

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

### **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE CABINA AISLANTE SONORA PARA UN GRUPO ELECTRÓGENO DE 7 kW DE POTENCIA.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
MECÁNICO**

**DAVID FERNANDO OÑA OÑA**

**dfoo788@hotmail.com**

**GEOVANNA ELIZABETH TINITANA BAYAS**

**elitatiba@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING. JAIME VARGAS**

**jaime.vargas@epn.edu.ec**

**Quito, Junio 2011**

## DECLARACIÓN

Nosotros DAVID FERNANDO OÑA OÑA Y GEOVANNA ELIZABETH TINITANA BAYAS, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí presentado es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación personal, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual; por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

David Fernando Oña Oña

---

Geovanna Elizabeth Tinitana Bayas

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que bajo nuestra supervisión el presente proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico fue desarrollado por DAVID FERNANDO OÑA OÑA Y GEOVANNA ELIZABETH TINITANA BAYAS.

---

Ing. Jaime Vargas

DIRECTOR DEL PROYECTO

---

Ing. Washington Altuna

Colaborador

---

Ing. Jorge Escobar

Colaborador

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por llenarme de bendiciones y darme una familia que siempre me ha apoyado y guiado a lo largo de mi vida.

A los profesores y profesionales de la Escuela Politécnica Nacional: Ing. W Altuna, Ing. J. Escobar e Ing. J Vargas, quienes me han dado oportunidades invaluableles en mi formación profesional; a mi compañero de tesis y gran amigo David.

A Xavi Landeta, Cris Nieto por su apoyo en los primeros años de mi carrera.

A mis abuelitos, primos, primas, tíos y tías por todo el cariño que me han brindado.

Geovanna Elizabeth T.

Agradezco a Dios por las oportunidades: la salud y la vida que Él me brinda.

A todas las personas que me apoyaron durante este tiempo en mi preparación profesional, especialmente a mis padres por su apoyo incondicional en mis decisiones, a mis hermanos, tíos y abuelitos, pilar fundamental en mi desarrollo.

A todos los profesores y compañeros con quienes compartí aulas en su debido tiempo, por su paciencia y amistad.

A mis amigos y amigas incondicionales Daniel Pérez, Daniel Ponce, Luis Capilla y Geovanna Tinitana quienes hicieron mejores días en la universidad.

David Oña.

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi abuelita: Teresita, quien aunque no está conmigo vivirá en mi corazón por siempre.

También a mis padres: Joel y Janeth, porque siempre me han apoyado, este logro no es solo mío sino también suyo, porque sin ustedes mi vida no tendría el mismo sentido.

A mis hermanos: Raisi y Alex, porque son el regalo más grande que mis padres me pudieron haber dado.

Geovanna Elizabeth T.

Dedico esta tesis a mis abuelitos Carlos y Luis que pese a no estar conmigo dejaron enseñanzas muy valiosas en mi persona que me ayudan cada día.

A mis padres por darme una carrera para mi futuro, por creer en mí y brindarme todo su apoyo.

A todas las personas que me guiaron en este proyecto y pusieron su grano de arena para que se hiciera posible.

David Oña.

## CONTENIDO

DECLARACIÓN .....	ii
CERTIFICACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xx
RESUMEN .....	xxi
PRESENTACIÓN .....	xxii
CAPÍTULO 1 .....	1
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	1
1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	1
1.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	1
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	1
1.2 SONIDO.....	1
1.2.1 DEFINICIÓN.....	1
1.2.2 PRODUCCIÓN DE UNA ONDA SONORA.....	2
1.2.3 PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL ESPACIO LIBRE .....	2
1.2.4 LA VELOCIDAD DEL SONIDO.....	4

1.2.5	NIVEL DE PRESIÓN SONORA.....	4
1.3	GRUPOS ELECTRÓGENOS.....	8
1.3.1	DEFINICIÓN.....	8
1.3.2	MOTOR.....	9
1.3.3	CLASIFICACIÓN.....	11
1.3.4	EMISIONES ACÚSTICAS EN LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS.....	13
1.4	CABINA AISLANTE SONORA.....	15
1.4.1	DEFINICIÓN.....	15
1.4.2	MATERIALES AISLANTES SONOROS.....	17
1.4.3	TIPOS DE CABINAS.....	18
1.5	NORMATIVA MUNICIPAL VIGENTE EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.....	19
	CAPÍTULO 2.....	21
	PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	21
2.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	21
2.2	ESTUDIO DE CAMPO.....	21
2.3	DIMENSIONES GENERALES DEL GRUPO ELECTRÓGENO.....	23
2.4	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	23
2.5	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.....	24
2.5.1	ALTERNATIVA A.....	24
2.5.2	ALTERNATIVA B.....	26
2.6	SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	27

2.6.1	FACTORES PARA LA EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	27
2.6.2	SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA .....	28
2.7	PROTOCOLO DE PRUEBAS .....	33
2.7.1	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO .....	33
2.7.2	PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE RUIDO .....	33
CAPÍTULO 3 .....		35
DISEÑO DEL PROTOTIPO.....		35
3.1	ANÁLISIS DEL DISEÑO DE LA MÁQUINA .....	35
3.1.1	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LA ESTRUCTURA.....	35
3.1.2	DIMENSIONES GENERALES.....	35
3.1.3	SELECCIÓN DEL MATERIAL .....	35
3.1.4	GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA .....	36
3.2	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.....	36
3.3	DISEÑO DE LOS ESQUINEROS.....	39
3.4	DISEÑO DE LA CHAPA METÁLICA.....	44
3.4.1	DESARROLLO PARA LA PLANCHA TOL DE E = 1.4 MM DE ESPESOR .....	44
3.5	DISEÑO DE LA PUERTA FRONTAL.....	47
3.6	DISEÑO DE LA ENTRADA DE AIRE.....	48
3.6.1	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LA ENTRADA .....	48
3.7	DISEÑO DEL SOPORTE DE LA ENTRADA DE AIRE .....	50
3.8	DISEÑO DE LA PUERTA DE ACCESO A TOMAS .....	52

	IX
3.9	DISEÑO DE LA TAPA DE MANTENIMIENTO..... 53
3.10	DISEÑO DE LA TAPA POSTERIOR..... 55
3.11	DISEÑO DE DINTELES ..... 56
3.12	DISEÑO DEL TECHO ..... 60
3.13	DISEÑO DE LA SALIDA DE AIRE ..... 61
3.14	DISEÑO DE LA ENTRADA DE CABLES ..... 62
3.15	SELECCIÓN DE BISAGRAS ..... 65
3.16	DISEÑO Y SELECCIÓN DE PERNOS ..... 68
3.17	SELECCIÓN DEL AISLANTE SONORO ..... 71
	CAPÍTULO 4 ..... 74
	CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO ..... 74
4.1	CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE CABINA AISLANTE ..... SONORA..... 74
4.1.1	REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN..... 75
4.2	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO..... 84
4.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS..... 88
	CAPÍTULO 5 ..... 89
	COSTOS ..... 89
5.1	ANÁLISIS DE COSTOS ..... 89
5.1.1	ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS..... 90
5.1.2	ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS ..... 93
5.1.3	COSTO TOTAL DEL PROTOTIPO ..... 96

	X
CAPÍTULO 6 .....	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	97
6.1 CONCLUSIONES.....	97
6.2 RECOMENDACIONES .....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	99
ANEXO I. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERADOR.....	101
ANEXO II. FORMATO PARA PRUEBAS DE CAMPO .....	104
ANEXO III. CATÁLOGOS DE MATERIALES USADOS.....	108
ANEXO IV. COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE VARIOS MATERIALES EN FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA .....	116
ANEXO V. COTIZACIONES.....	120
ANEXO VI. NORMATIVA AMBIENTAL RESOLUCIÓN 00002-DMA-2008, PÁG. 14. ....	127
ANEXO VII. COSTO DE UNA CABINA IMPORTADA.....	129
ANEXO VIII. HOJAS DE PROCESO.....	131
ANEXO IX. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CAMPO .....	151
ANEXO X. PLANOS DE TALLER Y MONTAJE .....	158

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nº 1.1 NIVELES DE PRESIÓN SONORAS DEPENDIENDO DE LA FUENTE.....	6
TABLA Nº 1.2 TIEMPO DE EXPOSICIÓN DE UNA PERSONA DEPENDIENDO DEL NIVEL SONORO DE LA FUENTE.....	7
TABLA Nº 1.3 NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS DE RUIDO PARA FUENTES FIJAS.....	19
TABLA Nº 2.1 CODIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	27
TABLA Nº 2.2 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DE CADA CRITERIO.....	28
TABLA Nº 2.3 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CRITERIO “DIMENSIONES” .....	29
TABLA Nº 2.4 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CRITERIO “FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN” .....	29
TABLA Nº 2.5 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CRITERIO “TIPO DE AISLANTE” .....	30
TABLA Nº 2.6 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CRITERIO “PESO” .....	30
TABLA Nº 2.7 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CRITERIO “COSTO” .....	31
TABLA Nº 2.8 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CRITERIO “FACILIDAD DE MONTAJE” .....	31
TABLA Nº 2.9 EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CRITERIO “MANTENIMIENTO” .....	32
TABLA Nº 2.10 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	32

	XII
TABLA N°3.1 TABLA DE CÁLCULO DE MOMENTO DE INERCIA.....	41
TABLA N° 4.1 TIPO Y CODIFICACIÓN DE MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS.....	75
TABLA N° 4.2 LISTADO DE MATERIA PRIMA.....	76
TABLA N° 4.3 LISTADO DE PIEZAS A CONSTRUIR.....	77
TABLA N° 4.4 LISTADO DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.....	78
TABLA N° 4.5 SIMBOLOGÍA DE DIAGRAMA DE FLUJO.....	79
TABLA N° 5.1 COSTOS DE MATERIA PRIMA.....	90
TABLA N° 5.2 COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.....	91
TABLA N° 5.3 COSTOS DE MAQUINADO.....	92
TABLA N° 5.4 COSTOS DE MONTAJE.....	92
TABLA N° 5.5 COSTOS DIRECTO TOTAL.....	93
TABLA N° 5.6 COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS.....	94
TABLA N° 5.7 COSTOS DE INGENIERÍA.....	94
TABLA N° 5.8 COSTOS DE IMPREVISTOS.....	95
TABLA N° 5.9 COSTOS INDIRECTO TOTAL.....	95
TABLA N° 5.10 COSTOS TOTAL DE LA MÁQUINA.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1.1 EJEMPLO DE PROPAGACIÓN ESFÉRICA EN EL ESPACIO LIBRE.....	4
FIGURA N° 1.2 GRUPO ELECTRÓGENO A DIESEL.....	9
FIGURA N° 1.3 GRUPO ELECTRÓGENO MERCEDES-BENZ A GAS.....	11
FIGURA N° 1.4 GRUPO ELECTRÓGENO HONDA CON MOTOR A GASOLINA.....	11
FIGURA N° 1.5 GRUPO ELECTRÓGENO CON MOTOR A DIESEL.....	12
FIGURA N° 1.6 GRUPO ELECTRÓGENO ESTACIONARIO.....	12
FIGURA N° 1.7 GRUPO ELECTRÓGENO MÓVIL.....	12
FIGURA N° 1.8 FIGURA COMPARATIVA DE EMISIONES.....	15
FIGURA N° 1.9 ESQUEMA DE UNA CABINA AISLANTE SONORA. ....	16
FIGURA 2.1 ESTUDIO DE CAMPO. ....	22
FIGURA 2.2 DIMENSIONES DEL GRUPO ELECTRÓGENO. ....	23
FIGURA N° 2.3 ALTERNATIVA A.....	25
FIGURA N° 2.4 ALTERNATIVA B.....	26
FIGURA N° 3.1: RESULTADOS ANÁLISIS DE ESFUERZOS DESPLAZAMIENTO.....	38
FIGURA N° 3.2: RESULTADOS ANÁLISIS DE ESFUERZOS, FACTOR DE SEGURIDAD.....	38

FIGURA N° 3.3: PERFIL DE ESQUINERO ANALIZADO MEDIANTE AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL 2011. ....	31
FIGURA N° 3.4: ISOMETRÍA Y DESARROLLO DE ESQUINERO FRONTAL DERECHO.....	42
FIGURA N° 3.5: ISOMETRÍA Y DESARROLLO DE ESQUINERO FRONTAL IZQUIERDO.....	43
FIGURA N° 3.6: ISOMETRÍA Y DESARROLLO DE ESQUINERO POSTERIOR DERECHO.....	43
FIGURA N° 3.7: ISOMETRÍA Y DESARROLLO DE ESQUINERO POSTERIOR IZQUIERDO.....	44
FIGURA N° 3.8: MUESTRA DE CHAPA METÁLICA DE E=1.4MM.....	45
FIGURA N° 3.9: MUESTRA DE CHAPA METÁLICA DOBLADA.....	45
FIGURA N° 3.10: CHAPA METÁLICA DOBLADA.....	46
FIGURA N° 3.11: ISOMÉTRICA PUERTA FRONTAL.....	47
FIGURA N° 3.12: DESARROLLO PUERTA FRONTAL.....	48
FIGURA N° 3.13: REDUCCIÓN DE RUIDO AL HACER QUE EL AIRE DEL GRUPO ELECTRÓGENO QUE ENTRA Y SALE GIRE 90 GRADOS.....	49
FIGURA N° 3.14: ISOMÉTRICA ENTRADA AIRE.....	49
FIGURA N° 3.15: DESARROLLO ENTRADA AIRE.....	50

FIGURA N° 3.16: ISOMÉTRICA SOPORTE ENTRADA AIRE Y ENTRADA AIRE.....	51
FIGURA N° 3.17: ISOMÉTRICA SOPORTE ENTRADA AIRE, ENTRADA AIRE Y PUERTA FRONTAL.....	51
FIGURA N° 3.18: ISOMÉTRICA PUERTA ACCESO TOMAS.....	52
FIGURA N° 3.19: DESARROLLO PUERTA ACCESO TOMAS.....	53
FIGURA N° 3.20: ISOMÉTRICA TAPA MANTENIMIENTO.....	54
FIGURA N° 3.21: DESARROLLO TAPA MANTENIMIENTO.....	54
FIGURA N° 3.22: ISOMÉTRICA TAPA POSTERIOR.....	55
FIGURA N° 3.23: DESARROLLO TAPA POSTERIOR.....	56
FIGURA N° 3.24: ISOMÉTRICA Y DESARROLLO DINTEL FRONTAL.....	57
FIGURA N° 3.25: ISOMÉTRICA Y DESARROLLO DINTEL PUERTA ACCESO TOMAS.....	58
FIGURA N° 3.26: ISOMÉTRICA Y DESARROLLO DINTEL TAPA MANTENIMIENTO.....	58
FIGURA N° 3.27: ISOMÉTRICA PARTE ESTRUCTURAL DE LA CABINA AISLANTE SONORA.....	59
FIGURA N° 3.28: ISOMÉTRICA TECHO DE LA CABINA AISLANTE SONORA.....	60

FIGURA N° 3.29: DESARROLLO TECHO DE LA CABINA AISLANTE SONORA. ....	61
FIGURA N° 3.30: TOMAS DE ENERGÍA DEL GENERADOR.....	63
FIGURA N° 3.31: ENCHUFE DE SEGURIDAD.....	64
FIGURA N° 3.32: ISOMÉTRICA CABINA CON ENTRADA CABLES.....	65
FIGURA N° 3.33: BISAGRA TIPO PIANO.....	66
FIGURA N° 3.34: FACTOR DE SEGURIDAD PUERTA FRONTAL COMPLETAMENTE CERRADA.....	67
FIGURA N° 3.35: FACTOR DE SEGURIDAD PUERTA FRONTAL COMPLETAMENTE ABIERTA.....	68
FIGURA N° 3.36: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PARA PUERTA DE MANTENIMIENTO.....	69
FIGURA N° 3.37: CALCULO DE PERNOS MEDIANTE INVENTOR PROFESSIONAL 2011.....	70
FIGURA N° 3.38: MECANISMOS QUE EXISTEN PARA ABSORBER EL SONIDO. A) PERDIDA VISCOSA DE ENERGÍA EN EL AIRE. B) FRICCIÓN MECÁNICA PRODUCIDA POR EL ROCE DE FIBRAS. ....	71
FIGURA N° 3.39 COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE ABSORVEDORES ACÚSTICOS.....	72
FIGURA N° 3.40: PERFIL MATERIAL AISLANTE SONORO (DIMENSIONES EN MM). ....	73

FIGURA N° 4.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE PIEZAS DE LA CABINA.....	80
FIGURA N° 4.2 CORTE DE LA PUERTA DE MANTENIMIENTO.....	81
FIGURA N° 4.3 CORTE DEL ESQUINERO POSTERIOR.....	81
FIGURA N° 4.4 DOBLADO DE TAPA POSTERIOR.....	82
FIGURA N° 4.5 DOBLADO DE ESQUINERO FRONTAL.....	82
FIGURA N° 4.6 CONTROL DIMENSIONAL DEL DINTEL POSTERIOR.....	83
FIGURA N° 4.7 MONTAJE DE ESQUINEROS Y DINTELES.....	83
FIGURA N° 4.8 COLOCACIÓN MATERIAL AISLANTE.....	84
FIGURA N° 4.8 PRUEBAS DE CAMPO REALIZADAS CON EL DIRECTOR DEL PROYECTO.....	85
FIGURA N° 4.10 PRUEBA DE CAMPO REALIZADAS CON EL DIRECTOR DEL PROYECTO.....	85
FIGURA N° 4.11 INSTALACIÓN DE CABINA.....	86
FIGURA N° 4.12 INSTALACIÓN DE CABINA.....	86
FIGURA N° 4.13 INSTALACIÓN DE CABINA.....	87
FIGURA N° 4.14 CABINA INSTALADA EN GRUPO ELECTRÓGENO.....	87

**ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO I. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERADOR.....	121
ANEXO II. CATÁLOGOS DE MATERIALES USADOS.....	124
ANEXO III. COTIZACIONES.....	132
ANEXO IV. NORMATIVA AMBIENTAL RESOLUCIÓN 00002-DMA-2008, PÁG. 14.....	139
ANEXO V. COSTO DE UNA CABINA IMPORTADA.....	141
ANEXO VI. HOJAS DE PROCESO.....	143
ANEXO VII. PLANOS DE TALLER Y MONTAJE .....	163

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación surge de la necesidad de atenuar el ruido emitido por grupos electrógenos en funcionamiento; también debe cumplir con los requerimientos propuestos en la Normativa Ambiental de Control de Ruido, además de proporcionar un modelo base para el diseño de sistemas aislantes sonoros.

Por tales razones se decide diseñar un prototipo de cabina aislante sonora que permita el funcionamiento de los grupos electrógenos dentro de los parámetros establecidos por la ley.

El primer capítulo se enfoca al estudio del sonido y se complementa con la descripción y clasificación de las cabinas insonoras.

En el segundo capítulo se plantean las posibles alternativas de diseño para el prototipo, así como sus parámetros y limitaciones de diseño y la selección del modelo más viable.

El tercer capítulo incluye el diseño del prototipo, esto es, cálculos, selección y diseño y selección de elementos normalizados y no normalizados.

El cuarto capítulo consiste en el respectivo proceso de construcción de la cabina con sus respectivas hojas de procesos y planos de montaje.

El quinto capítulo constituye un análisis de costos, mismo que incluye precios de mecanizado, diseño y materiales, a fin de estimar el valor total del prototipo.

El último, sexto capítulo, presenta las conclusiones y recomendaciones generadas luego de la construcción de este equipo que deben ser tomadas en cuenta para la elaboración de futuros modelos de cabinas aislantes sonoras.

## **PRESENTACIÓN**

El presente proyecto de titulación abarca el diseño y construcción de una cabina aislante sonora para el uso con grupos electrógenos.

En la actualidad la generación de energía es fundamental en diferentes sistemas; además ciertos problemas de accesibilidad hacen que el uso de grupos electrógenos sea muy aplicado. La problemática de la contaminación sonora viene conjuntamente con el uso de estos sistemas, siendo este problema el enfoque de análisis del presente Proyecto de Titulación.

En el desarrollo de este proyecto se plantean varias alternativas para su diseño, de acuerdo a los requerimientos funcionales del sistema; a esto sigue la selección de la posible alternativa del prototipo.

El diseño de la cabina contempla un levantamiento del grupo electrógeno a aislar, para ubicar y dimensionar los elementos y parámetros mecánicos necesarios.

Este equipo permite el funcionamiento del grupo electrógeno dentro de los niveles de ruido permisibles.

# CAPÍTULO 1

## FUNDAMENTO TEÓRICO

### 1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

#### 1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un prototipo de cabina aislante sonora para un grupo electrógeno de 7 kw de potencia.

#### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Vincular a la Universidad con la problemática ambiental, en el desarrollo de nuevos sistemas.
- Obtener un prototipo de cabina aislante que luego se pueda adaptar a otros grupos electrógenos de varias potencias.
- Conseguir el funcionamiento del grupo electrógeno dentro de los límites sonoros permisibles por la ley ambiental vigente.
- Obtener un prototipo utilizando ingeniería de detalle, que constituya una opción razonable para reemplazar los modelos artesanales actualmente fabricados en el país.

### 1.2 SONIDO

#### 1.2.1 DEFINICIÓN<sup>1</sup>

El sonido es una perturbación que se propaga en los medios materiales (gases, líquidos y sólidos) y que nuestro sentido del oído puede percibir. Por tanto, no se propaga en el vacío. También se pueden entender como oscilaciones de la

---

<sup>1</sup> [http://newton.cnice.mec.es/materiales\\_didacticos/el\\_sonido/index.htm](http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/el_sonido/index.htm)

presión del aire, que son convertidas en ondas mecánicas en el oído humano y percibidas por el cerebro.

Para que se genere un sonido es necesario que vibre alguna fuente. Las vibraciones pueden ser transmitidas a través de diversos medios elásticos, entre los más comunes se encuentran el aire y el agua.

### **1.2.2 PRODUCCIÓN DE UNA ONDA SONORA<sup>2</sup>**

El sonido es una onda mecánica longitudinal que se propaga a través de un medio elástico.

Dos cosas deben existir para producir una onda sonora:

- (a) Una fuente de vibración mecánica.
- (b) Un medio elástico donde pueda viajar la perturbación.

---

<sup>2</sup><http://www.cecyl15.ipn.mx/polilibros/fisica/fisica%20B/Acustica/Producci%C2%BE%20de%20una%20onda%20sonora.htm>

### 1.2.3 PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL ESPACIO LIBRE<sup>3</sup>

Cuando una fuente sonora situada en un recinto cerrado es activada, genera una onda sonora que se propaga en todas las direcciones. Un oyente ubicado en un punto cualquiera del mismo recibe dos tipos de sonido: el denominado sonido directo, es decir, aquél que le llega directamente desde la fuente sin ningún tipo de interferencia, y el sonido indirecto o reflejado originado como consecuencia de las diferentes reflexiones que sufre la onda sonora al incidir sobre las superficies límite del recinto.

En primer lugar, se considera una fuente sonora omnidireccional, es decir, una fuente que radia energía de manera uniforme en todas las direcciones (factor de directividad  $Q=1$ ).

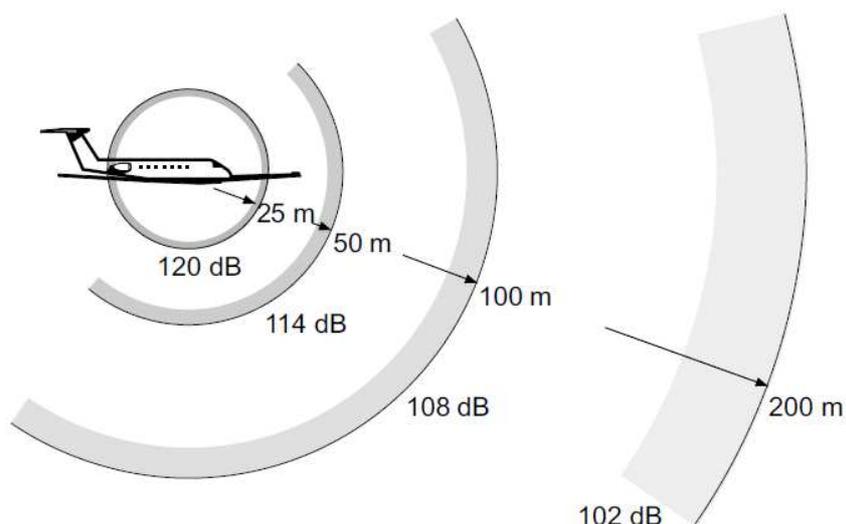
El hecho de que la radiación sea uniforme implica que a una distancia cualquiera de la fuente, el nivel de presión sonora NPS será siempre el mismo, con independencia de la dirección de propagación considerada. Es la llamada propagación esférica.

A medida que uno se aleja de la fuente, la energía sonora se reparte sobre una esfera cada vez mayor, por lo que el nivel NPS en cada punto va disminuyendo progresivamente. En concreto, la disminución del mismo es de 6 dB cada vez que se dobla la distancia a la fuente. Es la denominada ley cuadrática inversa y significa que el valor de la presión sonora se reduce a la mitad.

En la Figura N° 1.1 se muestra la mencionada disminución del nivel NPS con la distancia en el caso de que la fuente sonora sea un avión.

---

<sup>3</sup> ALVARENGA, B; "Física General", México, Editorial Harla, 3ra edición, Página: 581



**Figura Nº 1.1** Ejemplo de propagación esférica en el espacio libre.

**Fuente:** CARRIÓN A.; "Diseño acústico espacios arquitectónicos"; Barcelona; 1998; págs. 48.

#### 1.2.4 LA VELOCIDAD DEL SONIDO<sup>4</sup>

La velocidad de propagación del sonido es función de la elasticidad y densidad del medio en que se propaga. Debido a que en el aire ambas magnitudes dependen de la presión atmosférica estática  $P_0$  y de la temperatura, resulta que, considerando las condiciones normales de 1 atmósfera de presión y 22°C de temperatura, la velocidad de propagación del sonido es de, aproximadamente, 345 m/s.

Si bien el aire constituye el medio habitual de propagación de las ondas sonoras, conviene tener presente que el sonido puede propagarse a través de cualquier otro medio elástico y denso. Cuánto más denso y menos elástico sea el medio, mayor será la velocidad del sonido a su través. Por ejemplo, la velocidad de propagación del sonido generado por un tren a través de los

---

<sup>4</sup> ALVARENGA, B; "Física General", México, Editorial Harla, 3ra edición, Página: 606

rieles, es mucho mayor que a través del aire, por lo que la vibración del riel se percibirá mucho antes que el sonido aéreo debido a dicho tren.

La velocidad del sonido en el aire varía con la temperatura aproximadamente  $0.17 \text{ \%}/^{\circ}\text{C}$ , por esto suelen encontrarse valores entre textos algo diferentes. Una observación importante es que la velocidad del sonido es independiente de la intensidad de la perturbación<sup>5</sup>.

### **1.2.5 NIVEL DE PRESIÓN SONORA**

El Nivel de Presión Sonora (INTENSIDAD) permite distinguir los sonidos más fuertes de los débiles

La unidad sonora es el decibelio, cuyo símbolo es B, y corresponde a una onda cuya intensidad mecánica es diez veces mayor que su intensidad umbral, un submúltiplo del belio es el decibelio dB. Se usa dBA, porque se usa la curva A, que es la más próxima a la fisiología del oído humano.

La sonoridad crece a medida que el oído se acerca a la fuente de vibración, como se muestra en la Tabla N° 1.1.

---

<sup>5</sup><http://www.taringa.net/posts/downloads/885864/Acustica-y-sistemas-de-sonido.html>.

**Tabla N° 1.1** Niveles de Presión Sonoras dependiendo de la fuente

<b>FUENTE</b>	<b>NS (dBA)</b>
Umbral de dolor	120
Discoteca a todo volumen	110
Martillo neumático a 2 m	105
Ambiente industrial ruidoso	90
Piano a 1 m con fuerza media	80
Automóvil silencioso a 2 m	70
Conversación normal	60
Ruido urbano de noche	50
Habitación interior (día)	40
Habitación interior (noche)	30
Estudio de grabación	20
Cámara sonoamortiguada	10

**Fuente:** MAYA, F.; “Acústica y Sistemas de Sonido”; Página 23

**Elaboración:** Propia

### **1.2.5.1 CONTAMINACIÓN ACÚSTICA**

Se define como contaminación acústica a la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones que origine molestias, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades y bienes, o causen perjuicio para el medio ambiente.

Con el desarrollo de la maquinaria, nuevas tecnologías, aumento de actividades industriales, el transporte, etc. cada vez estamos más expuestos a la contaminación generada por el ruido.

El estudio más importante que se debe realizar en torno a la contaminación acústica son los efectos en el hombre.

Los efectos que produce este tipo de exposición están en función de la intensidad, frecuencias emitidas y el tiempo de exposición a la fuente del ruido.

El decreto 2393, muestra la Tabla N° 1.2, que relaciona el nivel sonoro y el tiempo de exposición por jornada.

**Tabla N° 1.2** Tiempo de exposición de una persona dependiendo del nivel sonoro de la fuente

Nivel sonoro dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

**Fuente:** Decreto 2398

**Elaboración:** Propia

### 1.2.5.2 EFECTOS DEL RUIDO EN EL HOMBRE

Los efectos que se generan en el hombre por una exposición prolongada a elevados niveles de ruidos son:

- Pérdida progresiva de la sensibilidad del aparato auditivo. El aumento permanente del umbral de audición hace necesario que éstos se tengan que incrementar para producir sensaciones auditivas equivalentes. Cada

persona tiene un límite fisiológico y psicológico diferente de tolerancia al ruido.

- Aceleración del ritmo cardíaco.
- Aumento de la tensión muscular y presión arterial.
- Irritabilidad.
- Nerviosismo.
- Agresividad.
- Falta de concentración.
- Dificultades para conciliar el sueño, etc.

## **1.3 GRUPOS ELECTRÓGENOS**

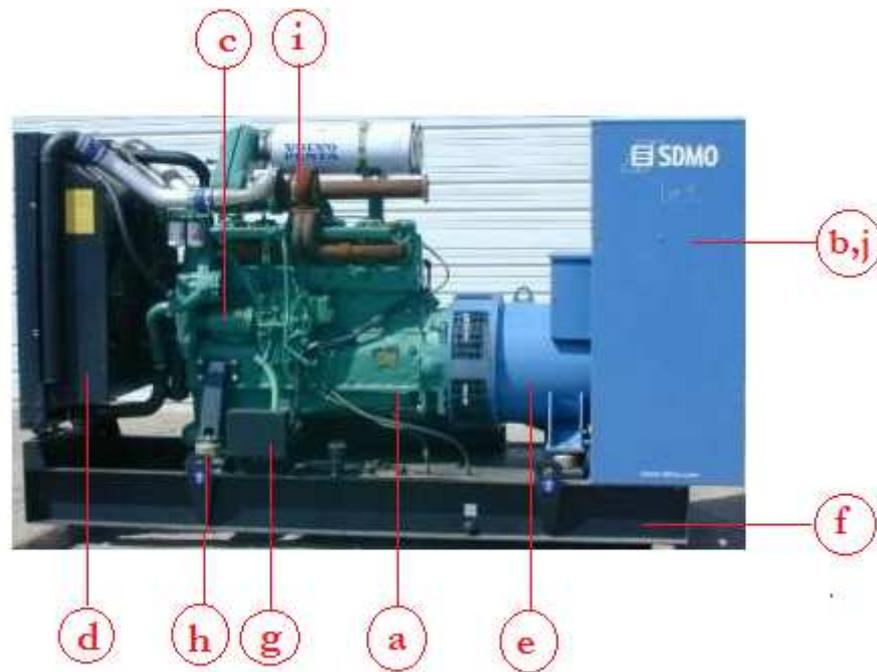
### **1.3.1 DEFINICIÓN**

Se define como grupo electrógeno al conjunto motor de combustión interna y generador, que se usa para abastecimiento de energía eléctrica.

Se usa para generación de energía eléctrica en lugares donde no existe suministro eléctrico o para los casos de emergencia en un corte de energía eléctrica, en la Figura N° 1.2 se muestra un grupo electrógeno con cada uno de sus componentes principales.

Está compuesto por:

- a) Motor
- b) Regulación del motor
- c) Sistema Eléctrico del Motor
- d) Sistema de refrigeración
- e) Generador
- f) Depósito de Combustible
- g) Bancada
- h) Aislamiento de vibración
- i) Sistema de Escape
- j) Sistema de Control



**Figura Nº 1.2** Grupo Electrónico a Diesel

**Fuente:** Propia

### 1.3.2 MOTOR

Un motor es una máquina que transforma la energía eléctrica, química, etc en energía mecánica. Para el caso de motores de combustión interna se transforma la energía química en energía térmica, y a partir de esta energía térmica se obtiene energía mecánica.

#### 1.3.2.1 REGULACIÓN DEL MOTOR

El regulador del motor es un dispositivo mecánico o eléctrico que mantiene la velocidad del motor constante.

#### 1.3.2.2 SISTEMA ELÉCTRICO DEL MOTOR

Este sistema puede ser 12 VDC o 24 VDC, el sistema incluye:

- Batería

- Motor de arranque
- Alternador

### **1.3.2.3 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN**

El sistema de refrigeración puede ser por: agua, aire o aceite. Cuando es un sistema de refrigeración por aire, se usa un ventilador de gran capacidad. Si es un sistema por enfriamiento por agua o aceite es normal encontrar un radiador y un ventilador.

### **1.3.2.4 GENERADOR**

Un generador es una máquina eléctrica que transforma energía mecánica en energía eléctrica, en este caso la energía mecánica se obtiene del motor de combustión interna.

### **1.3.2.5 BANCADA**

El motor y el generador están acoplados y montados sobre una estructura de acero de gran resistencia que se denomina bancada.

### **1.3.2.6 DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE**

En la bancada se incluye un depósito para el combustible del motor, gasolina o diesel, éste debe ser el suficiente para proporcionar un funcionamiento de mínimo 8 horas a plena carga.

### **1.3.2.7 AISLANTE DE VIBRACIÓN**

El sistema está constituido por tacos antivibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el conjunto Motor-Generador hacia la Bancada, se colocan en las bases del motor y el generador.

### 1.3.2.8 SISTEMA DE ESCAPE

El sistema de escape sale desde el múltiple de escape, en esta salida debe instalarse un silenciador para disminuir el ruido generado por el motor.

### 1.3.2.9 SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control es uno o un conjunto de paneles para controlar el funcionamiento y salida del grupo, sirve además para protegerlo de daños.

### 1.3.3 CLASIFICACIÓN

Los grupos electrógenos se clasifican de la siguiente manera:

- a) Por el tipo de Combustible
  - Con motor a gas



**Figura Nº 1.3** Grupo Electrónico Mercedes-Benz a gas

**Fuente:**<http://www.cram-sa.com.ar/>

- Con motor a gasolina



**Figura Nº 1.4** Grupo Electrónico Honda con motor a gasolina

**Fuente:**<http://www.potenciamaquinaria.com/>

- Con motor a diesel



**Figura Nº 1.5** Grupo Electrónico con motor a diesel

**Fuente:** <http://www.cram-sa.com.ar/gruposelectrogeneros>

b) Por el tipo de Instalación

- Estacionario



**Figura Nº 1.6** Grupo Electrónico Estacionario

**Fuente:** <http://www.directindustry.es>

- Móvil



**Figura Nº 1.7** Grupo Electrónico Móvil

**Fuente:** <http://www.redmin.cl/?a=2298>

- c) Por su operación
  - Manual
  - Semiautomática
  - Automática
  
- d) Por su aplicación
  - Emergencia
  - Continua
  
- e) Por el nivel de ruido que emiten
  - Sobre SKID  
Con niveles sonoros entre 80 y 90 dBA.
  - Carenado  
Con niveles sonoros sobre 75 dBA.
  - Insonorizado  
Con niveles máximo entre 65 y 70 dBA.

#### **1.3.4 EMISIONES ACÚSTICAS EN LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS**

El ruido que se genera en los grupos electrógenos es producido por las siguientes fuentes principales:

- a) Ruido del motor  
Causado por las fuerzas mecánicas y de combustión, oscilan entre 100 y 1221 dB(A).
  
- b) Ruido del ventilador de refrigeración  
Consecuencia del sonido del aire en movimiento a alta velocidad en su paso por el motor y el radiador, oscila entre 100 y 105 dB (A).
  
- c) Ruido del generador.  
Provocado por la fricción del aire refrigerante y las escobillas, oscila entre 80 y 90 dB(A).

d) Ruido de inducción

Causado por las fluctuaciones de la corriente en el bobinado del generador que originan un ruido entre 80 y 90 dB(A).

e) Escape del motor

Con silenciador oscila entre 120 y 130 dB(A), mientras que con silenciador está en un rango de 105 y 115 dB(A).

f) Ruido estructural

Es el provocado por la vibración mecánica de distintas partes del motor y componentes estructurales que se irradia como sonido

En la Figura N°1.8 se muestra una figura comparativa de las emisiones sonoras, dependiendo de la fuente de ruido.



**Figura Nº 1.8** Figura comparativa de emisiones según la fuente

**Fuente:** [www.taiguergeneradores.com](http://www.taiguergeneradores.com)

## 1.4 CABINA AISLANTE SONORA

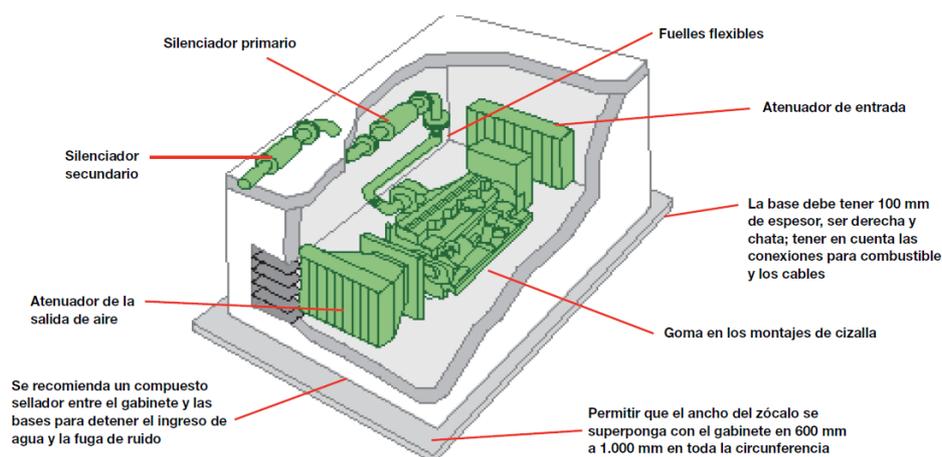
### 1.4.1 DEFINICIÓN

Los materiales rígidos con masa y rigidez significativas reducen la transmisión del sonido. Los ejemplos incluyen la chapa de acero típica y las paredes con

bloques rellenos de hormigón o arena o las paredes de hormigón sólido típicas de las instalaciones de salas de generadores para interiores. También es importante eliminar escapes de sonido a través de grietas en puertas o paredes, o a través de puntos de acceso para escapes, combustible o el cableado eléctrico.

Existen materiales absorbentes de sonido para recubrir los conductos de aire y para cubrir paredes y cielos rasos. Dirigir el ruido hacia una pared cubierta con material absorbente de sonido puede ser muy efectivo<sup>6</sup>.

Una cabina aislante sonora, es una estructura con varios componentes y materiales específicos que tiene como finalidad atenuar el ruido emitido por una maquina en funcionamiento, como se muestra en la figura N°1.9.



**Figura N° 1.9** Esquema de una cabina aislante sonora.

**Fuente:** Tema relacionado con la energía núm. 7015 | Información técnica de Cummins Power Generation Inc.

<sup>6</sup><http://www.cumminspower.eu/www/literature/technicalpapers/PT-7015-NoiseSolutions-es.pdf>

### 1.4.2 MATERIALES AISLANTES SONOROS

El éxito en el diseño acústico de cualquier tipo de sistema, una vez fijado sus parámetros y características, radica en primer lugar en la elección de los materiales más adecuados para utilizar como revestimientos del mismo.

Cada material produce principalmente uno de los siguientes efectos sobre la energía sonora:

- a) Absorción del sonido: debida mayoritariamente a la presencia en el sistema de materiales absorbentes, de elementos absorbentes selectivos (resonadores).
- b) Reflexión del sonido: debida a la existencia de elementos reflectores utilizados para la generación de reflexiones útiles hacia una determinada zona.
- c) Difusión del sonido: debida a la presencia de elementos difusores utilizados para dispersar, de forma uniforme y en múltiples direcciones, la energía sonora incidente.

Como se muestra en la Tabla del Anexo III, los materiales porosos y blandos permiten la penetración de las ondas sonoras causando una gran absorción, mientras que las superficies con acabados no porosos (cemento, vidrio, hormigón, terrazo, etc.) generalmente absorben menos del 5%, sobre todo a bajas frecuencias.

El coeficiente de absorción acústica de un material depende de la naturaleza del mismo, de la frecuencia de la onda sonora y del ángulo con que incide la onda sobre la superficie. Como el coeficiente de absorción varía con la frecuencia, se suelen dar los mismos a las frecuencias de 125, 250, 500, 1000,

2000 y 4000Hz (según Norma UNE 74041-80 Medida de Coeficientes de Absorción en Cámara Reverberante, equivalente a la ISO 354-1963)<sup>7</sup>.

### 1.4.3 TIPOS DE CABINAS

Para definir los tipos de cabinas insonoras, dependerá, de las características del grupo electrógeno. Existen variedad de grupos electrógenos de los cuales sus características dependerán de varios factores como: su potencia, lugar donde funciona, combustible que utiliza, tipo de sistema de enfriamiento, etc. De ahí que pueden existir cabinas de diferente tipo con diferente configuración y elementos.

Las cabinas aislantes sonoras se las puede dividir en dos grupos grandes que son las cabinas montadas sobre skid y las cabinas aislantes sonoras exteriores. De estos dos grandes grupos se puede sacar diferentes combinaciones dependiendo de las características y necesidades del grupo electrógeno.

Por ejemplo: para grupos electrógenos que operan en espacios (cuartos de máquinas) muy reducidos las puertas de mantenimiento suelen ser desmontables y la salida del aire del radiador suele ser directa, mientras que si se dispone de espacio suficiente se tendrá puertas de mantenimiento con bisagras y salida de aire del radiador superior.

Existen otras condiciones para analizar como: si se requiere una estructura para izaje, si la cabina está expuesta a condiciones atmosféricas de intemperie, etc.

---

<sup>7</sup>[http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/\(9\)%20Control%20por%20absorcion/absorcion%20acustica.htm](http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/(9)%20Control%20por%20absorcion/absorcion%20acustica.htm)

## 1.5 NORMATIVA MUNICIPAL VIGENTE EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

El nivel de ruido máximo permisible en fuentes fijas no puede incumplir los horarios ni exceder los niveles máximos expresados en [dB(A)], que se fijan en la Tabla N°. 1.3.

Los siguientes valores pueden ser actualizados en base a estudios técnicos determinados por el Ministerio de Ambiente.

**Tabla N° 1.3** Niveles Máximos Permitidos de Ruido para Fuentes Fijas

TIPO DE ZONA SEGÚN EL USO DEL SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06h00 A 20h00	DE 20h00 A 06h00
Zona de Equipamientos y Protección	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial Múltiple	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Industrial 1	60	50
Zona Industrial 2	65	55
Zona Industrial 3,4 y 5	70	60

**Fuente:** Resolución 00002-DMA-2008, página 14.

**Elaboración:** Propia

Notas:

1. Equipamientos se refiere al suelo destinado a actividades e instalaciones que generen bienes y servicios que posibiliten la recreación, cultura, salud,

educación, transporte, servicios públicos e infraestructura. Uso de Protección Ecológica, es el suelo destinado al mantenimiento o recuperación de ecosistemas por razones de calidad ambiental y de equilibrio ecológico.

2. Corresponde a áreas de centralidad en las que coexisten residencia, comercio, industria de bajo y mediano impacto, servicios y equipamientos compatibles o condicionados.

3. Industria de tipología de mediano impacto ambiental.

4. Industria de tipología de alto impacto, peligrosa y mixta.

## **CAPÍTULO 2**

### **PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**

#### **2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

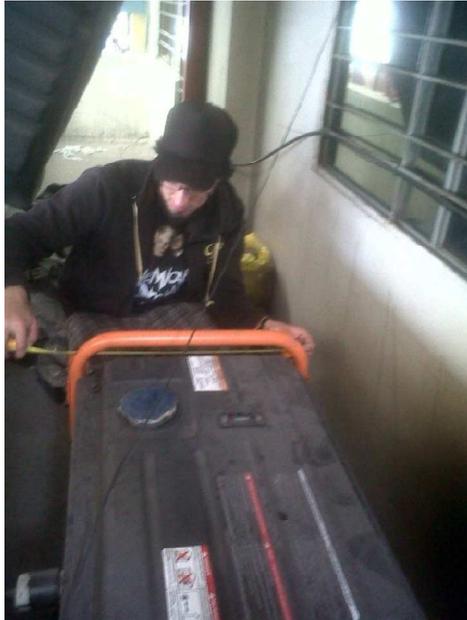
Al igual que todas las máquinas, los grupos electrógenos producen ruido y vibración. En América del Norte los límites permitidos oscilan entre 45 dB(A) y 72 dB(A), según la ubicación y la división por zonas. En el Ecuador los límites permitidos a seguir se indican en la Tabla 1.3.

Las reglamentaciones federales de Seguridad de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacionales (OSHAS), las cuales se ocupan de las normas para la exposición al ruido en el trabajo con el fin de proteger la salud de los trabajadores, menciona que los trabajadores no pueden estar expuestos a ruido de grupos electrógenos que supere los 80 dB(A).

El grupo elegido para aislar el ruido es un GENERAC DE 7 kW usado en casos de emergencia, está ubicado en un sector comercial, por lo que es incómodo para los habitantes del lugar realizar con normalidad sus actividades debido al ruido que genera el grupo electrógeno durante su funcionamiento.

#### **2.2 ESTUDIO DE CAMPO**

Para el estudio de campo se realiza una inspección del generador, se documenta en la Figura N° 2.1.



**Figura N° 2.1** Estudio de campo

**Fuente:** Propia

En esta visita se realiza:

- Ubicación de la entrada de aire al motor
- Ubicación del sistema de escape
- Ubicación del tarjeta de control
- Ubicación del tanque de combustible
- Ubicación de lector de nivel de combustible
- Ubicación de la tapa del tanque de combustible
- Ubicación de Ubicación del sistema de movilización
- Dimensiones del Grupo Electrónico

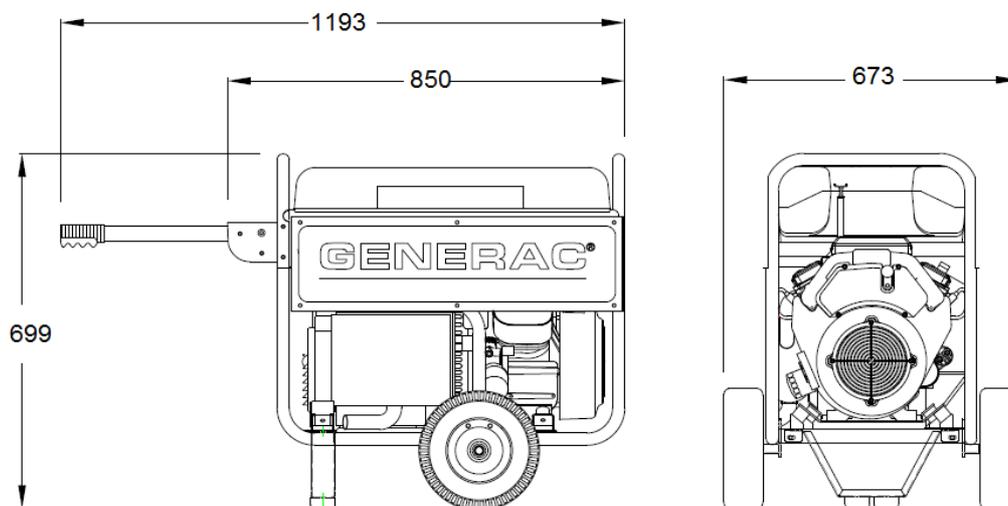
Una visita a un Técnico de mantenimiento de grupos electrógenos, para determinar otras opiniones importantes para la construcción, especialmente para el mantenimiento de un grupo electrógeno cabinado es importante tomar en cuenta:

- No obstruya la manipulación de los elementos que tengan que hacerse mantenimiento continuo, como es el caso del cambio de aceite y filtros.
- En caso de mantenimientos mayores sea fácil de desmontar.

- Si lleva puertas desmontables, sean fáciles de retirar.
- Que el peso total del grupo sea manipulable.

### 2.3 DIMENSIONES GENERALES DEL GRUPO ELECTRÓGENO

En la figura 2.2 se muestran las dimensiones del grupo electrógeno, estas dimensiones se usan en el Capítulo 3 para el Diseño de la Cabina.



**Figura N° 2.2** Dimensiones del Grupo Electrónico

**Fuente:** Especificaciones Técnicas Generador (**Anexo I**)

### 2.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

En la determinación de los parámetros de diseño y construcción del prototipo de la cabina aislante sonora se consideran las siguientes necesidades, requerimientos y condiciones que debe cumplir:

- Espacio Físico (altura, ancho y largo)
- Peso de la cabina
- El aislante a usar debe ser económico
- El costo del Prototipo no debe exceder los \$500

- Que cumpla con los límites permitidos de ruido luego de instalada la cabina.
- Fácil Desmontaje y Montaje

## 2.5 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Una vez definidos los parámetros funcionales del sistema se procede a plantear las alternativas que cumplan con estos. Para este caso se consideran dos alternativas de las cuales se escoge la más viable.

**Alternativa A:** Cabina aislante sonora adaptable a la estructura del grupo electrógeno con sistema de izaje.

**Alternativa B:** Cabina aislante sonora externa desarmable.

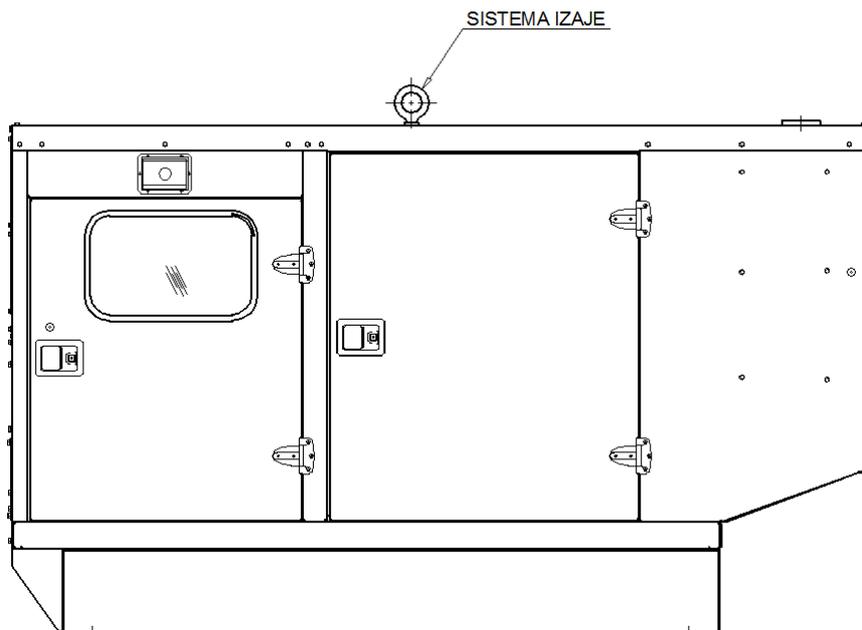
Estas alternativas difieren en la manera de transportar el grupo electrógeno y la cabina insonora, además de la manera de realizar un mantenimiento.

A continuación se detallan cada una de las alternativas con sus ventajas y desventajas.

### 2.5.1 ALTERNATIVA A

Los principales componentes de esta cabina aislante sonora son:

- Puertas de mantenimiento.
- Entradas de aire.
- Salida de gases de combustión.
- Panel para conexiones eléctricas.
- Visor para nivel de combustible.
- Tapa para llenado de combustible.
- Sistema de sujeción a estructura del generador.
- Sistema de izaje.



**Figura N° 2.3 Alternativa A**

**Fuente:** Propia

#### **2.5.1.1 VENTAJAS DE LA ALTERNATIVA A:**

- Permita un transporte del grupo electrógeno y la cabina conjuntamente y mediante izaje.
- Mayor rigidez en la estructura.

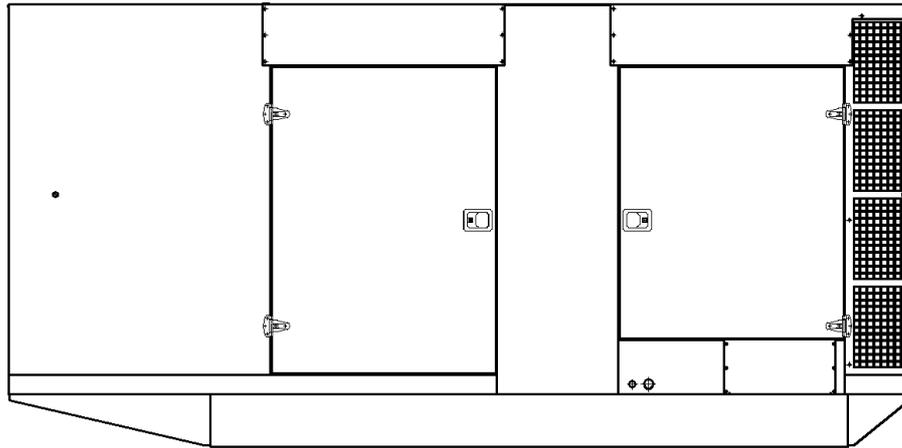
#### **2.5.1.2 DESVENTAJAS DE LA ALTERNATIVA A:**

- Mayor costo de fabricación.
- Mayor complejidad de fabricación.
- Menor accesibilidad al grupo electrógeno para mantenimiento.
- Vibración desde el grupo electrógeno.

#### **2.5.2 ALTERNATIVA B**

Los principales componentes de esta cabina aislante sonora son:

- Puertas de mantenimiento.
- Entradas de aire.
- Salida de gases de combustión.
- Panel para conexiones eléctricas.
- Visor para nivel de combustible.
- Tapa para llenado de combustible.



**Figura Nº 2.4 Alternativa B**

**Fuente:** Propia

#### **2.5.2.1 VENTAJAS DE LA ALTERNATIVA B:**

- Mayor accesibilidad al grupo electrógeno para mantenimiento.
- Menor costo de fabricación.
- Menor complejidad de fabricación.
- Menor vibración debido a la independencia del grupo electrógeno.

#### **2.5.2.2 DESVENTAJAS DE LA ALTERNATIVA B:**

- Mayor tiempo para movilización del grupo electrógeno.
- Menor rigidez en la estructura.

## 2.6 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Para seleccionar la alternativa adecuada que cumpla con los requisitos y objetivos del prototipo a diseñar, se usa un sistema de ponderación. Este método se basa en el análisis de criterios entre las alternativas, ponderando de la siguiente manera:

- 1, Si el criterio de las filas es superior o mejor que el de las columnas.
- 0,5 Si el criterio de las filas es equivalente al de las columnas.
- 0 Si el criterio de las filas es inferior o peor al de las columnas.

A continuación se realiza la correspondiente sumatoria de cada uno de los criterios en relación a los factores a ponderar, al que se añade el valor de uno, luego en otra columna se calculan los valores ponderados para cada criterio. Para finalizar, la evaluación total de cada solución se realiza la suma de los productos de los pesos específicos por el respectivo criterio.

Para el diseño y construcción de cabina se tienen las siguientes soluciones o alternativas que se indican en la Tabla N° 2.1.

**Tabla N° 2.1** Codificación de alternativas

<b>CODIFICACIÓN</b>	<b>ALTERNATIVA</b>
A	Alternativa A
B	Alternativa B

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

### 2.6.1 FACTORES PARA LA EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Para la evaluación de las alternativas A y B, se toman los siguientes criterios:

- Dimensiones
- Facilidad de Construcción

- Peso
- Costo
- Facilidad de Montaje
- Facilidad de Desmontaje
- Tipo de Aislante a usar

## 2.6.2 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

En la Tabla N° 2.2 se indica la evaluación del peso específico de cada criterio:

CRITERIO	DIMENSIONES	FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN	TIPO DE AISLANTE	PESO	COSTO	FACILIDAD DE MONTAJE	MANTENIMIENTO	$\Sigma+1$	PESO PONDERADO
DIMENSIONES	0	0,5	1	0,5	1	0	0,5	4,5	0,161
FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN	0,5	0	0,5	0,5	1	0,5	0,5	4,5	0,161
TIPO DE AISLANTE	0	0,5	0	0	1	0	0	2,5	0,089
PESO	0,5	0,5	1	0	1	0,5	0,5	5	0,179
COSTO	0	0	0	0	0	0,5	0	1,5	0,054
FACILIDAD DE MONTAJE	1	0,5	1	0,5	0,5	0	0,5	5	0,179
MANTENIMIENTO	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	0	5	0,179
							Sum	28	1

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

Luego de analizar la evaluación del peso específico de cada criterio, se evalúa los pesos específicos de los criterios con cada una de las alternativas.

Estas evaluaciones se muestran desde la Tabla N° 2.3 hasta la Tabla N° 2.9.

**Tabla N° 2.3** Evaluación del Peso Específico del Criterio “Dimensiones”

EVALUACIÓN DEL PESO ESPECIFICO DEL CRITERIO DIMENSIONES				
ALTERNATIVAS	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	$\Sigma+1$	PESO PONDERADO
ALTERNATIVA A	0	1	2	0,667
ALTERNATIVA B	0	0	1	0,334
			3	1

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

**Tabla N° 2.4** Evaluación del Peso Específico del Criterio “Facilidad de Construcción”

EVALUACIÓN DEL PESO ESPECIFICO DEL CRITERIO FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN				
ALTERNATIVAS	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	$\Sigma+1$	PESO PONDERADO
ALTERNATIVA A	0	0,5	1,5	0,5
ALTERNATIVA B	0,5	0	1,5	0,5
			3	1

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

**Tabla Nº 2.5** Evaluación del Peso Específico del Criterio “**Tipo de Aislante**”

EVALUACIÓN DEL PESO ESPECIFICO DEL CRITERIO TIPO DE AISLANTE				
ALTERNATIVAS	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	$\Sigma+1$	PESO PONDERADO
ALTERNATIVA A	0	0,5	1,5	0,5
ALTERNATIVA B	0,5	0	1,5	0,5
			3	1

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

**Tabla Nº 2.6** Evaluación del Peso Específico del Criterio “**Peso**”

EVALUACIÓN DEL PESO ESPECIFICO DEL CRITERIO PESO				
ALTERNATIVAS	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	$\Sigma+1$	PESO PONDERADO
ALTERNATIVA A	0	0	1	0,334
ALTERNATIVA B	1	0	2	0,667
			3	1

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

**Tabla Nº 2.7** Evaluación del Peso Específico del Criterio “Costo”

EVALUACIÓN DEL PESO ESPECIFICO DEL CRITERIO COSTO				
ALTERNATIVAS	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	$\Sigma+1$	PESO PONDERADO
ALTERNATIVA A	0	1	2	0,667
ALTERNATIVA B	0	0	1	0,334
			3	1

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

**Tabla Nº 2.8** Evaluación del Peso Específico del Criterio “Facilidad de Montaje”

EVALUACIÓN DEL PESO ESPECIFICO DEL CRITERIO FACILIDAD DE MONTAJE				
ALTERNATIVAS	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	$\Sigma+1$	PESO PONDERADO
ALTERNATIVA A	0	0	1	0,334
ALTERNATIVA B	1	0	2	0,667
			3	1

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

**Tabla N° 2.9** Evaluación del Peso Especifico del Criterio “**Mantenimiento**”

EVALUACIÓN DEL PESO ESPECIFICO DEL CRITERIO MANTENIMIENTO				
ALTERNATIVAS	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	$\Sigma+1$	PESO PONDERADO
ALTERNATIVA A	0	0,5	1,5	0,5
ALTERNATIVA B	0,5	0	1,5	0,5
			3	1

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

En la Tabla N° 2.10 se resume la evaluación de las alternativas.

ALTERNATIVA	DIMENSIONES	FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN	TIPO DE AISLANTE	PESO	COSTO	FACILIDAD DE MONTAJE	FACILIDAD DE DESMONTAJE	$\Sigma+1$	PESO PONDERADO
ALTERNATIVA A	0,107	0,080	0,045	0,060	0,036	0,060	0,089	1,48	2
ALTERNATIVA B	0,054	0,080	0,045	0,119	0,018	0,119	0,089	1,52	1

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

Al culminar con el análisis de alternativas, se llega a la conclusión que en base a los datos analizados y resultados obtenidos mostrados en la Tabla 2.10 se escoge diseñar y construir la Alternativa B.

## **2.7 PROTOCOLO DE PRUEBAS**

Una vez que se construya el prototipo de cabina se debe realizar un conjunto de pruebas que permitan verificar su adecuado funcionamiento a fin de que cumpla con los objetivos o funciones para la cual fue diseñada. Para esto, se procede a verificar con una prueba de funcionamiento.

### **2.7.1 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO**

En esta prueba se verifica que la cabina funcione de manera óptima y adecuada bajo las condiciones de trabajo.

En el Anexo II se indica el formato para el Protocolo de Pruebas.

### **2.7.2 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE RUIDO**

El procedimiento a usar para la medición del ruido desde una fuente fija se basa en el que se indica en la Resolución 00002-DMA-2008 del Ministerio de Ambiente del Ecuador.

La medición de ruido se efectúa con los selectores del decibelímetro en el filtro de ponderación A y en respuesta lenta slow.

- a. En base a un sondeo de niveles de ruido en la periferia de la fuente fija, se definen los puntos críticos (niveles más altos de presión sonora), se considera una distancia de 3m desde la fuente fija.
- b. El micrófono del instrumento de medición está ubicado a una altura entre 1,0 y 1,5 m del piso. El sonómetro no debe estar expuesto a vibraciones mecánicas, y en caso de existir vientos fuertes, se debe utilizar una pantalla protectora en el micrófono.

c. Para medir el ruido se dirige el instrumento de medición hacia la fuente y se determina el nivel de presión sonora equivalente durante un período de un minuto de medición en el punto seleccionado.

d. Registrar los datos tomados con el formato del Anexo II.

h. Se debe efectuar mediciones antes y después de instalada la cabina.

## **CAPÍTULO 3**

### **DISEÑO DEL PROTOTIPO**

#### **3.1 ANÁLISIS DEL DISEÑO DE LA MÁQUINA**

##### **3.1.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LA ESTRUCTURA**

La estructura debe brindar la rigidez necesaria para su fin, dado que no es un elemento sometido a cargas extremas ni a fatiga se lo realiza con perfiles doblados de plancha de tol.

Una de las características que debe brindar es que sus elementos deben ser en su mayoría empernados para su fácil montaje, además se logra eliminar el problema que ocasiona la excesiva soldadura en elementos fabricados en plancha de tol.

La estructura debe tener la capacidad de absorber y soportar fuerzas externas como por ejemplo, una persona que pudiera arrimarse a la cabina para realizar mantenimiento.

Esta estructura debe tener elementos y materiales accesibles en el mercado local, para facilitar su reemplazo en caso de sufrir avería.

##### **3.1.2 DIMENSIONES GENERALES**

Para establecer las dimensiones generales de la cabina y la disposición de los elementos de la misma se acude a los datos obtenidos en el estudio de campo.

##### **3.1.3 SELECCIÓN DEL MATERIAL**

El material para los elementos de la cabina aislante sonora es Acero ASTM A 36, ya que presenta la resistencia necesaria además del porcentaje de

deformación necesario para fabricar los perfiles y elementos. Además este material es uno de los más accesibles en el mercado local y se pueden obtener muchos elementos normalizados en este material teniendo así una gama más amplia para escoger en el diseño.

### **3.1.4 GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA**

La estructura está conformada por un armazón principal, además de puertas, accesos, tomas de aire, salida de aire, todo esto unido a la estructura principal con un fácil acceso y montaje.

## **3.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA**

Primero se crea una base, con la rigidez y resistencia suficientes para soportar a todos los elementos de la cabina aislante sonora.

Para esto se selecciona un perfil de fácil acceso al mercado local.

Canal Estructural U 80x40x3 mm, se verifica su resistencia utilizando el software Autodesk Inventor Professional 2011.

Para esto se determina las cargas de diseño.

Se asume que la base soportara una carga de 100 Kg correspondiente a los elementos que se montaran en ella.

Este valor se expresara como presión para poder aplicarlo en la superficie donde se asentaran los elementos.

$$A = 2 (a \cdot l_1) + 2 (a \cdot l_2) \qquad \text{Ec. (3.1)}$$

Dónde:

A = Área de contacto de la base Estructural.

a = Ala perfil Estructural.

$l_1$  ,  $l_2$  = longitud perfil estructural lateral y frontal-posterior respectivamente.

$$A = 2 (40 \cdot 1014) + 2 (40 \cdot 884) [\text{mm}^2]$$

$$A = 151840 \text{ mm}^2$$

Fuerza aplicada:

$$F = m \cdot g \quad \text{Ec. (3.2)}$$

$$F = 100 \text{ Kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 [\text{N}]$$

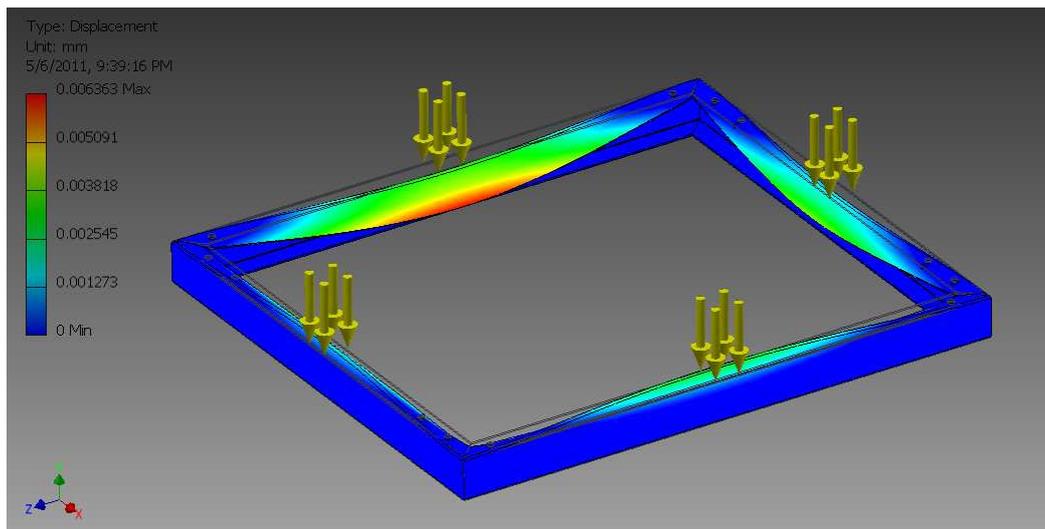
$$F = 980 \text{ N}$$

$$\text{Presión resultante (Pr)} = F/A \quad \text{Ec. (3.3)}$$

$$\text{Pr} = 980 \text{ N} / 0.15184 \text{ m}^2$$

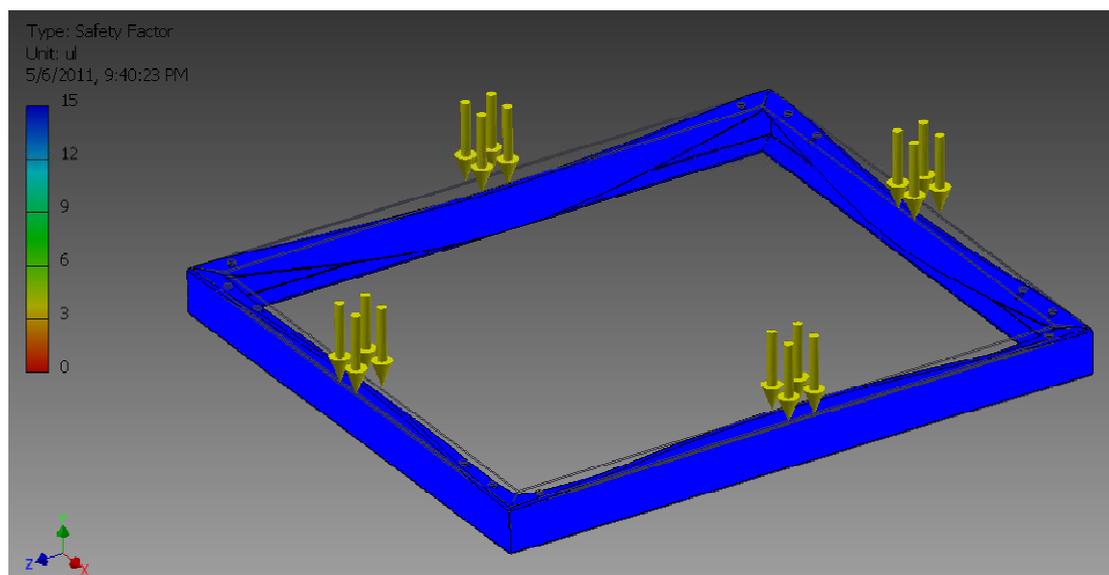
$$\text{Pr} = 6454.16 \text{ Pascales}$$

Se realiza la simulación con los datos obtenidos en el software Autodesk Inventor Professional 2011, los resultados obtenidos de desplazamiento y factor de seguridad, se muestran en las Figuras N° 3.1 y 3.2.



**Figura N° 3.1:** Resultados del análisis de esfuerzos, desplazamiento.

**Fuente:** Propia



**Figura N° 3.2:** Resultados del análisis de esfuerzos, factor de seguridad.

**Fuente:** Propia

Analizando las Figuras N° 3.1 y 3.2 se puede ver que la base cumple con los requerimientos necesarios, se tiene un desplazamiento máximo de 0.006363

mm lo que es muy aceptable. Esto arroja un factor de seguridad aproximadamente de 15.

No se optimiza el diseño ya que no genera una reducción de costos apreciable, además de esta manera podemos asegurar una duración del elemento muy satisfactoria.

### 3.3 DISEÑO DE LOS ESQUINEROS.

Los esquineros trabajan como soporte de la cabina aislante sonora, y se puede asumir que trabajan como columnas, resisten compresión.

Para columnas se debe utilizar un factor de seguridad  $2 \leq n \leq 8$  dependiendo de las dudas acerca del material, configuración geométrica y cargas, para este caso bastaría con utilizar factor de seguridad  $n=2$ .

Calculo de la carga crítica:

$$P_{cr} = n P \quad \text{Ec. (3.4)}^8$$

Donde:

$n$  = Factor de seguridad (2)

$P$  = Carga real de la columna (17.5 Kg)

$$P_{cr} = (2) (17.5) = 35 \text{ Kg}$$

Se utiliza un método iterativo comparando un momento de inercia calculado y el momento de inercia determinado mediante el software Inventor Autodesk professional 2011.

---

<sup>8</sup> SHIGLEY J.; "Manual de Diseño Mecánico"; México; 1989; pág. 159.

Calculo momento de inercia:

$$I = \frac{(P_{cr})(l^2)}{(C)(\pi^2)(E)} \quad \text{Ec. (3.5)}^9$$

Dónde:

$P_{cr}$  = carga critica

$P_{cr}$  = 35 Kg.

$l$  = longitud de la columna

$l$  = 0.67 m.

$C$  = Constante de condiciones de extremos

$C$  = 1.2

$E$  = módulo de elasticidad acero

$E$  =  $30 \times 10^6$  Pa

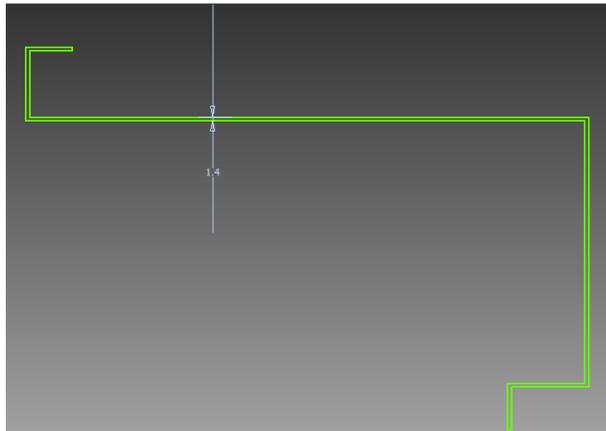
$$I = \frac{(35 \times 9.8)(0.67^2)}{(1.2)(\pi^2)(30 \times 10^6)} \times (1000^4)$$

$$I = 433350.64 \text{ mm}^4$$

---

<sup>9</sup> SHIGLEY J.; "Manual de Diseño Mecánico"; México; 1989; pág. 153.

Los resultados del cálculo del Momento de inercia mediante Inventor Autodesk Professional 2011 se muestran en la Tabla N° 3.1 y corresponden a la Figura 3.3.



**Figura N° 3.3:** Perfil del esquinero analizado mediante Autodesk Inventor Professional 2011.

**Fuente:** Propia

**Tabla N° 3.1** Tabla de Cálculo de Momento de Inercia

Espesor (mm)	Inercia inventor (mm <sup>4</sup> )
1	313481.501
1.1	345254.546
1.2	377106.623
1.3	409038.17
1.4	441049.621
1.5	473141.407

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

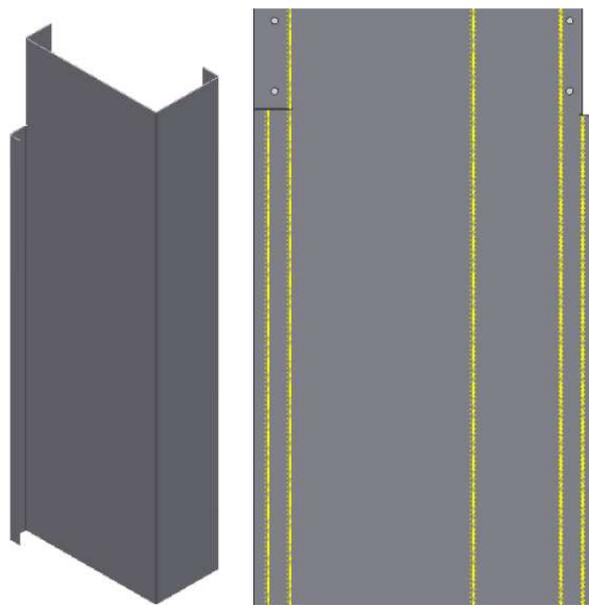
Analizando la Tabla 3.1 obtenida mediante un proceso iterativo en Inventor 2011 y el momento de Inercia calculado mediante la fórmula de Diseño de Columnas se puede ver que el espesor  $e = 1.4$  mm, es el adecuado ya que

supera a la inercia calculada y además es un espesor accesible en el mercado local.

Este espesor se utilizara para todos los elementos ya que se analizó en los más críticos, además de esta manera se aprovechara toda la plancha de tol que en el mercado local se consigue en dimensiones estándar de 2.44x1.22 metros.

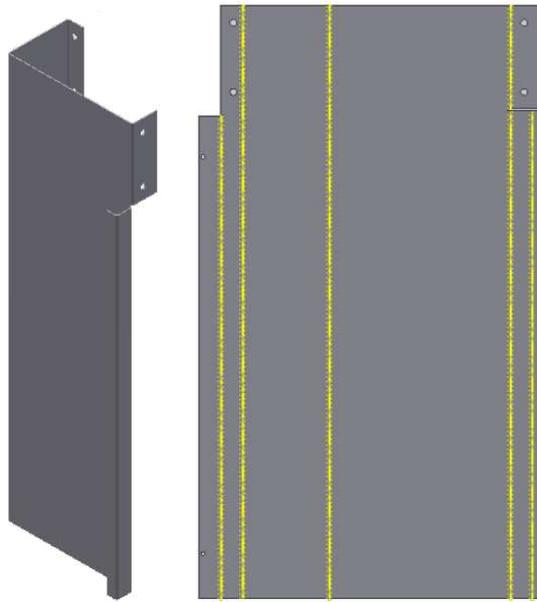
Determinado el perfil de los esquineros se procede a realizar el diseño y desarrollo de los mismos, tomando en cuenta los elementos a los que se acoplaran para así realizar los detalles.

En la figura 3.4 hasta figura 3.7 se muestran las isometrías y desarrollos obtenidos del diseño mediante Autodesk Inventor Professional 2011 para cada esquinero.



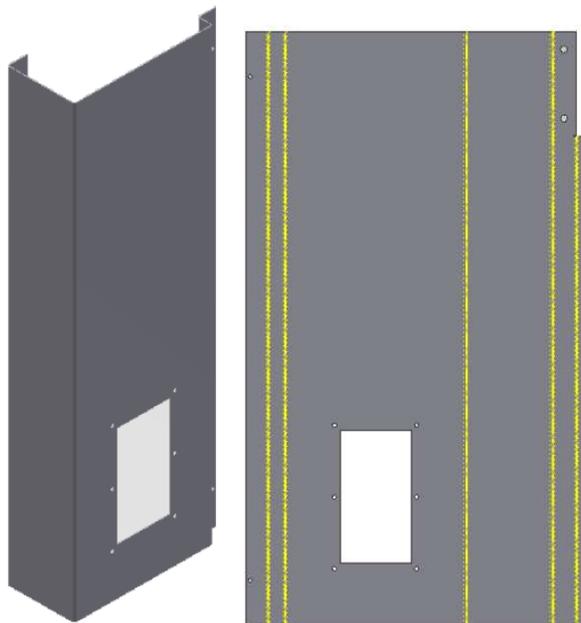
**Figura Nº 3.4:** Isometría y desarrollo del Esquinero frontal derecho.

**Fuente:** Propia



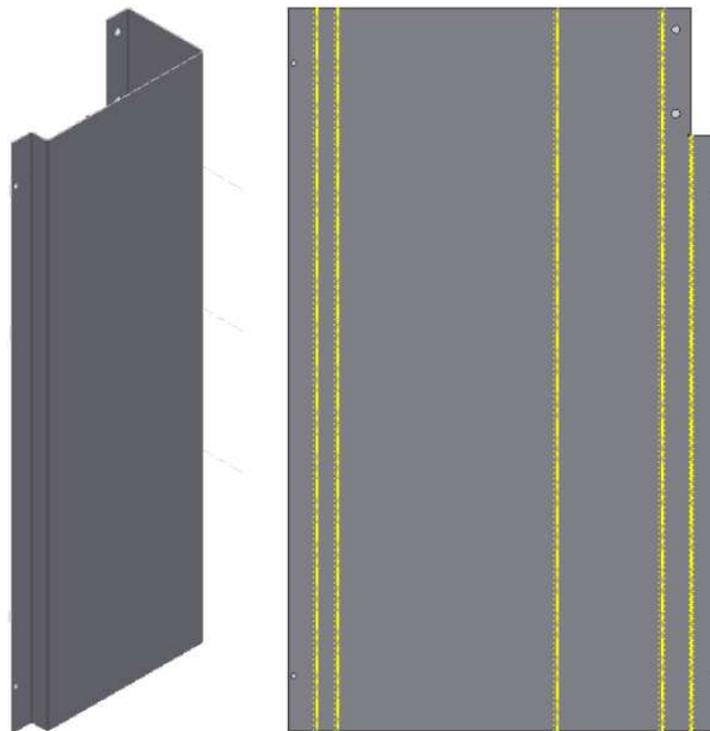
**Figura N° 3.5:** Isometría y desarrollo del Esquinero frontal izquierdo.

**Fuente:** Propia



**Figura N° 3.6:** Isometría y desarrollo del Esquinero posterior derecho.

**Fuente:** Propia.



**Figura N° 3.7:** Isometría y desarrollo del Esquinero posterior izquierdo.

**Fuente:** Propia.

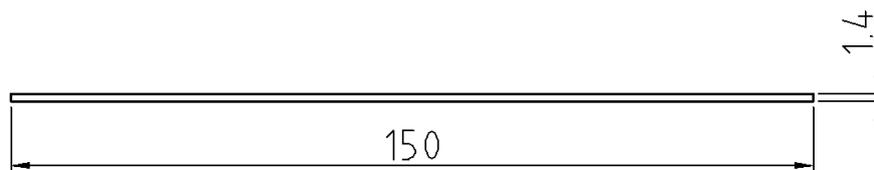
### **3.4 DISEÑO DE LA CHAPA METÁLICA**

Para calcular los desarrollos primero se debe determinar la posición de la fibra neutra, esta es la que no sufre deformación y por esto su interés para el desarrollo lineal.

Para esto se necesita determinar varios parámetros geométricos de un perfil calibrado y del espesor a trabajar.

#### **3.4.1 DESARROLLO PARA LA PLANCHA TOL DE $E = 1.4$ MM DE ESPESOR**

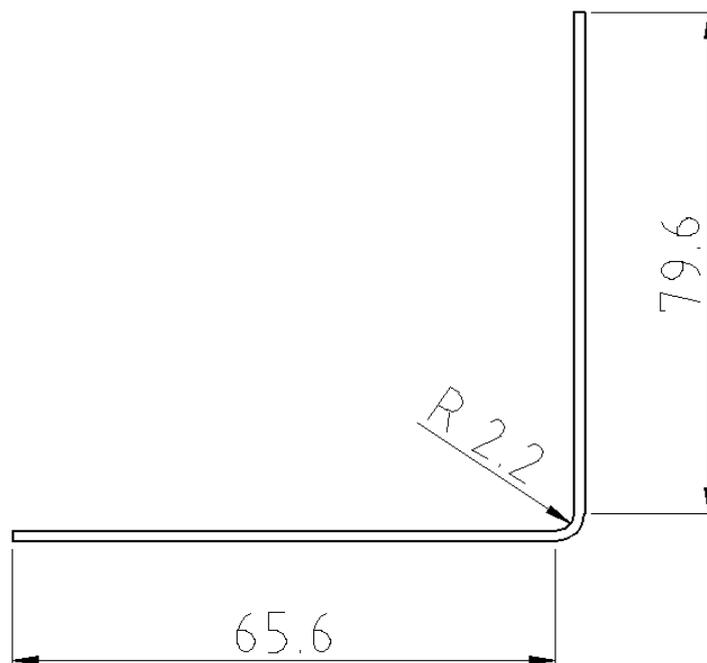
Se prepara una muestra como se indica en la Figura N° 3.8, de chapa metálica de  $e = 1.4$  mm de espesor con las siguientes características geométricas:



**Figura N° 3.8:** Muestra de la chapa metálica de  $e=1.4\text{mm}$ .

**Fuente:** Propia

Luego de someter a la muestra al proceso de doblado se obtiene la configuración geométrica que se muestra en la Figura N°3.9.



**Figura N° 3.9:** Muestra de la chapa metálica doblada.

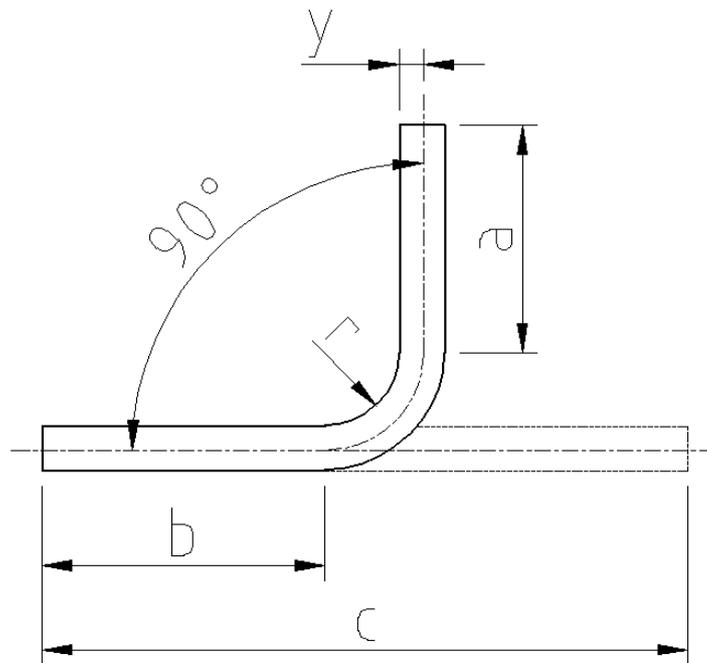
**Fuente:** Propia

Para determinar la fibra neutra se utiliza la fórmula:

$$y = \frac{2(c-a-b)}{\pi} - r$$

Ec. (3.6)<sup>10</sup>

Las abreviaturas corresponden a la Figura N° 3.10.



**Figura N° 3.10:** Chapa metálica doblada.

**Fuente:** Propia

Reemplazando con los datos obtenidos (Figura N° 3.9) se tiene:

$$y = \frac{2(150 - 65.6 - 79.6)}{\pi} - 2.2$$

$$y = 0.85 \text{ mm}$$

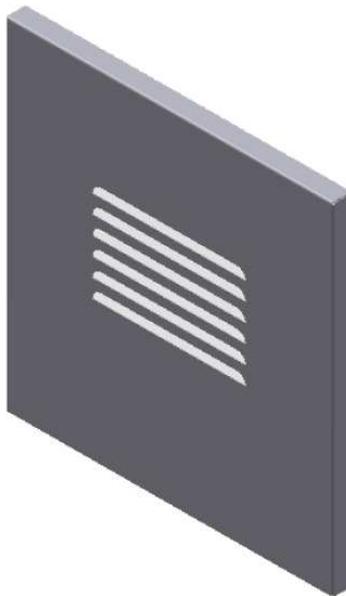
---

<sup>10</sup> RUIZ R.; "Matricería"; Quito; 2008; pág. 60.

### 3.5 DISEÑO DE LA PUERTA FRONTAL

La puerta frontal debe ser de fácil acceso ya que por aquí se llega a varias partes muy importantes del grupo electrógeno como son: Filtro de aire, Perilla reguladora de flujo, Arranque por retroceso, Corte de combustible e Interruptor para encendido/apagado.

Por esto se selecciona una puerta con bisagras, que además tiene un louver con matriz para el ingreso del aire al filtro como se puede ver en la figura 3.11.

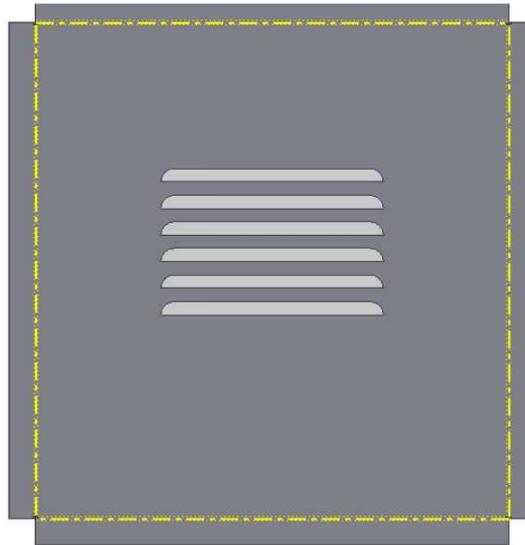


**Figura N° 3.11:** Isométrica de la puerta frontal.

**Fuente:** Propia

Para obtener el desarrollo de este elemento se utiliza los datos calculados en la sección 3.4.1, y se introducen en el Software Autodesk inventor Professional 2011.

De esta manera se obtiene el desarrollo que se puede ver en la figura 3.12.



**Figura N° 3.12:** Desarrollo de la puerta frontal.

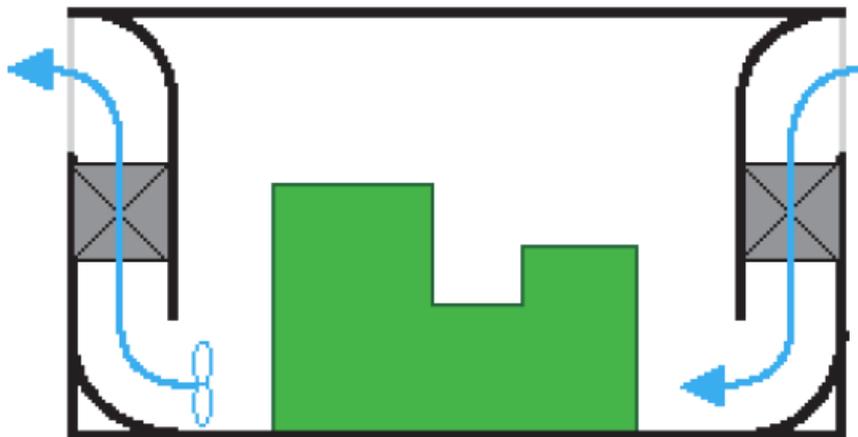
**Fuente:** Propia.

## **3.6 DISEÑO DE LA ENTRADA DE AIRE**

### **3.6.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LA ENTRADA**

El diseño de este elemento se basa en dos características principales, debe proporcionar el flujo de aire necesario para el correcto funcionamiento del grupo electrógeno y evitar la excesiva fuga de ruido a través del mismo.

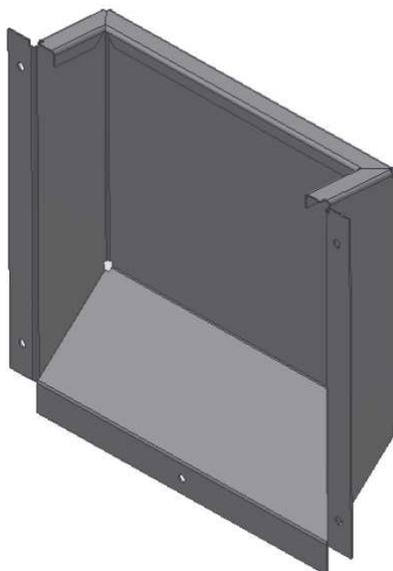
Para evitar la fuga del ruido a través de los louveres de ventilación se debe hacer que el aire viaje una trayectoria con un giro de 90 grados, esto hace que el ruido escape en una mínima fracción ya que para realizar este giro necesitara más energía que para salir directamente (Ver Figura 3.13).



**Figura N° 3.13:** Reducción de ruido al hacer que el aire del grupo electrógeno que entra y sale gire 90 grados.

**Fuente:** <http://www.cumminspower.com/www/literature/technicalpapers/PT-7015-NoiseSolutions-es.pdf>

Para esto se diseña un elemento como el de la figura 3.14, que va empernado para su fácil montaje y mantenimiento a la puerta frontal de la cabina aislante sonora.

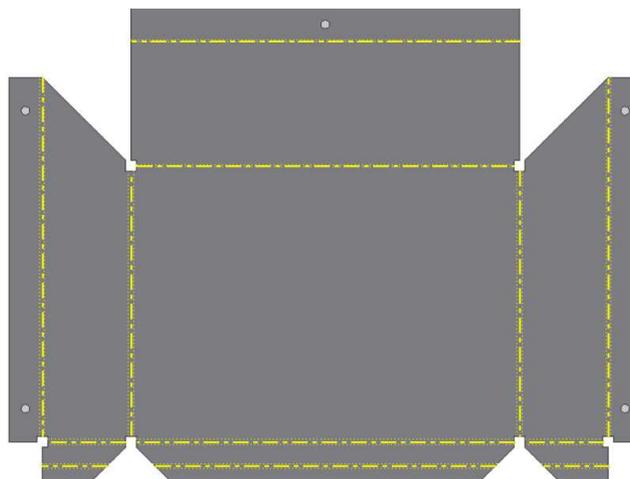


**Figura N° 3.14:** Isométrica de la entrada de aire.

**Fuente:** Propia.

Para obtener el desarrollo de este elemento se utiliza los datos calculados en la sección 3.4.1, y se introducen en el Software Autodesk inventor Professional 2011.

De esta manera se obtiene el desarrollo que se puede ver en la figura 3.15.

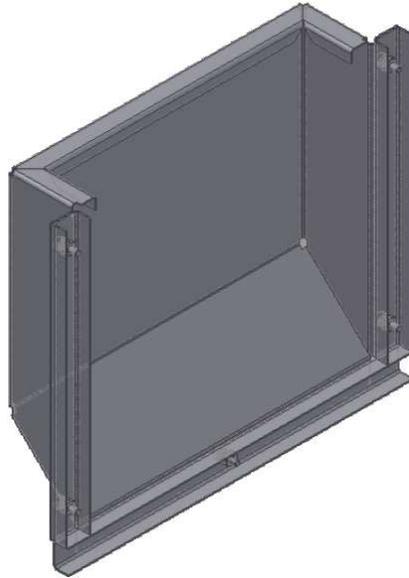


**Figura N° 3.15:** Desarrollo de la entrada de aire.

**Fuente:** Propia.

### **3.7 DISEÑO DEL SOPORTE DE LA ENTRADA DE AIRE**

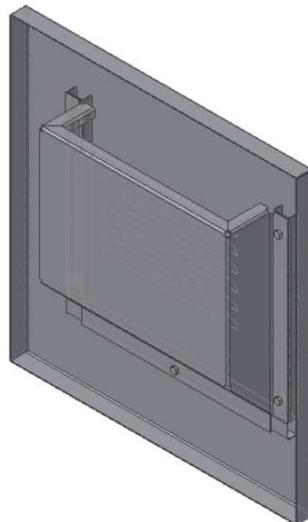
Para acoplar la entrada de aire a la puerta frontal se necesita de un elemento soporte, se realiza un canal U que va soldado en la puerta, para su fácil montaje este canal tendrá por su parte interna tuercas facilitando el montaje y desmontaje de la entrada de aire como se ve en la figura 3.16.



**Figura N° 3.16:** Isométrica del Soporte de la entrada de aire y entrada aire.

**Fuente:** Propia.

Los canales U van soldados a la puerta frontal de manera que la entrada de aire tape el louver de ventilación como se ve en la figura 3.17.

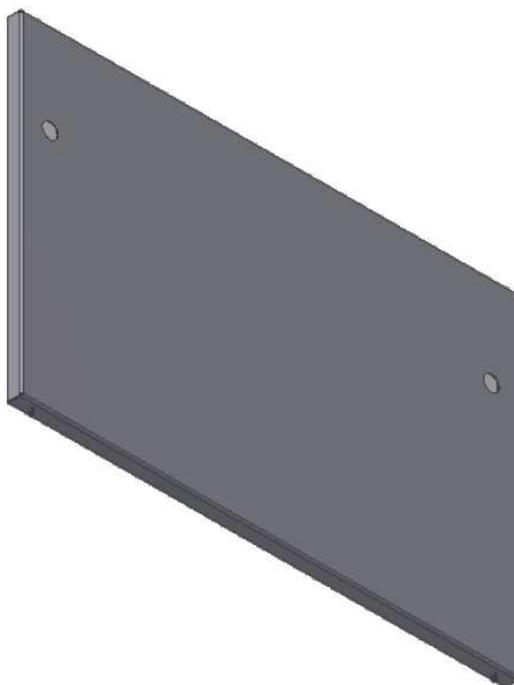


**Figura N° 3.17:** Isométrica del Soporte de la entrada de aire, entrada aire y puerta frontal.

**Fuente:** Propia.

### 3.8 DISEÑO DE LA PUERTA DE ACCESO A TOMAS

Se debe tener un fácil acceso a las tomas eléctricas ya que aquí es donde se conectarán las diferentes cargas que soportará el grupo electrógeno, esta puerta no se la realiza mediante bisagras ya que es muy ancha y pesada lo que traerá con el tiempo problemas de desalineamiento de la puerta, además por el espacio reducido donde se instalará la cabina aislante insonora lo que no permitiría abrir la puerta. Por esto se diseña una puerta desmontable con pines y que se asegura mediante cerraduras triangulares a los esquineros de la estructura como se ve en la figura 3.18.

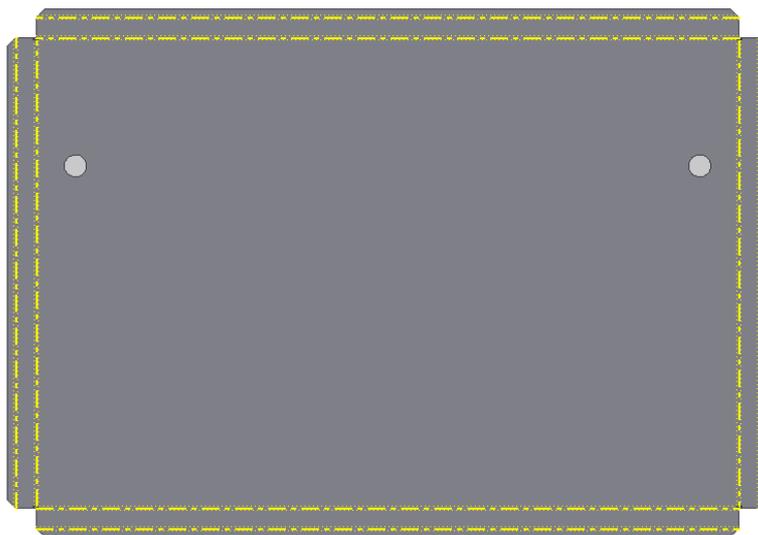


**Figura N° 3.18:** Isométrica de la Puerta de acceso a tomas.

**Fuente:** Propia.

Para obtener el desarrollo de este elemento se utiliza los datos calculados en la sección 3.4.1, y se introducen en el Software Autodesk inventor Professional 2011.

De esta manera se obtiene el desarrollo que se puede ver en la figura 3.19.



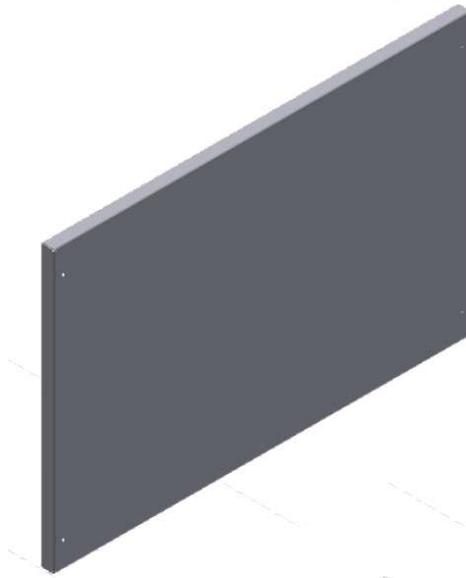
**Figura N° 3.19:** Desarrollo de la Puerta de acceso a tomas.

**Fuente:** Propia.

### **3.9 DISEÑO DE LA TAPA DE MANTENIMIENTO**

Para el mantenimiento del grupo electrógeno se realiza una tapa que va con tornillos, ya que no es un lugar donde se accederá con frecuencia.

Estos tornillos van cogidos a los respectivos esquineros de la estructura. La tapa de mantenimiento tiene la configuración que se ve en la figura 3.20.

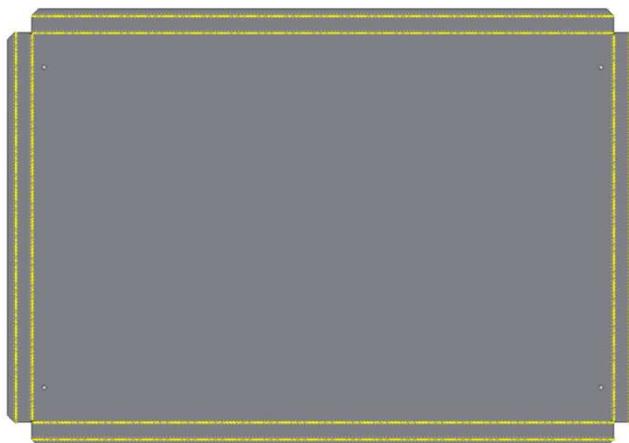


**Figura N° 3.20:** Isométrica de la Tapa de mantenimiento.

**Fuente:** Propia.

Para obtener el desarrollo de este elemento se utiliza los datos calculados en la sección 3.4.1, y se introducen en el Software Autodesk inventor Professional 2011.

De esta manera se obtiene el desarrollo que se puede ver en la figura 3.21.



**Figura N° 3.21:** Desarrollo de la Tapa de mantenimiento.

**Fuente:** Propia.

### 3.10 DISEÑO DE LA TAPA POSTERIOR

Al igual que la tapa de mantenimiento esta no será abierta con frecuencia por lo que se propone un diseño con el mismo sistema de sujeción de tornillos en los esquineros respectivos.

Estos tornillos van montados a los respectivos esquineros de la estructura. La tapa posterior tiene la configuración que se ve en la figura 3.22.

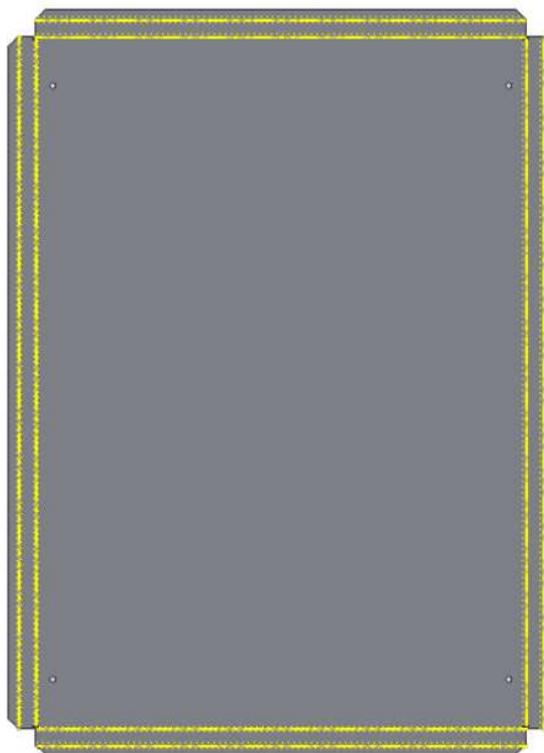


**Figura N° 3.22:** Isométrica de la Tapa posterior.

**Fuente:** Propia.

Para obtener el desarrollo de este elemento se utiliza los datos calculados en la sección 3.4.1, y se introducen en el Software Autodesk inventor Professional 2011.

De esta manera se obtiene el desarrollo que se puede ver en la figura 3.23.



**Figura N° 3.23:** Desarrollo de la Tapa posterior.

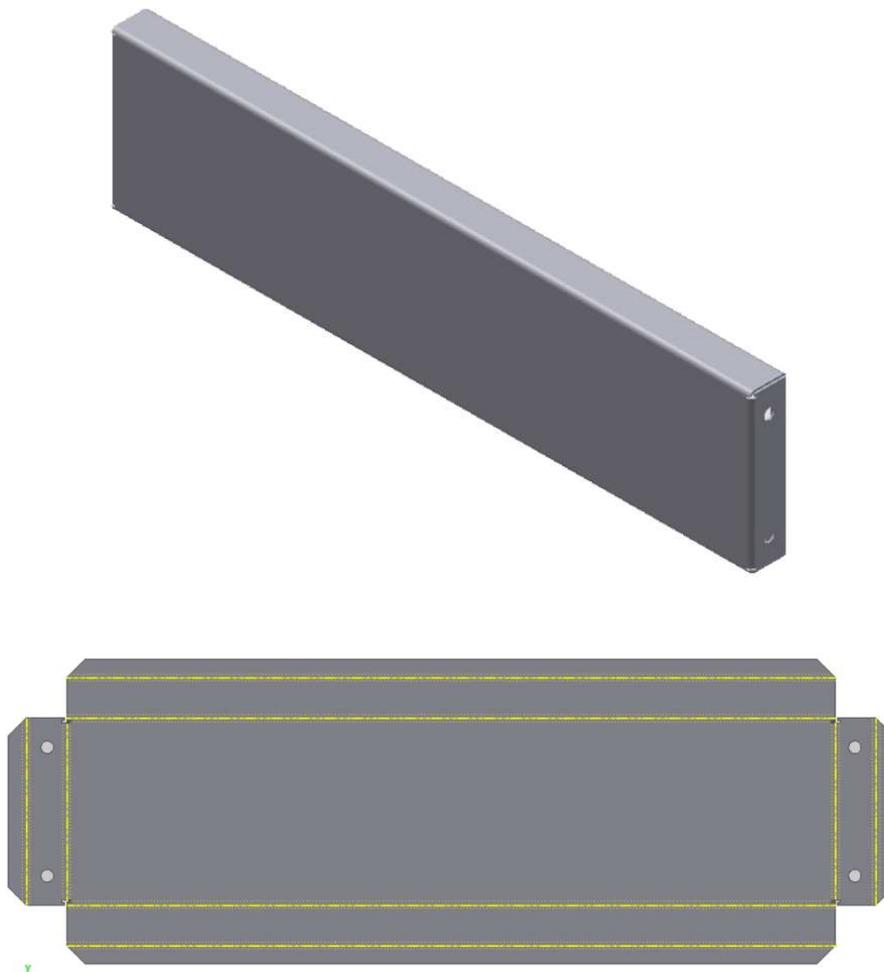
**Fuente:** Propia.

### **3.11 DISEÑO DE DINTELES**

Los dinteles son elementos que une a los esquineros en la parte superior, proporcionan rigidez a la estructura y además conjugan con su respectiva tapa o puerta, y le sirven de tope a la misma. Sus dimensiones deben ser determinadas con mucha precaución para no alterar la perpendicularidad de los esquineros y dejar la holgura suficiente para el montaje y desmontaje de las

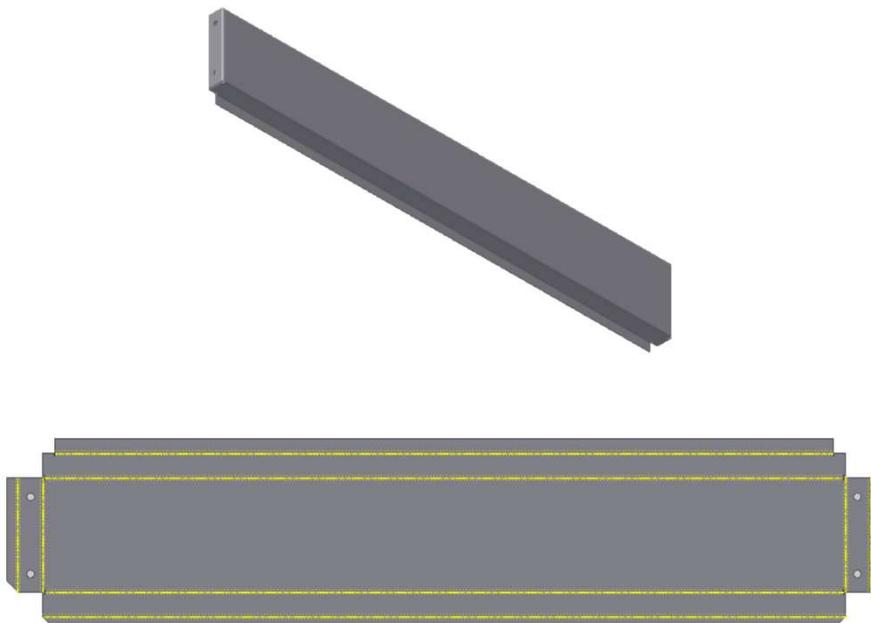
puertas y tapas. Los dinteles poseen perforaciones para la unión con los esquineros y proporcionar un fácil montaje.

En las figura 3.24 hasta figura 3.26 se muestra el diseño de dinteles utilizando Autodesk Inventor Professional 2011.



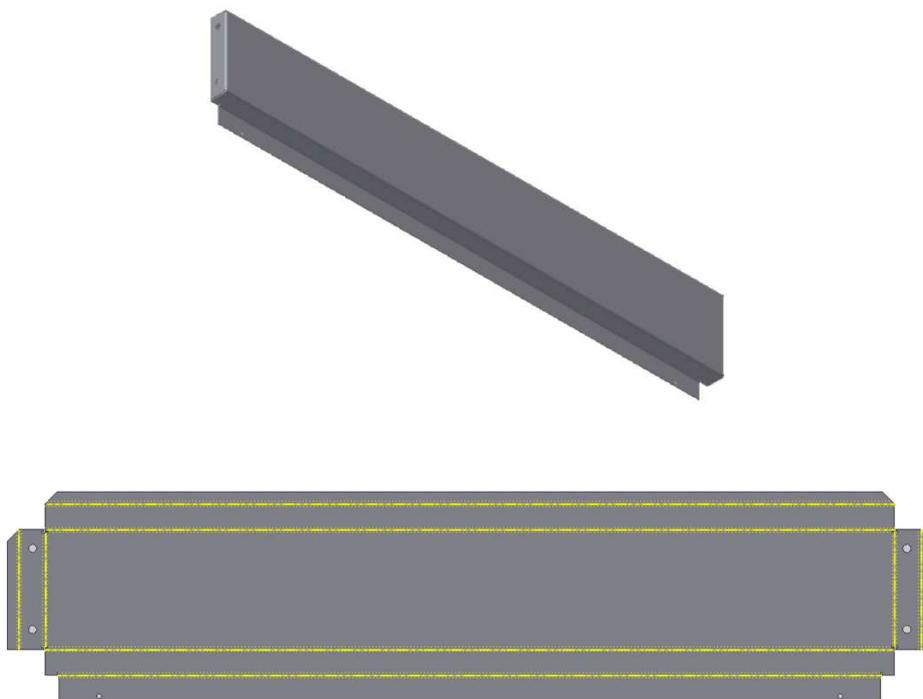
**Figura Nº 3.24:** Isométrica y Desarrollo del dintel frontal.

**Fuente:** Propia.



**Figura N° 3.25:** Isométrica y Desarrollo del dintel de puerta acceso a tomas.

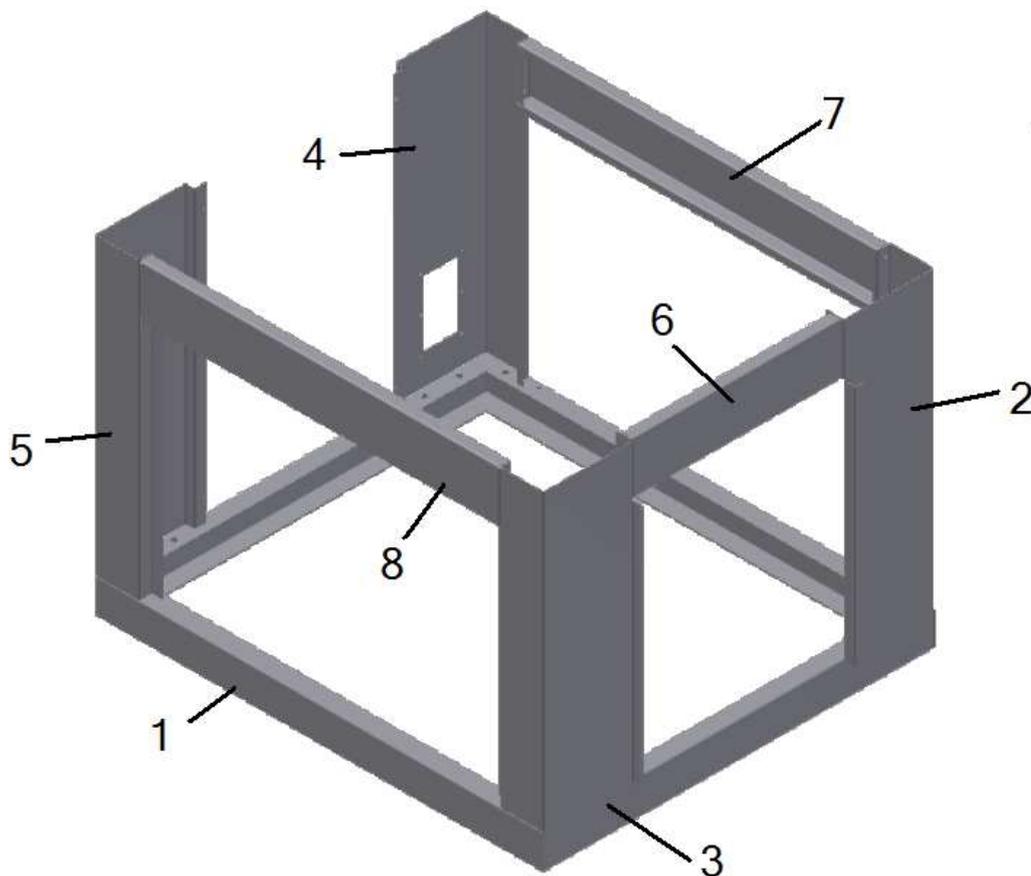
**Fuente:** Propia.



**Figura N° 3.26:** Isométrica y Desarrollo del dintel de la tapa de mantenimiento.

**Fuente:** Propia.

Los dinteles deben tener un acople perfecto con los esquineros, esto se lo realiza mediante pernos para facilitar el montaje y desmontaje de la cabina aislante sonora, en la figura 3.27 se muestra una isometría de la parte estructural de la cabina aislante sonora como es: base, esquineros y dinteles.



**Figura N° 3.27:** Isométrica de la parte estructural de la cabina aislante sonora.

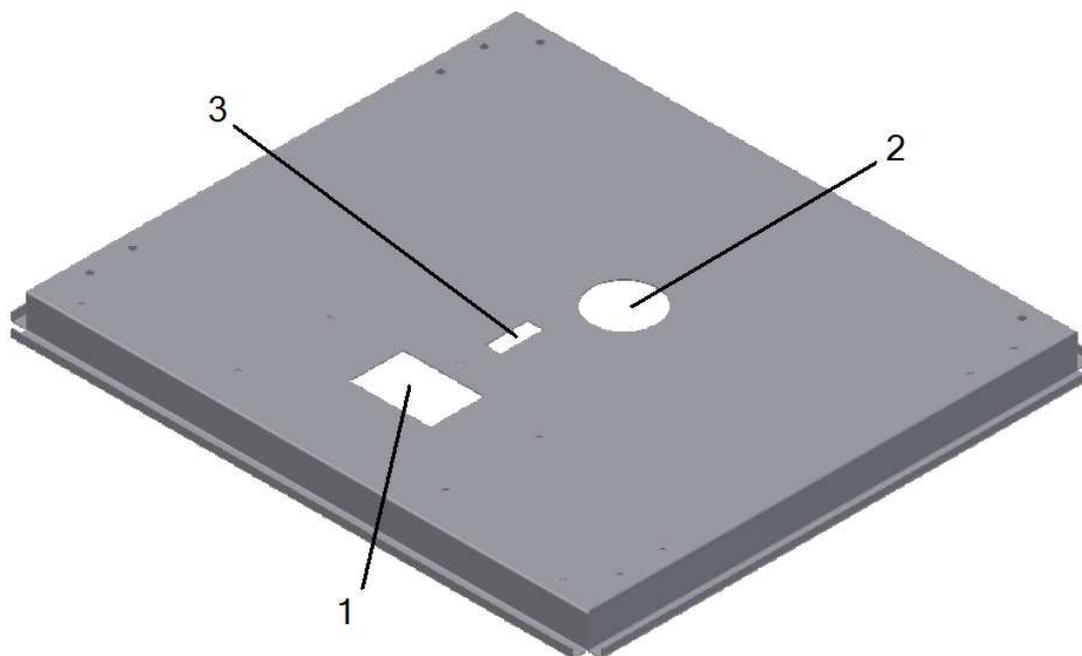
1: Base. 2: Esquinero frontal derecho. 3: Esquinero frontal izquierdo. 4: Esquinero posterior derecho. 5: Esquinero posterior izquierdo. 6: Dintel frontal. 7: Dintel acceso tomas. 8: Dintel Tapa mantenimiento.

**Fuente:** Propia.

### 3.12 DISEÑO DEL TECHO

El diseño del techo se basa en las dimensiones finales de la estructura principal que se muestra en la figura 3.27, se realizan dobleces en los extremos para obtener mayor rigidez debido a las dimensiones que presenta. Además presenta los respectivos cortes para el ingreso del combustible, colocación de visor de nivel de combustible y salida de aire, la ubicación de estos se realiza de acuerdo a los datos geométricos del generador obtenidos en el estudio de campo.

Así se obtiene el modelo mostrado en la figura 3.28.

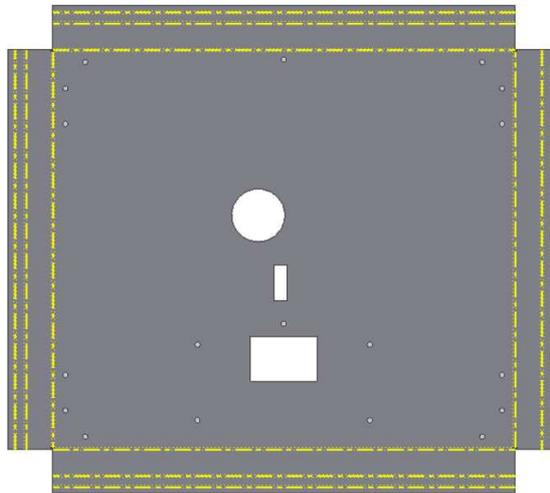


**Figura N° 3.28:** Isométrica del techo de la cabina aislante sonora.

1: Agujero salida de aire. 2: Agujero ingreso combustible. 3: Agujero visor nivel de combustible.

**Fuente:** Propia.

El desarrollo se determina mediante Autodesk Inventor Professional 2011 y se muestra en la figura 3.29.



**Figura N° 3.29:** Desarrollo del techo de la cabina aislante sonora.

**Fuente:** Propia.

### 3.13 DISEÑO DE LA SALIDA DE AIRE

Para esto es muy importante el dato tomado en el estudio de campo, que refiere al diámetro del parachispas del sistema de escape del grupo electrógeno, con este dato se puede aproximar un corte en el techo para el tubo de escape y el sistema de atenuación del ruido.

Aplicando la ecuación de la continuidad:

$$\rho V_1 A_1 = \rho V_2 A_2 \quad \text{Ec. (3.7)}^{11}$$

Dato obtenido del estudio de campo:

$$\varnothing = 130 \text{ mm}$$

---

<sup>11</sup>ROBERT W.; "Introducción a la Mecánica de Fluidos"; México; 1995; págs. 733.

$$A_{\text{círculo}} = \pi r^2 = \pi (130/2)^2 = 13273.26 \text{ mm}^2$$

El área equivalente será de forma rectangular debido a la mayor facilidad de fabricación de la trampa de ruido para la salida.

Se asume un lado del rectángulo como 100 mm y así se tiene:

$$A_{\text{rectángulo}} = 100 \times x$$

Dónde:  $x$  = lado a determinar del rectángulo.

Reemplazando el área obtenida con el círculo se tiene:

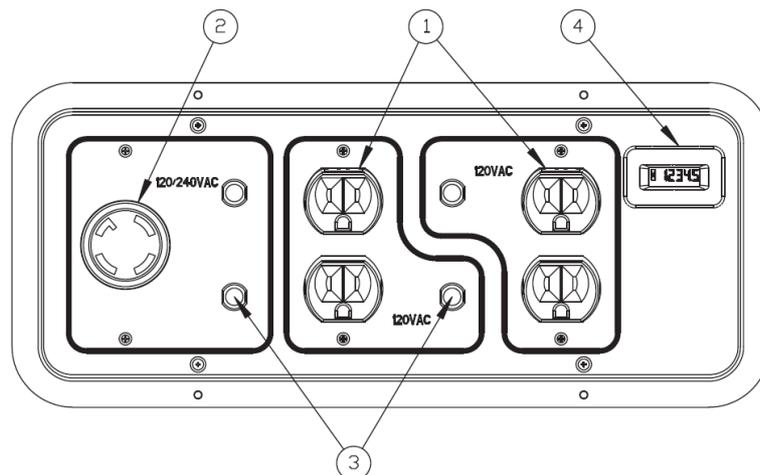
$$13273.26 \text{ mm}^2 = 100 \times x$$

Entonces:  $x = 132.73 \text{ mm}$

Así se realiza un corte de las dimensiones determinadas en el techo de la cabina aislante sonora como se puede ver en la figura 3.28.

### 3.14 DISEÑO DE LA ENTRADA DE CABLES

Del manual de usuario correspondiente al generador se obtiene las siguientes características eléctricas de las tomas de energía que se muestran en la figura 3.30.



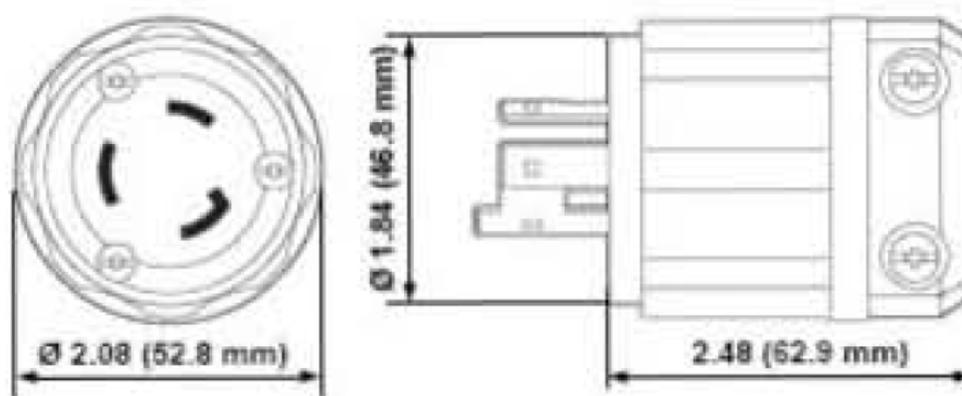
**Figura Nº 3.30:** Tomas de energía del Generador.

**Fuente:** Especificaciones Técnicas Generador (**Anexo I**)

Dónde:

- 1.- Tomacorriente dúplex de 120 voltios AC, 20 Amp – Suministra energía eléctrica para el funcionamiento de la iluminación eléctrica, electrodomésticos, herramientas y cargas de motor de 120 voltios AC, 20 Amp, monofásica, 60 Hz.
- 2.- Tomacorriente de seguridad de 120/240 voltios AC, 30 Amp – Suministra energía eléctrica para el funcionamiento de la iluminación eléctrica, electrodomésticos, herramientas y cargas de motor de 240 voltios AC, 30 Amp, monofásica, 60 Hz.
- 3.- Interruptores de circuito (AC) – Cada tomacorriente tiene un interruptor de circuito que se presiona para reiniciar para proteger al generador contra sobrecarga eléctrica.
- 4.- Contador horario – Lleva la cuenta de las horas de funcionamiento.

El enchufe más grande que debe ingresar es el de seguridad, de acuerdo al amperaje (30 amperios) se tiene un diámetro como se puede ver en la figura 3.31.

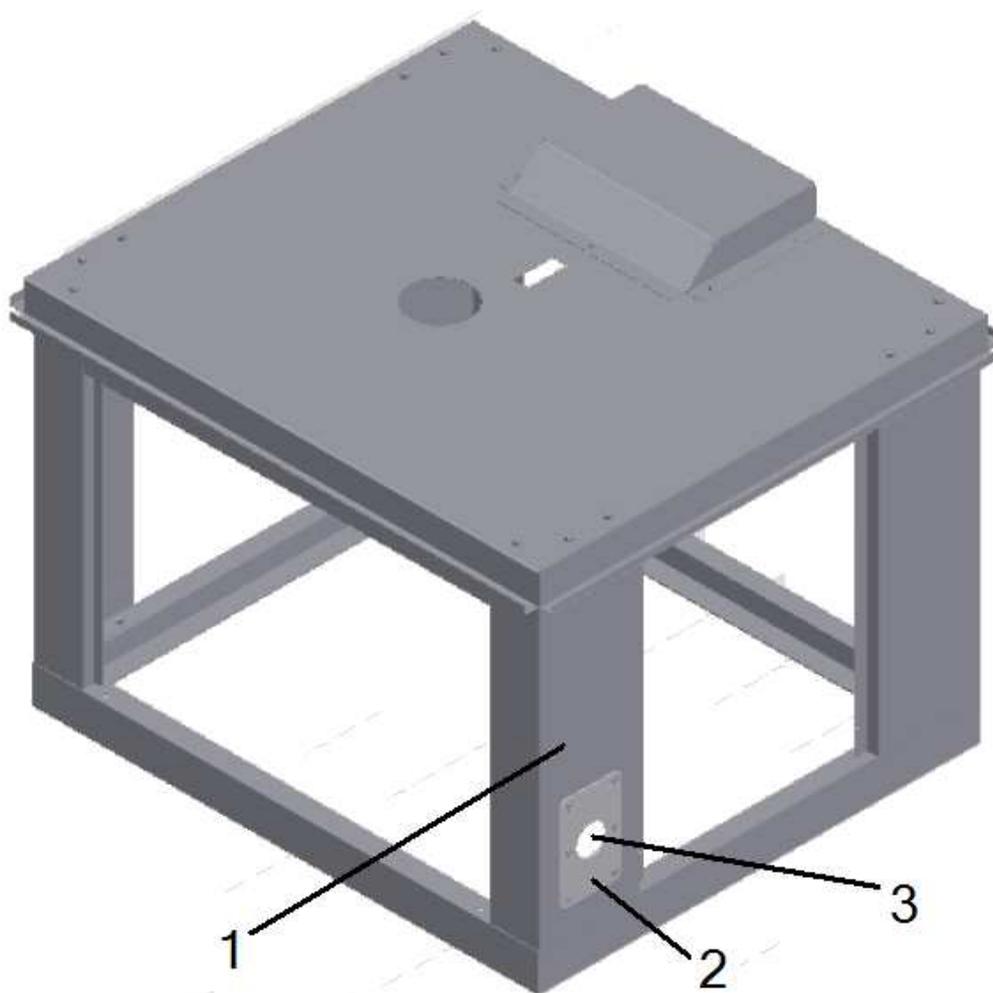


**Figura N° 3.31:** Enchufe de seguridad.

**Fuente:** [www.twacomm.com](http://www.twacomm.com)

De la figura 3.31 se puede ver el diámetro exterior del enchufe que es 52.8 mm, con este dato se realiza un agujero circular para ingreso de cables de diámetro 70 mm, se trata de hacer lo más pequeño dentro de lo posible para evitar que escape el ruido. Para casos particulares que se tenga un enchufe más grande se pone una placa con tronillos extraíble en caso necesario de ingresar un enchufe más grande.

Este ingreso de cables queda situado en el esquinero más cercano a las tomas como se puede ver en la figura 3.32.



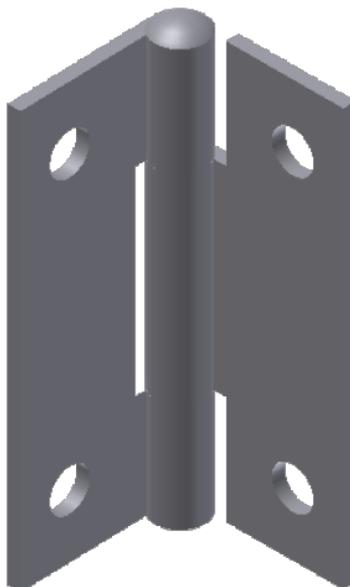
**Figura Nº 3.32:** Isométrica de la cabina con la entrada de cables.

1: Esquinero posterior derecho. 2: Tapa extraíble. 3: Agujero ingreso cables.

**Fuente:** Propia.

### 3.15 SELECCIÓN DE BISAGRAS

Se seleccionan bisagras de fácil acceso al mercado local, estas van ubicadas en la puerta frontal que se necesita tenga un fácil y rápido acceso debido a los mandos que se tiene por ese ingreso. La bisagra seleccionada es una tipo piano de sujeción con tornillos como se ve en la figura 3.33.



**Figura N° 3.33:** Bisagra tipo piano.

**Fuente:** Propia.

Para el análisis de resistencia se calcula primero el peso total ( $P_T$ ) que va a soportar las bisagras este viene dado por la ecuación 3.8.

$$P_T = P_P + P_E + P_S \quad \text{Ec. (3.8)}$$

Dónde:

$P_P$  = Peso puerta frontal.

$P_E$  = Peso entrada de aire.

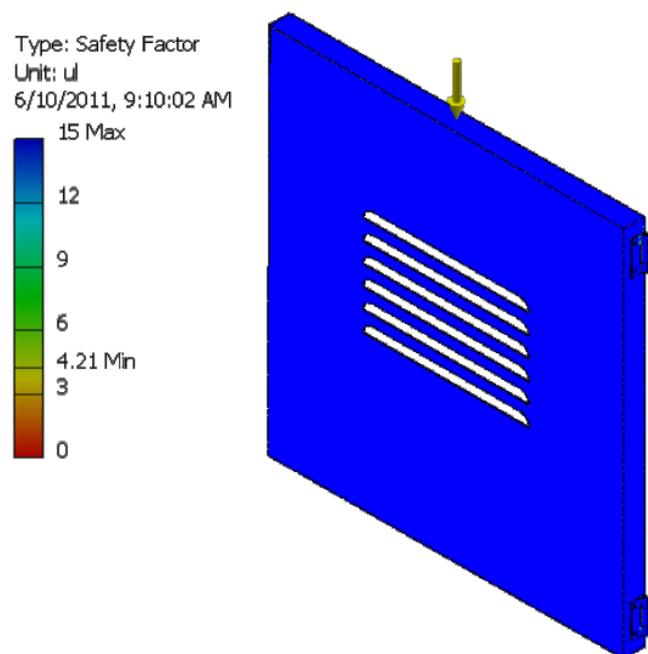
$P_S$  = Peso soporte entrada de aire.

Para calcular los pesos se utiliza los modelos realizados en Autodesk Inventor Professional 2011, remplazando se tiene:

$$P_T = (3.742 + 2.405 + 0.794)Kg = 6.896 Kg$$

Determinada esta carga se aplica en la puerta frontal para el modelado en Inventor 2011, considerando los dos casos, la puerta cerrada y la puerta abierta para determinar el más crítico y su factor de seguridad correspondiente.

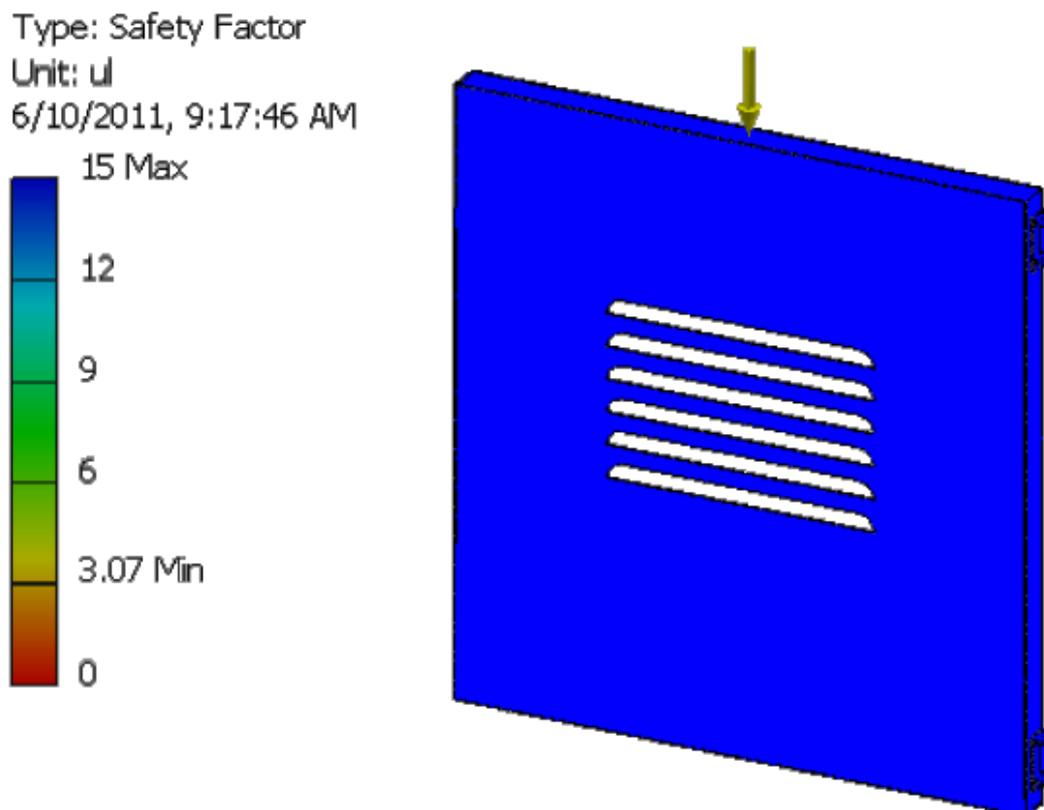
Para el caso que se tiene la puerta cerrada se presentan los resultados en la figura 3.34.



**Figura N° 3.34:** Factor de seguridad, puerta frontal completamente cerrada.

**Fuente:** Propia.

Para el caso que se tiene la puerta abierta se presentan los resultados en la figura 3.35.



**Figura Nº 3.35:** Factor de seguridad, puerta frontal completamente abierta.

**Fuente:** Propia.

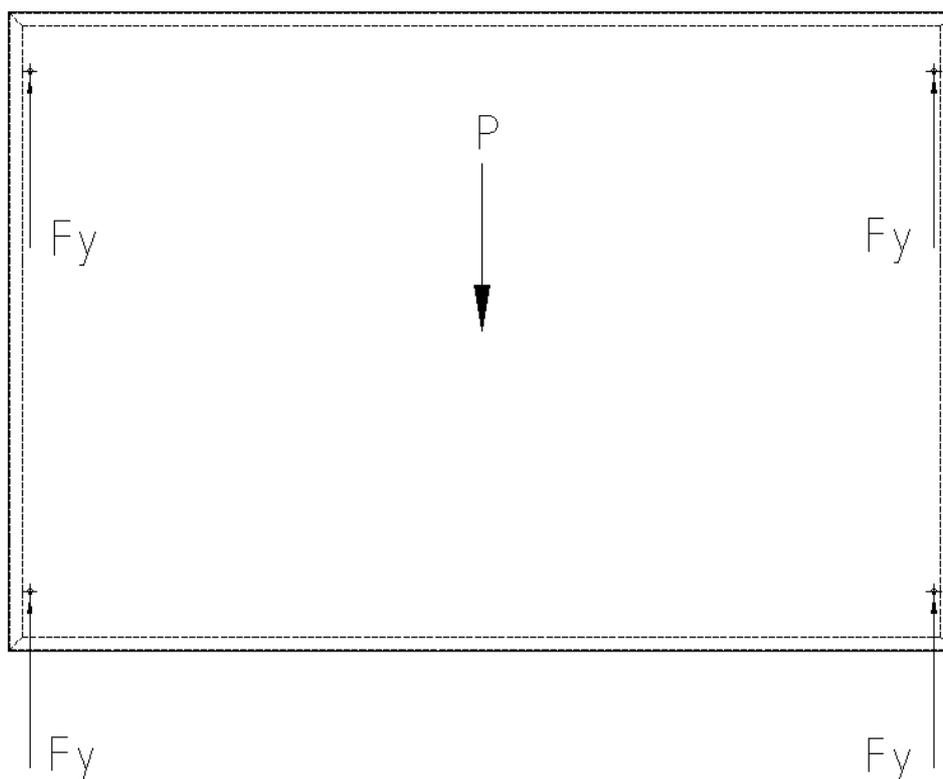
Analizando las figuras 3.34 y 3.35 se puede ver que el caso más crítico es cuando la puerta está abierta sin embargo en ninguno de los casos se presenta falla. Así queda justificado el uso de la bisagra tipo piano.

### 3.16 DISEÑO Y SELECCIÓN DE PERNOS

Los pernos se diseñan para el caso estático. Estos deben soportar las cargas del peso de la estructura, dinteles y puertas.

El elemento más crítico para el diseño es la puerta de mantenimiento ya que es la más pesada y de mayores dimensiones, esta al igual que la tapa posterior tienen cuatro pernos que sujetan contra los respectivos esquineros.

La carga que resistirán los pernos es de corte, para esto se determina primero el centroide del grupo de pernos por simetría, y se obtiene lo que se puede ver en la figura 3.36.



**Figura Nº 3.36:** Diagrama de cuerpo libre para puerta de mantenimiento.

**Fuente:** Propia.

Por sumatoria de fuerzas se puede obtener la carga  $F_y$  cortante que soporta cada perno.

$$\sum F_y = 0$$

$$P * g = 4 * F_y$$

Dónde:

P = Masa de la puerta

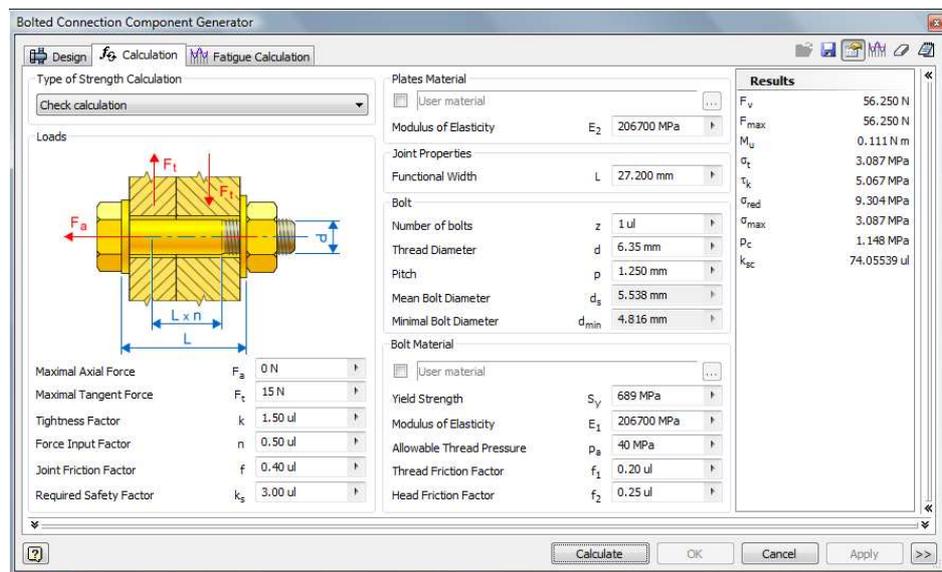
g = gravedad (9.8 m/s<sup>2</sup>)

La masa de la puerta se determina utilizando Autodesk Inventor Professional 2011 y se tiene un valor de: 5.82 Kg.

Así resolviendo se tiene:

$$F_y = \frac{P * g}{4} = \frac{5.82 * 9.8}{4} = 14.26 \text{ N}$$

Se resuelve el diseño utilizando Autodesk Inventor profesional 2011 como se puede ver en la figura 3.37.



**Figura Nº 3.37:** Calculo de pernos mediante Inventor Professional 2011.

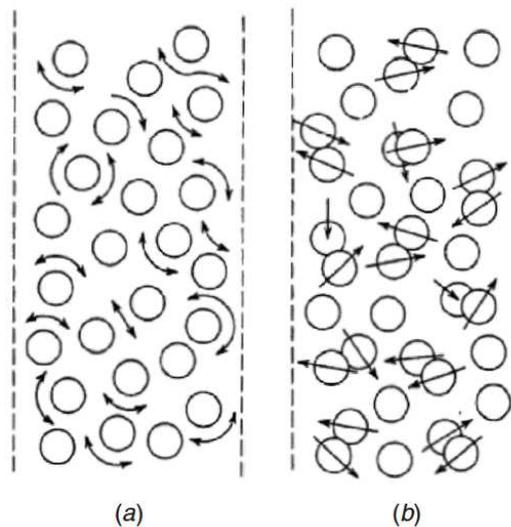
**Fuente:** Propia.

Para los pernos de M6, acero dulce, se obtiene un factor de seguridad de 74, la optimización no tiene aplicabilidad ya que no disminuye el costo de la cabina aislante sonora significativamente.

Así se selecciona pernos M6 galvanizados, por su fácil accesibilidad en el mercado y por el factor de seguridad obtenido, asegurando una fácil intercambiabilidad y resistencia en el diseño.

### 3.17 SELECCIÓN DEL AISLANTE SONORO

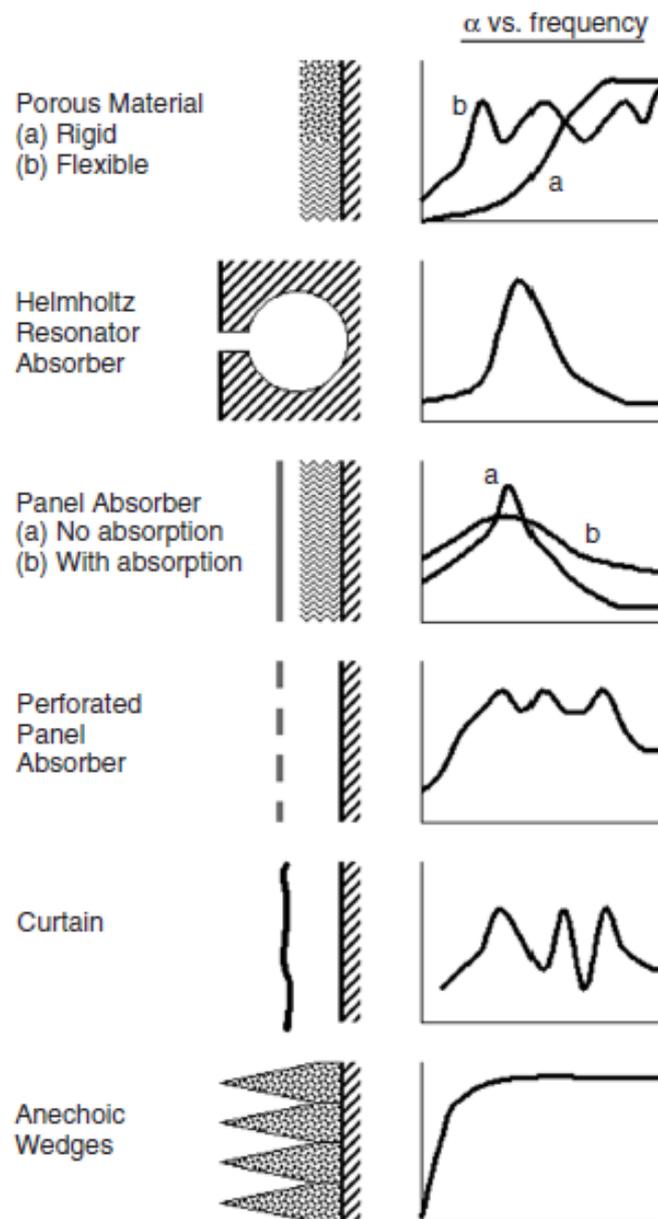
Para el aislante sonoro se tienen dos alternativas que son un material poroso y un material fibroso, ya que existen dos mecanismos para que un material absorba el sonido, la primera es la pérdida viscosa de energía en el aire por la presencia de porosidades y la segunda es la fricción mecánica producida por el roce de fibras. La figura 3.38 muestra un esquema de los dos mecanismos para absorber el sonido en materiales acústicos.



**Figura Nº 3.38:** Mecanismos que existen para absorber el sonido. a) pérdida viscosa de energía en el aire. b) fricción mecánica producida por el roce de fibras.

**Fuente:** CROCKER M.; "Handbook of noise and vibration control"; New Jersey; pág. 656; John Wiley & Sons Inc.; 2007.

Los dos materiales disipan la energía sonora, sin embargo por mayor accesibilidad y costos se opta por un material poroso. En la figura 3.39 se puede ver la respuesta de los diferentes materiales acústicos en la absorción del sonido.

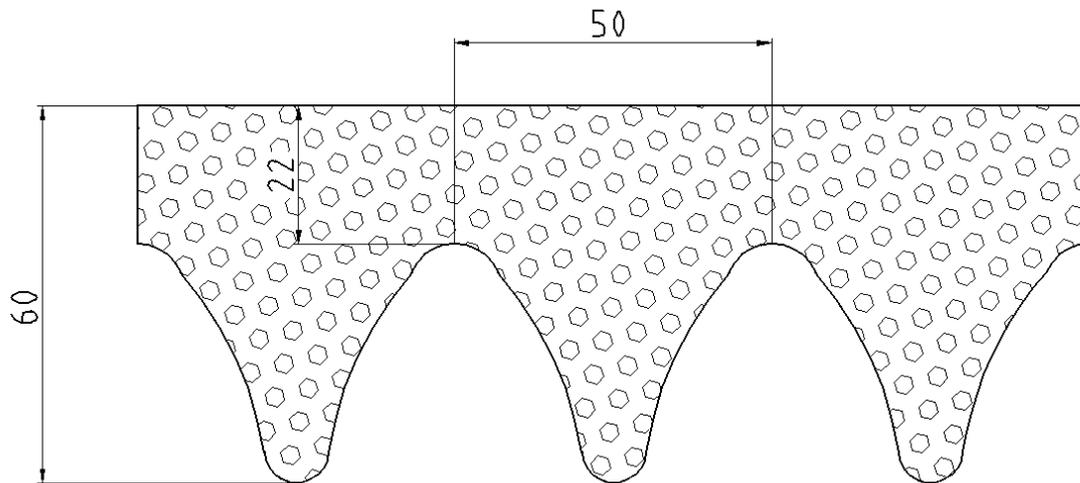


**Figura N° 3.39** Comparación del comportamiento de absorbentes acústicos.

**Fuente:** CROCKER M.; "Handbook of noise and vibration control"; New Jersey; pág. 705; John Wiley & Sons Inc.; 2007.

Se selecciona un material con un perfil acústico específico para obtener mejores resultados a diferentes frecuencias. Tiene una densidad de  $20 \text{ Kg/m}^3$ .

Este perfil se muestra en la figura 3.40.



**Figura N° 3.40:** Perfil material aislante sonoro (dimensiones en mm).

**Fuente:** Propia.

## **CAPÍTULO 4**

### **CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

#### **4.1 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE CABINA AISLANTE SONORA**

Para la construcción de la cabina se selecciona un taller mecánico el cual está equipado y cuenta con las herramientas necesarias y suficientes para la construcción de cada uno de los elementos constitutivos de la misma. Además, debe contar con personal capacitado para garantizar un trabajo de calidad.

Usando los planos de taller del (ver Anexo X) en los cuales se encuentra la ingeniería de detalle y las hojas de proceso (ver Anexo VIII), se procede a construir cada uno de los elementos que conforman la cabina. Se debe tomar en cuenta que los procesos utilizados para la construcción de los elementos sean los más adecuados y a precios convenientes, con el objetivo de garantizar calidad, tanto de los materiales como la cabina.

Para la estructura de la cabina se utilizan perfil en C y plancha de tol laminada en caliente, estos materiales son fáciles de conseguir en cualquier comercializadora de productos de acero estructural.

El elemento aislante y absorbente de ruido está compuesto por una capa fonoabsorbente de espuma flexible de poliuretano poliéster, una barrera aislante en vinillo de alta densidad y una tercera capa flexible para desacoplar la transmisión de ruido por vibraciones.

#### 4.1.1 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Para la construcción de cada uno de los elementos que conforman el prototipo de cabina, se requiere de: máquinas, herramientas, materiales, instrumentos de medición, entre otros, los que se detallan a continuación:

##### 4.1.1.1 MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS

En la Tabla N° 4.1 se indican cada uno de los máquinas y herramientas de trabajo utilizados.

**Tabla N° 4.1** Tipo y codificación de máquinas, herramientas y equipos.

TIPO	HERRAMIENTA
HERRAMIENTA	Esmeril
	Lima
	Llaves y Copas
	Machuelos
	Tijera para Tol
	Martillo
	Rayador
	Taladro Eléctrico
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	Calibrador pie de rey
	Escuadra
	Flexómetro
	Nivel
	Regla metálica
MÁQUINAS HERRAMIENTAS	Esmeril
	Amoladora
	Compresor
	Cortadora
	Cortadora de Tol
	Suelda Eléctrica
	Taladro

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

#### 4.1.1.2 MATERIA PRIMA

En la Tabla N° 4.2 se enlista la materia prima a utilizarse para la construcción de la cabina.

**Tabla N° 4.2** Listado de Materia Prima

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
1	3,8	m	Canal U 80x40x3 mm
2	2,5	UNI	Tol 1,4mm 1.22 x 2.44 m
3	2	UNI	Planchas de Aislante 50 mm, 1 x 2 m

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

#### 4.1.1.3 PIEZAS A CONSTRUIR

En la Tabla N° 4.3 se detallan las piezas constitutivas de la Cabina a construir.

**Tabla N° 4.3** Listado de Piezas a Construir

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
2	Perfil Base 1
2	Perfil Base 2
1	Puerta Frontal
1	Puerta Acceso Tomas
1	Tapa Posterior
1	Tapa Mantenimiento
1	Esquina Frontal Izquierda
1	Esquina Frontal Derecha
1	Esquina Posterior Izquierda
1	Esquina Posterior Derecha
1	Dintel Frontal
1	Dintel Puerta Acceso Tomas
1	Dintel Izquierdo
1	Soporte entrada Aire 1
2	Soporte Entrada Aire 2
1	Entrada Aire
1	Salida Gases de Escape
8	Sujetadores de Esquineros
1	Techo

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

#### 4.1.1.4 ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Para la construcción de la cabina, y de sus elementos constitutivos se cumple con la siguiente secuencia:

- Compra de la Materia Prima
- Trazos sobre la Materia Prima
- Ejecución de los procesos de fabricación, de acuerdo a las hojas de proceso (Anexo VIII).
- Verificación de dimensiones.
- Pintura de las superficies.
- Instalación de material absorbente y aislante.
- Instalación de la cabina en sitio.

En la Tabla N° 4.4 se detallan los códigos a usar en el diagrama de la Figura 5.1.

**Tabla N° 4.4** Listado de Actividades de Construcción

CÓDIGO	ACTIVIDADES
1	Trazado
2	Corte
3	Doblado
4	Perforado
5	Pintura
6	Soldadura

- **Fuente:** Propia
- **Elaboración:** Propia

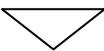
Terminada la construcción de las piezas que constituyen la cabina, se procede al montaje del prototipo.

#### 4.1.1.5 DIAGRAMA DE FLUJO DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

Los diagramas de construcción nos indican la secuencia de fabricación de las piezas de la cabina.

En la Tabla N 4.5 se indican la simbología a usar en los diagramas de flujo.

**Tabla N° 4.5** Simbología de diagramas de flujo.

SÍMBOLO	DEFINICIÓN
	Almacenamiento
	Espera
	Inspección
	Operación
	Transporte

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

En las Figuras N° 4.1 se detallan los procesos constructivos necesarios para cada una de las piezas de la cabina. Las dimensiones y detalles se indican en los planos (Ver Anexo X).

Tiempo estimado de Construcción: 26 horas.

**Figura Nº 4.1** Diagrama de Flujo de la construcción y montaje de piezas de la Cabina

**Fuente:** Propia

Desde la Figura N° 4.2 hasta la Figura N°4.6 se muestra la construcción de los elementos de la cabina.



**Figura N° 4.2** Corte de la puerta de mantenimiento

**Fuente:** Propia



**Figura N° 4.3** Corte del esquinero Posterior

**Fuente:** Propia



**Figura N° 4.4** Doblado de Tapa Posterior

**Fuente:** Propia



**Figura N° 4.5** Doblado del Esquinero Frontal

**Fuente:** Propia



**Figura N° 4.6** Control dimensional del dintel posterior

**Fuente:** Propia

Desde la Figura N° 4.7 hasta la Figura N° 4.8 se muestra el montaje de los elementos de la cabina.



**Figura N° 4.7** Montaje de esquineros y dinteles

**Fuente:** Propia



**Figura N° 4.8** Colocación material aislante

**Fuente:** Propia

## **4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

Para las pruebas de campo se aplica el formato de Protocolo de Pruebas, establecido en el Anexo II.

Desde la Figura N° 4.9 hasta la Figura N° 4.14 se muestran las fotografías de instalación de la cabina y las pruebas de campo.



**Figura Nº 4.9** Pruebas de campo realizadas con el Director del Proyecto.

**Fuente:** Propia



**Figura Nº 4.10** Pruebas de campo realizadas con el Director del Proyecto.

**Fuente:** Propia



**Figura Nº 4.11** Instalación de cabina

**Fuente:** Propia



**Figura Nº 4.12** Instalación de cabina

**Fuente:** Propia



**Figura Nº 4.13** Instalación de cabina

**Fuente:** Propia



**Figura Nº 4.14** Cabina Instalada en grupo electrógeno

**Fuente:** Propia

En el anexo IX se muestran los valores medidos después de la instalación de la cabina aislante sonora.

### **4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Se encuentra que los resultados obtenidos son óptimos, el valor de ruido medido después de instalada la cabina, está acorde al valor que se planifica en reducir de acuerdo al diseño.

Los valores medidos cumplen con el requerimiento del Distrito Metropolitano de Quito; de modo que puede funcionar sin ningún problema en el lugar asignado actualmente.

El diseño de las partes es el correcto, de modo que en el proceso de montaje no se tuvo ningún problema, los materiales elegidos fueron los correctos y cumplieron con la función que se busca.

Los costos que se invierten en la cabina están acorde a la realidad nacional, es un valor competitivo con el de las cabinas importadas existentes en el mercado.

Los resultados que se obtienen, muestran que la tesis cumple con los objetivos planteados al inicio del proyecto.

## CAPÍTULO 5

### COSTOS

#### 5.1 ANÁLISIS DE COSTOS

Para obtener el costo total del diseño y construcción del prototipo de Cabina Aislante Sonora para un Grupo de 7kW se toma en cuenta los Costos Directos e Indirectos.

Dentro de los costos totales directos tenemos:

- Materia Prima
- Elementos Normalizados
- Costos de Maquinado
- Costos de Montaje

De la misma forma para determinar los costos totales indirectos se toma en cuenta los siguientes costos parciales:

- Costos Indirectos
- Costos de Ingeniería
- Costos Imprevistos

El costo total de la cabina de vigas es igual a la suma de los costos totales directos y los costos totales indirectos.

## 5.1.1 ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS

### 5.1.1.1 COSTOS DE MATERIA PRIMA

Los costos de materia prima son los que se generan de la compra de los diversos materiales que se necesitan para la fabricación de elementos constitutivos de la cabina.

En la Tabla N° 5.1 se listan los costos de la materia prima necesaria para la construcción de la máquina.

**Tabla N° 5.1** Costos de materia prima

<b>Material</b>	<b>Cantidad a Comprar</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Unitario (USD)</b>	<b>Valor Total (USD)</b>
Canal U 80x40x3 mm	3,8	m	5,1	19,38
Tol 1,4 mm 1.22 x 2.44 m	2,5	UNI	40,25	100,63
Material Aislante Sonoro 50 mm	2	UNI	25	50,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>170,01</b>

**Fuente:** Acero Comercial Ecuatoriana SA, Import Aceros Impcer S.A., Poliflez.

**Elaboración:** Propia

### 5.1.1.2 COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS

Son aquellos costos de elementos prefabricados bajo distintos tipos de normas como: tornillos, tuercas, etc.

En la Tabla N° 5.2 indica los costos de los elementos normalizados necesarios para la construcción de la cabina.

**Tabla N° 5.2** Costos de elementos normalizados

<b>Denominación</b>	<b>Especificación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario (USD)</b>	<b>Valor Total (USD)</b>
Pernos Hexagonales	M6x1, l= 35 mm	9	0,11	0,99
Pernos Hexagonales	M6x1, l=20 mm	50	0,08	4
Tuercas	M5	0,05	60	3
Arandelas Planas	Para M5	0,05	60	3
Cerradura Triangular		2	4,54	9,07
Bisagras	50 mm	2	1,42	2,84
Tiraderas		4	0,84	3,36
<b>SUBTOTAL</b>				<b>26,27</b>

**Fuente:** La Casa del Perno, Kywi

**Elaboración:** Propia

### 5.1.1.3 COSTOS DE MAQUINADO

Estos costos tienen que ver con los valores respecto a la mano de obra directa en las máquinas herramientas para la fabricación de piezas de la ensambladora y se calculan basándose en el tiempo requerido para la fabricación de los elementos.

En la Tabla N° 5.3 se detallan los costos de maquinado de los diferentes procedimientos que se necesitan en la construcción del prototipo.

**Tabla N° 5.3** Costos de maquinado

Máquina o Procedimiento	Costo por hora de máquina y mano de obra (USD/h)	Tiempo (horas)	Costo Total (USD)
Soldadora Eléctrica	9	1,5	13,5
Taladro	3,5	4	14
Cortadora de tol	5,5	2	11
Machuelado	3,5	1	3,5
Dobladora de Tol	5,5	6	33
Amoladora	4,5	1	4,5
Corte con Matriz	8	1	8
<b>SUBTOTAL</b>			<b>87,5</b>

**Fuente:** IMEC

**Elaboración:** Propia

#### 5.1.1.4 COSTOS DE MONTAJE

Son aquellos que relacionan la mano de obra ocupada para el ensamblado de las partes y piezas que constituyen la cabina.

Para el montaje se usa 1 persona por un lapso de 5 horas. El costo de mano de obra por hora es de 5 USD diarios/persona (Ver Tabla N° 5.4).

**Tabla N° 5.4** Costos de montaje

Personal	Especialidad	Tiempo (horas)	Costo por hora (USD)	Total (USD)
Técnico	Montador Mecánico	8	5	40
<b>SUBTOTAL</b>				<b>40</b>

**Fuente:** IMEC

**Elaboración:** Propia

### 5.1.1.5 COSTO DIRECTO TOTAL

En la Tabla N° 5.5 se indica el costo directo total, que resulta de la suma de los costos anteriormente calculados.

**Tabla N° 5.5** Costos directo total

<b>Costos Parciales</b>	<b>Valor (USD)</b>
Materia Prima	170,0
Elementos Normalizados	26,27
Costos de Maquinado	87,5
Costos de Montaje	40
<b>Total Costo Directo</b>	<b>323,77</b>

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

## 5.1.2 ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS

### 5.1.2.1 COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS

Estos costos son los que se generan del uso de materiales suplementarios en la construcción de los componentes de la cabina.

Los costos de los materiales indirectos para la construcción del prototipo se indican en la Tabla N° 5.6).

**Tabla N° 5.6** Costos de materiales indirectos

Denominación	Cantidad	Unidad	Valor Unitario (USD)	Valor Total (USD)
Electrodo E6011	0,25	kilo	3,60	0,90
Pintura al horno	9	metros cuadrados	10,08	90,72
Lija	5	UNI	0,15	0,73
Discos de corte	1	UNI	1,55	1,55
Guaípe	10	UNI	0,34	3,36
Thinner	1	Galón	9,63	9,63
Varios			10	10
<b>SUBTOTAL</b>				<b>116,88</b>

**Fuente:** Kywi, IMEC.

**Elaboración:** Propia

### 5.1.2.2 COSTOS DE INGENIERÍA

Son aquellos costos que se derivan del tiempo y del conocimiento que un ingeniero aplica en el diseño de la máquina, en el caso de la cabina se necesita se usará un porcentaje del Costo Total de la Cabina, este porcentaje depende del grado de dificultad tanto del diseño, como de su construcción y montaje. Generalmente este porcentaje se estima el 20% del Costo Total de la cabina.

**Tabla N° 5.7** Costos de ingeniería

COSTO SIN INGENIERÍA	20% DEL COSTO (COSTO INGENIERÍA)
403,77	80,75

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

### 5.1.2.3 COSTOS IMPREVISTOS

Son aquellos relacionados con los gastos de movilización de personal, transporte de materiales, impresiones de planos, etc.; es decir, aquellos que no estaban considerados para el análisis del costo total (Ver Tabla N° 5.8)

**Tabla N° 5.8** Costos de Imprevistos

<b>Imprevisto</b>	<b>Valor</b>
Movilización de personal	20
Movilización cabina	10
Impresiones de planos	35
Varios	15
<b>SUBTOTAL</b>	<b>80</b>

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

### 5.1.2.4 COSTO INDIRECTO TOTAL

El costo indirecto total es el resultado de la suma de los costos de materiales indirectos, más los costos de ingeniería y los costos imprevistos.

Estos se indican en la Tabla N° 5.9.

**Tabla N° 5.9** Costos indirecto Total

<b>Costos Parciales</b>	<b>Valor (USD)</b>
Costos Materiales Indirectos	116,88
Costos de Ingeniería	80,8
Costos de Imprevistos	80
<b>Total Costo Indirecto</b>	<b>277,6</b>

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

### 5.1.3 COSTO TOTAL DEL PROTOTIPO

Es el resultado de la suma de los costos directos con los costos indirectos.

Estos se indican en la Tabla N° 5.10.

**Tabla N° 5.10** Costos total de la máquina

<b>Componente del Costo</b>	<b>Valor (USD)</b>
Costos Directos	323,77
Costos Indirectos	277,64
<b>TOTAL</b>	<b>601,41</b>

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Propia

Como se puede observar en la Tabla N° 5.10, el costo total no supera el valor presupuestado, lo que indica que la cabina tiene un precio accesible para todas las empresas, domicilios, edificios que necesiten atenuar el ruido generado por el grupo electrógeno.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

- El desarrollo del presente proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, es de gran aporte al desarrollo tecnológico del país, específicamente en el sector ambiental, en la insonorización de equipos.
- En base a los resultados obtenidos en las pruebas de campo se concluye que la máquina cumple con los objetivos planteados, cumplir con la normativa ambiental vigente de control de ruido.
- Al realizar las pruebas de campo, se pudo determinar las condiciones reales de trabajo a las cuales trabajará la cabina.
- Debido a que es una cabina desmontable, facilita el proceso de construcción y montaje, la materia prima utilizada está disponible en el mercado nacional, y se puede acceder de forma fácil.
- El desarrollo de este proyecto, motiva a la visión empresarial de los estudiantes, ya que al comparar costos y calidad, se observa que se pueden conseguir excelentes resultados.
- La cabina diseñada y construida puede competir fácilmente con una cabina importada, su costo es la quinta parte y los resultados obtenidos en las pruebas de campo demuestran su calidad y capacidad de insonorizar el equipo.
- El desarrollo del proyecto de titulación, permitió a los integrantes reforzar los criterios y bases de diseño obtenidos en la carrera universitaria, además mejorar los criterios de construcción y montaje.
- Esta cabina se puede usar para grupos electrógenos de dimensiones similares al del diseño, y de varias potencias.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Es importante que la maquina cumpla con las especificaciones de acabado superficial y de tolerancias, para llevar a cabo un proceso de montaje eficaz.
- Se recomienda mantener la pintura al horno usada en la máquina, ya que esta permitirá mayor vida útil a la cabina.
- Se recomienda experimentar con nuevos materiales aislantes reciclables, de modo que permitan disminuir costos y obtener mayores valores de disminución del ruido emitido por grupos electrógenos.
- Se recomienda llevar equipo de seguridad auditiva para las pruebas de campo y que antes de instalar la cabina insonora se tiene un ruido que puede ser perjudicial para el oído.
- Se recomienda tener un conocimiento claro del equipo a usar para las mediciones del ruido para obtener datos lo más reales posibles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, B; Física General; México; Editorial Harla, 3ra edición.

CARRIÓN A.;Diseño acústico espacios arquitectónicos; Barcelona; 1998.

DIPAC, Catálogo de Acero.

DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO; 2004; Decreto 2398.

CROCKER M.; "Handbook of noise and vibration control"; New Jersey; pág. 705; John Wiley & Sons Inc.; 2007

[http://newton.cnice.mec.es/materiales\\_didacticos/el\\_sonido/index.htm](http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/el_sonido/index.htm)

[http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/\(9\)%20Control%20por%20absorcion/absorcion%20acustica.htm](http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/(9)%20Control%20por%20absorcion/absorcion%20acustica.htm)

<http://www.cecyt15.ipn.mx/polilibros/fisica/fisica%20B/Acustica/Producci%C2%BEEn%20de%20una%20onda%20sonora.htm>

<http://www.cram-sa.com.ar/gruposelectrogenos>

<http://www.cumminspower.com/www/literature/technicalpapers/PT-7015-NoiseSolutions-es.pdf>

<http://www.directindustry.es>

<http://www.potenciamaquinaria.com/>

<http://www.redmin.cl/?a=2298>

<http://www.taringa.net/posts/downloads/885864/Acustica-y-sistemas-de-sonido.html>

INEN; Código de Dibujo Técnico; Quito, 1981.

MARKS, L.; "Manual del Ingeniero Mecánico de Marks"; México, McGrawHill, 10ma edición.

MAYA, F.; Acústica y Sistemas de Sonido.

MINISTERIO DE AMBIENTE DEL ECUADOR; Resolución 00002-DMA-2008.

ROBERT W.; "Introducción a la Mecánica de Fluidos"; México; 1995.

RUIZ R.; "Matricería"; Quito; 2008.

SHIGLEY J.; Manual de Diseño Mecánico; Ed. Mc Grawhill; cuarta edición; México; 1989.

TIMOSHENKO-GEER; Resistencia de Materiales; Ed. Mc Grawhill; quinta edición; México; 202.

Tema relacionado con la energía núm. 7015 | Información técnica de Cummins Power Generation Inc.

VARGAS, J.; Guía de Fundamentos de Dibujo Industrial; 2004.

[www.cumminspower.eu/www/literature/technicalpapers/PT-7015-noiseSolutions-es.pdf](http://www.cumminspower.eu/www/literature/technicalpapers/PT-7015-noiseSolutions-es.pdf)

[www.taiguergeneradores.com/EmisionesAcusticas](http://www.taiguergeneradores.com/EmisionesAcusticas)

**ANEXO I. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  
GENERADOR**

# GP7000E

# GENERAC®

**GP SERIES**  
Commercial/Residential  
Portable Generators

**GP7000E**

1 of 2

A/C Rated Output Watts 7000  
A/C Maximum Output Watts 8750

### Model 5626-0

UPC Number: 696471056249  
Emissions Certification: Not for sale in  
California or Canada.



## features

- GENERAC OHVI OVERHEAD VALVE INDUSTRIAL ENGINE WITH FULL PRESSURE LUBRICATION AND SPIN-ON FILTER
- HIGH PERFORMANCE ALTERNATOR
- STEEL FUEL TANK WITH FUEL GAUGE
- LOCKING FOLD-DOWN HANDLES
- NEVER-FLAT WHEEL KIT
- 1.25" HARDENED STEEL TUBE CRADLE
- CIRCUIT BREAKER PROTECTED OUTLETS
- LOW TONE MUFFLER

## customer connections

### Outlets

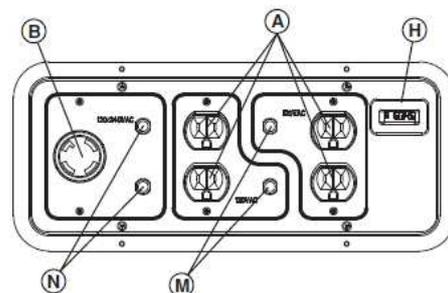
A	(4) 5-20R 120V
B	L14-30R Twist-Lock 120/240V

### Circuit Breakers

M	(2) 20A
N	(2) 30A

### Other Features

H	Hour Meter with Maintenance Reset
---	-----------------------------------



## GP7000E

### specifications

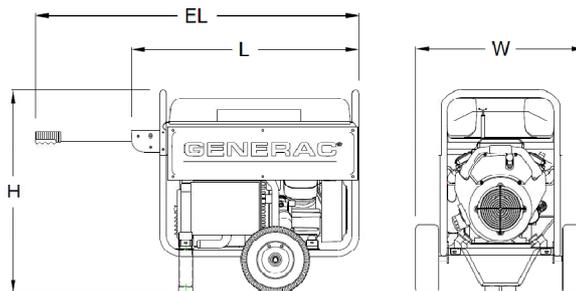
Product Series	GP7000E
Model	5626-0
Configuration/Emissions	49-State
A/C Rated Output Watts:	7000
A/C Maximum Output Watts:	8750
A/C Voltage	120/240VAC
A/C Frequency	60 Hz
Rated 120/240 VAC Amperage	29.2
Max 120/240 VAC Amperage	36.5
Engine Displacement	410cc
Engine Type	OHVI
Engine RPM	3600
Recommended Oil	5W30
Lubrication Method	Full Pressure
Choke Type	Manual Lever
Fuel Shut Off	Manual Lever
Idle Control	Full Speed
Starting Method	Electric/Manual
Battery	Included
Battery Size	12VDC 10 Ahr
Low Oil Shutdown Method	Low Pressure

Start Switch Type	3-Position
Switch Location	On Engine
Single-Point Lifting Eye	N/A
Fuel Gauge	Built-in
Fuel Tank Capacity (Gal)	8
Fuel Tank Capacity (Liters)	30.28
Run Time at 50% (Hours)	11
Cord Set	No
Handle Style	Folding Interlocked
Wheel type	9.5" Solid Wheels
Maintenance Kit	Sold Separately
Warranty - Residential	2 Year
Warranty - Commercial	1 Year

2 of 2

### dimensions and weights

Length (L)	33.5
Width (W)	26.5
Height (H)	27.5
Extended Length (EL)	47
Carton Length	35.5
Carton Width	26.5
Carton Height	27.5
Unit Weight (lbs)	182
Shipping Weight (lbs)	195



Generac Power Systems, Inc. • P.O. Box 8, Waukesha, WI 53187 • generac.com

©2008 Generac Power Systems, Inc. All rights reserved. All specifications are subject to change without notice. Bulletin 0180460SBY/Printed in U.S.A. 12.08

## **ANEXO II. FORMATO PARA PRUEBAS DE CAMPO**

<b>PROTOCOLO DE PRUEBAS</b>		<b>PÁGINAS: 3</b>
<b>CABINA AISLANTE SONORA PARA UN GRUPO ELECTRÓGENO DE 7 kW DE POTENCIA</b>		
<b>DATOS GENERALES</b>		
<b>TIPO DE FUENTE FIJA</b>		
<b>UBICACIÓN DE LA FUENTE</b>		
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b>		
<b>CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE LA FUENTE FIJA</b>		

<b>FECHA Y HORA DE INICIO DE LA MEDICIÓN</b>				
<b>UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN</b>				
<b>EQUIPO DE MEDICIÓN USADO</b>				
<b>MARCA</b>		<b>MODELO</b>		
<b>NÚMERO DE SERIE</b>		<b>VENCIMIENTO FECHA DE CALIBRACIÓN</b>		
<b>PRUEBAS A REALIZAR DE INSTALAR LA CABINA</b>				
<b>PUNTO A MEDIR</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>VALOR MEDIDO (dB(A))</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>VALOR MEDIDO (dB(A))</b>
1	1,5		3	
2	1,5		3	
3	1,5		3	

4	1,5		3	
5	1,5		3	
6	1,5		3	
7	1,5		3	
8	1,5		3	
PROMEDIO	1,5		3	
<b>DESCRIPCIÓN DE EVENTUALIDADES ENCONTRADAS</b>				
<b>REALIZADO POR</b>				

## **ANEXO III. CATÁLOGOS DE MATERIALES USADOS**



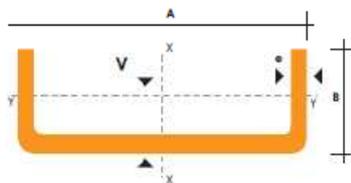
**DIPAC**<sup>®</sup>  
PRODUCTOS DE ACERO

CANALES "U"

**PERFILES ESTRUCTURALES**  
**CANALES "U"**

**Especificaciones Generales**

- Norma**: INEN 1 623: 2000
- Otras calidades**: Previa consulta
- Largo normal**: 6mts
- Otros largos**: Previa consulta
- Espesores**: Desde 1.5mm hasta 12mm
- Acabado**: Natural
- Otro acabado**: Previa consulta



DIMENSIONES			PESOS			SECCION	TIPOS							
A	B	e	6 metros	1 metro			EJE X-X			EJE Y-Y				
mm	mm	mm	kg	kg	cm <sup>2</sup>	I	W	I	I	W	I	x		
						cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm		
40	25	2	7.86	1.31	1.67	4.20	2.10	1.59	1.06	0.62	0.80	0.79		
50	25	2	8.82	1.47	1.87	7.06	2.83	1.94	1.13	0.63	0.78	0.72		
50	25	3	12.72	2.12	2.70	9.70	3.88	1.89	1.57	0.91	0.76	0.77		
60	30	2	10.62	1.77	2.26	12.50	4.16	2.35	2.00	0.93	0.94	0.85		
60	30	3	15.54	2.59	3.30	17.50	5.85	2.31	2.84	1.34	0.93	0.89		
60	30	4	19.80	3.30	4.20	21.10	7.03	2.24	3.51	1.72	0.91	0.95		
80	40	2	14.46	2.41	3.07	30.30	7.71	3.17	4.89	1.68	1.26	1.09		
80	40	3	21.24	3.54	4.50	43.90	11.00	3.12	7.01	2.45	1.25	1.14		
80	40	4	27.66	4.61	5.87	55.40	13.90	3.07	8.92	3.17	1.23	1.19		
80	40	5	34.44	5.74	7.18	65.49	16.37	3.02	10.62	3.83	1.21	1.23		
80	40	6	40.44	6.74	8.42	74.18	18.54	2.96	12.10	4.44	1.19	1.28		
100	50	2	18.24	3.04	3.87	61.50	12.30	3.99	9.72	2.66	1.58	1.34		
100	50	3	26.88	4.48	5.70	88.50	17.70	3.94	14.10	3.89	1.57	1.39		
100	50	4	35.22	5.87	7.47	113.00	22.60	3.89	18.10	5.07	1.56	1.44		
100	50	5	43.20	7.20	9.18	135.00	27.10	3.84	21.80	5.19	1.53	1.48		
100	50	6	51.96	8.66	10.82	155.26	31.05	3.79	25.14	7.24	1.52	1.53		
100	60	4	38.28	6.38	8.13	128.00	25.60	3.97	29.70	7.17	1.91	1.86		
100	60	5	46.86	7.81	9.95	152.00	30.50	3.91	35.70	8.76	1.90	1.92		
100	60	6	57.72	9.62	12.02	181.80	36.36	3.89	42.25	10.38	1.87	1.93		
100	60	8	74.40	12.40	15.50	22.50	44.52	3.78	52.47	13.32	1.83	2.06		
125	50	2	20.58	3.43	4.37	103.50	16.50	4.86	10.40	2.74	1.54	1.20		
125	50	3	30.42	5.07	6.45	149.00	23.90	4.81	15.10	4.02	1.53	1.24		
125	50	4	39.90	6.65	8.47	192.00	30.70	4.76	19.40	5.24	1.51	1.29		
125	50	5	49.14	8.19	10.40	231.00	37.00	4.71	23.40	5.40	1.50	1.34		
125	50	6	59.16	9.86	12.32	266.00	42.67	4.65	27.19	7.51	1.48	1.38		
125	60	5	53.82	8.97	11.43	266.98	42.71	4.83	39.36	9.15	1.86	1.70		
125	60	6	64.92	10.82	13.52	309.25	49.48	4.78	45.85	10.78	1.84	1.75		
125	60	8	84.00	14.00	17.50	383.34	61.33	4.68	57.30	13.94	1.80	1.81		
125	80	6	76.44	12.74	15.92	394.28	65.08	4.97	102.94	19.10	2.54	2.51		
125	80	8	99.30	16.55	20.69	493.02	78.88	4.88	130.27	24.30	2.50	2.54		
125	80	10	120.96	20.16	25.21	576.52	92.25	4.78	154.19	29.31	2.47	2.74		
150	50	2	22.92	3.82	4.87	159.00	21.10	5.71	10.90	2.80	1.50	1.09		
150	50	3	33.96	5.66	7.20	230.00	30.70	5.65	15.90	4.11	1.49	1.13		
150	50	4	44.64	7.44	9.47	297.00	39.60	5.60	20.50	5.36	1.47	1.17		
150	50	5	55.02	9.17	11.70	359.00	47.90	5.55	24.80	6.55	1.46	1.22		
150	50	6	66.36	11.06	13.82	416.59	55.55	5.49	28.80	7.70	1.44	1.26		
150	60	5	59.70	9.95	12.68	441.05	54.91	5.7	41.72	9.40	1.01	1.56		
150	60	6	72.12	12.02	15.02	478.93	63.85	5.64	48.70	11.07	1.80	1.50		
150	60	8	93.60	15.60	19.50	598.74	79.83	5.54	61.15	14.35	1.77	1.74		
150	80	6	83.64	13.94	17.42	603.42	80.45	5.88	109.91	19.73	2.51	2.43		
150	80	8	108.90	18.15	22.69	760.23	101.36	5.78	130.53	25.09	2.47	2.44		
150	80	10	132.96	22.16	27.71	896.29	119.50	5.68	165.85	30.37	2.44	2.54		

También en galvanizado e inoxidable



### PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE

#### Especificaciones Generales

<b>Norma</b>	Ver tabla
<b>Espesores</b>	1,20mm a 100mm
<b>Bollos</b>	Ancho 1000,1220,1500,1800
<b>Planchas</b>	4 x 8 y a medida



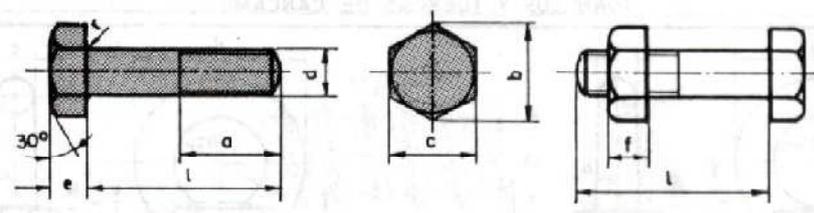
#### Calidad Comercial

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS			NORMA EQUIVALENTE
	%C	%MN	%P	%S	%SI	%AL	%CU	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°	
JIS G3131 SPHC	0,08 0,13	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,05 max	0,02 0,08	0,2 max	270 min	29 min	0= 0e	SAE 1010 ASTM A-569
SAE 1008	0,03 0,1	0,25 0,5	0,02 max	0,025 max	0,04 max	0,02 0,08	0,2 max				JIS G3132 SPHT1
SAE 1012	0,1 0,15	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,03 max	0,02 0,08	0,2 max				ASTM A-635 ASTM A-570 GRADO 33

#### Calidad Estructural

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS					NORMA EQUIVALENTE
	%C	%MN	%P	%S	%SI	%CU	OTROS	Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alarga- miento %	Doblado 180°		
ASTM A-588M GRADO A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,5	0,25 0,40	Ni 0,15-0,35 Cr 0,40-0,65 V 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min			
ASTM A-283 GRADO C	0,12 0,18	0,3 0,6	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max		205 min	380 516 max	25 min	0=1,5e	SAE 1015	
JIS G-3101 SS41 M	0,17 0,23	0,3 0,6	0,025 max	0,025 max	0,04 max	0,25 max		250 min	400 min 550 max	21 min		SAE 1020 ASTM A-36 ASTM A-570 GRADO 36	
A 36	0,25 0,29	0,80 1,2	0,04 max	0,05 max	0,4 max	0,20 max		250 min	400 min 550 max	20 min			

**Tornillos y arandelas** **TORNILLOS EXAGONALES (negros o corrientes)** **TABLA 10<sub>1</sub> . 13**



( Evitense los diámetros entre paréntesis ) [Concuerda en parte con DIN 601]

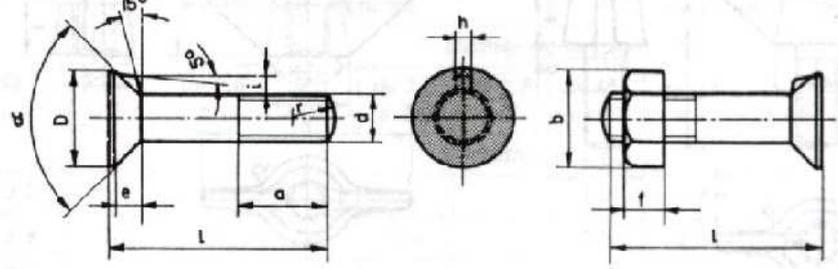
**ROSCA METRICA**

d	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	(M33)	M36	(M39)	M42	(M45)	M48	(M52)	
l	min.	15	15	15	16	20	30	30	40	40	60	75	75	100	100	120	130	140	170
	máx.	50	80	100	200	> 200													
a	min.	12	16	18	20	22	28	32	36	38	40	45	50	55	60	65	—	—	—
	normal	15	16	22	25	28	35	40	45	50	55	60	65	70	75	85	85	85	90
b ≈		10,4	11,5	16,2	19,6	21,9	27,7	34,6	36,9	41,6	47,3	53,1	57,7	63,5	69,3	75	80,8	86,6	92,4
	c	9	10	14	17	19	24	30	32	36	41	46	50	55	60	65	70	75	80
e		3,5	4,5	5,5	7	8	10,5	13	14	15	17	19	21	23	25	26	28	30	32
f		4	5	6,5	8	9,5	13	16	17	18	20	22	25	28	30	32	35	38	40
r ≈		0,5					1					2							

**ROSCA WHITWORTH**

d	pulgadas	1/4"	5/16"	3/8"	(7/16")	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 5/8"	1 3/4"	(1 7/8")	2"
	mm.	6,35	7,94	9,53	11,11	12,7	15,88	19,05	22,23	25,4	28,58	31,75	34,93	38,10	41,28	44,45	47,63	50,80
l	min.	20	20	20	20	20	30	30	40	40	60	65	70	75	80	80	80	100
	máx.	110	110	150	180	180	150	> 200										
a	min.	15	18	20	22	25	28	32	38	40	48	50	55	60	65	—	—	—
	normal	18	22	25	28	30	35	40	50	55	60	65	70	75	80	85	85	90
b ≈		12,7	16,2	19,6	21,9	25,4	31,2	36,9	41,6	47,3	53,1	57,7	63,5	69,3	75	80,8	86,6	92,4
	c	11	14	17	19	22	27	32	36	41	46	50	55	60	65	70	75	80
e		5	6	7	8	9	11	13	16	18	20	22	24	27	30	32	34	36
f		6,5	6,5	8	9,5	11	13	16	18	20	22	25	28	30	32	35	38	40
r ≈		0,5					1					1,6						

**Tornillos** **TORNILLOS AVELLANADOS (PRISIONERO)** **(Negros o corrientes)** **TABLA 10<sub>2</sub> . 13**



Para M6 a M15, α = 90° ; para M20 y M24, α = 60° [Concuerda en parte con DIN 604]

**ROSCA METRICA**

d	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
l	mínimo	20	20	20	25	30	60
	máximo	100	150	> 150			
a	mínimo	18	22	26	30	46	54
	máximo	24	28	32	35	44	60
b ≈	10,9	14,2	18,7	20,9	26,2	33	39,6
e	4	5	5,5	7	9	11,5	13
f	5	6,5	8	10	13	16	19
h	2,5	3	3,2	3,6	4,2	5,4	6,6
i (min.)	2,8	3,5	4,2	5,7	7,5	9,7	12,1
r	5	6	8	10	15	18	20
D	12	16	19	24	32	32	38

Tornillos y arandelas			ARANDELAS PLANAS				TABLA 15 . 13			
Arandela			Para tornillo ....		Arandela			Para tornillo ....		
d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	e	Métrico	Whitworth	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	e	Métrico	Whitworth	
2,2	5,5	0,5	2		43	78	7	42	1 5/8"	
2,8	7	0,5	2,6		46	85	7	45	1 3/4"	
3,2	7	0,5	3		50	92	8	48		
4,3	9	0,8	4		54	98	8	52	2"	
5,3	11	1	5		58	105	9	56		
6,4	12	1,5	6		60	110	9	58	2 1/4"	
8,4	17	2	8		66	115	9	64	2 1/2"	
10,5	21	2,5	10		74	125	10	72	2 3/4"	
13	24	3	12		78	135	10	76	3"	
13,8	24	3		1/2"	82	140	12	80		
17	30	3	16	5/8"	93	160	12	90	3 1/2"	
21	36	4	20	3/4"	104	175	14	100	4"	
23	40	4	22	7/8"	114	185	14	110		
25	44	4	24		119	200	14	115	4 1/2"	
27	50	5	26	1"	124	210	16	120		
31	56	5	30	1 1/8"	129	220	16	125	5"	
33	60	5	32	1 1/4"	134	220	16	130		
36	68	6	35	1 3/8"	144	240	18	140	5 1/2"	
37	68	6	36		155	250	18	150	6"	
40	72	6	39	1 1/2"	(Concuerda con la norma DIN 127)					



## Composite Conformado

Placas doble función: aislación y absorción sonora.



### Descripción del Producto:

Revestimiento acústico de elevada prestación, para reforzar la aislación y a la vez absorber los sonidos dentro de un recinto. Material compuesto con una capa fonoabsorbente de espuma de poliuretano poliéster con terminación de cuñas anecoicas, una barrera aislante de vinilo de alta densidad y una tercera capa de desacople con espuma de poliuretano poliéster. Se presenta en sus dos versiones, sin revestimiento o con terminación en el exclusivo film PU.

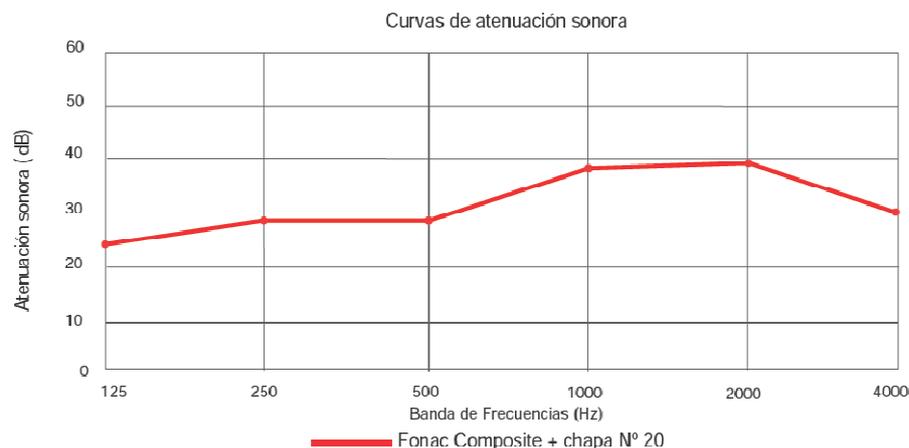
### Campo de aplicación:

Se lo utiliza para el tratamiento acústico en particiones débiles de tabiques o cielorrasos; en encabinado de máquinas, compresores y motores, en embarcaciones y en todo ambiente donde sea necesario atenuar el nivel sonoro interior y a la vez evitar su propagación. Los usos propuestos en la presente ficha técnica son indicativos y están sujetos al criterio del profesional a cargo, en todos los casos se deberá verificar la normativa local al respecto.

### Ventajas y beneficios:

Absorción y aislación en un único producto. Excelente terminación estética. Se pegan fácilmente con adhesivo de contacto FONAC®. Fáciles de transportar e instalar. No toman olor. Excelente coeficiente de aislación acústica. Temperatura de trabajo: -10° C a 80° C. No fluye. No se derrite. No gotea. No mancha. No se quiebra. No necesita estar instalado entre otros materiales placas o paneles. Se corta fácilmente. No desprende partículas nocivas. No se desgrana. Ventajas adicionales del vinilo de alta densidad: mayor resistencia a la tracción, al corte y a las deformaciones. Prácticamente inerte a los agentes químicos. Insoluble a la mayoría de los solventes orgánicos. Material no contaminante. No contiene sustancias volátiles.

## Prestación acústica



Ensayos acústicos realizados en el Laboratorio de Acústica y Luminotecnia dependiente de la Comisión de Investigación Científicas de la Provincia de Buenos Aires, por el método de la cámara reverberante

## Diferencias de nivel sonoro (dB)

Bandas de Frecuencias (Hz)					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
25	28	28	37	39	30

## Características Técnicas

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	32 (Poliuretano) + 2200 (Barrier)
Flamabilidad*	IRAM 13257 UL94
Conduct. Térmica	K= 0.045W/m°C

\* Solicitar ensayos a pedidos@sonoflex.com

## Presentación

Dimensiones (cm)	61 x 122
Superficie Vista	Cuñas anecoicas con o sin PU
Espesor/es Nomin (mm)	27 - 42 - 57 - 82
Tolerancia	+/- 5%

## Importante:

- Los datos en el presente documento son indicativos y se refieren a ensayos de laboratorio bajo condiciones de norma.
- Debido a los componentes y proceso de fabricación, podrían observarse variaciones de tonalidad aún en materiales de una misma partida.
- Por cualquier aclaración o ampliación consulte a nuestro departamento de atención al cliente.

## Condiciones de almacenamiento:

- Los materiales FONAC deben almacenarse en lugar seco, al abrigo de la humedad y protegidos de la acción directa o indirecta del sol.
- Preservar el material en su envase hasta su uso.
- Altura máxima por pallet: 12 bultos.

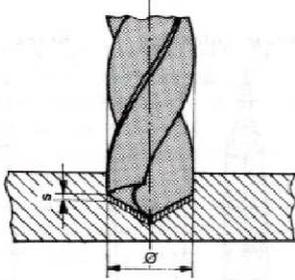
## Para mayor información:

atencionalcliente@sonoflex.com



**SONOFLEX**  
Especialistas en confort acústico

En Argentina      En Chile  
www.sonoflex.com      www.sonoflex.cl

Útiles de corte	<b>BROCAS</b> <b>APLICACIÓN. – VALORES INDICATIVOS</b>					TABLA 24 . 12
						
<b>VALORES INDICATIVOS</b>						
Material	Velocidad de corte v m/min	Diámetro de la broca				Refrigeración-lubricación
		5	12	25	40	
		Avance por vuelta, s mm.				
Acero 45 kg/mm <sup>2</sup>	25...40	0,10	0,20	0,30	0,40	Emulsión de aceite soluble
Acero 60 kg/mm <sup>2</sup>	25...32	0,10	0,18	0,27	0,35	Emulsión de aceite soluble
Acero 85 kg/mm <sup>2</sup>	20...28	0,08	0,15	0,24	0,32	Emulsión de aceite soluble
Acero 90-110 kg/mm <sup>2</sup>	12...20	0,06	0,20	0,20	0,28	Emulsión de aceite soluble
Acero 150 kg/mm <sup>2</sup>	8...15	0,04	0,10	0,16	0,24	Aceite de corte
Acero fundido 50 kg/mm <sup>2</sup>	20...35	0,15	0,25	0,40	0,55	Emulsión de aceite soluble
Acero fundido 50-80 kg/mm <sup>2</sup>	15...25	0,10	0,20	0,30	0,40	Emulsión de aceite soluble
Fundición gris	20...35	0,15	0,25	0,40	0,55	En seco
Fundición dura	15...25	0,10	0,18	0,28	0,38	En seco
Cobre	30...70	0,12	0,20	0,28	0,36	Aceite soluble
Latón	40...80	0,10	0,20	0,30	0,40	En seco
Latón duro	30...70	0,15	0,25	0,35	0,45	En seco
Bronce	30...70	0,10	0,20	0,30	0,40	Aceite soluble
Aleaciones de aluminio	80...120	0,15	0,25	0,35	0,45	Aceite soluble o en seco
Aleaciones duras de aluminio	100...160	0,15	0,25	0,40	0,55	Aceite soluble con petróleo
Aleaciones de magnesio	120...175	0,30	0,45	0,60	0,75	En seco
Plásticos	30...40	según observaciones				Aire comprimido
Mármol	10	0,03	0,05	0,10	0,15	Agua
<p>Cuando se efectúan taladros profundos, los avances s por vuelta se reducirán de acuerdo con los valores que se indican en la Tabla que sigue:</p>						
Broca de...	Profundidad de taladro hasta...	Profundidad de taladro de...		Profundidad de taladro superior a...		
20 mm diámetro	≈ 5 veces Ø broca	5	hasta 8 veces Ø broca	8 veces Ø broca		
32 mm diámetro	≈ 4	4	6,3	6,3		
50 mm diámetro	≈ 3,15	3,15	5	5		
80 mm diámetro	≈ 2,5	2,5	4	4		
1 Avance		0,8 del avance		0,5 del avance		
<p>NOTA. – Para brocar de pequeño diámetro se tomarán las mayores velocidades v de corte por minuto, y para las de grandes diámetros se tomarán los menores valores de v.</p>						

**ANEXO IV. COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE VARIOS  
MATERIALES EN FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA**

Material	Coeficiente de absorción $\alpha$ a la frecuencia					
	125	250	500	1000	2000	4000
Hormigón sin pintar	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04
Hormigón pintado	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Ladrillo visto sin pintar	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
Ladrillo visto pintado	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Revoque de cal y arena	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06
Placa de yeso (Durlock) 12 mm a 10 cm	0.29	0.1	0.05	0.04	0.07	0.09
Yeso sobre metal de NPSegado	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.03
Mármol o azulejo	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Madera en paneles (a 5 cm de la pared)	0.3	0.25	0.2	0.17	0.15	0.1
Madera aglomerada en panel	0.47	0.52	0.5	0.55	0.58	0.63
Parquet	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Parquet sobre asfalto	0.05	0.03	0.06	0.09	0.1	0.22
Parquet sobre listones	0.2	0.15	0.12	0.1	0.1	0.07
Alfombra de goma 0.5 cm	0.04	0.04	0.08	0.12	0.3	0.1
Alfombra de lana 1.2 Kg/m <sup>2</sup>	0.1	0.16	0.11	0.3	0.5	0.47
Alfombra de lana 2.3 Kg/m <sup>2</sup>	0.17	0.18	0.21	0.5	0.63	0.83
Cortina 338 g/m <sup>2</sup>	0.03	0.04	0.11	0.17	0.24	0.35

Cortina 475 g/m2 fruncida al 50%	0.07	0.31	0.49	0.75	0.7	0.6
Espuma de poliuretano (Fonac) 35mm	0.11	0.14	0.36	0.82	0.9	0.97
Espuma de poliuretano (Fonac) 50mm	0.15	0.25	0.5	0.94	0.92	0.99
Espuma de poliuretano (Fonac) 75mm	0.17	0.44	0.99	1.03	1	1.03
Espuma de poliuretano (Sonex) 35mm	0.06	0.2	0.45	0.71	0.95	0.89
Espuma de poliuretano (Sonex) 50mm	0.07	0.32	0.72	0.88	0.97	1.01
Espuma de poliuretano (Sonex) 75mm	0.13	0.53	0.9	1.07	1.07	1
Lana de vidrio (Fieltro 14 Kg/m3) 25mm	0.15	0.25	0.4	0.5	0.65	0.7
Lana de vidrio (Fieltro 14 Kg/m3) 50mm	0.25	0.45	0.7	0.8	0.85	0.85
Lana de vidrio (Fieltro 35 Kg/m3) 25mm	0.2	0.4	0.8	0.9	1	1
Lana de vidrio (Fieltro 35 Kg/m3) 50mm	0.3	0.75	1	1	1	1
Panel cielorraso Spanacustic (Manville) 19mm	-	0.8	0.71	0.86	0.68	-
Panel cielorraso Acustidom (Manville) 4mm	-	0.72	0.61	0.7	0.78	-

Panel Prismatic 4mm	cielorraso (Manville)	-	0.7	0.61	0.7	0.78	-
Panel (Manville) 4mm	cielorraso Perfil	-	0.72	0.62	0.69	0.78	-
Panel fisurado (USG) 5/8	cielorraso Auratone	0.34	0.36	0.71	0.85	0.68	0.64
Panel fisurado (AWI) 5/8	cielorraso Cortega	0.31	0.32	0.51	0.72	0.74	0.77

## **ANEXO V. COTIZACIONES**



COMERCIAL KYWI S.A.  
Matriz: Av. 10 de Agosto N24-59  
y Luis Cordero. Quito  
Telf. 3987900

RUC 1790041220001  
CONTRIBUYENTE ESPECIAL - RESOL. SRI 5368  
P R O F O R M A D O L A R E S  
DOCUMENTO SIN VALOR COMERCIAL

AGENCIA 005 (CARCELEN) Quito  
DIEGO DE VASQUEZ N77-390 Y JAIME ROLDOS  
Señor(es): SR DAVID ONA  
Código: 888885-000000  
Dirección:  
Ciudad: Quito

Fono: 022477683/ 022470377

RUC: 0  
Ver VENTAS ALMACEN  
Fecha de Emisión: 2/JUN/2011

PAG. 1/1

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	P. UNITARIO	TOTAL	
234087	CERRADURA TRIANGULAR SEG 522 C	2	\$4,053571	\$8,1071	
208620	TIRADERA H8003B SATIN NIQUEL 9	4	\$0,750000	\$3,0000	
210242	BISAGRA 2" GALVANIZADA C/P	2	\$1,267857	\$2,5357	
524506	ELECTRODO INDURA 6011 1/8" C/K	1	\$3,214286	\$3,2143	
529184	DISCO CORTE METAL 115X2.5X22 B	1	\$1,383929	\$1,3839	
32255	DILUYENTE TECNI THINNER LACA 1	1	\$8,607143	\$8,6071	
42528	WHIPE DE HILO C/ BOLA	10	\$0,294643	\$2,9464	
268828	AISLAM TERMINCO THERMOLON 3MM	2	\$2,848214	\$5,6964	
509809	LIJA PARA MADERA N 80 NORTON	3	\$0,133929	\$0,4018	
464740	GENERADOR 7500W PORTER GASOLIN	1	\$2.862,375000	\$2.862,3750	
<p>ANGEL ANAZCO 22</p>					
EFFECTIVO		SUBTOTAL Tarifa 12		\$2.898,27	
> CONDICIONES		> DESCUENTO Tarifa 0		\$0,00	
		> DESCUENTO		\$0,00	
		> TOTAL		\$2.898,27	
Vta.tarifa 12	Vta.tarifa 0	Tot.Vta.Neta	IVA Tar. 12	IVA Tar.0	TOTAL A PAGAR
\$2.898,27	\$0,00	\$2.898,27	\$347,79	\$0,00	\$3.246,06
<p>Esta proforma tiene validez solo con el nombre, firma del vendedor y sello de COMERCIAL KYWI S.A. En el caso de existir cambios de precios por nuestros proveedores y/o modificaciones cambiarias oficiales que afecten al costo de la mercadería, nos veremos obligados a actualizar precios en el momento de la facturación previo su conocimiento.</p> <p>Los precios unitarios de esta proforma NO incluyen I.V.A.</p> <p>Quito , 02 de JUN 2011</p> <p>FIRMA:  ESTABLECIMIENTO</p> <p>FIRMA: _____ CLIENTE</p>					


**IMPORT ACEROS IMPCER S.A.**

RUC: 1792201098001  
 Dirección: AV. DIEGO DE VASQUEZ LOTE 12 Y PASAJE JUAN  
 (SECTOR INTERCAMBIADOR DE CARCELEN)  
 Celular: 097 800 636 099 040 596  
 www.importaceros.com  
 importaceros@andinanet.net

**Cotización**

CT00027388

**PBX: 2 486 287**

Fecha: 02-06-2011

Cliente: **CLIENTE FINAL / CONSUMIDOR FINAL**  
 R.U.C.:  
 Dirección:  
 Telefonos: /

Cantidad	Descripción	P.V.P	% Dcto	Valor Neto	Valor Total
1	TOOL NEGRO 1.4 (1/16 LF)	35.94	0.00	35.94	35.94

Somos Sociedad Anonima favor no retener el IVA  
 Favor girar cheque cruzado a nombre de Import Aceros IMPCER S.A.

Son: \*\*Cuarenta Con 25/100\*\*

Sub/Total:	35.94
Descuentos:	0.00
Valor Neto.:	35.94
L.V.A.:	4.31
(=) Total Cotizado:	*****40.25



AUTOIMPRESORES  
 AUTORIZACION S.R.L. 1109191140  
 DEL 27/ENE/2011  
 Valido hasta el 31/ENE/2012  
 COMERCIAL KYWI S A  
 RUC- 1790041220001  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL-RESOL. SRI 5368  
 Matriz  
 AV 10 DE AGOSTO N24-59 Y LUIS CORDERO  
 Telf.: 023987900 QUITO

AGENCIA 005 (CARCELEN)  
 DIEGO DE VASQUEZ N77-390 Y  
 JAIME ROLDOS  
 Telf: 022477683-022470377 Quito  
 ADQUIRIENTE

F A C T U R A 005-004-000103787 S-550

Sr(s). DAVID ORA  
 Cliente : 888885-000000  
 Ruc : 0001003067707  
 Direc : AV. EL INCA Y GUEPI  
 Telf. : 92578388 QUITO

Vend: VENTAS ALMACEN 02/JUN/2011

208620	\$0,750000	4	\$3,0000
248828	\$2,048214	2	\$3,6964
440027	\$3,276786	1	\$3,2768
525855	\$0,723214	1	\$0,7232

SUBTOTAL	\$12,70
DESCUENTO Tarifa 12	\$0,00
DESCUENTO Tarifa 0	\$0,00
TOTAL	\$12,70

Vta.tarifa 12	\$12,70
Vta.tarifa 0	\$0,00
Tot.Vta.Neta	\$12,70
+ IVA Tar. 12	\$1,52
+ IVA Tar. 0	\$0,00
TOTAL A PAGAR	\$14,22

Forma de Pago:  
 EFECTIVO \$14,22

GUITA DE REMISION :

# ORDEN: Ident: 4/22/0039A/01/N



Avda. Alfredo Pérez Guerrero 307 y Manuel Larrea  
Teléfono: 222 56 87 Fax: 252 35 54  
E-mail: poliflexsc@hotmail.com



R.U.C. 1791254899001

**FACTURA** 001-001 N° 035051

Autorización SRI 1109611356

**ESPUMAFLEX - CAJAS - ESPONJAS**

CLIENTE: TINATANA BAYAS GEOVANNA R.U.C.: 1719156570 DIRECCION: EL CONDADO TELEFONO: 2494305	FECHA: QUITO, Junio 02, 2011 VENCIMIENTO: 06/02/2011 G.R.: O/C: CONDICIONES DE PAGO: 0
--	---

DESCRIPCION	CODIGO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO 1	TOTAL
ESPON. R.T. NEGRA PERFIL. 2X1X5	ERTNPER215	2.000	22.322	44.644

SON: CINCUENTA CON 00/100 DOLARES.

Imprenta y Litografía Falconi Ana Elvira Vélez Salazar R.U.C. 1700619800001 Aut. S.R.I 1330 Fecha: 16 Mayo del 2011  
Del 035001 al 035600 Valido para su Emisión hasta 16 Mayo del 2012 Original: ADQUIRENTE  
1era Copia Amarillo: EMISOR 2da Copia Celesto: COPIA SIN VALOR TRIBUTARIO

DEBO Y PAGARE INCONDICIONALMENTE EN EL LUGAR QUE SE ME RECONVENGA A LA ORDEN DE POLIFLEX S.C. A DIAS FIJOS CONTADOS DESDE LA FECHA DE SUSCRIPCION DE ESTA FACTURA PAGARE, LA CANTIDAD QUE APARECE EN EL TOTAL DE ESTE DOCUMENTO, MAS EL INTERES LEGAL DE MORA DESDE SU VENCIMIENTO, ASI COMO EL ADICIONAL DE MORA PERMITIDO POR LA LEY, SIN PROTESTO

SUBTOTAL \$	44.64
DESCTO. \$	0.00
TOT. PARCIAL \$	44.64
0% I.V.A. \$	
% I.V.A. \$	0.00
<b>TOTAL \$</b>	<b>50.00</b>

PEDRO RODRIGUEZ

Recibí Conforme



PROFORMA #: 293752

CLIENTE	GEOVANA QUINTANA	FECHA:	17-05-2011
CEDULA/RUC	1791265416001	ALMACEN	MATRIZ UIO
DIRECCION	AV. AMAZONAS Y VILLALENGUA. ED. AMAZONAS 6P	RUC	1790008959001
TELEFONO:	264848/9	DIRECCION:	AV. DE LA PRENSA N45-14 Y TELEGRAF
FAX:		TELEFONO	022454333
OBSERVACION		FAX	022454455
ENTREGA EN	VENTA SUJETA A STOCK	VENDEDOR	LUIS MONTALVAN
FORMA DE PAGO	30 DIAS		

CODIGO	DESCRIPCION	MEDIDA	MARCA	CANT.	PRECIO	%DSCTO	TOTAL
682	TOL AL CALOR DE 2mm. 1.22 x 2.44 m (46.78 KG.)	UNI	IMPORTADO	1.00	66.08	10.00	59.47
106	CANAL "U" x 6 MTS. DE 80 x 40 x 3mm.	UNI	NACIONAL	1.00	31.05	12.00	27.32

SOMOS CONTRIBUYENTES ESPECIALES D.G.R. # 39  
 PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO

<b>TOTAL BRUTO:</b>	97.13
<b>DESCUENTO:</b>	10.34
<b>SUBTOTAL</b>	86.79
<b>I.V.A.:</b>	10.42
<b>TRANSPORTE</b>	0.00
<b>VALOR A PAGAR</b>	97.21

**ANEXO VI. NORMATIVA AMBIENTAL RESOLUCIÓN  
00002-DMA-2008, PÁG. 14.**

## 5. NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS

- 5.1 El nivel de ruido máximo permisible en fuentes fijas no podrá transgredir los horarios ni exceder los niveles máximos expresados en [dB(A)], que se fijan en la Tabla No. 1.
- 5.2 Los siguientes valores podrán ser actualizados en base a estudios técnicos.

TABLA 1. NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS DE RUIDO PARA FUENTES FIJAS

TIPO DE ZONA SEGÚN EL USO DEL SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE: NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona Equipamientos y Protección <sup>(1)</sup>	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial Múltiple <sup>(2)</sup>	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Industrial 1	60	50
Zona Industrial 2 <sup>(3)</sup>	65	55
Zona Industrial 3, 4, 5 <sup>(4)</sup>	70	60

Notas:

- <sup>(1)</sup> Equipamientos se refiere al suelo destinado a actividades e instalaciones que generen bienes y servicios que posibiliten la recreación, cultura, salud, educación, transporte, servicios públicos e infraestructura. Uso de Protección Ecológica, es el suelo destinado al mantenimiento o recuperación de ecosistemas por razones de calidad ambiental y de equilibrio ecológico.
- <sup>(2)</sup> Corresponde a áreas de centralidad en las que coexisten residencia, comercio, industria de bajo y mediano impacto, servicios y equipamientos compatibles o condicionados.
- <sup>(3)</sup> Industria de tipología de mediano impacto ambiental.
- <sup>(4)</sup> Industria de tipología de alto impacto, peligrosa y mixta.

- 5.3 El nivel de ruido máximo permisible ocasionado por motociclistas, automóviles, camiones, autobuses, tractocamiones y similares, está expresado en dB(A), y no podrá exceder los valores que se fijan en la Tabla No. 2.

TABLA 2 NIVELES PERMITIDOS DE RUIDO PARA AUTOMOTORES

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD DEL MOTOR EN LA PRUEBA [rpm]	NPS MÁXIMO (dB[A])
Motocicletas o similares	Motocicletas, tricars, cuadrones y los vehículos de transmisión de cadena, con motores de 2 ó 4 tiempos	De 4.000 a 5.000	90
Vehículos livianos	Automotores de cuatro ruedas con un peso neto vehicular inferior a 3.500 kilos.	De 2.500 a 3.500	88

## **ANEXO VII. COSTO DE UNA CABINA IMPORTADA**



SOLUCIONES ENERGÉTICAS INTEGRALES

**PRECIO GRUPO ELECTROGENO BODEGAS ENERGY PLAM**

-	PRECIO DEL GRUPO ELECTROGENO	\$ 11.910.00
-	CABINA INSONORA	\$ 2.400.00
-	PRECALENTADOR DE BLOCK	\$ 400.00
-	CARGADOR DE BATERIA	\$ 400.00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 15.110.00</b>

**NOTA:** ESTE PRECIO NO INCLUYE: IVA., INSTALACION ELECTRICA NI MECANICA.

**CONDICIONES DE NEGOCIACION:**

**FORMA DE PAGO:** POR LA RESERVA DEL EQUIPO CON EL 50% SE CONSIDERARÁ UN DESCUENTO ESPECIAL DEL 8%.

**TARJETA DE CREDITO:** DINERS NO SE APLICA DESCUNTO Y EL CLIENTE ASUME EL PORCENTAJE DE COMISION DEL LOCAL.

**TIEMPO DE ENTREGA:** INMEDIATA

**VALIDEZ DE LA OFERTA:** 15 DIAS

**NOTA:** LOS PRECIOS PUEDEN VARIAR SI EXISTIERAN AUMENTOS POR PARTE DE FABRICA O NUEVOS ARANCELES POR PARTE DEL GOBIERNO.

SE RECOMIENDA UTILIZAR UN FILTRO TRAMPA DE AGUA ADICIONAL PARA PROTEGER AUN MAS AL MOTOR DE LOS ALTOS INDICES DE AGUA EN EL DIESEL DEL ECUADOR.

ATENTAMENTE,

  
 ELIANA CRUZ:  
 ENERGY PLAM CIA LTDA  
 CEL: 098-233-461

## **ANEXO VIII. HOJAS DE PROCESO**

HOJA DE PROCESOS			Dintel frontal		
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 34 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Dintel frontal	Acero A36	Tol 1,4 mm ; 543x187 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (m n)
1,2,3,4	Trazado y corte				4 min
5,6	Trazado y doblado			90 grados	6 min
7,8	Trazado y doblado			90 grados	4 min
9,10	Trazado y doblado			90 grados	6 min
11,12	Trazado y doblado			90 grados	4 min
13,14,15,16	Trazado y perforado	1500	1	1.4 mm	10 min

HOJA DE PROCESOS				Dintel puerta acceso tomas	
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN:		34 min
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Dintel puerta acceso tomas	Acero A36	Tol 1,4 mm ; 883x191 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2,3,4	Trazado y corte				4 min
5,6	Trazado y doblado			90 grados	6 min
7,8	Trazado y doblado			90 grados	4 min
9,10	Trazado y doblado			90 grados	6 min
11,12	Trazado y doblado			90 grados	4 min
13,14,15,16	Trazado y perforado	1500	1	1.4 mm	10 min

HOJA DE PROCESOS			Dintel tapa mantenimiento		
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 42 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Dintel izquierdo	Acero A36	Tol 1,4 mm ; 883x192 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (m n)
1,2,3,4	Trazado y corte				4 min
5,6	Trazado y doblado			90 grados	4 min
7,8	Trazado y doblado			90 grados	6 min
9,10	Trazado y doblado			90 grados	4 min
11,12	Trazado y doblado			90 grados	6 min
13,14,15,16,17,18,19,20	Trazado y perforado	1500	1	1.4 mm	18 min

HOJA DE PROCESOS			Entrada aire		
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 40 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Trampa alre ingreso	Acero A36	Tol 1.4 mm ; 570x425 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2,3,4	Trazado y corte				4 min
5,6	Trazado y corte				6 min
7,8,9,10,11	Trazado y perforado	1500	1	1.4 mm	10 min
12,13,14,15,16	Trazado y doblado			90 grados	11 min
17	Trazado y doblado			45 grados	4 min
18,19	Trazado y doblado			90 grados	5 min

HOJA DE PROCESOS				Esquinero frontal derecho	
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 31 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Esquinero frontal 1	Acero A36	Tol 1.4 mm ; 377x670 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	Nc. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2	Trazado y corte				3 min
3,4	Trazado y doblado			90 grados	5 min
5,6	Trazado y doblado			90 grados	5 min
7	Trazado y doblado			90 grados	4 min
8	Trazado y doblado			90 grados	4 min
9,10,11,12	Trazado y perforado	1500	1	1.4 mm	10 min

HOJA DE PROCESOS		Esquinero frontal izquierdo			
Nombre de la Unidad:		CABINA AISLANTE SONORA	TIEMPO DE DURACIÓN:		37 min
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Esquinero frontal 2	Acero A36	Tol 1.4 mm ; 387x670 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,4	Trazado y corte				3 min
2,3	Trazado y doblado			90 grados	6 min
5,6	Trazado y doblado			90 grados	5 min
7	Trazado y doblado			90 grados	4 min
8	Trazado y doblado			90 grados	4 min
9,10,11,12 13,14	Trazado y perforado	1500	1	1.4 mm	15 min

HOJA DE PROCESOS				Esquinero posterior derecha	
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 42 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Esquinero posterior derecho	Acero A36	Tol 1.4 mm ; 385x670 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2	Trazado y corte				4 min
3,4	Trazado y doblado			90 grados	5 min
5,6	Trazado y doblado			90 grados	5 min
7	Trazado y doblado			90 grados	3 min
8,9,10,11,12 13,14,15,16 ,17	Trazado y perforado	1500	1	1.4 mm	20 min
18	Trazado y corte				5 min

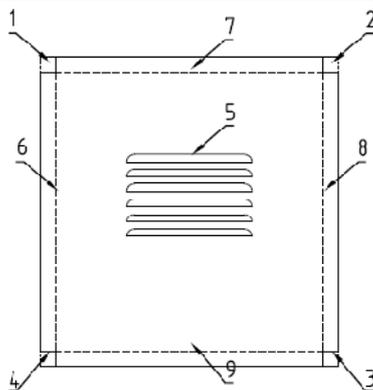
HOJA DE PROCESOS			Esquinero posterior izquierdo		
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 29 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Esquinero posterior izquierdo	Acero A36	Tol 1.4 mm ; 385x670 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1	Trazado y corte				4 min
2,3	Trazado y doblado			90 grados	5 min
4,5	Trazado y doblado			90 grados	5 min
6	Trazado y doblado			90 grados	3 min
7,8,9,10	Trazado y perforado	1500	1	1.4 mm	12 min

HOJA DE PROCESOS			Perfil frontal-posterior		
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 38 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	2	Perfil base 2	Acero A36	C 80x40x3 ; l=884 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2	Trazado				4 min
1,2	Medir y cortar				6 min
3,4,5,6	Trazado				4 min
3,4,5,6	Perforado	1500	1	3 mm	5 min

HOJA DE PROCESOS				Perfil lateral 1	
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 38 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	2	Perfil base 1	Acero A36	C 30x40x3 ; l=1014 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profunddad	Tiempo (min)
1,2	Trazado				4 min
1,2	Medir y cortar				6 min
3,4	Trazado				4 min
3,4	Perforado	1500	1	3 mm	5 min

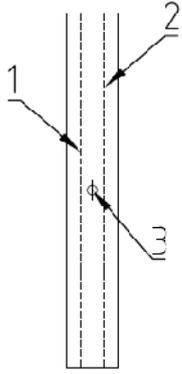
HOJA DE PROCESOS				Puerta acceso tomas	
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN:		44 min
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Puerta acceso tomas	Acero A36	Tol 1.4 mm ; 870x609 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2,3,4	Trazado y corte				4 min
5,6	Trazado y perforado	1500	1	1,4 mm	5 min
7,8	Trazado y perforado	1500	1	1,4 mm	5 min
9,10	Trazado y doblado			90 grados	8 min
11,12	Trazado y doblado			90 grados	7 min
13,14	Trazado y doblado			90 grados	8 min
15,16	Trazado y doblado			90 grados	7 min

HOJA DE PROCESOS				Puerta frontal	
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 35 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Puerta principal	Acero A36	Tol 1.4 mm ; 590x620 mm	Ninguna



Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2,3,4	Trazado y corte				8 min
5	Trazado y corte con matriz para louver				15 min
6,7,8,9	Trazado y doblado			90 grados	12 min

HOJA DE PROCESOS				Salida aire	
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA				TIEMPO DE DURACIÓN:	46 min
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Trampa salida de gases	Acero A36	Tol 1,4 mm ; 530x349 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2,3,4	Trazado y corte				4 min
5,6	Trazado y corte				6 min
7,8,9,10,11	Trazado y perforado	1500	1	1,4 mm	10 min
12,13,14,15,16	Trazado y doblado			90 grados	11 min
17	Trazado y doblado			45 grados	4 min
18,19	Trazado y doblado			90 grados	5 min

HOJA DE PROCESOS			Soporte entrada aire 1		
Nombre de la Unidad:		CABINA AISLANTE SONORA	TIEMPO DE DURACIÓN:		9 min
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Soporte entrada aire 1	Acero A36	Tol 1,4 mm ; 59 x 410 mm	Ninguna
					
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2	Trazado y doblado			90 grados	5 min
3	Trazado y perforado	1500	1	1.4 mm	4 min

HOJA DE PROCESOS				Soporte entrada aire 2	
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 18 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	2	Soporte entrada aire 2	Acero A36	Tol 1,4 mm ; 59x330 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2	Trazado y doblado			90 grados	5 min
3	Trazado y perforado	1500	1	1.4 mm	4 min

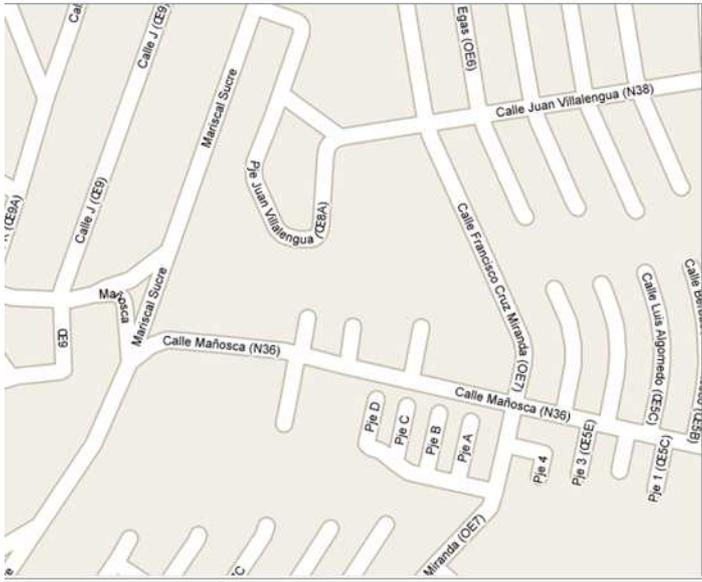
HOJA DE PROCESOS				Sujetadores esquineros	
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 120 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	8	Esquineros	Acero A36	Tol 1,4 mm ; 80x285 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1	Trazado y corte				3 min
2,3,4	Trazado y doblado			90 grados	5 min
4,5,6,7	Trazado y perforado	1500	1	1,4 mm	7 min

HOJA DE PROCESOS			Tapa mantenimiento		
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 51 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Tapa Mantenimiento	Acero A36	Tol 1.4 mm ; 857x612 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2,3,4	Trazado y corte				4 min
5,6	Trazado y doblado			90 grados	5 min
7,8	Trazado y doblado			90 grados	6 min
9,10	Trazado y doblado			90 grados	5 min
11,12	Trazado y doblado			90 grados	6 min
13,14,15,16	Trazado y perforado	1500	1	1.4 mm	25 min

HOJA DE PROCESOS				Tapa posterior	
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 46 min		
Posiclón	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Tapa posterior	Acero A36	Tol 1,4 mm ; 714x517 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2,3,4	Trazado y corte				4 min
5,6	Trazado y doblado			90 grados	5 min
7,8	Trazado y doblado			90 grados	6 min
9,10	Trazado y doblado			90 grados	5 min
11,12	Trazado y doblado			90 grados	6 min
13,14,15,16	Trazado y perforado	1500	1	1,4 mm	20 min

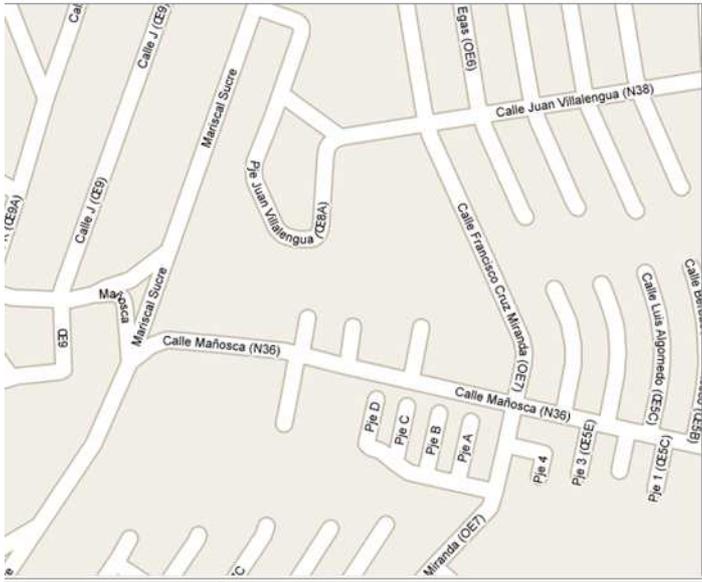
HOJA DE PROCESOS			Techo		
Nombre de la Unidad: CABINA AISLANTE SONORA			TIEMPO DE DURACIÓN: 70 min		
Posición	Cantidad	Denominación	Material	Dimensiones en bruto	Observaciones
	1	Techo	Acero A36	Tol 1,4 mm ; 1100x1230 mm	Ninguna
Superficie	Operación	Velocidad (RPM)	No. Pasadas	Profundidad	Tiempo (min)
1,2,3,4	Trazado y corte				5 min
5,6	Trazado y doblado			90 grados	6 min
7,8	Trazado y doblado			90 grados	6 min
9,10	Trazado y doblado			90 grados	6 min
11,12	Trazado y doblado			90 grados	6 min
13	Trazado y doblado			90 grados	4 min
14	Trazado y doblado			90 grados	4 min
15	Trazado y doblado			90 grados	4 min
16	Trazado y doblado			90 grados	4 min
17,18,19,20,21 22,23,24,25,26, 27,28,29,30,31, 32,33	Trazado y perforado	1500	1	1,4 mm	25 min
34,35,36	Trazado y corte				15 min

**ANEXO IX. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE  
CAMPO**

<b>PROTOCOLO DE PRUEBAS</b>		<b>PÁGINAS: 3</b>
<b>CABINA AISLANTE SONORA PARA UN GRUPO ELECTRÓGENO DE 7 kW DE POTENCIA</b>		
<b>DATOS GENERALES</b>		
<b>TIPO DE FUENTE FIJA</b>	Grupo Electrónico a gasolina de 7kW de Potencia	
<b>UBICACIÓN DE LA FUENTE</b>	Calle Juan Villalengua N38 y Francisco Cruz Miranda	
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b>		
		
<b>CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE LA FUENTE FIJA</b>		
El grupo electrógeno funciona en una zona comercial, es usado en casos de emergencia.		

<b>FECHA Y HORA DE INICIO DE LA MEDICIÓN</b>		4 de junio de 2011/10h30		
<b>UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN</b>				
<b>EQUIPO DE MEDICIÓN USADO</b>				
<b>MARCA</b>	Radioshack	<b>RANGO DE MEDIDA</b>	30-120 dB(A)	
<b>PRUEBAS A REALIZAR ANTES DE INSTALAR LA CABINA</b>				
<b>PUNTO A MEDIR</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>VALOR MEDIDO (dB(A))</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>VALOR MEDIDO (dB(A))</b>
1	1,5	99	3	76

2	1,5	102	3	79
3	1,5	98	3	75
4	1,5	101	3	78
5	1,5	100	3	77
6	1,5	101	3	78
7	1,5	98	3	75
8	1,5	98	3	75
PROMEDIO	1,5	99,6	3	76,6
<b>DESCRIPCIÓN DE EVENTUALIDADES ENCONTRADAS</b>				
<b>REALIZADO POR</b>				
David Oña			Geovanna Tinitana	

<b>PROTOCOLO DE PRUEBAS</b>	<b>PÁGINAS: 3</b>
<b>CABINA AISLANTE SONORA PARA UN GRUPO ELECTRÓGENO DE 7 KW DE POTENCIA</b>	
<b>DATOS GENERALES</b>	
<b>TIPO DE FUENTE FIJA</b>	Grupo Electrónico a gasolina de 7kW de Potencia
<b>UBICACIÓN DE LA FUENTE</b>	Calle Juan Villalengua N38 y Francisco Cruz Miranda
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b>	
	
<b>CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE LA FUENTE FIJA</b>	
El grupo electrógeno funciona en una zona comercial, es usado en casos de emergencia.	

<b>FECHA Y HORA DE INICIO DE LA MEDICIÓN</b>		4 de junio de 2011/10h30		
<b>UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN</b>				
<b>EQUIPO DE MEDICIÓN USADO</b>				
<b>MARCA</b>	Radioshack	<b>RANGO DE MEDIDA</b>	30-120 dB(A)	
<b>PRUEBAS A REALIZAR DESPUÉS DE INSTALAR LA CABINA</b>				
<b>PUNTO A MEDIR</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>VALOR MEDIDO (dB(A))</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>VALOR MEDIDO (dB(A))</b>
1	1,5	78	3	55

2	1,5	80	3	57
3	1,5	80	3	57
4	1,5	81	3	58
5	1,5	80	3	57
6	1,5	79	3	56
7	1,5	78	3	55
8	1,5	81	3	58
PROMEDIO	1,5	79,6	3	56,6
<b>DESCRIPCIÓN DE EVENTUALIDADES ENCONTRADAS</b>				
Los resultados cumplen satisfactoriamente con el nivel permitido que es de 60 dB(A).				
<b>REALIZADO POR</b>				
David Oña		Geovanna Tinitana		

## **ANEXO X. PLANOS DE TALLER Y MONTAJE**