencia

La energía eléctrica comercial será suministrada a través de uno de los transformadores, y en caso de alguna contingencia (Falla) o por mantenimiento, la energía será suministrada por el segundo transformador (Backup). Si ambos transformadores no están disponibles (Falla o mantenimiento), no se cuenta con la energía comercial y/o se detecta perturbaciones en la red, se enviará la orden de arrancar el grupo electrógeno. Es decir si los dos transformadores no están disponibles o de igual modo no hay energía comercial por parte de la concesionaria eléctrica, el grupo electrógeno asumirá la carga en forma automática.

Una vez que el grupo electrógeno haya arrancado y las condiciones eléctricas sean estables, los tableros de transferencia automáticas cambiarán de la red Normal a Emergencia (GE) y en caso se reponga la energía comercial el grupo electrógeno entrará en paralelo a la red comercial y cambiará de Emergencia a Normal, sin producir un corte de energía.

El sistema de emergencia se ha definido para atender un porcentaje de las cargas de servicios de alumbrado, electrobombas de desagüe, electrobombas de agua contra incendio y UPS, TG-DAT, TG-ING, TE-OFC, ETC (VER PLANO N° 02).

Como se indicó líneas arriba a futuro el sistema de emergencia para la edificación, estará compuesto por dos grupos electrógenos de 1,800kW, para

trabajo en forma paralela, cuyo funcionamiento será en forma automática durante la ausencia del suministro normal.

2.2.3 Potencia Instalada y Máxima Demanda Eléctrica

En relación a las cargas eléctricas definidas en el proyecto, y lo establecido por el Código Eléctrico del Perú, se tiene definió el siguiente cuadro de cargas en el sistema normal y en emergencias:

CUADRO DE CARGAS SISTEMA NORMAL			
TD-OFIC (TABLERO GENERAL OFICINAS)			
DESCRIPCION	POT. INST.	FD	MAX. DEM
TD-S2	20.16	0.83	16.80
TD-S1	16.80	0.90	15.12
TD-P1	38.04	0.73	27.80
TAA-P1	3.84	1.00	3.84
TD-P2-ING	71.52	0.67	48.00
TD-P2-DAT	28.32	0.83	19.92
TOTAL (KW)	178.68	0.74	131.48

TF-OFIC (TABLERO DE FUERZA OFICINAS)			
DESCRIPCION	POT. INST.	FD	MAX. DEM
TF-ASC1	17.90	1.00	17.90
TF-ASC2	17.90	1.00	17.90
TF-ASC3	17.90	1.00	17.90
TF-ASC4	17.90	1.00	17.90
TF-MTC	17.90	1.00	17.90
TF-UC	55.92	1.00	55.92
TD-ASC 1-2-3-4	3.60	1.00	3.60
TD-ASC MTC	1.20	1.00	1.20
TOTAL (KW)	150.24	1.00	150.24

TG-380V (TABLERO GENERAL)			
DESCRIPCION	POT. INST.	FD	MAX. DEM
TD-OFIC	131.48	0.74	131.48
TF-OFIC	150.24	1.00	150.24
TOTAL (KW)	281.72	1.00	281.72

CUADRO DE CARGAS SISTEMA DE EMERGENCIA

TE-OFIC (TABLERO DE EMERGENCIA OFICINAS)			
---	--	--	--

DESCRIPCION	POT. INST.	FD	MAX. DEM
TE-S3	12.24	0.86	10.56
TE-S2	25.44	0.80	20.40
TE-S1	17.76	0.72	12.72
TE-P1	7.68	1.00	7.68
TE-P2-ING	21.12	1.00	21.12
TE-P2-DAT	14.82	1.00	14.82
TAA-P2	27.60	1.00	27.60
TG-UPS	157.87	0.85	134.19
T-GE	11.52	0.50	5.76
TC-BA	8.39	1.00	8.39
TC-EX-S1	26.86	1.00	26.86
TF-BP	6.00	1.00	6.00
TF-UC (3 TORRES)	34.00	1.00	34.00
TG-CHILLER (2 UND+BOMBAS AH)	419.00	1.00	419.00
TOTAL (KW)	601.07		601.07

TG-UPS (TABLERO GENERAL UPS)			
-------------------------------------	--	--	--

DESCRIPCION	POT. INST.	FD	MAX. DEM
TES-P1	20.75	1.00	20.75
TES-P2-ING	87.48	1.00	87.48
TES-P2-DAT	23.33	1.00	23.33
RESERVA (KW)	26.31		26.31
TOTAL (KW)	157.87	1.00	157.87

TG-DAT (TABLERO GENERAL DE DATA)			
---	--	--	--

DESCRIPCION	POT. INST.	FD	MAX. DEM
IEQUIPAMIENTO DATA	142.00	1.00	142.00
TAA-P1-DAT	43.20	1.00	43.20
TD-P1-DAT	7.68	1.00	7.68
EQUIPOS AA PRECISION	196.50	1.00	196.50
SUB TOTAL (KW)	389.38		389.38
TOTAL (KW)	389.38	1.00	389.38

TG-ING (TABLERO GENERAL DE INGENIERIA)			
---	--	--	--

DESCRIPCION	POT. INST.	FD	MAX. DEM
CARGA INGENIERIA	492.00	1.00	492.00
TD-P1-ING	0.90	1.00	0.90
EQUIPOS AA PRECISION	245.00	1.00	245.00
SUB TOTAL (KW)	737.90		737.90
TOTAL (KW)	737.90	1.00	737.90

TG-SEGURIDAD (TABLERO GENERAL DE SEGURIDAD)			
DESCRIPCION	POT. INST.	FD	MAX. DEM
ALARMAS CONTRA INCENDIO	3.00	1.00	3.00
PANEL DE CCTV	3.00	1.00	3.00
PANEL DE CONTROL DE ACCESOS	3.00	1.00	3.00
MONITOREO Y ALARMA	3.00	1.00	3.00
BOMBA DE SUMIDERO	3.58	1.00	3.58
BOMBA JOCKEY	1.79	1.00	1.79
SUB TOTAL (KW)	17.37		17.37
RESERVA (KW) (25%)	4.34		4.34
TOTAL (KW)	21.71	1.00	21.71
TGE-380V (TABLERO GENERAL EMERGENCIA)			
DESCRIPCION	POT. INST.	FD	MAX. DEM
TG-DAT	389.38	1.00	389.38
TG-ING	737.90	1.00	737.90
TG-SEGURIDAD	21.71	1.00	21.71
TC-BACI	49.24	1.00	49.24
TE-OFC	601.07	1.00	601.07
TOTAL (KW)	1799.30	1.00	1799.30

2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los cortes de energía no programados generan grandes pérdidas de información, económicas e inclusive pérdidas de vidas humanas. El Edificio Central de Comunicación Móvil, cuenta con sistemas computarizados que reciben, procesan y transmiten información cada segundo a diversos lugares del país. El manejo de este tipo de información es delicado y es por ello que se hace la necesidad de contar con un suministro de energía de respaldo confiable con la calidad y capacidad requerida.

CAPITULO III

CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACION DE GENERADORES ELECTRICOS CUMMINS

3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

3.1.1 Generalidades

El diseño de la instalación de un generador considera el equipo y los requerimientos de la instalación. Estos varían dependiendo de las razones para tener un generador y la intención de su uso. Revisar y entender estas razones es un punto apropiado para el diseño del sistema y la selección de equipo.

La necesidad de electricidad de emergencia son generalmente obligatorias para cumplir con la ley de construcción, y/o el riesgo de pérdida económica debido a la pérdida de la energía eléctrica.

Las instalaciones obligatorias de electricidad de emergencia vienen de los requerimientos legales de construcción exigidos por las autoridades locales, estatales y federales. Estas instalaciones se justifican en la base de la

seguridad de la vida humana, donde la pérdida del suministro normal de energía eléctrica crearía peligro a la vida o a la salud.

Las instalaciones voluntarias de energía de emergencia por razones económicas se justifican típicamente en una reducción del riesgo de perder servicios, datos u otros activos valiosos.

Las instalaciones obligatorias y voluntarias de generación en-sitio se pueden justificar sobre la base incentivos de tarifas favorables ofrecidos por la red pública. El mismo sistema de generación en-sitio se puede usar para estas dos necesidades generales, suponiendo que las necesidades de seguridad de vida tengan una prioridad, es decir, la capacidad del generador y los arreglos de transferencia de carga.

3.1.2 Rangos de Potencias de los Generadores

En base a las necesidades Cummis Power Generation clasifica los generadores en rangos de potencia para operar en aplicaciones de emergencia (Standby), primaria (Prime) y continua. Es importante entender las definiciones de los rangos debido a que estos rangos describen las condiciones de carga máximas permisibles de un generador. El generador ofrecerá desempeño y vida aceptables (tiempo entre reconstrucciones) cuando se aplica de acuerdo a los rangos publicados. También es importante operar el generador a una carga mínima para lograr temperaturas normales y quemar el

combustible apropiadamente. Cummins Power Generation recomienda que un generador opere a un mínimo de 30% del rango en su placa.

Las explicaciones siguientes describen los tipos de rango usados por Cummins Power Generation. Las Figuras 4-1 a 4-4 ilustran los niveles de carga (T1, T2, T3, etc.) permitidos durante los diferentes rangos.

Aplicación de Emergencia (Standby)

El rango de potencia de emergencia es usado en aplicaciones de emergencia donde la energía es suministrada toda la duración de una interrupción normal de energía. No hay capacidad de sobrecarga sostenida para este rango. Este rango es aplicable a instalaciones servida por una fuente normal y confiable de red. Este rango solo es aplicable a cargas variables con un factor de carga promedio de 80% del rango de emergencia para un máximo de 200hr de operación por año y máximo de 25hrs/año al 100% de carga. En instalaciones donde la operación podría exceder 200 hrs/año a carga variable, o 25 horas por año a 100% de rango, debe aplicarse el rango de potencia primaria. El rango de emergencia solo debe aplicarse en aplicaciones de emergencia donde el generador sirve como respaldo de una red pública normal. No se permite operación paralela a la red sostenida con este rango. Para aplicaciones que requieran operación paralela con la red se debe utilizar el rango de potencia primaria o carga base.

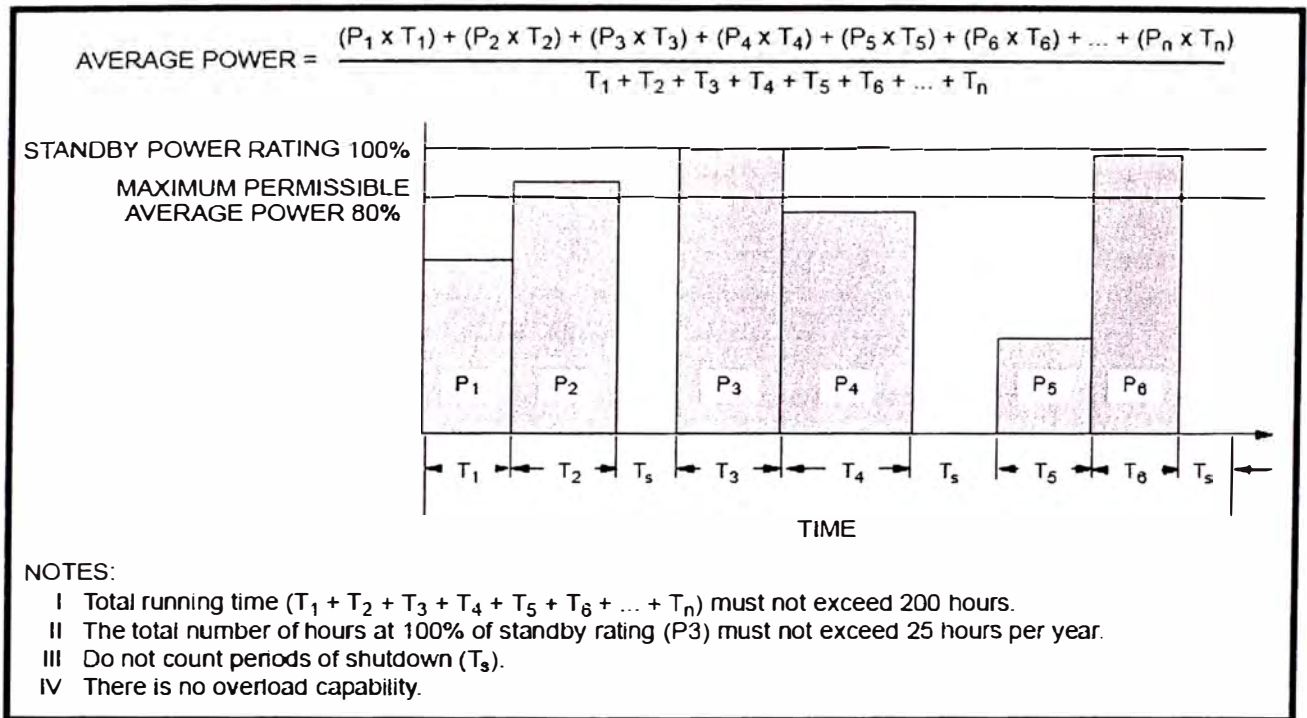


Figura 3.1 Aplicación de Emergencia (Standby)

Aplicación Primaria (Prime)

El rango de potencia primaria es aplicable cuando suministre energía eléctrica en lugar de la energía comprada comercialmente. El número de horas de operación permisibles por año es ilimitado para aplicaciones de carga variable, pero está limitado para aplicaciones de carga constante como se describe adelante.

Potencia Primaria Tiempo Ilimitado de Funcionamiento: La potencia primaria está disponible durante un número ilimitado de horas de operación anuales en aplicaciones de carga variable. Las aplicaciones que requieren cualquier operación a carga constante paralela a la red, están sujetas a las limitaciones de tiempo de funcionamiento. En aplicaciones de carga variable,

el factor de carga promedio no debe exceder 70% del rango de Potencia Primaria. Hay una capacidad de sobrecarga de 10% por un periodo de una hora dentro de un periodo de operación de 12 horas, pero no debe exceder 25 horas por año. El tiempo total de operación en rango de Potencia Primaria no debe exceder 500 horas por año.

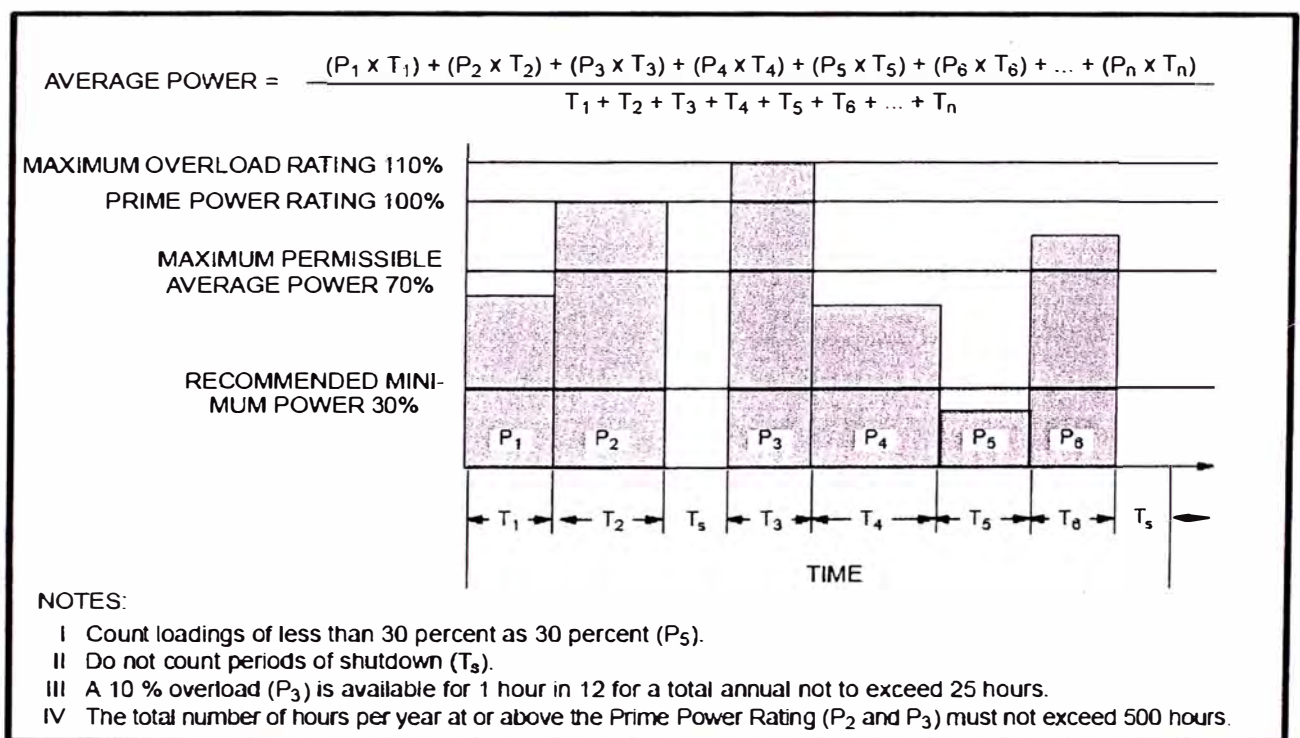


Figura 3.2 Aplicación Primaria (Prime) Tiempo Ilimitado de Funcionamiento

Potencia Primaria Tiempo Limitado de Funcionamiento: La Potencia Primaria está disponible durante un número limitado de horas anuales de operación en aplicaciones de carga constante tales como reducción de carga o rasurado de picos interrumpibles y otras aplicaciones que normalmente involucren operación paralela con la red. Los generadores podrán operar en paralelo con la red hasta 750 horas por año a niveles de potencia que no

excedan el rango de Potencia Primaria. Debe hacerse notar que la vida del motor se reducirá por la operación constante a altas cargas. Cualquier aplicación que requiera mas de 750 horas anuales de a rango de Potencia Primaria, deberá usar el rango de Potencia de Carga Base.

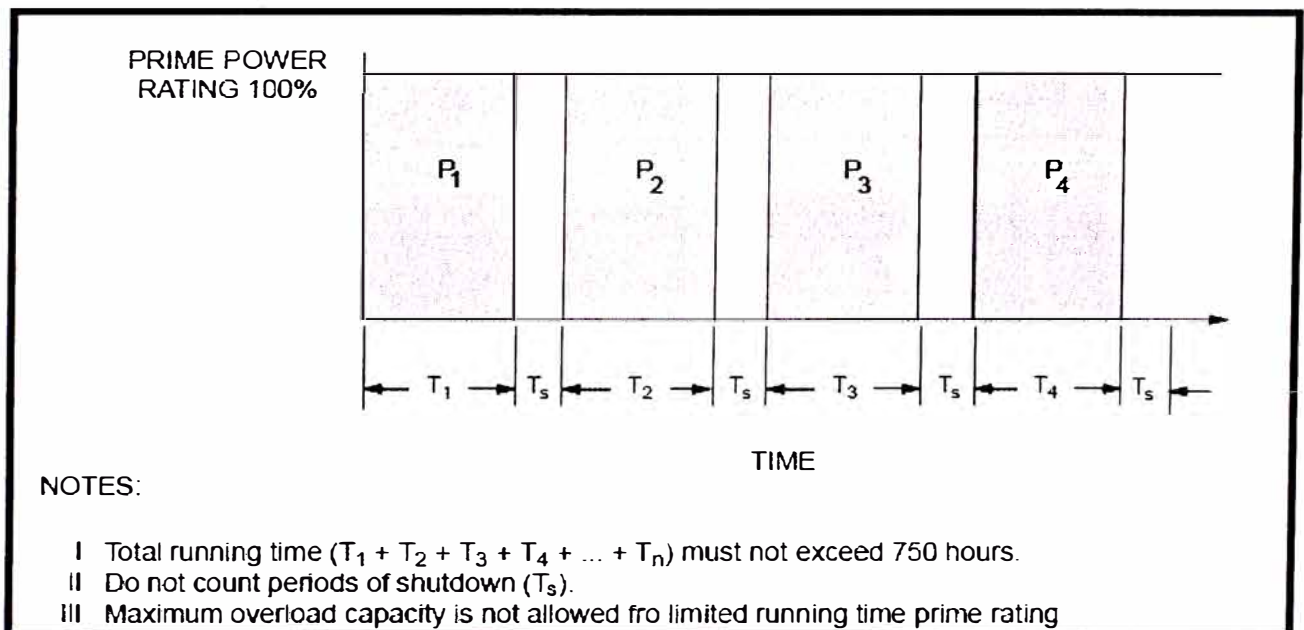


Figura 3.3 Aplicación Primaria (Prime) Tiempo Limitado de Funcionamiento

Aplicación Continua (Base)

El rango de carga base es aplicable para suministrar potencia continuamente a una carga de hasta 100% del rango base durante horas ilimitadas. No hay capacidad de sobrecarga sostenida en este rango. Este rango es aplicable para operación de base de red. En estas aplicaciones los generadores son operados en paralelo con una fuente de red y funcionan a cargas constantes durante largos periodos de tiempo.

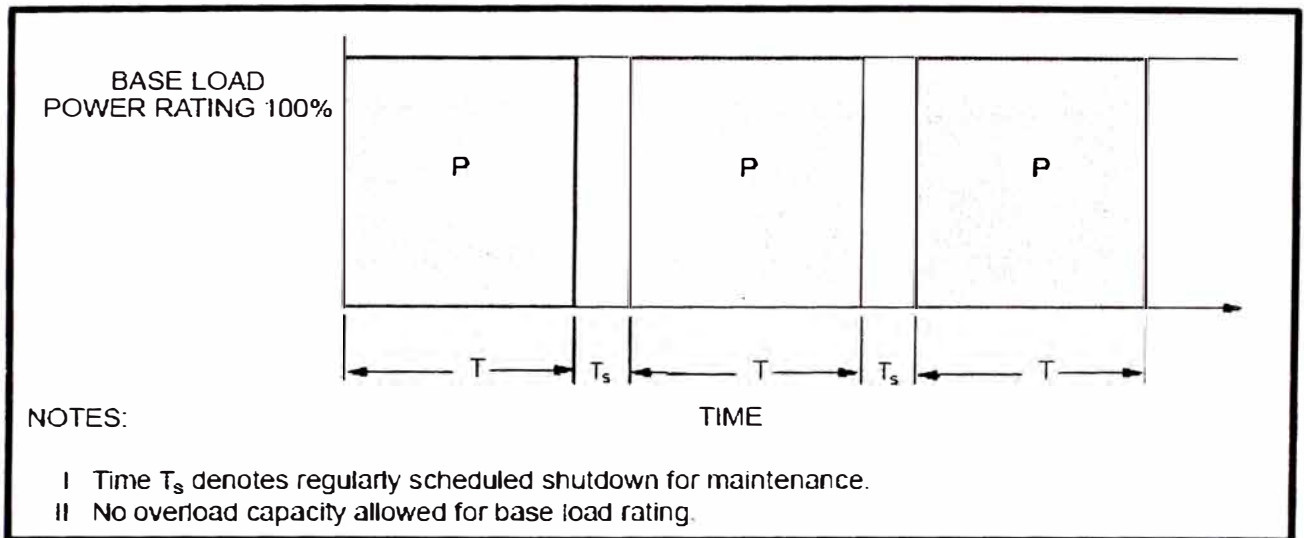


Figura 3.4 Aplicación Continua (Base)

3.2 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACION

3.2.1 Sistema de Ventilación

Consideraciones Generales para el Diseño

La ventilación del cuarto del generador es necesaria para eliminar el calor generado por el motor, alternador y otros equipos generadores de calor en el cuarto del grupo electrógeno, así como para eliminar gases peligrosos y proveer de aire para la combustión. El mal diseño de la ventilación crea altas temperaturas del ambiente alrededor del generador que pueden causar baja eficiencia de combustible, pobre desempeño del generador, falla prematura de los componentes y sobrecalentamiento del motor.

La selección de las ubicaciones de ventilación de entrada y escape es crítica para el funcionamiento correcto del sistema. Idealmente, la entrada y el escape permiten que el aire de ventilación sea circulado a través del cuarto

completo del generador. Los efectos de los vientos dominantes deben tomarse en consideración cuando se determine la ubicación de la salida del aire.

En esta configuración (Figura 3.5), el ventilador toma aire a través de las entradas de aire en la pared opuesta y por sobre el generador y lo empuja a través del radiador que tiene herrajes para conectarse a un ducto hacia afuera de la construcción.

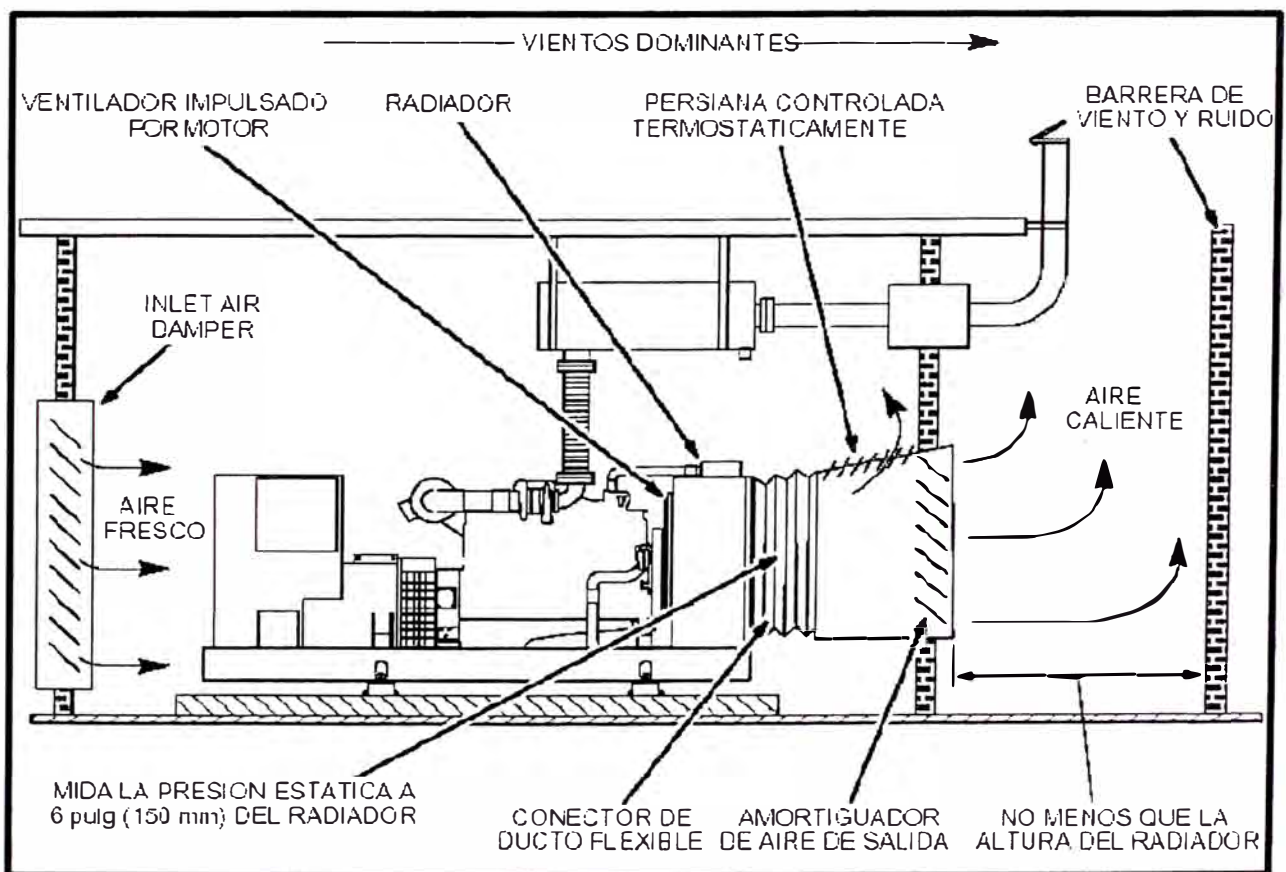


Figura 3.5 Enfriamiento con Radiador Montado de Fábrica

Se debe poner atención a la velocidad del aire que entra al cuarto del ventilador. Si esta es muy alta, los generadores tienden a succionar lluvia y

nieve hacia adentro del cuarto cuando están funcionando. Una buena meta de diseño es limitar la velocidad del aire a 500-700 f/min (150-220 m/min).

La práctica de Cummins Power Generation es dar rango al sistema de enfriamiento basado en la temperatura ambiente alrededor del alternador. El incremento en la temperatura del cuarto es la diferencia entre la temperatura medida en el alternador y la medida en el exterior. La temperatura del cuerpo del radiador no impacta el diseño del sistema porque el calor del radiador se mueve directamente fuera del cuarto. Una buena meta de diseño para aplicaciones de emergencia es mantener la temperatura del cuarto a no más de 125°F (50°C). Sin embargo, limitar la temperatura del cuarto del generador a 100°F (40°C) permitirá que el generador sea suministrado con un radiador montado en el patín de tamaño más pequeño y menos costoso, y eliminará la necesidad de derrateo debido a las altas temperaturas de aire de combustión (figura 3.6).

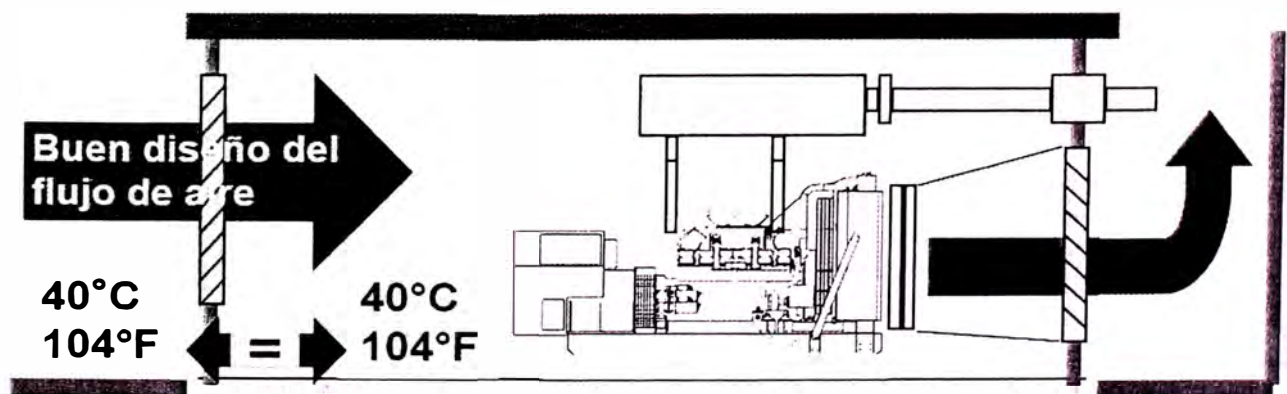


Figura 3.6 Incremento de Temperatura

El rango de flujo de aire requerido para mantener un incremento específico de temperatura en un cuarto donde opera el generador será determinado en el capítulo V con la siguiente fórmula:

$$m = \frac{Q}{C_p * \Delta T * d}$$

Donde:

m = Rango de flujo de masa de aire que entra al cuarto en ft³/min (m³/min)

Q = Rechazo de calor al cuarto de el generador o de otras fuentes de calor
BTU/min (MJ/min)

C_p = Calor específico a presión constante: 0.241 BTU/lb-°F (1.01 x
10⁻³ MJ/kg-°C)

ΔT = Incremento de temperatura en el cuarto del generador sobre la
temperatura ambiente exterior; °F (°C)

d = Densidad del aire; 0.0754 lb/ft³ (1.21 kg/cm³)

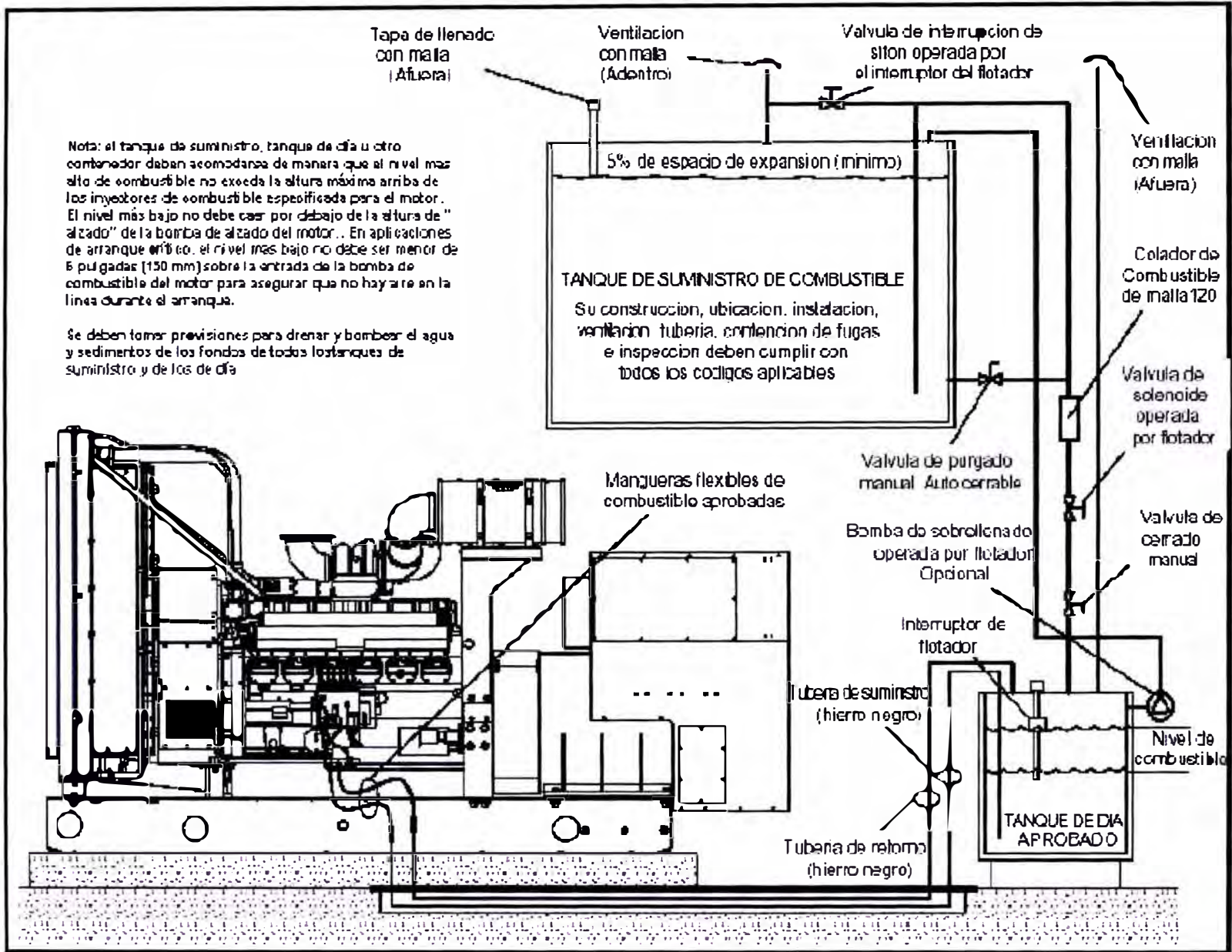
3.2.2 Sistema de Suministro de Combustible

Se recomienda diesel ATSM D975 de Grado No. 2-D para aplicaciones de emergencia, un buen arranque y máxima vida de motor.

Se debe tener cuidado en la compra de combustible y en el llenado de los tanques para prevenir la entrada de suciedad y humedad al sistema de combustible. La suciedad tupidará los inyectores y causará desgaste acelerado en los componentes finamente maquinados del sistema de combustible. La humedad puede causar corrosión y falla de estos componentes.

Debido a las limitaciones de las bombas mecánicas en la mayoría de los motores, muchas instalaciones que requieren tanques principales remotos, también requerirán tanques intermedios (de día). El tanque principal puede estar arriba o abajo del generador, y cada una de estas instalaciones requiere diferentes diseños de tanques intermedios y sistemas de control de combustible. Las Figuras 3-7 y 3-8 ilustran sistemas típicos de combustible diesel.

Figura 3.7 Sistema Típico de Suministro de combustible- Tanque del Suministro Arriba del Generador



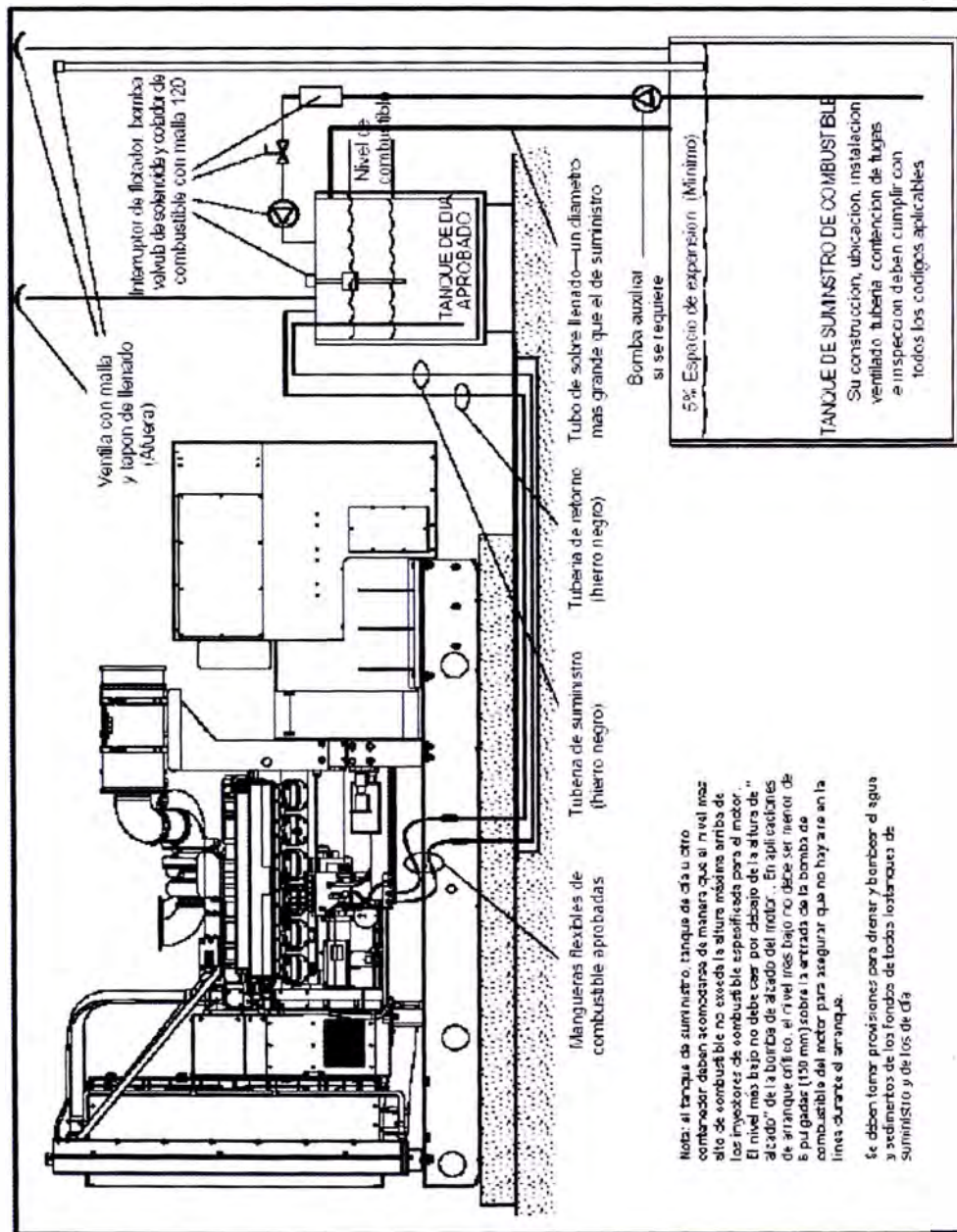


Figura 3.8 Sistema Típico de Suministro de combustible-Tanque del Suministro Debajo del Generador

Se debe considerar lo siguiente cuando se diseña y se instala cualquier sistema de combustible diesel:

- La capacidad del tanque, construcción, ubicación, instalación, ventilación, prueba e inspección, deben cumplir con todos los códigos y sus interpretaciones locales. La regulaciones ambientales locales

generalmente requieren una segunda contención (llamada una bandeja de “ruptura”, “dique” o “charola”) para prevenir que el combustible que se fugue entre al piso o al sistema de drenaje. El área de contención secundaria normalmente incluirá características para detectar y sonar una alarma cuando el tanque principal se fuga.

- Se debe seleccionar la ubicación con la consideración para la accesibilidad del relleno y en caso de que las líneas deban calentarse (en climas fríos).
- El tanque de combustible de suministro debe almacenar suficiente combustible para hacer funcionar al generador el número prescrito de horas (16 horas para nuestro caso) sin rellenarse. Los cálculos para el tamaño del tanque se pueden basar en los rangos de consumo por hora o en la duración esperada de los apagones vs. la disponibilidad de combustible y la vida almacenada del combustible. La vida almacenada del diesel es de 1.5 a 2 años, cuando se mantiene apropiadamente.
- Los tanques de suministro deben estar adecuadamente ventilados para evitar la presurización. Puede haber requerimientos para ventilación primaria y secundaria del tanque, dependiendo de los códigos locales y sus interpretaciones. También deben tener provisiones para drenar un tanque manualmente o para bombear el agua y los sedimentos, y tener cuando menos un espacio de expansión del 5% para prevenir derrames cuando el combustible se calienta.
- La bomba de “alzado” del combustible, la bomba de transferencia al tanque de día o el asiento de la válvula del flotador deben estar

protegidos de la suciedad del tanque principal por un pre-filtro o por un tazón de sedimentos con un elemento de malla del 100 a 200.

- Se deben proveer líneas de retorno de combustible separadas para cada generador en una instalación múltiple para prevenir la presurización de las líneas de los generadores en espera. También, una línea de retorno no debe tener una válvula de cerrado. Se podría dañar el motor si el motor se hace funcionar con la línea cerrada.
- Se requiere un tanque de día cuando la fricción y la elevación del tanque de suministro, ya sea debajo de la entrada de la bomba o sobre los inyectores de combustible, pudieran causar una restricción excesiva en la entrada de combustible o en el retorno. Algunos modelos de generador están disponibles con un tanque de día integral montado en el patín o sub-base.
- Se pueden exceder los límites de temperatura de los tanques de día en algunas aplicaciones donde el combustible caliente del motor es retornado al tanque de día. Al incrementarse la temperatura del combustible, se reducen la densidad de este y su lubricidad, reduciendo la potencia máxima de salida y la lubricación de partes que manejan combustible como las bombas y los inyectores. Una solución es conducir el combustible de regreso al tanque de suministro en lugar de al tanque de día. Otros diseños podrían requerir un enfriador de combustible para regresar la temperatura de este a un nivel seguro para su retorno al tanque de día.

- La capacidad de la bomba de transferencia tanque de día, y el tamaño de la tubería de suministro deben estar basadas en el flujo máximo de combustible indicado en la hoja de especificaciones del generador.
- Todos los sistemas de combustible deben tener provisiones para la contención de este si se fuga, y para situaciones en donde se derrama por sobrellenado.
- Considere medios para llenar los tanques manualmente si el sistema automático falla.

Tubería para Diesel

Se debe considerar lo siguiente cuando se selecciona y instalan tuberías en cualquier sistema de combustible diesel:

- Las líneas de diesel deben construirse de tubo de hierro negro. No se deben usar tuberías de y conexiones de hierro colado y aluminio porque son porosos y pueden fugar combustible. No se deben usar líneas, conexiones y tanques galvanizados, porque este recubrimiento es atacado por el ácido sulfúrico que se forma cuando el azufre del combustible se combina con el condensado del tanque, causando suciedad que puede tupid los filtros y las bombas. No se deben usar líneas de cobre porque el combustible se polimeriza (engrosa) en los tubos de cobre por periodos largos de desuso y puede tupid los inyectores. Así mismo, las líneas de cobre son menos resistentes que el hierro negro y por lo tanto más susceptible a daños.

- Se debe usar manguera flexible aprobada para todas las conexiones en el motor para absorber la vibración y el movimiento.
- La tubería del tanque de día al motor debe ir “de bajada” todo el camino, desde el tanque hasta el motor, sin vueltas por arriba del motor que puedan permitir que el aire se quede atrapado en el sistema.
- La tubería del sistema de combustible debe estar soportada correctamente para evitar que se fatigue y se rompa debido a la vibración. La tubería no debe correr cerca de tubos de calentamiento, cableado eléctrico o componentes del sistema de escape. El diseño del sistema de tubería debe incluir válvulas en las ubicaciones adecuadas para permitir la reparación o reemplazo de los componentes del sistema sin tener que vaciarlo completamente.
- Los sistemas de tubería se deben inspeccionar regularmente buscando fugas y chocando su condición general. El sistema de tubería debe lavarse por dentro antes de la operación del motor para eliminar impurezas que puedan dañarlo. El uso de conexiones “T” tapadas, en lugar de codos permite una mejor limpieza del sistema.

Se deben basar los tamaños del tubo y de la manguera en el flujo máximo más que en el consumo de combustible (Tabla 3.1 y 3.2). Se recomienda ampliamente que se verifiquen las restricciones de la entrada de combustible antes de que el generador se ponga en servicio.

Tabla 3.1 Longitud de Línea < 3m (10Ft.)

Max Fuel Flow rate GPH (L/hr)	Supply		Return	
	Flex Hose	I.D. in (mm)	Flex Hose	I.D in (mm)
Less than 80 (303)	No. 8	0.500 (12.7)	No. 8	0.500 (12.7)
81-100 (304-378)	No. 10	0.625 (15.9)	No. 8	0.500 (12.7)
101-160 (379-604)	No. 10	0.625 (15.9)	No. 10	0.625 (15.9)
161-230 (605-869)	No. 12	0.750 (19.1)	No. 10	0.625 (15.9)
231-310 (870-1170)	No. 12	0.750 (19.1)	No. 12	0.750 (19.1)
311-410 (1171- 1550)	No. 16	1.00 (25.4)	No. 12	0.750 (19.1)
411-610 (1550-2309)	No. 20	1.25 (31.8)	No. 16	1.00 (25.4)
611-920 (2309-3480)	No. 24	1.50 (38.1)	No. 20	1.25 (31.8)

Tabla 3.2 Longitud de Línea 3m-15m. (10-50Ft.)

Max Fuel Flow rate GPH (L/hr)	Supply		Return	
	Flex Hose	I.D. in (mm)	Flex Hose	I.D in (mm)
Less than 80 (303)	No. 10	0.625 (15.9)	No. 8	0.500 (12.7)
81-100 (304-378)	No. 10	0.625 (15.9)	No. 10	0.625 (15.9)
101-160 (379-604)	No. 12	0.750 (19.1)	No. 10	0.625 (15.9)
161-230 (605-869)	No. 12	0.750 (19.1)	No. 12	0.750 (19.1)
231-310 (870-1170)	No. 16	1.00 (25.4)	No. 12	0.750 (19.1)
311-410 (1171- 1550)	No. 20	1.25 (31.8)	No. 16	1.00 (25.4)
411-610 (1550-2309)	No. 24	1.50 (38.1)	No. 20	1.25 (31.8)
611-920 (2309-3480)	No. 24	1.50 (38.1)	No. 24	1.50 (38.1)

Tanques de Día

Cuando se requiere un tanque intermedio en una aplicación, es del tamaño aproximado para dos horas de operación del generador para a plena carga. Se puede alimentar a generadores múltiples de un solo tanque, pero es preferible que haya un tanque de día para cada generador del sistema. El tanque de día se debe ubicar lo más cercano posible al generador como sea práctico. Ubique el tanque de forma que se pueda llenar manualmente en caso de que sea necesario. La altura del tanque de día debe ser la suficiente para poner una cabeza positiva en la bomba de combustible del motor. (Nivel mínimo del tanque no menos de 6 pulg [150 mm] arriba de la entrada de combustible del

motor). La altura máxima del combustible en el tanque de día no debe poner una cabeza positiva en las líneas de retorno del motor. La ubicación de la línea de retorno en el tanque de día es diferente dependiendo del tipo de motor que se use. Algunos motores requieren que el combustible se retorne sobre el máximo nivel del tanque, otros requieren que el combustible se retorne al fondo del tanque o debajo del nivel mínimo. Estas especificaciones son suministradas por el fabricante.

Las características importantes de los tanques de día, ya sean requeridas o deseables, incluyen:

- Charola o depósito de ruptura. (opcional, pero requerido por ley en muchas áreas).
- Interruptor de flotador para controlar el llenado del tanque: una válvula de solenoide si el tanque principal está sobre el tanque de día o una bomba si el tanque principal está debajo del tanque de día.
- Tubo de ventilación igual que el de llenado, conducido hasta la parte más alta del sistema.
- Válvula de drenado.
- Instrumento de nivel o mirilla de vidrio.
- Alarma de nivel bajo (opcional).
- Un interruptor de alto nivel del flotador para controlar: el solenoide si el tanque principal está sobre el tanque de día, o la bomba, si el tanque de día está debajo del tanque de día.
- Sobreflujo al tanque principal si el tanque está debajo del tanque de día.

3.2.3 Sistema de Escape

Consideraciones Generales para el Diseño

La función del sistema de escape es llevar con seguridad el escape del motor hacia fuera del edificio y dispersar los gases, hollín y ruido lejos de la gente y los edificios. El sistema de escape debe estar diseñado para minimizar la retro-presión en el motor. La restricción excesiva resultará en consumo excesivo de combustible, temperatura de sistema de escape anormalmente alta y fallas relacionadas a la alta temperatura del escape así como humo negro (ver la figura 3.9).

Los diseños de sistema de escape deben considerar lo siguiente:

- Para la tubería de escape debe usarse tubo de hierro negro de grado 40. Otros materiales que se aceptan incluyen los sistemas prefabricados de acero inoxidable.
- Se debe conectar tubo flexible corrugado de acero inoxidable sin costura, de cuando menos 24 pulg. (610 mm) de largo, a las salidas de escape del motor para permitir la expansión térmica y el movimiento y vibración del generador cuando el generador está montado en aisladores de vibración. Los generadores más pequeños con aisladores de vibración integrados que se montan directamente al piso deben ser conectados con tubo flexible corrugado de acero inoxidable sin costura, de cuando menos 18 pulg. (457 mm) de largo. El tubo de escape flexible no se debe usar para formar curvas o compensar tubo de escape incorrectamente alineado.

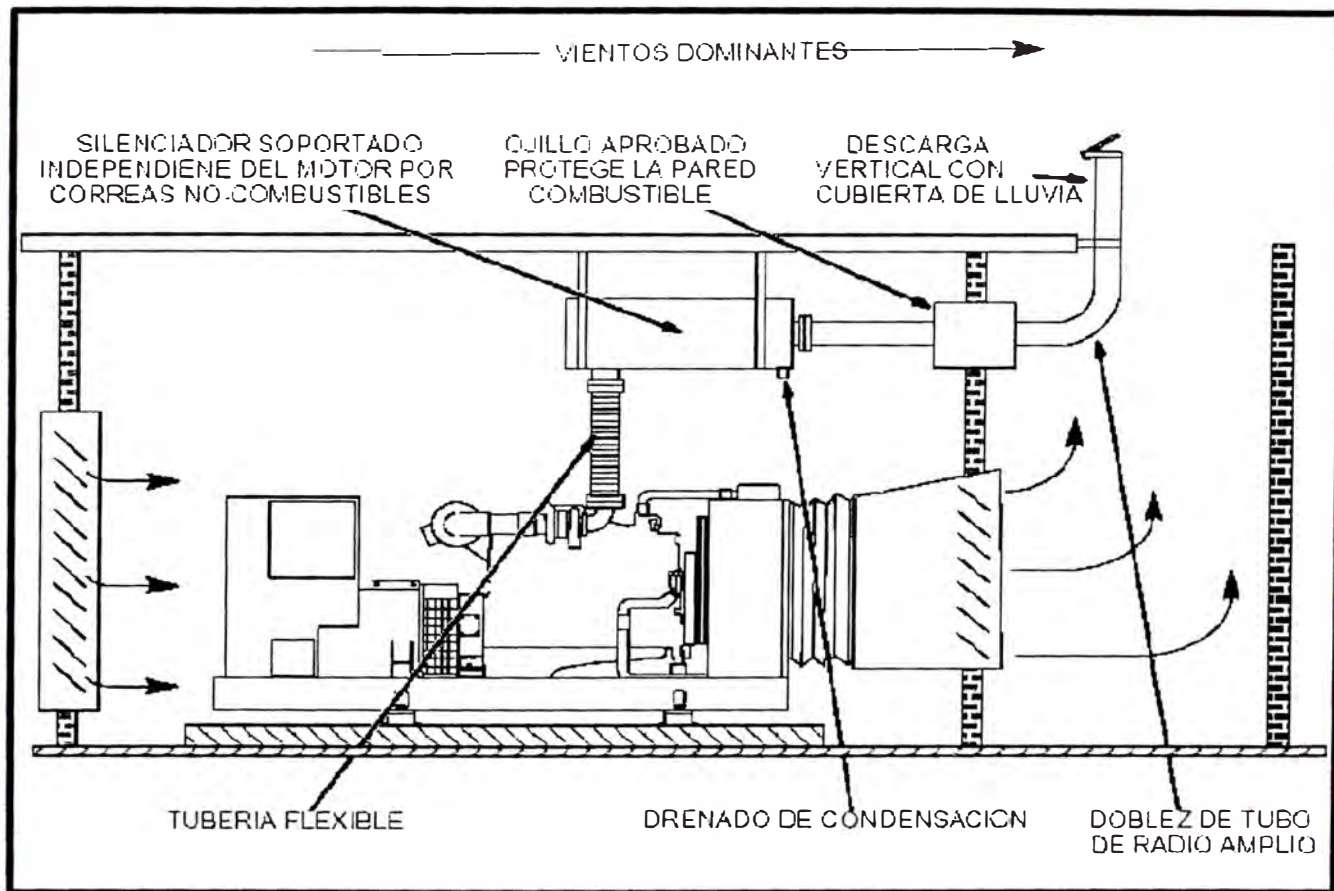


Figura 3.9 Sistema de Escape Típico

- Se puede proveer a los generadores con conexiones de tubo de escape de rosca, de ensamble con abrazadera o de herraje. Las conexiones de rosca y de herraje son menos propensas a las fugas, pero más costosas de instalar.
- La tubería de escape debe ser soportada por soportes o colgantes no combustibles, NO por la salida del escape del motor. El peso en la salida de escape del motor puede causar daños al múltiple de escape y reducir la vida del turbocargador (cuando se usa). Y puede causar que la vibración del generador se transmita a la estructura del edificio.

- Para reducir la corrosión debido a la condensación, se debe instalar un silenciador lo más cerca del motor que sea prácticamente posible para que se caliente rápidamente. Ubicar el silenciador cerca del motor también mejora la atenuación del silenciador. Los radios de doblez del tubo deben ser tan largos como sea práctico.
- La tubería de escape debe ser del mismo diámetro nominal (o más grande) que la salida del escape del motor a lo largo de toda la corrida de esta. Verifique que la tubería es del diámetro suficiente para limitar la retro-presión a un valor que esté dentro del rango especificado para el motor usado (los diferentes motores tienen diferentes tamaños de salidas de escape y diferentes limitaciones de retro-presión), nunca se debe usar tubo más pequeño que la salida de escape del motor. Si el tubo es más largo de lo necesario está más sujeto a la corrosión que un tubo más pequeño debido a la condensación. La tubería que es demasiado grande también reduce la velocidad de los gases disponible para dispersar los gases hacia las corrientes de aire externas.
- Todos los componentes del sistema de escape del motor deben incluir barreras para prevenir contactos accidentales peligrosos. La tubería de escape y los silenciadores deben estar aislados térmicamente para prevenir quemaduras accidentales, prevenir la activación de sistemas contra incendio, reducir la corrosión por condensación, y reducir la cantidad de calor irradiada al cuarto del generador. Nunca se deben aislar las juntas de expansión, los múltiples de escape, y los turbocargadores a menos que sean enfriados por agua. Aislar los múltiples de escape y los

turbocargadores puede resultar en temperaturas de materiales que pueden destruir estos componentes, particularmente en aplicaciones donde el motor funcionará durante muchas horas. Conducir la tubería de escape a cuando menos 8 pies (2.3 metros) del suelo también ayudara a evitar contactos accidentales con el sistema de escape.

- La tubería del sistema de escape debe conducirse a cuando menos 9 pulg. (230 mm) de construcciones combustibles. Use ojillos aprobados donde el sistema de escape deba pasar por muros o techos combustibles. (Figuras 3.10).

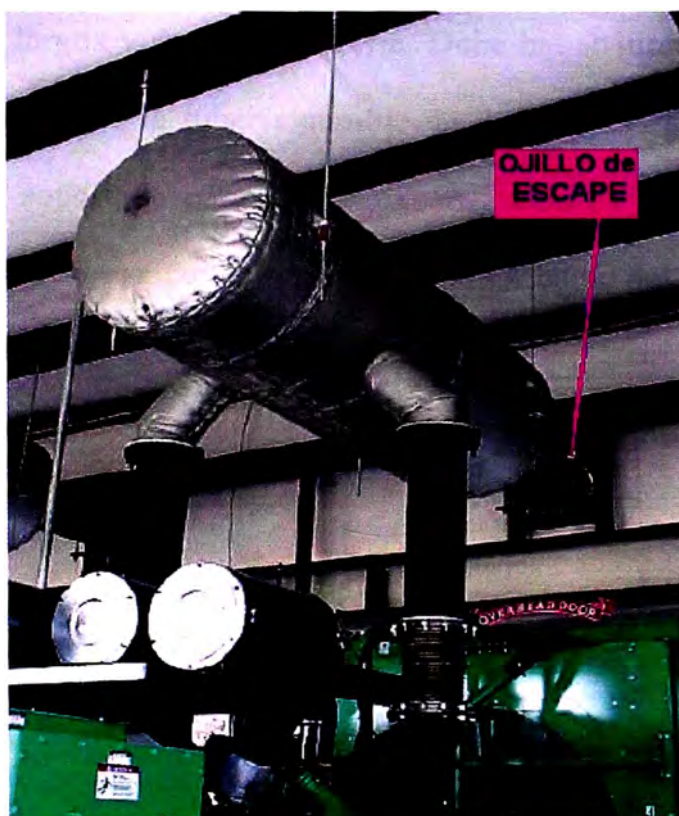
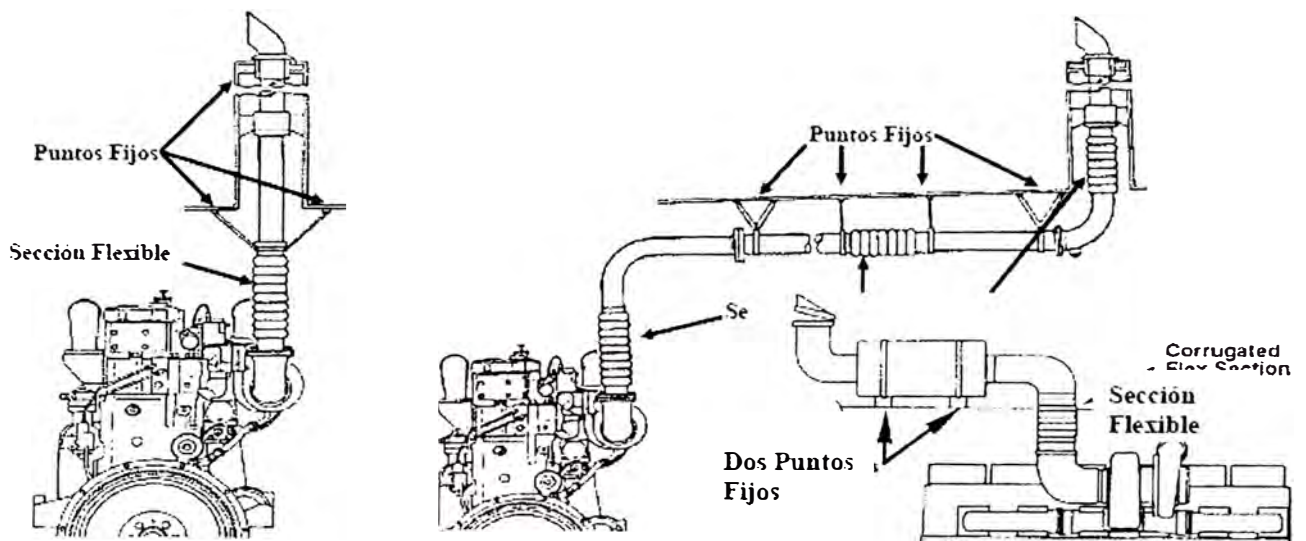


Figura 3.10 Característica del Escape con Silenciado de Doble Entrada, Conectores Flexible, Se muestran los Ojillos de Escape y los Montantes Colgantes.

- También se debe considerar cuidadosamente la dirección de la salida del escape. El escape nunca debe dirigirse hacia el techo de un edificio o

hacia superficies combustibles. El escape de un motor diesel es caliente y tiene hollín y otros contaminantes que pueden adherirse a las superficies circundantes.

- Ubique y dirija la salida del escape lejos de las entradas de ventilación.
- Si el ruido es un factor, dirija la salida lejos de ubicaciones críticas.
- El tubo de escape de acero se expande aproximadamente 0.0076 pulg. por pie de tubo por cada incremento de 100°F de temperatura en el gas de escape sobre la temperatura ambiente (1.14 mm por metro de tubo por cada 100°C de incremento). Se requiere que se usen juntas de expansión en tramos largos y rectos de tubería. Debe haber juntas de expansión en cada punto donde la tubería cambie de dirección. El sistema de escape debe estar soportado para que la expansión se aleje del generador. Las temperaturas de escape las suministra el fabricante del motor o generador para el motor usado específicamente.



Ejemplo de Secciones Flexibles y Soportes Fijos

- Las corridas horizontales de tubería de escape deben estar inclinadas hacia abajo, lejos del motor hacia el exterior o hacia una trampa de condensación.
- Se deben instalar una trampa de condensación y un tapón donde la tubería da la vuelta hacia arriba. Las trampas de condensación también deben tener un silenciador. Los procedimientos de mantenimiento para el generador deben incluir también el drenado regular de las trampas de condensación del sistema de escape.
- Se deben tomar provisiones para evitar la entrada de la lluvia al sistema de escape de un motor que no está operando. Estas pueden incluir una cubierta de lluvia o una trampa de escape (Figura 3.11) en salidas verticales. Las salidas horizontales deben cortarse en ángulo y protegerse con malla. Las cubiertas de lluvia se pueden congelar en climas fríos,

deshabilitando el motor, así que otros dispositivos de protección deben usarse para esas situaciones.

- La retro-presión no debe exceder la especificación del fabricante. La retro- presión excesiva reduce la potencia y vida del motor y puede generar altas temperaturas de escape y humo. La retro-presión de escape debe estimarse antes de que finalice el diseño de la ruta de la tubería, y se debe medir en la salida del escape en operación de carga total antes de que el generador se ponga en servicio.



Figura 3.11 Sistema de Escape Simple con Cubierta de Lluvia

3.2.4 Cimientos y Montaje

El diseño de instalación debe dar un cimiento o base que además de soportar el peso del grupo generador debe prevenir que niveles de vibración molestos o dañinos lleguen hasta la estructura del edificio.

Todos los componentes que se conectan físicamente al generador deben ser flexibles para absorber el movimiento vibratorio sin daños. Los componentes que requieren aislamiento son: el sistema de escape del motor, las líneas de combustible, el cableado de suministro de potencia CA, cableado de control (que debe ser trenzado en lugar de sólido), el generador y los ductos de aire de ventilación. La falta de atención de aislamiento a estos puntos de interconexión física y eléctrica, puede resultar en un daño por vibración al edificio o al generador, y falla del generador cuando esté en servicio.



Figura 3.12 Consideraciones Antivibratorios para un Generador Típico.

Diseño del Cimiento Aislante de Vibración

En aplicaciones donde la transmisión de vibración al edificio es altamente crítica, se podría requerir el montaje del generador en un cimiento aislante de

vibración. En este caso, se hacen necesarias consideraciones adicionales. La Figura 3.13 ilustra un típico cimiento aislante de vibración.

- El peso (W) del cimiento debe ser de cuando menos 2 veces (y hasta de 5-10 veces) el peso del generador para resistir las cargas dinámicas (el peso del combustible en un tanque sub-base no debe considerarse en el peso de un cimiento aislador de vibración aunque los aisladores están entre el tanque y el generador).

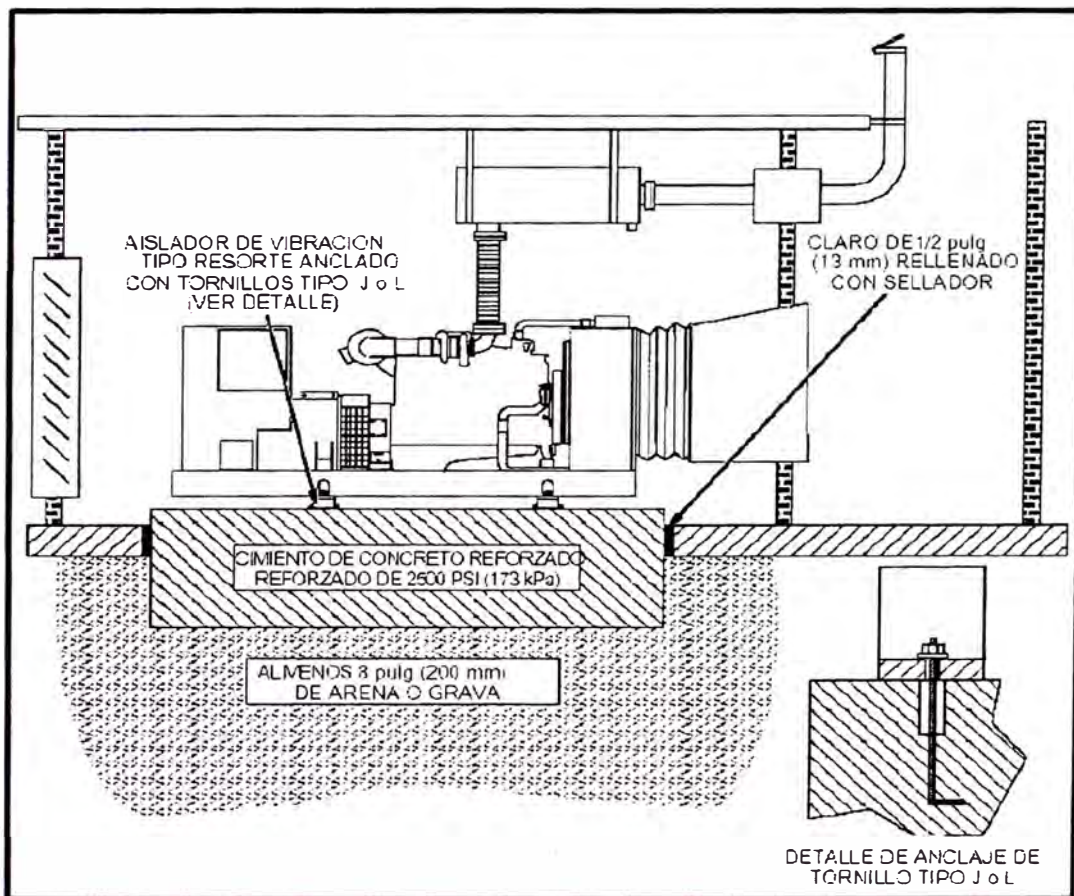


Figura 3.13 Cimiento Aislador de Vibración Típico

- El cimiento debe extenderse cuando menos 6 pulg. (150 mm) más allá del patín en todos los lados. Esto determina la longitud (l) y el ancho (w) del cimiento.

- El cimiento debe extenderse cuando menos 6 pulg. (150 mm) sobre el piso para facilitar el servicio y mantenimiento del generador.
- El cimiento debe extenderse por debajo la línea de congelamiento para prevenir tirones. El cimiento debe ser de concreto reforzado con una fuerza compresiva de 28 días de cuando menos 2500 psi (17,200 kPa).
- Calcule la profundidad (h) del cimiento necesario para soportar el peso necesario (W) usando la siguiente fórmula:

$$h = \frac{W}{d * l * w} \quad \text{pies (metros)}$$

Donde:

h= Profundidad del cimiento en pies (metros)

l= Longitud del cimiento en pies (metros)

w= Ancho del cimiento en pies (metros)

d= Densidad del concreto – 145 lbs/f³ (2322 kg/m³)

W= Peso total del generador en lbs (kg)

Aisladores de Vibración

El motor y alternador de un generador deben estar aislados de la estructura de montaje donde se instalan. Algunos generadores, particularmente los modelos de menor kW, utilizan aisladores de vibración de hule/neopreno insertados en la máquina entre el motor/alternador y el patín 2. El patín de estos generadores generalmente se puede montar directamente al cimiento, piso o

subestructura. Otros generadores pueden tener un diseño que tenga el motor/alternador montado sólidamente en el patín, en estos casos se debe instalar usando equipo de aislamiento de vibración tales como aisladores de resorte.

Los aisladores de resorte de acero (Figura 3.14) pueden amortiguar hasta 98% de la energía vibratoria producida por el generador. Ubique los aisladores como se muestra en la documentación del fabricante del generador. Puede ser que los aisladores no estén ubicados simétricamente alrededor del motor, porque se requiere que estén ubicados considerando el centro de gravedad de la máquina. El número de aisladores que se requieran varía con los rangos de los aisladores y el peso del generador.

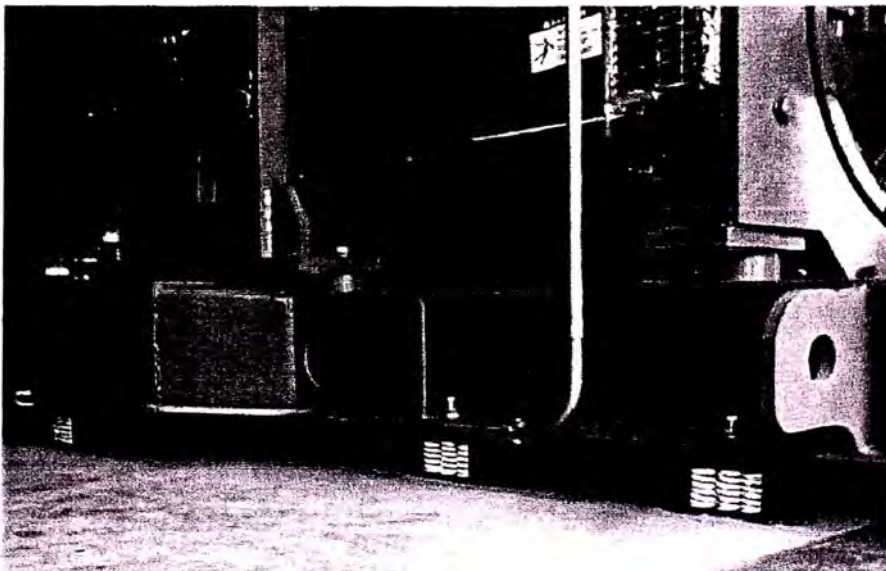


Figura 3.14 Aislador de Vibración de Resorte Típico

3.2.5 Reducción de Ruidos Transmitidos

El ruido es un sonido no deseado y es importante contralarlo por ser una fuente contaminante del medio ambiente. La Figura 3.15 muestra los

niveles de sonido típicos asociados con varios ruidos ambiente y fuentes de ruido.

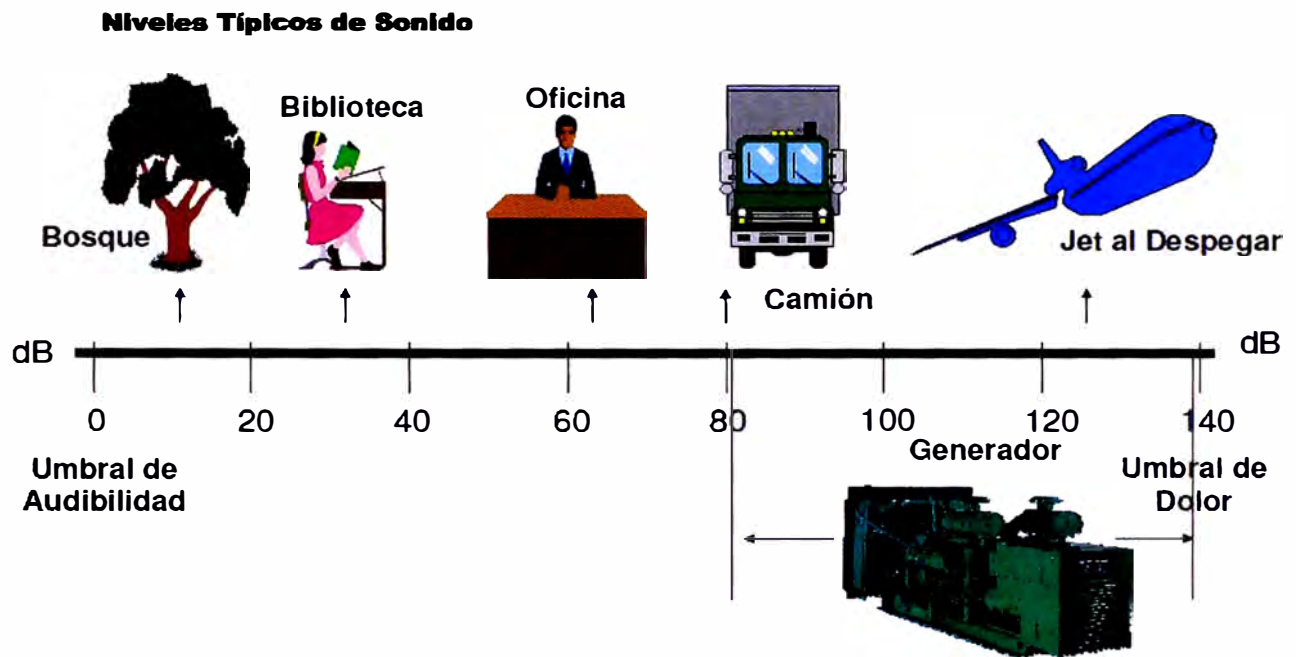


Figura 3.15 Niveles Típicos de Ruidos

En general, los niveles requeridos de ruido en límites de propiedad, están alrededor de los 50 dB(A) y 60dB(A), (dependiendo de la hora del día), mientras que los niveles no tratados de ruido de generador pueden aproximar los 100 dB(A). El ruido del generador se puede amplificar por las condiciones del sitio, o el ruido ambiente existente en el sitio podría prohibir que el generador cumpla con los niveles de desempeño requeridos. (para poder medir precisamente los niveles de ruido de cualquier fuente, la fuente de ruido debe ser mas de 10 dB(A) mas sonora que el ambiente alrededor de ella).

Ruido Transmitido por la Estructura

Las estructuras vibratorias crean ondas de presión de sonido (ruido) en el aire que las rodea. Las conexiones a un generador pueden causar vibraciones en la estructura del edificio creando ruido. Típicamente estas incluyen las anclas del patín, el ducto de descarga de aire del radiador, la tubería de escape, la tubería de refrigerante, las líneas de combustible y el conduit del cableado. También, las paredes de la caseta del generador pueden vibrar y causar ruido. La Figura 3.16 muestra formas de minimizar el ruido transmitido a la estructura.

Montar un generador en aisladores de vibración de tipo de resorte, efectivamente reduce la transmisión de la vibración. Las conexiones flexibles a la tubería de escape, ducto de aire, línea de combustible, tubería de refrigerante (sistemas de radiador o de intercambiador de calor remotos) y el conduit de cableado, efectivamente reducen la transmisión de la vibración, Todas las aplicaciones de generador requieren el uso de conexiones flexibles al generador.



Figura 3.16 Reducción de Ruidos Transmitidos por la Estructura.

Ruido Transmitido por el Aire

El ruido por el aire tiene una característica direccional y es generalmente más aparente en la parte alta del rango de frecuencia.

- El tratamiento más simple es el dirigir el ruido, tal como la salida de aire del radiador o el escape, lejos de los receptores. Por ejemplo. Apunte el ruido hacia arriba verticalmente para que la gente a nivel de piso no esté en la ruta del ruido.
- Hacer que el ruido viaje por una vuelta de 90° en un ducto reduce el ruido de alta frecuencia. Dirigir el ruido hacia una pared cubierta con material absorbente de ruido puede ser muy efectivo. La fibra de vidrio o esponja pueden ser apropiados, basadas en factores como costo,

disponibilidad, densidad, retardo de flama, resistencia a la abrasión, estética y facilidad de limpieza. Se debe tener cuidado de seleccionar material que sea resistente a los efectos del aceite y otros contaminantes del motor.

Ruido Transmitido por el Escape (Silenciador de Escape)

Los generadores casi siempre están provistos de un silenciador de escape (mofle) para limitar el ruido del escape de la máquina. Los silenciadores existen en una gran variedad de tipos, formas físicas y materiales.

Los silenciadores están generalmente agrupados en silenciadores de cámara o de espiral. Los de cámara se pueden diseñar para que sean más efectivos, pero los de espiral a menudo son más pequeños y pueden tener un desempeño adecuado para la aplicación.

Los silenciadores están disponibles en diferentes “grados” de atenuación de ruido comúnmente llamados “industrial”, “residencial” y “crítico”. Note que el ruido de un generador podría no ser la fuente de ruido más molesta de la máquina, Si el ruido mecánico es significativamente más grande que el ruido del escape, la selección de un silenciador de alta eficiencia no mejorará el nivel de ruido presente en el sitio.

- Silenciadores Industriales 12-18 dB(A)
- Silenciadores Residenciales 18-25 dB(A)
- Silenciadores Críticos 25-35 dB(A)

En general, mientras más efectivo es el silenciador en reducir el nivel de ruido del escape, mas alto es el nivel de restricción en el escape del motor. Para sistemas de escape muy largos, la tubería misma proveerá algún nivel de atenuación.

Casetas (Cabinas) Atenuadas al Ruido

Los generadores que se instalan en exteriores se pueden proveer de casetas con atenuadoras de ruido. Estas casetas, forman “cuarto” alrededor del generador y pueden ser muy efectivas en la reducción de ruido producido por la máquina.

En general el precio de la caseta está directamente relacionado con el nivel de atenuación requerido. Así que mientras más alto sea el nivel de atenuación requerido, mas alto será el costo de la caseta. No es poco común que los costos de las casetas se acerquen al costo del generador que protegen.

Se debe reconocer también que puede haber un precio a pagar en términos del desempeño del generador al usar niveles muy altos de atenuación. Pruebe cuidadosamente los generadores atenuados contra ruido en cuanto a ventilación adecuada y desempeño en su habilidad de llevar cargas.

3.2.6 Sistema de Puesta a Tierra

Los generadores Eléctricos Cummins requieren ser conectados y esto tiene que ser previsto durante la construcción de la edificación generalmente los neutros de los transformadores y grupos electrógenos requieren ser conectados a pozos de tierras independientes.

El proyecto de edificación contempla en el segundo sótano la instalación de una malla a tierra única para el Sistema de Energía y para los Sistemas de Comunicaciones, la malla estará compuesta por pozos de puesta a tierra verticales y cables de cobre desnudo de $1 \times 70 \text{mm}^2$, que se conectan entre sí mediante conexión exotérmica en cruz, este cable irá directamente enterrado a una profundidad de 0.60m bajo terreno natural y será tratado en todo su recorrido, asimismo esta malla se conectará al acero de la estructura del edificio mediante soldadura exotérmica, de esta manera se logrará disminuir la resistencia.

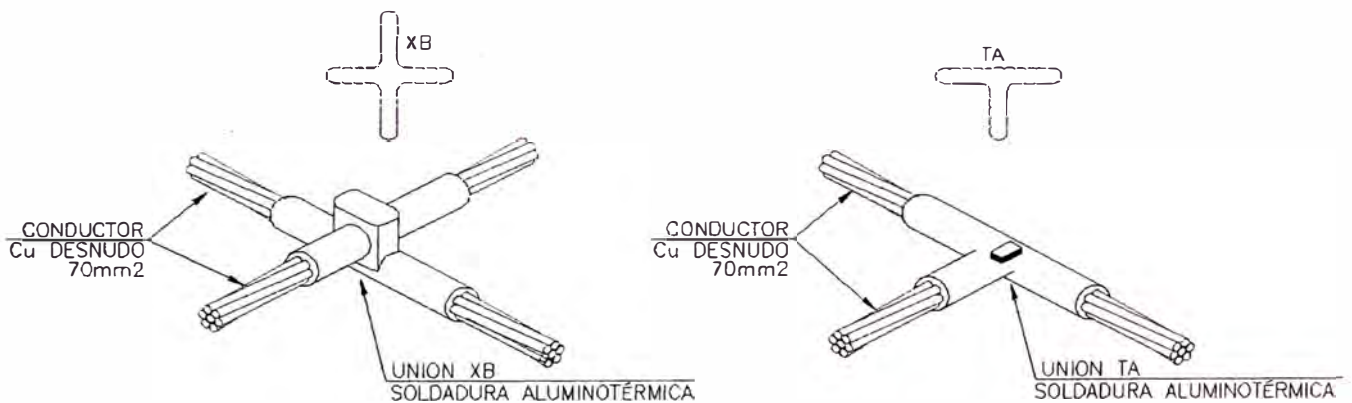


Figura 3.17 Detalle de Empalme de Conductores

Los conductores de puesta a tierra de los sistemas de media tensión, baja tensión y comunicaciones se conectarán directamente a la varilla de los pozos a tierra verticales, con la finalidad de garantizar la descarga.

La resistencia a tierra máxima obtenible por el sistema no deberá ser mayor de 25 ohmios (media tensión), 10 ohmios (baja tensión) y 3 ohmios (comunicaciones).

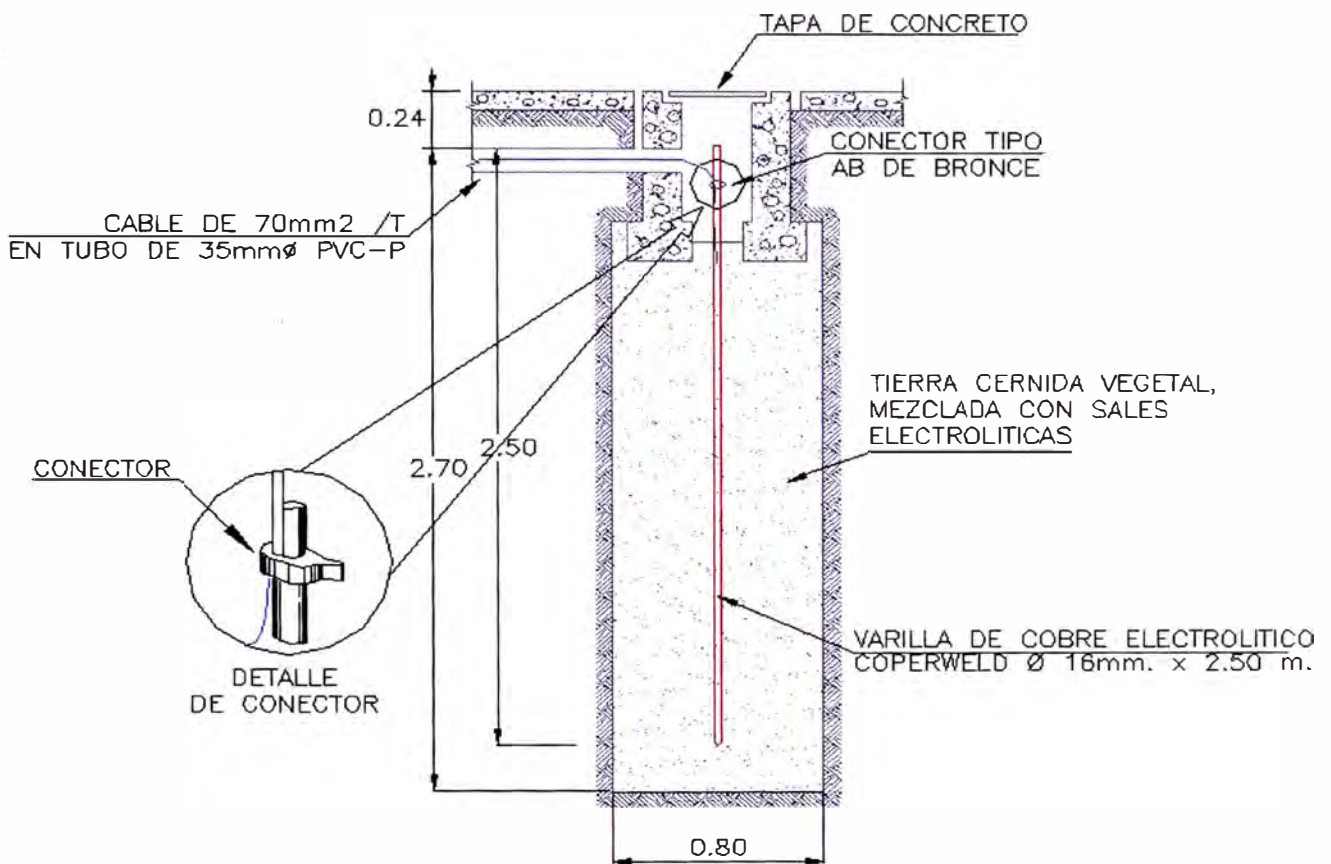


Figura 3.18 Detalle de Pozo de Puesta a Tierra

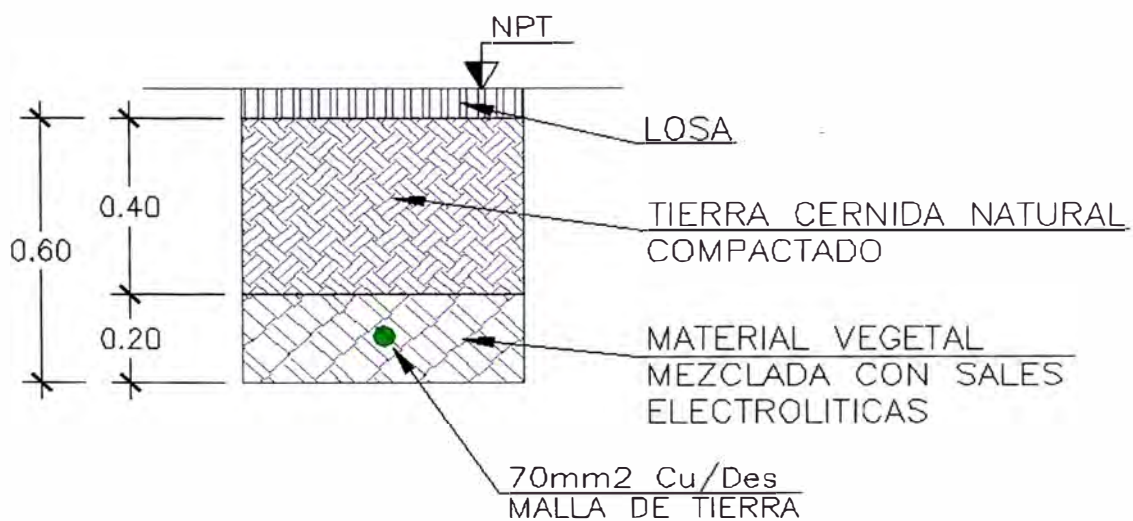


Figura 3.19 Detalle del Tendido de la Malla

CAPITULO IV

SELECCION DEL GRUPO ELECTRÓGENO CUMMINS

4.1 REQUISITOS PRINCIPALES

Para la selección de un grupo electrógeno existen requisitos que deben cumplirse para una APLICACIÓN específica. Para este caso consideraremos las características que deberá poseer el grupo electrógeno de acuerdo a las “Especificaciones Técnicas del Grupo Electrónico” suministrados por el cliente (Anexo 04) y la máxima demanda de electricidad requerido por el cliente en emergencias Capítulo 2.2.3

De acuerdo a los requisitos de las cargas eléctricas el grupo electrógeno debe tener las siguientes características generales:

Voltaje : 380 V

Frecuencia : 60Hz

Factor de Potencia : 0.8

Número de fases : Trifásico

Otro factor a considerar es el régimen de operación que tendrá el G.E. Para este caso se requiere contar con el G.E. en emergencias y también para trabajar en horas puntas.

4.2 CARACTERISTICAS TÉCNICAS DEL GRUPO ELECTRÓGENO CUMMINS SELECCIONADO.

Se selecciono un GRUPO ELECTROGENO DIESEL, MARCA CUMMINS POWER GENERATION, MADE IN U.S.A., MODELO 2000DQKC, EMISIONADO (ECOLOGICO), de 1825 KW (2281 KVA) DE POTENCIA PRIME Y DE 2000KW (2500KVA) DE POTENCIA STANDBY, HASTA 1067 M.S.N.M., EL CUAL PRESENTA LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

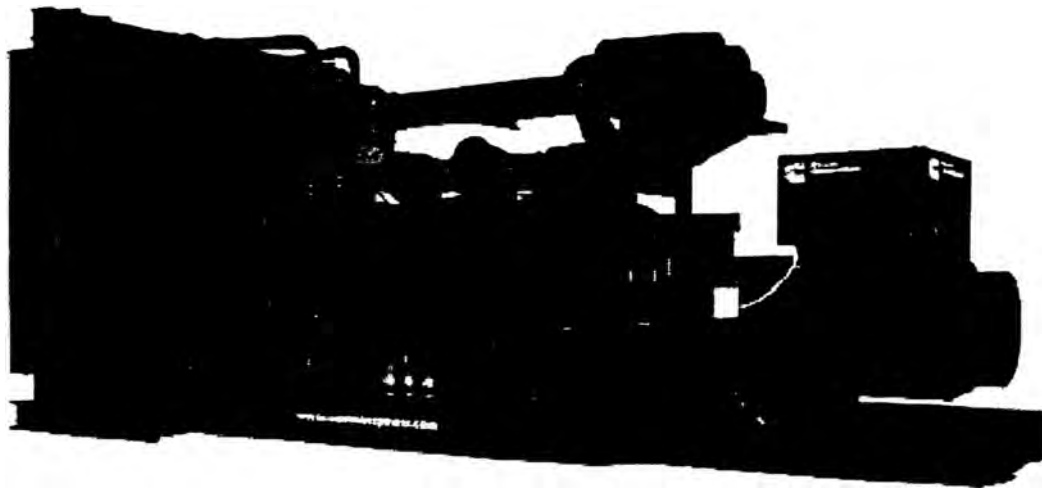


Figura 4.1 Grupo Electrónico 2000DQKC

a) MOTOR

MARCA

CUMMINS

MODELO

QSK60-G6

POTENCIA STANDBY	2179 KWm (2922bhp)
VELOCIDAD	1800 RPM
ASPIRACION	Turboalimentado y post-enfriado
No DE CILINDROS	16 en “V”
No DE TIEMPOS	4
SISTEMA ELECTRICO	24 VDC. Incluye arrancador y alternador.
REGULADOR DE VELOCIDAD	Gobernador electrónico, de alta velocidad de respuesta.
SISTEMA DE REFRIGERACION :	Por agua con Radiador,
SISTEMA DE INYECCION	Directa
CILINDRADA	60 litros
SISTEMA DE PROTECCION	Parada automática de motor por falla de baja presión de aceite, alta temperatura de agua, sobrearranque y sobrevelocidad.
b) ALTERNADOR	
MARCA	ONAN
TIPO	4 polos, autorregulado y sin escobillas.
SISTEMA DE EXCITACION	Tipo PMG (Imán permanente), lo cual da la ventaja de aislar el sistema de excitación de efectos de distorsión de cargas no lineales.
POTENCIA	2080 KW (2600 KVA)
FACTOR DE POTENCIA	0.8

VOLTAJE	380 Voltios
No DE FASES	Trifásico
FRECUENCIA	60 Hz
AISLAMIENTO	Clase H
REGULACION DE VOLTAJE	+/- 0.5 %

c) **BASE Y ARMADO**

El motor, alternador y radiador están montados sobre una base común de acero estructural tipo patín. El alternador se acopla directamente a la volante del motor mediante discos flexibles.

d) **TABLERO DE CONTROL DIGITAL – POWER COMMAND CONTROL
PARALLELING 3200**

- ◊ Sistema de control basado en microprocesador.
- ◊ Integra las funciones de medición, control, protección, regulación de voltaje y gobernación del motor, otorgándole mayor confiabilidad comparado a un sistema de control convencional.
- ◊ Provisto de interfase digital con pantalla alfanumérica de 9 líneas de 27 caracteres cada una.
- ◊ Alojado en gabinete metálico con grado de protección NEMA 3R/IP53. Montado sobre el generador con aisladores contra vibraciones. El panel de operador puede montarse remotamente y conectarse al Grupo Electrónico vía red RS485.

- ◊ Fabricado en conformidad con las normas: NFPA-110, UL-508, CSA282-M1, CSA-C22.2, ISO-8528-4, NFPA-99, EC-Marking, EN-50081, EN-50082, ISO-7637, Mil-Std-202C, ANSI-C62.41, Mil-Std-461, IEC-801, IEEE-587.
- ◊ Condiciones de operación: -40°C a 70°C de temperatura, 95% de humedad y 5000 m.s.n.m.
- ◊ Operación del sistema de control desde 8 hasta 35VDC.
- ◊ Incluye lo siguiente:

Selectores y Pulsadores de Control:

- Selector de DESCONECTADO / MANUAL / AUTO.
- Pulsador de ARRANQUE / PARADA MANUAL.
- Pulsador de EJERCICIO.
- Pulsador de Luces de Panel y Prueba de indicadores LED's.
- Pulsador de Parada de Emergencia, Tipo hongo con retención.

Indicadores de alarma y estado:

- Indicador de No Auto (LED intermitente Rojo)
- Indicador de Alarma Pre-Falla (LED Amarillo)
- Indicador de Parada por falla (LED Rojo)
- Indicador de Arranque Remoto (LED Verde)
- Indicador de modo MANUAL (LED Verde)
- Indicador de modo EJERCICIO (LED Verde)

Medición Analógica tipo Barras Gráficas de LED's:

- Amperímetro AC Fase L1, en porcentaje de nominal 0-125%.
- Amperímetro AC Fase L2, en porcentaje de nominal 0-125%.
- Amperímetro AC Fase L3, en porcentaje de nominal 0-125%.
- Voltímetro AC Fase L1.en porcentaje de nominal 0-110%.
- Voltímetro AC Fase L2.en porcentaje de nominal 0-110%.
- Voltímetro AC Fase L3.en porcentaje de nominal 0-110%.
- Kilovatímetro en porcentaje de carga 0-125%.
- Factor de Potencia 0.6I-1.0-0.9C
- Frecuencímetro en porcentaje de nominal 0-110%.

Medición digital del Motor:

- Temperatura de agua refrigerante. Lado izquierdo y derecho de motores en “V”.
- Presión de aceite.
- Velocidad en RPM.
- Voltaje de baterías de arranque.
- Presión de entrada del múltiple (Acceso con Password).
- Temperatura de entrada del múltiple (Acceso con Password).
- Presión de combustible (Acceso con Password).
- Presión de bomba de combustible (Acceso con Password).
- Temperatura de entrada de combustible (Acceso con Password).
- Flujo de escape de gases (Acceso con Password).
- Tiempo de presión (Acceso con Password).
- Temperatura de post enfriador (Acceso con Password).
- Presión ambiental (Acceso con Password).

- Consumo de combustible totalizado (Acceso con software InPower).
- Consumo de combustible desde el último reset (Acceso con software InPower).
- Temperatura de gases de escape.

Medición digital del Generador:

- Tensión de salida, Línea - Línea y Línea - Neutro.
- Corriente de salida, tres líneas.
- Frecuencia de salida.
- Potencia de salida KW, promedio, por fase y dirección de flujo.
- Potencia de salida KVA, promedio, por fase y dirección de flujo.
- Factor de Potencia de salida, con indicación inductiva o capacitiva.
- Temperatura de bobinados del generador.

Datos Históricos:

- Número de arranques.
- Número de horas de operación del motor.
- Número de horas de operación del control.
- Contador de Energía KWH totalizado.
- Contador de Energía KWH desde el último reset.
- Historia de fallas. Registra los últimos 20 eventos ocurridos.

Funciones de Control:

- Intentos de arranque programable (1 a 7) y retardos ajustables.

- Ajustes del Operador: Retardo de arranque, Retardo de parada, Regulación de Voltaje y Regulación de Frecuencia.
- Ajustes de Ganancia y estabilidad del Regulador de Voltaje y Gobernador del Motor, y otros parámetros. (Sólo personal de servicio).
- Arranque inteligente para minimizar: la emisión de humo negro, sobre modulación de tensión, sobre modulación de frecuencia y oscilaciones durante el arranque.

Funciones de Protección del Generador – Sistema AmpSentry: Proporciona verdadera protección al generador, siendo más completo y confiable comparado a un interruptor termomagnético convencional.

- Alarma y Parada por Sobre corriente.
- Parada Cortocircuito.
- Parada Sobre Voltaje.
- Parada Bajo Voltaje.
- Parada Baja Frecuencia.
- Alarma o Parada Sobre Frecuencia
- Alarma Sobre Carga KW.
- Parada Potencia Inversa
- Parada Potencia Reactiva Inversa.

Funciones de Protección del Motor:

- Parada Sobre velocidad.
- Parada Baja Presión de Aceite.

- Alarma Baja Presión de Aceite.
- Alarma Falla Sensor de Presión de Aceite.
- Parada Alta Temperatura de Agua.
- Alarma Alta Temperatura de Agua.
- Alarma Falla Sensor de Temperatura de Agua.
- Alarma o Parada Baja Presión de Agua.
- Alarma o parada Bajo Nivel de Agua.
- Alarma Baja Temperatura de Agua.
- Alarma Sobre o Bajo Voltaje de Baterías.
- Parada Batería descargada.
- Alarma Batería Débil.
- Parada Sobre Arranque.
- Parada Falla de arranque.
- Descónexión redundante del arrancador.
- Alarma Pérdida de un sensor de velocidad.
- Parada Pérdida de los sensores de velocidad.
- Alarma Bajo Nivel de Combustible Tanque Diario.
- Alarma Bajo Nivel de Combustible Tanque Principal.
- Bloqueo de arrancador con el motor en operación.
- Alarma Alta Temperatura de Combustible.

Interfase con el usuario:

- Una entrada de señal de arranque remoto. Señal discreta o por Puerto de Comunicación.

- Una entrada para Parada de Emergencia Remoto. Señal discreta.
- Cuatro entradas para indicar Fallas Externas. Señales discretas.
- Una entrada de alarma por Bajo Nivel de Combustible de Tanque Diario o Principal. Señal discreta.
- Una entrada para Reposición Remoto. Señal discreta.
- Una salida para indicar Alarma Común. Señal discreta.
- Una salida para indicar Falla Común. Señal discreta.

- Una salida para indicar Falla de Baja Frecuencia o Sobre Carga. Señal discreta.
- Una salida para indicar que el Voltaje y Frecuencia alcanzaron el 90%. Señal discreta.
- Un puerto Serial para comunicación con una PC.

Software PowerCommand para Windows:

- Disponibilidad para incorporar componentes adicionales que permitan controlar y monitorear el Grupo Electrónico por una Red de comunicación PowerCommand.

CAPITULO V

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES

5.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

Una buena meta de diseño para aplicaciones de emergencia es mantener la temperatura del cuarto a no más de 125°F (50°C). Sin embargo, limitar la temperatura del cuarto del generador a 100°F (40°C) permitirá que el generador sea suministrado con un radiador montado en el patín de tamaño más pequeño y menos costoso.

- El incremento en la temperatura del cuarto es la diferencia entre la temperatura medida en el alternador y la medida en el exterior.
- La temperatura del cuerpo del radiador no impacta el diseño del sistema porque el calor del radiador se mueve directamente fuera del cuarto.
- Puesto que el rechazo de calor al cuarto está fundamentalmente relacionado con el tamaño en kW del generador, y ese rango está controlado por la demanda local del edificio, la mayor decisión a hacer por el diseñador en cuanto a la ventilación es el incremento de temperatura en el cuarto.
- En éste cálculo los factores mayores son obviamente el calor irradiado al cuarto por el generador (y otros equipos) y el incremento de temperatura máximo permisible.

El diseño consiste en determinar el flujo de aire necesario para mantener una temperatura adecuada en el cuarto donde opera el generador. Para ello usaremos la siguiente fórmula:

$$m = \frac{Q}{C_p * \Delta T * d}$$

Donde:

m = Flujo másico de aire que entra al cuarto en ft^3/min (m^3/min)

Q = Rechazo de calor al cuarto de el generador o de otras fuentes de calor
BTU/min (MJ/min)

C_p = Calor específico a presión constante: $0.241 \text{ BTU/lb-}^\circ\text{F}$ ($1.01 \times 10^{-3} \text{ MJ/kg-}^\circ\text{C}$)

ΔT = Incremento de temperatura en el cuarto del generador sobre la temperatura ambiente exterior; $^\circ\text{F}$ ($^\circ\text{C}$)

d = Densidad del aire; 0.0754 lb/ft^3 (1.21 kg/m^3)

Reemplazando valores el flujo de aire en el cuarto del grupo electrógeno (m_{GE}) se obtendrá con las siguientes ecuaciones:

$$m_{GE} = \frac{Q}{0.241 * 0.0754 * \Delta T} = \frac{55 * Q}{\Delta T} \left(\frac{\text{ft}^3}{\text{min}} \right)$$

$$m_{GE} = \frac{Q}{(1.01 * 10^{-3}) * 1.21 * \Delta T} = \frac{818Q}{\Delta T} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right) \quad (*)$$

El flujo másico total (m_T) de aire en el cuarto es el valor calculado por estas ecuaciones, más el aire de admisión ($m_{Admision}$) requerido para la combustión del motor y el aire del alternador ($m_{Alternador}$) requerido para la ventilación de sus bobinas eléctricas.

$$m_T = m_{GE} + m_{Admision} + m_{Alternador} (**)$$

En el Anexo 01 tenemos que para la combustión $m_{Admision} = 160 \text{ m}^3/\text{min}$ y el

$$m_{Alternador} = 289 \text{ m}^3/\text{min}$$

Air			
Combustion Air, m ³ /min (scfm)	173 (6150)	160 (5690)	148 (5275)
Maximum Air Cleaner Restriction, kPa (in. H ₂ O)		6.2 (25)	
Alternator Cooling Air, m ³ /min (cfm)		289 (10200)	

a) Cálculo de m_{GE}

Para calcular el flujo másico requerido por el grupo electrógeno requerimos hallar el calor total (Q) disipado por las principales fuentes (motor, generador, silenciador y tuberías)

La hoja de Especificaciones Técnicas (ver anexo) indica que el calor total rechazado por el conjunto grupo electrógeno en aplicación Prime es de 15.7 MJ/min (14872 BTU/min)

Heat Rejected, Fuel Circuit, MJ/min (BTU/min)		2.1 (2000)	
Total Heat Radiated to Room, MJ/min (BTU/min)	17.5 (16634)	15.7 (14872)	13.9 (13150)
Maximum Friction Head, Jacket Water Circuit, kPa (psi)		69 (10)	

De acuerdo a la Tabla 5.1 tenemos que la pérdida de calor para una tubería de Ø12'' es 1,014 kJ/min-m y para un silenciador de Ø12'' es 10,638 kJ/min.

Entonces el calor total será:

$$Q = 15.7 \frac{MJ}{\min} + 1.014 \frac{MJ}{\min-m} * 5m + 10.638 \frac{MJ}{\min}$$

$$Q = 27.352 \frac{MJ}{\min}$$

Por consideraciones de diseño tenemos:

$$\Delta T = T_{Cuarto} - T_{ambiente} = 104(40) - 86(30) = 18^{\circ} F (10^{\circ} C)$$

Reemplazando valores en (*)

$$m_{GE} = \frac{818 * 27.352}{10} \left(\frac{m^3}{\min} \right)$$

$$m_{GE} = 2237.394 \left(\frac{m^3}{\min} \right)$$

Tabla 5.1 Perdidas de Calor de Tubos de Escape y Silenciadores no Aislados

DIAMETRO DE TUBO pulg. (mm)	CALOR DE TUBO BTU/MIN-pie (kJ/Min-Metro)	CALOR DEL SILENCIADOR BTU/MIN (kJ/Min)
1.5 (38)	47 (162)	297 (313)
2 (51)	57 (197)	490 (525)
2.5 (64)	70 (242)	785 (828)
3 (76)	84 (291)	1,100 (1,160)
3.5 (98)	96 (332)	1,408 (1,485)
4 (102)	108 (374)	1,767 (1,864)
5 (127)	132 (457)	2,500 (2,638)
6 (152)	156 (540)	3,550 (3,745)
8 (203)	200 (692)	5,467 (5,768)
10 (254)	249 (862)	8,500 (8,968)
12 (305)	293 (1,014)	10,083 (10,638)

Y finalmente reemplazando valores en (**)

$$m_T = 2237.394 + 160 + 289 \frac{m^3}{\text{min}}$$

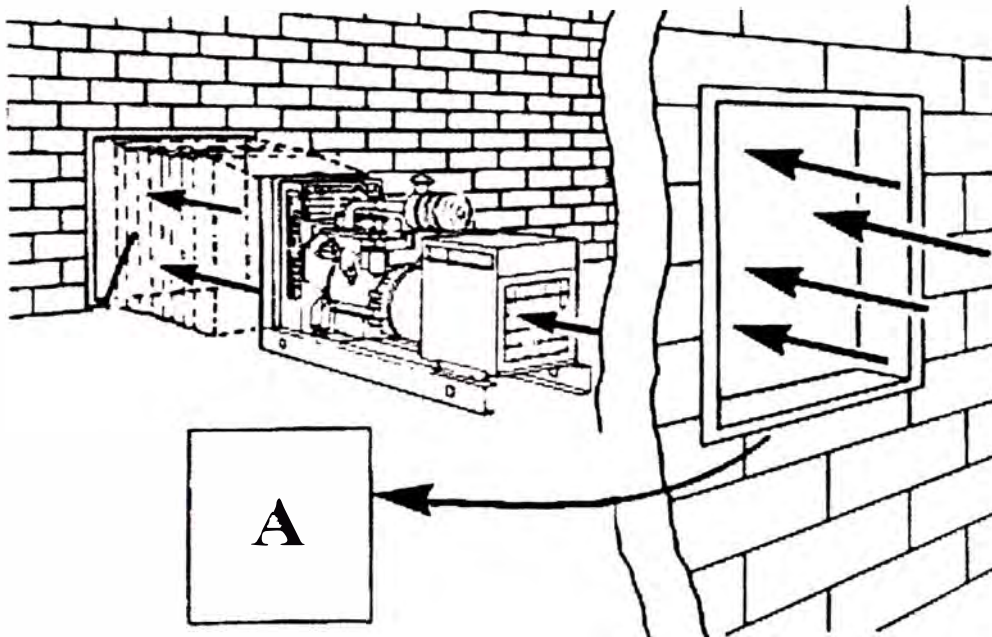
$$m_T = 2689.394 \frac{m^3}{\text{min}}$$

b) Cálculo del Área para ventilación.

Una buena meta de diseño es limitar la velocidad del aire de 500 a 700 f/min (150-220 m/min)

$$A = \frac{m_T}{\text{Velocidad}}$$

$$A_{\min} = \frac{2689.394}{220} = 12 \text{ m}^2$$



5.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Las instalaciones están dedicadas a cumplir con la función de almacenar y distribuir petróleo a cada uno de los grupos electrógenos ubicados en el edificio. La arquitectura del Edificio Central de Comunicación Móvil contempla la instalación del tanque principal de combustible en el segundo sótano y el tanque diario en el tercer sótano.

Tanque diario

Por lo expuesto en el capítulo III instalaciones con estas características (tanque principal arriba del generador) requiere un tanque diario de combustible para cumplir con los siguientes requerimientos:

- El tanque de suministro o tanque diario deben instalarse de manera tal que el nivel más alto de combustible no exceda la altura máxima arriba de los inyectores especificada para el motor.

- Cuando se ponen en paralelo generadores, se deben satisfacer requerimientos de arranque de emergencia de corto tiempo, es un requerimiento que se ubique un tanque de combustible de forma que el nivel más bajo de combustible posible no sea menor de 6 pulg. (150 mm) sobre la entrada de la bomba de combustible. Esto evitará que se acumule el aire en la línea de combustible mientras el generador no funciona eliminando el periodo de purga de aire durante el arranque del generador.

a) Cálculo del Volumen

Para calcular el volumen del tanque diario consideraremos la máxima potencia a lo cual el generador podría operar para cubrir la máxima demanda en horas puntas.

- Las horas punta están establecidos de las 18.00hrs a 21:00hrs (por precaución consideraremos 6hrs en total).
- Los generadores Cummins consumen aproximadamente 0.07Galones/KWH entonces el consumo de combustible será de $0.07 \times 2000 = 140.00$ GPH y el volumen requerido seria $V = 140 \times 6 = 840$ Galones.
- Consideran un 15% para cubrir el volumen muerto (superior e inferior) y el volumen de expansión tendremos:

-

$$V = 988.235 \text{ Galones}$$

Seleccionamos el volumen normalizado de:

$$\boxed{V = 1100 \text{ Galones}}$$

Si 1 Galón=3.785L y $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$ entonces:

$$V = 1100 * 3.785 * 10^{-3} = 4.164 m^3$$

Por consideraciones generales, se recomienda tener un tanque cilíndrico horizontal de longitud igual a dos veces el diámetro de la base, a fin de obtener una menor superficie de tanque y así un menor costo de material a emplear.

Entonces

$$V = \frac{\pi * D^2}{4} * \text{Largo}, \text{ para Largo} = 2D \Rightarrow V = \frac{\pi * D^3}{2}$$

$$\Rightarrow D = \sqrt[3]{\left(\frac{2 * V}{\pi}\right)} = \sqrt[3]{\left(\frac{2 * 4.164}{\pi}\right)}$$

$$D = 1.384 m$$

Consideramos las siguientes dimensiones:

$$D = 1.4 m$$

$$L = 2D = 2.8 m$$

El espesor de la plancha del tanque de combustible, se obtendrá de la siguiente fórmula:

$$t = \frac{Pr * D}{2(S_E + Pr * i)} + A \dots (*)$$

Donde:

- t = Espesor en pulgadas del cilindro.
 Pr = Presión en PSI.
 D = Diámetro en pulgadas (D= 55.12 pulg)
 S_E = Esfuerzo máximo permisible del acero
 (consideramos = 21psi, para A-36).
 i = Coeficiente de temperatura (para aceros =0.4).
 A = Margen de corrosión = 0.2 pulg.

Peso específico del acero = $7850 \text{ Kg}/m^3$, $\gamma_{\text{petroleo}} = 7.5\text{lb/gal}$ ($1.9815 \text{ lb}/d m^3$)

$$Pr = \gamma_{\text{petroleo}} * \text{Altura}$$

$$Pr = 1.9815\text{lb}/d m^3 * 14.0\text{dm} = 27.741 \text{ lb}/d m^2$$

$$Pr = 27.741 \text{ lb}/d m^2 * 0.254^2 * dm^2 / \text{pulg}^2$$

Y finalmente tenemos:

$$\boxed{Pr = 1.79\text{lb}/\text{pulg}^2}$$

Reemplazando valores en la formula (*)

$$\boxed{t = 0.247\text{pulg}}$$

Normalizando se escogerá una plancha de:

$$\boxed{t = 1/4" \text{ ó } 6\text{mm}}$$

b) Especificaciones Técnicas

Se proveerá de un tanque diario para ser ubicado cerca de los Grupos electrógenos, en cantidad y capacidad indicada en la siguiente Tabla 5.2

Tabla 5.2 Ficha Técnica del Tanque Diario de 1100 Galones

DESCRIPCION	CARACTERISTICAS DEL TANQUE
Capacidad	1 100 galones
Dimensiones	2.8m x 1.4m de diámetro
Tipo	Cilindro Horizontal
Material	Plancha de acero ASTM A 36
Espesor de Tapa	6 mm
Espesor de Cuerpo	6 mm
Temperatura de diseño	35°C
Temperatura de operación	33°C
Presión interior de diseño	15 PSI
Presión exterior de diseño	15 PSI
Presión de Trabajo	5 PSI
<u>Instrumentos</u>	
	Medidor de Nivel Ultrasonido
<u>Conexiones</u>	
	Tub. ventilación 2"
	Reserva
	Manhole 24"
	Hanhole 8"
	Llenado de diesel 2"
	Salida de diesel 1"
	Retorno de diesel 1"
	Drenaje 1"
Acabados	Epoxico

Tanque Principal de Almacenamiento

Por razones de seguridad el tanque principal estará instalado soterrado dentro de una caja de concreto (muros cortafuegos mínimo 2 horas), su ubicación estratégica responde a las necesidades propias de la empresa, el llenado será mediante un sistema de bombeo el cual estará ubicado en una sala junto a la zona de los tanques,

el punto de llenado (succión de la bomba), estará en un área con acceso de camiones, la cual permitirá maniobrar el camión con facilidad y seguridad, para la operación de descarga.

El Edificio de Telecomunicaciones requiere una autonomía de suministro de combustible de 16 horas para el funcionamiento de los generadores.

A pesar de que en esta primera etapa solo se contará con un generador eléctrico, el diseño del sistema de combustible se realizará considerando el segundo generador que está proyectado a futuro.

a) Calculo del Volumen

Cada generador trabajara como máximo a 1825kW en aplicación en Prime y tiene un consumo de combustible de 122GPH (ver anexo 01). Entonces requerimos un volumen:

$$V = n * H_f * GPH$$

Donde:

n : Numero de Generadores (n=2)

Hf: Horas de funcionamiento (16Hrs)

GPH: Consumo de combustible (122GPH)

$$V = 2 * 16 * 122 = 3904 \text{ Galones}$$

El volumen normalizado para es:

$$V = 4000 \text{ Galones}$$

Si 1 Galón=3.785L y $1 m^3=1000 L$ entonces:

$$V = 4000 * 3.785 * 10^{-3} = 15.14 m^3$$

Las consideraciones generales a tener presente son los mismos indicados arriba

(L=2D)

Entonces:

$$V = \frac{\pi * D^2}{4} * \text{Largo}, \text{ para } \text{Largo} = 2D \Rightarrow V = \frac{\pi * D^3}{2}$$

Así obtendremos las siguientes dimensiones:

D=2.13m y Largo= 4.26m

El largo del espacio disponible es menor a 4.26m por lo que consideraremos las siguientes dimensiones:

$$D = 2.4m \text{ y Largo} = 3.4m$$

El espesor de la plancha del tanque de combustible, se obtendrá con la fórmula (*):

Donde:

t = Espesor en pulgadas del cilindro.

Pr = 21psi.

$$D = 94.5 \text{ pulg}$$

$$S_E = 21 \text{ psi, para A-36.}$$

$$i = \text{Coeficiente de temperatura (para aceros } = 0.4).$$

$$A = \text{Margen de corrosión } = 0.2 \text{ pulg.}$$

$$\text{Peso específico del acero } = 7850 \text{ Kg}/m^3, \quad \gamma_{\text{petroleo}} = 7.5 \text{ lb/gal } (1.9815 \text{ lb}/d m^3)$$

$$Pr = \gamma_{\text{petroleo}} * \text{Altura}$$

$$Pr = 1.9815 \text{ lb}/d m^3 * 24.0 \text{ dm} = 47.556 \text{ lb}/d m^2$$

$$Pr = 47.556 \text{ lb}/d m^2 * 0.254^2 * dm^2 / pulg^2$$

Y finalmente tenemos: $Pr = 3.068 \text{ lb}/pulg^2$

Reemplazando valores en la formula (*)

$$t = 0.25 \text{ pulg}$$

Normalizando se escogerá una plancha de:

$$t = 1/4" \text{ ó } 6 \text{ mm}$$

b) Especificaciones Técnicas

En resumen el tanque seleccionado tendrá las siguientes características técnicas.

Tabla 5.3 Características Técnicas del Tanque de Almacenamiento

DESCRIPCION	CARACTERISTICAS DEL TANQUE
Capacidad	4 000 galones
Dimensiones	3.4m x 2.4m de diámetro
Tipo	Cilindro Horizontal
Material	Plancha de acero ASTM A 36
Espesor de Tapa	6 mm
Espesor de Cuerpo	6 mm
Temperatura de diseño	35°C
Temperatura de operación	33°C
Presión interior de diseño	15 PSI
Presión exterior de diseño	15 PSI
Presión de Trabajo	5 PSI
<u>Instrumentos</u>	
	Medidor de Nivel Ultrasonido
<u>Conexiones</u>	
	Tub. ventilación 3"
	Reserva
	Manhole 24"
	Llenado de diesel 2 4"
	Descarga de diesel 2 1½"
	Drenaje 1"
Acabados	Epóxico

Tuberías Diesel

Para el diseño de las tuberías de combustible diesel tendremos presente las consideraciones generales indicados en el capítulo III.

Uno de las principales características a determinar son los diámetros de las tuberías y de las mangueras y para ello nos basaremos en el flujo máximo que tiene el motor QSK60-G6 más que en el consumo de combustible.

- En el Anexo 01 podemos observar que el flujo máximo de combustible es de:
Maximum Fuel Flow, L/hr (US gph) 1893 (500)
- Y en Plano 03 observamos que el tanque de día está ubicado aproximadamente a 14.5 metros de los generadores por lo usaremos la Tabla 3.2 (Longitud de Línea 3m-15m) mostrado en el capítulo III.
- 500GPH se encuentra en el rango de 411-610GPH entonces de acuerdo a la tabla las tuberías deben tener como mínimo los siguientes diámetros:

Tubería de Suministro : 1 ½” de diámetro

Tubería de Retorno : 1 ¼” de diámetro.

Max Fuel Flow rate GPH (L/hr)	Supply		Return	
	Flex Hose	I.D. in (mm)	Flex Hose	I.D in (mm)
Less than 80 (303)	No. 10	0.625 (15.9)	No. 8	0.500 (12.7)
81-100 (304-378)	No. 10	0.625 (15.9)	No. 10	0.625 (15.9)
101-160 (379-604)	No. 12	0.750 (19.1)	No. 10	0.625 (15.9)
161-230 (605-869)	No. 12	0.750 (19.1)	No. 12	0.750 (19.1)
231-310 (870-1170)	No. 16	1.00 (25.4)	No. 12	0.750 (19.1)
311-410 (1171- 1550)	No. 20	1.25 (31.8)	No. 16	1.00 (25.4)
411-610 (1550-2309)	No. 24	1.50 (38.1)	No. 20	1.25 (31.8)
611-920 (2309-3480)	No. 24	1.50 (38.1)	No. 24	1.50 (38.1)

Para estandarizar seleccionaremos tuberías de 1 ½” de diámetro tanto para el suministro como para el retorno de combustible.

5.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ESCAPE

En el sistema de escape el parámetro a considerar y calcular es la RETRO-PRESION que genera el flujo de los gases de escape durante su recorrido antes de salir al exterior.

El Sistema de Escape del generador eléctrico 2000DQKC está conformado por los accesorios detallados líneas abajo (tubería flexible, silenciador, pantalón, codos y tuberías) que finalmente direccionaran los gases de escape hacia el exterior con el mínimo nivel de ruido posible.

- Una tubería flexible de Ø12'' y 24'' de longitud en cada banco del motor QSK60-G6.
- Un silenciadores de grado critico de Ø12'' en cada banco.
- Un pantalón de Ø12'' - Ø16'' fabricada de plancha de acero SAE1020 de 2mm de espesor.
- 16 metros de tubo de escape de Ø16'' fabricada de plancha rolada de acero SAE1020 de 2mm de espesor.
- Toda la tubería será pintada con pintura color aluminio resistente a la alta temperatura.
- Estarán forrados los 02 silenciadores y los 16 metros de tubo de escape de Ø16''.
- La tubería de escape estará instalada dentro del ducto de evacuación de aire caliente.

Cálculo de la Retro-Presión

Como se indico anteriormente el diseño consiste en determinar la retropresión del escape producida por cada elemento (tubo flexible, silenciador, codos y tubos), y comparar la suma de las retro-presiones con la máxima retro-presión permisible indicado en la hoja de especificaciones (ver anexo 01)

1. Retro-Presión del SILENCIADOR

Para determinar la retro-presión causada por el silenciador usaremos las curvas del fabricante (Figura 5.1) para lo cual calcularemos la velocidad de los gases del escape.

$$Velocidad\ del\ Gas = \frac{Flujo\ de\ Escape\ (cfm)}{Area\ (ft^2)} \quad (fpm)$$

- En las especificaciones técnicas del fabricante para el motor (anexo 01) tenemos que el *Flujo de Escape* es:

$$Flujo\ de\ Escape = 398(14070) \quad m^3 / \min(cfm)$$

Para calcular la velocidad se usara la mitad del flujo indicado por tratarse de un motor en V.

- El silenciador tiene un diámetro de 12" entonces el área de la sección transversal

será:

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 = 0.7854 \quad ft^2$$

- Calcule la velocidad del gas de escape en pies por minuto (fpm) dividiendo el flujo (cfm) entre el área de la entrada del silenciador como sigue:

$$\text{Velocidad del Gas} = \frac{14070 / 2 (\text{cfm})}{0.7854 (\text{ft}^2)} = 8957.2 \text{ (fpm)}$$

- Finalmente en la Figura 5.1 para un silenciador crítico tenemos que la retropresión es aproximadamente:

$$\text{Silenciado } r = 9.20 \text{ in. } H_2O$$

2. Retro-Presión de los demás Accesorios

- Determinaremos las longitudes equivalentes de todas las conexiones y de las secciones de tubo flexible usando la Tabla 5.4

24" de Tubería Flexible (Ø12")	:	4 ft
12" de Codo Amplio (Ø12")	:	20 ft
16m de Tubería de Escape (Ø16")	:	52.5 ft

- Con la **Figura 5.2** determinamos la retro-presión por cada diámetro nominal usado en el sistema en *in. H₂O/ ft*

Ø12" (7035 cfm)	:	0.0295 <i>in. H₂O/ ft</i>
Ø16" (14070 cfm)	:	0.026 <i>in. H₂O/ ft</i>

- Entonces en cada lado del motor (banco izquierdo y derecho) tendremos:

$$24" \text{ de Tubería Flexible } (\text{Ø}12'') : 4 \text{ ft} * 0.0295 \text{ in. } H_2O / \text{ft} = 0.118 \text{ in. } H_2O$$

$$12" \text{ de Codo Amplio } (\text{Ø}12'') : 20 \text{ ft} * 2 * 0.0295 \text{ in. } H_2O / \text{ft} = 1.18 \text{ in. } H_2O$$

$$\text{Silenciador Critico } (\text{Ø}12'') : \quad \quad \quad = \underline{9.20} \text{ in. } H_2O$$

$$10.498 \text{ in. } H_2O$$

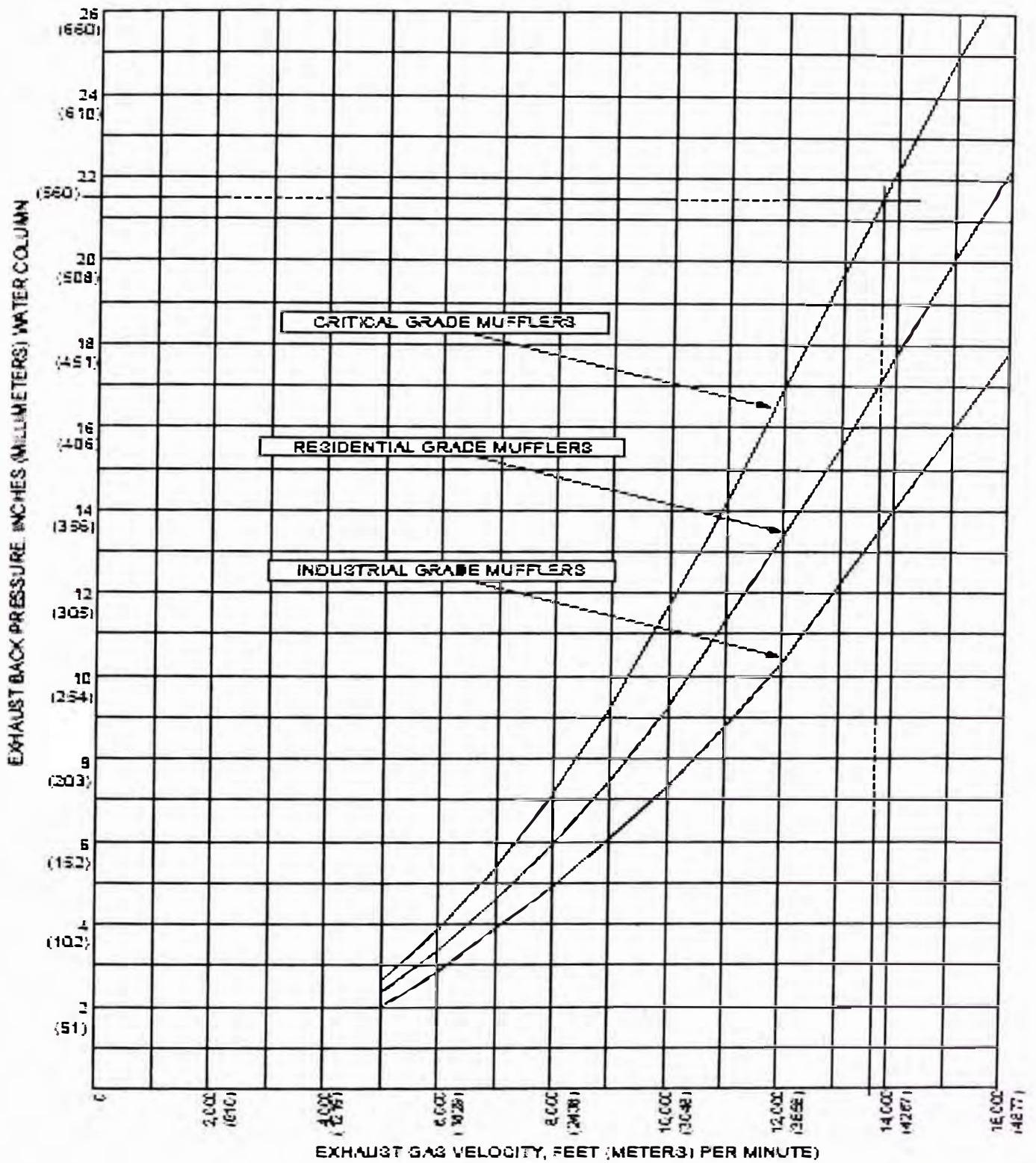


Figura 5.1 Retropresión de Gases de Escape vs Velocidad de Gases

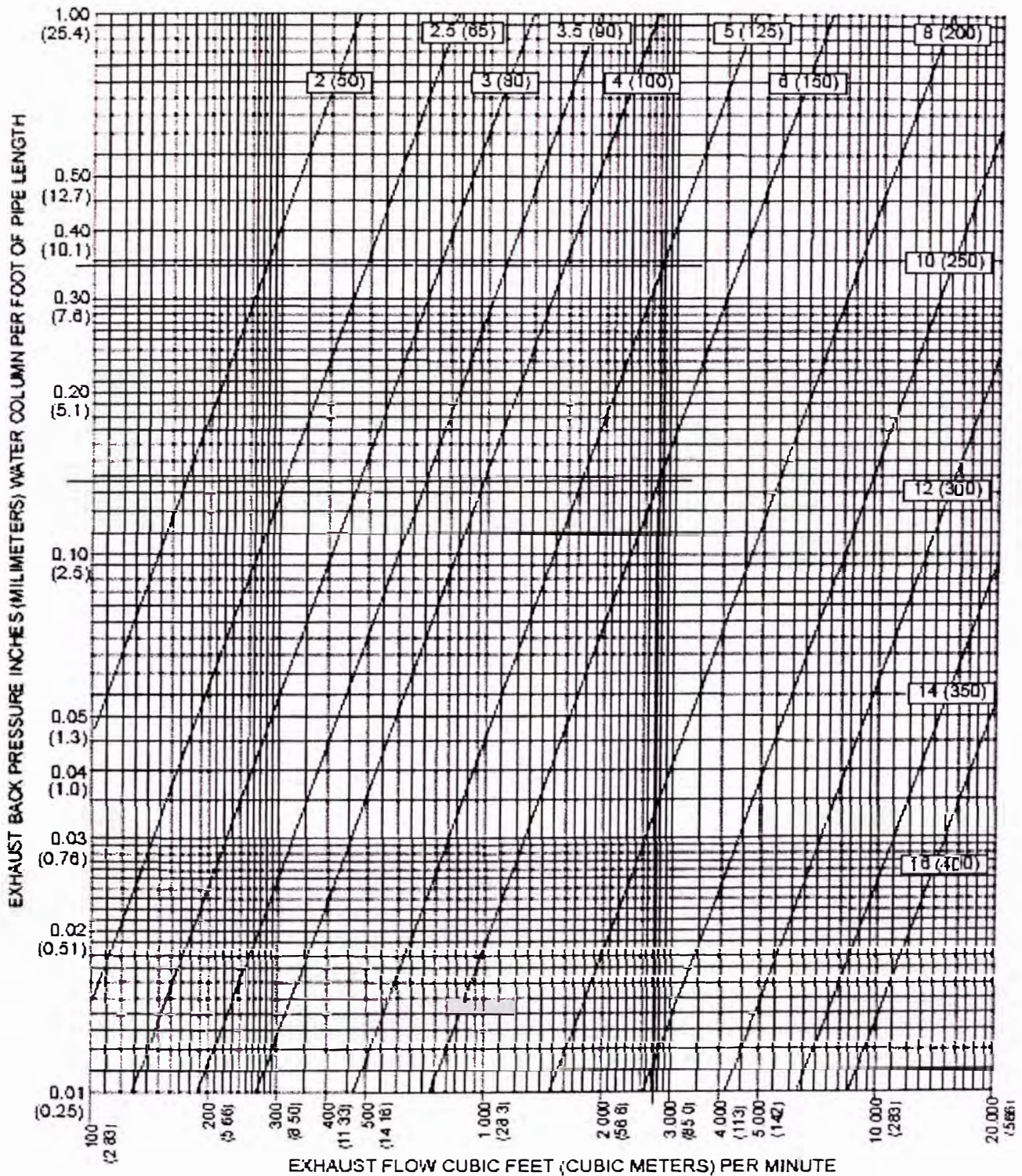


Figura 5.2 Retropresion de Escape en Diámetros Nominales de Tuberías en pulgadas (mm)

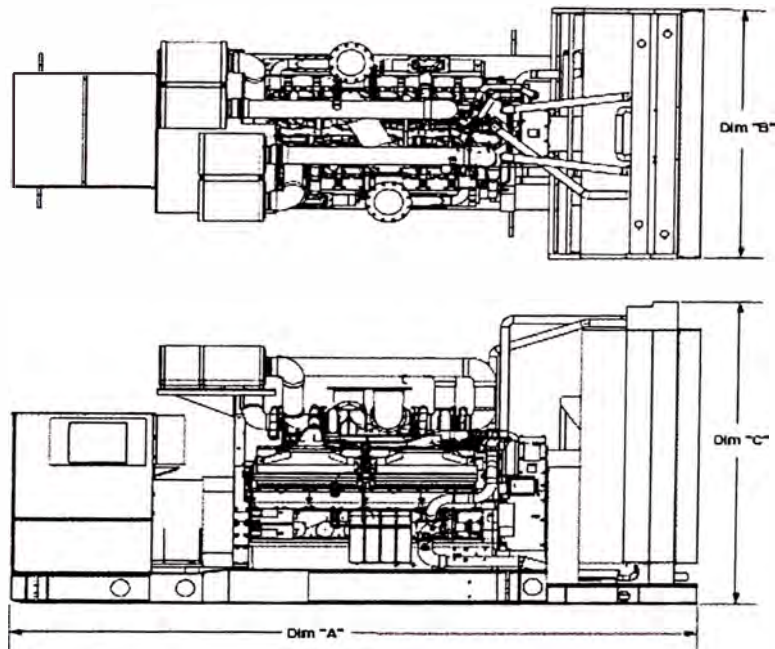
5.4 DISEÑO DEL CIMIENTO Y MONTAJE

El cimiento o base además de soportar el peso del grupo Generador debe prevenir que niveles de vibración molestos o dañinos lleguen hasta la estructura del edificio.

Otra consideración que se debe tomar en cuenta es que todos los componentes que se conectan físicamente al generador deben ser flexibles para absorber el movimiento vibratorio sin daños (revisar capítulo III).

Calculo del Cimiento o Base de Concreto

- El peso y dimensiones del grupo Generador seleccionado (modelo DQKC) son necesarios para el cálculo de los cimientos y la base donde deba ir soportado el generador. Estos datos son obtenidos del anexo 01 y se muestran a continuación:



Model	Dim "A" mm (in.)	Dim "B" mm (in.)	Dim "C" mm (in.)	Dim "D" mm (in.)	Set Weight* dry kg (lbs)	Set Weight* wet kg (lbs)
DQKB	6175 (243)	2286 (90)	2537 (100)		14365 (31669)	14868 (32779)
DQKC	6175 (243)	2286 (90)	2537 (100)		14649 (32296)	15152 (33405)
DQKD	6175 (243)	2286 (90)	2537 (100)		14863 (32767)	15366 (33876)
DQKH	6175 (243)	2494 (98)	3116 (123)		15254 (33629)	15781 (34790)

- Para calcular la profundidad (h) del cemento que soportará el peso del generador y accesorios (W) se usará la siguiente fórmula:

$$h = \frac{W}{d * l * w} \quad (\text{metros})$$

Donde:

h = Profundidad del cemento en metros.

l = 6.175+2*0.15= 6.475m

$$w = 2.286 + 2 * 0.15 = 2.586 \text{ m}$$

$$d = 2322 \text{ kg/m}^3 \text{ (densidad del concreto)}$$

$$W = 15152 \text{ kg (peso húmedo considera aceite y refrigerante)}$$

Por consideraciones de diseño el cimientado (l y w) debe extenderse cuanto menos 6 pulg o 150mm más allá del patín en todos los lados.

Reemplazando valores:

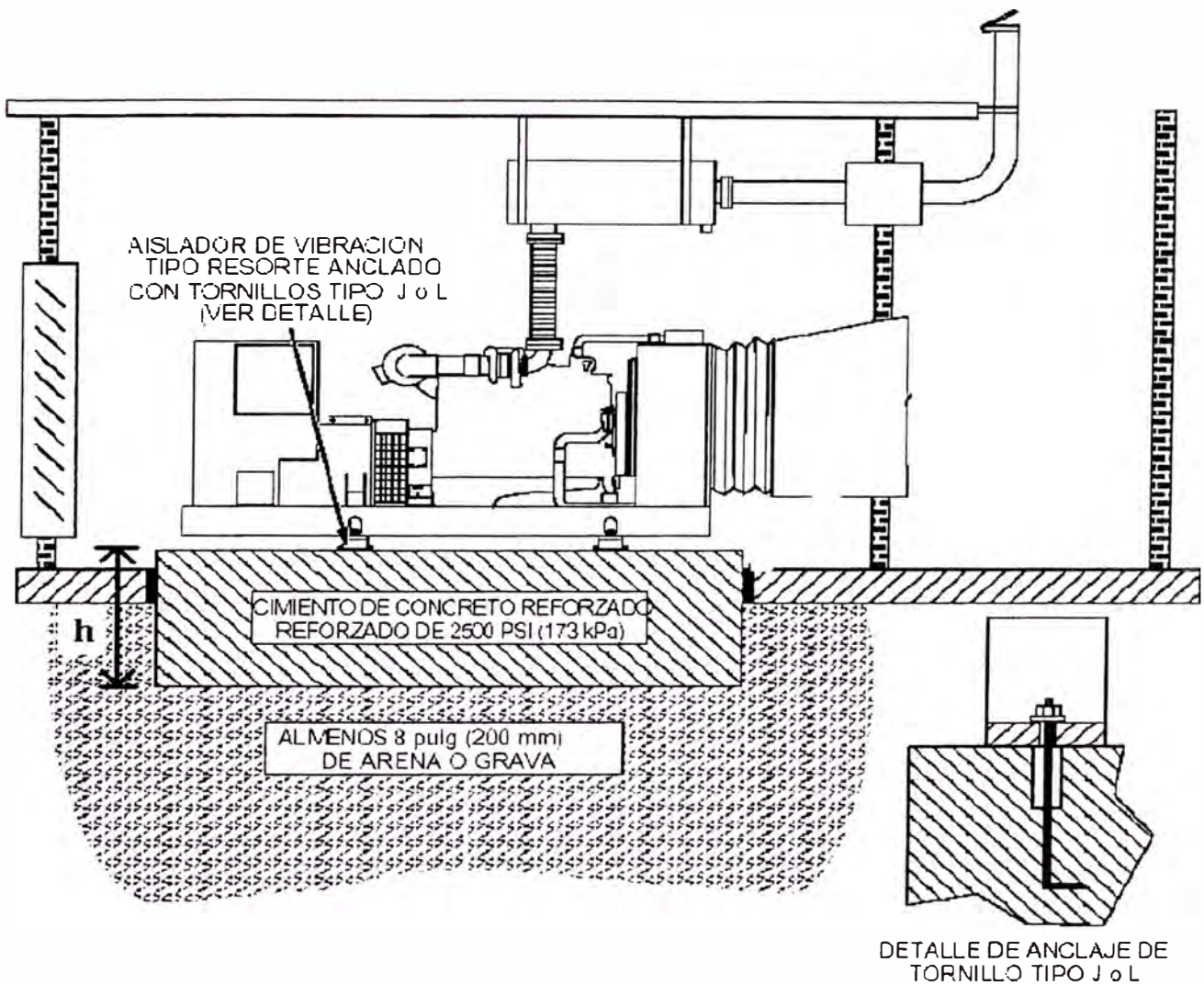
$$h = \frac{15152}{2322 * 6.475 * 2.586} = 0.4 \text{ (metros)}$$

Por consideraciones de diseño el cimientado debe extenderse cuando menos 6 pulg. (150 mm) sobre el piso para facilitar el servicio y mantenimiento del generador.

Entonces:

$$h = 0.55 \text{ m}$$

El cimientado debe extenderse por debajo la línea de congelamiento para prevenir tirones. El cimientado debe ser de concreto reforzado con una fuerza compresiva de 28 días de cuando menos 2500 psi (17,200 kPa).



Aisladores de Vibración

Debido a que la transmisión de vibración al edificio es altamente crítica se usan aisladores de resorte de acero.

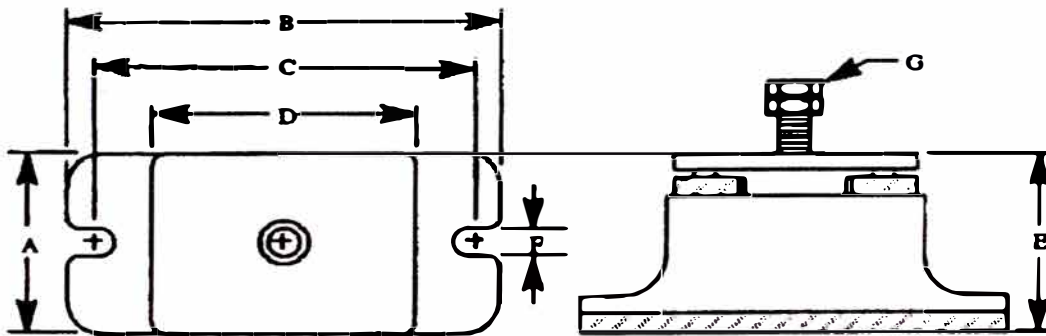
Los aisladores de resorte de acero pueden amortiguar hasta 98% de la energía vibratoria producida por el generador.

La ubicación de los aisladores está diseñado por el Cummins Power Generation (fabrica). Están ubicados simétricamente alrededor del motor considerando el centro de gravedad de la máquina.

En el catalogo adjunto “**Vibration Isolators**” (anexo 02) seleccionamos el aislador de vibración **NP 0402-0750-01** (10 unidades) serie “**LK**” que se requieren para el generador DQKC con radiador instalado.

Características Técnicas del Aislador de Vibración

Part number	Quantity included per part number	Max load per isolator (lbs)	Dimensions (in)							Spring constant lbs/in	Static deflection (in)
			A	B	C	D	E	F	G		
0402-0220	1	600	5	9-1/2	8	6-7/8	5-3/4	9/16	5/8	380	1.58
0402-0222	1	2200	5	9-1/2	8	6-7/8	4-3/8	9/16	5/8	4260	0.52
0402-0234	1	900	5	9-1/2	8	6-7/8	4-3/8	9/16	5/8	1600	0.56
0402-0427	1	2400	5	9-1/2	8	6-7/8	5-3/4	9/16	5/8	3300	0.73
0402-0431	1	4400	5	11-3/4	10-1/4	9-1/8	5	11/16	3/4	8520	0.52
0402-0750-01	1	4800	5-7/8	11-3/4	10-1/4	9	5-7/8	5/8	3/4	6600	0.73



5.5 DISEÑO DEL INSONORIZADO

Debido a la ubicación del Edificio Central de Comunicación móvil se ah previsto tener un nivel de ruido de 70 dB (A) a 1.5m del límite de su propiedad.

El grupo electrógeno 2000DQKC seleccionado produce ruidos que están por encima de 90 dB (A) y dependiendo de su ubicación pueden ser amplificados hasta los 140 dB (A) por lo que se requiere un adecuado diseño del Insonorizado (Revisar Capítulo III).

El diseño del Insonorizado contempla reducir los ruidos transmitidos por las siguientes fuentes del generador:

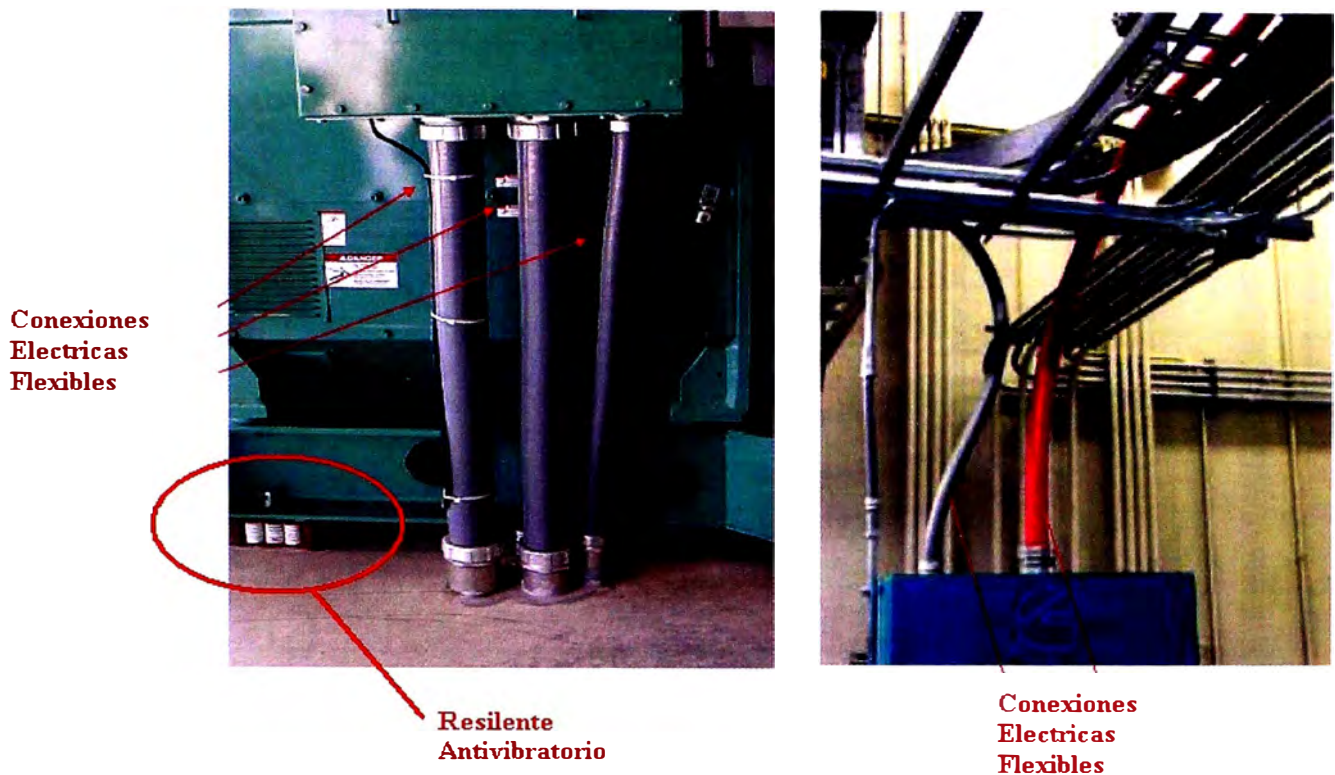
- a) Ruidos Transmitidos por la Estructura
- b) Ruidos Transmitidos por el Aire
- c) Ruidos Transmitidos por el Escape

Y el posterior diseño de una Sala de Insonorización.

a) Reducción de Ruido Transmitido por la Estructura

Para disminuir los niveles de ruidos transmitidos por la estructura el grupo electrógeno tiene que ser aislado completamente de la estructura y para ello se ah diseñado cuidadosamente el cimiento y montaje.

El generador está aislado de la estructura por resientes antivibratorios de resorte serie “LK” NP 0402-0750-01 (10 unidades), las conexiones de combustible tienen que contar con mangueras flexibles, las líneas eléctricas de fuerza y control tienen que contar con conexiones flexibles.



b) Reduciendo del Ruido Transmitido por el Aire

El ruido generado por el flujo de aire (**ingreso de aire fresco y salida de aire caliente**) será reducido instalando persianas debidamente recubiertos con material aislante, las dimensiones fueron especificados en el Diseño del Sistema de Ventilación”

La Salida del aire caliente es a través de un ducto flexible que aísla al radiador de la pared tal como se muestra en la siguiente figura 5.3

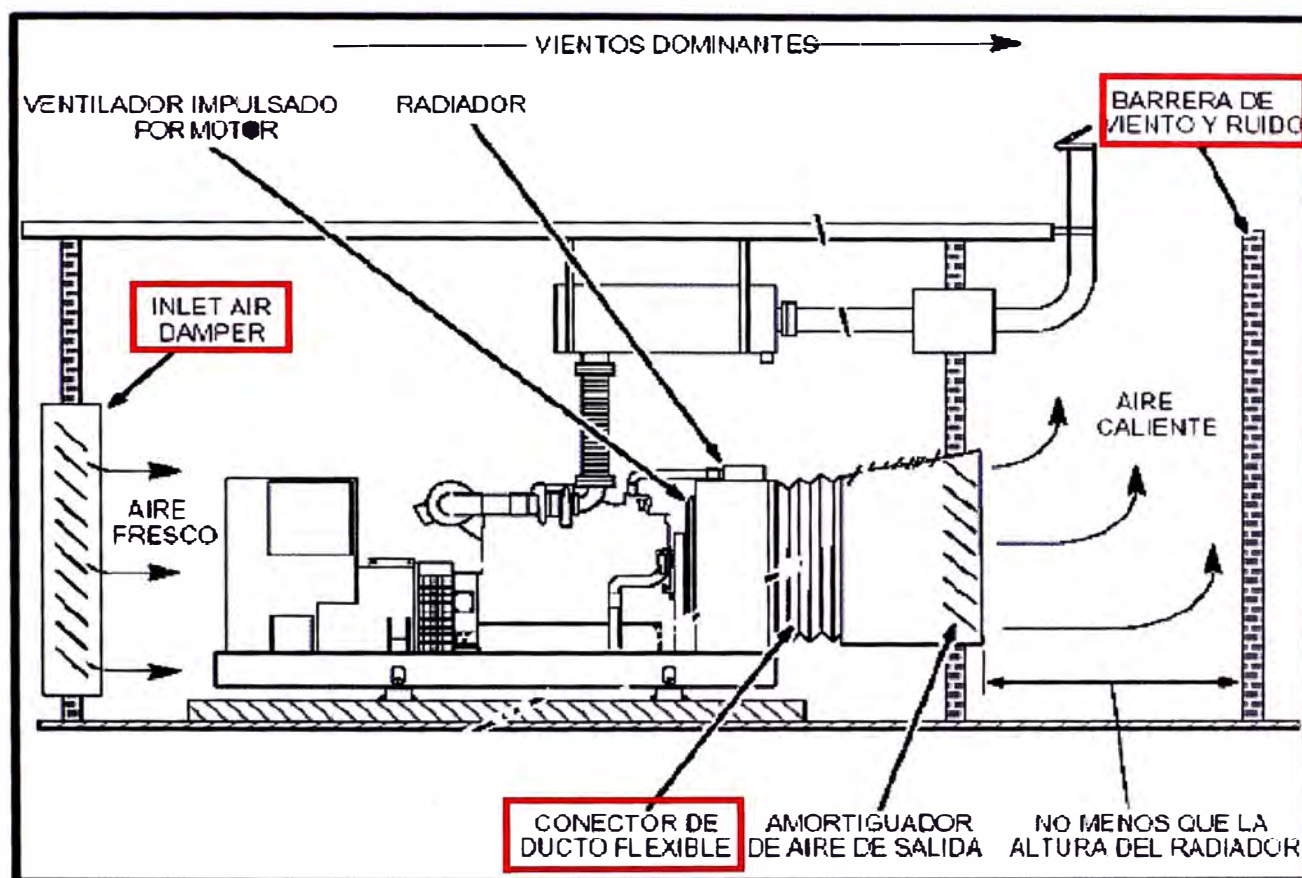


Figura 5.3 Salida de Aire Caliente

c) Reducción de Ruidos Transmitidos por el Escape

Para disminuir el nivel de ruido transmitidos por el sistema de escape se instalará cuidadosamente la tubería flexible, el silenciador y tubería de escape seleccionados en el subcapítulo “**Diseño del Sistema de Escape**”.

La tubería flexible de Ø12” aislara al grupo generado disminuyendo la transmisión del ruido por vibración.

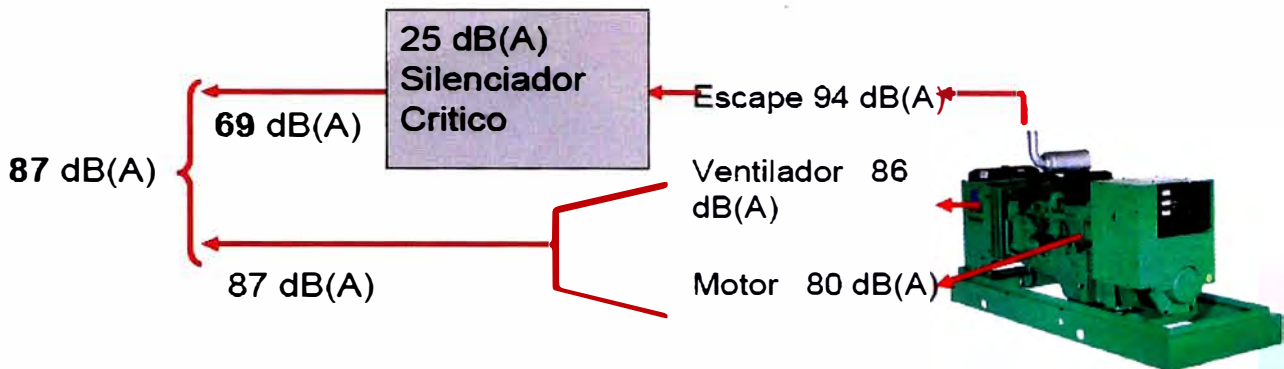
El silenciador a considerar será de tipo RESIDENCIAL de Ø12” que permitirá una atenuación de ruido entre 18 a 25 dB (A).

La tubería de escape de $\text{Ø}16''$ estará unido a los silenciadores por un pantalón de $\text{Ø}12''$ - $\text{Ø}16''$. Su longitud de 16m ayudará en la atenuación del ruido en la salida de los gases de escape.



Diseño de la Sala de Insonorización

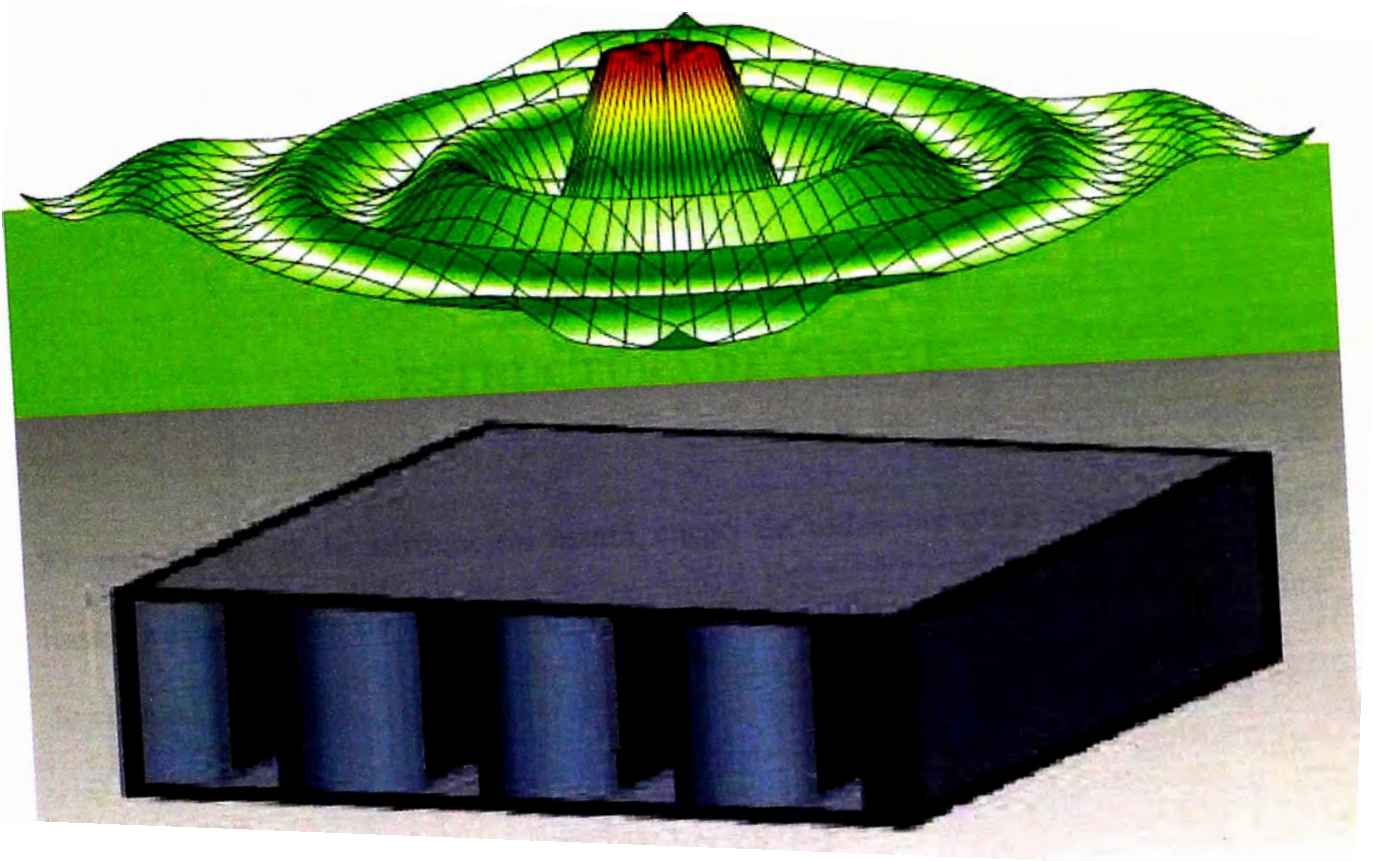
Los decibeles dB(A) obtenidos con la instalación de accesorios para reducir los niveles de ruidos transmitidos por la estructura, flujo de Aire y por el Escape no son suficientes para disminuir el ruido a valores solicitados por el cliente.



El diseño de la Sala de Insonorización estará a cargo de una empresa colaboradora de Komatsu-Mitsui Maquinarias Perú S.A y contemplará lo siguiente:

- 1 Silenciadores Splitter Extra Atenuación Descarga de aire
- 1 Silenciadores Escape Super Hospital Especial c/aislación térmica
- 1 Silenciador Louvre Admisión
- Ductos descarga de gases, flanges y codos desde el GE hasta el Silenciador de escape
- Revestimiento Acústico interior sala GE (120 m²)
- Tabique Acústico con puerta hoja simple y portón doble hoja
- Transición absorbente descarga aire a silenciador

Para mayor detalle ver anexo 03.



Silenciador Splitter de Ingreso y Descarga de Aire

CAPITULO VI

ESTRUCTURA DE COSTOS

El propietario de la edificación estará cargo de todas las obras civiles necesarias hasta la finalización de los trabajos por lo que no serán considerados en la estructura de costos.

GRUPO ELECTROGENO DE 1825kW EN PRIME

Marca	: Cummins Power Generation	
Modelo	: 2000DQKC	
Motor	: QSK60-G6	
Alternador	: Stamford, 2080 kW (2600 kVA)	
	: FACTOR DE POTENCIA	0.8
	: VOLTAJE	380 Voltios
	: No DE FASES	Trifásico
	: FRECUENCIA	60 Hz
	: AISLAMIENTO	Clase H
	: REGULACION DE VOLTAJE	+/- 0.5 %

Tablero de Control Digital: Power Command Control Paralleling 3201 (PCC3201)

Base : Base común tipo patin.

PRECIO US \$	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL US \$
394,500.00	01	Unidad	394,500.00

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 4000GLN

Suministro de acuerdo a las Especificaciones Técnicas determinados en el Diseño.

PRECIO US \$	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL US \$
21,345.00	01	Unidad	21,345.00

TANQUE DIARIO DE 1100GLN

Suministro de acuerdo a las Especificaciones Técnicas determinados en el Diseño.

PRECIO US \$	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL US \$
7,775.00	01	Unidad	7,775.00

INSTALACION DE GRUPO ELECTROGENO ACCESORIOS

1. Instalación de **01 Grupo Generador de 1825 KW Prime**, de acuerdo a lo siguiente:

1.1. Transporte, Manipuleo y Anclaje:

- Transporte del Grupo Generador desde sus almacenes hasta Edificio Central de Comunicación Movil.
- Manipuleo del Grupo Generador desde el camión hasta su base de cimentación en tercer sótano con el apoyo de una grúa telescópica

- Anclaje del Grupo Generador con pernos de expansión tipo Hilti o similar sobre resistentes antivibratorios tipo resorte.

1.2. Sistema de Combustible

- Instalación de 01 Tanque de combustible de 4000 GL en el primer sótano (ver cotización adicional por este suministro)
- Instalación de 01 Tanque de combustible de 1100 GL en el tercer sótano (ver cotización adicional por este suministro)
- Instalación de 01 Tina antiderrames de 1200 GL para el tanque diario (ver cotización adicional por este suministro)
- Suministro e instalación de un máximo de **20 metros** de tubo negro de Ø1'' para conectar la succión y el retorno de combustible del motor del Grupo Generador con el tanque diario de 1100 Galones.
- Suministro e instalación de 01 válvula esférica de Ø1''- de ¼ de vuelta a la salida del tanque diario en el lado de succión de combustible
- Suministro e instalación de un máximo de **25 metros** de tubo negro de Ø1 1/2'' para conectar el tanque de almacenamiento con el tanque diario
- Suministro e instalación de 01 electroválvula de Ø1 1/2'' para petróleo al ingreso del tanque diario para abrir y cerrar el paso del combustible que viene del tanque de almacenamiento e instalación de una válvula de 1 1/2'' a instalarse antes de la electroválvula y otra válvula de 1 1/2'' en paralelo con la electroválvula para el llenado manual del tanque diario.

La apertura y cierre de esta electroválvula será comandada a través de los controles de nivel del tanque diario.

- Suministro e instalación de un máximo de **15 metros** de tubo negro de Ø4'' para el llenado del tanque de almacenamiento de 4000 Galones
- Suministro e instalación de una toma rápida de Ø4'' con tapa, dentro de la caja de concreto instalada por el cliente en el piso del primer nivel. El llenado del tanque de almacenamiento será por gravedad desde el camión cisterna. Nótese que tanto para el llenado del tanque de almacenamiento y del tanque diario es por gravedad y no se requiere sistema de bombeo.
- Suministro e instalación de un máximo de **16 metros** de tubo negro (10 metros de Ø3'' y 6 metros de Ø4'') para la ventilación del tanque de almacenamiento de 4000 Galones
- Suministro e instalación de un máximo de **25 metros** de tubo negro Ø1 1/2'' para prolongar el tubo de ventilación del tanque diario para que termine junto con la tubería de ventilación del tanque de almacenamiento

Nota:

El cliente deberá abrir pases de Ø3 1/2'' en los techos del tercer, segundo y primer sótano para instalar la tubería de Ø 1 1/2 '' que conectaran en forma directa y corta que conectan el tanque de almacenamiento con el tanque diario y para el pase el tubo de ventilación del tanque diario.

1.3. Sistema de Escape

- Instalación de 02 silenciadores tipo residencial de Ø12'' y tubo flexible de Ø12'' (ver cotización adicional por este suministro).
- Suministro e instalación de un pantalón de Ø12'' - Ø16'' fabricada de plancha de acero SAE1020 de 2mm de espesor.
- Suministro de un máximo de **16 metros** de tubo de escape de Ø16'' fabricada de plancha rolada de acero SAE1020 de 2mm de espesor.
- Toda la tubería de será pintada con pintura color aluminio resistente a la alta temperatura.
- Forrado térmico de 02 silenciadores y 16 metros de tubo de escape de Ø16''

Nota:

- No se considera acabados exteriores a la tubería de escape en su tramo visible (soportes de tubos de 1 ½'')
- La tubería de escape estará instalada dentro del ducto de evacuación de aire caliente.

1.4. Sistema de evacuación de aire caliente

- De acuerdo a lo indicado el cliente aperturará en el techo del primer y segundo sótano una ventana de 6m x 2.5m similar a la ventana existente en el techo del tercer sótano. El cliente deberá cerrar con paredes de ladrillo o drywall alrededor de esta ventana tanto en el segundo y primer sótano y dejará una puerta de registro en el segundo sótano. En el primer

nivel construirá un parapeto de 2m de alto alrededor de esta ventana. El cliente deberá construir un techo decorativo a 1 metro de alto por sobre el final de esta pared, de forma tal que el aire caliente se evacuará por los cuatro lados de este ducto, y por la ventana que da hacia la calle también se evacuará los gases de escape.

- Suministro e instalación de 01 ducto metálico en forma de codo de 90° fabricado de plancha galvanizada de 1/20'' de espesor, en el tercer sótano que proyectará el área del radiador hacia el tragaluz de descarga de aire caliente. (este ducto metálico estará forrado interiormente con material absorbedor de ruido).
- Dentro del tercer sótano se proyectará la ventana de evacuación de aire caliente del techo (tragaluz) con paredes de fibrablock hasta el piso del tercer sótano, con sus respectivas estructuras metálicas de refuerzo
- Suministro e instalación de 02 marcos metálicos y una lona gruesa para conectar el radiador con el ducto metálico en forma de 90

PRECIO US \$	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL US \$
31,800.00	01	Unidad	31,800.00

ISONORIZADO DE LA SALA DEL GE 2000DQKC- 70dB(A)@1.5m

Que comprende lo siguiente:

- 1 Silenciadores Splitter Extra Atenuación Descarga de aire
- 1 Silenciadores Escape Super Hospital Especial c/aislación térmica
- 1 Silenciador Louvre Admisión

- Ductos descarga de gases, flanges y codos desde el GE hasta el Silenciador de escape
- Revestimiento Acústico interior sala GE (120 m2)
- Tabique Acústico con puerta hoja simple y portón doble hoja
- Transición absorbente descarga aire a silenciador

PRECIO US \$	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL US \$
128,700.00	01	Unidad	128,700.00

RESUMEN

ITEM	DESCRIPCION	COSTO US \$
1	GRUPO ELECTROGENO DE 1825kW EN PRIME	394,500.00
2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 4000GLN	21,345.00
3	TANQUE DIARIO DE 1100GLN	7,775.00
4	INSTALACION DE GRUPO ELECTROGENO ACCESORIOS	31,800.00
5	ISONORIZADO DE LA SALA DEL GE 2000DQKC- 70dB(A)@1.5m	128,700.00
	TOTAL US \$	584,120.00

CONCLUSIONES

1. Para el Sistema de Ventilación se determino un flujo másico total (m_T) de $2689.394 \frac{m^3}{min}$ por el cual se requiere un área de ventilación mínimo de $12 m^2$ que permitirán la eliminación del calor generado por el motor, alternador y otros equipos generadores de calor en el cuarto del grupo electrógeno, así como eliminar los gases peligrosos y proveer de aire para la combustión.
2. Debido a que el tanque principal de almacenamiento (4000 galones según diseño) estará ubicado un piso arriba del grupo electrógeno por razones de seguridad y espacio, la instalación del sistema de combustible requiere considerar también el diseño de un tanque diario (1100 galones según diseño) que finalmente garantizará un suministro de manera tal que el nivel más alto de combustible no exceda la altura máxima arriba de los inyectores del motor y que el nivel más bajo de combustible no sea menor de 6 pulg. (150 mm) sobre la entrada de la bomba de combustible.
3. Para la selección del diámetro apropiado de las tuberías de combustible se consideró el flujo máximo (500GPH) de combustible del motor indicado en sus especificaciones técnicas determinándose para el suministro un diámetro

de 1 ½” y para el retorno un diámetro de 1 ¼”, pero por razones prácticas se estandarizo ambos diámetros a 1 ½” que finalmente garantizaran un flujo adecuado de combustible del tanque diario hacia el grupo electrógeno.

4. En el Sistema de Escape se calculo que la retropresion total causado por cada elemento (tubo flexible, silenciador critico, codos y tubos) es de $22.361 \text{ in. } H_2O$. Indica que la instalación del Sistema de Escape es el adecuada en términos de retro-presión puesto tiene un valor menor a la retro-presión máxima permisible de $27 \text{ in. } H_2O$ indicado en las especificaciones técnicas del motor.
5. Para el cimiento se determino una profundidad de $h=0.55$ que soportará el peso del generador y accesorios y debido a que la transmisión de vibración al edificio es altamente crítica se usaran aisladores de resorte de acero **serie “LK”**, NP 0402-0750-01 (**10 unidades**) seleccionados del catalogo “Vibration Isolators” (anexo 02) de Cummins Power Generation.
6. A pesar que seleccionar e instalar cuidadosamente los accesorios para reducir los niveles de ruidos transmitidos por la estructura, flujo de Aire y por el Escape los decibeles dB(A) obtenidos no son suficientes para disminuir el ruido a valores solicitados por el cliente. Debido a esto se Insonorización la sala del G.E. cuyo diseño estará a cargo de una empresa colaboradora de Komatsu-Mitsui Maquinarias Perú S.A.

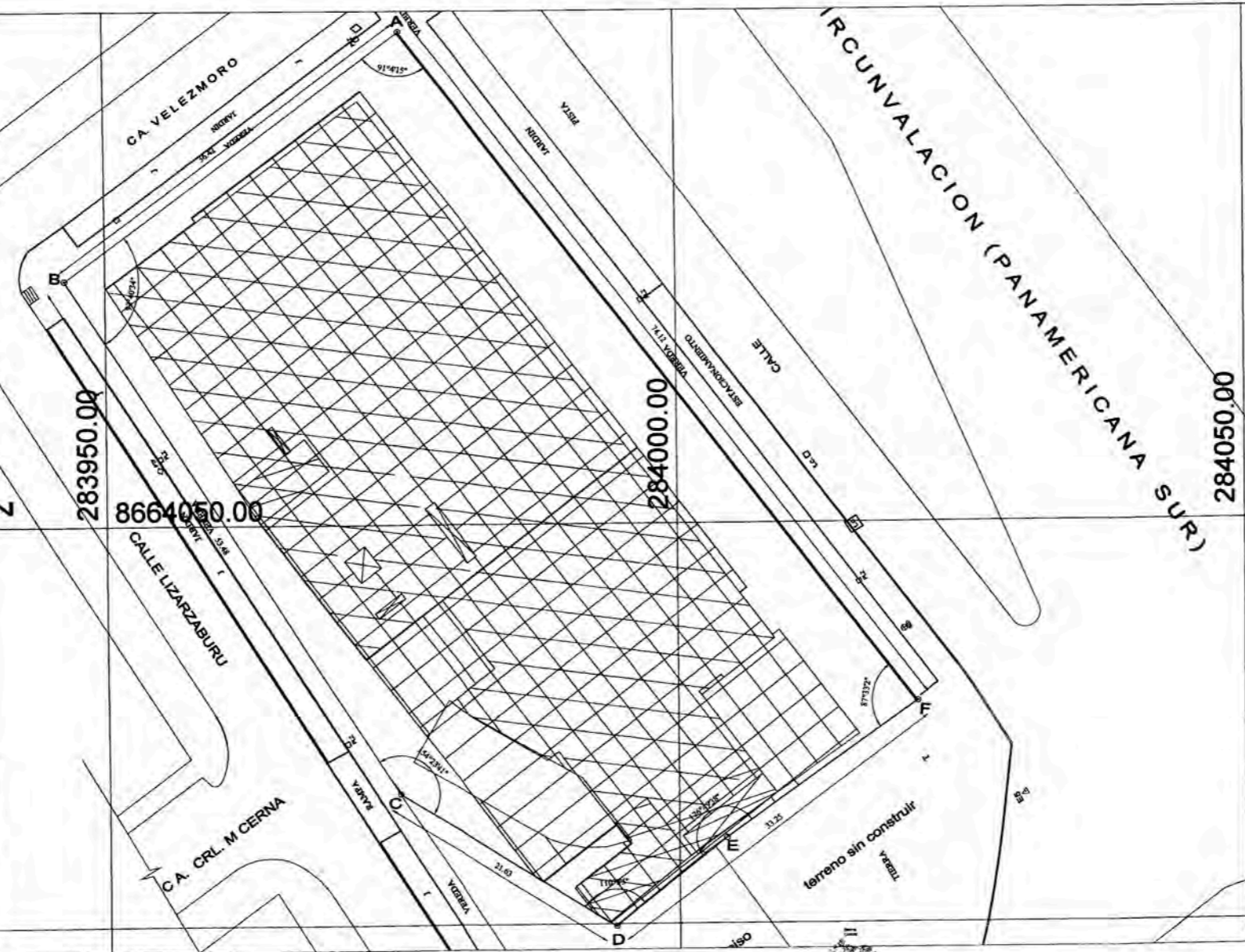
RECOMENDACIONES

1. La Instalaciones de Generadores Eléctricos Diesel es sumamente importante por lo que se recomienda realizar el diseño adecuado basándose en las recomendaciones del fabricante para cada modelo de G.E. y con las especificaciones técnicas del equipo.
2. Si bien es cierto un buen diseño y una adecuada instalación permiten tener un correcto funcionamiento del G.E., es importante contar con programas de operación y mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones del fabricante que finalmente garantizaran tener un suministro confiable de energía eléctrica.
3. Es recomendable evitar que el equipo opere con poca carga para evitar desgastes prematuros y posteriores daños mayores. Los generadores eléctricos diesel Cummins deben operar con más del 30% de su potencia nominal, en nuestro caso el G.E. 2000DQKC tiene una potencia de operación mínima de 600kW.

BIBLIOGRAFÍA

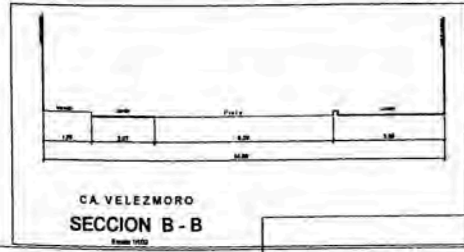
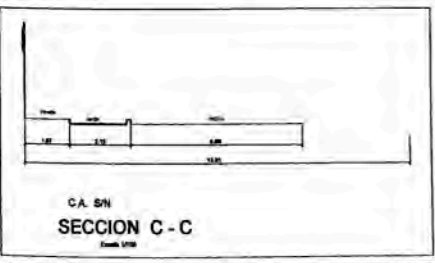
1. Manual de Aplicación para Generadores Enfriados por Líquido Cummins Power Generation.
2. Manual de Instalación de Grupos Electrógenos 2000DQKC. Komatsu-Mitsui Maquinarias Perú S.A-División de Generación Eléctrica.
3. Manual del Ingeniero Mecánico. Mark
4. Diseño de Elementos de Máquina. Ing. Juan Hori A.
5. Cimiento de Maquinas. Ing. Juan Quiroga Aviles-UNI
6. Catálogos de Equipos Cummins. Quickserve.cummins.com

PLANOS



PLANO DE UBICACION

ESC. 1:500



ESC. 1:5000
PLANO DE LOCALIZACION

ZONIFICACION : CZ
 AREA ESTRUCTURACION URBANA : III
ESQUEMA DE LOCALIZACION
 PROVINCIA : LIMA
 DISTRITO : SAN BORJA
 : MANZANA S-2, LOTE 02
 AV. Av. Circunvalación esquina
 Calle Victor Velezmoro y
 Calle Eduardo Lizarzaburu

CORTE DE VIA

ESC. 1:250



CUADRO NORMATIVO

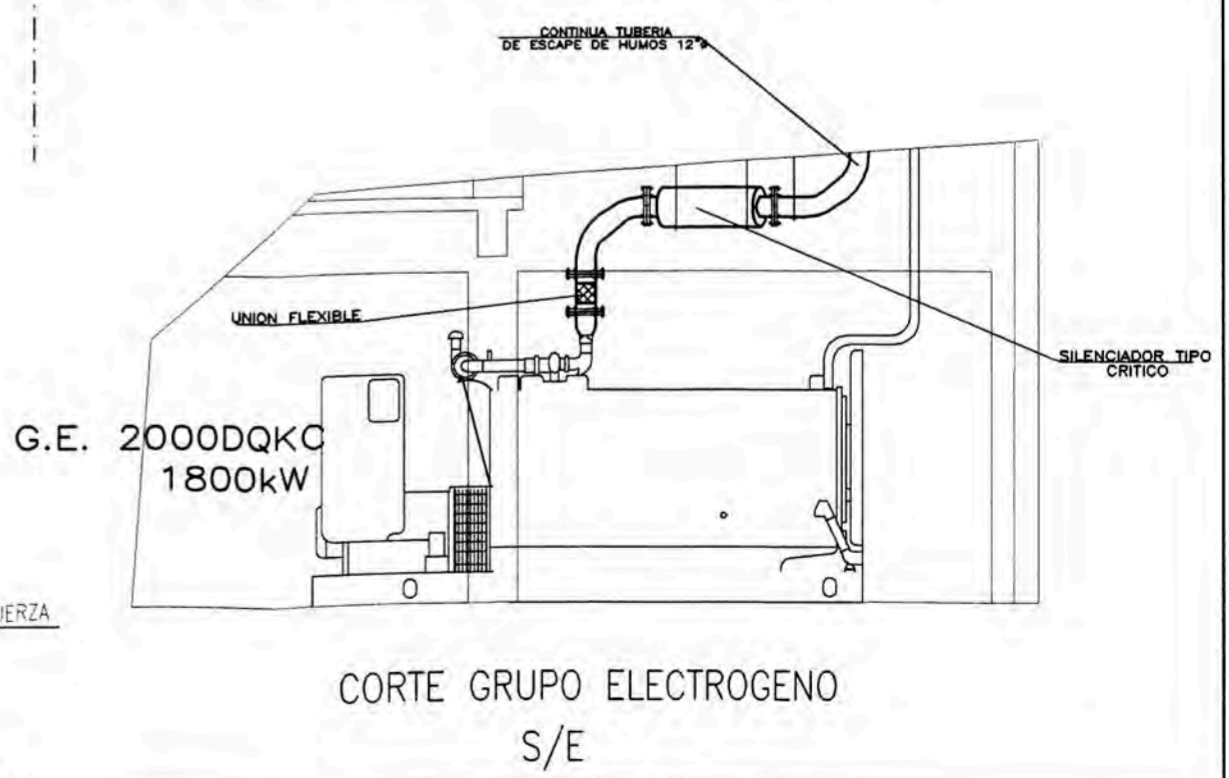
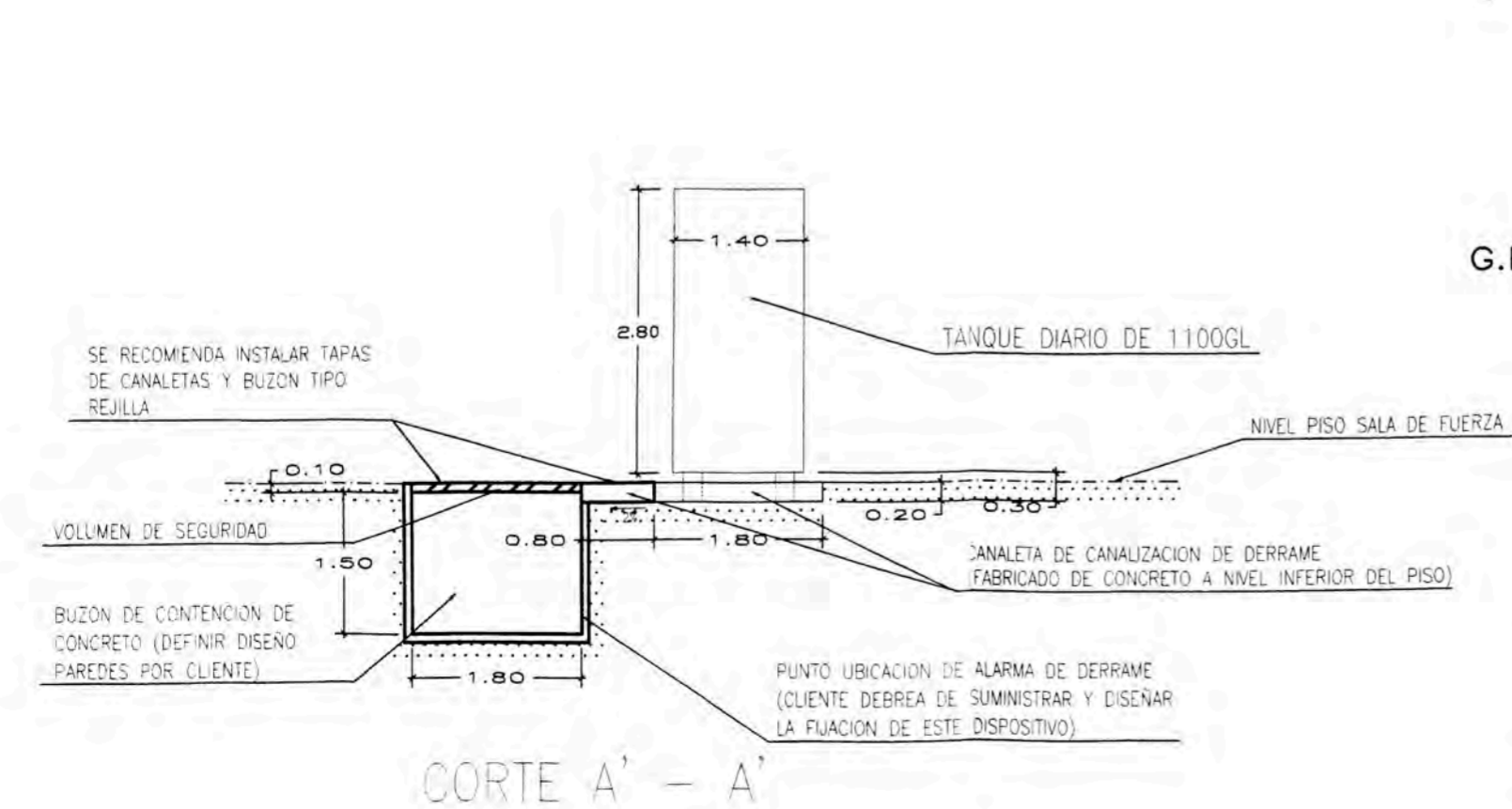
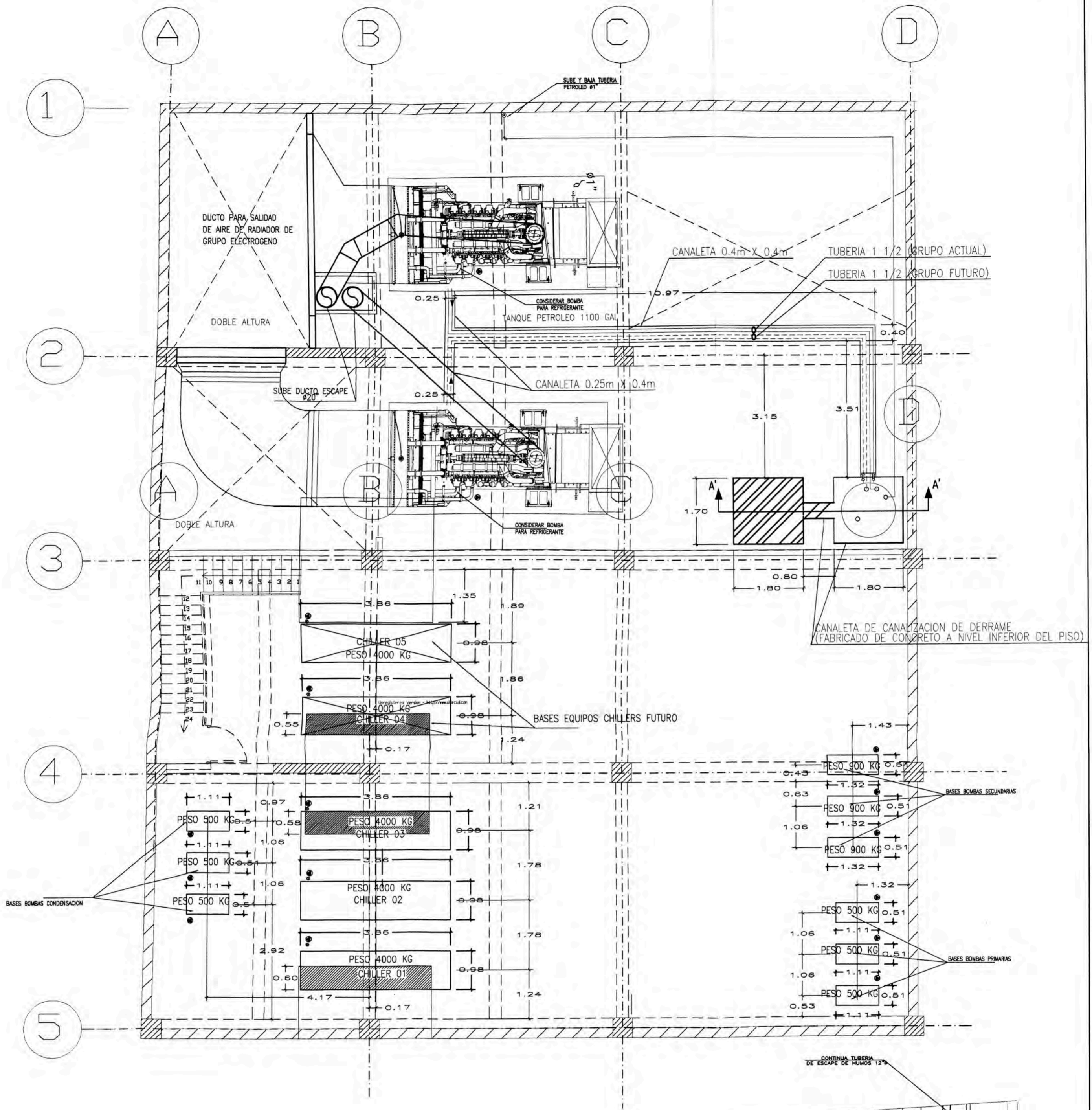
CUADRO DE AREAS (m2)

PARAMETROS	REGLAMENTO	PROYECTO	PISOS	AREA TECHADA	AREA SUJETA A COEFICIENTE DE EDIFICACION	TOTAL AREA CONSTR.
USOS	Unifamiliar, multifamiliar, comercio zonal	Edif. de oficina	SOTANO 3	408.32 m ²		
AREA LIBRE	0%	34%	SOTANO 2	2793.98 m ²		2793.98 m ²
ALTURA MAXIMA	25.50 ml (8 pisos) a Av. Circunvalación 13.50 ml (4 pisos) a Jr. Lizarzaburu	02 pisos- azotea y 2 sotanos	SOTANO1	2688.76 m ²		2688.76 m ²
RETIRO MINIMO FRONTAL	5.00 ml a Av. Circunvalación	5.00 ml a Av. Circunvalación	PRIMER PISO	1850.60 m ²	1850.60 m ²	1850.60 m ²
			SEGUNDO PISO	2056.02 m ²	2056.02 m ²	2056.02 m ²
RETIRO POSTERIOR	3.00 ml a Jr. Eduardo Lizarzaburu	3.00 ml a Jr. Eduardo Lizarzaburu	AZOTEA	77.23 m ²	77.23 m ²	77.23 m ²
RETIRO LATERAL	3.00 ml a Jr. Victor Velezmoro	3.00 ml a Jr. Victor Velezmoro	OTRAS INSTALAC.	91.24 m ²		
ESTACIONAMIENTO	01 cada 40m ² area Útil (36)	146 Estacionamientos	TOTAL	9967.15 m ²	3983.85 m ²	9466.59 m ²
AREA LOTE NORMATIVO	450.00 m ²	2808.78 m ²	AREA TERRENO			2808.78 m ²
FRENTE MINIMO DE LOTE		74.19 ml	AREA LIBRE			968.18 m ² (34%)
			AREA OCUPADA			1850.60 m ²

DISEÑO DE LA INSTALACION DE UN GE DE 2000 kW.

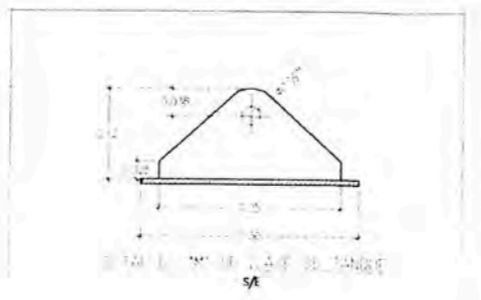
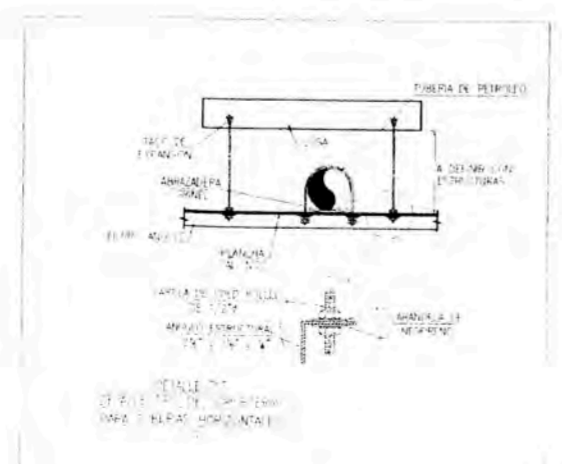
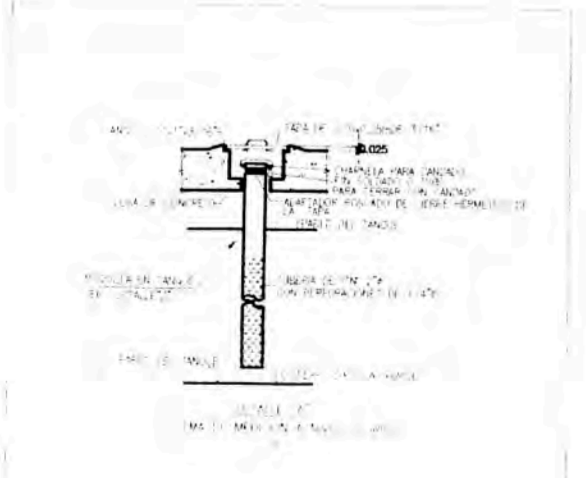
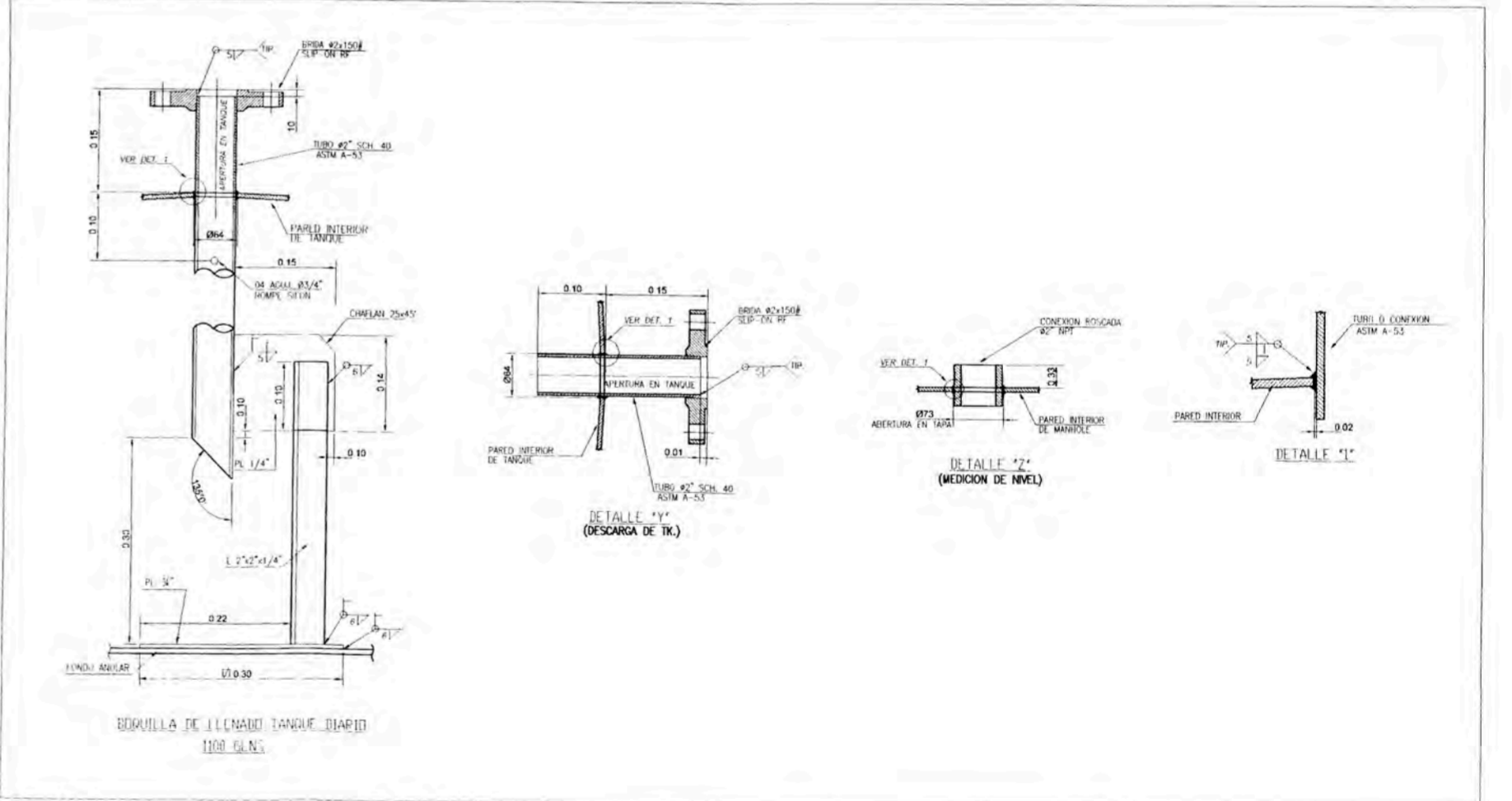
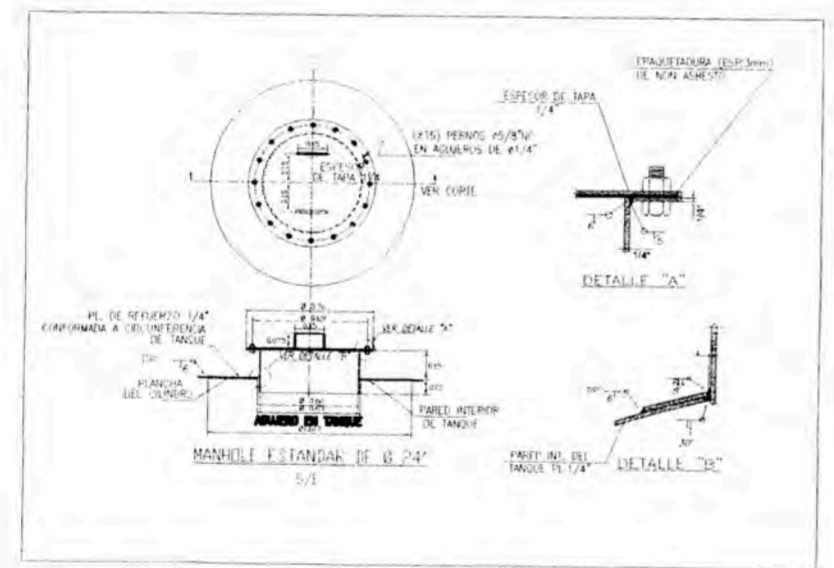
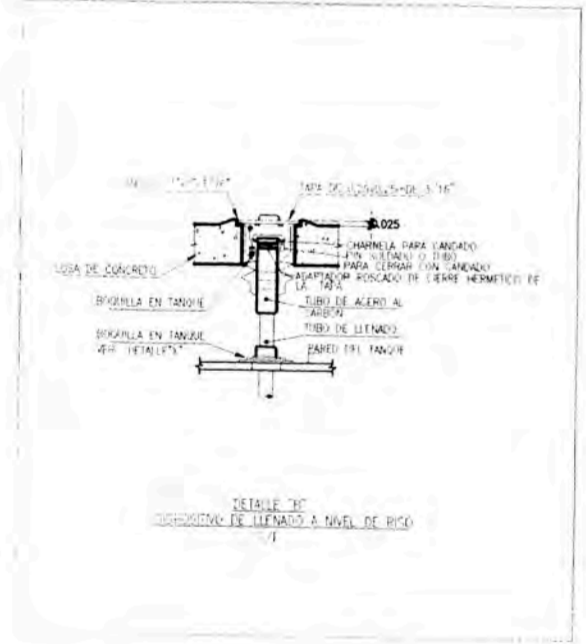
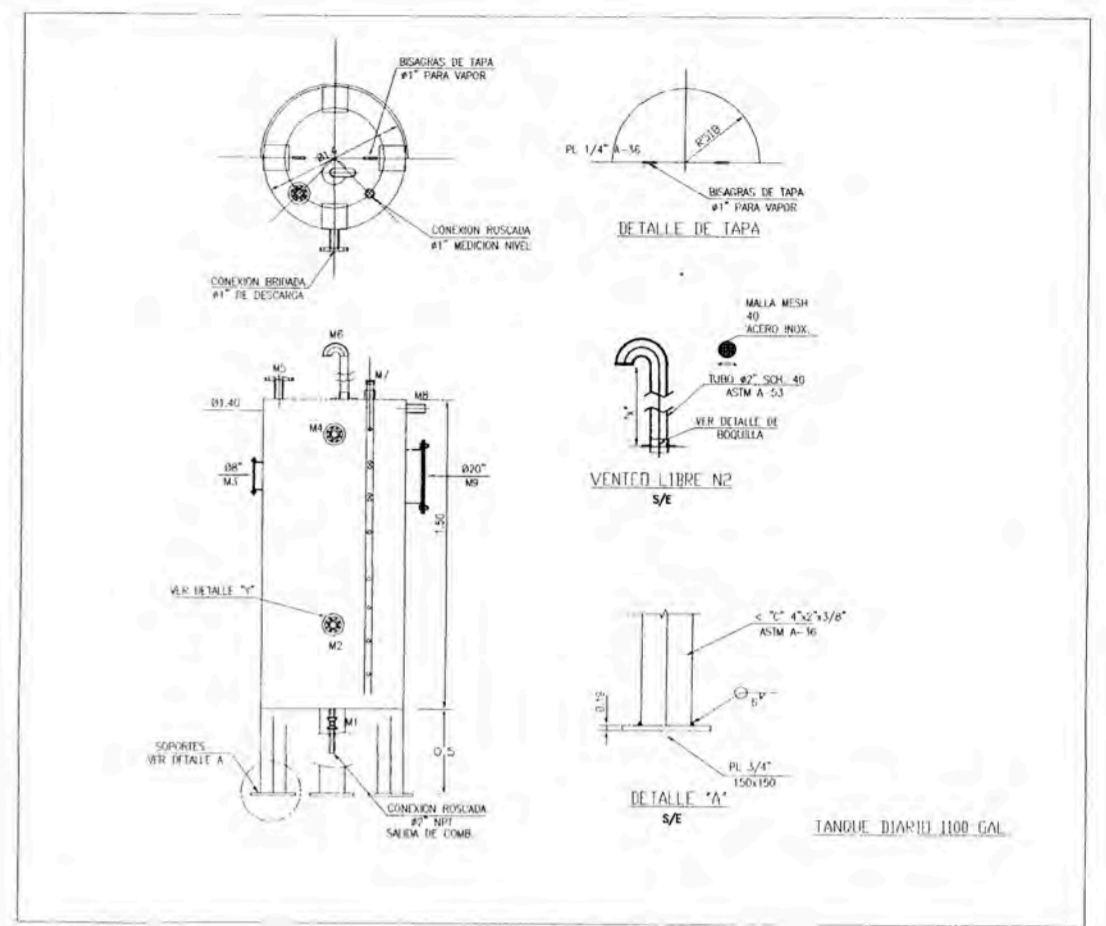
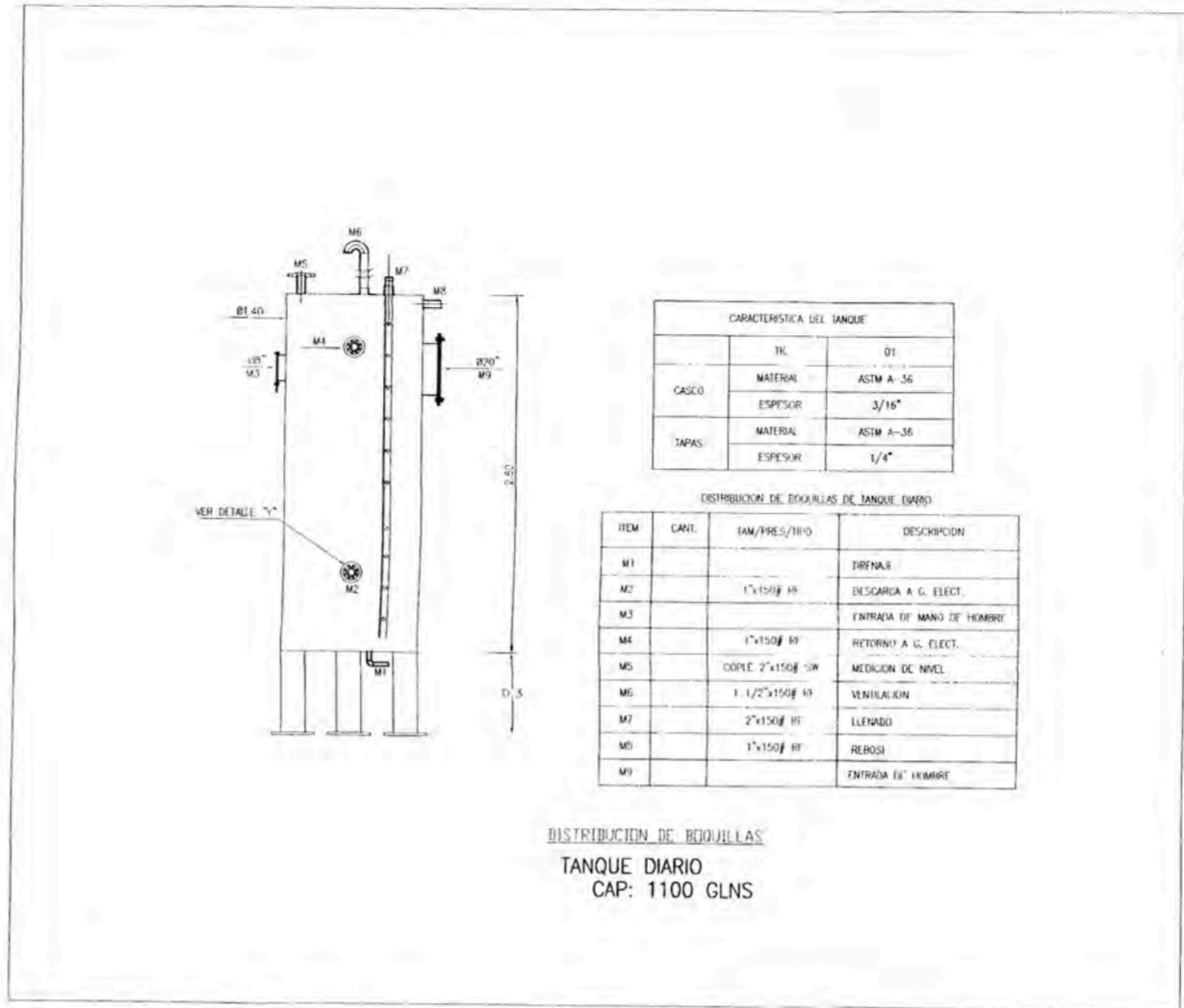
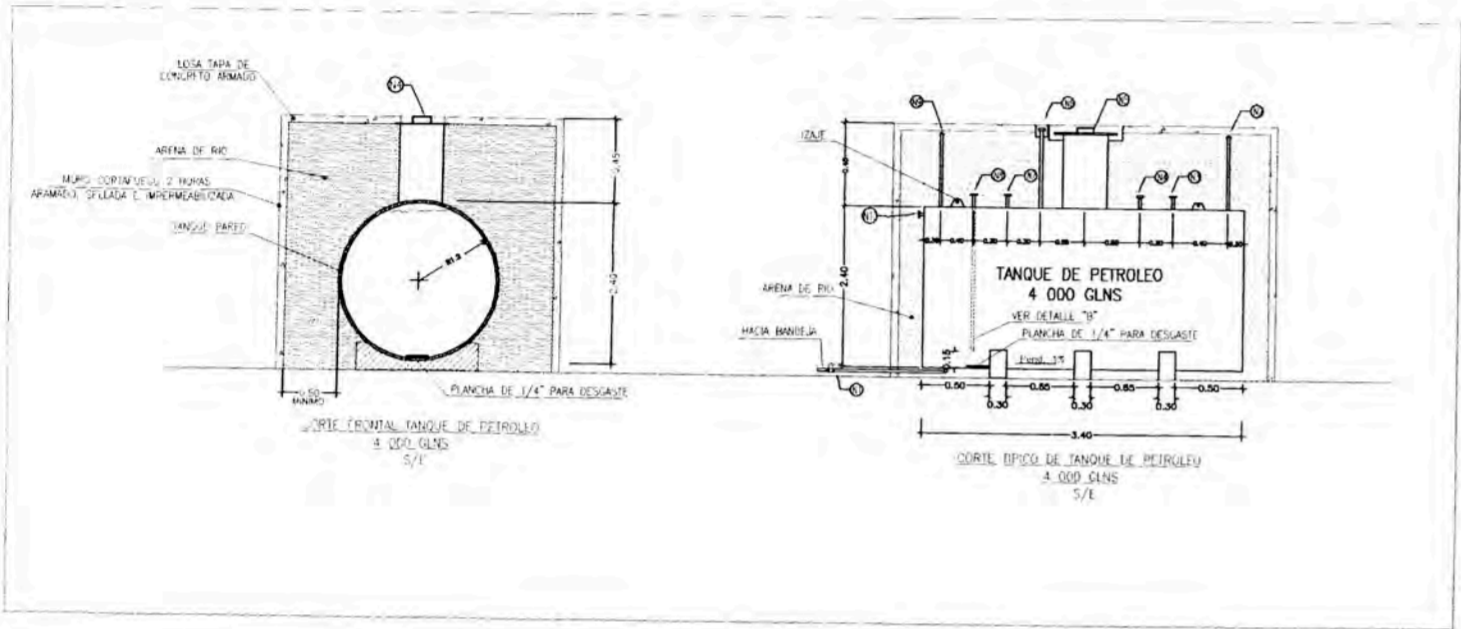
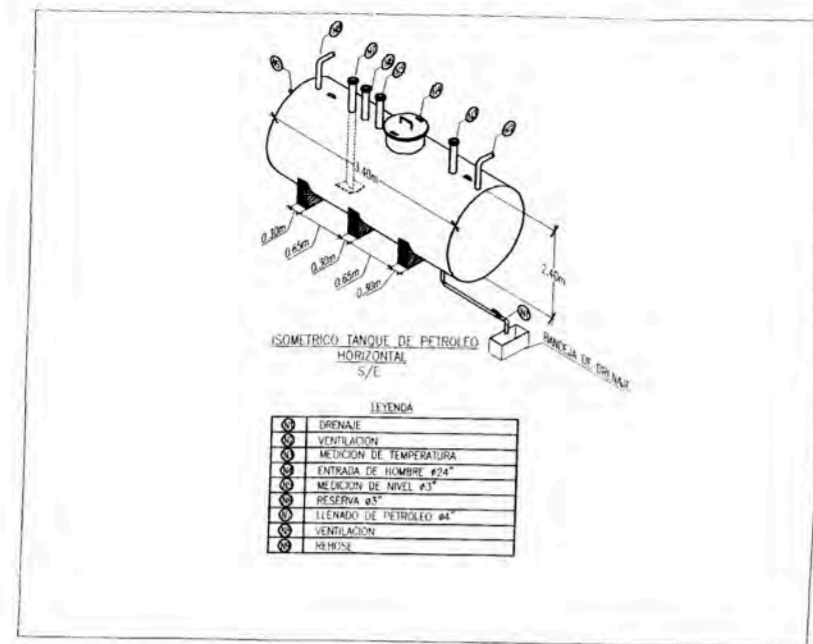
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PLANO: P-01

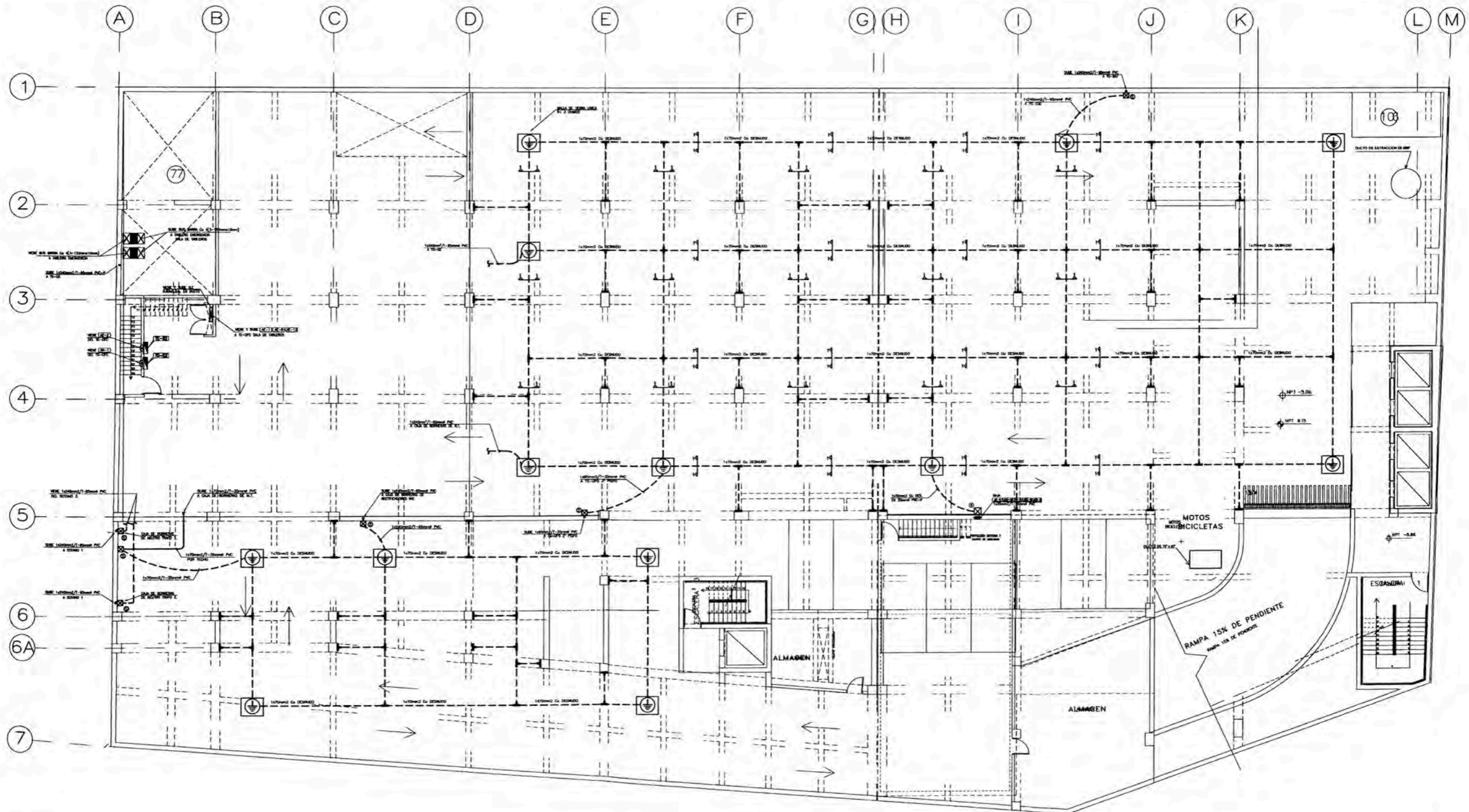


DIBUJO:	ESCALA:	DISEÑO DE LA INSTALACION DE UN G.E. DE 2000 kW.	PLANO:	NO:
DISEÑO:	FECHA:		SUSTITUYE A:	P-03
APROBO:			SUSTITUIDO POR:	
NORMA:				

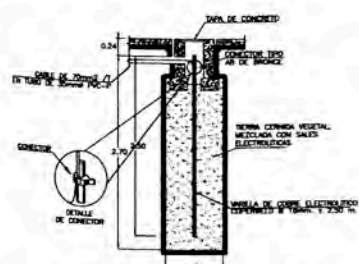




DIBUJO:	ESCALA:	DISEÑO DE LA INSTALACION DE UN G.E. DE 2000 kW.
DISEÑO:	FECHA:	
APROBO:		
NORMA:		
		PLANO:
		SUSTITUYE A:
		SUSTITUIDO POR:
		P-04



MALLA DE TIERRA - SOTANO 2
ESCALA: 1/75

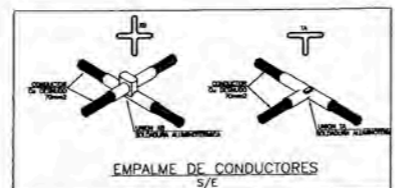


DETALLE DE POZO DE PUESTA A TIERRA
S/E

- NOTAS
- 1.- EL TERRENO DE LAS MALLAS DE TIERRA DE DEBE A UNA PROFUNDIDAD DE 0.30 M. SIN MÁS TERRENO. SE DEBE
 - 2.- SE DEBE VERIFICAR LA RESISTENCIA DE HORMIGÓN ARMADO CON UNAS MUESTRAS PARA DETERMINAR PUNTO.
 - 3.- SE DEBE VERIFICAR LA RESISTENCIA DE LAS MALLAS DE TIERRA.
 - 4.- LA DIMENSIONES DE LAS MALLAS DE TIERRA DEBE SER CONFORME A LA NORMATIVA.
 - 5.- ANTES DE COMENZAR EL TERRENO Y ANTES DE HORMIGONAR DE DEBE VERIFICAR TODAS LAS MALLAS DE TIERRA, VERIFICANDO DE LA MALLA DE B.T. Y LA DE CONCRETO DE LA LECTURA DE ACUERDO A LO INDICADO ANTERIOR A 3 CM. EL COMPARTIR ENTRE CADA UN PUNTO CON LOS INDICADOS DE LAS MUESTRAS.
 - 6.- TENER DEBE SER RESPONDER PARA LA COLOCACION ADICIONAL DE PUNTO, CUANDO SE REALIZAN LAS MUESTRAS.



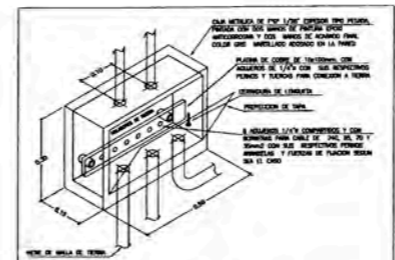
CORTE 1-1
CORTE DE ZANJA
S/E



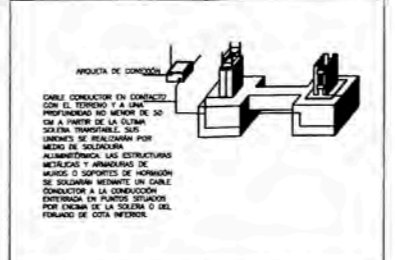
EMPALME DE CONDUCTORES
S/E

LEYENDA

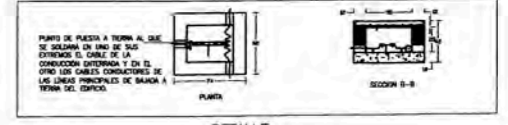
—	CONDUCTOR DE CU. DESARROLLADO
⊕	POZO DE TIERRA CÁMARA DE RESISTENCIA
⊕	TIPO DE BARRAS ALUMINATORIAS
⊕	MALLA DE BARRAS ALUMINATORIAS



CAJA DE BORNERAS PARA B.T. Y M.T.
DETALLE "Y"
SIN ESCALA



ESQUEMA DE CONEXION CON LOS SOPORTES
S/E



DETALLE
S/E

DIBUJO:	ESCALA:	<p>DISEÑO DE LA INSTALACION DE UN G.E. DE 2000 kW.</p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</p>
DISEÑO:	FECHA:		
APROBADO:		PLANO:	<p>SUSTITUIDO POR:</p>
NORMA:			

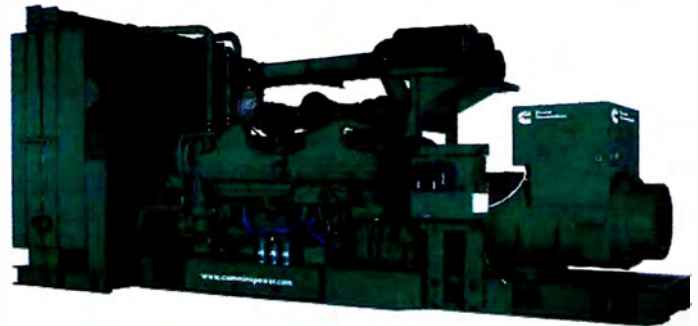
ANEXOS

Diesel Generator Set

QSK60 Series Engine

EPA Emissions

1450kW - 2250kW 60Hz
1200kW - 2000kW 50Hz



Optional Features Shown

Description

This Cummins Power Generation commercial generator set is a fully integrated power generation system, providing optimum performance, reliability and versatility for stationary standby, prime power and continuous duty applications.



This generator set is designed in facilities certified to ISO9001.

This generator set is manufactured in facilities certified to ISO9001 or ISO9002.



The Prototype Test Support (PTS) program verifies the performance integrity of the generator set design. Cummins Power Generation products bearing the PTS symbol meet the prototype test requirements of NFPA 110 for Level 1 systems.



All low voltage models are CSA certified to product class 4215-01.



The generator set is available Listed to UL2200, Stationary Engine Generator Assemblies. The PowerCommand control is Listed to UL508 - Category NITW7 for U.S. and Canadian usage. Circuit breaker assemblies are UL489 Listed for 100% continuous operation and also UL869A Listed Service Equipment.

Features

- **UL Listed Generator Set** - The complete generator set assembly is available Listed to UL2200.
- **Emissions Compliance** - All 60 Hz models comply with EPA emissions requirements for stationary applications. Some 60 Hz models comply with EPA TPEM requirements for mobile applications.
- **Cummins® Heavy-Duty Engine** - Rugged 4-cycle industrial diesel delivers reliable power, low emissions, and fast response to load changes.
- **Permanent Magnet Generator (PMG)** - Offers enhanced motor starting and fault clearing short circuit capability.
- **Alternator** - Several alternator sizes offer selectable motor starting capability with low reactance 2/3 pitch windings; low waveform distortion with non-linear loads, fault clearing short-circuit capability, and class F or H insulation.
- **Control System** - The PowerCommand® electronic control is standard equipment and provides total genset system integration, including automatic remote starting/stopping, precise frequency and voltage regulation, alarm and status message display, AmpSentry™ protection, output metering, auto-shutdown at fault detection, and NFPA 110 compliance.
- **Cooling System** - Standard integral set-mounted radiator system, designed and tested for rated ambient temperatures, simplifies facility design requirements for rejected heat.
- **Structural Steel Skid Base** - Robust skid base supports the engine, alternator, and radiator.
- **Warranty and Service** - Backed by a comprehensive warranty and worldwide distributor network.

Model	Standby Rating		Prime Power Ratings		Continuous Ratings		Data Sheets	
	60 Hz kW (kVA)	50 Hz kW (kVA)	60 Hz kW (kVA)	50 Hz kW (kVA)	60 Hz kW (kVA)	50 Hz kW (kVA)	60 Hz	50 Hz
DQKB	1750 (2188)	1500 (1875)	1600 (2000)	1350 (1688)	1450 (1813)	1200 (1500)	D-3220	D-3221
DQKC	2000 (2500)	1650 (2063)	1825 (2281)	1500 (1875)	1600 (2000)	1200 (1500)	D-3222	D-3223
DQKD	NA	1800 (2250)	NA	1600 (2000)	NA	1320 (1650)	NA	D-3250
DQKH	2250 (2813)	2000 (2500)	NA	NA	NA	NA	D-3235	D-3236

Generator Set Specifications

Governor Regulation Class	ISO8528 Part 1 Class G3
Voltage Regulation, No Load to Full Load	± 0.5%
Random Voltage Variation	± 0.5%
Frequency Regulation	Isochronous
Random Frequency Variation	± 0.25%
Radio Frequency Emissions Compliance	IEC 801.2 through IEC 801.5; MIL STD 461C, Part 9

Engine Specifications

Design	4 cycle, V-block, turbocharged and low temperature after-cooled
Bore	158.8 mm (6.25 in.)
Stroke	190.0 mm (7.48 in.)
Displacement	60.2 litres (3673 in ³)
Cylinder Block	Cast iron, 60°V 16 cylinder
Battery Capacity	2200 amps minimum at ambient temperature of 0°F to 32°F (-18°C to 0°C)
Battery Charging Alternator	40 amps
Starting Voltage	24 volt, negative ground
Fuel System	Direct injection: number 2 diesel fuel
Fuel Filter	Triple element, 10 micron filtration, spin on fuel filters with water separator
Air Cleaner Type	Dry replaceable element
Lube Oil Filter Type(s)	Four spin-on, combination full flow and bypass filters
Standard Cooling System	104°F (40° C) ambient radiator

Alternator Specifications

Design	Brushless, 4 pole, revolving field
Stator	2/3 pitch
Rotor	Single bearing, flexible disc
Insulation System	Class H is available on low and medium voltage, Class F is available on high voltage
Standard Temperature Rise	150° C Standby
Exciter Type	PMG (Permanent Magnet Generator)
Phase Rotation	A (U), B (V), C (W)
Alternator Cooling	Direct drive centrifugal blower fan
AC Waveform Total Harmonic Distortion	< 5% no load to full linear load, <3% for any single harmonic
Telephone Influence Factor (TIF)	<50 per NEMA MG1-22.43
Telephone Harmonic Factor (THF)	<3

Available Voltages

60 Hz Line – Neutral / Line - Line		50 Hz Line – Neutral / Line – Line	
<input type="checkbox"/> 219/380	<input type="checkbox"/> 2400/4160	<input type="checkbox"/> 220/380	<input type="checkbox"/> 1905/3300
<input type="checkbox"/> 254/440	<input type="checkbox"/> 7200/12470	<input type="checkbox"/> 230/400	<input type="checkbox"/> 3640/6300
<input type="checkbox"/> 277/480	<input type="checkbox"/> 7620/13200	<input type="checkbox"/> 240/415	<input type="checkbox"/> 3810/6600
<input type="checkbox"/> 347/600	<input type="checkbox"/> 7970/13800	<input type="checkbox"/> 254/440	<input type="checkbox"/> 6350/11000

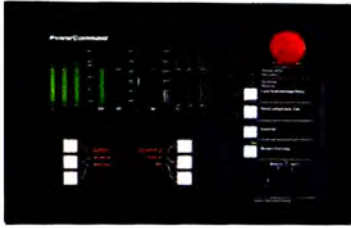
Note: Consult factory for other voltages.

Generator Set Options

Engine <input type="checkbox"/> Low exhaust emission configuration DQKB 60Hz, 5.5 g/hp-hr NO _x Data Sheet D-3224 <input type="checkbox"/> DQKC 60Hz, 5.5 g/hp-hr NO _x Data Sheet D-3225 <input type="checkbox"/> 208/240/480V Coolant heater for ambient above 4.5°C (40°F) <input type="checkbox"/> 208/240/480V Coolant heater for ambient below 4.5°C (40°F) <input type="checkbox"/> High capacity oil pan Control Panel <input type="checkbox"/> 120/240V, 100 Watt control anti-condensation space heater <input type="checkbox"/> Paralleling configurations <input type="checkbox"/> Remote fault signal package <input type="checkbox"/> Run relay package	Alternator <input type="checkbox"/> 80°C rise alternator <input type="checkbox"/> 105°C rise alternator <input type="checkbox"/> 125°C rise alternator <input type="checkbox"/> 120/240V, 300 Watt anti-condensation heater <input type="checkbox"/> Temperature sensor – RTDs, 2/phase <input type="checkbox"/> Temperature sensor – alternator bearing RTD <input type="checkbox"/> Differential current transformers Exhaust System <input type="checkbox"/> Industrial-grade exhaust silencer <input type="checkbox"/> Residential-grade exhaust silencer <input type="checkbox"/> Critical-grade exhaust silencer Cooling System <input type="checkbox"/> Radiator, 50°C ambient <input type="checkbox"/> Heat exchanger cooling <input type="checkbox"/> Remote radiator cooling	Generator Set <input type="checkbox"/> DQKC 60Hz, 5.5 g/hp-hr NO _x Data Sheet D-3225 <input type="checkbox"/> 208/240/480V Coolant <input type="checkbox"/> Batteries <input type="checkbox"/> Battery Rack w/hold-down – floor standing <input type="checkbox"/> Circuit breaker – set mounted <input type="checkbox"/> Disconnect switch – set mounted <input type="checkbox"/> PowerCommand® Network <input type="checkbox"/> Remote annunciator panel <input type="checkbox"/> Spring isolators <input type="checkbox"/> 2 year warranty <input type="checkbox"/> 5 year warranty <input type="checkbox"/> 10 year major components warranty
---	--	--

Note: Some options may not be available on all models, consult factory for availability.

Control System



PowerCommand Digital Generator Set Control

Operator Panel Features

- **Analog AC Metering Panel.** Provides color-coded display of generator set output voltage, current, frequency, power factor, and kW. All phases of voltage and current are simultaneously displayed. Easy to see output status from a distance.
- **Graphical Data Display.** Allows operator to view all engine and alternator data; perform operator adjustments for speed, voltage, and time delays; view fault history; and set-up and adjust the generator set. (Set up requires password access.) A portion of the display is allocated to display system status, including alarm and shutdown conditions. Display is controlled by sealed membrane switches. Up to 9 lines of data can be displayed, with approximately 26 characters per line.
- **LED Status Lamps.** The status lamps indicate: Remote Start Command (green), Not in Auto (red-flashing), Warning (amber), and Shutdown (red).
- **Off/Manual/Auto Mode Select Switch and Run/Stop Switch.** Mode selection switches allow remote automatic starting, or manual starting from the operator panel. Panel includes an LED lamp to indicate manual mode operation.
- **Exercise Switch.** Automated exercise function in the control allows an operator to initiate an exercise period and have it automatically completed by the control.
- **Fault Reset Switch.** Allows the operator to reset the control after a warning or shutdown condition. LED lamp with switch indicates that a fault is present on the system.
- **Panel Lamps and Switch.** Operator panel can be illuminated by a series of high-intensity LED lamps, controlled by a membrane switch on the panel. Panel lamps include a time delay to automatically switch off after a preset time period.
- **Emergency Stop Switch.** Provides positive and immediate shut down of the generator set on operation.
- **Construction.** Operator panel is a sealed design with membrane switches for most functions. Mechanical switches are oil-tight design. Plug interfaces are provided to the generator set control system. Display panel labeling is configurable for language.

Standard Control Functions

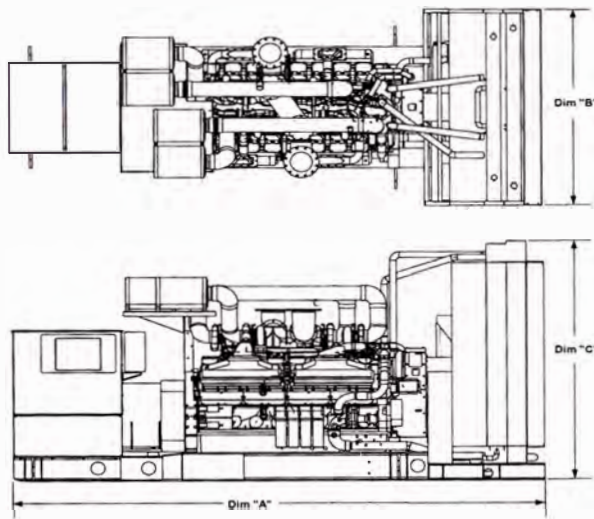
- Integrated Isochronous governing and fuel control system.
- Integrated 3-Phase sensing voltage regulation system, with automatic single and 3-phase fault regulation.
- Integrated AC protective functions, include over/under voltage, short circuit, over current (warning and shutdown), and overload.
- Integrated Engine management system, including configurable cycle-cranking functions and configurable start sequence.
- Comprehensive warning and shutdown protection, including customer-configurable warning and shutdown conditions.
- Comprehensive data displays, including 3-phase AC voltage, current, power factor, kW, and kVA; engine oil pressure, coolant temperature, DC volts, and other service functions; operating history (load and fault conditions); and system setup information.

Optional Features

- Integrated Digital Paralleling Controls, including options for semi-automatic and automatic (isolated bus) applications.
- LonMark Compliant network interface
- Control Anti-condensation heater
- Key-type mode select switch
- Relay outputs for genset running, common warning, and common shutdown.
- Exhaust Temperature Alarm
- Alternator Temperature Alarm(s).
- Sentinel Lube Oil Burn System.
- Power Transfer Control Function, to allow generator set to control remote power circuit breakers for open, fast closed, or soft (ramping) power transfer from a utility source to the genset (2 minute maximum fail-to-disconnect timer).

Ratings Definitions

Standby:	Prime (Unlimited Running Time):	Base Load (Continuous):
Applicable for supplying emergency power for the duration of normal power interruption. No sustained overload capability is available for this rating. This rating is applicable to installations served by a reliable normal utility source. This rating is only applicable to variable loads with an average load factor of 80 percent of the standby rating for a maximum of 200 hours of operation per year and a maximum of 25 hours per year at 100% of its standby rating. The standby rating is only applicable to emergency and standby applications where the generator set serves as the back up to the normal utility source. No sustained utility parallel operation is permitted with this rating. (Equivalent to Fuel Stop Power in accordance with ISO3046, AS2789, DIN6271 and BS5514). Nominally Rated.	Applicable for supplying power in lieu of commercially purchased power. Prime power is the maximum power available at a variable load for an unlimited number of hours. A 10% overload capability is available for limited time. (Equivalent to Prime Power in accordance with ISO8528 and Overload Power in accordance with ISO3046, AS2789, DIN6271, and BS5514). This rating is not applicable to all generator set models.	Applicable for supplying power continuously to a constant load up to the full output rating for unlimited hours. No sustained overload capability is available for this rating. Consult authorized distributor for rating. (Equivalent to Continuous Power in accordance with ISO8528, ISO3046, AS2789, DIN6271, and BS5514). This rating is not applicable to all generator set models.



This outline drawing is to provide representative configuration details for Model series only.

See respective model data sheet for specific model outline drawing number.

Do not use for installation design

Model	Dim "A" mm (in.)	Dim "B" mm (in.)	Dim "C" mm (in.)	Dim "D" mm (in.)	Set Weight* dry kg (lbs)	Set Weight* wet kg (lbs)	w/Tank Dry weight kg (lbs)	w/Tank Wet weight kg (lbs)
DQKB	6175 (243)	2286 (90)	2537 (100)		14365 (31669)	14868 (32779)		
DQKC	6175 (243)	2286 (90)	2537 (100)		14649 (32296)	15152 (33405)		
DQKD	6175 (243)	2286 (90)	2537 (100)		14863 (32767)	15366 (33876)		
DQKH	6175 (243)	2494 (98)	3116 (123)		15254 (33629)	15781 (34790)		

*Note: Weights represent a set with standard features. See outline drawings for weights of other configurations. Dim "D" available only on models with sub-base fuel tank option.

Generator Set Data Sheet	Model: DQKC Frequency: 60 Fuel Type: Diesel
---------------------------------	--

Exhaust Emission Data Sheet:	EDS-169
Emissions Compliance Sheet:	EPA1CS-1006
Measured Sound Performance Data Sheet:	MSP-174
Measured Cooling Performance Data Sheet:	MCP-109
Prototype Test Summary Data Sheet:	PTS-155
Standard Set-Mounted Radiator Cooling Outline:	500-3947
Optional Set-Mounted Radiator Cooling Outline:	500-3948
Optional Heat Exchanger Cooling Outline:	500-3946
Optional Remote Radiator Cooling Outline:	500-3945

Fuel Consumption	Standby				Prime				Continuous
	kW (kVA)				kW (kVA)				kW (kVA)
	Ratings	2000 (2500)			1825 (2281)				1600 (2000)
	1/4	1/2	3/4	Full	1/4	1/2	3/4	Full	Full
US gph	43	71	103	135	41	67	94	122	108
L/hr	163	272	385	510	154	252	356	462	408

Engine	Standby Rating	Prime Rating	Continuous Rating
Engine Manufacturer	Cummins		
Engine Model	QSK60-G6		
Configuration	Cast Iron, 60°V 16 cylinder		
Aspiration	Turbocharged and Low Temperature Aftercooled		
Gross Engine Power Output, kWm (bhp)	2179 (2922)	1975 (2647)	1739 (2332)
BMEP at Set Rated Load, kPa (psi)	2420 (351)	2185 (317)	1924 (279)
Bore, mm (in.)	159 (6.25)		
Stroke, mm (in.)	190 (7.48)		
Rated Speed, rpm	1800		
Piston Speed, m/s (ft/min)	11.4 (2243)		
Compression Ratio	14.5:1		
Lube Oil Capacity, L (qt)	280 (296)	397 (420)	397 (420)
Overspeed Limit, rpm	2100 ±50		
Regenerative Power, kW	207		
Fuel Flow			
Maximum Fuel Flow, L/hr (US gph)	1893 (500)		
Maximum Fuel Inlet Restriction, kPa (in. Hg)	8.4 (2.5)		
Maximum Fuel Inlet Temperature, °C (°F)	71 (160)		
Air			
Combustion Air, m³/min (scfm)	173 (6150)	160 (5690)	148 (5275)
Maximum Air Cleaner Restriction, kPa (in. H ₂ O)	6.2 (25)		
Alternator Cooling Air, m³/min (cfm)	289 (10200)		
Exhaust			
Exhaust Gas Flow at Set Rated Load, m³/min (cfm)	439 (15500)	398 (14070)	348 (12305)
Exhaust Gas Temperature, °C (°F)	477 (890)	460 (860)	446 (835)
Maximum Exhaust Back Pressure, kPa (in. H ₂ O)	6.7 (27)		

Standard Set-Mounted Radiator Cooling	Standby Rating	Prime Rating	Continuous Rating
Ambient Design, °C (°F)		40 (104)	
Fan Load, kW _m (HP)		50 (67)	
Coolant Capacity (with Radiator), L (US Gal.)		454 (120)	
Cooling System Air Flow, m ³ /min (scfm)		1996 (70500)	
Total Heat Rejection, MJ/min (BTU/min)	94.1 (89164)	83.2 (78882)	73.9 (70030)
Maximum Cooling Air Flow Static Restriction, kPa (in. H ₂ O)		0.12 (0.5)	
Maximum Fuel Return Line Restriction, kPa (in. Hg)		23.7 (7)	
Optional Set-Mounted Radiator Cooling			
Ambient Design, °C (°F)		50 (122)	
Fan Load, kW _m (HP)		57.4 (77)	
Coolant Capacity (with radiator), L (US Gal.)		492 (130)	
Cooling System Air Flow, m ³ /min (scfm)		2294 (81000)	
Total Heat Rejection, MJ/min (BTU/min)	94.1 (89164)	83.2 (78882)	73.9 (70030)
Maximum Cooling Air Flow Static Restriction, kPa (in. H ₂ O)		0.12 (0.5)	
Maximum Fuel Return Line Restriction, kPa (in. Hg)		23.7 (7)	
Optional Heat Exchanger Cooling			
Set Coolant Capacity, L (US Gal.)		454 (120)	
Heat Rejected, Jacket Water Circuit, MJ/min (BTU/min)	37.1 (35150)	33.1 (31410)	28.7 (27260)
Heat Rejected, After-cooler Circuit, MJ/min (BTU/min)	37.3 (35380)	32.3 (30600)	28.1 (26620)
Heat Rejected, Fuel Circuit, MJ/min (BTU/min)		2.1 (2000)	
Total Heat Radiated to Room, MJ/min (BTU/min)	17.5 (16634)	15.7 (14872)	13.9 (13150)
Maximum Raw Water Pressure, Jacket Water Circuit, kPa (psi)		1034 (150)	
Maximum Raw Water Pressure, Aftercooler Circuit, kPa (psi)		1034 (150)	
Maximum Raw Water Pressure, Fuel Circuit, kPa (psi)		1034 (150)	
Maximum Raw Water Flow, Jacket Water Circuit, L/min (US Gal/min)		1363 (360)	
Maximum Raw Water Flow, Aftercooler Circuit, L/min (US Gal/min)		1363 (360)	
Maximum Raw Water Flow, Fuel Circuit, L/min (US Gal/min)		144 (38)	
Minimum Raw Water Flow @ 27°C (80°F) Inlet Temp, Jacket Water Circuit, L/min (US Gal/min)		288 (76)	
Minimum Raw Water Flow @ 27°C (80°F) Inlet Temp, After-Cooler Circuit, L/min (US Gal/min)		416 (110)	
Minimum Raw Water Flow @ 27°C (80°F) Inlet Temp, Fuel Circuit, L/min (US Gal/min)		38 (10)	
Raw Water Delta P @ Min Flow, Jacket Water Circuit, kPa (psi)		2.4 (0.35)	
Raw Water Delta P @ Min Flow, After-cooler Circuit, kPa (psi)		4.1 (0.6)	
Raw Water Delta P @ Min Flow, Fuel Circuit, kPa (psi)		4.8 (0.7)	
Maximum Jacket Water Outlet Temp, °C (°F)	104 (220)	100 (212)	100 (212)
Maximum After-Cooler Inlet Temp, °C (°F)	66 (150)	66 (150)	66 (150)
Maximum After-Cooler Inlet Temp @ 11°C (77°F) Ambient, °C (°F)		49 (120)	
Maximum Fuel Return Line Restriction, kPa (in. Hg)		23.7 (7)	

Optional Remote Radiator Cooling¹	Standby Rating	Prime Rating	Continuous Rating
Set Coolant Capacity, L (US Gal.)		193 (51)	
Max Flow Rate @ Max Friction Head, Jacket Water Circuit, L/min (US Gal/min)		1817 (480)	
Max Flow Rate @ Max Friction Head, Aftercooler Circuit, L/min (US Gal/min)		503 (133)	
Heat Rejected, Jacket Water Circuit, MJ/min (BTU/min)	37.1 (35150)	33.1 (31410)	28.7 (27260)
Heat Rejected, Aftercooler Circuit, MJ/min (BTU/min)	37.3 (35380)	32.3 (30600)	28.1 (26620)
Heat Rejected, Fuel Circuit, MJ/min (BTU/min))		2.1 (2000)	
Total Heat Radiated to Room, MJ/min (BTU/min)	17.5 (16634)	15.7 (14872)	13.9 (13150)
Maximum Friction Head, Jacket Water Circuit, kPa (psi)		69 (10)	
Maximum Friction Head, Aftercooler Circuit, kPa (psi)		48 (7)	
Maximum Static Head, Jacket Water Circuit , m (ft)		18 (60)	
Maximum Static Head, Aftercooler Circuit , m (ft)		18 (60)	
Maximum Jacket Water Outlet Temp, °C (°F)	104 (220)	100 (212)	100 (212)
Maximum After-Cooler Inlet Temp @ 25°C (77°F) Ambient, °C (°F)		49 (120)	
Maximum After-Cooler Inlet Temp, °C (°F)		66 (150)	
Maximum Fuel Flow, L/hr (US gph)		1893 (500)	
Maximum Fuel Return Line Restriction, kPa (in. Hg)		30.5 (9)	

Weights²	
Unit Dry Weight kgs (lbs.)	14649 (32296)
Unit Wet Weight kgs (lbs.)	15152 (33405)

Notes:

1. For non-standard remote installations contact your local Cummins Power Generation representative
2. Note: Weights represent a set with standard features. See outline drawing for weights of other configurations

Derating Factors	
Standby	Engine power available up to 1067 m (3500 ft) at ambient temperatures up to 40°C (104°F), and up to 168 m (550 ft) at 50°C (122°F). Above these elevations, derate at 4.3% per 305 m (1000 ft). Above 50°C (122°F) and 2800 m (9200 ft), derate an additional 4.3% per 305 m (1000 ft) and 12% per 10°C (18°F).
Prime	Engine power available up to 1067 m (3500 ft) at ambient temperatures up to 40°C (104°F), and up to 168 m (550 ft) at 50°C (122°F). Above these elevations, derate at 4.3% per 305 m (1000 ft). Above 50°C (122°F) and 2800 m (9200 ft), derate an additional 4.3% per 305 m (1000 ft) and 12% per 10°C (18°F).
Continuous	Engine power available up to 730 m (2400 ft) at ambient temperatures up to 40°C (104°F). Derate 2% at 0 m (0 ft) for 50°C (122°F) ambient temperature. Above these elevations, derate at 3.3% per 305 m (1000 ft). Above 50°C (122°F) and 2925 m (9600 ft), derate an additional 4.3% per 305 m (1000 ft) and 12% per 10°C (18°F).

Ratings Definitions		
Standby:	Prime (Unlimited Running Time):	Base Load (Continuous):
Applicable for supplying emergency power for the duration of normal power interruption. No sustained overload capability is available for this rating. This rating is applicable to installations served by a reliable normal utility source. This rating is only applicable to variable loads with an average load factor of 80 percent of the standby rating for a maximum of 200 hours of operation per year and a maximum of 25 hours per year at 100% of its standby rating. The standby rating is only applicable to emergency and standby applications where the generator set serves as the back up to the normal utility source. No sustained utility parallel operation is permitted with this rating. (Equivalent to Fuel Stop Power in accordance with ISO3046, AS2789, DIN6271 and BS5514). Nominally Rated.	Applicable for supplying power in lieu of commercially purchased power. Prime power is the maximum power available at a variable load for an unlimited number of hours. A 10% overload capability is available for limited time. (Equivalent to Prime Power in accordance with ISO8528 and Overload Power in accordance with ISO3046, AS2789, DIN6271, and BS5514). This rating is not applicable to all generator set models.	Applicable for supplying power continuously to a constant load up to the full output rating for unlimited hours. No sustained overload capability is available for this rating. Consult authorized distributor for rating. (Equivalent to Continuous Power in accordance with ISO8528, ISO3046, AS2789, DIN6271, and BS5514). This rating is not applicable to all generator set models.

Alternator Data

Voltage	Connection ¹	Temp Rise Degrees C	Duty ²	Single Phase Factor ³		Max Surge kVA ⁴	Alternator Data Sheet	Feature Code
380	Wye, 3 Phase	150/125/105	S/P/C	N/A	7327	13	ADS-515	B595
380	Wye, 3 Phase	125/105/80	S/P/C	N/A	7327	13	ADS-515	B598
380	Wye, 3 Phase	105/80	S/P	N/A	7327	13	ADS-515	B599
380	Wye, 3 Phase	105	C	N/A	7695	312	ADS-335	B662
380	Wye, 3 Phase	80	S	N/A	7963	13	ADS-515	B660
440	Wye, 3 Phase	125/105/80	S/P/C	N/A	7361	312	ADS-334	B663
440	Wye, 3 Phase	105	S	N/A	7284	12	ADS-515	B665
440	Wye, 3 Phase	105	C	N/A	6716	312	ADS-333	B666
480	Wye, 3 Phase	125/105/80	S/P/C	N/A	7361	312	ADS-334	B462
480	Wye, 3 Phase	105/80	S/P	N/A	7695	312	ADS-335	B463
480	Wye, 3 Phase	125/105	P/C	N/A	6716	312	ADS-333	B464
480	Wye, 3 Phase	80	S	N/A	7284	12	ADS-515	B601
480	Wye, 3 Phase	105	S	N/A	9720	19	ADS-517	B796
600	Wye, 3 Phase	125/105/80	S/P/C	N/A	7361	07	ADS-334	B465
600	Wye, 3 Phase	105/80	S/P	N/A	7695	07	ADS-335	B301
600	Wye, 3 Phase	125/105	P/C	N/A	6716	07	ADS-333	B466
600	Wye, 3 Phase	80	S	N/A	7265	07	ADS-515	B604
4160	Wye, 3 Phase	125/105/80	S/P/C	N/A	6307	51	ADS-518	B467
4160	Wye, 3 Phase	105/80	S/P	N/A	6307	51	ADS-518	B313
4160	Wye, 3 Phase	80	S	N/A	6307	51	ADS-518	B605
4160	Wye, 3 Phase	105	C	N/A	7926	51	ADS-324	B502
4160	Wye, 3 Phase	105	S	N/A	8752	59	ADS-520	B795
12470-13800	Wye, 3 Phase	125/105/80	S/P/C	N/A	6062	91	ADS-521	B448
12470	Wye, 3 Phase	105/80	S/P	N/A	6038	87	ADS-521	B567
13200-13800	Wye, 3 Phase	105/80	S/P	N/A	6062	91	ADS-521	B612
12470	Wye, 3 Phase	80	S	N/A	6685	87	ADS-522	B607
13200-13800	Wye, 3 Phase	80	S	N/A	8012	91	ADS-523	B628
13800	Wye, 3 Phase	80	S	N/A	6833	91	ADS-522	B610
13800	Wye, 3 Phase	105	S	N/A	8001	99	ADS-523	B797

Notes:

- Limited single phase capability is available from some three phase rated configurations. To obtain single phase rating, multiply the three phase kW rating by the Single Phase Factor³. All single phase ratings are at unity power factor.
- Standby (S), Prime (P) and (C) Continuous ratings.
- Factor for the *Single Phase Output from Three Phase Alternator* formula listed below.
- Maximum rated starting kVA that results in a minimum of 90% of rated sustained voltage during starting.

Formulas for calculating full load currents:

Three Phase Output	Single Phase Output
$\frac{\text{kW} \times 1000}{\text{Voltage} \times 1.73 \times 0.8}$	$\frac{\text{kW} \times \text{SinglePhaseFactor} \times 1000}{\text{Voltage}}$

See your distributor for more information.



Cummins Power Generation
 1400 73rd Avenue N.E.
 Minneapolis, MN 55432 USA
 Telephone: +1 (763) 574-5000
 Fax: +1 (763) 574-5298
 Email: ask.powergen@cummins.com
 Web: www.cumminspower.com

Cummins and PowerCommand are registered trademarks of Cummins, Inc. AmpSentry is a trademark of Cummins, Inc.
Important: Back feed to a utility system can cause electrocution and/or property damage. Do not connect to any building's electrical system except through an approved device or after building main switch is open.



Sound Pressure Level @ 7 meters, dB(A)

See Notes 1-8 listed below

Configuration	Distance (Meter)	Measurement Location Number								Average	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Unhoused – Radiator Cooled	Infinite Exhaust	7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	10	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	16	94	92	90	92	94	92	91	92	92	
Unhoused – Remote Cooled	Infinite Exhaust	7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	10	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	16	84	88	87	86	83	87	88	86	86	

Sound Power Level, dB(A)

See Notes 2-6, 9, 10 listed below

Configuration	Cooling System	Octave Band Center Frequency (Hz)								Overall Sound Power Level
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Unhoused – Radiator Cooled	Mounted Radiator	113	117	119	118	117	118	113	111	126
Unhoused – Remote Cooled	Remote Radiator	84	102	103	109	111	116	111	110	119

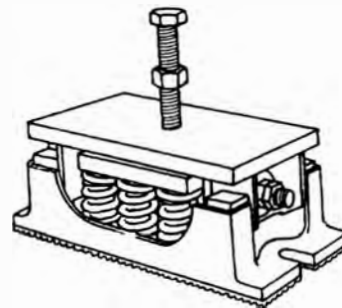
Exhaust Sound Pressure Level @ 1 meter, dB(A)

Open Exhaust (No Muffler Rated Load)	Octave Band Center Frequency (Hz)								Sound Pressure Level
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	98	107	111	114	111	109	102	95	118

Note:

1. Position 1 faces the engine front. The positions proceed around the generator set in a counter-clockwise direction in 45° increments. All positions are at 7m (23 ft) from the surface of the generator set and 1.2m (48") from floor level.
2. Sound levels are subject to instrumentation, measurement, installation and manufacturing variability.
3. Sound data with remote-cooled generator sets are based on rated loads without cooling fan noise.
4. Sound levels for aluminum enclosures are approximately 2 dB(A)s higher than listed sound levels for steel enclosures.
5. Sound data for generator set with infinite exhaust do not include exhaust noise.
6. Data is based on full rated load with standard radiator-cooling fan package
7. Sound Pressure Levels are measured per ANSI S1.13 and ANSI S12.18, as applicable.
8. Reference sound pressure is 20 µPa.
9. Sound Power Levels per ISO 3744 and ISO 8528-10, as applicable.
10. Reference power = 1 pw (10⁻¹² W)
11. Exhaust Sound Pressure Levels are per ISO 6798, as applicable.

Vibration isolators



Specification sheet

Our energy working for you.™



**Power
Generation**

Description

Vibration isolators reduce generator set vibration and noise transmission to the surrounding structure.

Korfund (series LK)

Level adjustment - External adjustment via single electro-zinc plated bolt and lock nuts.

Lateral stability - Fully adjustable snubber inserts of oil resistant synthetic rubber.

Construction - All housings are rugged enamel coated grey cast iron per ASTM A 48 with 0.52" to 1.58" static deflection.

Noise absorption - 1/4" thick waffle-embossed non-skid elastomer sound pad.

Springs - High carbon steel with corrosive resistant finish powder coated springs.

Korfund (series CE)

Level adjustment - External adjustment via single electro-zinc plated bolt and lock nuts.

Construction - All housings are shop-primed with a rust inhibitor and are grey cast iron per ASTM A 48 with 0.74" to 1.17" static deflection.

Noise absorption - 1/4" thick non-skid elastomer sound pad.

Springs - Powder coated steel springs.

How to specify

The isolation mountings shall consist of malleable cast iron top and bottom housings incorporating one or more steel springs and shall be provided with built-in leveling bolts, elastomer pad and built-in resilient chocks to control oscillation and withstand lateral forces in all directions. They shall be pre-sized and installed in accordance with the recommendations of the generator set manufacturer. Not recommended in trailer-mounted applications.

Typical installation procedures for spring type isolators

1. Position and secure isolators on a level surface under equipment. Base rails should run the long length of the isolator. When the generator set is mounted on a sub-base fuel tank the vibration isolators must be installed between the generator set and the fuel tank.
2. Insert adjusting bolt with lock nut through equipment and into threaded hole in isolator top housing.
3. Proceed to adjust isolators by turning adjusting bolt several turns at a time alternately on each isolator until equipment is raised uniformly. Then level as required.
4. Tighten lock nut firmly in place.
5. Isolators are now properly adjusted and ready for equipment to be operated.

Model to isolator part number reference

Model	Quantity isolators required	"LK" isolator P/N	"CE" Isolator P/N
DFAA	4	0402-0222	0402-0691-02
DFAB	4	0402-0222	0402-0691-02
DFAC	4	0402-0222	0402-0691-02
DFBF	4	0402-0427	0402-0691-04
DFCB	4	0402-0427	0402-0691-04
DFCC	4	0402-0427	0402-0691-04
DFCE	4	0402-0427	0402-0691-04
DFEB	6	0402-0427	0402-0691-04
DFEC	6	0402-0427	0402-0691-04
DFED	6	0402-0427	0402-0691-04
DFEG	6	0402-0222	0402-0691-02
DFEH	6	0402-0222	0402-0691-02
DFEJ	6	0402-0222	0402-0691-02
DFEK	6	0402-0222	0402-0691-02
DFGA	8	0402-0222	0402-0691-02
DFGB	8	0402-0222	0402-0691-02
DFGE	8	0402-0222	0402-0691-02
DFHA	10	0402-0222	0402-0691-02
DFHB	10	0402-0222	0402-0691-02
DFHC	10	0402-0222	0402-0691-02
DFHD	10	0402-0222	0402-0691-02
DFJC	12	0402-0222	0402-0691-02
DFJD	12	0402-0222	0402-0691-02
DFLB	12	0402-0427	0402-0691-04
DFLC	12	0402-0427	0402-0691-04
DFLE	12	0402-0427	0402-0691-04
DFMB	12	0402-0427	0402-0691-04
DGBB	4	0402-0234	0402-0690-12
DGBC	4	0402-0234	0402-0690-12
DGCA	4	0402-0234	0402-0690-12
DGCB	4	0402-0234	0402-0690-12
DGCC	4	0402-0234	0402-0690-12
DGCG	4	0402-0234	0402-0690-13
DGDA	4	0402-0222	0402-0690-14
DGDB	4	0402-0222	0402-0690-14
DGDK	4	0402-0222	0402-0690-14
DGEA	4	0402-0222	0402-0690-15
DGFA	4	0402-0222	0402-0690-15
DGFB	4	0402-0222	0402-0690-15
DGFC	4	0402-0222	0402-0690-15
DGFS	4	0402-0222	0402-0690-15
DGGD	4	0402-0234	0402-0690-12
DGHD	4	0402-0234	0402-0690-12
DGHE	4	0402-0234	0402-0690-12
DKAC	4	0402-0220	0402-0690-11
DKAE	4	0402-0220	0402-0690-11
DKAF	4	0402-0220	0402-0690-11
DNAA	4	0402-0202 (pad)	N/A
DNAB	4	0402-0202 (pad)	N/A
DNAC	4	0402-0202 (pad)	N/A
DNAD	4	0402-0202 (pad)	N/A
DNAE	4	0402-0202 (pad)	N/A
DNAF	4	0402-0202 (pad)	N/A
DQAA	4	0402-0222	0402-0691-02
DQAB	4	0402-0222	0402-0691-02
DQAD	4	0402-0222	0402-0691-02

Model	Quantity isolators required	"LK" isolator P/N	"CE" isolator P/N
DQAE	4	0402-0222	0402-0691-02
DQAF	4	0402-0222	0402-0691-02
DQBA	4	0402-0222	0402-0691-02
DQBB	4	0402-0222	0402-0691-02
DQCA	8	0402-0427	0402-0691-04
DQCB	8	0402-0427	0402-0691-04
DQCC	8	0402-0427	0402-0691-04
DQDAA	4	0402-0222	0402-0691-02
DQDAB	4	0402-0222	0402-0691-02
DQDAC	4	0402-0222	0402-0691-02
DQFAA	10	0402-0222	0402-0691-02
DQFAB	10	0402-0222	0402-0691-02
DQFAC	10	0402-0222	0402-0691-02
DQFAD	10	0402-0222	0402-0691-02
DQGAA	12	0402-0427	0402-0691-04
DQGAB	12	0402-0427	0402-0691-04
DQHAA	6	0402-0222	0402-0691-02
DQHAB	6	0402-0222	0402-0691-02
DQKAA	10	0402-0750-01	N/A
DQKAB	10	0402-0750-01	N/A
DQKB Rmt Rad/Ht Exch	8	0402-0750-01	N/A
DQKB Set Mtd Rad	10	0402-0750-01	N/A
DQKC Rmt Rad/Ht Exch	8	0402-0750-01	N/A
DQKC Set Mtd Rad	10	0402-0750-01	N/A
DQKD Rmt Rad/Ht Exch	8	0402-0750-01	N/A
DQKD Set Mtd Rad	10	0402-0750-01	N/A
DQKH Rmt Rad/Ht Exch	8	0402-0750-01	N/A
DQKH Ht Exch	10	0402-0750-01	N/A
DQLA	See last pg	N/A	N/A
DQLB	See last pg	N/A	N/A
DQLC Rmt Mtd Rad	10	0402-0750-01	N/A
DQLC Set Mtd Rad	12	0402-0750-01	N/A
DSFAA	4	0402-0234	0402-0690-12
DSFAB	4	0402-0234	0402-0690-12
DSFAC	4	0402-0234	0402-0690-12
DSFAD	4	0402-0234	0402-0690-12
DSFAE	4	0402-0234	0402-0690-12
DSGAA	4	0402-0222	0402-0690-15
DSGAB	4	0402-0222	0402-0690-15
DSGAC	4	0402-0222	0402-0690-15
DSHAA	4	0402-0222	0402-0690-15
DSHAB	4	0402-0222	0402-0690-15
DSHAC	4	0402-0222	0402-0690-15
DSHAD	4	0402-0222	0402-0690-15
DSHAE	4	0402-0222	0402-0690-15
DSHAF	4	0402-0222	0402-0690-15
DSKAA	4	N/A	0402-0690-11

Our energy working for you.™

www.cumminspower.com

©2010 Cummins Power Generation Inc. All rights reserved. Cummins Power Generation and Cummins are registered trademarks of Cummins Inc. "Our energy working for you." is a trademark of Cummins Power Generation. Specifications are subject to change without notice. AC-138k (3/10) Page 2 of 5



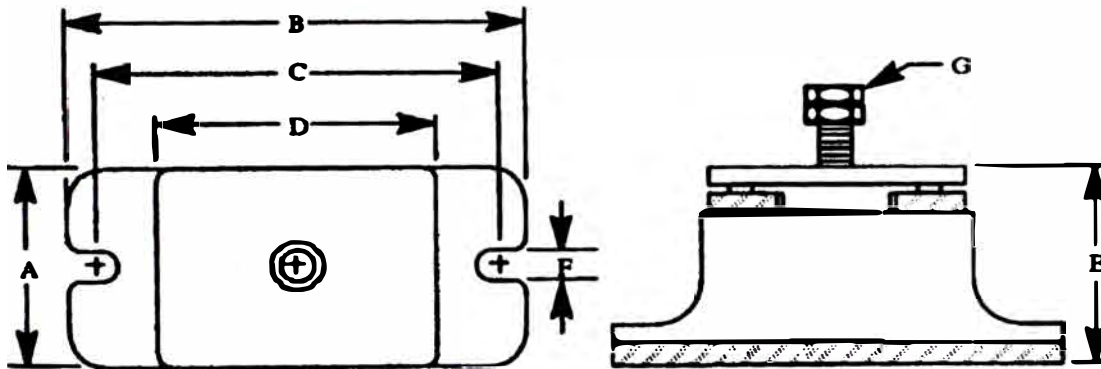
Model to isolator part number reference (continued)

Model	Quantity isolators required	"LK" isolator P/N	"CE" isolator P/N	Model	Quantity isolators required	"LK" isolator P/N	"CE" isolator P/N
DSKAB	4	N/A	0402-0690-11	GGKD	4	0402-0222	0402-0690-15
DSKBA	4	N/A	0402-0690-11	GGLA	6	0402-0222	0402-0690-14
DSKCA	4	N/A	0402-0690-11	GGLB	6	0402-0222	0402-0690-14
GGDB	4	0402-0202 (pad)		GGMA	8	0402-0202 (pad)	N/A
GGFB	4	0402-0234	0402-0690-12	GGMB	8	0402-0202 (pad)	N/A
GGFC	4	0402-0234	0402-0690-12	GGMC	8	0402-0202 (pad)	N/A
GGFD	4	0402-0234	0402-0690-12	GNAAB	4	0402-0202 (pad)	N/A
GGFE	4	0402-0234	0402-0690-12	GNAB	4	0402-0202 (pad)	N/A
GGHB	4	0402-0222	0402-0690-14	GNAC	4	0402-0202 (pad)	N/A
GGHC	4	0402-0222	0402-0690-14	GQKA	8	N/A	N/A
GGHD	4	0402-0222	0402-0690-14	GQMA	8	N/A	N/A
GGHE	4	0402-0222	0402-0690-14	GQMB	8	N/A	N/A
GGHF	4	0402-0222	0402-0690-14	GQNA	8	N/A	N/A
GGHG	4	0402-0222	0402-0690-14	GQNB	8	N/A	N/A
GGHH	4	0402-0222	0402-0690-14	GQNC	8	N/A	N/A
GGKB	4	0402-0222	0402-0690-15	GQPB	10	N/A	N/A
GGKC	4	0402-0222	0402-0690-15	GQPC	10	N/A	N/A

Korfund "LK" vibration isolators

Part number	Quantity included per part number	Max load per isolator (lbs)	Dimensions (in)							Spring constant lbs/in	Static deflection (in)
			A	B	C	D	E	F	G		
0402-0220	1	600	5	9-1/2	8	6-7/8	5-3/4	9/16	5/8	380	1.58
0402-0222	1	2200	5	9-1/2	8	6-7/8	4-3/8	9/16	5/8	4260	0.52
0402-0234	1	900	5	9-1/2	8	6-7/8	4-3/8	9/16	5/8	1600	0.56
0402-0427	1	2400	5	9-1/2	8	6-7/8	5-3/4	9/16	5/8	3300	0.73
0402-0431	1	4400	5	11-3/4	10-1/4	9-1/8	5	11/16	3/4	8520	0.52
0402-0750-01	1	4800	5-7/8	11-3/4	10-1/4	9	5-7/8	5/8	3/4	6600	0.73

Note: "LK" isolators are designed to be used with sub-base fuel tanks (159-1486-xx, 159-1512-xx, or 179-4921-xx).



Our energy working for you.™

www.cumminspower.com

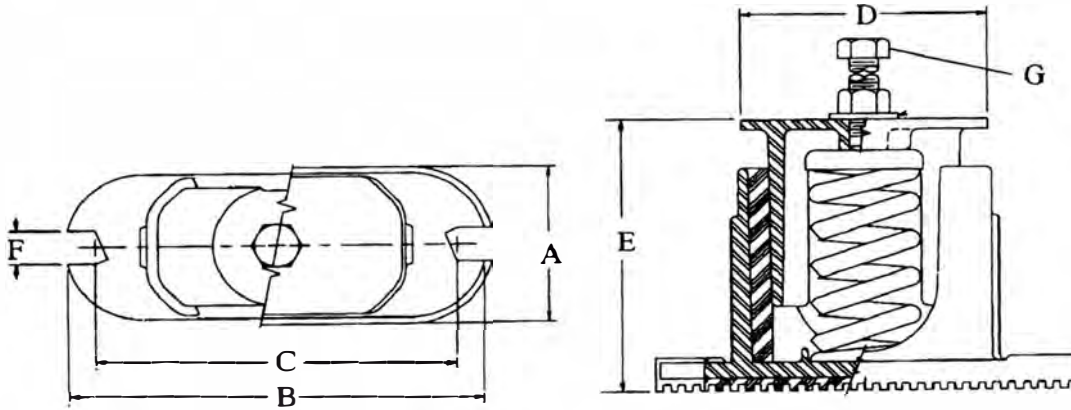
©2010 Cummins Power Generation Inc. All rights reserved. Cummins Power Generation and Cummins are registered trademarks of Cummins Inc. "Our energy working for you." is a trademark of Cummins Power Generation. Specifications are subject to change without notice. AC-138k (3/10) Page 3 of 5



Korfund "CE" vibration isolators

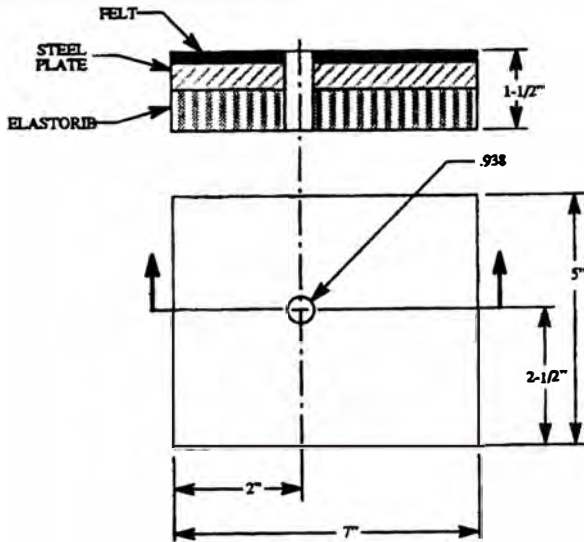
Part number	Quantity Included per Part number	Max load per isolator (lbs)	Dimensions (in)							Spring constant lbs/in	Static deflection (in)
			A	B	C	D	E	F	G		
0402-0690-11	4	600	3	7-1/2	6-1/2	4-1/2	5-1/4	5/8	1/2	513	1.17
0402-0690-12	4	750	3	7-1/2	6-1/2	4-1/2	5-1/4	5/8	1/2	707	1.06
0402-0690-13	4	900	3	7-1/2	6-1/2	4-1/2	5-1/4	5/8	1/2	881	1.02
0402-0690-14	4	1100	3	7-1/2	6-1/2	4-1/2	5-1/4	5/8	1/2	1327	0.83
0402-0690-15	4	1300	3	7-1/2	6-1/2	4-1/2	5-1/4	5/8	1/2	1758	0.74
0402-0691-02	2	2200	3	10-1/4	9-1/4	7-1/2	5-5/8	5/8	5/8	2654	0.83
0402-0691-04	2	2600	3	10-1/4	9-1/4	7-1/2	5-5/8	5/8	5/8	3516	0.74

Note: "CE" isolators cannot to be used with sub-base fuel tanks (159-1486-xx, 159-1512-xx, or 179-4921-xx).



Korfund vibration dampener pad

Part number	Impact load	Non-impact load
0402-0202	2800 lbs (1270 kg)	4200 lbs (1905 kg)



Our energy working for you.™

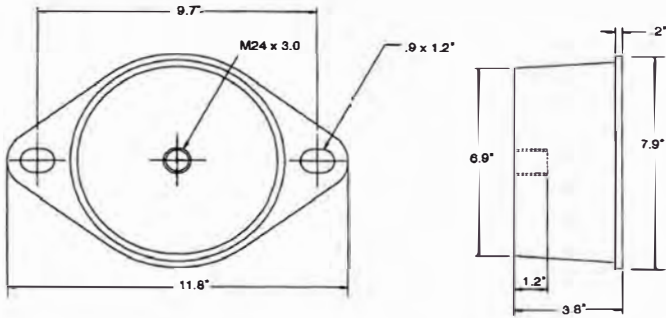
www.cumminspower.com

©2010 Cummins Power Generation Inc. All rights reserved. Cummins Power Generation and Cummins are registered trademarks of Cummins Inc. "Our energy working for you." is a trademark of Cummins Power Generation. Specifications are subject to change without notice. AC-138k (3/10) Page 4 of 5



AVA limited rubber vibration isolator

Model	Part number	Quantity isolator kits required	Kit contents
DQLA	0179-3326-02	1	10 isolators with mounting hardware
DQLB	0179-3326-01	1	12 isolators with mounting hardware



Americas

1400 73rd Avenue N.E.
 Minneapolis, MN 55432 USA
 Phone: 763 574 5000
 Fax: 763 574 5298

Europe, CIS, Middle East and Africa

Manston Park Columbus Ave.
 Manston Ramsgate
 Kent CT 12 5BF United Kingdom
 Phone 44 1843 255000
 Fax 44 1843 255902

Asia Pacific

10 Toh Guan Road #07-01
 TT International Tradepark
 Singapore 608838
 Phone 65 6417 2388
 Fax 65 6417 2399

Warning: Back feed to a utility system can cause electrocution and/or property damage. Do not connect generator sets to any building electrical system except through an approved device or after building main switch is open.

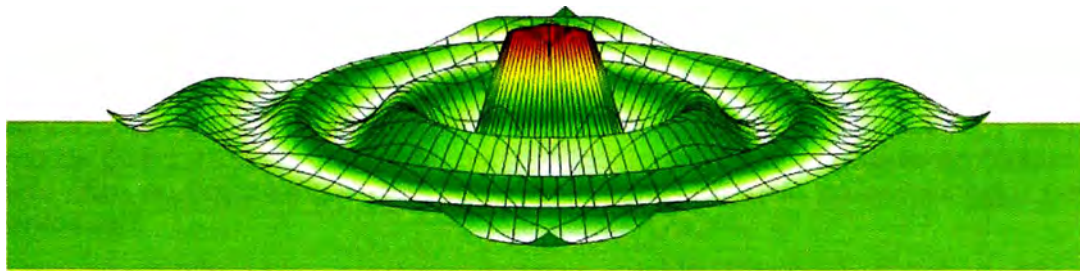
Warning: For professional use only. Must be installed by a qualified service technician. Improper installation presents hazards of electrical shock and improper operation, resulting in severe personal injury and/or property damage.

Our energy working for you.™

www.cumminspower.com

©2010 Cummins Power Generation Inc. All rights reserved. Cummins Power Generation and Cummins are registered trademarks of Cummins Inc. "Our energy working for you." is a trademark of Cummins Power Generation. Specifications are subject to change without notice. AC-138k (3/10) Page 5 of 5





TECNOLOGIAS ACUSTICAS

INGENIERIA EN CONTROL DE RUIDO Y VIBRACIONES **S.A.C.**

PRESUPUESTO : SALA GENERACION EDIFICIO NEXTEL DE PERU S.A,
1 x GE 1850 DQKC 60Hz; 70 dB(A) @1.5 m

PREPARADO PARA : MITSUI MAQUINARIAS PERU S.A.

ATENCION : FREDDY VALENZUELA

OFERTA TECNICA: Sala Insonorizada 1GE 1850 Kw, 70 dB(A) @1.5m.

1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE INSONORIZACION:

COMPONENTES DE LA INSONORIZACION:

• **Silenciadores Splitter de Inyecciones y Descarga de Aire Extra Atenuación:** Estos elementos son utilizados para disminuir las emisiones sonoras de la descarga de aire del encierro, pues permiten una correcta ventilación del equipo a la vez que atenúa el ruido. Los silenciadores splitter diseñados para este caso, cuentan con una caída de presión máxima de 60 Pa y son de utilización para aplicaciones donde se requieren atenuaciones de ruido altas en bajas frecuencias. Las atenuaciones de ruido proporcionadas por estos elementos son:

SPLITTER	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1K Hz	2K Hz	4K Hz	8K Hz
IL	15	28	45	47	55	55	55	44

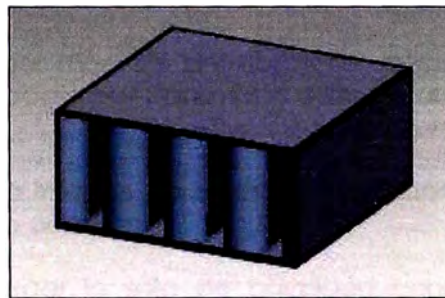


Ilustración 1.- Silenciador Splitter

• **Silenciador de escape:** El silenciador de escape ayuda a disminuir las emisiones de ruido a través de la salida de escape de gases del motor. Los silenciadores de escape son diseñados para satisfacer los requerimientos de caída de presión admisible en el escape. En este caso se requiere de un silenciador súper hospital, con aislamiento térmico.

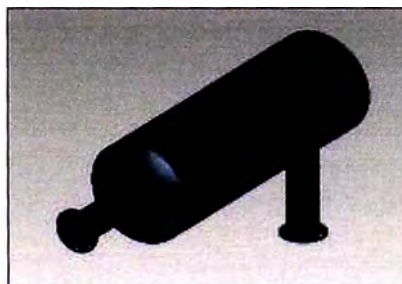


Ilustración 2.- Silenciador de Escape.

• **Puerta Acústica:** Puerta de acceso de alto rendimiento acústico, equipada con un eficiente sistema de sellos perimetrales y manilla heavy duty. Esta fabricada en acero carbono tratado con pintura anticorrosiva epóxica resistente a alta temperatura y remate



con pintura epóxica de terminación altamente resistente a la humedad y materiales aislantes y absorbentes en su interior.

2 Generalidades:

- Todos los materiales utilizados para el sistema de insonorización son ignífugos e incombustibles.
- Se consideraron las paredes y techo de hormigón. Se debe proveer de una losa que resista estructuralmente el anclaje de la estructura de silenciadores, considerando cargas sísmicas.
- Tecnologías Acústicas garantiza sus productos contra defectos de fabricación.
- Tecnologías Acústicas garantiza un nivel de ruido máximo de 70 dB(A) @ 1,5 m,
- Los generadores deben traer montaje antivibratorio eficiente de fábrica, Tecnologías Acústicas no se hace responsable por transmisión estructural desde la base del generador en este caso.
- Se entregara la obra junto a informe de mediciones realizadas con sonómetro calibrado Tipo 1, y memorias de cálculo acústico.
- El mandante deberá entregar la sala de hormigón con los adecuados vanos para silenciadores, para ello se entrega un anteproyecto a fin de realizar el diseño de arquitectura adecuado, por lo cual es parte integral de este presupuesto la Lamina asociada.

2.1.17 **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS DE 1800 kW (PRIME).**

2.1.17.1 **GENERALIDADES.**

La presente Especificación Técnica, se refiere a entregar las características que deberá poseer el grupo electrógeno fijo, y sus equipos asociados para uso como fuente de energía secundaria sea en caso de cortes y gestión de uso particular para la Edificación, como suministro al equipo central de aire acondicionado y los servicios generales.

Las condiciones ambientales normales del lugar, donde se instalarán los equipos son las siguientes:

- Humedad relativa 30% a 90%.
- Temperatura de 0° a 40°C.
- Presión barométrica de 89,9 kpa a una altitud de 1.000 m. sobre el nivel del mar.

2.1.17.2 **INTRODUCCION.**

El sistema de suministro eléctrico en CORRIENTE ALTERNA estará configurado de la siguiente manera:

- En forma normal las cargas en corriente alterna serán alimentados desde la red comercial.
- Al ocurrir una falla en la red comercial o se requiera realizar un ahorro tarifarlo el grupo electrógeno alimentará las cargas anteriores en forma automática y retransferirá en cuanto la red se normalice o la programación así lo estipule.

2.1.17.3 **VALORES REGLAMENTADOS.**

2.1.17.3.1 **Vibraciones.**

La distancia mínima de instalación entre el grupo electrógeno y cualquiera de los muros perimetrales será de 1m.

2.1.17.3.2 **Ruidos molestos.**

En el nivel sonoro emitido por el grupo electrógeno no sobrepasará los niveles exigidos en la normatividad vigente.

El motor deberá tener 2 silenciadores cuyo diámetro no deberá ser mayor a 80 cms. c/u, los cuales se instalarán en serie en el escape de los gases de modo de que ambos en conjunto produzcan una atenuación que en la salida del escape.

La Sala de máquinas será debidamente acondicionada para cumplir el máximo nivel de ruido, de acuerdo a normas vigentes.

2.1.17.3.3 **Contaminación ambiental.-**

La emisión máxima de contaminantes, producto de la combustión, a la atmósfera deberá ser tal que no supere en ningún punto los niveles de calidad de aire establecidos en las normas técnicas.

Contaminantes Valores

• Partículas en suspensión	0.15	mg/m ³
• Monóxido de Carbono (CO)	3	mg/m ³
• Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	0.1	mg/m ³
• Anhídrido sulfuroso (SO ₂)	0.07	mg/m ³
* • Oxidantes expresados como Ozono (O ₃)	0.03	mg/m ³
• Plomo (Pb)	0.001	g/m ³
• Polvo sedimentable partículas	1.0	mg/cm ²

* Promedio mensual.

El proveedor deberá indicar las emisiones de los gases de su equipo con los métodos establecidos correspondientes.

2.1.17.4 **CARACTERISTICAS GENERALES DEL GRUPO ELECTROGENO.-**

Salvo indicación en contrario será de aplicación la Norma NEC de los Estados Unidos de Norteamérica en su última edición.

2.1.17.4.1 **Equipamiento.-**

El sistema de suministro eléctrico deberá ser accionado por motor diesel. La conformación será:

- Motor Diesel
- Alternador
- Panel de Control Tanque diario y principal.
- Estanque de Combustible
- Cargador de Baterías externo
- Sistema de Remotización de Alarmas.

2.1.17.4.2 **Servicio.-**

El grupo electrógeno se proveerá para servicio permanente.

2.1.17.4.3 **Potencia.-**

La potencia PRIME será de 1800 kW. El grupo electrógeno deberá suministrar, en condiciones ambientales normales, según se indicaron anteriormente sin que se observen anomalías, la potencia medida en kW funcionando a velocidad y tensión nominales, con factor de potencia 0,8 inductivo.

Se preverá una sobrecarga del 10% durante 1 hora cada 12 horas de funcionamiento a régimen nominal.

2.1.17.4.4 **Velocidad – Velocidad Crítica.-**

La velocidad nominal será de 1800 rpm para los de 60 Hz.

Se deberá garantizar que, mediante el correspondiente diseño dinámico del grupo electrógeno y los controladores se logre que la velocidad nominal $\pm 1\%$.

Contará con un elemento sensor de sobrevelocidad.

Cuando la máquina supere el valor de sobrevelocidad ajustado, el dispositivo actuará produciendo en forma instantánea la parada del motor, mediante el cierre de la alimentación de combustible y el corte del encendido.

Este evento se señalizará en forma local y remota.

El dispositivo sensor deberá ser ajustable en forma continua, hasta un valor máximo del 20% sobre la velocidad nominal.

2.1.17.4.5 **Regulación.-**

El grupo electrógeno contará con un sistema de regulación electrónico. Este le permitirá funcionar, para los valores de potencia comprendidos hasta la nominal y con cargas no lineales, dentro de los siguientes parámetros:

A) Variación permanente de velocidad.-

Variación permanente de velocidad para una carga o descarga rápida del 100% de potencia nominal después de 3 seg. $\leq 1\%$

B) Tiempo de recuperación.-

Variación permanente de velocidad para una carga o descarga rápida del 100% de potencia nominal. $\leq 2,5$ seg.

2.1.17.4.6 **Acoplamiento Motor-Generador.-**

Contará con un acoplamiento directo semielástico, mediante discos metálicos flexibles, de resistencia mecánica adecuada para los esfuerzos a que serán sometidos.

La carcasa del alternador y el block del motor estarán unidos solidariamente.

El eje del generador tendrá un solo punto de apoyo en el extremo más alejado del acople (sistema monosoporte), montado en rodamiento de primera calidad.

Se deberá implementar un sistema, de manera tal que ante una eventual rotura del acoplamiento, evite la caída del eje del alternador y la consecuente avería de la máquina.

2.1.17.4.7 **Base de Montaje.-**

El grupo electrógeno estará montado en una base común, tipo patín o similar, construida en perfil de acero soldado, provista de dispositivos de izaje.

En conjunto, base de montaje, alternador y motor deberá estar unido galvánicamente, mediante cable flexible de cobre de sección mínima 50 mm². Estará provisto de un borne de conexión para la posterior instalación de puesta a Tierra.

2.1.17.4.8 **Características del Motor Diesel y sus Accesorios.-**

Salvo indicación en contrario será de aplicación la norma ISO 3046.

A) Tipo.-

El motor será alternativo, de combustión interna con ciclo de funcionamiento OTTO, de cuatro tiempos, de aspiración natural, original de fábrica para alimentación a combustible diesel.

B) Potencia.-

Se indicará la potencia continua neta al freno expresado en kW, posible de ser entregada por la máquina, funcionando continuamente entre intervalos normales de mantenimiento. Dicho intervalo no deberá ser inferior a 1000 h.

En caso de ser necesario correcciones de potencia, se deberán tener en cuenta las condiciones normales de operación, enunciadas en el Punto POTENCIA.

El valor de potencia del motor será suficiente para entregar la potencia eléctrica; según el Punto POTENCIA, accionar la totalidad de los consumos auxiliares necesarios para el funcionamiento, más un adicional de aproximadamente un 15%, a los efectos de la estabilidad del conjunto.

Esta potencia adicional no deberá ser confundida con la sobrecarga del 10% durante una hora.

2.1.17.4.9 **Sistema de Encendido.-**

El sistema de encendido será por medio de un motor de arranque de 3 veces la potencia en vacío (carga de pérdidas).

2.1.17.4.10 **Sistema de Refrigeración.-**

El sistema de refrigeración será por circulación forzada de agua. El radiador deberá ser montado sobre el conjunto.

Este sistema de refrigeración será por agua con radiador incorporado. Deberá ser para uso estacionario, presurizado con tapa termostática.

La disipación del calor, acumulado en el agua de refrigeración, será mediante un ventilador accionado por el mismo motor, con flujo de aire horizontal y sentido desde el motor hacia el radiador.

El circuito de refrigeración incorporará calentador eléctrico con control termostático para el arranque en caliente.

2.1.17.4.11 **Sistema de Lubricación.-**

El sistema de lubricación será del tipo forzado, mediante una bomba accionada por el mismo motor.

Contará también con un instrumento indicador de presión de aceite, el cual estará montado en el frente del tablero de comando y varilla de control de nivel de aceite mecánico.

La extracción del aceite será:

Por simple gravedad, donde sea factible y de fácil operación. En este caso deberá contar con una batea de capacidad y dimensiones adecuadas para contener posibles derrames de aceite y/o

combustible, así como para facilitar el desagote de aceite. La batea contará de asas para facilitar su movimiento.

Contará con un sistema de filtro de aceite, de fácil reposición o de extracción de los residuos sólidos.

El proveedor del equipo especificará el tipo y la cantidad de lubricante a utilizar, como así también el consumo en l/h o kg/h, operando a potencia y velocidad nominales.

2.1.17.4.12 **Consumo Específico de Combustible.-**

El fabricante deberá indicar el consumo específico de combustible diesel, correspondiente a los valores de 50%, 75% y 100% de la potencia nominal en m³/kWh.

2.1.17.4.13 **Sistema de Alimentación de Combustible.-**

Deberá de alimentarse a través del tanque diario capaz de mantener en funcionamiento del motor diesel a capacidad nominal y plena carga por 6 horas. Este estanque deberá poseer:

- Bombas de llenado eléctrica y manual. La bomba eléctrica debe ser accionada automáticamente por los niveles de petróleo y será alimentada con 380Vca.
- Sistemas indicadores de nivel y alarmas de alto y bajo combustible. Debe proveerse de contactos secos para cada una de estas alarmas al sistema de administración y monitoreo.

2.1.17.4.14 **Sistema de Escape de Gases.-**

El grupo electrógeno deberá contar con un sistema de escape de gases, que reúna los siguientes requisitos:

- Los conductos de escape serán de hierro forjado o acero, debiendo ser suficientemente resistentes como para soportar el tipo de servicio a que serán sometidos.
- Las dimensiones de los conductos de escape asegurarán una mínima contrapresión.
- Los silenciadores tendrán válvula de purga para eliminar el agua de condensación y sistemas de resorte amortiguadores para evitar la transmisión de vibraciones de los muros o cielo.
- Tendrá tramos de conductos flexibles, para aislar las vibraciones del grupo electrógeno, no transmitir el peso del ducto de escape de gases al motor y absorber dilataciones de origen térmico.
- Tendrá válvulas de drenaje a lo largo de su recorrido horizontal, cada 15 mts.
- La descarga de los gases será hasta el 1º Nivel, a través de ducto.

Cuando el conducto de escape atraviese una pared, deberá instalarse con pasamuros aislantes de temperatura y vibraciones.

La chimenea deberá cumplir a lo menos los siguientes requisitos:

- Salida a los cuatro vientos.

- Remate o boca de salida a una altura mínima de tres metros, con respecto al punto más elevado de la edificación propia o ajena contigua.
- Soportes antidilatación y para evitar transmisión de vibraciones.
- Opacidad del humo emitido, inferior al número uno de la escala de Ringelmann.

Se seguirán las especificaciones del ítem 2.1.17.3.4

El remate contará con una tapa protectora de lluvia y cuerpos extraños, de apertura por la presión de escape.

2.1.17.4.15 **Sistema de Arranque.-**

La puesta en marcha del motor será por medio de un motor eléctrico de potencia ya mencionado.

El mencionado motor de arranque, será accionado por una batería de acumuladores plomo-calcio, para a lo menos 10 años de vida útil y de libre mantenimiento.

La capacidad de la batería permitirá cinco intentos de arranque consecutivos como mínimo, con una duración de 10 segundos en cada intento y 60 segundos de descanso entre ellos, sin recargar la batería.

Cuando se encuentre en funcionamiento el grupo electrógeno, la carga de la batería se hará únicamente con el alternador incorporado en el grupo, con su correspondiente regulador de tensión electrónico.

Contará, además, con un cargador de baterías alimentado desde el tablero de control y maniobra con leds indicadores y display de tensión.

Dicho cargador será automático con ajuste de flotación por temperatura, de estado sólido, con régimen de flote, con limitación de corriente. Deberá poseer una protección contra inversión de polaridad y cortocircuito. Estos eventos serán debidamente señalizados.

Los valores de tensión y de limitación de corriente a ajustar, dependerán de la temperatura a la cual trabajará la batería. Se proveerá monitoreo exterior de la batería y su cargador. Se indicará la estrategia en este sentido.

La batería estará alojada al costado del grupo en una bandeja de perfil de acero, con tratamiento anticorrosivo, provista de una carpeta de goma resistente a los ácidos.

Dicha bandeja estará apoyada sobre un lugar libre de vibraciones y de fácil acceso, para el mantenimiento de la batería, con cable de sección tal, que produzca una caída de tensión menor o igual al 9% de la tensión nominal.

2.1.17.4.16 **Características del Generador Sincrónico.-**

Voltaje de Salida: será trifásico 380 Vca uno entre fases con neutro accesible en caja de conexiones.

Aislación del rotor, estator y excitatriz: clase H

Resistencia subtransitoria en eje directo, menor original al 8%

Rendimiento 95% o superior

Sobrecarga 10% por una hora

Porcentaje de distorsión de armónicos 3% o menor, con un consumo equivalente al 75% de su potencia nominal. Este consumo tendrá un contenido armónico de 60% de terceros armónicos y un 30% de quintas armónicas.

Alimentación de regulador con excitación separada (PMG), con ajustes de voltaje de salida de $\pm 5\%$ de la tensión nominal, sensor en las fases. El ajuste externo podrá bloquearse o tendrá ajuste digital mediante password.

2.1.17.4.17 Potencia del Alternador.-

Se indicará la potencia aparente nominal en los bornes en kVA, correspondiente a un servicio como el enunciado en el Punto POTENCIA.

El alternador deberá poder soportar un régimen de sobrecarga como el indicado.

2.1.17.4.18 Regulación de Voltaje.-

A) Variación estacionaria de tensión.-

Variación estacionaria de tensión para todas las cargas entre vacío y potencia nominal.	± 1%
---	------

B) Rango de ajuste de tensión.-

Rango de ajuste de tensión para todas las cargas entre vacío y potencia.	± 5%
--	------

C) Elevación de tensión transitoria.-

Elevación de tensión transitoria ante una descarga repentina de la potencia nominal.	≤ 20%
--	-------

D) Caída de tensión transitoria.-

Caída de tensión transitoria cuando es cargado en forma repentina al 50% de la corriente nominal, con tensión nominal y factor de potencia ≤ 0.4 inductivo.	≤ 15%
---	-------

E) Tiempo de restablecimiento de la tensión.-

Tiempo de restablecimiento de tensión ante un cambio repentino de la carga.	≤ 4 seg.
---	----------

F) Desbalance máximo de tensión.-

Desbalance máximo de tensión en condiciones de vacío.	≤ 1%
---	------

G) Desbalance admisible de corriente de carga.-

Desbalance admisible de corriente de carga, para todos los estados de carga. $\geq 10\%$

H) Distorsión de la forma de onda.-

Distorsión de la forma onda del valor instantáneo de las tensiones simples o compuestas, para variaciones individuales y/o simultáneas de los siguientes parámetros. $\leq 3\%$
0, 0.6, 1 1.1In y con el $\text{Cos } \emptyset = 0.8$

I) Reactancia subtransitoria.-

Reactancia subtransitoria no saturada (medida según Norma IRAM 2153 NIO). $\leq 10\%$

2.1.17.4.19 **Frecuencia.-**

La frecuencia nominal correspondiente a la velocidad sincrónica nominal, será de 60 Hz .

2.1.17.4.20 **Factor de Potencia.-**

El factor de potencia nominal será: $\text{Cos } (\phi) = 0,8$ inductivo.

2.1.17.4.21 **Rendimiento.-**

Se deberá indicar el rendimiento, con factor de potencia 0,8 y 1 para el 100%, 75% y 50% de la potencia nominal.

2.1.17.4.22 **Corriente de Sobrecarga.-**

El generador deberá soportar, durante 15 segundos, una carga del 150% de la corriente nominal, manteniéndose la tensión lo más próxima posible a la nominal, siempre que la potencia de la máquina impulsora lo permita.

2.1.17.4.23 **Excitación.-**

La excitación será estática, autoexcitada (sistema Brushless).

El alternador deberá contar con un regulador de voltaje, apto para el uso con cargas no lineales causadas, en la mayoría de los casos, por rectificadores tiristorizados.

Para los fines del diseño se considerará la carga no lineal en, el 60% de la carga crítica.

En todos los estados y/o tipos de carga, no deberán aparecer armónicas superiores que puedan afectar, o interferir sobre los circuitos de mando, control y/o de comunicaciones.

Se deberá tener en cuenta el factor armónico telefónico (FAT):
Factor Armónico Telefónico (FAT) < 5%

2.1.17.4.24 **Calefacción Auxiliar.-**

El generador están agrupados con calefactores que eviten daños técnicos al asumir las cargas de inmediata luego del arranque.

2.1.17.4.25 **Grado de Protección Mecánica.-**

Para el grado de protección contra contactos y cuerpos extraños, será de aplicación la Norma IEC 947/1 Anexo C.

- Para el alternador se tomará como mínimo IP 2L2.
- Para la caja de borneras será como mínimo IP 44.

2.1.17.4.26 **Sistema de Ventilación.-**

En general, si no se indica lo contrario, será autoventilado mediante ventilador montado sobre el eje del rotor, que aspire el aire desde el extremo del generador opuesto al acople.

2.1.17.4.27 **Bobinado.-**

El anclaje de las cabezas de bobina deberá estar realizado de forma tal, de permitir sobrevelocidades de hasta el 150% de la nominal.

2.1.17.4.28 **Protecciones de Operación.-**

El alternador deberá estar protegido de cortocircuitos y sobrecorrientes.

La protección será del tipo electrónica y permitirá proteger adecuadamente el alternador. Será reajutable en sobrecarga para tiempo corto, tiempo largo entre 2 y 7,5 veces Inom y cortocircuito entre 3,5 y 10 veces Inom.

Se proveerá protección por alto y bajo voltaje en el alternador, así como por alta y baja frecuencia, a fin de garantizar la calidad de la potencia de salida. El rango de operación será ajustable.

Se proveerá protección contra falla en la sincronización y protección por flujo de potencia inversa.

La protección del alternador deberá contar con terminales por borne a presión y salida, para recibir cables de sección indicada en los planos.

2.1.17.4.29 **Mediciones.-**

Se exigirá mínimo las siguientes mediciones a través de un dispositivo digital para la red comercial y el grupo electrógeno:

- Tensiones entre fases y fase neutro
- Corriente por fase
- Frecuencia
- Tensión y corriente C.C de salida del rectificador – cargador de batería.
- Potencias (KVA, KW, KWh)

Para realizar las medidas anteriores se deberá contar con un dispositivo digital, que provea una precisión mínima del 1%.

2.1.17.5 **SECUENCIA DE OPERACIÓN.-**

Al verificarse falla por tensión o frecuencia en la red normal fuera del rango establecido, arrancará el Grupo Electrónico, una vez tome la velocidad preestablecida y las condiciones eléctricas sean normales Los Tableros de Transferencia cambiarán la posición de la alimentación al Sistema de Emergencia.

Deberá tener un sistema de comando que permita la operación automática, manual y prueba, o dejar al equipo desconectado.

En condición de prueba se podrá realizar la partida y parada del grupo con todas las temporizaciones con y sin carga, sin que ello signifique accionar las señalizaciones de falla.

Estando en condición de funcionamiento automático, sin una orden de partida y con la red comercial normal, el comando será tal que las cargas estarán conectadas a la red comercial.

Estando en condición de funcionamiento automático y la red comercial anormal, el sistema será capaz de realizar lo siguiente:

- Ordenar la partida del grupo con un retardo ajustable entre 0 y 30 segundos.
- Efectuar hasta 3 intentos de partida. En el caso que ninguno de los intentos de partida sea exitoso, el sistema será desconectado del grupo que falle, efectuando la señalización alarma correspondiente de Overcrank (se eliminarán los intentos siguientes en caso de falla). Lo anterior no debe inhibir la posibilidad de partida manual.
- Inmediatamente después de la partida del grupo, el sistema de arranque será desconectado automáticamente.
- Las cargas serán conectadas al grupo una vez que éste haya alcanzado sus características de régimen permanente, después de un retardo ajustable entre 2 y 30 segundos.
- Estando el grupo en marcha, en condición de funcionamiento automático, el sistema de detección de fallas deberá desconectarlo automáticamente, ordenando su inmediata detención, al sobrepasar los límites de tensión de $\pm 10\%$, baja tensión de una fase, tensión de secuencia cero (homopolar), orden de rotación de fases, sobrecargas admisibles (en este caso con retardo) y al existir en el motor sobretemperaturas, baja en la presión de aceite bajo nivel de refrigerante o corte de correa de ventilación.

Estando los grupos en marcha, en condición de funcionamiento automático, al retornar las condiciones de normalidad en la red comercial, o el temporizador haber terminado su tiempo programado, deberá:

- Ser accionado otro temporizador, ajustable entre 0 y 15 minutos a fin de traspasar las cargas a la red comercial con el ajuste de tiempo requerido.

- Traspasar las cargas automáticamente a la red comercial transcurrido el tiempo ajustado del ítem anterior.
- Reiniciar el proceso de temporización en el caso que se tenga una anomalía transitoria de la red comercial.
- Después de haber traspasado las cargas a la red comercial, los grupos permanecerán funcionando en vacío, entre 0 y 15 minutos o más si el fabricante así lo recomienda.
- Anular las órdenes de detención a los grupos electrógenos si sucede que al ser accionado el temporizador indicadas retornan las anomalías de la red comercial. En este caso la carga se transferirá al grupo.

2.1.17.6 **MEDICIONES Y ALARMAS.-**

El grupo electrógeno deberá incorporar las siguientes facilidades para su gestión de mantención y alarmas.

2.1.17.6.1 **Alarmas e Indicaciones ON/OFF.-**

El set generador debe señalar mediante led o sistemas digitales alarmas locales y contactos libres de potencial, normalmente cerrado (NC) o contacto de cambio (C), alarmas remotas según sea el caso, a lo menos las siguientes alarmas o indicaciones. Estos contactos estarán disponibles en una bornera debidamente identificada en el panel de control del grupo electrógeno:

Alarmas o Indicaciones / Acción Contacto	Tipo de Temporizado /		
1. Red normal	C	5 seg.	AR
2. Corte de Red	NC	5 seg.	AR
. Sobre tensión	C	5 seg.	AL
. Baja tensión o Nula		5 seg.	AL
. Sobre Frecuencia		5 seg.	AL
. Baja Frecuencia		5 seg.	AL
3. Grupo en funcionamiento	NC	5 seg.	AR
4. Grupo fuera de servicio	NC	No	AR
5. Falla de Grupo	NC	5 seg.	AL
. Sobre Tensión	C	5 seg.	AL
. Baja tensión o Nula	C	5 seg.	AL
. Sobre Frecuencia		5 seg.	AL
. Sobrevelocidad	C	5 seg.	AL
6. Baja Temperatura	NC	10 min.	AR
7. Baja presión aceite	NC	5 seg.	AR
8. Bajo nivel de refrigerante	NC	5 seg.	AR
9. Sobre temperatura	NC	5 seg.	AR
10. Falla en la partida	NC	10 seg.	AR
11. Bajo nivel de petróleo	NC	10 seg.	AR
12. Pre-falla de presión y temperatura	NC	5 seg.	AR
13. Falla cargador de batería	NC	10	seg.
AR			
14. Falla urgente (Resume puntos 4-5-7-8-9-10-11)	NC	5 seg.	
AR			
15. Falla no urgente (Resume puntos 2-6-12-13)	NC	10 seg.	AR

Capacidad mínima de los contactos será de 5 A para 220 VCA, y producirá la condición indicada al producirse la alarma o indicación.

C = Contacto de cambio.
NC = Contacto Norma cerrado.
AL = Alarma local.
AP = Activa parada.
AR = Alarma remota.

2.1.17.6.2 **Puntos de Medida.-**

El grupo electrógeno dispondrá de bornes portafusibles seccionables, en los cuales se encontrarán disponibles los siguientes puntos de medición:

- Tensión alterna entre fases.
- Corriente alterna de cada fase del consumo en el conmutador de transferencia. Para ello se utilizarán transformadores de corriente con secundario normalizado de 5 A, clase 1% y burden mayor o igual a 5 VA, los cuales cerrarán el circuito secundario a través de un shunt de 5A/50mV, clase 1%. Estos puntos serán para uso exclusivo del sistema de gestión.
- Tensión y corriente continua de la batería de partida. La señal de corriente será medida a través de un shunt de 60 mV a plena escala.