ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARCASAS Y ENSAMBLAJE DE CONVERTIDORES CATALÍTICOS PARA EL PARQUE AUTOMOTOR DE LAS CIUDADES DE QUITO Y CUENCA.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

FERNANDO GABRIEL SOLÓRZANO SOSA
gabo3-16@hotmail.com

FAUSTO ROBERTO VÁSQUEZ PINEDA
faustovasquezp@gmail.com

DIRECTOR: ING. ÁNGEL PORTILLA.Msc
ahph2001@gmail.com

Quito, Mayo 2011.

DECLARACIÓN.

Nosotros, Fernando Gabriel Solórzano Sosa y Fausto Roberto Vásquez Pineda, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Fernando Gabriel Solórzano Sosa

Fausto Roberto Vásquez Pineda

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Fernando Gabriel Solórzano Sosa y Fausto Roberto Vásquez Pineda, bajo mi supervisión.

Ing. Ángel Portilla Aguilar

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Sin un orden en particular, a Rosita, Alejaso, Norita, Eric, Katy y Roberto, por haberme apoyado siempre y nunca haberme dejado solo, especialmente en los momentos más difíciles de mi vida.

A los Ingenieros Rodrigo Ruiz, Patricio Estupiñán, Miguel Ortega y Carlos Valladares, por su colaboración y acertados consejos en el desarrollo de este proyecto.

A los panas del alma, Peluka, Sticker, Chamo, Eje, Carlitos, Gandalf, por todo el acolite y la inmejorable amistad compartida durante estos años.

A Fausto, por su paciencia, su ayuda y colaboración durante esta complicada travesía.

Gabriel.

En primer lugar quiero dar gracias a Dios por haberme dado esta oportunidad en la vida, a mi familia por todo el apoyo brindado y en especial a mis padres Fausto e Hilda y a mis abuelos Julio Vásquez y Rosa Vásquez por haberme apoyado a lo largo de toda la carrera universitaria.

Al Ing. Rodrigo Ruiz por su ayuda en el desarrollo de este proyecto, y al Ing. Patricio Estupiñán por su colaboración y por haber compartido sus conocimientos.

A la gente del laboratorio de metalografía, a todos los amigos de la promoción y en especial a Carlos Peña, Ricardo Álvarez, Galo Mosquera, Daniel Ayala, Paúl Flores y Paúl Caicedo y a todas las personas ya sea de cerca o a lo lejos han apoyado.

A Gabriel por haber acolitado en esta odisea llamada tesis.

Fausto.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Al Ingeniero Ángel Portilla, por permitirnos concluir nuestros estudios a través de este proyecto, y por brindarnos su valiosa ayuda y sus conocimientos en los puntos decisivos de esta tesis.

Fausto

Gabriel

DEDICATORIA

Con mucho cariño, a Eduardito, mi hijo, no sólo este trabajo, sino mi vida entera.

Gabriel.

A mis padres Fausto e Hilda, a mis hermanas Andrea, Rosa y Patricia y a mis Abuelos Julio y Rosa Vásquez.

Fausto.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1 FUNDAMENTOS 2
1.1 EL SISTEMA DE ESCAPE 2
1.1.1 FUNCIONAMIENTO 2
1.1.2 PARTES DEL SISTEMA DE ESCAPE. 3
1.2 EL CONVERTIDOR CATALÍTICO 6
1.2.1 TIPOS DE SISTEMAS 6
1.2.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO. 9
1.2.3 PARTES. 10
1.2.4 RENDIMIENTO 15
1.2.5 LOCALIZACIÓN EN EL VEHÍCULO 18
1.2.6 FALLAS DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO 19
1.2.7 DIAGNÓSTICO DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO 22
1.2.8 RECAMBIO DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO 27
1.3 COMBUSTIBLES Y SUS REACCIONES QUIMICAS 29
1.3.1 COMBUSTIBLES. 29
1.3.2 COMBUSTIÓN 30
CAPÍTULO 2 ESTUDIO DE MERCADO 36
2.1 ÁREA GEOGRAFÍCA 36
2.2 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO 36
2.3 SUSTITUTOS Y COMPLEMENTOS 40
2.3.1 SUSTITUTOS 40
2.3.2 COMPLEMENTOS 41
2.4 ANÁLISIS DE LA DEMANDA 41
2.5 ANÁLISIS DE LA OFERTA 45
2.6 ANÁLISIS DE PRECIOS 45

2.7 ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO..... 47
CAPÍTULO 3 ESTUDIO TÉCNICO 49
3.1 LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE LA PLANTA 49
3.1.1 DATOS 49
3.1.2 EVALUACIÓN DE LAS CIUDADES CONSIDERADAS 50
3.2 CAPACIDAD INSTALADA ÓPTIMA DE LA PLANTA 52
3.3 INGENIERÍA DEL PROYECTO 53
3.3.1 EL PRODUCTO 53
3.3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO 57
3.3.3 OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO 64
3.3.4 DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS..... 66
3.3.5 DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIA PRIMA.. 71
3.3.6 DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE PERSONAL 74
3.3.7 DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS REQUERIDAS PARA LA PLANTA 76
3.3.8 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA 78
3.3.9 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA 82
3.4 IMPLEMENTACIÓN 83
CAPÍTULO 4 ESTUDIO ECONÓMICO 84
4.1 ANÁLISIS DE COSTOS. 84
4.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN 84
4.2.2 GASTOS DE PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN 94
4.2.3 GASTOS EN TELECOMUNICACIONES. 95
4.2.4 GASTOS POR VIAJES 95
4.2.5 UTILES DE OFICINA 96
4.2.6 GASTOS DE VENTA 97
4.2.7 GASTOS FINANCIEROS. 97

4.2.8 RESUMEN DE COSTOS. 97
4.3 DETERMINACIÓN DE LOS INGRESOS POR VENTAS..... 99
4.4 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO..... 99
4.5 ESTADO DE RESULTADOS..... 100
4.6 INVERSIONES 101
4.6.1 INVERSIÓN INICIAL EN ACTIVO FIJO 101
4.6.2 INVERSIÓN INICIAL EN ACTIVO DIFERIDO..... 104
4.6.3 INVERSIÓN TOTAL EN ACTIVO FIJO Y DIFERIDO..... 105
4.7 ACTIVO CIRCULANTE 105
4.8 RESUMEN DE INVERSIONES Y COSTO DEL PROYECTO. 106
4.9 FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN 106
4.10 DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN..... 107
4.11 EVALUACIÓN ECONÓMICA 107
4.11.1 RENTABILIDAD 108
4.11.2 CÁLCULO DE TASA MÍNIMA ATRACTIVA DE RETORNO (TMAR)..... 108
4.11.3 CÁLCULO DEL VAN 108
4.11.4 CÁLCULO DE LA TIR 110
4.11.5 PERIODO DE RECUPERACIÓN. 110
4.11.6 RELACIÓN BENEFICIO COSTO. 110
4.11.7 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD..... 111
CONCLUSIONES..... 114
RECOMENDACIONES 116
BIBLIOGRAFÍA 117
ANEXO A EVALUACIÓN DE TAMAÑOS Y FORMAS DE CONVERTIDORES DE VEHÍCULOS MÁS VENDIDOS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO. 119

A.1 FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE VEHÍCULOS 120

A.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE TAMAÑOS DE CONVERTIDORES CATALÍTICOS 121

ANEXO B ESPECIFICACIONES PARA LAS GASOLINAS COMERCIALIZADAS EN EL ECUADOR SEGÚN NORMAS INEN .. 122

B.1 GASOLINA EXTRA 123

B.2 GASOLINA SUPER 124

ANEXO C ESTUDIO ANUAL DE CANTIDAD DE VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN LAS CIUDADES DE QUITO Y CUENCA SEGÚN LA CILINDRADA DE SU MOTOR ENTRE LOS AÑOS 2002-2008. 125

C.1 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2002 126

C.2 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2003 127

C.3 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2004 128

C.4 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2005 129

C.5 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2006 130

C.6 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2007 131

C.7 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2008 132

ANEXO D IMPORTACIONES ANUALES DE LA PARTIDA ARANCELARIA 870892000 CORRESPONDIENTE A SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE, ENTRE LOS AÑOS 2002 Y 2008. 133

D.1 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2002 134

D.2 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2003 134

D.3 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2004 135

D.4 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2005 135

D.5 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2006 136

D.6 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2007 136

D.7 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2008 137

ANEXO E FORMULARIOS Y RESULTADO DE ENCUESTA A PROPIETARIOS DE VEHÍCULOS EN EL CENTRO DE REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR “SAN ISIDRO”. 138

E.1 FORMULARIO DE ENCUESTA A PROPIETARIOS DE VEHÍCULOS.. 139

E.2 FORMULARIO DE ENCUESTA A COMERCIALIZADORES DE CONVERTIDORES CATALÍTICOS 140

E.3 RESULTADOS 141

ANEXO F DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN Y SELECCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO. 143

F.1 PARTES DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO 144

F.2 ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN 145

F.2.1 ALTERNATIVA UNO 145

F.2.2 ALTERNATIVA DOS 146

F.2.3 ALTERNATIVA TRES 147

F.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 149

ANEXO G SELECCIÓN DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO 153

G.1 PROPIEDADES DEL ACERO INOXIDABLE 154

G.2 PROPIEDADES DEL MONOLITO 157

G.3 PROPIEDADES DEL METAL DE APORTE PARA EL PROCESO DE SOLDADURA GMAW 159

G.4 PROPIEDADES DEL AISLAMIENTO CERÁMICO 160

G.5 RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL GAS DE PROTECCIÓN EN EL PROCESO DE SOLDAURA GMAW DE ACERO INOXIDABLE 163

ANEXO H DETERMINACIÓN DE LA FUERZA DE CORTE DEL DESARROLLO PARA EL CONVERTIDOR CATALÍTICO. 164

H.1 CALCULO DE LA FUERZA DE LA PRENSA 165

H.2 CALCULO DE LA FUERZA DE CORTE DEL MATERIAL 165

H.3 FUERZA TOTAL 167

ANEXO I DETERMINACION DEL DESARROLLO DE CHAPA METÁLICA Y CÁLCULO DE LA FUERZA DE EMBUTICIÓN MEDIANTE EL PROGRAMA STAMPACK 168

I.1 INTRODUCCIÓN. 169

I.2 DISEÑO DE LA MATRIZ DE EMBUTICIÓN Y EL DESARROLLO DE LA CHAPA METÁLICA. 169

I.2.1 DISEÑO DE LA MATRIZ. 169

I.2.2 DESARROLLO DE LA LÁMINA A EMBUTIR. 170

I.3 PROCESO DE SIMULACIÓN EN EL PROGRAMA STAMPACK..... 170

I.3.1 CREACION DE LAYERS. 170

I.3.2 IMPORTACIÓN DE ARCHIVOS. 172

I.3.3 IMPORTACIÓN DEL ARCHIVO DE LA CHAPA METÁLICA. 173

I.3.4 CREACIÓN DEL PUNZÓN A EMBUTIR. 174

I.3.5 CREACIÓN DEL PRENSACHAPAS. 176

I.3.6 DETERMINACION DEL SENTIDO DE LAS DIRECCIONES NORMALES DE LOS ELEMENTOS. 177

I.3.7 REALIZACIÓN DEL MALLADO DE LOS ELEMENTOS. 180

I.3.8 SELECCIÓN DEL TIPO DE PROBLEMA..... 182

I.3.9 SELECCIÓN DE LA CARACTERÍSTICAS DEL PROBLEMA. 182

I.3.10 DEFINICIÓN DE LA LÁMINA A EMBUTIR..... 185

I.3.11 DEFINICIÓN DE LAS HERRAMIENTAS..... 187

I.3.12 ALINEAR LAS HERRAMIENTAS. 192

I.3.13 OPERACIONES. 193

I.3.14 VERIFICACION DE LA CARRERA DEL PUNZON. 197

I.3.15 SIMULACIÓN. 200

I.4 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN. 200
I.4.1 PARÁMETROS SELECCIONADOS. 201
I.4.2 RESULTADOS OBTENIDOS. 201
I.5 CALCULO DE LA FUERZA DE EMBUTICIÓN. 206
ANEXO J ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 207
J.1 MONTACARGAS 208
J.2 SOLDADORA GMAW 209
J.3 COMPRESOR 210
J.4 SIERRA DE DISCO 210
J.5 CAMIONETA 211
ANEXO K COTIZACIONES 213
K.1 FABRICACIÓN DE CARCASAS 214
K.2 MONOLITOS 215
K.3 AISLAMIENTOS TÉRMICOS 216
K.4 TRANSPORTE MARITIMO 217
K.5 TRANSPORTE AEREO 219
K.6 TUBERIA 220
K.7 ALAMBRE ELECTRODO 221
K.8 GASES DE SOLDADURA 222
K.9 VEHÍCULOS 223
K.10 EQUIPOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL 224
K.11 EMBALAJE 225
K.12 EXTINTORES 226
K.13 DESPLIEGUE TARIFARIO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO 227
K.14 PRECIO DE COMBUSTIBLE 228
K.15 DESPLIEGUE TARIFARIO DE AGUA POTABLE 228
K.16 COSTO DE PASAJE 229

K.17 UTILES DE OFICINA 230
K.18 MÁQUINAS SOLDADORAS 231
K.19 COMPRESOR 232
K.20 MONTACARGAS 233
K.21 HERRAMIENTAS 234
K.22 MANOMETRO 236
K.23 COSTO DE TERRENO 237
K.24 COSTO DE INFRAESTRUCTURA 238
K.25 COSTO DE COMPUTADORES 239
K.26 IMPRESORAS 240
K.27 MOBILIARIO 241
K.28 TELÉFONO Y FAX 242
K.29 TELEFONIA MOVIL 243
K.30 HOSPEDAJE 244
ANEXO L SALARIOS SECTORIALES 245
L.1 SALARIOS MINIMOS SECTORIALES DEL 2011 246
L.2 SALARIOS MINIMOS SECTORIALES DEL 2011 247
ANEXO M TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL FINANCIAMIENTO 248
M.1 AMORTIZACIÓN DEL FINANCIAMIENTO 249
M.2 INTERESES POR AÑOS. 250
ANEXO N PLANOS 251
N.1 PLANO DE CONJUNTO DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO 252
N.2 PLANO CARCASA SUPERIOR 252
N.3 PLANO CARCASA INFERIOR 252
N.4 PLANO ACOPLE PARA TUBO DE ESCAPE 252
N.5 PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA 252

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)..... 26
Tabla 2.1 Referencia cronológica de demanda 41
Tabla 2.2 Datos de demanda de convertidores catalíticos, tomando como referencia la venta anual de vehículos 42
Tabla 2.3 Demanda anual de convertidores catalíticos según su forma 43
Tabla 2.4 Ajuste y proyección de la demanda hasta el año 2017 44
Tabla 2.5 Inflación anual desde el año 2005 hasta el 2009 46
Tabla 2.6 Precio promedio de venta de convertidores catalíticos 46
Tabla 2.7 Proyección de precios del convertidor catalítico..... 47
Tabla 3.1 Factores y pesos para evaluación de ubicación..... 50
Tabla 3.2 Calificación ponderada sobre la ubicación de la planta..... 51
Tabla 3.3 Estimado de venta..... 52
Tabla 3.4 Componentes del convertidor catalítico..... 54
Tabla 3.5 Especificaciones técnicas del producto 57
Tabla 3.6 Equipos clave en los puestos de trabajo 64
Tabla 3.7 Capacidad del equipo básico 65
Tabla 3.8 Capacidad excedida de los equipos 65
Tabla 3.9 Equipo básico..... 67
Tabla 3.10 Equipo auxiliar..... 68
Tabla 3.11 Equipo de servicios 69
Tabla 3.12 Materiales productivos..... 72
Tabla 3.13 Cálculo de consumo de energía eléctrica..... 73
Tabla 3.14 Cantidad de gas de protección que se requiere anualmente 74
Tabla 3.15 Cantidad anual de materiales indirectos..... 74
Tabla 3.16 Requisitos, herramientas y funciones del Personal Administrativo..... 74
Tabla 3.17 Funciones, herramientas y requisitos del Personal Técnico..... 75
Tabla 3.18 Áreas requeridas para los puestos de trabajo de la planta..... 77
Tabla 3.19 Simbología del método SLP 78
Tabla 3.20 Código de razones para el diagrama de correlación 79
Tabla 3.21 Cronograma de implementación de la planta 83

Tabla 4.1 Cálculo de costo unitario de monolito 86
Tabla 4.2 Cálculo del costo unitario del aislamiento cerámico interno 87
Tabla 4.3 Determinación Precio Unitario de Acople 87
Tabla 4.4 Cálculo de Costo de Electrodo 88
Tabla 4.5 Costo Gas de Protección 88
Tabla 4.6 Costo de materia prima 89
Tabla 4.7 Costo de empaque 89
Tabla 4.8 Útiles de Aseo y Seguridad 90
Tabla 4.9 Equipos considerados para el consumo de energía 90
Tabla 4.10 Costo de la energía eléctrica 91
Tabla 4.11 Cálculo de costo de combustible 92
Tabla 4.12 Costo de Agua potable 92
Tabla 4.13 Costo de mano de obra directa 93
Tabla 4.14 Presupuesto de costos de producción anuales 94
Tabla 4.15 Gastos del personal Administrativo 94
Tabla 4.16 Costo Telecomunicaciones 95
Tabla 4.17 Costos de Viaje 96
Tabla 4.18 Útiles de Oficina 96
Tabla 4.19 Gastos de administración 96
Tabla 4.20 Resumen de Costos 98
Tabla 4.21 Ingresos por ventas del producto 99
Tabla 4.22 Estado de resultados 100
Tabla 4.23 Activo fijo de producción 101
Tabla 4.24 Costo Camioneta 102
Tabla 4.25 Costo de terreno 102
Tabla 4.26 Costo de Infraestructura 103
Tabla 4.27 Activo fijo de oficinas. 104
Tabla 4.28 Costo Computadoras 104
Tabla 4.29 Inversión inicial en activo diferido 105
Tabla 4.30 Gastos Constitución 105
Tabla 4.31 Inversión Diferida 105
Tabla 4.32 Inversión total en activo fijo y diferido 106
Tabla 4.33 Calculo del Primer Mes de Operación 106

Tabla 4.34 Capital de Operación 106
Tabla 4.35 Inversión Total Proyecto 106
Tabla 4.36 Depreciaciones 107
Tabla 4.37 Amortización Gastos Diferidos 107
Tabla 4.38 Flujo de Caja. 109
Tabla 4.39 Resumen de los valores considerados en el cálculo del VAN 110
Tabla 4.40 Valores actuales de ingresos y egresos 111
Tabla 4.41 Datos Obtenidos del Análisis de Sensibilidad respecto a las ventas 111
Tabla 4.42 Datos del Análisis de Sensibilidad respecto al precio del monolito .. 113
Tabla A.1Dimensiones de convertidores catalíticos 121
Tabla B.1Requisitos para la gasolina EXTRA 123
Tabla B.2Requisitos para la gasolina SUPER 124
Tabla E.1 Resultados de las 3 preguntas formuladas 141
Tabla F.1 Componentes del convertidor catalítico 144
Tabla F.2 Descripción de las juntas soldadas para la opción uno 146
Tabla F.3 Requerimientos estimados de personal y maquinaria para la alternativa uno 146
Tabla F.4 Descripción de las juntas soldadas para la opción dos 147
Tabla F.5 Requerimientos estimados de personal y maquinaria para la alternativa dos 147
Tabla F.6 Requerimientos estimados de personal y maquinaria para la alternativa tres 148
Tabla F.7 Ventajas y desventajas de las opciones de producción planteadas... 149
Tabla F.8 Descripción de costos fijos y variables (aproximados) considerados para la evaluación de alternativas 151
Tabla F.9 Valores de los costos fijos y variables considerados en la evaluación151
Tabla M.1 Financiamiento 249
Tabla M.2 Intereses anuales. 250

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Múltiple de escape 3
Figura 1.2 Vista del Interior de un silenciador de escape 3
Figura 1.3 Vista Interior de un convertidor catalítico 4
Figura 1.4 Resonador ubicado en la parte trasera de un vehículo 4
Figura 1.5 Sistema de Convertidor Catalítico Oxidante 7
Figura 1.6 Sistema de Convertidor Catalítico de Dos Camas 7
Figura 1.7Sistema de Convertidor Catalítico de Tres Vías 8
Figura 1.8 Partes del convertidor catalítico 10
Figura 1.9 Monolitos 12
Figura 1.10Vista esquemática de la pared del monolito 13
Figura 1.11 Vista de carcasas y componentes del convertidor catalítico 15
Figura 1.12Convertidor catalítico contaminado por depósitos de carbón 20
Figura 1.13 Daño en la carcasa del convertidor catalítico por golpes en la vía.... 20
Figura 1.14 Monolito fracturado 21
Figura 1.15 Convertidor catalítico sobrecalentado 22
Figura 1.16 Monolito derretido por exceso de HC en el escape 22
Figura 1.17: Potencia y Consumo vs Relación λ 32
Figura 2.1 Dimensiones preliminares del producto 40
Figura 2.2 Vista isométrica del Convertidor catalítico propuesto 40
Figura 2.3 Canal de distribución general de repuestos automotrices en el Ecuador 47
Figura 2.4 Canal de distribución para la comercialización de convertidores catalíticos 48
Figura 3.1 Descomposición del producto 54
Figura 3.2 Diagrama de procesos 59
Figura 3.3 Diagrama de flujo 60
Figura 3.4 Detalle de la junta de soldadura del convertidor catalítico 63
Figura 3.5 Diagrama de procesos para la planta productiva 66
Figura 3.6 Requerimientos de materia prima 71
Figura 3.7 Diagrama de correlación para las zonas de la planta productiva 79
Figura 3.8 Diagrama de hilos para las zonas que componen la planta productiva80
Figura 3.9 Esquema preliminar de la planta 80

Figura 3.10 Diagrama de correlación de los puestos de trabajo en la zona de producción 81
Figura 3.11 Diagrama de hilos de los puestos de trabajo en la zona de producción. 81
Figura 3.12 Esquema de distribución de puestos de trabajo en la zona de producción 82
Figura 3.13 Organigrama de la empresa 83
Figura F.1 Partes del convertidor catalítico. Vista sin parte de la carcasa. 144
Figura F.2 Partes de la carcasa del convertidor catalítico para la alternativa uno. 145
Figura F.3 Partes de la carcasa del convertidor catalítico para la alternativa dos. 147
Figura F.4 Partes de la carcasa del convertidor catalítico para la alternativa tres. 148
Figura H.1Forma del material a cortar 166
Figura I.1 Forma de la matriz de embutición realizada con el programa INVENTOR 2010. 170
Figura I.2 Forma del desarrollo de chapa realizado con el programa INVENTOR 2010 171
Figura I.3 Selección de la opción layers en el programa STAMPACK. 171
Figura I.4 Creación del layer matriz 172
Figura I.5 Selección del tipo de archivo a importar. 172
Figura I.6 Vista de la Matriz Importada al programa STAMPACK. 173
Figura I.7 Importación de la chapa metálica. 173
Figura I.8 Ventana de copiar entidades 174
Figura I.9 Selección de superficies que conformaran el punzón. 175
Figura I.10 Vista del punzón y de la Matriz. 175
Figura I.11 Selección de superficies para el prensachapas. 176
Figura I.12 Vista de la creación del Prensachapas. 176
Figura I.13 Matriz de embutición y sus elementos. 177
Figura I.14 Selección de las opciones para visualizar la dirección normal. 178
Figura I.15 Colores que indica la dirección normal de cada superficie. 178

Figura I.16 Selección de las opciones para cambiar el sentido de la dirección normal 179
Figura I.17 Sentido de las direcciones normales en la matriz. 179
Figura I.18 Selección del tipo de mallado. 180
Figura I.19 Selección del tipo de elemento para la malla. 180
Figura I.20 Selección del tipo de elemento. 181
Figura I.21 Generación de la malla 181
Figura I.22 Mallado de los elementos. 182
Figura I.23 Selección del tipo de problema. 182
Figura I.24 Selección de la opción Problem characteristics 183
Figura I.25 Selección del tipo de problema. 183
Figura I.26 Selección de diferentes parámetros. 184
Figura I.27 Selección de planos de simetría. 184
Figura I.28 Selección del menú para definir las propiedades de la chapa 185
Figura I.29 Nombre asignado a la lámina a embutir. 185
Figura I.30 Ventana para definir el material 186
Figura I.31 Selección del layer de la lámina. 186
Figura I.32 Ventana de definición de propiedades de la lámina. 187
Figura I.33 Propiedades de la lámina 187
Figura I.34 Selección de la opción Tools. 188
Figura I.35 Ventana de Herramientas 188
Figura I.36 Selección del tipo de herramienta. 189
Figura I.37 Asignación de propiedades al prensachapas. 189
Figura I.38 Asignación de la cantidad de fuerza en el prensachapas. 190
Figura I.39 Selección del Punzón 191
Figura I.40 Definición del movimiento del punzón. 191
Figura I.41 Selección de la matriz 192
Figura I.42 Selección de la opción Alinear. 192
Figura I.43 Ventana para alinear las herramientas 193
Figura I.44 Herramientas Alineadas. 193
Figura I.45 Selección del menú operations. 194
Figura I.46 Ventana Define Operations 194
Figura I.47 Selección del tipo de operación. 195

Figura I.48 Selección de herramientas y lámina..... 195
Figura I.49 Opciones de la operación de sujeción..... 196
Figura I.50 Opciones de la operación de Formado. 197
Figura I.51 Superficies de Contacto. 198
Figura I.52 Selección del menú verificar. 198
Figura I.53 Verificación de carrera del punzón 199
Figura I.54 Verificación de la carrera del punzón. 199
Figura I.55 Selección de Operaciones 200
Figura I.56 Desarrollo de la chapa metálica. 201
Figura I.57 Forma final de la carcasa. 202
Figura I.58 Vista Frontal de la carcasa 202
Figura I.59 Vista Isométrica. 203
Figura I.60 Zona de seguridad, vista superior 204
Figura I.61 Zona de seguridad, vista isométrica 204

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 Eficiencia de conversión – Espesor de la pared del monolito 13
Gráfico 1.2 Pérdidas de presión - Tasa de flujo 14
Gráfico 1.3 Eficiencia de Conversión – Temperatura 16
Gráfico 1.4 Eficiencia de Conversión – Factor φ 18
Gráfico 2.1 Presencia de convertidores catalíticos en automotores comercializados entre 2002 y 2008 según su forma 37
Gráfico 2.2 Presencia de convertidores catalíticos en automotores según su forma 38
Gráfico 2.3 Venta anual de vehículos respecto a su cilindrada 39
Gráfico 2.4 Demanda de convertidores catalíticos, tomando como referencia la venta anual de vehículos 42
Gráfico 2.5 Demanda anual de convertidores catalíticos según su forma..... 43
Gráfico 2.6 Ajuste y proyección de la demanda hasta el año 2017..... 44
Gráfico 3.1 Eficiencia de conversión – Espesor de la pared del monolito 56
Gráfico 4.1 Relación de ingresos, costos fijos y variables..... 99
Gráfico 4.2 Análisis de Sensibilidad con respecto a las ventas..... 112
Gráfico 4.3 Sensibilidad del Proyecto con respecto al precio del monolito. 113
Gráfico E.1 Resultados de la primera pregunta (conocimiento) 141
Gráfico E.2 Resultados de la segunda pregunta (preferencias)..... 141
Gráfico E.3 Resultados de la tercera pregunta (compra del producto nacional) 142
Gráfico F.1 Evaluación de alternativas mediante el método del punto de equilibrio 152
Gráfico I.1 Fuerza del punzón vs tiempo. 205

RESUMEN

En el presente trabajo tiene como objetivo principal determinar la factibilidad de producir y comercializar convertidores catalíticos en las ciudades de Quito y Cuenca, debido a que en la actualidad, éstas son las únicas ciudades del país que realizan una revisión técnica vehicular obligatoria a su respectivo parque automotor.

En primer lugar se realiza una breve descripción acerca del sistema de escape, y el elemento a construir que es el convertidor catalítico. Se analizan los tipos de catalizadores, su función y las formas de deterioro. Se realiza un breve repaso sobre el proceso de combustión en los motores de combustión interna, específicamente aquellos que operan bajo el ciclo Otto, y sobre cuáles son los gases producidos en el proceso que afectan a la salud humana y al medio ambiente. Además se hace referencia a lo que es la Revisión Técnica Vehicular en las ciudades de Quito y Cuenca.

A continuación, se realiza un análisis del parque automotor de estas dos ciudades, se determina el tipo de vehículos para los cuales se diseñará un convertidor genérico. Se analiza la demanda en estas dos ciudades, la oferta de catalizadores existentes en el mercado y el precio de los mismos.

Una vez seleccionado el mercado meta, se procede a establecer el diseño del convertidor y el proceso de fabricación adecuado, seleccionando maquinaria, materia prima disponible en el mercado nacional y los elementos a importar. Se establece el personal tanto para tareas de producción como de administración.

Establecidos los requerimientos para producción y administración, finalmente se realiza un análisis de costos, inversiones y ganancias del proyecto los cuales serán evaluados mediante parámetros como el VAN, TIR, etc., determinando la viabilidad del proyecto.

PRESENTACIÓN

Los esfuerzos destinados a reducir las emisiones contaminantes, producto de la combustión en los motores de los vehículos que circulan a nivel mundial, han mostrado un notable desarrollo en los últimos años, y entre los sistemas que se han diseñado con este propósito, el convertidor catalítico representa la mejor alternativa.

Este dispositivo, se encarga de reducir el poder nocivo de los contaminantes presentes en los gases de combustión de los automotores que operan con motores a gasolina, mediante la generación de reacciones químicas entre los mismos componentes de los gases de combustión.

Este elemento requiere ser reemplazado una vez que su vida útil ha llegado a su fin, o se han producido daños ocasionales en él. La necesidad del recambio del convertidor catalítico, se identifica una vez que el vehículo ha sido evaluado por las entidades encargadas del control de emisiones que se lleva a cabo en las Ciudades de Quito y Cuenca, y que en los próximos años se extenderá al resto del país

Surge entonces, la necesidad de ofrecer al mercado nacional, y específicamente, al de las ciudades en las que se realizan programas para mejorar la calidad del aire (Quito y Cuenca), un convertidor catalítico que trabaje adecuadamente y que su costo le permita ser fácilmente adquirido, toda vez que, actualmente sólo se encuentran disponibles convertidores catalíticos de procedencia internacional, a costos elevados.

Este proyecto presenta un estudio de la estructura y funcionamiento del convertidor catalítico, además se describen los medios tecnológicos y económicos necesarios para poder ensamblarlos en la industria nacional, y de esta manera contribuir al desarrollo de los planes de control de la calidad del aire y del país en general.

CAPÍTULO 1
FUNDAMENTOS

Previo al inicio de la evaluación del proyecto de ensamblaje de convertidores catalíticos, es necesario analizar el funcionamiento del sistema de escape de los vehículos a gasolina, cuáles son sus componentes y centrar el análisis en el convertidor catalítico para conocer sus condiciones de operación y así determinar con certeza los requerimientos de materiales y componentes más adecuados.

En el presente capítulo se describe el funcionamiento del convertidor, las partes que lo componen, las causas de falla más frecuentes, y los métodos para determinar su estado de funcionamiento ante un posible reemplazo.

Se incluye además una breve descripción sobre la revisión técnica vehicular en las ciudades de Quito y Cuenca, y finalmente se hace una descripción de los combustibles, sus reacciones en el proceso de combustión y como sus productos del mismo afectan a la salud.

1.1 EL SISTEMA DE ESCAPE

El sistema de escape es una parte importante del vehículo que se encarga de evacuar los gases producidos durante la combustión del motor, evitando que los mismos entren en la cabina y causen graves consecuencias a las personas que se encuentren en el interior de ella.

1.1.1 FUNCIONAMIENTO

El sistema de escape además de evacuar los gases quemados en el motor hacia la atmósfera, también se encarga de reducir el ruido que se produce cuando los mismos son expulsados de la cámara de combustión, y en los sistemas más modernos se encarga también de reducir las emisiones más peligrosas para el ser humano como son el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos no quemados.

1.1.2 PARTES DEL SISTEMA DE ESCAPE.

1.1.2.1 Múltiple de Escape.

Conecta los puertos de escape localizados en el cabezote del cilindro con la tubería de escape. Se encuentra fabricado generalmente de materiales como acero fundido, acero inoxidable o más comúnmente se encuentra fabricado de hierro fundido[1].

Figura 1.1 Múltiple de escape[2]

1.1.2.2 Silenciador.

Se encarga de disminuir el ruido del proceso de combustión, ya que el mismo se produce en forma de explosiones. Este se encuentra formado de cámaras y de tubos encerrados en una carcasa.

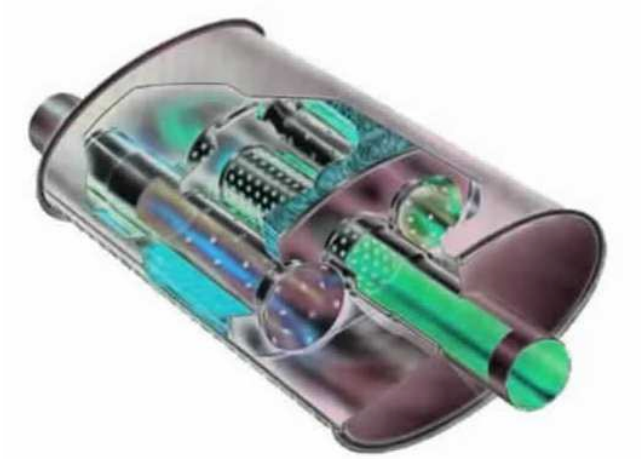


Figura 1.2 Vista del Interior de un silenciador de escape[3]

[1] THIESEEN Frank, DALES Davis. *Manual Técnico Automotriz, Operación, Mantenimiento y Servicio Tomo III.* México: Prentice Hall, 1996. P:509
[2] http://www.laesquinaautorep.com.ar/producto/17141-27030-00.html (12/02/2010)

1.1.2.3 Convertidor Catalítico.

Reduce las emisiones dañinas del escape mediante el uso de metales como el platino, paladio y rodio, que son catalizadores depositados en una matriz cerámica, la cual está recubierta por una carcasa de metal.

Figura 1.3 Vista Interior de un convertidor catalítico[4]

1.1.2.4 Resonador.

Silenciador secundario utilizado algunas veces cerca de la parte trasera del tubo de escape se encarga de disminuir el ruido.

Figura 1.4 Resonador ubicado en la parte trasera de un vehículo[5]

1.1.2.5 Escudos Térmicos.

Protegen la parte inferior del vehículo especialmente del calor generado por el convertidor catalítico.

---

[3] http://www.todomotores.cl/mecanica/images/silenciador/silenciador_escape.jpg (12/02/2010)
[4] http://www.cataliticos.cl/pages/informacion.htm (12/02/2010)
[5] http://www.encuentra24.com/panama-es/autos-usados/lexus-lx470-ano-1999/979625 (12/02/2010)

1.1.2.6 Tubería de Escape.

Es un conjunto de tubos que conectan los distintos elementos del cual está conformado el sistema de escape.

1.1.2.7 Sensor Lambda.

El sensor de oxígeno se utiliza para medir la relación aire combustible (factor lambda) mediante la estimación de la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape. Se sitúa en una posición que le permita realizar la medición sobre una composición representativa de los gases de escape de todos los cilindros.

Si se utiliza un sistema de convertidor catalítico de tres vías, la relación aire combustible debe mantenerse en la proximidad de $\lambda=1$ para asegurar una alta eficiencia de conversión en el catalizador. Para que esto ocurra, el computador a bordo del vehículo toma la información proporcionada por el sensor λ, la procesa junto al información de otros sensores de emisiones, y modifica la mezcla de aire y combustible a ser suministrada al motor hasta que se encuentre en un rango adecuado donde pueda considerarse estequiométrica ($0.995<\lambda<1.005$). Esta regulación se logra mediante la retroalimentación de la información que el sensor λ entrega al computador, en un lazo cerrado de control.

En caso de que el sensor de oxígeno no entregue valores reales al computador, la mezcla que éste prepare, será la estequiométrica según el computador, pero no en la realidad. Como resultado, una mezcla no estequiométrica afecta negativamente la eficiencia de conversión del convertidor e incluso puede provocar daños permanentes, en caso de que se trabaje con mezclas ricas por ejemplo.

Sistemas más modernos de reducción de emisiones como el OBD (on board diagnostics) u OBD II, utilizan dos sensores de oxígeno en lugar de uno. Un sensor se ubica antes y el otro después del convertidor catalítico para que el computador evalúe la eficiencia de conversión del convertidor. De esta manera, el computador prepara mezclas más adecuadas para procurar una mayor eficiencia en la reducción de emisiones.

1.2 EL CONVERTIDOR CATALÍTICO

El convertidor catalítico constituye el sistema más efectivo de post-tratamiento de gases de escape en los motores de combustión interna a gasolina. Su objetivo es promover reacciones químicas en los componentes tóxicos de los gases de escape para convertirlos en CO_2 y vapor de agua.[6]

Anterior al desarrollo de sistemas de convertidores catalíticos, se contaba con reactores térmicos instalados en los tubos de escape para promover reacciones únicamente de oxidación sobre algunos de los componentes tóxicos de los gases producidos por los motores a gasolina (CO y HC).

1.2.1 TIPOS DE SISTEMAS

Los sistemas de convertidores catalíticos han mostrado algunas variaciones desde sus inicios. Además de estar limitados por restricciones de temperatura de operación, el efecto de conversión depende principalmente del efecto catalítico de los materiales utilizados para promover las reacciones químicas requeridas en el sistema. De esta manera, cuatro diseños básicos han sido desarrollados: Oxidación, Doble Vía, Tres vías y catalizadores NSR (NO_X Storage Reduction)

1.2.1.1 Convertidores catalíticos de oxidación (dos vías)

Este sistema idealmente convierte los componentes oxidables de los gases de escape (principalmente HC y CO) en agua y dióxido de carbono (CO_2), sin tener efecto alguno sobre las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_X). El aire requerido para llevar a cabo el proceso de oxidación proviene de mezclas pobres (exceso de aire en la mezcla aire-combustible) o por inyección secundaria de aire (Figura 1.5). Siendo utilizados por primera vez en los años 70, no requerían de sistemas de control complejos, y fueron reemplazados posteriormente en vehículos de pasajeros por convertidores catalíticos de tres vías.

1.2.1.2 Convertidores catalíticos de dos camas

Este sistema incluye dos sistemas catalizadores montados en serie en el sistema de escape (Figura 1.6). Un primer catalizador de reducción se utiliza para reducir las emisiones de NO_X, y un catalizador de reducción se sitúa a continuación para

---

[6] PULKRABEK, Willard. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine.* Wisconsin: Prentice Hall, 1995. P: 293

reducir las emisiones de HC y CO. Para poder realizar la reducción de óxidos de nitrógeno se requieren de mezclas ricas (defecto de aire en la mezcla aire-combustible) con lo que se incrementa el consumo de combustible y las emisiones de CO_2. No se requieren de complicados sistemas de control de formación de mezcla, pero para que el convertidor de oxidación funcione adecuadamente se requiere de un suministro adicional de aire entre los catalizadores. La eficiencia de conversión de los óxidos de nitrógeno es muy inferior a la obtenida en los catalizadores de tres vías.

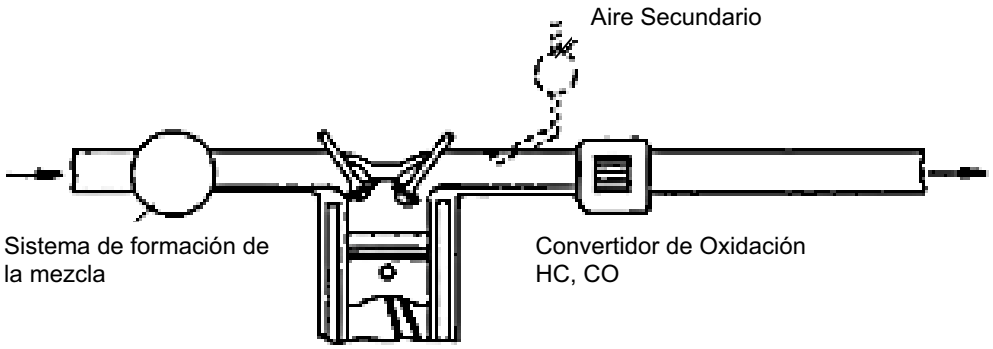


Figura 1.5 Sistema de Convertidor Catalítico Oxidante[7]

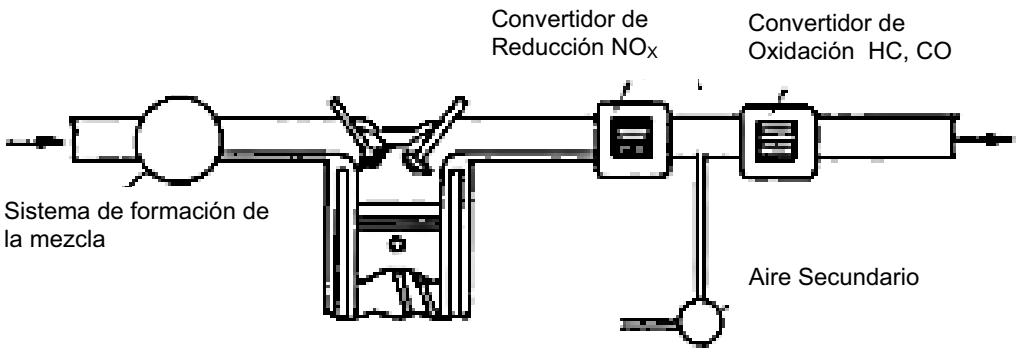


Figura 1.6 Sistema de Convertidor Catalítico de Dos Camas[8]

1.2.1.3 Convertidores catalíticos de tres vías

El sistema de convertidor catalítico de tres vías es el más utilizado actualmente.Una característica importante de estos convertidores es su

[7] SCHÄFER, F.et al. *Reduced Emissions and Fuel Consuption in Automobile Engines.* Alemania: Springer-Verlag Wien New York, 1995. P:87
[8] Idem. P: 87

capacidad para reducir las emisiones de NO_X, y HC y CO en el mismo alto grado y eficiencia. Sin embargo, para lograr óptimos resultados de reducción de emisiones se requiere de un complejo sistema de control que utilice sensores λ (sensores de oxígeno) y elementos catalizadores que permitan almacenar oxígeno para que las reacciones que requieren exceso del mismo, puedan llevarse a cabo. De esta manera se puede lograr la reducción y oxidación de los gases contaminantes con un solo monolito (Figura 1.7).

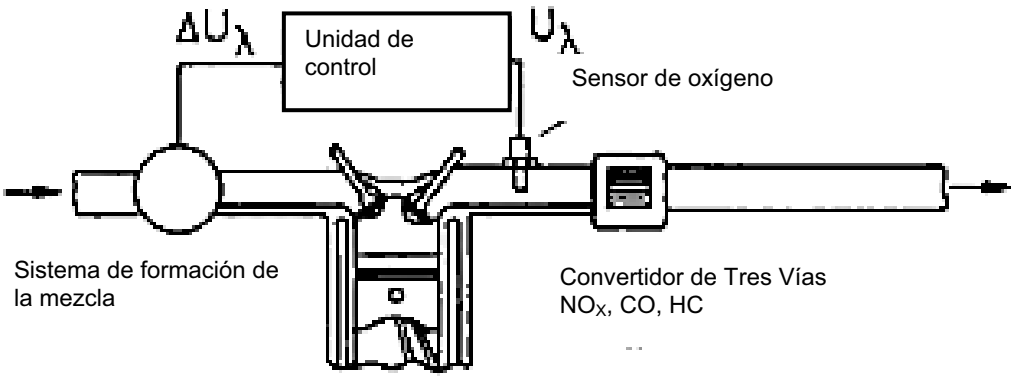


Figura 1.7Sistema de Convertidor Catalítico de Tres Vías[9]

El control de lazo cerrado λ=1 provee a este sistema una eficiencia de alrededor del 95%, en relación al aproximado 40% o 50% obtenido en sistemas de tres vías sin sistemas de control[10].

1.2.1.4 Convertidores catalíticos NSR (Reducción de NO_X por almacenamiento)

Este sistema de convertidores catalíticos se emplea en motores que utilizan mezclas pobres de combustible. Se añade bario al monolito como elemento de almacenamiento de óxidos de nitrógeno. El motor debe alternar entre cortos periodos de funcionamiento de mezclas ricas y largos períodos de mezclas pobres.

Cuando el motor trabaja en régimen de mezcla pobre (exceso de aire), los óxidos de nitrógeno generados se almacenan en la capa de bario. Una vez que el bario se ha saturado se produce el cambio de régimen a mezcla rica (defecto de aire), los NO_X producto de la combustión se suman a los que el bario libera y entran en contacto con la superficie catalítica de platino y rodio para su reducción.

[9] SCHÄFER, F.et al. *Reduced Emissions and Fuel Consuption in Automobile Engines.* Alemania: Springer-Verlag Wien New York, 1995. P:87
[10] Idem. P: 87

Con este sistema se logra que en un solo monolito se produzcan las reacciones requeridas en un catalizador de doble monolito. Un sistema de control electrónico complejo es requerido para lograr altas eficiencias de conversión.

1.2.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

Una reacción química requiere de una cierta energía de activación para que pueda iniciar. El principio de operación del convertidor catalítico se basa en reducir esta energía de activación lo suficiente para permitir que el proceso de oxidación y reducción inicie.

La velocidad de la reacción se incrementa en este proceso, y la temperatura para iniciar la reacción se reduce significativamente gracias a la presencia de un elemento catalizador (en general: metales nobles). Previo a la reacción, los componentes oxidables y el oxígeno se almacenan en zonas catalíticamente activadas. Esto asegura que la energía para iniciar la reacción sea mucho menor.

El convertidor catalítico afecta principalmente las emisiones de los siguientes componentes de los gases de escape:

- HC (hidrocarburos no combustionados)
- CO (monóxido de carbono)
- NO_X (óxidos de nitrógeno)

Esto aplica para convertidores catalíticos de tres vías, dos vías y NSR.

Las siguientes reacciones determinan la conversión de HC Y CO como una ecuación de conversión completa.

$$H_nC_m + \left(\frac{n}{4} + m\right) O_2 \leftrightarrow mCO_2 + \left(\frac{n}{2}\right) H_2O \qquad 1.1$$

$$H_nC_m + 2mH_2O \leftrightarrow mCO_2 + \left(\frac{n}{2} + 2m\right) H_2 \qquad 1.2$$

$$CO + \frac{1}{2} O_2 \leftrightarrow CO_2 \qquad 1.3$$

$$CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2 \qquad 1.4$$

Y la conversión del NO_x está determinada por:

$$CO + NO \leftrightarrow \frac{1}{2}N_2 + CO_2 \qquad 1.5$$

$$H_nC_m + \left(\frac{n}{2} + 2m\right)NO \leftrightarrow \left(\frac{n}{4} + m\right)N_2 + \frac{n}{2}H_2O + mCO_2 \qquad 1.6$$

$$H_2 + NO \leftrightarrow \frac{1}{2}N_2 + H_2O \qquad 1.7$$

Las reacciones que involucran un proceso de oxidación determinan la conversión de CO y HC en CO_2 y Agua, y conducen a un incremento de CO_2. La reacciones que involucran al NO se denomina de reducción y provocan la descomposición del mismo.

Muchas otras reacciones ocurren al mismo tiempo, como por ejemplo reacciones que involucran azufre.

1.2.3 PARTES.

El convertidor catalítico consiste en uno o un arreglo de monolitos cerámicos o metálicos que contienen una mezcla de metales preciosos en su interior. El o los monolitos se encuentran forrados con una malla metálica que lo aísla y asegura dentro de una carcasa de acero inoxidable. Por su parte exterior cuenta con un deflector de acero aluminizado, y en algunos casos posee una toma exterior de inyección de aire secundario.

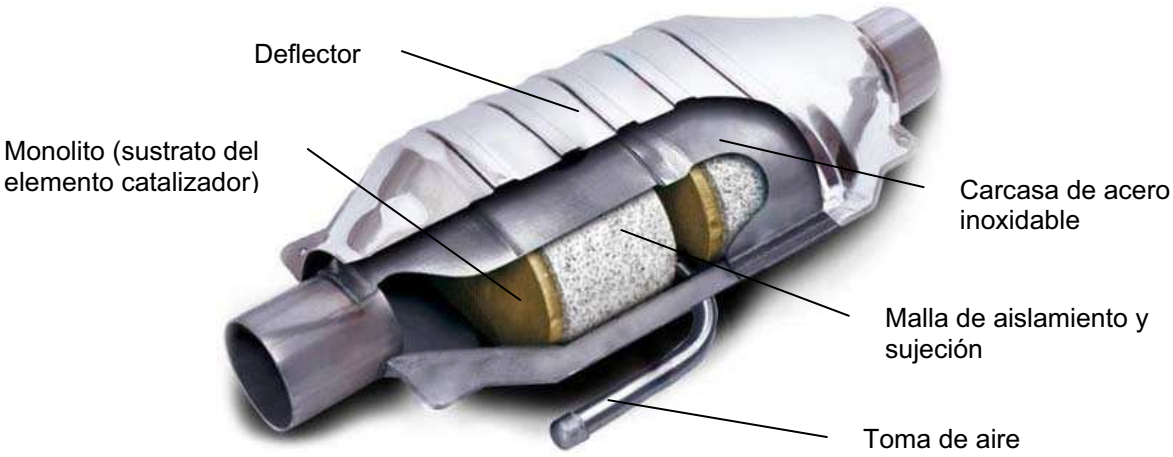


Figura 1.8 Partes del convertidor catalítico[11]

[11] http://www.electrical-res.com/EX/10-16-17/catalytic-converter-cutaway.jpg (5/12/2009)

1.2.3.1 Catalizador

Para que la oxidación del HC y del CO pueda darse, se requeriría de que en el sistema de escape del automóvil se mantengan temperaturas de entre 600-700 ºC. Si un elemento catalizador se encuentra presente, la temperatura necesaria para iniciar y sostener las reacciones químicas se reduce a 250-300 ºC.

Un catalizador es una sustancia que acelera una reacción química reduciendo la energía necesaria para que dicha reacción se lleve a cabo. El elemento catalizador no se consume en la reacción y podría funcionar indefinidamente a menos que se degrade a causa del calor, edad (uso), contaminantes, etc.

Los elementos catalizadores utilizados en convertidores catalíticos, consisten en metales preciosos: paladio, platino y rodio. Estos elementos se colocan como una capa de un espesor de tan solo algunas moléculas sobre el sustrato (monolito) con la ayuda de una capa intermedia de alúmina (washcoat). En promedio, cada convertidor catalítico contiene aproximadamente entre 3 y 7 gramos de platino y entre 0.5 a 1.5 gramos de rodio.[12]

El platino junto al paladio promueven la oxidación del CO y HC, con el platino actuando principalmente en las reacciones con hidrocarburos. El rodio, por su parte, promueve las reacciones con los óxidos de nitrógeno (NO_X).

1.2.3.2 Monolito (Sustrato cerámico o metálico)

El monolito es un cuerpo cerámico o metálico en cuyo interior se aloja el elemento catalizador. Para maximizar el área de contacto entre el elemento catalizador y los gases de escape, el monolito se compone de numerosos micro ductos (celdas), entre 0,31 y 0,76 celdas por milímetro cuadrado (200 y 500 por pulgada cuadrada), es por esto que adquiere el aspecto de un panal de abeja.

Los monolitos cerámicos son generalmente manufacturados por procesos de extrusión de materiales de alta resistencia térmica (Mg, O, Al, Si). Muestran variadas formas (elíptica, cilíndrica, rectangular) y se alinean con la dirección de flujo de los gases de escape. Presentan alta rigidez térmica y mecánica, además de inmunidad ante choques térmicos debido a cargas térmicas de activación. Sin

---

[12] SCHÄFER, F.et al. *Reduced Emissions and Fuel Consuption in Automobile Engines.* Alemania: Springer-Verlag Wien New York, 1995. P:91

embargo la temperatura del monolito no debe incrementarse sobre los 900 ºC ya que podrían presentarse ineficiencias en la conversión en prolongados tiempos de operación debido a la reducción de la superficie efectiva de contacto producto del proceso de sinterizado.

Figura 1.9 Monolitos[13]

El espesor de la pared debe encontrarse dentro de límites adecuados para proveer suficiente sección transversal para el flujo (Gráfico 1.1), lo cual es esencial para evitar una contrapresión en el escape la cual impide el flujo normal de los gases de escape que afecten negativamente la potencia y el consumo de combustible del motor (Gráfico 1.2).

Cabe indicar que los metales preciosos no se aplican directamente sobre los micro ductos del monolito. En su lugar, se recurre al uso de una capa de alúmina (Al_2O_3) entre el sustrato (paredes de las celdas del monolito) y la capa de elemento catalizador (Figura 1.10). Este revestimiento base, denominado “wash coat”, es usado para incrementar la capacidad de almacenamiento de oxígeno y promover reacciones claves mejorando así la actividad catalítica de la capa de metales preciosos.

Los monolitos metálicos, por su parte, presentan ciertas ventajas como: incremento en las eficiencias de conversión, mayor tiempo de vida, espacio de instalación reducido gracias a un menor espesor de pared, menores pérdidas de presión, un rápido calentamiento hasta la temperatura óptima de trabajo, mayor

[13] http://image.ec21.com/image/jxrunda123/simg_GC05097895_CA05097896/Honeycomb_Ceramic.jpg (18/01/2010)

temperatura de trabajo. El rápido enfriamiento por su reducida masa y alta capacidad de disipación de calor constituye la principal desventaja. Por esta razón los convertidores catalíticos con monolitos metálicos deben situarse tan cerca del motor como sea posible.

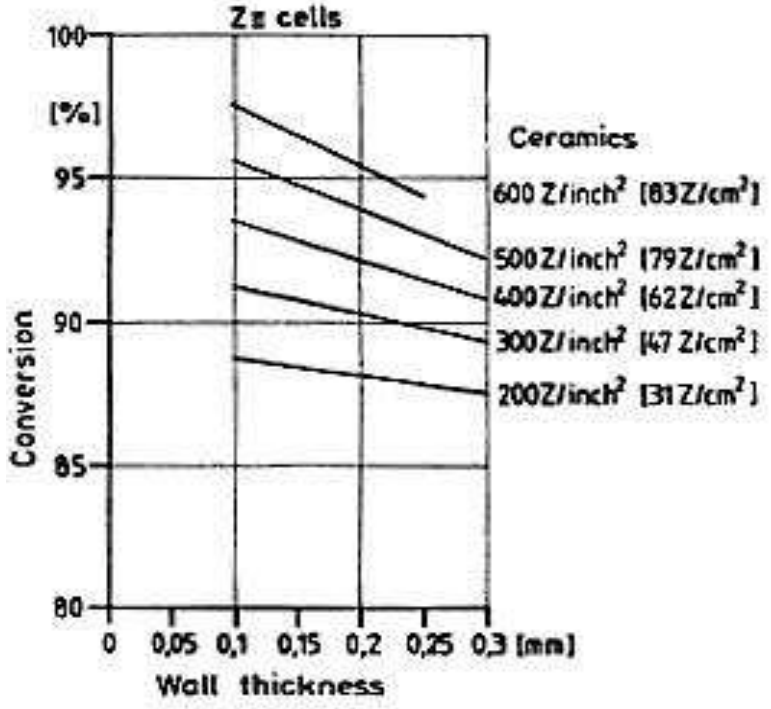


Gráfico 1.1 Eficiencia de conversión – Espesor de la pared del monolito[14]

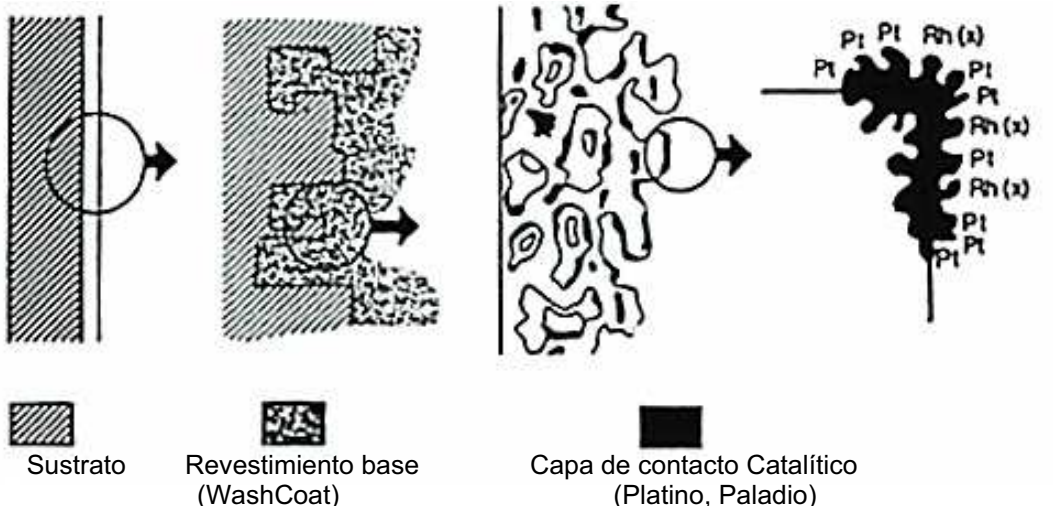


Figura 1.10Vista esquemática de la pared del monolito[15]

[14] SCHÄFER, F.et al. *Reduced Emissions and Fuel Consuption in Automobile Engines.* Alemania: Springer-Verlag Wien New York, 1995. P:83
[15] Ídem, P:92

Debido a su proceso de manufactura, con tiras metálicas electro soldadas de entre 0.04 y 0.06mm, el monolito metálico permite además de un adecuado soporte estructural, un reducido espesor de pared, con lo que se incrementa el área libre de flujo produciendo menores caídas de presión.

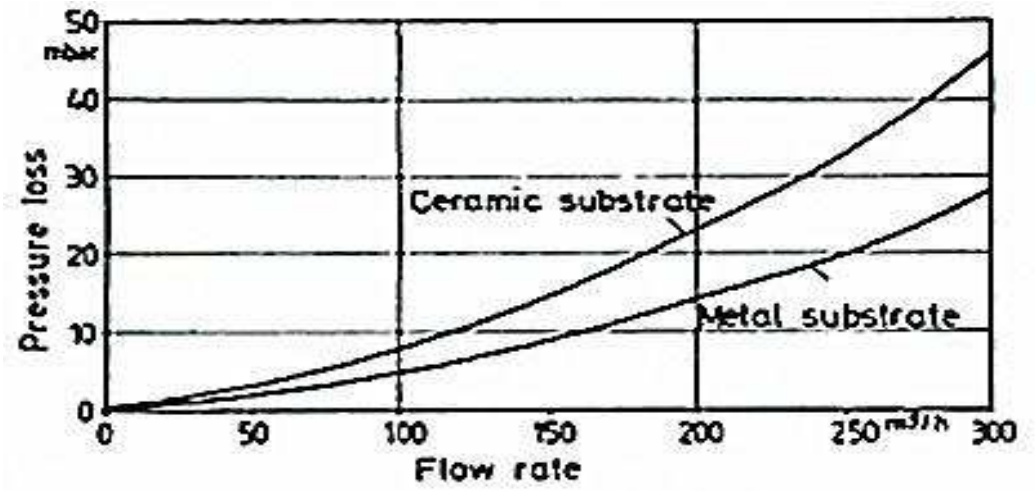


Gráfico 1.2 Pérdidas de presión - Tasa de flujo[16]

En general, el tamaño del monolito, en volumen, corresponde a aproximadamente la mitad de la cilindrada del motor[17]. Esto se confirma con un estudio realizado en el centro de revisión técnica vehicular "San Isidro" del distrito metropolitano de Quito en varios automotores de diferentes marcas y cilindradas (ver ANEXO A pág. 121).

1.2.3.3 Carcasa del convertidor y Sujeción del monolito

Dado que el material cerámico del monolito es frágil y está sujeto a diferentes tasas de expansión térmica, es necesario que se sujete firmemente a la carcasa que lo contiene. Para este fin, se ubica entre el monolito y la carcasa, una malla compuesta generalmente de fibras cerámicas (silicato de aluminio) que se expanden ante el incremento de temperatura. Esta capa intermedia además proveer la sujeción del monolito dentro de la carcasa y servir de aislamiento térmico, provee un mejor efecto de sello que ayuda a evitar pérdidas por derivación (flujo de gases entre el monolito y la carcasa).

---

[16] SCHÄFER, F.et al. *Reduced Emissions and Fuel Consuption in Automobile Engines.* Alemania: Springer-Verlag Wien New York, 1995. P:91

[17] PULKRABEK, Willard. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine.* Wisconsin: Prentice Hall, 1995. P:293

La carcasa del convertidor catalítico debe proveer el soporte estructural necesario a los monolitos y debe adaptarse adecuadamente en el sistema de escape. El material de la carcasa debe presentar alta resistencia al trabajo a altas temperaturas y a los efectos químicos de desgaste y corrosión, debido a la influencia de los productos de las reacciones químicas producidas en el convertidor. Es por esto que generalmente se construye de acero inoxidable ferrítico de espesores entre 0,79 mm y 1,59 mm. La forma de los monolitos (circular u ovalada), determina la forma de la carcasa y se obtiene mediante procesos de estampado en frío de la chapa metálica.

Figura 1.11 Vista de carcasas y componentes del convertidor catalítico[18]

1.2.4 RENDIMIENTO

El rendimiento de conversión del convertidor catalítico es estrictamente dependiente de su temperatura de operación y de la relación aire/combustible (factor λ) que se esté manejando en el motor.

Cuando un convertidor catalítico en buen estado se encuentra operando a una temperatura de aproximadamente 400ºC o superior el catalizador es capaz de remover 98-99% de CO, 95% de NO_X, y más del 95% de HC de los gases de

[18] http://www.cataliticos.cl/pages/conv3.jpg (30/01/2010)

escape (Gráfico 1.3). Es por este motivo que el convertidor catalítico debe operar caliente, pero no al extremo de generar ineficiencias de reducción o problemas con sus componentes como ya se ha mencionado en apartados anteriores.

En los arranques en frío del motor, el convertidor catalítico no ha alcanzado su temperatura óptima de operación, y por lo tanto su eficiencia es sumamente baja. Es por ello que, el diseño del convertidor catalítico apunta a reducir al máximo la temperatura "light-off". Dicha temperatura se define como la temperatura a la que se obtiene el 50% de eficiencia de conversión. En la mayoría de casos, y dependiendo de la composición de los gases de escape, el 50% de rendimiento se logra entre 260 y 280 ºC.

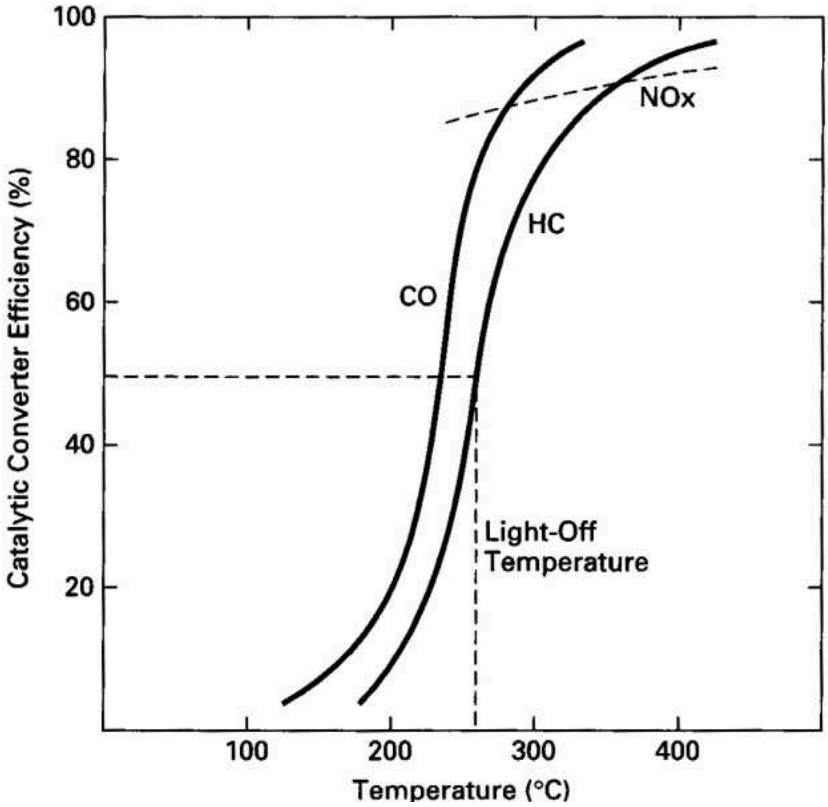


Gráfico 1.3 Eficiencia de Conversión – Temperatura[19]

Varios sistemas se han desarrollado para alcanzar rápidamente la temperatura light-off, entre ellos:

- **Calentamiento eléctrico.** Se utilizan resistencias eléctricas colocadas en la zona de precalentamiento del convertidor, a la entrada de los monolitos

[19] PULKRABEK, Willard. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine.* Wisconsin: Prentice Hall, 1995. P: 295

cerámicos, y se encienden previo el arranque del motor. En el caso de monolitos metálicos se recurre a circular una corriente eléctrica a través de los mismos para promover un calentamiento mucho más rápido y sin la necesidad de elementos eléctricos adicionales (resistencias). El mayor problema constituye la cantidad de energía requerida para dicho sistema, que no se puede conseguir con una batería de tamaño normal.

- **Calentamiento por medio de llama.** El convertidor puede ser calentado también por una llama proveniente de la combustión de gas o de gasolina. Para esto se requeriría que una llama se inicie unos momentos antes de dar arranque al motor mediante una boquilla y un sistema de alimentación de combustible adicional. Este sistema resulta inconveniente para el caso de llevar un tanque adicional de combustible (gas, si el motor utiliza gasolina) y perjudicial para el total resultante de emisiones contaminantes si la llama se obtiene con la misma gasolina que el motor utiliza.
- **Precalentamiento por reacciones químicas.** Mediante el goteo de agua sobre una sal incluida en el monolito, se plantea promover una reacción exotérmica que caliente el monolito en cuestión de segundos. Una vez que los gases de combustión lleguen al convertidor, el agua será evaporada deteniendo la reacción y adicionalmente el vapor será conducido hacia el exterior por el tubo de escape. La degradación de la sal con el tiempo, constituye el principal limitante para el uso de este sistema.

En algunos automóviles, se utilizan convertidores para arranque en frío. Estos catalizadores se colocan en el compartimento del motor y gracias a su reducido de tamaño, se calientan rápidamente y son lo suficientemente eficientes para oxidar los bajos flujos de gases de escape producidos en el arranque en frío.

Adicionalmente al control de temperatura, y para el caso de un convertidor catalítico de tres vías, es necesario también un control del factor λ ó φ ($\varphi=1/\lambda$). El computador a bordo del vehículo sitúa el régimen de operación en la vecindad de $\lambda=1$($\varphi=1$, mezcla estequiométrica) para así obtener un máximo rendimiento de conversión tanto para HC y CO como para NO_X.

Como se muestra en el Gráfico 1.4, cuando el motor opera con mezclas estequiométricas o pobres, se obtiene un control efectivo de HC y CO, sin

embargo en mezclas pobres el control sobre los NO_X es bajo. El control de los NO_X requiere de mezclas muy cercanas a la estequiométrica para que el rendimiento de su conversión sea elevado.

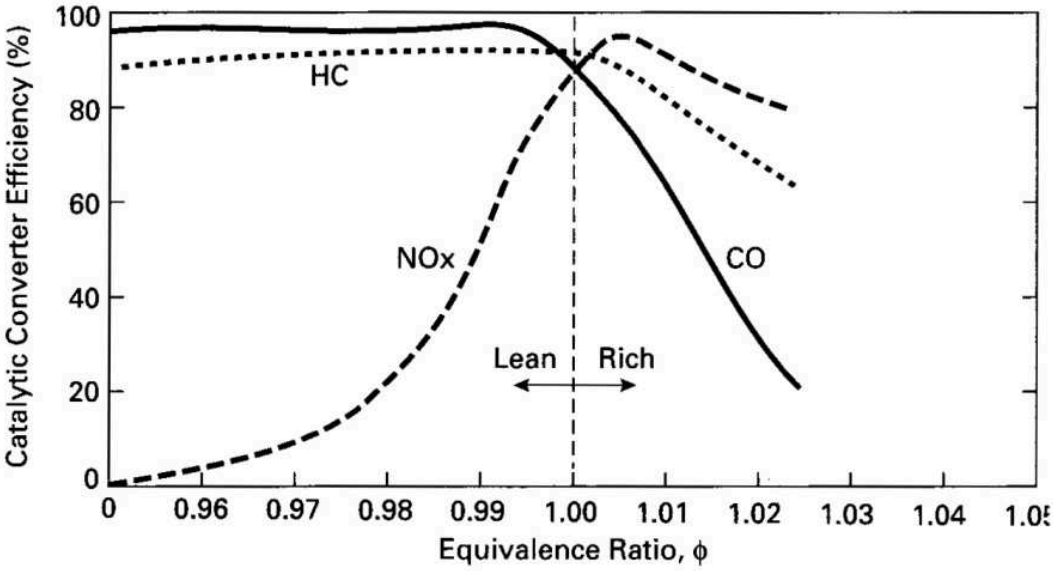


Gráfico 1.4 Eficiencia de Conversión – Factor φ [20]

1.2.5 LOCALIZACIÓN EN EL VEHÍCULO

El convertidor catalítico se debe situar debajo del vehículo, en una posición que garantice cumpla con los siguientes criterios:

- No debe afectar al flujo de gases, de tal manera que, por ejemplo, la contrapresión hacia el flujo de gases en el escape sean tan baja como sea posible.
- Debe proporcionar una alimentación radial equitativa de gas dentro del convertidor.
- El enfriamiento excesivo de los gases de escape entre el motor y el convertidor catalítico debe ser evitado para asegurar la temperatura light-off.

El catalizador se debe situar tan próximo al motor como sea posible, especialmente cuando se utilizan monolitos metálicos que no tienen una alta capacidad de almacenamiento de energía térmica. Si el convertidor se sitúa muy alejado del motor, se requiere aislamiento térmico para evitar enfriamientos excesivos en períodos de operación con cargas bajas. Sin embargo se debe

[20] PULKRABEK, Willard. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine.* Wisconsin: Prentice Hall, 1995. P:296

asegurar que el aislamiento no provoque que las temperaturas permisibles para los monolitos sean excedidas.

Colocar el convertidor cerca del motor, asegura también un rápido calentamiento y que la temperatura light-off se consiga con mayor facilidad. Sin embargo, para prolongados períodos de operación, el convertidor tendrá una temperatura de trabajo más alta lo que provoca degradación térmica a largo plazo.

Por otro lado, el sistema de escape debe asegurar que no exista un flujo de combustible sin combustionar en su interior, ya que puede producirse la ignición de éste en las zonas calientes del convertidor provocando que éste último se recaliente.

1.2.6 FALLAS DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO

Aunque en la mayoría de los casos no se puede determinar si el convertidor catalítico está averiado a menos que sea desmontado del sistema de escape para ser inspeccionado, un funcionamiento defectuoso puede identificarse al detectar una pérdida de eficiencia en la reducción de emisiones contaminantes (pruebas de control de emisiones) o una disminución en la potencia de motor a causa de que los gases de escape no se están evacuando correctamente.

La eficiencia del convertidor decrece con su edad debido a la degradación térmica y a la contaminación del material catalítico.

Siendo varias las causas para que esto se produzca, se identifican algunos daños típicos en el convertidor catalítico:

1.2.6.1 Contaminación del monolito

La contaminación del monolito se refiere a depósitos físicos o reacciones químicas que vuelven su superficie catalítica parcialmente inactiva (Figura 1.12). La contaminación química puede deberse a sustancias extrañas contenidas en el combustible, el aceite o sus aditivos. Por su parte, la contaminación mecánica se debe a que en la superficie catalítica se producen depósitos de azufre, plomo, zinc, magnesio o calcio, contenidos en los aditivos.[21] Como se muestra en el

[21] SCHÄFER, F.et al. *Reduced Emissions and Fuel Consuption in Automobile Engines.* Alemania: Springer-Verlag Wien New York, 1995. P: 96

ANEXO B (págs. 123 y 124), se admite que la gasolina ecuatoriana contenga, aunque en niveles bajos, azufre, gomas, entre otros compuestos que afectan al convertidor catalítico de la manera expuesta anteriormente.

Figura 1.12 Convertidor catalítico contaminado por depósitos de carbón[22]

1.2.6.2 Daños físicos producidos en la vía

Figura 1.13 Daño en la carcasa del convertidor catalítico por golpes en la vía[23]

La avería o ruptura de la carcasa del convertidor catalítico, e incluso la fisura o ruptura parcial o total del monolito, puede resultar de impactos del convertidor sobre obstáculos e imperfecciones propias de las vías, o de choques térmicos por cambio de temperatura repentino en la carcasa. Rupturas o fisuras en la carcasa

[22] http://www.bmwe34.net/E34main/Trouble/Data/Catcarbon.jpg (26/01/2010)
[23] http://www.proescape.com.mx/www.proescape.com.mx/Fotografias/Generalidades/C9.jpg (17/04/2010)

pueden derivar en variaciones perjudiciales en la temperatura de operación y en pérdidas de hermeticidad en el catalizador, que por el ingreso indeseado de aire alteran seriamente las reacciones químicas.

La fractura del monolito, por su parte, afecta el flujo de los gases de escape y su interacción con las superficies de catálisis.

Figura 1.14 Monolito fracturado [24]

1.2.6.3 Sobrecalentamiento del monolito

Ante elevadas temperaturas de operación, cercanas o superiores a los 900 ºC, en los metales preciosos puede darse un proceso de sinterizado, provocando su migración a zonas de mayor concentración, que resultan ser menos eficientes. De igual manera, el sustrato del monolito podría fundirse obstruyendo el flujo de los gases de escape.

Un incremento indeseado de temperatura puede deberse a una alta emisión de hidrocarburos producto de alguna falla operativa en el motor (fallas en el encendido electrónico, operación con mezclas ricas, bujías dañadas, paso de aceite a la cámara de combustión, etc.). Esto puede provocar una mayor actividad catalítica que eleva la temperatura a valores cercanos a los 1400 °C, afectando perjudicialmente a la estructura del monolito.

[24] http://www.redbackmufflers.com.au/Cateran/images/whyCatsFail2.JPG (26/01/2010)

Figura 1.15 Convertidor catalítico sobrecalentado[25]

Figura 1.16 Monolito derretido por exceso de HC en el escape[26]

1.2.7 DIAGNÓSTICO DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO

Dado que en un sistema de convertidor catalítico de tres vías cuenta con un sistema de control electrónico para asegurar un bajo nivel de emisiones, ante un

[25] http://www.proescape.com.mx/www.proescape.com.mx/Fotografias/Generalidades/c6.jpg (17/04/2010)
[26] http://www.bmwe34.net/E34main/Trouble/Data/Catmeltdown.jpg (26/01/2010)

caso de falla en el sistema se debe tomar en cuenta los siguientes elementos del sistema, antes de realizar el recambio del convertidor:

- Los niveles de oxígeno del escape (estado del sensor λ)
- El sistema de control (estado del computador a bordo)
- El convertidor catalítico como tal.

El mal funcionamiento de cualquiera de estos elementos podría afectar al correcto desempeño del sistema, por lo que es necesario realizar un diagnóstico de cada uno de ellos antes de proceder a un recambio del convertidor catalítico.

Se enumeran a continuación algunas de las pruebas más comunes al sistema[27].

1.2.7.1 Inspección del sistema

Para evaluar el desempeño del convertidor, el sistema entero debe ser inspeccionado periódicamente, siguiendo el siguiente procedimiento:

- Verificar que todos los componentes estén correctamente instalados y que no se hayan hecho modificaciones. No debería de haber fugas en el tubo de escape, en las bridas o en los empaques.
- Inspeccionar el convertidor catalítico por si hay presencia de daño físico. Se debe buscar abolladuras grandes, rupturas, evidencia de sobrecalentamiento del convertidor (descoloración o quemaduras en la carcasa).
- Verificar los componentes del sistema de protección catalítica. Verificar si las mangueras de conexión tienen grietas, deterioro y conexiones flojas.

1.2.7.2 Prueba de golpeo

El convertidor catalítico se golpea suavemente con un mazo de goma debiéndose escuchar un sonido firme y sólido. En caso de escucharse un sonido hueco o de cascabel, esto significara que la base de cerámica fue removida o que está rota, respectivamente.

1.2.7.3 Prueba de acidez

Esta prueba sirve como indicador del uso de la gasolina con plomo, pero no permite conocer el grado de afectación al dispositivo. La misma consiste en colocar un papel químicamente tratado en tubo de escape, con el motor en

[27] http://www.mtt.cl/pronuts-mtt/doc/MANUAL-DIAGNOSTICO.pdf (23/11/2009)

marcha para permitir que los gases lo impregnen, una modificación en la coloración del papel indicará la presencia de plomo en la gasolina y por ende en el convertidor catalítico.

1.2.7.4 Prueba de temperatura

Consiste en colocar un pirómetro al inicio y al final del convertidor catalítico, debiendo existir una mayor temperatura al final del convertidor catalítico (entre 25 y 93 °C), lo cual indicará que el convertidor está realizando correctamente las reacciones de oxidación y reducción.

1.2.7.5 Prueba del vacuómetro

Con el motor operando a temperatura normal, se debe colocar un vacuómetro al cabezal vacío, así como desconectar y taponar la manguera que va hacia la válvula de recirculación de gases. En este punto la presión de vacío del cabezal en ralentí, deberá estar situada entre las 355,6 y 508 mmHg.

Se deben incrementar las revoluciones lentamente hasta alcanzar las 2500 rpm, en este punto el vacío debe permanecer estable y ser alto, pero en caso que el mismo caiga más de 76 mmHg, entonces existirá en taponamiento en el sistema de escape que pudiera deberse a un convertidor catalítico obstruido o derretido.

1.2.7.6 Prueba del manómetro

Se debe instalar un manómetro en el acople del sensor de oxígeno y con el motor operando en ralentí a temperatura normal de operación, la presión no debe exceder de 8,61 kPa (0,0861 bar). Acto seguido, se debe incrementar las revoluciones por minuto hasta alcanzar las 2500 rpm, punto en el cual la presión no deberá exceder de 20,68 kPa (0,2068 bar), de lo contrario existirá taponamiento en el sistema de escape.

1.2.7.7 Prueba de Circuito Cerrado, con retroalimentación de O_2

1. Verificar que no existen fugas en el sistema de escape y poner fuera de uso el sistema de aire.
2. Esperar a que el motor alcance su temperatura normal de funcionamiento, en circuito cerrado.
3. Conectar el analizador de gases al sistema de escape.

4. Mantener el motor de 2000 rpm, y observar las lecturas de las emisiones de escape.
5. Cuando los números dejen de caer, revisar los niveles de oxígeno. Si el nivel de oxígeno baja hasta 0%, pasar al paso 6, caso contrario:
   a. Si existe CO en el escape, el convertidor seguramente no estará trabajando propiamente: pasar al paso 6 para confirmar los resultados.
   b. Si no existe CO, si el sistema está "en control", podría estar manteniendo el CO.
6. Una vez que tiene una lectura de oxígeno, acelerar a fondo violentamente, y desacelerar hasta marcha mínima. Verificar el aumento de nivel de oxígeno mientras que el CO continúa aumentando – el oxígeno no debe aumentar por encima de 1,2%.
   a. Si aumenta por encima de 1,2%. El convertidor no está funcionando apropiadamente, por lo tanto requiere ser reemplazado.
   b. Aumenta alrededor de 1,2%. El convertidor se está debilitando y el vehículo no pasa las inspecciones de emisiones contaminantes a menos que se reemplace el convertidor.
   c. Se queda debajo de 1,2%: el convertidor está en buen estado.

1.2.7.8 Prueba de Circuito Cerrado, Sistema de Control

Para comprobar el convertidor catalítico en vehículo de no retroalimentación con sistema de aire, se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Verificar que no haya fugas en el sistema de escape y poner fuera de uso el sistema de aire.
2. Tomar la lectura del nivel de oxígeno en el escape a 2000 rpm. Si el oxígeno cae a 0%, pasar al paso 4, caso contrario:
   a. Si existe CO en el escape, el convertidor seguramente no estará trabajando adecuadamente. Pasar al paso 4 para confirmar los resultados
   b. Si no existe CO en el escape, la mezcla es demasiado pobre para probar el convertidor.
3. Colocar la manguera de la herramienta enriquecedora de propano en la entrada del limpiador de aire, y agregar lentamente propano a la mezcla, hasta que los niveles de CO en 2000 rpm sean aproximadamente 0.5%.

a. Verificar si el oxígeno cae a 0%, en cuyo caso el convertidor trabaja adecuadamente.
b. Si no cae a 0%, el convertidor no está funcionando apropiadamente: ir al paso 4 para confirmar los resultados.

4. Una vez que tiene una lectura de oxígeno acelerar a fondo violentamente, luego regresar a marcha mínima. Verificar el aumento de nivel de oxígeno mientras que el CO continua aumentando (el oxígeno no debe aumentar sobre el 1,2%)
   a. Si el nivel de oxígeno aumenta por encima de 1,2%, el convertidor no está funcionando apropiadamente y debe ser reemplazado.
   b. Si el nivel de oxígeno aumenta alrededor de 1,2%, el convertidor se está debilitando, el vehículo no pasara las inspecciones de emisiones contaminantes a menos que se reemplace el convertidor.
   c. Si el nivel de oxígeno se mantiene bajo el 1,2%, el convertidor está funcionando correctamente.

1.2.7.9 Prueba de emisiones

El vehículo debe encontrarse en condiciones normales de operación y someterse a una prueba dinámica de emisiones, mediante la cual se adquieren sus lecturas de la emisión de monóxido de carbono, oxígeno y bióxido de carbono, de acuerdo a lo expuesto en la norma NTE INEN 2204.

En la Tabla 1.1 se indica los valores máximos permitidos de emisiones contaminantes para las ciudades que se encuentran entre 1500 y 3000 m.s.n.m dentro de este rango de altitud se localizan las ciudades de Quito y Cuenca.

Tabla 1.1 Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)[28]

Año modelo	%CO	ppm HC
2000 y posteriores	1,0	200
1990 a 1999	4,5	750
1989 y anteriores	6,5	1200

[28] Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana 2204:2002.P:04

1.2.8 RECAMBIO DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, el convertidor catalítico debe ser reemplazado sólo si las emisiones de gases contaminantes superan los estándares establecidos o si presenta daños físicos y una vez asegurado el buen funcionamiento de los sistemas de inyección, encendido y control de emisiones (sensor λ, computador a bordo).

Generalmente, existen tres situaciones bajo las cuales se debe reemplazar un convertidor catalítico[29]:

1. Si el catalizador resulta dañado en una reparación del sistema de escape.
2. Si luego del proceso de revisión técnica vehicular, se determina su reemplazo (por cualquiera de los daños presentados en el apartado 1.2.6)
3. Cada 5 años o 50 000 millas (80 000 km) y bajo una legítima necesidad de recambio, debidamente documentada.

A pesar de que los convertidores se diseñan para un tiempo de vida igual al del vehículo o al menos 200 000 km, pierden su eficiencia de conversión con el tiempo debido a degradación térmica y contaminación del material catalítico[30]. Por este motivo, el recambio del convertidor se debe realizar una vez que se han cumplido 80 000 km o 5 años como recomienda la Agencia Estadounidense de Protección Ambiental (EPA). Se toma este criterio, ya que en el país no se cuenta con un reglamento o norma que determine el tiempo de recambio del convertidor.

Como norma general, los convertidores catalíticos deben ser reemplazados cumpliendo con los siguientes criterios[31]:

- Un convertidor catalítico debe ser reemplazado por uno original o uno de reposición debidamente certificado, de acuerdo a lo establecido en la legislación vigente del país.
- Deben ser instalados en la misma posición que los originales

---

[29] United States Enviromental Protection Agency, *20460 bulletin*, Washington: Office of Air and Radiation, 1988. P:4

[30] PULKRABEK, Willard. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine.* Wisconsin: Prentice Hall, 1995. P: 296

[31] http://www.mtt.cl/pronuts-mtt/doc/MANUAL-DIAGNOSTICO.pdf (23/11/2009)

- El convertidor catalítico de reposición debe ser del mismo tipo (de oxidación, tres vías + oxidación, etc.) y capacidad del original
- El convertidor catalítico de reemplazo debe ser conectado adecuadamente a los componentes de inyección de aire.

1.2.8.1 Revisión Técnica Vehicular.

1.2.8.1.1 Antecedentes

Quito es la ciudad pionera en el Ecuador y la región Andina en la adopción de un sistema universal y obligatorio de revisión del estado mecánico, de seguridad y de emisiones para automotores.

Esta medida es común en las principales urbes de Europa y Norteamérica, es indispensable en Quito debido a su altitud y topografía que demanda un esfuerzo mayor en las máquinas, lo que deriva en una mayor generación de gases y partículas.

En la ciudad de Quito la revisión técnica vehicular se realiza en seis centros que fueron construidos y son operados por dos empresas privadas.

En cada línea de revisión se chequea el estado general y los componentes mecánicos y de seguridad de los vehículos, para prevenir desperfectos que provoquen accidentes.

Adicionalmente se realiza el control de emisiones, según corresponda al tipo de motor del vehículo y de acuerdo a su año de fabricación, elementos indicativos de la tecnología del motor y de los dispositivos de control. Para los vehículos que utilizan diesel se controla la opacidad. En cambio para los motores que utilizan gasolina, se emplea un analizador de gases, para determinar las concentraciones de monóxido de carbono e hidrocarburos, dos de los principales contaminantes emitidos por estos vehículos.

El control se efectúa de acuerdo a normas emitidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

La revisión técnica vehicular es obligatoria para todos los vehículos que circulan en el Distrito Metropolitano de Quito, los carros particulares deben ser aprobados

una vez al año y los de uso intensivo tales como buses, camiones, camionetas y taxis deben ser aprobados dos veces por año debido a que su uso es más intensivo.

En la ciudad de Cuenca este proceso se inició a partir del mes de Marzo de 2008.[32]

1.2.8.1.2 Objetivo.

La revisión técnica de vehículos tiene por objeto principal garantizar las condiciones mínimas de seguridad de los vehículos basados en los criterios de diseño y fabricación de los mismos; además, comprobar que cumplan con la normativa técnica que les afecta y que mantienen un nivel de emisiones contaminantes que no supere los límites establecidos en la normativa vigente.

1.3 COMBUSTIBLES Y SUS REACCIONES QUIMICAS.

1.3.1 COMBUSTIBLES.

Cualquier material que puede quemarse para liberar energía recibe el nombre de combustible. La mayoría de los combustibles conocidos se componen principalmente de hidrógeno y carbono y se los conoce como hidrocarburos, los cuales tienen como fórmula general C_nH_m.

Los combustibles hidrocarburos existen en todas las fases de la materia, como ejemplos se pueden citar:

- Estado Sólido: Carbón Mineral, Madera
- Estado Líquido: Gasolina, Diesel, Búnker, Alcohol
- Estado Gaseoso: Gas natural, Gas licuado de petróleo (GLP)

1.3.1.1 Combustibles Hidrocarburos Líquidos.

La mayoría de los combustibles hidrocarburos líquidos se obtienen a través de la destilación del petróleo. De este proceso de destilación, el que primero se obtiene es la gasolina ya que es más volátil que el resto, por lo cual se vaporiza primero.

[32] http://www.revisionquito.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=54 (04/11/2009)

Los menos volátiles se obtienen luego, de los cuales se pueden destacar el queroseno, diesel y el combustóleo.

Los hidrocarburos líquidos en realidad son mezclas de varios hidrocarburos diferentes, pero para poder facilitar el análisis, generalmente a la gasolina se la trata como isoctano, el cual tiene como fórmula química C_8H_{18} y al diesel como dodecano, que tiene como fórmula química $C_{12}H_{26}$.[33]

1.3.2 COMBUSTIÓN

La reacción química durante la cual se oxida un combustible y se libera una gran cantidad de energía, recibe el nombre de combustión. Esta energía liberada se produce en forma de calor. Para realizar esta reacción química se necesita de un combustible, el cual es un hidrocarburo y de un oxidante que es el oxígeno que se encuentra en el aire el cuál es gratuito y se encuentra con mucha facilidad.

El aire está compuesto por una base molar de 20,9% de oxígeno (O_2), 78,1% de nitrógeno (N_2), 0,9% de argón y pequeñas cantidades de dióxido de carbono, helio, neón e hidrógeno. Para los análisis de procesos de combustión al aire se lo considera como una composición de 21% de oxígeno y 79% de nitrógeno, por lo tanto a la cámara de combustión entrará por cada mol de oxígeno que se necesita para reaccionar con el combustible, ingresará una cantidad de 3,76 moles de nitrógeno[34]. Cabe indicar que el contacto entre el combustible y el oxígeno no es suficiente para iniciar la combustión, se necesita elevar la temperatura del combustible por encima de la temperatura de ignición[35].

En los motores de ciclo Otto, la elevación de la temperatura de ignición del combustible, se la realiza mediante una chispa que se produce en la bujía al interior de la cámara de combustión.

1.3.1.2 Combustión Teórica.

Un proceso de combustión teórica se produce cuando el combustible como el oxígeno están en la proporción ideal, para producir la reacción completa del combustible, es decir que todo el carbono reaccione a CO_2 y el hidrógeno a H_2O.

---

[33] CENGEL, Yunus. *Termodinámica.* México: Mc Graw Hill, 2006. P:752
[34] Idem. P: 753
[35] Idem. P: 754

Por ejemplo, en la ecuación 1.8, se describe la reacción teórica de la gasolina con el oxígeno.

$$C_8H_{18} + 12{,}5O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O \qquad 1.8$$

La ecuación 1.8 indica que para obtener la combustión completa de 1 mol de gasolina, se necesita de 12,5 moles de oxígeno, con el objeto que el carbono del combustible reaccione completamente para obtener dióxido de carbono (CO_2) y que el hidrógeno reaccione con el oxígeno y obtener agua (H_2O).

Se debe recordar que en los motores de ciclo Otto, el oxígeno es tomado de la atmósfera, por lo cual el nitrógeno debe incluirse en la ecuación en la proporción de 0,79/0,21 con respecto al oxígeno, por lo tanto por cada mol de oxígeno que interviene en la reacción debe añadirse 3,76 moles de nitrógeno.

La ecuación de combustión para la gasolina con la adición de nitrógeno sería:

$$C_8H_{18} + 12{,}5(O_2 + 3{,}76N_2) \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O + 47N_2 \qquad 1.9$$

$$C_8H_{18} + 12{,}5O_2 + 47N_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O + 47N_2 \qquad 1.10$$

En los procesos de combustión ideal, se puede observar, que el nitrógeno no reacciona ya que el mismo como N_2 se comporta como un gas inerte.

De esta ecuación se puede observar que los productos de la combustión de la gasolina y en general de todos los hidrocarburos se obtienen dióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O) y nitrógeno (N_2) los cuales son inofensivos para la salud humana.

1.3.1.3 Factor Lambda (λ)

Para que se produzca la combustión ideal de la gasolina, se requiere una cantidad estequiométrica de aire.

De la ecuación:

$$C_8H_{18} + 12{,}5O_2 + 47N_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O + 47N_2 \qquad 1.11$$

Se determina la cantidad ideal de aire para quemar combustible.

$$\text{masa}_{\text{aire}} = 12{,}5 \times 4{,}76 \text{ kmolaire} \times \frac{29\text{kg aire}}{1 \text{ kmol aire}} = 1725{,}5 \text{ kg aire} \qquad 1.12$$

$$\text{masa}_{\text{comb}} = \left(8\ \text{kmol C} \times \frac{12\text{kg C}}{1\ \text{kmol C}}\right) + \left(18\ \text{kmol H} \times \frac{1\text{kg H}}{1\ \text{kmol H}}\right) = 114\ \text{kg comb.} \qquad 1.13$$

$$\text{Relacion}\ \frac{\text{A}}{\text{C}} = \frac{1725{,}5\ \text{kg aire}}{114\ \text{kg comb}} = 15{,}1 \qquad 1.14$$

Por lo que es necesario 15,1 kg de aire para poder quemar 1 kg de gasolina. En la práctica la relación aire-combustible puede variar entre 11 y 16 dependiendo del régimen de funcionamiento del motor.

El factor lambda es la relación entre la cantidad de aire que absorbe el motor sobre la cantidad de aire estequiométrico para producir la combustión e indica si el motor está realizando una mezcla de aire y combustible rica o pobre.

$$\lambda = \frac{\text{masa real de aire}}{\text{masa teórica de aire}} \qquad 1.15$$

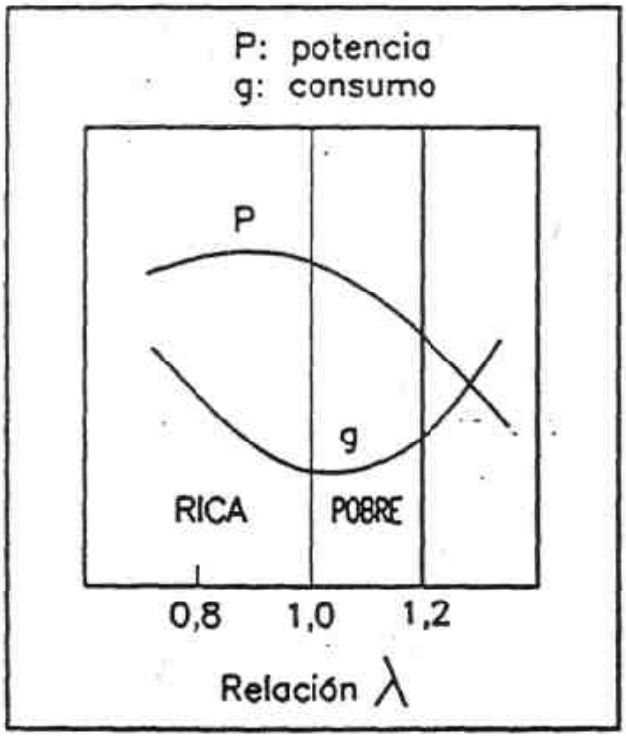


Figura 1.17: Potencia y Consumo vs Relación λ [36]

- Si λ=1 la mezcla es estequiométrica ya que el aire absorbido por el motor es igual al aire estequiométrico.
- Si λ<1 la mezcla es rica ya que la cantidad de aire real es menor que la cantidad de aire estequiométrica para realizar la combustión.

[36] http://institutoleonardo.iespana.es/descargas/gases.pdf (29/03/2010)

- Si λ>1 la mezcla es pobre ya que el motor aspira una mayor cantidad de aire que la cantidad necesaria para realizar la combustión.

Dependiendo de la mezcla, si es que esta es rica o pobre, tanto la potencia como el consumo de combustible varían, como se puede observar en la Figura 1.17, como una función del factor λ.

1.3.1.4 Combustión Real.

El proceso de combustión ideal (estequiométrico) puede verse afectado tanto por el diseño del motor como por el grado de llenado de aire.

Una combustión es incompleta cuando en los productos de la reacción se obtiene algo de combustible (HC) o productos no quemados (CO, C). Esto se debe a que en el proceso de combustión no existe la cantidad necesaria de oxígeno, esto puede también suceder al corto tiempo de mezclado en la cámara de combustión.

Otras de las causas para que se produzca la combustión incompleta es la disociación que se producen a altas temperaturas, en la cual el nitrógeno del aire (N_2) se descompone a nitrógeno monoatómico (N), el cuál reacciona con el oxígeno produciéndose así los óxidos de nitrógeno (NO_x).

El oxígeno tiene una preferencia de reaccionar con el hidrógeno formando (H_2O), por lo cual existirá menos átomos de oxígeno que reaccionen con el carbono, dando lugar a que exista menos CO_2 y se forme monóxido de carbono (CO) y hollín (C).

La combustión real en la gasolina sería de la siguiente forma.

$$\mathrm{C_8H_{18}} + a(\mathrm{O_2} + 3{,}76\mathrm{N_2}) \rightarrow b\mathrm{CO_2} + d\mathrm{CO} + e\mathrm{C} + f\mathrm{H_2O} + g\mathrm{N_2} + h\mathrm{NO_x} + i\mathrm{HC} \quad 1.16$$

1.3.1.5 Efectos de los Gases de Escape en la Salud Humana.

1.3.1.5.1 Monóxido de Carbono.

El monóxido de Carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro, el cuál en concentraciones de más del 30% es letal para los seres humanos.

Los grupos humanos más susceptibles al envenenamiento mediante este gas, son los niños y las personas de la tercera edad.

El proceso de respiración en los seres humanos se da de la siguiente manera: El oxígeno del aire llega a los pulmones y en estos ingresa al torrente sanguíneo, el cual es transportado a los diferentes órganos y tejidos mediante la hemoglobina.

Pero cuando existe una concentración considerable de CO, la hemoglobina de la sangre tiene una cierta afinidad por el monóxido de carbono que por el oxígeno, por lo tanto se forma la carboxihemoglobina, la cual llevará el monóxido de carbono hacia los distintos órganos y tejidos del cuerpo humano en lugar del vital oxígeno. Los efectos del monóxido de carbono en la salud humana van desde la disminución en la capacidad de realizar ejercicio físico, la percepción visual, la disminución de aprendizaje, la habilidad de realizar tareas complejas hasta la muerte del individuo.

1.3.1.5.2 Óxidos de Nitrógeno.

En este tipo de gases se encuentran el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2) como los más representativos.

Estos se forman dentro de la cámara de combustión ya que el N_2 se disocia debido a las altas temperaturas que se alcanzan en el interior, una vez disociado el N_2 en nitrógeno monoatómico, éste reacciona con el oxígeno produciendo los óxidos de nitrógeno.

Estos gases pueden causar problemas respiratorios ya que disminuyen la capacidad de respiración de las personas. El grupo humano sensible a estos gases son los niños con problemas de asma.

Estos gases son los principales causantes de la formación del ozono troposférico, debido a que los mismos reaccionan con la luz del sol.

También pueden reaccionar con el agua existente en la atmósfera, dando lugar a que se produzcan lluvias ácidas, lo cual no sólo afectaría a las personas sino a los seres vivos como animales y plantas. Los efectos de esta lluvia ácida incluso se puede producir lejos de la fuente de contaminación, es decir que puede llegar a bosques, montañas y otros lugares que se encuentran a muchos kilómetros de las ciudades, dando lugar a efectos devastadores para la ecología.

1.3.1.5.3 Hidrocarburos (HC)

Estos se producen por una incompleta combustión de la gasolina en el motor, los hidrocarburos que no se queman completamente son liberados a la atmósfera mediante el sistema de escape, de los hidrocarburos liberados el más peligroso para la salud humana es el benceno.

El benceno es un hidrocarburo aromático cíclico, éste puede causar irritación en los ojos, problemas en las vías respiratorias e incluso cáncer. Las fuentes de benceno se da por la combustión de materiales orgánicos tales como la madera, erupciones volcánicas, pero en la actualidad la principal fuente son los automóviles de motor de combustión interna.

1.3.1.5.4 Ozono Troposférico.

El ozono troposférico es un gas, el cual se produce de manera indirecta. Es decir no se forma como un producto de la combustión, sino que es producto de la reacción de los gases de escape tales como los NO_x con la luz solar. Las condiciones ideales para la formación de ozono son los días soleados y tranquilos, generalmente en la sierra ecuatoriana estas condiciones se dan en las mañanas de los días de verano. Generalmente en un día soleado y tranquilo se puede observar este gas como una niebla que cubre la ciudad, a esta niebla se le conoce como Smog.

Las consecuencias de la exposición al ozono son las siguientes:

- Irritación del sistema respiratorio.
- Disminución en la capacidad de respiración de los pulmones
- Agravamiento en la salud de personas que padecen de asma

Los grupos humanos que más están expuestos a los efectos del ozono son:

- Niños
- Personas que realizan ejercicios y actividades al aire libre
- Personas que sufren de asma.

CAPÍTULO 2
ESTUDIO DE MERCADO

Antes de dar inicio al estudio técnico y económico para la producción de convertidores catalíticos, en este capítulo se estudia la cantidad de autos comercializados en las ciudades de Quito y Cuenca entre los años 2002 y 2008, según la cilindrada de sus motores, a fin de obtener la información necesaria para identificar el mercado meta en el que un modelo genérico de convertidor, que pueda adaptarse a un número considerable de marcas y modelos, pueda ser comercializado.

2.1 ÁREA GEOGRAFÍCA

El recambio del convertidor catalítico se vuelve necesario una vez que una serie de fallos probables se presentan en él, pero principalmente cuando el vehículo no consigue aprobar las pruebas realizadas en el control de emisiones. En el Ecuador, el control de emisiones se viene llevando a cabo como parte del proceso de revisión técnica vehicular en las ciudades de Quito y Cuenca desde el año 2003 y 2008 respectivamente y como parte del proyecto Calidad del Aire en el Ecuador[37] al que paulatinamente más ciudades se irán sumando.

Por esta razón, los cantones Quito y Cuenca constituyen el escenario geográfico donde los convertidores catalíticos serán comercializados y tomando en cuenta únicamente la reposición de los mismos en vehículos con más de 80000 kilómetros de recorrido ó 5 años de uso, que en promedio constituye la vida útil del convertidor catalítico.

2.2 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El convertidor catalítico presenta numerosas variaciones en su forma y dimensiones de acuerdo al modelo, marca y principalmente de acuerdo al tamaño del motor del vehículo. Sin embargo, un mismo modelo (tamaño) de catalizador puede ser utilizado para un mismo tamaño (cilindrada) de motor

[37] http://www.cuencaire.org.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=54 (04/11/2009)

independientemente de la marca del automotor, pero tomando en cuenta los accesorios necesarios para un correcto acople y el espacio disponible en el sistema de escape. El uso de un convertidor catalítico de mayor capacidad (volumen de el o los monolitos) al que un determinado motor requiere no representa un inconveniente técnico relevante, no obstante, el uso de convertidores catalíticos de tamaño inferior al requerido afecta negativamente tanto al convertidor catalítico como a la correcta operación del motor.

Bajo este punto de vista, es posible fabricar un modelo genérico de convertidor catalítico de tres vías que pueda acoplarse a un gran número de vehículos dentro de un determinado rango de marcas y tamaños de motor, donde la capacidad del convertidor no perturbe el normal funcionamiento del motor y su forma le permita ser instalado en el sistema de escape correspondiente sin dificultades y sin interferir con los demás componentes del vehículo.

Se ha establecido que, para los vehículos más vendidos en el país, las principales formas de los convertidores catalíticos son cilíndricas y elípticas como se muestra en el Gráfico 2.1. La forma del catalizador obedece al espacio y la ubicación que el fabricante le ha asignado en el vehículo.

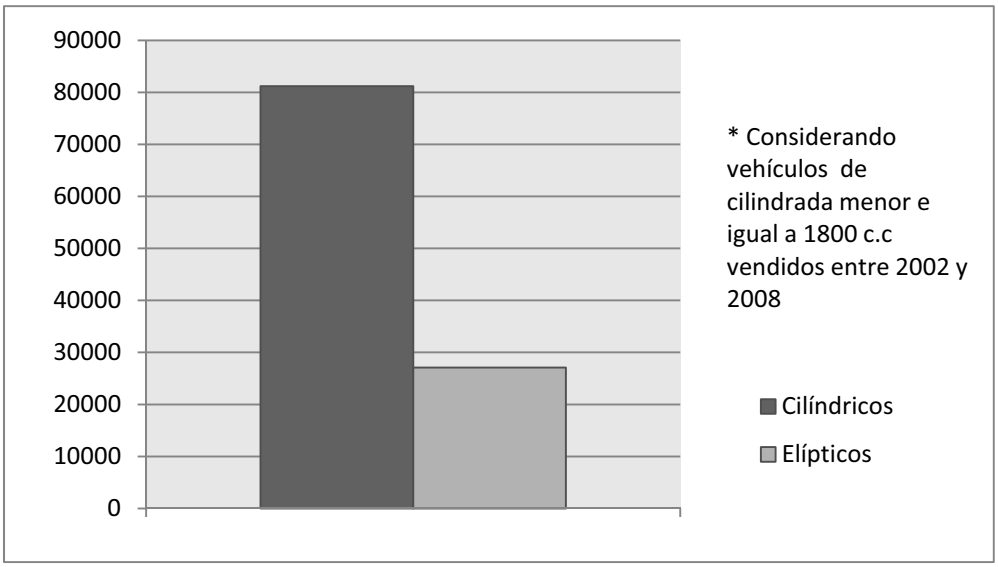


Gráfico 2.1 Presencia de convertidores catalíticos en automotores comercializados entre 2002 y 2008 según su forma[38]

[38] Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. *Anuario 2008.* Quito: Ediecuatorial, 2008. PP: 7-43

Teóricamente el volumen interno efectivo del monolito del convertidor catalítico corresponde a la mitad del valor de la cilindrada del motor del automóvil[39], es decir para un vehículo cuyo motor tiene un cilindraje de 1600 c.c., el tamaño del convertidor catalítico corresponde a 800 c.c. aproximadamente. En virtud de esto, se puede pensar que un convertidor catalítico de 1100 c.c., apto para un automotor de cilindraje 2200 c.c., puede ser utilizado tanto en vehículos con ese tamaño de motor o con cilindrajes inferiores, pues para motores más pequeños, no sólo que el convertidor catalítico presentaría un volumen igual a la mitad de la cilindrada sino que lo superaría. Este excedente de tamaño aumentaría el área de contacto entre los gases de combustión y la superficie catalítica con lo que la eficiencia de conversión se incrementaría. Sin embargo, no todos los vehículos, especialmente los de bajos cilindrajes, presentan el espacio físico para albergar a un convertidor de tamaño superior al requerido, ni el aumento porcentual de eficiencia de conversión llega a compensar el uso de un convertidor de mayor tamaño. (Ver cuadros de eficiencia en el capítulo 1)

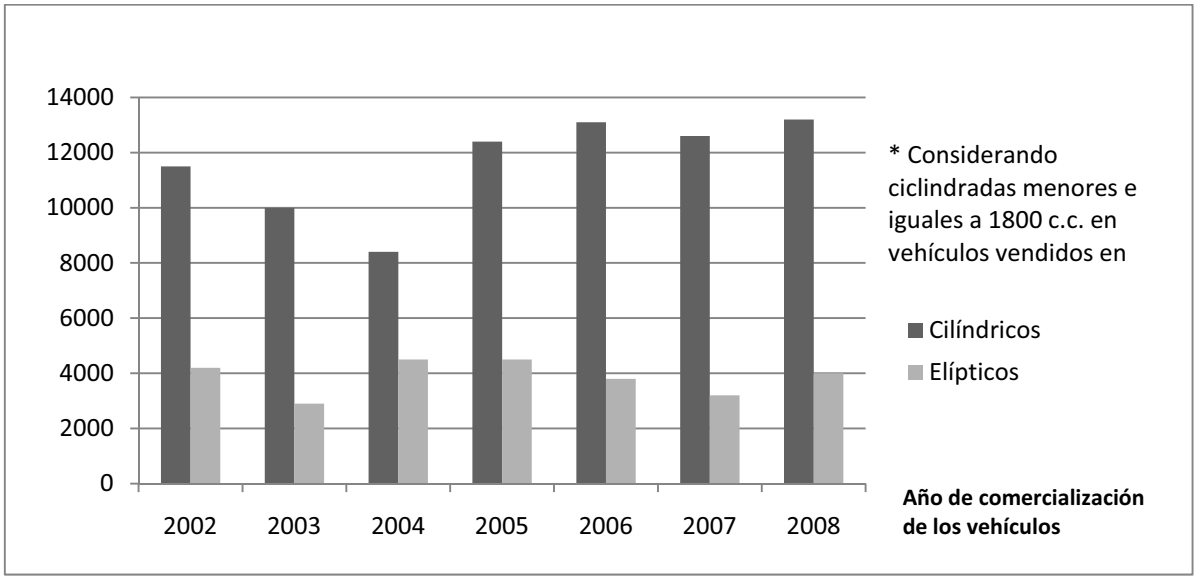


Gráfico 2.2 Presencia de convertidores catalíticos en automotores según su forma[40]

Bajo estas consideraciones, y en concordancia con lo expuesto en el Gráfico 2.3, donde se muestra que para los años objeto de análisis, los automotores más

[39] PULKRABEK, Willard. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine.* Wisconsin: Prentice Hall, 1995. P:293

[40] Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. *Anuario 2008.* Quito: Ediecuatorial, 2008. PP: 7-43

vendidos corresponden a cilindradas de 1800, 1600 y 1400 c.c. se podría utilizar un convertidor catalítico de 900 c.c. sin incurrir en un sobredimensionamiento excesivo o subutilización del mismo.

El utilizar un catalizador apto para un motor de 2200 c.c., o de mayor cilindrada, en los tamaños antes descritos, resulta excesivo para motores pequeños, además de que la mayor cantidad del mercado se encuentra en cilindradas inferiores a los 1800 c.c.

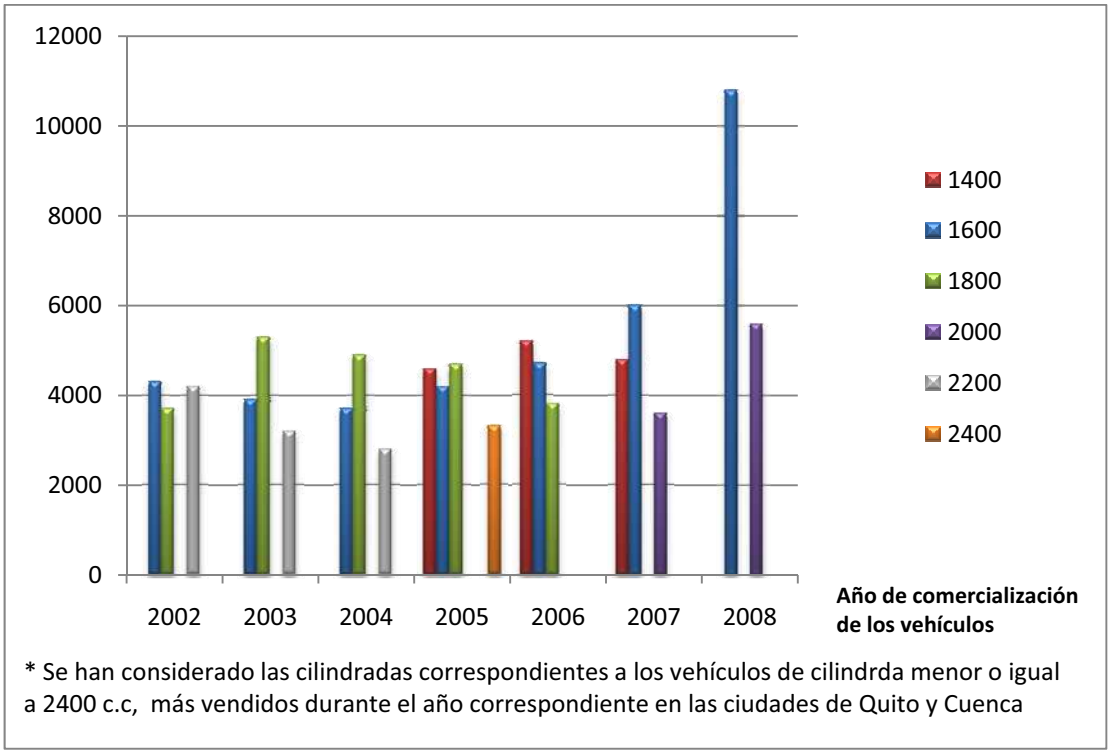


Gráfico 2.3 Venta anual de vehículos respecto a su cilindrada[41]

Se define entonces que, el producto más adecuado para la comercialización consiste en un convertidor catalítico de tres vías de forma cilíndrica, y con una capacidad (volumen interno ocupado por el monolito) de 900 c.c., el cual puede ser utilizado en automotores de cilindradas inferiores a 1800 c.c., pero no superiores. Cabe indicar que este modelo es el que predomina en los vehículos de las marcas más vendidas en el país en los años objeto del estudio (Chevrolet, Mazda, Volkswagen, entre otros).

[41] Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. *Anuario 2008.* Quito: Ediecuatorial, 2008. PP: 7-43

Los datos referentes a la cantidad de vehículos comercializados en las ciudades de Quito y Cuenca, de acuerdo al cilindraje del motor se muestran en el ANEXO C (pág. 125).

En la Figura 2.1 se muestran las dimensiones preliminares (en milímetros) del convertidor catalítico propuesto. Para ello se ha considerado un tamaño estimado del monolito (Volumen interno: 900 c.c., diámetro: 101,6mm, longitud: 112,1 mm), el espesores de la carcasa de 0.8 mm, y el espesor del aislamiento térmico en 5mm. En la Figura 2.2 se puede observar la vista isométrica del catalizador.

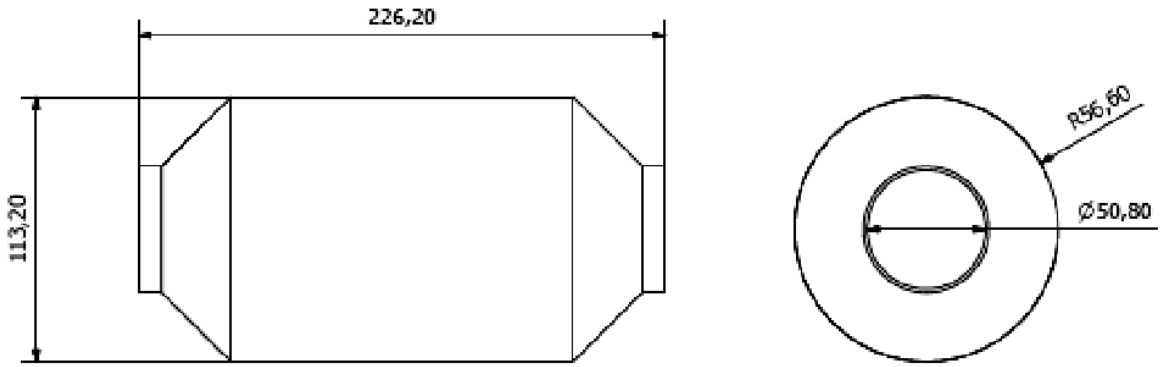


Figura 2.1 Dimensiones preliminares del producto

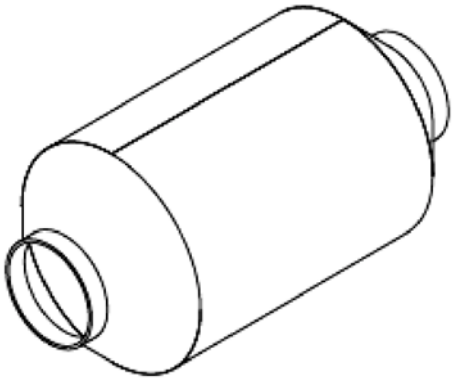


Figura 2.2 Vista isométrica del Convertidor catalítico propuesto

2.3 SUSTITUTOS Y COMPLEMENTOS

2.3.1 SUSTITUTOS

El convertidor catalítico constituye el más eficiente sistema de post-tratamiento de gases de escape conocido actualmente, razón por la cual no existe sistema alguno que pueda reemplazarlo en sus funciones. Anterior al uso de convertidores catalíticos se desarrollaron reactores térmicos que por su complejo control de

temperatura, costo, tamaño y principalmente por su incapacidad para reducir los óxidos de nitrógeno, no se utilizan actualmente en los sistemas de escape.

2.3.2 COMPLEMENTOS

Para asegurar el buen funcionamiento del convertidor catalítico de tres vías se requiere de un sistema de control. Este sistema de control está compuesto principalmente por un computador a bordo del vehículo (cerebro) y un sensor de oxígeno. Cabe señalar que, en la mayoría de sistemas el sensor se instala en el múltiple de escape o en la proximidad del convertidor, y no necesariamente en el cuerpo de este último, lo que simplifica en gran medida la adaptación de un modelo genérico de convertidor catalítico.

2.4 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Para establecer la cantidad de vehículos que cada año necesitarán del reemplazo de su convertidor catalítico, se ha tomado como base de referencia la vida útil teórica del convertidor el cuál es de cinco años (ver apartado 1.2.8 pág. 27). Esto quiere decir que, como se muestra en la Tabla 2.1, para el año 2010 por ejemplo, aquellos vehículos que fueron comercializados durante el año 2005 van a requerir un catalizador nuevo.

Tabla 2.1 Referencia cronológica de demanda

Año de Demanda	Año del modelo del vehículo
2010	2004 y anteriores
2011	2005
2012	2006
2013	2007
2014	2008
2015	2009
2016	2010
…..	……..

En forma general, la demanda de convertidores catalíticos estaría dada por el total de vehículos comercializados en las ciudades de Quito y Cuenca, como se muestra en el Gráfico 2.4 y en la Tabla 2.2. Pero, dado que, el mercado meta está conformado por aquellos vehículos que pueden utilizar un convertidor con una

capacidad interna de 900c.c., la demanda del producto se reduce a la cantidad de automotores que se muestra en el Gráfico 2.5 y la Tabla 2.3.

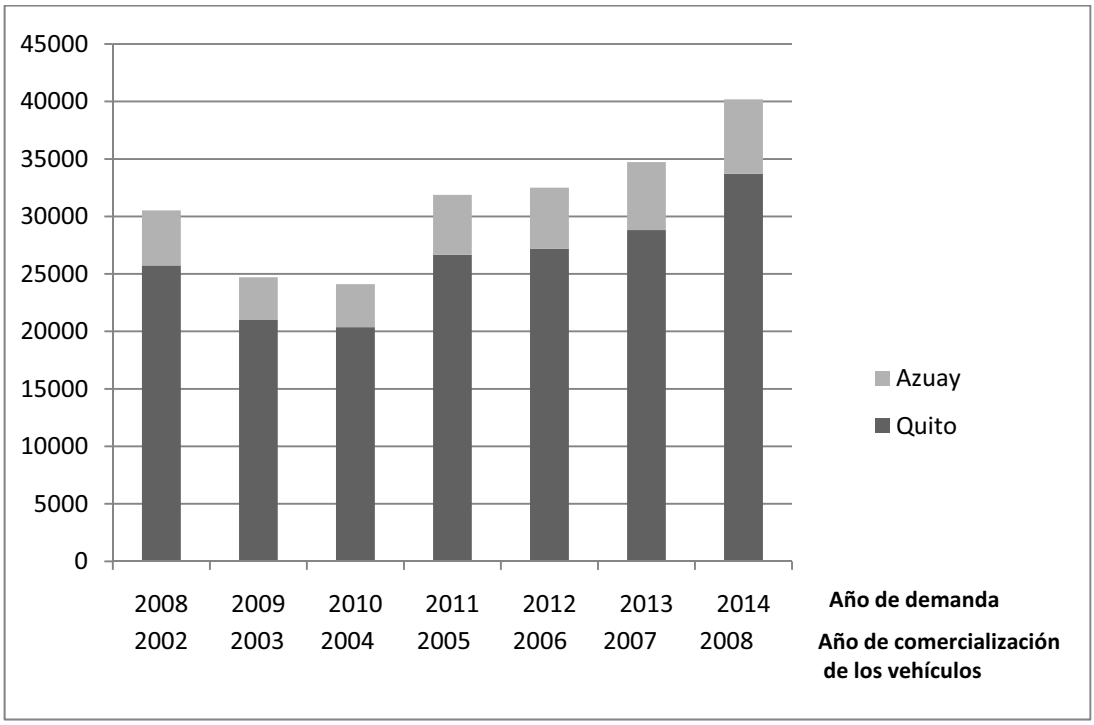


Gráfico 2.4 Demanda de convertidores catalíticos, tomando como referencia la venta anual de vehículos[42]

Tabla 2.2 Datos de demanda de convertidores catalíticos, tomando como referencia la venta anual de vehículos[43]

Año de venta del vehículo	Año de demanda	Azuay	Quito	Total
2002	2008	4778	25743	30521
2003	2009	3724	20992	24716
2004	2010	3741	20366	24107
2005	2011	5201	26679	31880
2006	2012	5294	27207	32501
2007	2013	5918	28815	34733
2008	2014	6463	33717	40180

El Gráfico 2.5 y la Tabla 2.3, muestran, además de los valores de demanda de convertidores catalíticos, una diferenciación entre el número de convertidores cilíndricos y elípticos presentes en cada una de las cilindradas consideradas como

[42] Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. *Anuario 2008.* Quito: Ediecuatorial, 2008. PP: 7-43
[43] Ídem PP: 7-43

mercado meta y para cilindradas menores a 1400 c.c. y menores a 1600 c.c., con el fin de obtener una mejor visualización del mercado.

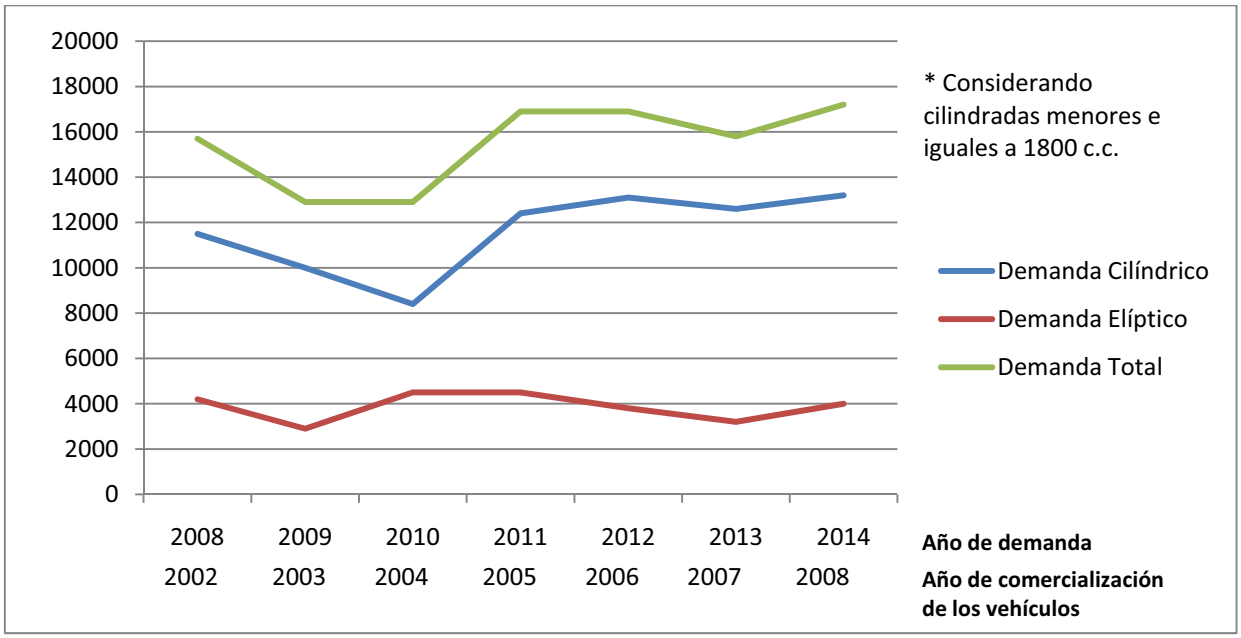


Gráfico 2.5 Demanda anual de convertidores catalíticos según su forma[44]

Tabla 2.3 Demanda anual de convertidores catalíticos según su forma[45]

Año de demanda	venta del vehículo	1400		1600		1800		<1400		<1600	[c.c.]	Demanda Cilíndrico	Demanda Elíptico
		cilíndrico	elíptico	cilíndrico	elíptico	cilíndrico	elíptico	cilíndrico	elíptico	cilíndrico	elíptico		
2008	2002			2900	1500	3300	400			5300	2300	11500	4200
2009	2003			3100	800	4300	1100			2600	1000	10000	2900
2010	2004			1800	1900	3500	1400			3100	1200	8400	4500
2011	2005	4300	300	2200	2600	3400	1300	2500	300			12400	4500
2012	2006	4500	700	3200	1500	2600	1200	2800	400			13100	3800
2013	2007	4100	700	4700	1400	1400	500	2400	600			12600	3200
2014	2008			200	1200	6700	1000			6300	1800	13200	4000
	Total	**12900**	**1700**	**18100**	**10900**	**25200**	**6900**	**7700**	**1300**	**17300**	**6300**	**81200**	**27100**

Mediante los datos expuestos, se puede proyectar la demanda de catalizadores para los 6 años posteriores a los que se tiene información mediante el método de los mínimos cuadrados.

[44] Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. *Anuario 2008.* Quito: Ediecuatorial, 2008. PP: 7-43
[45] Ídem PP: 7-43

En el Gráfico 2.6 se muestra la demanda ajustada y proyectada a la recta descrita por la ecuación 2.1.

$$y = -1062507 + 535.71x \qquad 2.1$$

Donde: “y” corresponde al valor de demanda expresado en unidades (redondeada a cientos) y “x” es el año de comercialización de los vehículos expresado en años.

En la Tabla 2.4se muestra la demanda ajustada con el uso de la ecuación 2.1

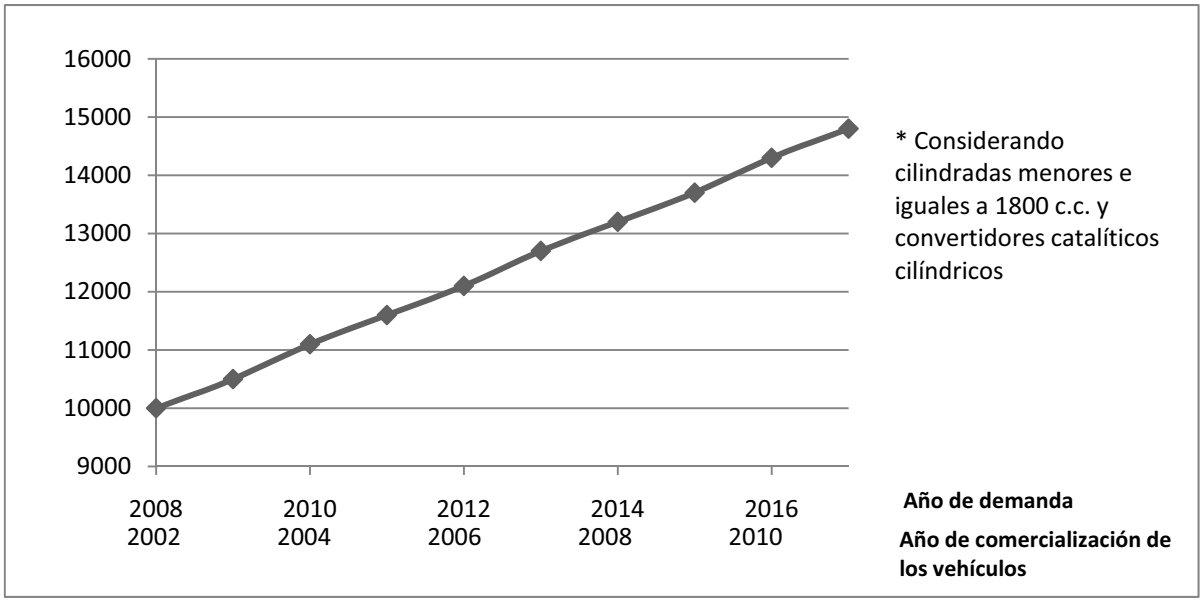


Gráfico 2.6 Ajuste y proyección de la demanda hasta el año 2017[46]

Tabla 2.4 Ajuste y proyección de la demanda hasta el año 2017[47]

Año de demanda	Año de Venta	Demanda
2008	2002	10000
2009	2003	10500
2010	2004	11100
2011	2005	11600
2012	2006	12100
2013	2007	12700
2014	2008	13200
2015	2009	13700
2016	2010	14300
2017	2011	14800

[46] Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. *Anuario 2008.* Quito: Ediecuatorial, 2008. PP: 7-43
[47] Ídem PP: 7-43

2.5 ANÁLISIS DE LA OFERTA

Actualmente no se cuenta con una clara política ni conocimiento general sobre el recambio de convertidores catalíticos, y debido a ello, no se oferta gran cantidad de ellos, sino únicamente para los casos en los que un vehículo no consigue superar la prueba de control de emisiones en el proceso de revisión vehicular. Es por esta razón que, la totalidad de los convertidores catalíticos que se comercializan en el país son importados de varias partes del mundo y no se conoce la existencia producción nacional de los mismos.

La información sobre la cantidad de convertidores catalíticos importados al país es sumamente difícil de determinar, ya que la partida arancelaria dentro de la que pudieran estar incluidos son muy generales, y no pueden ser depurados o filtrados de manera conveniente por la Corporación Aduanera Ecuatoriana (CAE) y la Biblioteca del Banco Central del Ecuador, quienes poseen dicha información.

La partida arancelaria dentro de las que pudiere estar incluido el convertidor catalítico es la 8708920000 correspondiente a silenciadores y tubos (caños) de escape. La información que la base de datos de la Biblioteca Económica del Banco Central provee respecto a esta partida arancelaria se muestra en el ANEXO D (pág. 133), donde claramente se puede apreciar la dificultad para determinar la cantidad de convertidores catalíticos que ingresan al país.

Debido a esto, el cálculo de la oferta, y consecuentemente de la demanda insatisfecha, no se puede realizar de manera adecuada y por lo tanto el análisis debe direccionarse a determinar cuántas unidades pueden producirse obteniendo un beneficio económico razonable y estimar en relación a los datos de demanda la viabilidad del proyecto.

2.6 ANÁLISIS DE PRECIOS

La inflación juega un papel importante en la estimación del comportamiento de los precios para años futuros. El valor de inflación que se manejará corresponde a la media geométrica (4.37%) durante los años 2005 al 2010 (Tabla 2.5 pág.46). Esto en vista de que no se cuenta con proyecciones valederas de su valor debido a que su comportamiento depende de varios factores de difícil predicción y políticas de estado mucho más difíciles de determinar.

En consultas a talleres y comercializadoras de catalizadores se pudo conocer que las marcas más vendidas corresponden a Magnaflow y Eastern Catalytic, de procedencia Estadounidense, cuyo precio promedio de venta, incluyendo la instalación en el sistema de escape del vehículo se muestra en la Tabla 2.6

Tabla 2.5 Inflación anual desde el año 2005 hasta el 2009[48]

Año	%
2005	3.10%
2006	2.84%
2007	3.28%
2008	8.51%
2009	4.25%
Media Geométrica	4.37%

Tabla 2.6 Precio promedio de venta de convertidores catalíticos

Marca	Precio Promedio (USD)
Magnaflow	230
Eastern Catalytic	215

El precio que realmente es necesario considerar, para poder competir con las marcas importadas anteriormente descritas, corresponde al que obtiene el distribuidor nacional una vez que el convertidor sale de la aduana, es decir el precio del producto más los costos e impuestos de importación. Para ello, se ha considerado que, en el caso de un convertidor comercializado en un taller (que es el caso de los precios mostrados anteriormente), el importador o distribuidor, entrega el convertidor a los almacenes o minoristas donde el precio se eleva aproximadamente 25%[49] en relación al precio de salida de la aduana. Los talleres, por su parte, añaden un promedio de USD 10 que cubre su ganancia y los consumibles empleados en la instalación (según se pudo averiguar en consulta personal a talleres). Con estos ajustes, el precio que los catalizadores provenientes de EE UU le costarían al primer intermediario en Ecuador se sitúa en un promedio aproximado de USD 160. El precio de USD 160, deberá verse

[48] http://www.ecuadorencifras.com (03/02/2010)
[49] BACA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos.* México: McGraw-Hill, 2003. P: 51

afectado por los valores de inflación estimados anualmente para nuestro medio, en cuyo caso el comportamiento de los precios en años futuros se muestran la Tabla 2.7

Tabla 2.7 Proyección de precios del convertidor catalítico

Año de demanda	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Precio [USD]	160	170	175	180	190	200	210	220

2.7 ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO

Las estrategias de comercialización de repuestos automotrices en general, presentan algunas variantes. En su mayoría, se trata de comercialización selectiva, en almacenes de productos especializados por tipo de producto o por marca. Las posibilidades de comercialización de repuestos se muestran en la Figura 2.3

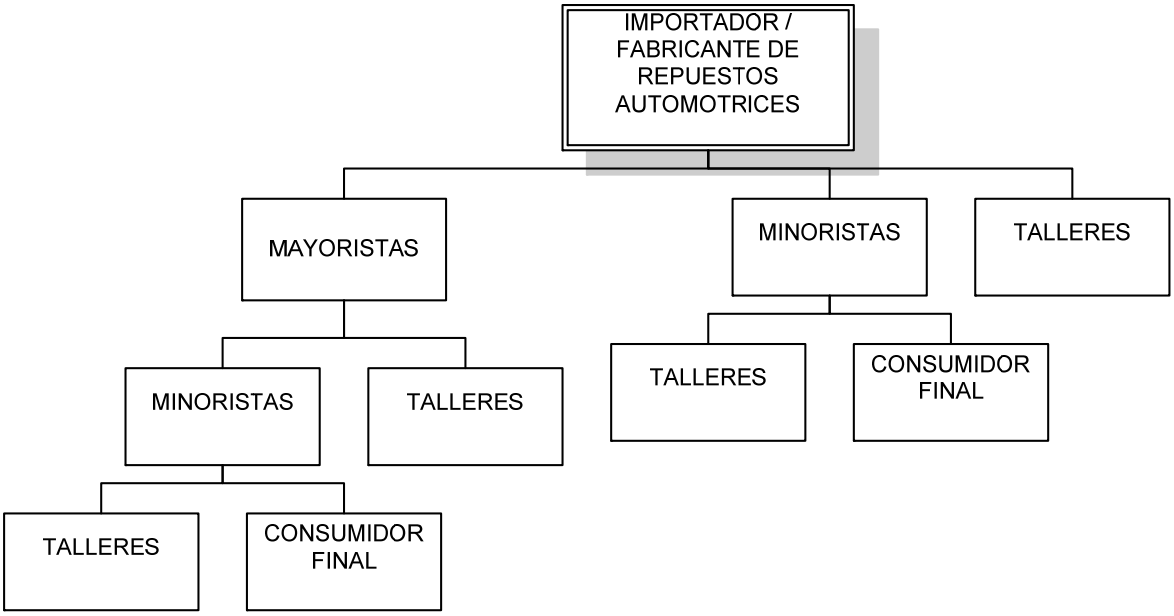


Figura 2.3 Canal de distribución general de repuestos automotrices en el Ecuador

El convertidor catalítico puede clasificarse como producto no buscado, es decir, que el propietario de un vehículo no tiene conocimiento sobre el mismo a diferencia del audio para su vehículo por ejemplo. Es por esta razón que cuando el consumidor final (propietario de un vehículo) se encuentre en la necesidad de

adquirir un convertidor catalítico, acudirá directamente a un taller especializado en reparaciones del sistema de escape o a un almacén de repuestos para instalarlo posteriormente.

Considerando esto, los convertidores catalíticos producidos serán comercializados directamente a distribuidores y minoristas para que sean ellos quienes se encarguen de hacer llegar el producto a talleres especializados o a los mismos propietarios. El canal de distribución selectiva escogido se muestra en la Figura 2.4.

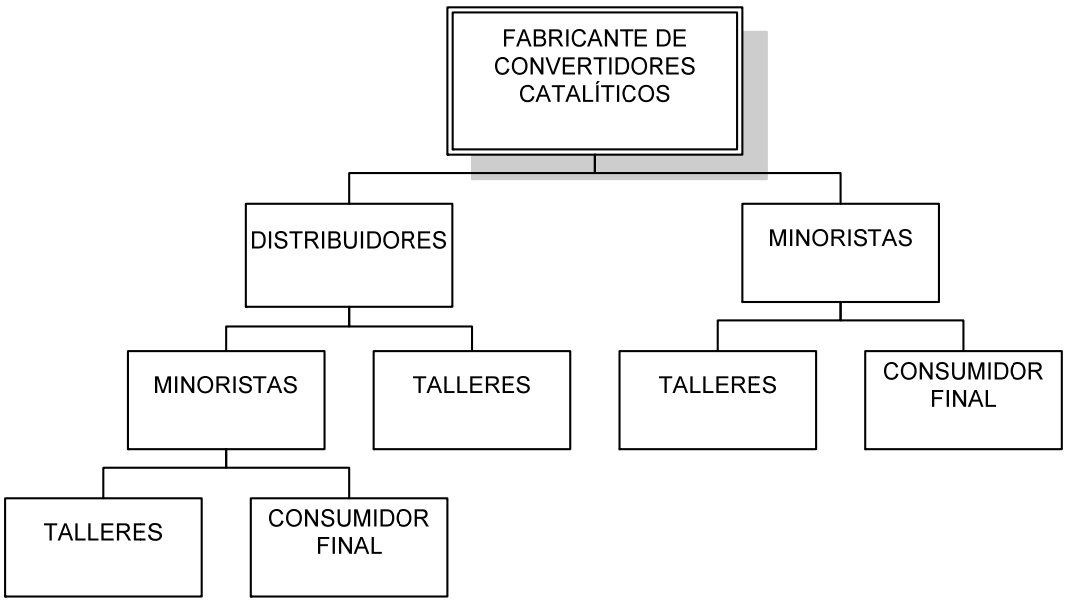


Figura 2.4 Canal de distribución para la comercialización de convertidores catalíticos

Será necesario entonces que la planta de producción cuente también con un vehículo de transporte que permita hacer llegar los convertidores catalíticos a los distribuidores mayoristas que se encargarán de la comercialización en las ciudades de Quito y Cuenca, y a los minoristas de la ciudad de Quito, quienes consistirán en almacenes especializados de repuestos para sistemas de escape a quienes se decida atender directamente. Adicionalmente, se deberá brindar la capacitación necesaria a los representantes de ventas tanto de minoristas y mayoristas donde se enfatice la utilidad e importancia de utilizar el producto en cuestión.

CAPÍTULO 3
ESTUDIO TÉCNICO

En este capítulo se describe técnicamente al producto y sus partes, se detallan las alternativas de producción, y se definen los pasos a seguir en el proceso de ensamblaje y producción más adecuado de los convertidores catalíticos. De la misma manera, se definen los requerimientos de maquinaria y personal para la fabricación, y finalmente el tamaño, distribución e implementación de la planta.

3.1 LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE LA PLANTA

En vista de que se plantea la comercialización de convertidores catalíticos en ciudades que cuentan con entidades de control de emisiones contaminantes, y además considerando que el tamaño del mercado constituye uno de los factores más importantes para ubicar la planta de ensamblaje, las ciudades donde podría asentarse la mencionada planta son Quito y Cuenca.

3.1.1 DATOS

Los datos referentes a población se han tomado del portal web del Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos, en base al censo de población y vivienda del año 2001[50]. Por su parte, los datos geográficos se han tomado de las páginas web de los municipios de Quito[51] y Cuenca[52]

3.1.1.1 Cantón Quito

- Superficie: 352 km^2
- Población: 1 839 853 personas (Total área urbana y rural)
- Clima: templado, temperatura anual promedio de 10 a 26 °C
- Parroquias metropolitanas: 32 centrales y 37 suburbanas (rurales)
- Principales instituciones Educativas: Instituto Tecnológico Superior “Central Técnico”, Instituto Tecnológico Superior “Sucre”, Colegio Técnico Salesiano Don Bosco, Colegio Técnico “Vida Nueva”, Escuela Politécnica Nacional,

[50] http://157.100.121.12/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2001&MAIN=WebServerMain.inl (03/05/2010)
[51] http://www4.quito.gob.ec/indicadoresMenu.html (07/05/2010)
[52] http://www.cuenca.gov.ec/?q=page_cuenca (07/05/2010)

Universidad Politécnica Salesiana, Escuela Politécnica del Ejército, Universidad San Francisco De Quito, Universidad Internacional del Ecuador.

- Parques Industriales: Parque Industrial Turubamba.

3.1.1.2 Cantón Cuenca

- Superficie: 120.13 km^2
- Población: 417 632 personas (Total área urbana y rural)
- Clima: templado, temperatura anual promedio de 7 a 25 °C
- Parroquias: 10 urbanas y 21 rurales
- Principales instituciones Educativas: Instituto Técnico Superior Salesiano, Colegio Daniel Córdova, Colegio Cesar Dávila, Universidad Politécnica Salesiana, Universidad de Cuenca, Universidad Católica.
- Parques Industriales: Parque Industrial Zhucay

3.1.2 EVALUACIÓN DE LAS CIUDADES CONSIDERADAS

Los factores sobre los cuales se realizará la calificación de ambas ciudades y sus pesos respectivos se muestran en la Tabla 3.1

Tabla 3.1 Factores y pesos para evaluación de ubicación

	Factor	Peso
1	Tamaño del mercado	0,3
2	Personal especializado	0,25
3	Acceso a repuestos	0,05
4	Sistemas de comunicación	0,15
5	Costos de impuestos	0,1
6	Costo de implementación	0,15
	TOTAL	1

El tamaño del mercado presenta la mayor ponderación debido a que existe una gran diferencia entre la cantidad de vehículos que se comercializan en las ciudades de Quito y Cuenca, y la planta deberá situarse lo más cerca posible al mercado de mayor tamaño. El personal especializado que se requiere para la operación de la maquinaria también es un factor importante, ya que de su nivel de instrucción y experiencia depende la obtención de un buen producto y de que los equipos sean operados correctamente. También se han tomado en cuenta los

sistemas de comunicación como vías de transporte para llevar los monolitos desde su llegada al país hasta la planta, telefonía e internet para realizar contactos de compra de materias primas dentro y fuera del país y venta de producto. Costos de construcción e implementación de la planta, así como los impuestos que cada municipalidad cobra por el funcionamiento y la construcción influyen sobre todo en el plan de negocios del proyecto. Finalmente, el costo de mantenimiento posee la menor ponderación ya que se puede manejar con cierta facilidad independientemente de la ciudad, sin embargo se debe tomar en cuenta que repuestos e insumos necesarios para esta actividad tiene también que estar cercanos al proyecto para evitar costos imprevistos por paras o excesivos retrasos

En la Tabla 3.2 se muestra el cuadro de selección de la ubicación de la planta mediante el método de puntos ponderado, donde se califica en un rango de 0 a 10 cada uno de los factores considerados anteriormente.

Tabla 3.2 Calificación ponderada sobre la ubicación de la planta

Factores de ubicación	% ponderado	Quito		Cuenca	
		/10	Total	/10	Total
Tamaño de mercado	30,0%	10	3,0	2	0,6
Personal Especializado	25,0%	10	2,5	4	1,0
Facilidad de MTTO	5,0%	10	0,5	10	0,5
Sistemas de comunicación	15,0%	10	1,5	10	1,5
Costo de impuestos	10,0%	9	0,9	10	1,0
Costos de implementación	15,0%	9	1,4	10	1,5
	100,0%		9,75		6,1

El tamaño del mercado de Cuenca es aproximadamente la quinta parte del mercado de Quito, como se puede ver en la Tabla 2.2, razón por la cual se asigna 10 puntos a Quito y 2 a Cuenca. En el caso de la disponibilidad de personal especializado, Quito al tener una mayor cantidad de habitantes (aproximadamente el triple que Cuenca) y por lo tanto un mayor número de instituciones educativas que Cuenca, recibe una calificación superior, en concordancia con esta relación. Por su parte, el acceso a repuestos y materias primas se equiparan en ambas ciudades al igual que los sistemas de comunicación. Finalmente, la ciudad de Quito presenta mayores exigencias, tanto burocráticas como tributarias para

implantación de una planta productiva, por lo que Cuenca recibe una calificación de un punto mayor ya que las diferencias no son demasiado grandes.

En base a estos criterios y su ponderación, la ciudad de Quito constituye la ubicación óptima de la planta. Dentro de esta ciudad se ubican varias zonas industriales tanto al norte como al sur de la misma, pero es el Parque Industrial Turubamba, ubicado en el barrio Guamaní al sur de la ciudad, el sitio idóneo para la implementación de cualquier proyecto industrial ya que en terrenos desde 800 m^2 se dispone de todas las facilidades como energía eléctrica, vías y medios de comunicación, servicios de agua y alcantarillado, etc.

3.2 CAPACIDAD INSTALADA ÓPTIMA DE LA PLANTA

En virtud de que la demanda potencial insatisfecha no se ha podido determinar, la capacidad óptima instalada de la planta debe estar en concordancia con la disponibilidad de capital y un adecuado sector del mercado al cual se pueda apuntar.

Según los datos obtenidos en encuesta realizada en el centro de revisión técnica vehicular San Isidro, el 71 % de los propietarios de vehículos adquirirían un convertidor catalítico de manufactura nacional, siempre y cuando asegure alta calidad y un precio inferior al convertidor importado. El 22% por su parte, prefiere los convertidores importados, y un 7% solamente se inclina hacia los convertidores originales (ver ANEXO E pág.138). En base a esto, y en relación a la proyección de la demanda (Tabla 2.4 pág.44), en la Tabla 3.3 se muestra un estimado de las posibles ventas año a año.

Tabla 3.3 Estimado de venta

Año de demanda	Demanda [unidades/año]	Estimado de venta [unidades/año]
2008	10000	7000
2009	10500	7300
2010	11100	7800
2011	11600	8100
2012	12100	8500
2013	12700	8900
2014	13200	9300

3.3 INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.3.1 EL PRODUCTO

El producto propuesto, corresponde a un convertidor catalítico de tres vías, apto para vehículos de cilindradas iguales o inferiores a los 1800 c.c. Bajo esta consideración se analizan los pormenores del producto en los siguientes apartados.

3.3.1.1 Condiciones de trabajo

Un primer punto a considerar respecto a las condiciones de trabajo del convertidor es la temperatura, ya que el rango óptimo de temperatura de operación comúnmente se sitúa entre los 400ºC y 800ºC[53]. En el estado de ralentí, por ejemplo, la temperatura bordea los 150ºC mientras que para condiciones en las que se tienen 3500 rpm aproximadamente (con el motor sin carga) la temperatura alcanza fácilmente los 450ºC. Datos obtenidos en pruebas realizadas en el Laboratorio de Motores de Combustión Interna de la E.P.N. bajo este punto de vista, se debe considerar que la temperatura de operación del convertidor catalítico puede alcanzar fácilmente los 450ºC. Adicionalmente, la transferencia de calor entre el convertidor y el medio externo debe considerarse a fin de evitar que se supere las temperaturas mínimas y máximas de operación.

Otro punto a tomar en cuenta son las reacciones químicas que se producen en el convertidor catalítico, y especialmente los productos de dichas reacciones, en las que se incluyen compuestos como el agua en estado gaseoso y el CO_2.

3.3.1.2 Descomposición del producto.

Las partes que componen al convertidor catalítico se muestran en la Figura 3.1, y la procedencia de cada una de ellas se muestra en la Tabla 3.4.

3.3.1.3 Selección de materiales para la carcasa

En base a las condiciones antes descritas, el material de la carcasa del convertidor catalítico debe presentar buena resistencia a la corrosión y especialmente a altas temperaturas. Adicionalmente, debe tener un buen

[53] DENTON, Tom. *Advanced Automotive Fault Diagnosis.* United Kingdom: Elsevier, 2006. P: 121

comportamiento en los procesos de conformado (embutición de la chapa metálica) y en los procesos de soldadura.

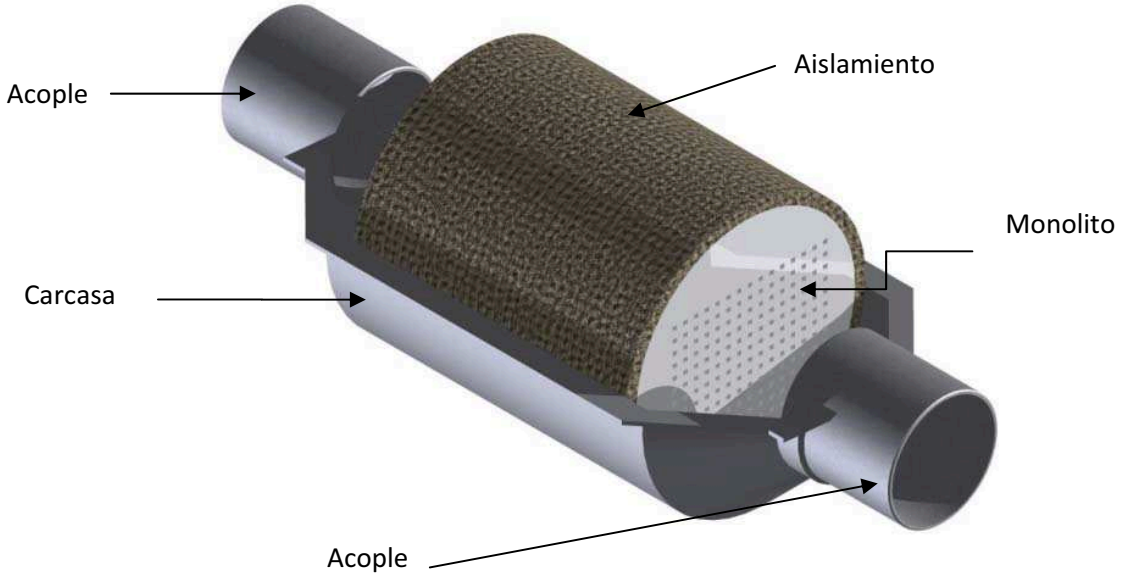


Figura 3.1 Descomposición del producto

Tabla 3.4 Componentes del convertidor catalítico

No.	Nombre	Material	Cant.	Origen
1	Carcasa Superior	Acero Inoxidable	1	Fabricación Nacional
2	Monolito	Cerámica	1	Importado
3	Acoples	Acero Inoxidable	2	Fabricación
4	Cubierta Monolito	Fibra cerámica	1	Importado
5	Carcasa Inferior	Acero Inoxidable	1	Fabricación Nacional

El acero de uso frecuente para sistemas de escape es el acero inoxidable AISI 430, sin embargo se ha optado por la utilización del acero inoxidable AISI 304L. Ambos materiales presentan similares características, pero el acero seleccionado tiene un mejor comportamiento en procesos de embutición y una mejor aptitud para el proceso de soldadura MIG. Esta información sobre los materiales, así como los criterios de selección, se han tomado del Handbook de Embutición, cuyas páginas de referencia se muestran en el ANEXO G pág. 154

El aislamiento que recubre al monolito puede también ser metálico o cerámico. Se ha escogido utilizar el cerámico ya que provee un mejor aislamiento térmico lo cual favorece al desempeño del convertidor. Los materiales que actualmente se disponen para este tipo de aislamientos, además de responder favorablemente en altas temperaturas proveen buen sello entre el monolito y la carcasa y adicionalmente proveen soporte estructural del monolito dentro de la carcasa. Las propiedades de este elemento se muestran en el ANEXO G pág. 157

Los acoples de escape por su parte, serán de acero inoxidable AISI 304L para mantener la compatibilidad con el material de la carcasa y utilizar los mismos equipos e insumos de soldadura tanto en la soldadura de las carcasas como de los acoples.

3.3.1.4 Selección del monolito

Las referencias teóricas señalan que el volumen del convertidor catalítico, el cual depende esencialmente del volumen del monolito, debe ser equivalente a la mitad de la cilindrada del motor. Para el producto propuesto se requiere de un monolito de aproximadamente 900 c.c. lo cual se corrobora con el estudio de campo realizado en el centro de Revisión Técnica Vehicular San Isidro en la ciudad de Quito. Esta información fue mostrada en el capítulo 2 pág. 38

Adicionalmente, y debido a que se trata de un convertidor catalítico genérico, el tamaño debe adaptarse con facilidad a la mayoría de sistemas de escape.

La densidad de las celdas del monolito debe asegurar una buena eficiencia de conversión. La dependencia de la eficiencia del catalizador respecto al número de celdas se muestra en el Gráfico 3.1.

En base a disponibilidades comerciales, el monolito seleccionado presenta una densidad de 0,62 celdas por milímetro cuadrado (400 celdas por pulgada cuadrada), un espesor de pared de 0,17 mm, 101,6 mm de diámetro (4 pulg) y 127 mm de longitud (5 pulgadas). Esto equivale a un volumen efectivo de 1000 c.c. aproximadamente y una eficiencia estimada del 93% (según el Gráfico 3.1). El incremento de volumen aumenta también el rango de aplicación del convertidor en modelos vehículos con cilindradas de hasta 2000 c.c. Adicional a esto, las dimensiones resultantes del catalizador permiten que pueda ser instalado en la

mayoría de sistemas de escape sin inconvenientes de espacio o interferencia con otros elementos.

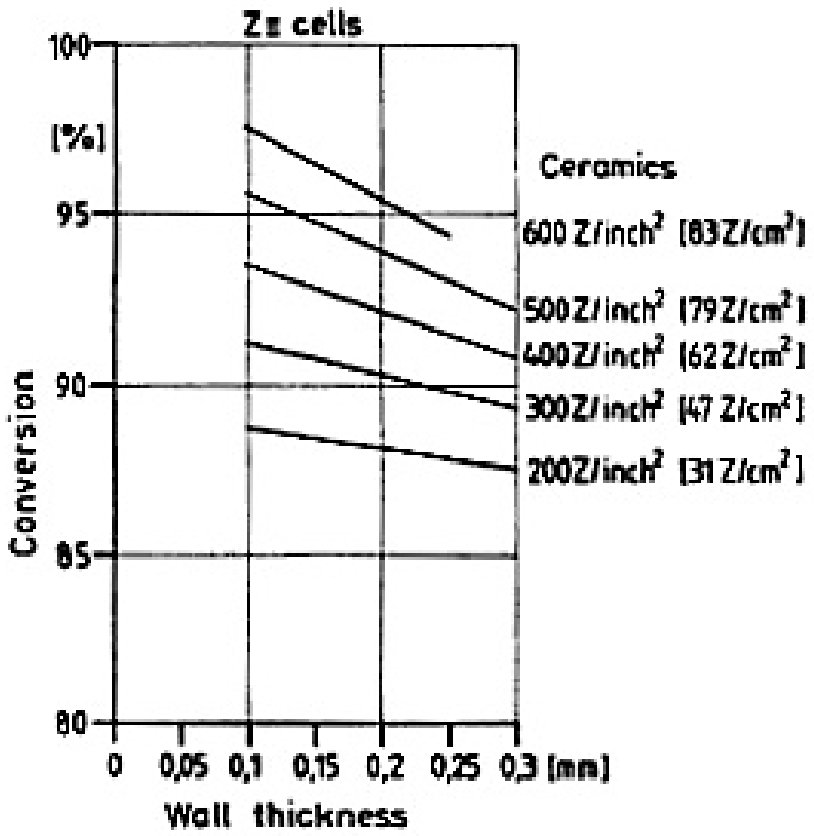


Gráfico 3.1 Eficiencia de conversión – Espesor de la pared del monolito[54]

3.3.1.5 Proceso de soldadura

Para el tipo de material base seleccionado, acero inoxidable AISI 304L, el proceso de soldadura por arco con protección gaseosa y alimentación continua de electrodo (GMAW) constituye el más apto, tanto por las propiedades mecánicas que se pueden obtener, cuanto por la facilidad de obtener grandes longitudes continuas de soldadura e incluso producción en serie. Específicamente, se utilizará un electrodo ER 308L, escogido en base a la norma AWS A 5.9 (Especificación para electrodos y varillas para soldadura de acero inoxidable). Se escoge un electrodo de bajo contenido de carbono para evitar la formación de carburos a altas temperaturas. Ver ANEXO G pág. 159 El gas de protección debe estar compuesto por una mezcla de 88% de argón y 12% de CO_2, el cual es el

[54] SCHÄFER, F.et al. *Reduced Emissions and Fuel Consuption in Automobile Engines.* Alemania: Springer-Verlag Wien New York, 1995. P:83

más apto para soldar pequeños espesores de acero inoxidable según el manual del proveedor de gases de soldadura (Ver ANEXO G, pág. 163)

3.3.1.6 Especificaciones técnicas del producto

Una vez que realizada la selección de materiales y productos de acuerdo a su disponibilidad comercial, y en concordancia con los requerimientos planteados en el proyecto, las especificaciones técnicas del producto se resumen en laTabla 3.5

Tabla 3.5 Especificaciones técnicas del producto

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
General	
Tipo	3 vías
Longitud	333 mm
Ancho	135 mm
Tubería de acople	Φ2 pulg., e=1,1 mm
Peso	2.4 kg
Deflector	N/A
Geometría	cilíndrico
Aplicabilidad	Vehículos de cilindradas menores o iguales a 2000 c.c.
Máxima eficiencia de conversión	93%
Monolito	
Cantidad de monolitos	1
Tipo	Cerámico extruido
Densidad	400 celdas/pulg^2
Compuesto catalítico	Rodio/Paladio
Volumen Efectivo	1000 c.c.
Carcasa	
Tipo	Metálico soldado
Material	Acero inoxidable AISI 304L
Aislamiento térmico interno	
Tipo	Cerámico
Temperatura de trabajo	
Para 50% de eficiencia	250 ºC
Para máxima eficiencia (93%)	400 ºC
Temperatura máxima	850 ºC

3.3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso de producción se resume en las operaciones de conformado de chapas de acero inoxidable para la obtención de las partes de la carcasa del convertidor catalítico, y de soldadura una vez que se han ensamblado todos los componentes del convertidor catalítico. Los principales procesos se muestran en la Figura 3.2.

En el diagrama de flujo de la Figura 3.3 se encuentran detalladas todas las operaciones necesarias para el procesamiento de los elementos y materias primas que constituyen el convertidor catalítico, así como tiempos estimados para cada actividad[55]. De igual manera, se indican las maquinarias y equipos necesarios, cuyas especificaciones se señalan en las tablas 3.6, 3.9, 3.10 y 3.11.

3.3.2.1 Recepción de materias primas.

3.3.2.1.1 Recepción de Planchas de Acero.

Las planchas de acero inoxidable arribaran a la planta en un vehículo de transporte, en donde se procederá con la descarga de las láminas, esta operación se realizará de manera manual con dos personas, las cuales deberán llevar la vestimenta adecuada de trabajo como camisa y pantalón tipo jean, guantes de protección y zapatos de protección.

3.3.2.1.2 Recepción del Monolito.

El monolito llegará a la planta, empacado en cajas, con lo que se procederá con su descarga mediante un montacargas, el cual llevará los monolitos empacados a la zona de inspección.

3.3.2.1.3 Recepción de las Bandas Aislantes.

Las bandas aislantes serán descargadas de forma manual y almacenadas de la misma forma en la bodega hasta el momento de ensamble del convertidor catalítico.

3.3.2.1.4 Recepción de tubería de acero.

La tubería será receptada en la planta y descargada de forma manual del vehículo de transporte, será almacenada en el sitio designado para ese material, para esta operación el trabajador necesitará de vestimenta adecuada como camisa y pantalón tipo jean y guantes de protección.

---

[55] KRAJEWSKI, Lee. *Administración de operaciones: Estrategias y Análisis.* México: Pearson Education, 2000. PP: 184-186

3.3.2.2 Inspección de materia prima.

3.3.2.2.1 Inspección de Planchas de Acero.

Las planchas de acero inoxidable AISI 304L se adquieren con certificados por lo que no se realiza ninguna verificación al momento de su recepción sino ensayos de tracción y metalografías que comprueben la información del proveedor una vez que ha sido recibido. Para esta operación se requerirá de una sierra de corte manual que servirá para obtener las muestras las cuales se enviaran a laboratorios especializados para que realicen los ensayos descritos anteriormente.

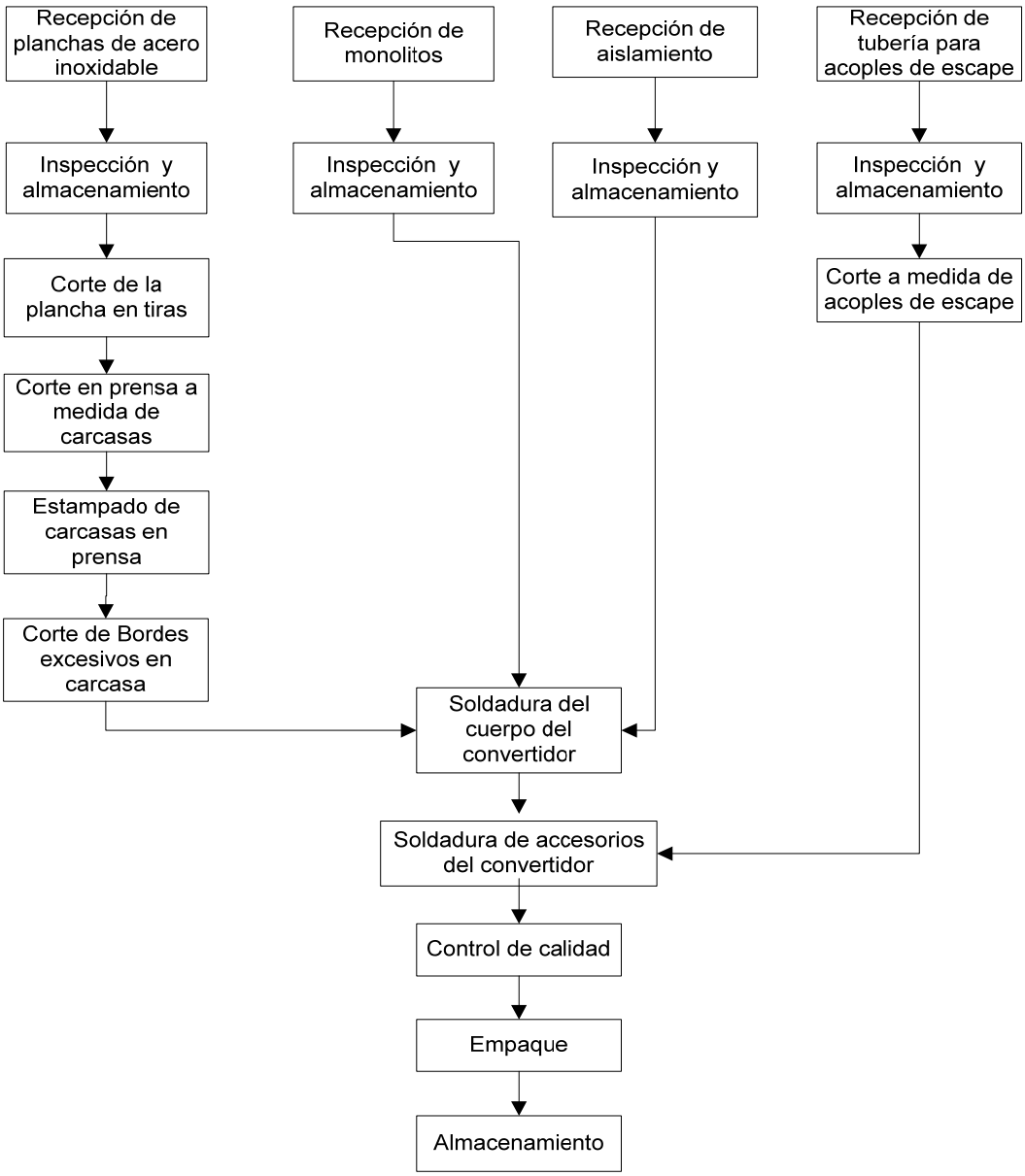


Figura 3.2 Diagrama de procesos

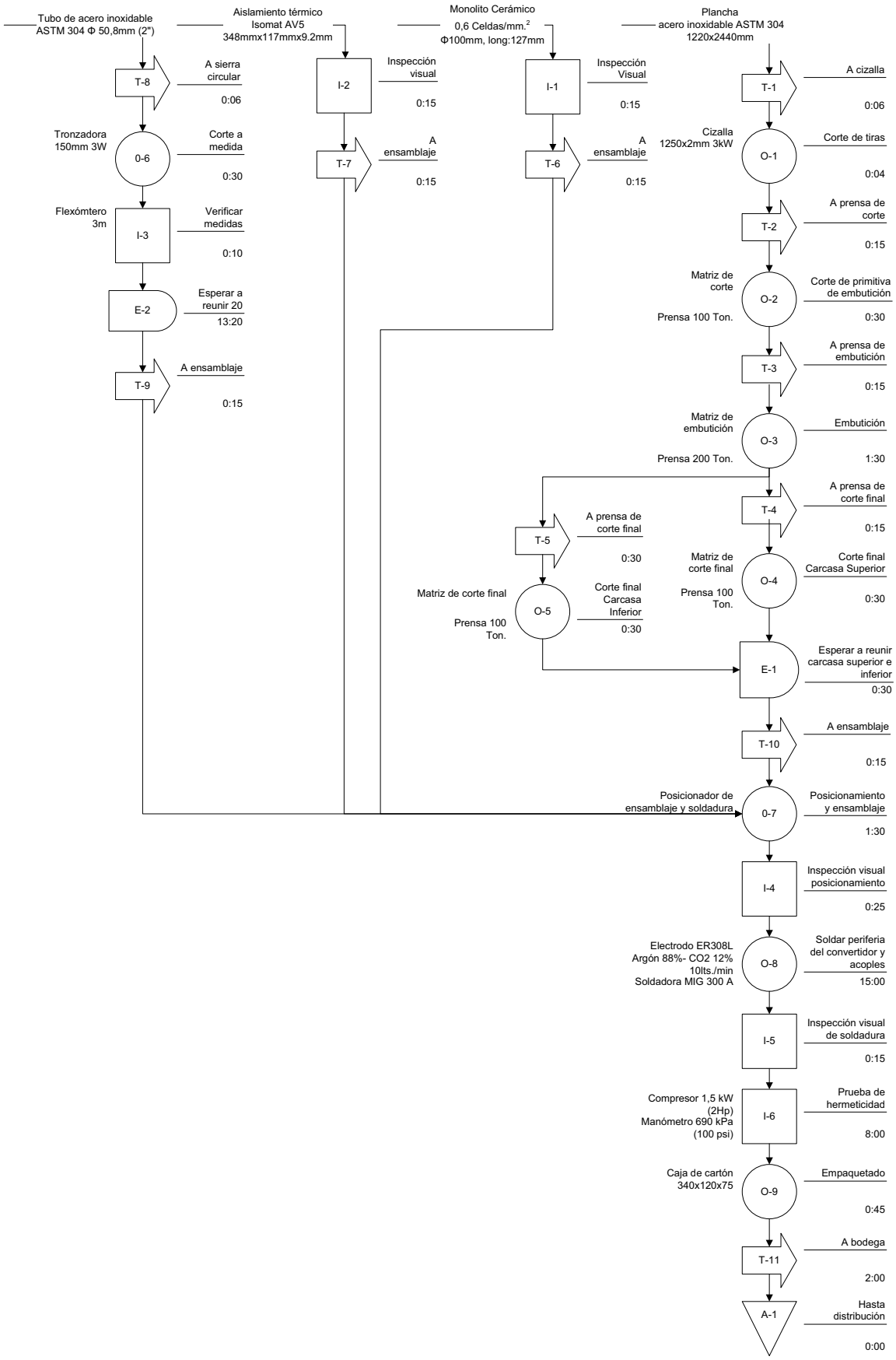


Figura 3.3 Diagrama de flujo

Nota: El resumen de la maquinaria que se especifica en la Figura 3.3 se muestra en la Tabla 3.6 pág.64

3.3.2.2.2 Inspección de Monolitos.

Cada uno de los monolitos cerámicos deberán ser sometidos a una inspección visual, la cual servirá para verificar su integridad y la ausencia de fisuras o roturas antes de ser embodegados.

3.3.2.2.3 Inspección de Banda Aislante.

Esta banda será sometida a una breve inspección visual justo en el momento previo de ser acoplada al monolito, esta inspección verificará si la misma se encuentra rota, una vez que pase la inspección proseguirá a ser unida junto con el monolito.

3.3.2.2.4 Inspección de Tubería de acero.

La tubería de acero será sometida a una inspección visual en busca de posibles golpes que se pueden generar en el transporte y descarga del mismo.

3.3.2.3 Corte

3.3.2.3.1 Corte de Plancha en Tiras

La plancha de acero inoxidable de 1220x2440 mm se recorta en tiras de 1220x345 mm, para este proceso se requerirá de una máquina cizalladora que sea capaz de cortar tiras de una longitud mínima de 1220 mm y espesor mínimo de 1/16” (aprox. 1,5 mm.). El personal que opere esta máquina deberá estar equipado con guantes de protección.

3.3.2.3.2 Corte de tubos de acero.

Los tubos de acero AISI 304L se cortaran en segmentos de 63,5 mm de longitud (2,5 pulg) mediante una Sierra de disco.

3.3.2.4 Corte de primitiva de embutición

Las tiras de acero inoxidable de 1200x345 mm se introducen en una matriz de corte donde se obtienen 5 piezas de cada tira con la forma necesaria para que se realice el proceso de embutición, para esta operación se requiere de una matriz de corte que posea la forma del desarrollo que se le dará a la chapa metálica,

además se requiere de una prensa que proporcione una fuerza de corte de 72,58 ton (Ver ANEXO H pág. 167)

3.3.2.5 Estampado de la chapa metálica.

Una vez obtenido el desarrollo en la matriz de corte, este se colocará en una matriz de embutición, la misma tendrá la forma del convertidor, con el objeto de deformar la chapa metálica a la forma de la mitad de la carcasa, para esta operación se requiere de una prensa de 160,13 Ton, (este valor se lo indica en el anexo I.5 pág. 206) que por disponibilidad del mercado será de 200 Ton. La cual dará la fuerza para el sujetador como también al punzón que se encargará de deformar a la lámina de metal.

3.3.2.6 Corte de bordes en exceso

Una vez obtenido la mitad de la carcasa sale del proceso de embutición, en su periferia existe bordes en exceso, estos deberán ser eliminados para poder formar con la otra mitad de la carcasa una junta de soldadura que recorrerá la periferia del convertidor, para este proceso se requiere de dos matrices de corte, las cuales corresponderán a cada una de las mitades de la carcasa. Esto debido a que se requiere una junta traslapada para soldar la carcasa inferior debe tener una pestaña un tanto más prominente que la carcasa superior. Este detalle se muestra en la Figura 3.4.

3.3.2.7 Ensamblaje y soldadura

Para el ensamblaje se juntan un monolito recubierto por su respectivo aislamiento cerámico y dos piezas embutidas que conforman la carcasa del convertidor. Se coloca el aislamiento cerámico alrededor del monolito, este conjunto se ubica en la carcasa inferior. Se coloca la carcasa superior y con la ayuda del mecanismo de presión se fuerza a que las carcasas se junten. Una vez lograda la unión deseada se aplica una soldadura de filete en la junta traslapada formada por las dos mitades de la carcasa.

Una vez que el cuerpo del catalizador ha sido soldado, se colocan dos secciones de tubo, una por cada lado del convertidor, y se sueldan. Para esta operación se requiere de una máquina soldadora GMAW, electrodo de alambre de diámetro 0,8

mm, y además del gas de protección. El personal encargado requerirá de protección visual como máscaras para soldar, guantes de protección, y mandil.

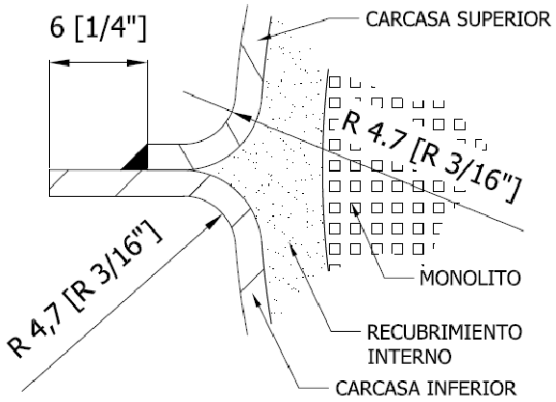


Figura 3.4 Detalle de la junta de soldadura del convertidor catalítico

NOTA: Los radios de curvatura que se indican en la Figura 3.4 se los realiza con el fin de no estirar excesivamente la fibra exterior y garantiza un doblado sin rotura para el acero inoxidable se considera un doblez de tres veces el espesor[56]

3.3.2.8 Inspección

Se realiza inspección visual sobre la totalidad de las juntas soldadas para verificar la ausencia de imperfecciones, también una prueba de hermeticidad para comprobar que no existan fugas por el convertidor catalítico. Esta prueba consiste en colocar el convertidor catalítico en un dispositivo que permite inyectarle aire a presión. El catalizador se sella por sus extremos para evitar fugas en dichas partes. Se mide la presión del aire inyectado y luego de un tiempo prudencial se verifica la lectura de presión a la espera de que se encuentre dentro de valores establecidos que aseguren la hermeticidad del elemento. Para este procedimiento se requerirá de un pequeño compresor, sellos y de un manómetro.

3.3.2.9 Empaquetado y almacenamiento

Cada convertidor catalítico terminado e inspeccionado se introduce en un recubrimiento plástico, y luego dentro de una caja de cartón. Al reunir 45 catalizadores se los conduce a bodega para su almacenamiento y posterior distribución y comercialización. Se requiere de un montacargas tanto para el

[56] ROSSI, Mario, *Estampado en Frío de la Chapa,* Madrid, España, Editorial Dossat, Novena Edición, 1979, P:33

almacenamiento en bodega, como también cargar los convertidores al transporte de distribución.

3.3.3 OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

Una vez descritos todos los pasos que se requieren para fabricar el convertidor catalítico, se analizarán los procesos que serán llevados a cabo en la planta productiva y aquellos que serán contratados a terceros. Para realizar este análisis se toma como base la capacidad de la maquinaria que interviene en el proceso productivo y se considera que durante el año se laboran 250 días, y la jornada laboral es de 8 horas diarias.

La capacidad de producción de la planta, se relaciona directamente con la capacidad individual de los equipos que se requieren en los puestos de trabajo de cada una de diferentes etapas del proceso productivo. En la Tabla 3.6 se muestran dichos equipos.

Tabla 3.6 Equipos clave en los puestos de trabajo

Etapa del Proceso	Equipo clave	Cant.
Recepción de monolitos cerámicos	Montacargas de 1,5 ton.	1
Corte en tiras de planchas de acero	Cizalladora mecánica 3kW, capacidad 1250x2mm, 15 cortes/minuto,	1
Corte de tubos de acero	Sierra de disco de 3,06 kW (4 hp), capacidad 16 pulgadas.	1
Corte de desarrollo a embutir	Prensa hidráulica de 100 Ton. Bastidor en H	1
Estampación de chapa metálica	Prensa hidráulica de 200 ton. Bastidor en H	1
Corte de bordes excesivos	Prensa hidráulica de 100 ton. Bastidor en H	2
Ensamblaje y Soldadura	Soldadora MIG 300 Amperios, ciclo de trabajo 100%	2
Inspección de catalizadores	Compresor de 2hp, 110 V, Presión nominal 10 bar, Capacidad 50 lts.178 lpm (6,3 cfm)	1
Empaquetado y almacenamiento	Montacargas 1,5 toneladas	1

En la Tabla 3.7 se muestra la capacidad nominal, obtenida de los catálogos de los fabricantes, de los equipos clave.

La capacidad de la maquinaria destinada a las labores de corte y embutición de la chapa de acero inoxidable, excede considerablemente la capacidad requerida de la maquinaria para el presente proyecto, la cual se sitúa en 20 convertidores catalíticos al día. En la Tabla 3.8, se muestra, como un valor de excedente de producción, la capacidad ociosa de la planta que se tendría si la planta contaría con los equipos propuestos, especialmente en el área de conformado de la carcasa del convertidor.

Tabla 3.7 Capacidad del equipo básico

EQUIPO	Capacidad Nominal		Capacidad	
			piezas/h	piezas/día
Cizalla	15	tiras/min	750	6000
Sierra de disco	2	cortes/min	100	800
Prensa de corte inicial	5	cortes/min	250	2000
Prensa de embutición	1	pieza/min	50	400
Prensa de corte final 1	5	cortes/min	250	2000
Prensa de corte final 2	5	cortes/min	250	2000
Soldadora			3	24
Banco de hermeticidad			6	48
Empacado			12	96

Tabla 3.8 Capacidad excedida de los equipos

EQUIPO	Requerimiento	Excedente	
	piezas/día	piezas/día	piezas/año
Cizalla	4	5996	1499000
Sierra de disco	40	760	190000
Prensa de corte inicial	40	1960	490000
Prensa de embutición	40	360	90000
Prensa de corte final 1	20	1980	495000
Prensa de corte final 2	20	1980	495000
Soldadora	20	4	1000
Banco de hermeticidad	20	28	7000
Empacado	20	76	19000

Como se puede observar, en la Tabla 3.8, se tendrían subutilizados varios equipos, que además de permanecer inoperativos durante gran parte del año, requieren de considerables sumas de dinero para ser adquiridos. De esta manera, se establece que, solo una parte del proceso productivo, descrito en el apartado 3.3.2, se llevará a cabo en la planta considerada para este proyecto. Así, los

procesos que se darán en la planta productiva se reducen a: recepción de piezas y materiales, soldadura, control de calidad, empacado y bodegaje.

Las operaciones de corte y conformado de la chapa metálica para producir las carcasas del convertidor catalítico se delegarán a un proveedor que tenga la capacidad instalada para este fin.

3.3.4 DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS

3.3.4.1 Equipo Básico.

Se considera como equipo básico, todo aquel que interviene y es indispensable en las etapas de producción. En la Tabla 3.9 se muestra el listado del equipo básico requerido para la planta productiva tomando como base las etapas descritas en la Figura 3.5

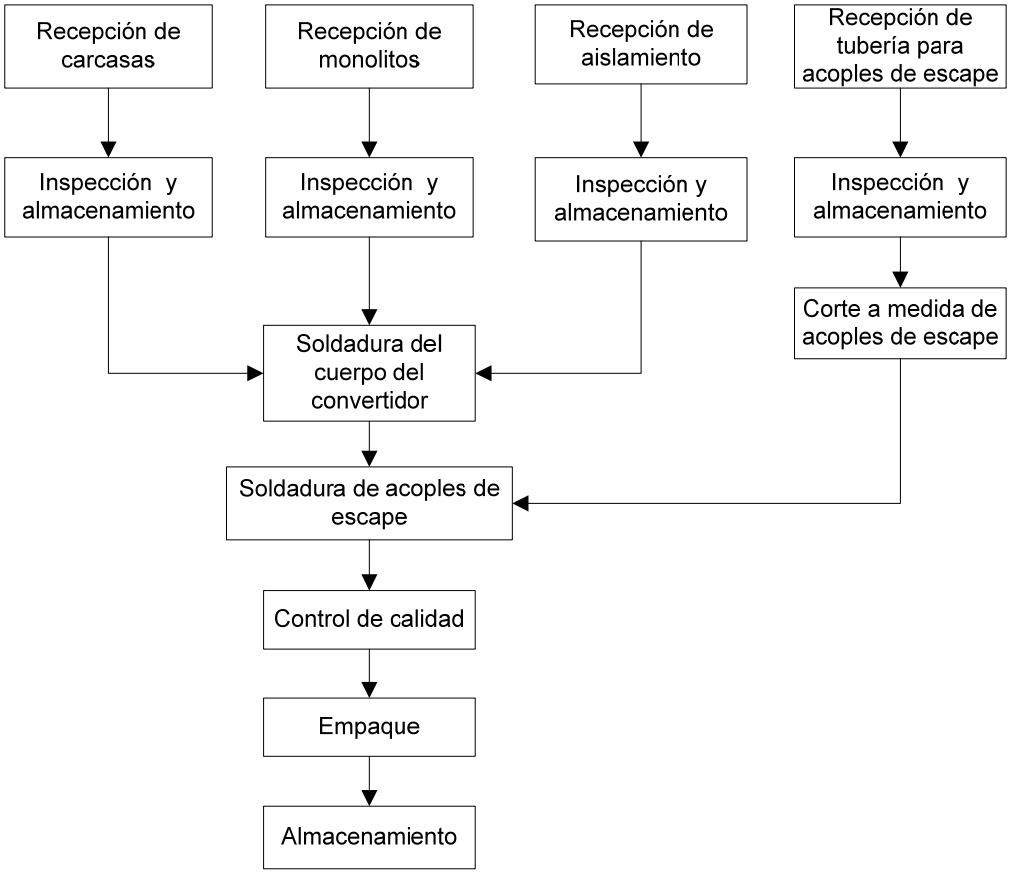


Figura 3.5 Diagrama de procesos para la planta productiva

Tabla 3.9 Equipo básico

Etapa del Proceso	Detalle	Cant.	Catálogo
Recepción de monolitos cerámicos	Montacargas de capacidad de 1,5 ton. que servirá para descargar las unidades de monolito importadas	1	ANEXO J pág. 208
Recepción de Carcasas	Montacargas de capacidad de 1,5 ton. Para descargar las carcasas	1	
Recepción de Tubos de acero	Los tubos se descargaran manualmente	--	--
Recepción de recubrimiento de monolito.	Montacargas de capacidad de 1,5 ton para descargar el recubrimiento	1	ANEXO J pág. 208
Inspección de carcasas	Sierra manual para obtención de probetas para comprobación de material	1	--
Inspección de tubos	Sierra manual para obtención de probetas para comprobación de material	1	--
Inspección de monolitos	Los monolitos se inspeccionan visualmente	--	--
Corte de tubos	Sierra de disco para corte de tubos y perfiles	1	ANEXO J pág. 210
Ensamblaje y Soldadura	Soldadora GMAW de 300 Amperios, ciclo de trabajo 100%	2	ANEXO J pág. 209
Inspección de catalizadores	Compresor de 1,5 kW (2hp), 110 V, Presión nominal 10 bar, Capacidad 50 lts. Capacidad Nominal de 178 lpm (6,30 CFM)	1	ANEXO J pág. 210
	Manómetro de 0-689,5 kPa (0-100 psi)	1	--
Almacenamiento	Montacargas	1	ANEXO J pág. 208

3.3.4.2 Equipo Auxiliar

El equipo auxiliar toma en cuenta todos aquellos insumos que, si bien no son indispensables para el funcionamiento de la planta en las etapas de producción, ayudan y contribuyen a su correcto desempeño. Estos requerimientos se describen a continuación, y se muestra en la Tabla 3.10.

Se requerirá en primera instancia de equipo de seguridad, ya que, se deberá precautelar la integridad física del personal mientras realiza las diversas actividades del proceso de construcción, este equipo consta de guantes de seguridad, mandil, botas de seguridad, gafas de protección, máscara para soldar. Además se contará con extintores tipo ABC debido a que existen materiales y

equipo que pueden originar estos tres tipos de fuego, Los materiales de riesgo del fuego tipo A serían los cartones de almacenamiento, fundas de empacamiento, El riesgo de fuego del tipo B sería el combustible de los medios de transporte, mientras que el equipo eléctrico como la soldadoras representan el riesgo de fuego del tipo C. Estos extintores se localizaran 3 en la zona de trabajo, específicamente en 2 en la zona de soldadura, y uno en la zona donde se localicen las prensas, uno se localizará en la zona de administración, uno en la zona de almacenamiento.

Tabla 3.10 Equipo auxiliar

Tipo de Equipo	Detalle	Cant.	Catálogo
Equipo de Transporte	Camioneta 4x2, Cabina simple, Capacidad 1 ton, Motor 2500 c.c. Diesel.	1	ANEXO J pág. 211
Equipo de Seguridad	Pares de Guantes de nitrilo	9	--
	Pares de botas de protección de cuero con punta reforzada de acero	15	--
	Gafas de Protección Claras	13	--
	Pantalón y camisa Tipo jean de algodón, color azul con logotipo de la empresa	15	--
	Máscaras para soldar, Tono de visor No. 11	4	--
	Pares de guantes de protección API	3	--
	Extintores tipo ABC de 5,5 kg (10 lbs.)	3	--
Equipo de Comunicación	Teléfono inalámbrico 2.5 GHz	4	--
	Teléfono fax, con identificador de llamadas y contestador de llamadas	1	--

Con el objeto de movilizarse fuera de la planta para realizar trámites de la planta, o en el caso de una emergencia como el reparar alguna máquina o algún empleado con algún problema de salud, se requerirá de un medio de transporte, específicamente de una camioneta.

Por otra parte, debido a que varias máquinas funcionan con energía eléctrica como las cortadoras, prensas, soldadoras, se requiere de transformadores, tomas de corriente, caja de protección de fusibles para máquinas, como también caja de protección, además de un medidor que será exclusivamente para la zona donde se trabaje con la maquinaria. Para el resto de las instalaciones como la zona de

administración y vestidores, se requerirán los sistemas normales de protección, tomas de 110V como también de un medidor eléctrico.

El equipo de comunicación servirá para la comunicación tanto al interior por lo que se dispondrá de teléfonos en las distintas oficinas con sus respectivas extensiones, como en al exterior, por lo que se requerirá de una acometida de teléfono para este propósito. Además se requerirá de un equipo de fax el cual servirá para recibir como también enviar documentos. Adicionalmente se instalará una conexión de internet.

3.3.4.3 Equipo de Servicios

El equipo de servicios comprende todo lo necesario para que se brinde confort al personal, y no necesariamente interviene en el proceso productivo. Estos requerimientos se describen a continuación y se resumen en la Tabla 3.11.

Debido a que la operación de soldadoras y la manipulación de elementos metálicos, que representan un riesgo potencial, se dispondrá de un botiquín el cual contará con vendas, gasas, alcohol, guantes esterilizados y analgésicos para aliviar algún malestar.

Se contará con el equipo de limpieza para realizar el aseo de las instalaciones, se dispondrá de escobas, trapeadores, recogedores de basura, brochas que limpiaran las máquinas de los desperdicios de metal, tachos de basura que se localizará en las oficinas como también en la zona de trabajo y vestidores. A continuación en la Tabla 3.11 se muestra el resumen de los equipos para servicios.

Tabla 3.11 Equipo de servicios

Tipo de Equipo	Detalle	Cant.
Equipo de Oficina	Computadora: Disco duro 1 Tb, Procesador Intel Core i5, Memoria RAM 4Gb, Tarjeta de red, Tarjeta gráfica 1 Gb, Monitor 19”, Teclado, Mouse.	3
	Software: Microsoft Office Profesional, Autocad, Stampack, Inventor.	
	Impresora Multifunción: Copiado de documentos, escáner, impresión a color, formato de hojas A4	1

Tipo de Equipo	Detalle	Cant.
	Impresora monocromática B/N, láser, formato de hojas A4	1
	Protección eléctrica para computadores: Regulador de voltaje 1200 V.A.	3
	Estación de trabajo: Escritorio modular de madera en “L” 1,51x1,5x0,6m, incluye cajonera y estructura metálica	3
	Archivador 4 gavetas	1
	Sillas Secretaria Giratorias	3
	Sillas de Visita	6
	Archivador tipo Credenza 1,15x0,7x0,40m	1
Equipo de Primeros Auxilios	Botiquín: Incluye 6 vendajes, 20 gasas 200g, 1 algodón 250 g, alcohol antiséptico 1lt., agua oxigenada 500ml, bandas adhesivas 20 unidades.	1
Equipo de Limpieza	Escoba plástica	3
	Trapeador 800 mm	2
	Recogedor de Basura	2
	Brochas 101,6 mm (4”)	3
	Brochas 25,4 mm (1”)	3
	Tachos metálicos de basura de 12 lts	5
	Depósitos plásticos para material a reciclar de 132 lts	3
Equipo de mantenimiento	Flexómetro 5mts.	1
	Calibrador 200 mm, precisión 0,01mm.	1
	Caja básica de Herramientas: incluye juego de llaves mixtas desde 6mm hasta 24mm, juego de 6 destornilladores, alicate.	1
	Nivel de aluminio de 457 mm (18”)	1

Además se dispondrá de depósitos de basura especiales los cuales cada uno servirá para recoger los empaques plásticos como cartones provenientes de las materias primas, es decir un depósito sólo para plástico y otro para cartón, también habrá un depósito el cual recogerá la chatarra proveniente del proceso de fabricación. Esta clasificación de la basura se lo hace con el objeto de reciclar estos materiales.

Debido a que se trabajará con máquinas, es necesario darles mantenimiento, por lo que se necesita las herramientas adecuadas, como juego de destornilladores,

juego de llaves hexagonales, alicates, limas, prensas en C, sierras manuales, escuadra, calibrador, nivel.

Las instalaciones deberán contar con este equipo tanto para los operarios como para el personal administrativo, se deberá instalar, lavabos, urinarios, servicios higiénicos, dispensadores de jabón, secadores de manos y duchas.

3.3.5 DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIA PRIMA

3.3.5.1 Cálculo de Materiales Productivos.

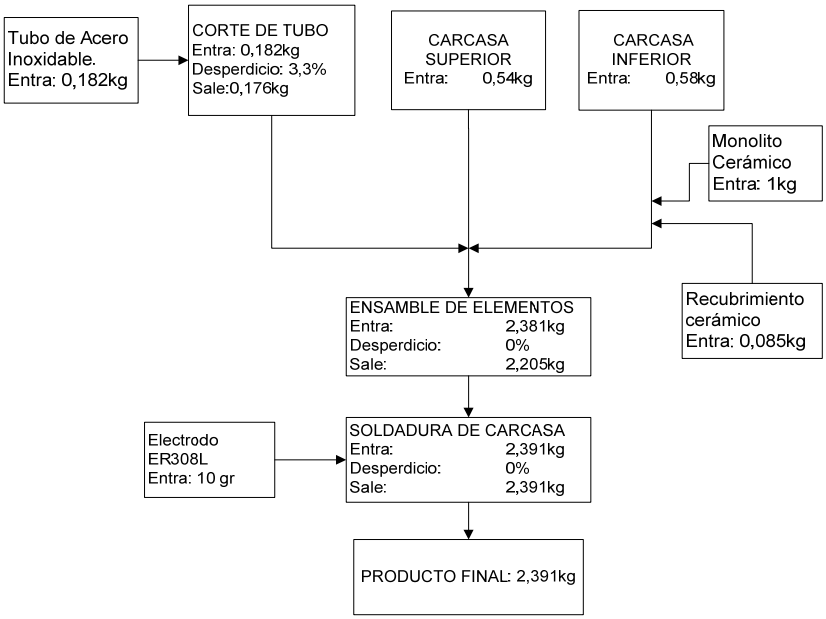


Figura 3.6 Requerimientos de materia prima

Se definen materiales productivos los cuales forman parte del producto[57], los cuales son las carcasas de acero, los tubos de acoples, el recubrimiento y monolito cerámico, en la Figura 3.6 se muestra la cantidad de material que se requiere para fabricar un convertidor catalítico, como también el porcentaje de desperdicio en cada proceso.

En la Tabla 3.12 se indican los materiales que se requieren procesar y la cantidad de materia prima que se requiere para fabricar 5000 convertidores catalíticos, no se toma en cuenta ni el recubrimiento ni el monolito cerámico,

[57]RUIZ,Rodrigo, *Ingeniería del Proyecto*,E.P.N, Quito, 2009, P:54

debido a que los mismos no requieren ser procesados, y por lo tanto se requieren de 5000 unidades de cada uno.

Tabla 3.12 Materiales productivos

Material	Unidad	Cant.	Plano/norma	Presentación comercial	Cant. Anual
Carcasas de acero inoxidable (Superior)	u	1	Plano 1.2712.101	Carcasas con la forma del convertidor	5 000 Carcasas
Carcasas de acero inoxidable (Inferior)	u	1	Plano 1.2712.102	Carcasas con la forma del convertidor	5 000 Carcasas
Monolito	u	1	Norma ASTM C1674	Monolito	5 000 unidades
Aislamiento térmico interno	u	1	Anexo G.4	Recubrimiento	5 000 unidades
Acople de escape	u	2	Norma ASTM A 269	Tubo de 6m de largo, Φ50,8 mm, espesor de 1,10mm.	107 tubos
Alambre electrodo ER308L	kg	0,100 aprox.	Norma AWS A5.18	Rollo de 12,5kg	40 rollos

El consumo del electrodo se ha determinado estimando que, teóricamente se depositan 0,12kg/m en una junta a filete en posición plana de tamaño 1.5mm[58], y que la longitud a soldar corresponde a la suma de las longitudes de la periferia del convertidor catalítico y de los perímetros de los acoples de escape. Esto es, 268mm cada junta longitudinal de la periferia del convertidor, y 189mm la circunferencia de cada acople. Multiplicando cada valor por 2, y sumando esos resultados se obtiene una longitud total de soldadura de 744mm. Finalmente se determina que para cada convertidor catalítico se requieren 0,0892kg de electrodo. Pero, dado los desperdicios, y redondeando el valor obtenido, se prevé 0,100 kg de electrodo por convertidor catalítico.

3.3.5.2 Cálculo de Materiales Indirectos.

Son los materiales que se requieren en alguna parte del proceso pero no están integrados al producto.[59] En este caso los materiales improductivos son: el consumo de energía eléctrica, gas de protección para soldaduras, consumo de

[58] ESAB, *Welding Manual, Filler materials for manual and automatic welding*, Göteborg, Fifth Edition, 2003, P:140
[59] RUIZ,Rodrigo, *Ingeniería del Proyecto*,E.P.N, Quito, 2009, P:54

cartón para el empaquetado de los convertidores. A continuación se tabulan estos insumos con la cantidad anual requerida para la fabricación del producto.

3.3.5.2.1 Cálculo de consumo de energía eléctrica.

Para el cálculo del consumo eléctrico se suman la potencia de los equipos que se indican en la Tabla 3.13. El consumo anual es de 22038 kW-h al año. A este valor se adiciona el 5% por concepto de iluminación e imprevistos, con lo que se obtiene un estimado de consumo de 23140 kW-h al año.

Tabla 3.13 Cálculo de consumo de energía eléctrica

Puesto de trabajo	Máquina/equipo	Cant.	POTENCIA		Tiempo de ocupación diario [h]	Consumo
			Hp	kW		kW-h/día
Soldadura	Soldadoras MIG	2	10,2	7,6	5	76,0
Corte de tubos	Sierra de disco	1	4,0	3,0	1	3,0
Bodega de materia prima	Montacargas eléctrico	1	2,1	1,6	2	3,2
Cuarto de máquinas	Compresor	1	2,0	1,5	4	6,0
				TOTAL Consumo diario [kW-h]		88,2
				días trabajados al año		250
				CONSUMO ANUAL [kW-h]		22038
				Imprevisto 5%		1102
				ESTIMADO [kW-h]		**23140**

Las especificaciones técnicas de las máquinas se encuentran especificadas en el ANEXO J pág. 207

3.3.5.2.2 Cálculo de la cantidad de Gas de Protección de Soldadura.

El cálculo de la cantidad del gas de protección se lo realiza mediante la cantidad de gas requerido para soldar una unidad, luego se calcula para el total anual que son 5000 unidades, y a continuación se determina la cantidad de tanques envasados con 10 m^3, en condiciones normales. Para el proceso de soldadura especificado, se requiere de un flujo de gas de protección de 12lts/min. Y, según

el tiempo estimado de soldadura del convertidor catalítico (12 minutos), se obtiene que para un convertidor catalítico se requieren de 144lts de gas, y considerando desperdicios y las eventualidades del proceso, se prevé 150lts para cada convertidor catalítico. El consumo anual se muestra en la Tabla 3.14.

Tabla 3.14 Cantidad de gas de protección que se requiere anualmente

Cantidad de gas por unidad fabricada [lts]	Cantidad de gas para 5000 unidades [lts]	Cantidad de gas en [m^3]	Cantidad de tanques de 10 m^3 (Condiciones de 15ºC y 1 atm)
150	750000	750	75

Una vez determinado la cantidad de energía y de gas de protección, la cantidad de cartones para empacar es de 5000 unidades. En la Tabla 3.15 se indica un resumen de la cantidad de materiales indirectos.

Tabla 3.15 Cantidad anual de materiales indirectos

Material	Cantidad anual	Referencia
Energía eléctrica	23140 kW-h (aprox.)	Tabla 3.13 pág.73
Gas de protección	75 tanques	Tabla 3.14 pág.74
Cartón para empaques	5000 cajas	

3.3.6 DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE PERSONAL

3.3.6.1 Personal Administrativo.

En este punto se describe los cargos que conformaran el personal administrativo, las funciones que desempeñaran, las herramientas que requerirán para cumplir con las tareas que se le serán encomendadas y los requisitos que deben cumplir para desempeñar el cargo correspondiente.

Tabla 3.16 Requisitos, herramientas y funciones del Personal Administrativo

Cargo	Funciones	Herramientas	Requisitos
Gerente General	Planificar	Computadora	Experiencia en el sector Industrial
	Dirigir		Gestionar Proyectos
	Organizar	Teléfono	Conocimientos de Inglés, Microsoft Project, Microsoft Office.
	Controlar		Capacidad de Liderazgo

Cargo	Funciones	Herramientas	Requisitos
	Administrar	Computadora	Conocimiento en administrar empresas
Contabilidad externa	Llevar la contabilidad de la empresa		Conocimiento en finanzas
			Título de tercer nivel como contador
Secretaria	Atender a clientes	Computadora	Secretariado
	Tomar Mensajes	Teléfono	
	Confirmar Reuniones	Fax	Dominio del idioma inglés
		Impresora	
Vigilante	Mantener el orden	Teléfono	Pertenecer a una empresa de prestigio
	Vigilar		Tenga una excelente hoja de vida
	Controlar ingreso y salida de personas		No tenga problemas legales

3.3.6.2 Personal Técnico.

En concordancia con el proceso de producción definitivo, en la Tabla 3.17 se detalla al personal técnico el cual será el encargado de elaborar el producto, como también otras actividades auxiliares.

Tabla 3.17 Funciones, herramientas y requisitos del Personal Técnico

Cargo	Funciones	Herramientas	Requisitos
Jefe de Planta	Diseñar	Computadora	Experiencia en el sector Industrial
	Planificar	Teléfono	Conocimiento en procesos de fabricación
	Organizar	Calibrador	Conocimientos de Inglés, AutoCad, Autodesk Inventor, Microsoft Project.
	Supervisar		Ingeniero Mecánico
	Controlar Personal	Flexómetro	Capacidad de Liderazgo
	Verificar calidad de Producto		
Operador de Montacargas	Manejar Montacargas	Montacargas	Sentido de Responsabilidad
	Ayudar a Cortar Material		
	Varias Actividades		
	Cortar Tubos	Tronzadora.	Título de Bachiller
			Sentido de Responsabilidad

Cargo	Funciones	Herramientas	Requisitos
Soldador	Soldar el convertidor catalítico	Soldadora GMAW	Soldador Calificado
	Sondear visualmente la soldadura		Experiencia con el proceso y soldando acero inoxidable
Ayudante Soldador	Ensamblar Convertidor	Posicionador para soldar	Título de Bachiller
			Sentido de Responsabilidad
Empacador	Verificar calidad de producto	Compresor	Título de Bachiller
	Empacar el producto	Cartón para empacar	Sentido de Responsabilidad
		Fundas Plásticas	
Conserje	Limpiar lugares de trabajo	Implementos de Limpieza	Carta de Recomendación
	Ayudar en varias actividades		Sentido de Responsabilidad

3.3.7 DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS REQUERIDAS PARA LA PLANTA

Para establecer los espacios necesarios para los puestos de trabajo de la planta y las zonas de almacenamiento, se determinan las dimensiones de los equipos y mobiliario en cada uno de ellos, de acuerdo a las dimensiones mostradas en sus respectivos catálogos (Ver ANEXO J pág.207) y a los espacios destinados según se muestra en el anexo N.5 (pág. 252), y se adiciona el espacio necesario para el o los obreros y para dar mantenimiento a los equipos. En la Tabla 3.18, se muestran las dimensiones y el área que cada elemento ocupa.

Tabla 3.18 Áreas requeridas para los puestos de trabajo de la planta

		Dimensiones [mm]			Área	Cant.	Espacio requerido			Área
Puesto de trabajo	Máquina/equipo/mueble	largo	ancho	altura	[m2]		largo	ancho	altura	requerida
Soldadura	Soldadoras MIG	1016	483	762	0,490728	2	4760	1480	300	7
	Mesa de ensamblaje con posicionador hidraulico de acionamiento manual	700	650	1406	0,455	2				
	Anaquel para monolitos, carcasas y tubos cortados	700	300	2000	0,21	2				
	Anquel para convertidores catalíticos	700	500	2000	0,35	2				
Corte de tubos	Tronzadora y su bastidor	500	400	1478	0,2	1	1561	1361	3000	2,1
	Espacio para coche de transporte(salida)	700	500	2000	0,35	1				
Control de calidad	Mesa de trabajo	1000	650	800	0,65	1	2200	1350	3000	3
	Anaquel de acopio para catalizadores sin probar	700	500	2000	0,35	1				
	Anaquel de acopio para catalizadores probados	700	500	2000	0,35	1				
Empaque	Mesa de trabajo	1650	650	800	1,0725	1	1900	1700	3000	3,2
	Anaquel de acopio de insumos de empacado	700	500	2000	0,35	1				
	Espacio para convertidores catalíticos empacados	1200	1000	800	1,2					
							ZONA DE PRODUCCIÓN			15,3
Baños/vestuarios	Lavamanos	500	450	800	0,225	1	2800	2350	2400	6,6
	Urinales	1250	850	1800	1,0625	1				
	Retretes	1500	850	1800	1,275	1				
	Hilera doble de armarios (8 en total)	1200	500	1800	0,6	1				
								ZONA DE ASEO		6,6
Bodega de materia prima	Estante para tubería, carcasas, cajas plegadas	6200	600	2000	3,72	1	7100	2000	3000	14,2
	Area de acopio de gas de soldadura	1600	500	2000	0,8	1				
	Anaquel de uso múltiple	1000	500	1800	0,5	1				
	Montacargas eléctrico	1500	690	2080	1,035	1				
Bodega de producto terminado	Pallets para convertidores cataliticos	1200	1000	500	1,2	2	3670	2200	3000	8,1
							ZONA DE BODEGAS			22,3
Oficinas	Gerente general y Jefe de planta	2800	1700	2400	4,76	1	7600	2800	2400	21,3
	Secretaria	3750	2800	2400	10,5	1				
	Baño para personal administrativo	2800	2200	2400	6,16	1				
								ONA DE OFICINAS		21,3
Vigilancia	Garita	2000	1000	2400	2	1	2000	1850	2400	3,7
	Baño	2000	850	1800	1,7	1				
Cuarto de máquinas	Compresor	1170	490	850	0,5733	1	2000	2000	850	4
	Transformador	800	500	1200	0,4	1				
Patio para contenedores	Contenedor	12000	2400	48000	28,8	5	16200	12200	48000	197,6
Parqueaderos	Plaza para camioneta	5000	2300	4000	11,5	4	9200	5000	4000	46
									EXTERIORES	251,3
									TOTAL	**302**

Cabe indicar que, se han adicionado espacios de 415 mm de ancho y de la longitud de acceso a la maquinaria o mobiliario para el caso en el que un obrero trabaje de pie y 1000 mm para el caso de labores de mantenimiento en las que se deba trabajar de rodillas o se requiera acceder con facilidad al puesto de trabajo[60].

[60] NEUFERT, Ernst. *Arte de proyectar en arquitectura.* Barcelona: Gustavo Gili, 1992. PP: 25-27, 323-348, 274-389.

Con estas consideraciones en la Tabla 3.18, también se muestra el área final destinada a cada espacio. De estos cálculos se desprende que, el área mínima del terreno para la planta es de 302 m^2. En base a esto y en concordancia con el análisis de ubicación de la planta, los terrenos disponibles en el parque industrial de la ciudad de Quito tienen un área mínima de 850 m^2. Esta área resulta conveniente para realizar la instalación de la planta, considerando que se necesitarán espacios para que la planta pueda ampliarse a futuro y que se requieren de espacios adicionales para pasillos, paredes, cerramientos, entre otros, los cuales se determinarán en la distribución de planta.

3.3.8 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La planta productiva debe contar no sólo con la zona destinada a producción, sino también disponer de espacios suficientes y correctamente distribuidos para la entrada de materias prima y salida de productos terminados, oficinas, sanitarios, etc. La valoración de la ubicación de las zonas en las que se divide la planta se hace utilizando el método SLP (Systematic Layout Planing). Este método incluye la realización de un diagrama de correlación y de un diagrama de hilos que facilitan la correcta distribución de la planta. La nomenclatura que se utiliza en el diagrama de correlación y en el diagrama de hilos se muestra en las Tabla 3.19 y en la Tabla 3.20.

Tabla 3.19 Simbología del método SLP[61]

Letra	Orden de proximidad	Valor de líneas
A	Absolutamente Necesario	
E	Especialmente Importante	
I	Importante	
O	Ordinario o normal	
U	Sin importancia	
X	Indeseable	
XX	Muy indeseable	

[61] BACA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos.* México: McGraw-Hill, 2003. P:110

Tabla 3.20 Código de razones para el diagrama de correlación[62]

Número	Razón
1	Por control
2	Por higiene
3	Por proceso
4	Por conveniencia
5	Por seguridad

En la Figura 3.7 se muestran las zonas que se han considerado necesarias para la planta y la relación de cercanía que existe entre cada una de ellas.

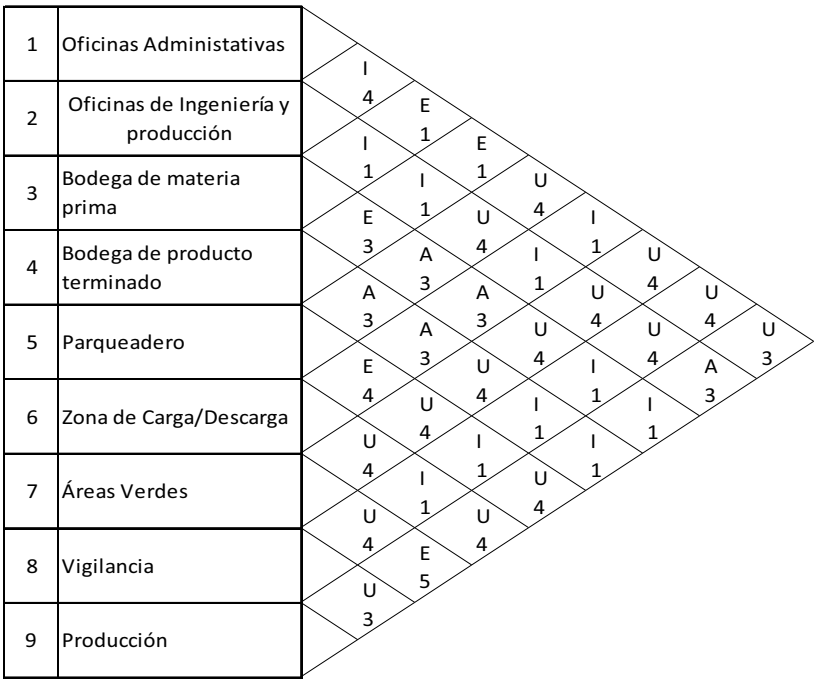


Figura 3.7 Diagrama de correlación para las zonas de la planta productiva

Con la información de la Figura 3.7 se obtiene el diagrama de hilos de la Figura 3.8. Con éste último se genera un esquema preliminar de la planta (Figura 3.9) que constituye la base para el diseño de la planta y para la elaboración de los planos de la misma.

Una vez que se ha obtenido el mejor ordenamiento de las áreas de la empresa, es necesario establecer la distribución de los puestos de trabajo dentro de la zona de producción, de manera que permita un correcto desempeño de todas y cada

[62] BACA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos.* México: McGraw-Hill, 2003. P:150

una de las actividades del proceso productivo, sin que se produzcan interferencias, y aprovechando al máximo el espacio disponible de esta zona.

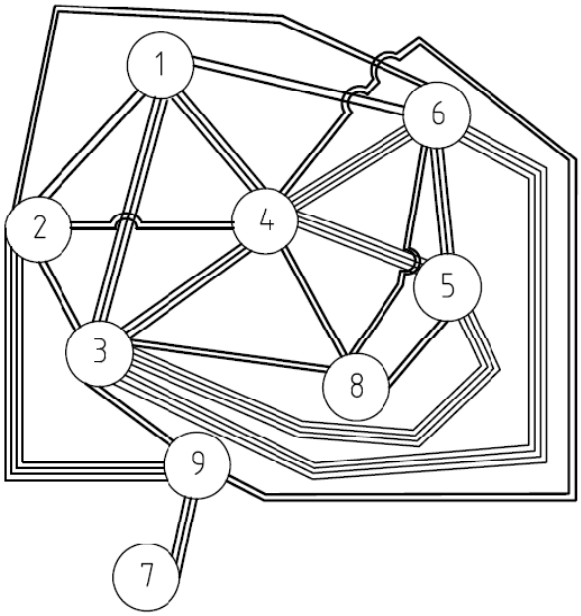


Figura 3.8 Diagrama de hilos para las zonas que componen la planta productiva

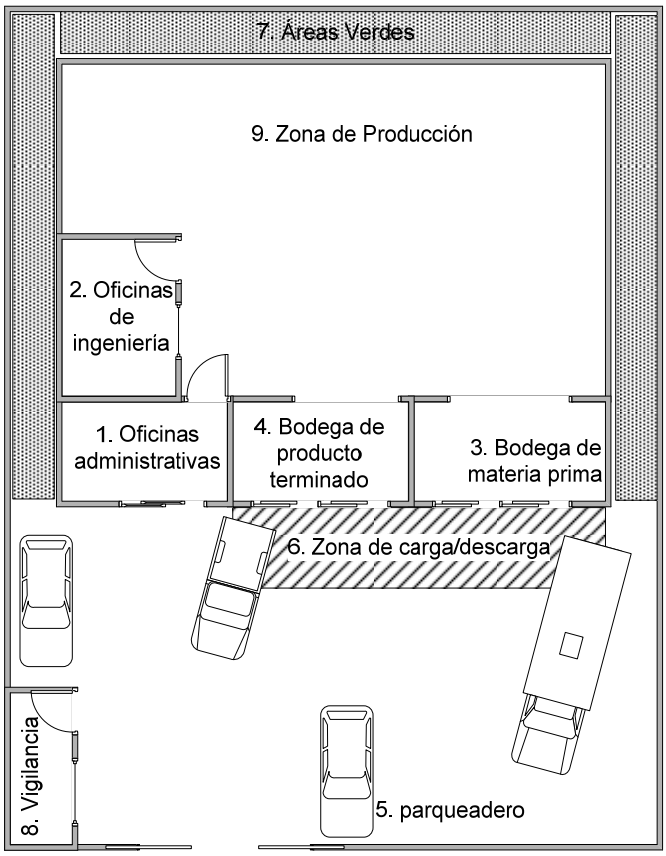


Figura 3.9 Esquema preliminar de la planta

El diagrama de correlación, de los puestos de trabajo de la planta, se muestra en la Figura 3.10, y el de hilos en la Figura 3.11. Estos dos diagramas sirven como base para construir un esquema preliminar de la ubicación de los puestos de trabajo (Figura 3.12) y finalmente el plano de distribución de la planta que se muestra en el anexo N.5 plano 1.2712.200.

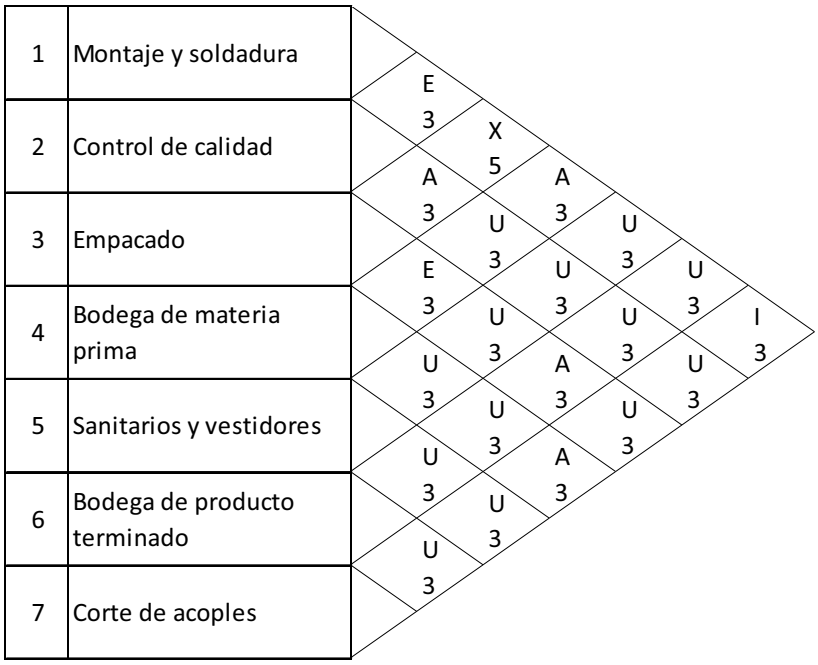


Figura 3.10 Diagrama de correlación de los puestos de trabajo en la zona de producción

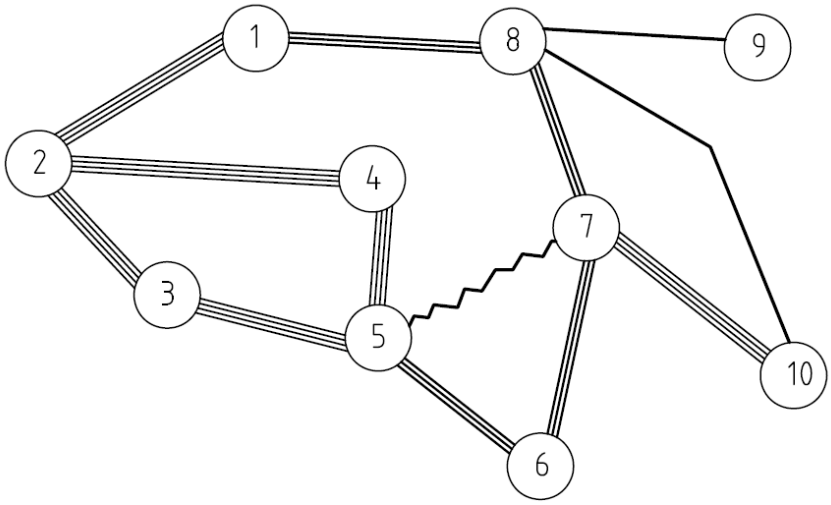


Figura 3.11 Diagrama de hilos de los puestos de trabajo en la zona de producción.

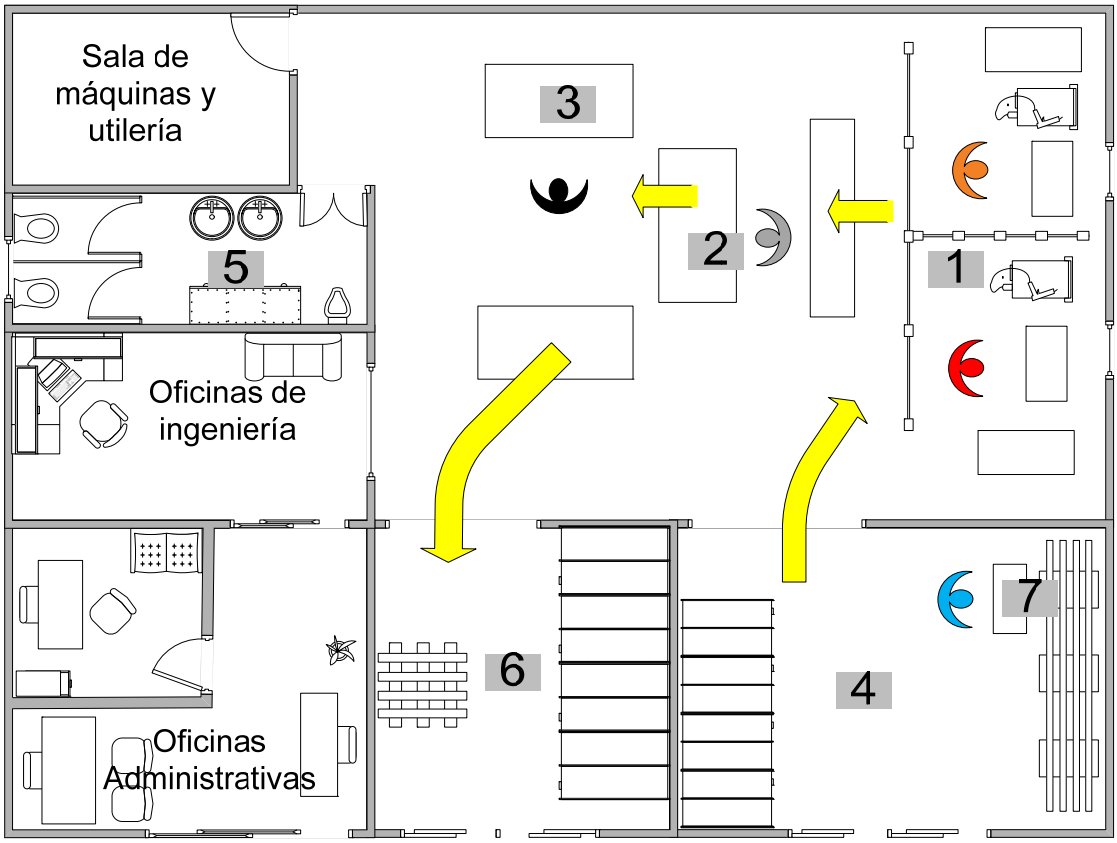


Figura 3.12 Esquema de distribución de puestos de trabajo en la zona de producción

En la Figura 3.12, se indica un esquema de la distribución de la planta, haciendo énfasis en la zona de producción, donde además de la ubicación de cada uno de los puestos de trabajo, se indica el flujo de los materiales (con flechas de color amarillo) y el personal requerido para la zona de producción (identificado con diferentes colores).

3.3.9 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

El recurso humano, es el elemento más importante de la planta ya que éste es el encargado de administrar, dirigir, manejar y mantener la maquinaria.

En la Figura 3.13 se presenta un organigrama de cómo se encontrarán distribuidas las funciones orgánicas de la planta.

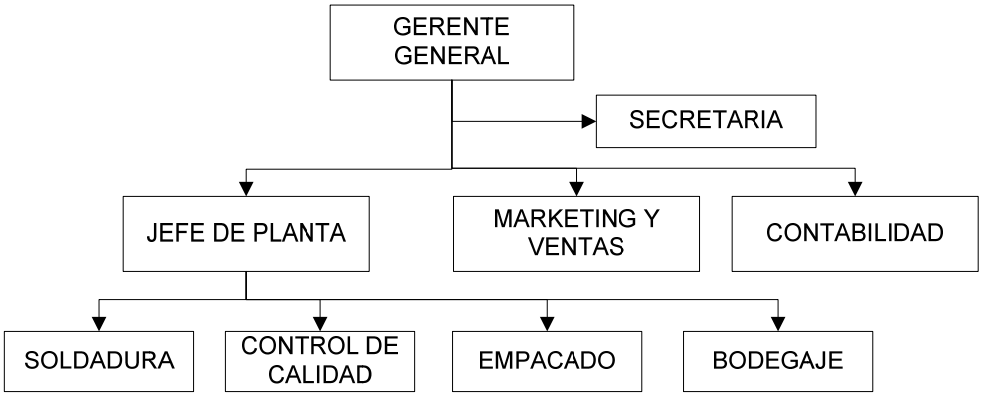


Figura 3.13 Organigrama de la empresa

3.4 IMPLEMENTACIÓN

La puesta en marcha de la planta de producción requiere de la ejecución de ciertas actividades. En la Tabla 3.21 se señalan los pasos a seguir para la ejecución del proyecto. Una de las actividades principales es la gestión y obtención del financiamiento ya que, de ésta depende el inicio de la construcción civil donde funcionará la empresa, y el inicio de los trámites de importación de los insumos necesarios. Se deben coordinar la adquisición de la maquinaria, insumos y la finalización de las obras de infraestructura para evitar tiempos muertos o retrasos que pudieran afectar económicamente al proyecto.

Tabla 3.21 Cronograma de implementación de la planta

		Meses											
	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Constitución legal de la empresa												
2	Gestión del financiamiento												
3	Compra del terreno												
4	Construcción de la obra civil												
5	Compra de monolitos												
6	Compra de aislamientos												
7	Fabricación de carcasas												
8	Compra de soldadoras												
9	Instalación y calibración de equipos												
10	Instalación de mobiliario												
11	Compra de insumos												
12	Pruebas												
13	Inicio de la producción												I

CAPÍTULO 4
ESTUDIO ECONÓMICO

Una vez que se han definido los requerimientos de la planta de producción, es necesario determinar los costos de funcionamiento de la planta como de fabricación del producto para poder realizar una evaluación financiera del proyecto. En este capítulo se desglosan los desembolsos de dinero para materiales, insumos, maquinaria, mano de obra, etc., a fin de obtener una proforma (estado de resultados) donde se relacionen todos estos valores.

Todos los costos considerados en este capítulo se encuentras sustentados por las correspondientes cotizaciones que se muestran en el ANEXO K pág. 213

4.1 ANÁLISIS DE COSTOS.

En esta sección se analizarán los distintos costos que se requerirán para el funcionamiento de la planta, estos gastos son referentes a producción, administración, venta entre otros.

4.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN

El costo de producción está conformado por todos los rubros que intervienen directamente en el proceso de fabricación de los convertidores catalíticos. Para realizar el cálculo de estos valores, se plantea la construcción de 5000 unidades anuales, a razón de 20 unidades diarias, además, todos los costos se expresan en dólares americanos en todas las tablas.

4.2.1 COSTOS DE MATERIA PRIMA

4.2.1.1 Justificaciones Arancelarias

Dado que se requieren importar componentes del convertidor catalítico, es necesario aumentar al costo de cada componente los costos de transporte y los costos que se generan por aranceles y demás impuestos en la aduana

ecuatoriana. Sobre éstos últimos, y previo al cálculo de los mismos, se debe tener en cuenta las siguientes definiciones[63]:

- CIF: corresponde a la base imponible de los aranceles nacionales. Se calcula de la siguiente forma:

$$CIF=FOB+FLETE+SEGURO \qquad 4.1$$

- FOB: valor de mercancía y gastos de transporte considerados hasta el embarque en el país de origen, soportado en facturas.
- SEGURO: valor de la prima del seguro contratado.
- AD-VALOREM (Arancel cobrado a las mercancías): este impuesto corresponde a la tarifa Arancel Nacional, que se calcula sobre el CIF.

$$AD\text{-}VALOREM=Tarifa\ de\ arancel\ nacional x CIF \qquad 4.2$$

Para el caso de monolitos y aislamientos internos, la tarifa de arancel nacional es del 10%[64], de tal manera que la ecuación 1.2 pasaría a ser:

$$AD\text{-}VALOREM=0{,}1xCIF \qquad 4.3$$

- FODINFA (Fondo de desarrollo para la infancia): impuesto del 0,5% calculado sobre el CIF, que se destina al Instituto Nacional del Niño y la Familia.
- ICE: impuesto a los consumos especiales
- SALVAGUARDIA POR BALANZA DE PAGOS: impuesto que administra la Aduana del Ecuador. Restricciones temporales que se aplican solamente a ciertos productos, en el caso de los monolitos y recubrimientos térmicos tiene un valor de cero[65].
- IMPUESTO A LA SALIDA DE DIVISAS: administrado por el Servicio de Rentas Internas, corresponde al 1% del CIF

[63] http://www.aduana.gov.ec/contenido/procImportar.html (11/05/2010)
[64] Partida arancelaria 870892000, Silenciadores y Tubos (Caños) de Escape, Biblioteca del Banco Central del Ecuador, Quito, Julio 2010.
[65] Ídem.

4.2.1.2 Monolitos

El costo de cada monolito se obtiene al sumar los valores descritos en la Tabla 4.1, donde el costo de monolitos fletes seguros y demás corresponde al costo de 5000 unidades, para finalmente obtener el costo unitario de cada monolito.

El costo de los 5000 monolitos corresponde al FOB ya que la cotización considera el costo de los mismos hasta el embarque puerto.

El valor CIF corresponde a la suma del FOB más el flete ya que en el flete se ha cotizado incluyendo los seguros correspondientes.

Tabla 4.1 Cálculo de costo unitario de monolito

Ítem	Descripción	Valor [USD]	Referencia
1	Costo 5000 monolitos (FOB)	178912,96	ANEXO K pág.215
2	Costo flete y seguro	24757,90	ANEXO K pág.217
3	CIF	203670,86	Apartado 4.2.1.1 pág.84
4	AD VALOREM (10%)	20367,09	Apartado 4.2.1.1 pág.84
5	FODIMFA (0.5%)	1018,35	Apartado 4.2.1.1 pág.84
6	ICE (0%)	0,00	Apartado 4.2.1.1 pág.84
7	SALVAGUARDIA (0%)	0,00	Apartado 4.2.1.1 pág.84
8	SALIDA DE DIVISAS (1%)	2036,71	Apartado 4.2.1.1 pág.84
9	TRÁMITES DE ADUANA	250,00	ANEXO K pág.219
10	TOTAL [USD]	254349,76	
	Costo unitario	**45,47**	

4.2.1.3 Aislamiento térmico

El costo de cada aislamiento cerámico, que de fábrica viene cortado a medida para el tamaño específico del monolito que va a utilizarse, se obtiene al sumar los valores descritos en la Tabla 4.2, donde el costo de aislamientos, fletes, seguros y demás corresponde al costo de 5000 unidades, para finalmente obtener el costo unitario de cada aislamiento cerámico.

El costo de los 5000 aislamientos corresponde al FOB ya que la cotización considera el costo de los mismos hasta el embarque puerto.

El valor CIF corresponde a la suma del FOB más el flete ya que en el flete se ha cotizado incluyendo los seguros correspondientes.

Tabla 4.2 Cálculo del costo unitario del aislamiento cerámico interno

Descripción	Valor [USD]	Referencia
Costo 5000 ISOMAT AV-5 (FOB)	21810,00	ANEXO K pág.216
Costo flete y seguro	2804,40	ANEXO K pág. 219
CIF	24614,40	Apartado 4.2.1.1 pág.84
AD VALOREM (10%)	2461,44	Apartado 4.2.1.1 pág.84
FODIMFA (0.5%)	123,07	Apartado 4.2.1.1 pág.84
ICE (0%)	0,00	Apartado 4.2.1.1 pág.84
SALVAGUARDIA (0%)	0,00	Apartado 4.2.1.1 pág.84
SALIDA DE DIVISAS (1%)	246,14	Apartado 4.2.1.1 pág.84
TRÁMITES DE ADUANA	250,00	ANEXO K pág.219
TOTAL [USD]	30958,93	
Costo unitario[USD]	**5,54**	

4.2.1.4 Carcasa de Acero Inoxidable.

El precio de la carcasa de acero inoxidable, la cual tiene las especificaciones del plano 1.2712.101 y del plano 1.2712.102, ver ANEXO N pág.251 tiene un costo unitario de 7,96 USD cada una ver ANEXO K pág.214.

4.2.1.5 Tubo de Acople.

Para el cálculo del precio unitario del acople, se basa en el costo de un tubo de 5800 mm de longitud, este tiene el diámetro interno como externo dado por las dimensiones que se indican en el Plano 1.2712.103 ANEXO N pág.251, la longitud de los acoples que se indican en este plano es de 63,5 mm, por lo tanto con este dato se determina el número de acoples por tubo de 5,8 m que se obtendrían. El precio del tubo sería dividido por el número de unidades de acoples que se obtienen en cada tubo.

Tabla 4.3 Determinación Precio Unitario de Acople

	Descripción	Valor	Referencia
A	Precio [USD] Tubo Acero Inoxidable AISI 304 cédula 40, longitud 5,8 m	234,55 [USD]	ANEXO K pág.220
B	Número de acoples que se obtienen dividiendo la longitud de un tubo para la longitud de un acople (5,8m / 0,0665 m)	87 unidades	Longitud de acople conforme se indica en el Plano 1.2712.103
	Precio unitario de cada acople (A/B)	**2,70 [USD]**	

4.2.1.6 Costo de Electrodo.

Para el costo del electrodo se determina la cantidad de material de aporte que se requiere, esto se encuentra señalado en el apartado 3.3.5.1 pág.71, la cantidad de electrodo que se requiere es de 0,1 kg, ver Tabla 3.12 pág.72, con esta cantidad se determina el costo de material de aporte en un convertidor.

Tabla 4.4 Cálculo de Costo de Electrodo

	Descripción	Valor	Referencia
A	Precio Alambre Electrodo ER-308L de 0,8 mm	16,54 [USD/kg]	ANEXO K pág.221
B	Cantidad que se requiere para ensamblar un convertidor catalítico	0,1 [kg]	Tabla 3.12 pág.72
	Precio de material de aporte en un convertidor catalítico (AxB)	**1,65 [USD]**	

4.2.1.7 Costo de Gas de Protección.

Igualmente que con el alambre electrodo, el cálculo de consumo de gas de protección se lo realizo en el apartado 3.3.5.2.2 pág. 73, con lo cual se puede determinar el costo de gas de protección para la fabricación de un convertidor catalítico.

Tabla 4.5 Costo Gas de Protección

	Descripción	Valor	Referencia
A	Gas de Protección (Ar 88%, CO_2 12%,) (Volumen a 15ºC y 1 atm)	35,16 [USD/m^3]	ANEXO K pág.222
B	Cantidad de gas que se requiere para ensamblar un convertidor catalítico	0,15 [m^3]	Tabla 3.14 pág.74
	Precio de gas de protección en un convertidor catalítico (AxB)	**5,27 [USD]**	

Estos costos se refieren a la adquisición de los materiales que conformaran el convertidor catalítico. En la Tabla 4.6 se indica la cantidad de materiales a utilizar para la fabricación de un convertidor, el costo de cada elemento y el costo total para la conformación del producto, además del costo anual el cual se refiere a las 5000 unidades que se producirán en un año.

Tabla 4.6 Costo de materia prima

	A	B	C	D	E
Materia Prima	**Cant./ unid.**	**Costo [USD]**	**Costo total [USD]**	**Costo Anual (Cx5000)**	**Referencia Precio Unitario**
Monolito cerámico [u]	1	45,47	45,470	227350,00	Tabla 4.1 pág.86
Isomat AV5 [u]	1	5,54	5,540	27700,00	Tabla 4.2 pág.87
Carcasas de Acero Inoxidable 304L [u]	2	7,96	15,920	79600,00	Apartado 4.2.1.4 pág. 87
Acople acero inoxidable AISI 304 [kg]	2	2,70	5,400	27000,00	Tabla 4.3 pág.87
Alambre Electrodo ER 308 L, ϕ=0,8mm. [kg]	0,1	16,54	1,654	8270,00	Tabla 4.4 pág.88
Mezcla de Gas 88% Ar y 12% CO2 [m3.]	0,15	35,160	5,274	26370,00	Tabla 4.5 pág.88
		Total	79,26	**396290,00**	

4.2.1.8 Costos de empaque

Una vez fabricado el convertidor, este será empaquetado para su protección durante el almacenamiento y transporte, los materiales que se utilizaran son una funda plástica que evitará que entre impurezas y una caja de cartón, además de una etiqueta. En la Tabla 4.7 se detalla el costo de cada uno de estos materiales tanto para una unidad fabricada como para las 5000 unidades anuales

Tabla 4.7 Costo de empaque

Detalle	Cant. Anual	Costo Unitario [USD]	Costo anual [USD]	Referencia
Cartones	5000	0,3	1500	ANEXO K pág.225
Funda plástica	5000	0,098	490	
Etiqueta	5000	0,05	250	
		Total	**2240**	

4.2.1.9 Costos de útiles de aseo y seguridad

Se toma en cuenta el costo de varios elementos los cuales servirán para limpieza, seguridad y aseo de los trabajadores. En la Tabla 4.8 se detallan los elementos, la cantidad que se utilizaran por año, su costo unitario como también su costo anual.

Tabla 4.8 Útiles de Aseo y Seguridad

Detalle	Nº de Unidades por año	Pág. De referencia de cotización	Precio Unitario [USD]	Costo Anual [USD]
Cepillo metálico	8	234	0,72	5,76
Gafas de protección claras	13	224	2,50	32,50
Pares de guantes de protección de nitrilo	9	224	1,70	15,30
Pares de guantes de cuero para soldar API	4	224	5,00	20,00
Recarga anual Extintores ABC	3	226	5,50	16,50
Botiquín	1	234	20,33	20,33
Tacho de 132 lts con ruedas (material a reciclar)	3	234	59,55	178,65
Tacho de 12 lts acero inoxidable	5	234	21,03	105,15
Escoba simple plástica	3	234	1,63	4,89
Pala metálica recogedora de basura con mango	2	234	7,85	15,70
Trapeador de 800 mm	2	234	14,23	28,46
Brocha de 101,6 mm (4 pulg)	3	234	4,04	12,12
Brocha de 25,4 mm (1 pulg)	3	234	1,07	3,21
			Total	**458,57**

4.2.1.10 Costos de energía y agua

Tabla 4.9 Equipos considerados para el consumo de energía

Puesto de trabajo	Máquina/equipo	Cant.	POTENCIA		Tiempo de ocupación diario [h]	Consumo
			Hp	kW		kW-h/día
Soldadura	Soldadoras MIG	2	10,2	7,6	5	76,0
Corte de tubos	Sierra de Disco	1	4,0	3,0	1	3,0
Bodega de materia prima	Montacargas eléctrico	1	2,1	1,6	2	3,2
Cuarto de máquinas	Compresor	1	2,0	1,5	4	6,0
				Total Diario		88,2
				Días trabajados al año		250
				Consumo anual Aproximado		22038
				Imprevistos (5%)		1101,9
				TOTAL ANUAL ESTIMADO [kW-h]		**23140**
				TOTAL MENSUAL PROMEDIO [kW-h]		**1928**

Los costos de la energía eléctrica se basan en el tiempo de operación y los requerimientos de energía de las máquinas de la planta que se muestran en la Tabla 4.9. Las especificaciones de estas máquinas se muestran en el ANEXO J. Este consumo es de 22038 kW-h al año. A este valor se adiciona el 5% por concepto de iluminación e imprevistos, con lo que se obtiene un estimado de consumo de 23140 kW-h al año, a este valor es dividido para doce con lo cual se obtiene el consumo al mes el cuál es de 1928 kW-h. Bajo estas consideraciones, se realiza el cálculo de los costos de energía en la .
Tabla 4.10, de acuerdo con las disposiciones tarifarias de de la Empresa Eléctrica Quito S.A ver ANEXO K pág. 227.

Tabla 4.10 Costo de la energía eléctrica

Detalle		Costo [USD]	Referencia
Consumo Mensual Eléctrico [kW-h]	1928		Tabla 4.9 pág.90
Costo Consumo eléctrico	0,068 USD/kW-h	131,10	ANEXO K pág.227
Cargo por Facturación		1,41	
Base		4,18	
6,5% Consumo en concepto a alumbrado público		8,52	
10% Por recolección de basura		13,11	
Contribución Cuerpo de Bomberos (Valor Fijo)		15,84	
Total Mensual		174,17	
Total Anual		**2090,07**	

Por su parte, el gasto de combustible se considera el consumo de la camioneta de la empresa. Para el cálculo del consumo de combustible, se asume que la camioneta solamente se desplazará en la ciudad de Quito, con lo cual se asume que el tanque se llenará completamente una vez por semana, la capacidad del tanque de combustible del vehículo es de 76 lts ≈ (20 gls) ver especificaciones de la camioneta en el ANEXO J, pág. 211, a continuación se indica el costo estimado mensualmente y anual de consumo de combustible por parte de la camioneta, el precio de combustible se indica en el ANEXO K pág. 228

A pesar de que el agua no interviene directamente en ninguno de los procesos de producción, se requiere considerar el consumo que por concepto de higiene que el personal necesitará. La cantidad de agua por día que requiere cada trabajador

es de 150 lts[66], En la planta se encontrarán trabajando 3 personas en el área administrativa, mientras en el área técnica trabajarán 7 personas, en total 10 personas se ubicarán en la planta, por lo que el consumo diario de agua de todo el personal es de 1500 lts (1,5 m^3), este valor es multiplicado por 20 días laborales que tiene un mes dando un total de consumo de 30 m^3 al mes. A continuación en la Tabla 4.12 se indica el cálculo de costo de agua. El despliegue tarifario se indica en el ANEXO K pág. 228

Tabla 4.11 Cálculo de costo de combustible

Detalle	Unidades	Referencia
Capacidad de tanque [galones]	20,08	ANEXO J pág.211
Precio de Diesel/gl [USD]	1,00	ANEXO K pág.228
Costo llenar el tanque [USD]	20,08	
Costo estimado de llenar 4 veces el tanque por mes [USD]	80,31	
Imprevistos [USD]	9,69	
Costo aproximado mensual [USD]	90,00	
COSTO ANUAL [USD]	**1080,00**	

Tabla 4.12 Costo de Agua potable

Detalle	Consumo [m^3]	Costo por metro cubico [USD]	Costo [USD]
Consumo de Agua potable [metros cúbicos]	30	0,72	21,60
Administración Clientes (Valor Fijo)			2,10
Tasa de Alcantarillado (38,6% Consumo de agua potable)			8,34
		Total Mensual	32,04
		TOTAL ANUAL	**384,45**

4.2.1.11 COSTOS DE MANO DE OBRA

Los costos de mano de obra directa de la Tabla 4.13 corresponden al personal que interviene directamente en la producción. Los beneficios de ley se han calculado en base a la asignación mensual propuesta para cada empleado, de acuerdo a los salarios sectoriales propuesto por el Ministerio de Relaciones Laborales ver ANEXO L, pág. 246 y a las aportaciones establecidas por el

[66] BACA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos.* México: McGraw-Hill, 2003. P:186

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Se ha considerado el pago del décimo tercero, décimo cuarto sueldo, el aporte mensual al IESS y el aporte de fondos de reserva.

En cuanto se refiere a la mano de obra indirecta, el único empleado que se puede clasificar dentro de estos gastos es el Jefe de Producción. A él se le ha asignado un mensual de USD 820, a lo que corresponden USD 3509,56 por beneficios de ley, dando como resultado un costo anual de USD 13349,56.

Tabla 4.13 Costo de mano de obra directa

	JEFE DE PLANTA	OPERADOR MONTACARGAS	SOLDADOR	AYUDANTE SOLDADOR	EMPACADOR	TOTAL [USD]
Salario Mensual [USD]	820	279,84	281,16	271,92	266,64	
Cant. Trabajadores [u]	1	1	2	2	1	
Salario Anual [USD]	9840	3358,08	6747,84	6526,08	3199,68	**29671,68**
13º Sueldo [USD]	820	279,84	562,32	543,84	266,64	2472,64
14º Sueldo [USD]	264	264	528	528	264	1848
Fondos de Reserva [USD]	820	279,84	562,32	543,84	266,64	2472,64
Vacaciones [USD]	410	139,92	281,16	271,92	133,32	1236,32
Aporte al IESS (11,15%)	1097,16	374,43	752,38	727,66	356,76	3308,39
CNCF (0,5%)	49,2	16,7904	33,7392	32,6304	15,9984	148,36
IECE (0,5%)	49,2	16,7904	33,7392	32,6304	15,9984	148,36
Costo Total Anual por empleado [USD]	13349,56	4729,69	9501,5	9206,6	4519,04	**41306,39**

El total del costo anual únicamente en lo referente a los salarios es de 29671,68 USD, y el total de costo anual en lo referente a beneficios de ley es 11637,71 USD.

4.2.1.12 COSTOS DE MANTENIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

El mantenimiento que se aplica en la empresa no requiere de mano de obra adicional o externa, y será ejecutado por el personal de la planta y dirigido por el jefe de producción. De la misma manera, el proceso de control de calidad es ejecutado por le empacador, quien realiza la prueba de hermeticidad que asegura la inexistencia de fugas en el convertidor catalítico.

4.2.1.13 PRESUPUESTO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

Resumiendo, los costos de producción se muestran en la Tabla 4.14.

Tabla 4.14 Presupuesto de costos de producción anuales

	Concepto	Costo Anual [USD]	Referencia
A	Materia prima	396290,00	Tabla 4.6, pág.89
B	Empaque	2240,00	Tabla 4.7, pág.89
C	Otros materiales	458,57	Tabla 4.8, pág.90
D	Energía Eléctrica	2090,07	. Tabla 4.10, pág.91
E	Agua	384,45	Tabla 4.12, pág.92
F	Combustible	1080,00	Tabla 4.11, pág.92
G	Otros gastos Imprevistos	650,52	
H	Personal Técnico	41306,39	Tabla 4.13, pág.93
	TOTAL	**444500,00**	

4.2.2 GASTOS DE PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN

Tabla 4.15 Gastos del personal Administrativo

	GERENTE GENERAL	SECRETARIA	VIGILANTE	TOTAL
Salario Mensual [USD]	1000	279,84	264	
Cant. Trabajadores [u]	1	1	1	
Salario Anual [USD]	12000	3358,08	3168	**18526,08**
13º Sueldo [USD]	1000	279,84	264	1543,84
14º Sueldo [USD]	264	264	264	792
Fondos de Reserva [USD]	1000	279,84	264	1543,84
Vacaciones [USD]	500	139,92	132	771,92
Aporte al IESS (11,15%)	1338	374,43	353,23	2065,66
CNCF (0,5%)	60	16,79	15,84	92,63
IECE (0,5%)	60	16,79	15,84	92,63
Costo Total Anual por empleado [USD]	16222	4729,69	4476,91	**25428,6**

Se ha establecido que para llevar la administración de la empresa, se requerirá de un Gerente general, una secretaria y un vigilante. La secretaria recibirá una remuneración de acuerdo al salario sectorial establecido por el Ministerio de Relacione Laborales ver ANEXO L pág.247 mientras que el vigilante recibirá una

remuneración básica unificada del año 2011 que corresponde a una cantidad de USD 264. A estos empleados directos de la empresa, incluyendo al vigilante, se les reconocerán los beneficios de ley. Los gastos por administración se muestran en la Tabla 4.15, dónde se puede evidenciar que el total del costo anual únicamente en lo referente a los salarios es de 18526,08 USD, y el total de costo anual en lo referente a beneficios de ley es 6902,52 USD

Los gastos por contabilidad se incluyen en los gastos de administración, pero al ser un servicio contratado, no se contabilizan los desembolsos por concepto de beneficios de ley, pues dichos valores son responsabilidad de la empresa que ofrece el servicio.

4.2.3 GASTOS EN TELECOMUNICACIONES.

Para el gasto en telecomunicaciones se toma en cuenta el costo en lo referente a consumo de Internet para tres equipos, con un ancho de banda de 1024 Kbps x 250 kbps, el cual tiene un costo de 24,90 USD mensuales, Este costo es referente a un plan proporcionado por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones. Además del internet se debe tomar en cuenta el costo en lo referente a consumo telefónico, el cual se contará con dos planes corporativos de una compañía operadora móvil ver ANEXO K pág.243, para los siguientes miembros de personal que son el Gerente general y Jefe de Planta.

Tabla 4.16 Costo Telecomunicaciones

	Detalles	Costo [USD]
A	Tarifa de 2 teléfonos móviles	100,00
B	Costo Internet	24,90
C	Total Mensual (A+B)	124,90
	Total Anual	**1498,80**

4.2.4 GASTOS POR VIAJES

En los costos de administración se incluyen 2 viajes al año a la ciudad de Cuenca por parte de una persona con el objeto de resolver alguna inquietud que exista por parte de las personas que se encuentran vendiendo el producto en esta ciudad. El costo del pasaje en avión de ida y regreso es de 116,90 USD, se estima que la persona que viaje, se quedará dos días y una noche, por lo tanto el costo del hotel

es de 40 USD ver ANEXO K pág.244, además se le asigna un valor de 250 USD en referente a viáticos.

Tabla 4.17 Costos de Viaje

	Detalle	Costo [USD]
A	Pasaje Ida y regreso	116,90
B	Estadía Hotel	40,14
C	Viáticos	250,00
D	Total (A+B+C)	407,04
	Total Anual	**814,08**

4.2.5 UTILES DE OFICINA

El material de oficina que se toma en cuenta incluyen papelería, lápices y esferográficos, facturas, recargas de tóner entre otros, cantidad que al año asciende a aproximadamente USD 181,00. Los precios de los útiles se aprecian en el ANEXO K pág. 230

Tabla 4.18 Útiles de Oficina

Detalle	Nº de Unidades al año	Precio Unitario [USD]	Precio Total [USD]
Hojas Membretadas	2000		100,00
Resma de papel	4	4,8	19,20
Caja de grapas	5	1,2	6,00
Caja de clips	5	0,3	1,50
Recarga Tóner impresora	2	14	28,00
Cuchillas	10	0,8	8,00
Esferos	20	0,3	6,00
Cd-s	25	0,5	12,50
Total			**181**

Además, se destina una cantidad de USD 1000 como otros gastos en la administración con el objeto de tener un respaldo financiero en caso de realizar algún gasto extra en una situación no prevista, en esta área. En la Tabla 4.19 se indica un resumen sobre los gastos de administración.

Tabla 4.19 Gastos de administración

	Concepto	Gasto Anual [USD]	Referencia
A	Personal	25428,60	Tabla 4.15 pág.94
B	Comunicaciones	1498,80	Tabla 4.16 pág.95
C	Transporte (Viaje, Viáticos)	814,08	Tabla 4.17 pág.96
D	Útiles de Oficina	181,00	Tabla 4.18 pág.96
E	Imprevistos	2077,52	
	TOTAL	**30000,00**	

4.2.6 GASTOS DE VENTA

Las ventas que realizará la empresa serán a distribuidores del producto, los cuales asumirán los gastos de distribución y venta como son personal, etc. Sin embargo a los distribuidores se les dará un incentivo del 5% del valor del producto por cada unidad vendida, en la Tabla 4.21 se indica el valor del producto el cual es de USD 160. Por lo tanto el 5% de este valor y de todas las unidades vendidas, el costo de incentivo asciende a USD 40000 por año.

Las actividades de coordinación de ventas han sido también asignadas al gerente general, por lo que esos gastos no se incluyen en esta sección. De la misma manera las entregas del producto se realizarán con la camioneta de la empresa. Los gastos que genera este vehículo se consideraron en los gastos por combustibles y el costo de utilización se cargará en el estudio de depreciaciones, por lo que tampoco se incluye en esta sección.

4.2.7 GASTOS FINANCIEROS.

Los gastos financieros, se refiere al pago de intereses correspondiente al préstamo que se realiza para adquirir el equipo de fabricación, de oficinas y para la adquisición de monolitos, estos gastos se indican en el ANEXO M pág.250

4.2.8 RESUMEN DE COSTOS.

En laTabla 4.20 se indica un resumen de los costos anuales en la planta, como son producción, administración, etc.

Nota: Los costos de la Tabla 4.20 van aumentando a una tasa promedio de inflación del 4,37%. Además en el año 5 en el valor de materia prima y materiales directos no se toma en cuenta el valor de los monolitos el cuál es de 227350 USD (ver Tabla 4.6 pág.89) (el valor equivalente en el año 5 es 269772,51) Por lo tanto el valor correspondiente al materia prima en el año 5 es igual a 470235,97 USD menos el valor de los monolitos 269772,50 con lo que se obtiene un valor de 200463,46

Tabla 4.20 Resumen de Costos

COSTOS DEL PROYECTO											
		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
	COSTOS DE FABRICACION	VALOR	SUBTOTAL	VALOR	SUBTOTAL	VALOR	SUBTOTAL	VALOR	SUBTOTAL	VALOR	SUBTOTAL
a)	**COSTOS DIRECTOS**										
	Materias primas y materiales directos	396290,00		413607,87		431682,54		450547,06		200463,46	
	Mano de obra directa	29671,68		30968,33		32321,65		33734,10		35208,28	
	Cargas sociales	11634,71	437596,39	12143,15	456719,35	12673,80	476677,99	13227,65	497508,82	13805,69	249477,44
b)	**GASTOS DE FABRICACION**										
	Combustibles y lubricantes	1080,00		1127,20		1176,45		1227,87		1281,52	
	Útiles de aseo y seguridad	458,57		478,61		499,52		521,35		544,14	
	Energía	2090,07		2181,40		2276,73		2376,22		2480,06	
	Agua (Uso humano)	384,45		401,25		418,79		437,09		456,19	
	Empacamiento	2240,00		2337,89		2440,05		2546,68		2657,97	
	Otros costos de fabricación	650,52	6903,61	678,95	7205,29	708,62	7520,17	739,58	7848,80	771,90	8191,79
c)	**GASTOS DE ADMINISTRACION**										
	Sueldos y salarios (Ejecutivos, personal aux.)	18526,08		19335,67		20180,64		21062,53		21982,97	
	Cargas sociales	6902,52		7204,16		7518,98		7847,56		8190,50	
	Útiles de oficina	181,00		188,91		197,17		205,78		214,77	
	Transporte (Viajes, viáticos)	814,08		849,66		886,79		925,54		965,98	
	Comunicaciones	1498,80		1564,30		1632,66		1704,00		1778,47	
	Otros gastos de administración	2077,52	30000,00	2168,31	31311,00	2263,06	32679,29	2361,96	34107,37	2465,18	35597,87
d)	**GASTOS DE VENTAS**										
	Comisiones a vendedores (5% Precio Producto)	40000,00	40000,00	42500,00	42500,00	43750,00	43750,00	46250,00	46250,00	47500,00	47500,00
e)	**GASTOS FINANCIEROS**										
	Intereses a largo plazo	37540,21	37540,21	31972,19	31972,19	24409,69	24409,69	15939,28	15939,28	6451,95	6451,95
	Total		552040,21		569707,84		585037,14		601654,27		347219,05

4.3 DETERMINACIÓN DE LOS INGRESOS POR VENTAS

Como se muestra en la Tabla 4.21, los ingresos que se generen en el proyecto serán por la venta de los convertidores catalíticos. Se ha considerado una producción constante de 5000 unidades anuales durante los 5 años de análisis y una inflación del 4,37% (Ver CAPÍTULO 2 Pág.46) anual (valor calculado en el estudio de mercado) para el mismo período.

Tabla 4.21 Ingresos por ventas del producto

Año	Nº Unidades Vendidas	Precio Unitario [USD]	Ingreso Total [USD]
1	5000	160,00	800000,00
2	5000	170,00	850000,00
3	5000	175,00	875000,00
4	5000	185,00	925000,00
5	5000	190,00	950000,00

4.4 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

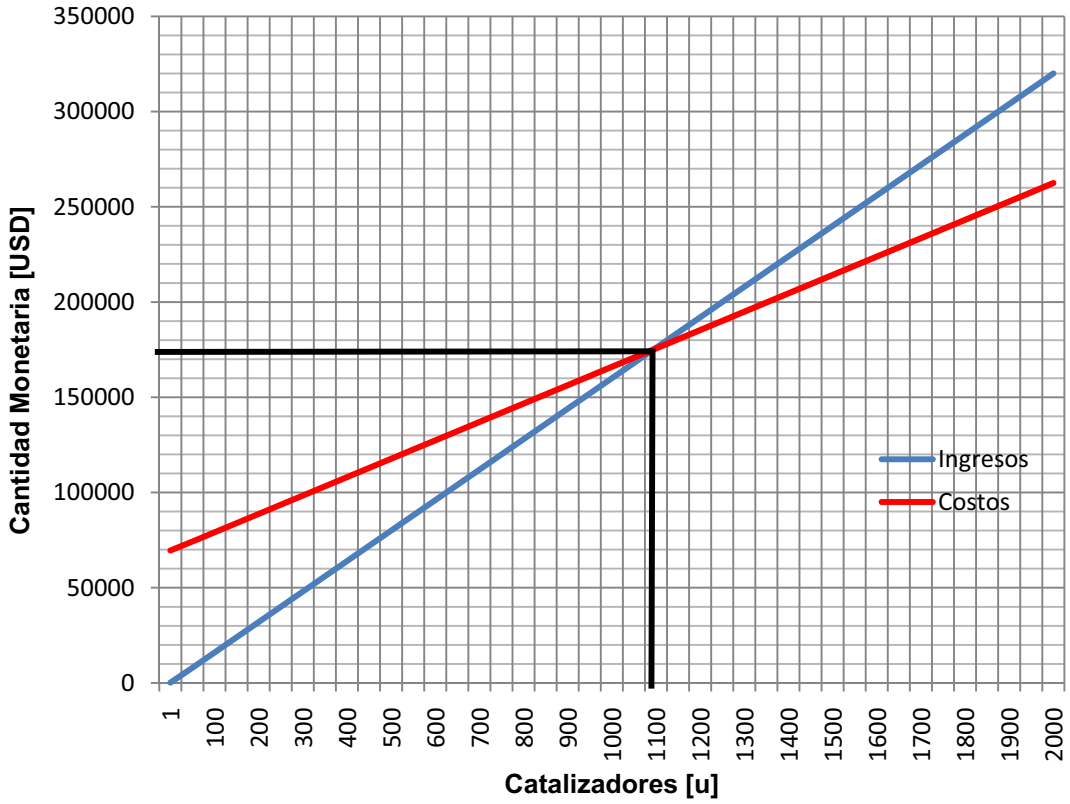


Gráfico 4.1 Relación de ingresos, costos fijos y variables

Considerando el presupuesto de ingresos, y los costos fijos y variables de producción, se determina el volumen de producción necesario para que los ingresos por ventas igualen a los egresos de la empresa (producción, administración, etc.). Los costos fijos se han establecido en USD 69463 los costos de producción de cada convertidor en USD 96,51 y el precio de venta unitario en USD 160. En base a esto el punto de equilibrio se sitúa en las 1095 unidades. Es decir, si se venden menos de 1095 unidades al año, la empresa incurriría en pérdidas, sin embargo, el planteamiento es comercializar 5000 convertidores catalíticos anuales, con lo que se asegura la rentabilidad del proyecto.

4.5 ESTADO DE RESULTADOS

Tabla 4.22 Estado de resultados

	Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año5	Ref.
A	Ventas netas	800000,00	850000,00	875000,00	925000,00	950000,00	Tabla 4.21 pág.99
B	Costos de producción	444500,00	463924,65	484198,15	505357,61	257669,23	Tabla 4.14 pág.94
C	Utilidad bruta en ventas (A - B)	355500,00	386075,35	390801,85	419642,39	692330,77	
D	Costos en ventas	40000,00	42500,00	43750,00	46250,00	47500,00	Apartado 4.2.6 pág.97
E	Utilidad neta en ventas (C - D)	315500,00	343575,35	347051,85	373392,39	644830,77	
F	Costos en administración	30000,00	31311,00	32679,29	34107,37	35597,87	Tabla 4.19 pág.96
G	Utilidad neta en operación (E - F)	285500,01	312264,36	314372,56	339285,01	609232,90	
H	Costos financieros	37540,21	31972,19	24409,69	15939,28	6451,95	Tabla M.2 pág.250
I	Utilidad antes de reparto (G - H)	247959,79	280292,16	289962,86	323345,73	602780,95	
J	Reparto de utilidades (15%)	37193,97	42043,82	43494,43	48501,86	90417,14	
K	Utilidad antes de impuesto (I - J)	210765,82	238248,34	246468,43	274843,87	512363,81	
L	Impuesto a utilidades (25%)	52691,46	59562,08	61617,11	68710,97	128090,95	
M	**Utilidad neta (K-L)**	**158074,37**	**178686,25**	**184851,33**	**206132,91**	**384272,86**	

Una vez que se han establecido todos los costos, y los ingresos por ventas, éstos resumen y relacionan en un balance general de pérdidas y ganancias (Tabla 4.22).

4.6 INVERSIONES

En este apartado se detallan las inversiones que se deben realizar previamente a la producción, entre ellos, los equipos que se necesitan para la producción, administración, con el costo de cada elemento, además de la inversión que se debe realizar para cubrir los costos del primer mes de operación antes de que el producto salga a la venta.

4.6.1 INVERSIÓN INICIAL EN ACTIVO FIJO

4.6.1.1 Activo fijo de producción

En este punto se detallan los equipos que se necesitan para realizar la fabricación de los convertidores catalíticos, con el precio de adquisición de los mismos, los elementos y sus costos se detallan en la Tabla 4.23, a continuación.

Tabla 4.23 Activo fijo de producción

Detalle	Nº de Unidades	Precio Unitario [USD]	Precio Total [USD]	Referencia Cotización Página
Montacargas manual de capacidad de 1,5 ton.	1	4450	4450,00	233
Sierra de Disco	1	235,35	235,35	234
Soldadora GMAW de 300 amp	2	6071,01	12142,02	231
Compresor de 2hp	1	451,21	451,21	232
Manómetro	1	81,61	81,61	236
Pares de Botas de protección punta de acero	15	33	495,00	224
Camisa de trabajo tipo jean	15	13,75	206,25	224
Pantalón de trabajo tipo jean	15	13,75	206,25	224
Máscaras para soldar	4	149	596,00	222
Extintores tipo ABC de 5,5 kg	3	30	90,00	226
Flexómetro de 5 m	1	5,51	5,51	234
Calibrador	1	18,85	18,85	234
Alicate básico de 203,5 mm	1	7,93	7,93	234
Juego de 10 piezas de desarmadores	1	11,33	11,33	234
Juego de 20 piezas de llaves métricas	1	42,5	42,50	234
Arco de Sierra manual	1	5,34	5,34	234
Nivel	1	6,52	6,52	234
Total			**19051,67**	

4.6.1.2 Transporte

Para la movilización y transporte se realizó la cotización de una camioneta con las especificaciones que se indican en el apartado 3.3.4.2 pág.67

Tabla 4.24 Costo Camioneta

Detalle	Precio [USD]	Ref. Cotización Pág.
Camioneta 4x2, Cabina simple, Capacidad 1 ton, Motor 2500 c.c. Diesel.	21990,00	223
Total	**21990,00**	

4.6.1.3 Terreno y obra civil

Dado que la planta se ubicará en el parque industrial de Quito, se deberá adquirir un terreno de las dimensiones que en este sector existan, los cuales se encuentran disponibles terrenos desde 840m^2, y que, de acuerdo a las necesidades del proyecto, se adquirirá un terreno de 30 m de frente con un área de 840 m^2.

Tabla 4.25 Costo de terreno

Detalle	Área [metro cuadrado]	Costo por metro cuadrado [USD]	Precio Total [USD]	Referencia Cotización Página
Terreno	840	47	39480,00	237

El área requerida para la planta de producción de acuerdo al plano de distribución, tendrá 11m de frente y 10 de ancho, con lo que la obra civil se deberá levantar sobre un área de 110 m^2 en estructura metálica con cubierta también metálica. Las paredes serán de bloque de 15 cm de ancho para el exterior y 10 cm para las divisiones interiores. No se incluirán acabados de costo elevado, con lo que el precio del metro cuadrado de construcción se ubica en USD 350, precio que incluye construcción y acabados. El área sobrante del terreno (730 m^2) se destinará a un patio de almacenamiento de 5 contenedores (estándar de 8 pies de capacidad) de convertidores catalíticos (200 m^2) y parqueaderos (55 m^2). El área sobrante se destina a áreas verdes sobre las

cuales se podrá realizar ampliaciones de la planta, y a espacios de maniobra para los contenedores.

Tabla 4.26 Costo de Infraestructura

Detalle	Contiene	Precio Total [USD]	Referencia Cotización Página
Planta	Construcción de Taller y área de oficinas según dimensiones del plano 1.2703.200, incluye:	45019,80	238
	Estructura metálica y cubierta (diseño construcción y montaje) en altura de 6m.		
	Paredes y divisiones internas en bloque vibrocompactado de 15 cm		
	Ventanas de 1220x600mm en sitios indicados		
	Puertas corredizas de ingreso personal de vidrio en posiciones indicadas		
	Puertas internas de aluminio y vidrio en posiciones indicadas		
	Puertas enrollables de ingreso a bodegas		
	Cimentación y pisos de primera calidad según dimensionamiento de cálculo estructural		
	Instalaciones sanitarias en cantidades y dimensione sindicadas		
	Acometidas eléctricas para equipos señalados en el plano de referencia		
	Acabados y pintura de primera calidad		
	Garita de construcción mixta		
	Baños en modelo económico incluyendo 4 sanitarios, 4 lavamanos, 3 urinales, 3 duchas		
	Cielo falso sobre el área de oficinas		
	Provisión de materiales		

Los costos del terreno y de la infraestructura se pueden comprobar en el ANEXO K

4.6.1.4 Activo fijo de oficinas.

En inversión de activo fijo de oficina se refiere a la adquisición de computadoras, muebles, entre otros. En la Tabla 4.27 se detallan cada uno de los artículos, el número a adquirir como también el precio. Además en la Tabla 4.28, se indica el precio correspondiente a los equipos de computación.

Tabla 4.27 Activo fijo de oficinas.

Detalle	Cant.	Precio Unitario [USD]	Precio Total [USD]	Referencia Cotización Página
Teléfonos	4	121,00	484,00	242
Fax Teléfono	1	208,00	208,00	242
Impresora Multifunción: Escáner, Impresión a color	1	50,93	50,93	240
Impresora monocromática láser	1	66,76	66,76	240
Estación de trabajo: Escritorio Modular	3	280,00	840,00	241
Archivadores 4 Gavetas	1	180,00	180,00	241
Silla Secretaria giratorias	3	95,00	285,00	241
Silla de visita	6	45,00	270,00	241
Archivador tipo credenza	2	235,00	470,00	241
		TOTAL	**2854,69**	

Tabla 4.28 Costo Computadoras

Detalle	Cant.	Precio Unitario [USD]	Precio Total [USD]	Referencia Cotización Página
Computadora: Disco duro 1 Tb, Procesador Intel Core i5, Memoria RAM 4Gb, Tarjeta de red, Tarjeta gráfica 1 Gb, Monitor 19”,Teclado, Mouse, Regulador de Voltaje 1200 VA	3	1039,47	3118,42	239
		Total	**3118,42**	

4.6.2 INVERSIÓN INICIAL EN ACTIVO DIFERIDO

Los activos diferidos corresponden a activos intangibles, es decir, a desembolsos que no pueden identificarse físicamente, pero son necesarios para la puesta en marcha de la empresa. En este sentido, se ha estimado un número de meses de acuerdo al cronograma de implementación del proyecto, en los que un grupo de profesionales se encargarán de iniciar y gestionar las actividades necesarias hasta que la planta empiece a producir. En la Tabla 4.29 se muestra el personal que se ha considerado, el tiempo que laborará y el dinero estimado requerido.

Tabla 4.29 Inversión inicial en activo diferido

Concepto	Personal	Asignación Mensual [USD]	Meses	Total [USD]
Planeación	2	800	1	1600
Ingeniería del proyecto	3	800	6	14400
Supervisión	1	650	12	7800
Administración del proyecto	1	650	12	7800
			TOTAL	**31600**

Adicional a los USD 31600 previstos como activo diferido, habrá que considerar también los gastos de constitución legal de la empresa. Estos gastos incluyen honorarios de abogados, impuestos y pagos en las diferentes entidades donde se requiere registrar las actividades de la empresa. Así, con un estimado de USD 1500 en honorarios de abogados, además se adiciona un valor de 1000 USD estimado para la realización de trámites e imprevistos que puedan suceder al momento de realizar estos trámites.

Tabla 4.30 Gastos Constitución

Detalle	Costo [USD]
Pago de Abogado	1500
Impuestos y Trámites	1000
Total	**2500**

Tabla 4.31 Inversión Diferida

Detalle	Costo [USD]	Referencia
Activo Diferido	31600	Tabla 4.29 pág.105
Gasto Constitución	2500	Tabla 4.30 pág.105
Total	**34100**	

4.6.3 INVERSIÓN TOTAL EN ACTIVO FIJO Y DIFERIDO

En la Tabla 4.32, se resumen los valores correspondientes a la inversión inicial.

4.7 ACTIVO CIRCULANTE

El activo circulante hace referencia a la cantidad de dinero con la que se deberá contar para dar inicio a la producción del primer lote de producto y los valores que durante el año se deberán tener para la adquisición de insumos y materias primas. Estos valores se muestran en la Tabla 4.34, donde se ha considerado el dinero necesario para el primer mes de producción

Tabla 4.32 Inversión total en activo fijo y diferido

	Concepto	Costo Anual [USD]	Referencia
A	Equipo de producción	19051,67	Tabla 4.23 pág.101
B	Camioneta 2x4	21990,00	Tabla 4.24 pág.102
C	Terreno	39480,00	Tabla 4.25 pág.102
D	Obra Civil	45019,80	Tabla 4.26 pág.103
E	Activo Fijo de Oficina	2854,69	Tabla 4.27 pág.104
F	Computadoras	3118,42	Tabla 4.28 pág.104
G	Imprevistos	7485,42	
H	**Total Activo Fijo**	**139000,00**	
I	Activo Diferido	31600,00	Tabla 4.29 pág.105
J	Constitución Empresa	2500,00	Tabla 4.30 pág.105
	TOTAL	**173100,00**	(H+I+J)

Tabla 4.33 Calculo del Primer Mes de Operación

	Detalle	Costo [USD]	Referencia
A	Gastos de Producción	444500,00	Tabla 4.14 pág.94
B	Gastos de Administración	30000,00	Tabla 4.19 pág.96
C	Total	474500,00	
D	**Costo del Primer mes de operación (Aproximado) (C/12)**	**39550,00**	

Tabla 4.34 Capital de Operación

Inversiones corrientes / años	Monto [USD]	Referencia
Primer mes de Operación	39550,00	
Adquisición de 5000 monolitos	227350,00	Tabla 4.6 pág.89
TOTAL	**266900,00**	

4.8 RESUMEN DE INVERSIONES Y COSTO DEL PROYECTO.

Una vez descrito las inversiones que se realizarán se indican el costo de inversión del proyecto en la siguiente tabla.

Tabla 4.35 Inversión Total Proyecto

Detalle	Costo [USD]	Referencia
Activo Fijo y Diferido	173100,00	Tabla 4.32 pág.106
Activo Circulante	266900,00	Tabla 4.34 pág.106
Costo Proyecto	**440000,00**	

4.9 FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN

El costo total del proyecto es de 440000 USD (Ver Tabla 4.35) La CFN puede financiar hasta 75% del proyecto por lo tanto el monto que provienen de esta

institución son 330000 USD, mientras que las personas del proyecto deberán tener 110000USD. En el anexo M.1 pág. 249, se muestra detalladamente el pago del financiamiento.

4.10 DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN

Para el cálculo de la depreciación, se han considerado los porcentajes y períodos establecidos por las leyes Ecuatorianas. En la Tabla 4.36 se muestra la depreciación considerada sobre activos fijos con la asignación porcentual de cada uno de ellos

Tabla 4.36 Depreciaciones

Rubros	Valor inicial	%	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Ref. Pág.
Obras de ingeniería. Edificios	45020	5%	2251,00	2251,00	2251,00	2251,00	2251,00	103
Maquinaria y equipo de planta	19052	10%	1905,20	1905,20	1905,20	1905,20	1905,20	101
Equipos de oficina	2855	10%	285,50	285,50	285,50	285,50	285,50	104
Computadoras	3119	33%	1039,67	1039,67	1039,67	0,00	0,00	104
Vehículo	21990	20%	4398,00	4398,00	4398,00	4398,00	4398,00	102
		Total	**9879,37**	**9879,37**	**9879,37**	**8839,70**	**8839,70**	

Tabla 4.37 Amortización Gastos Diferidos

Rubro	Valor Inicial	%	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Ref. Pág.
Inversión Diferida	34100	20%	6820	6820	6820	6820	6820	105
		Total	**6820**	**6820**	**6820**	**6820**	**6820**	

4.11 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para dar por terminado el estudio del proyecto de ensamblaje de convertidores catalíticos, se realiza, en este capítulo, una evaluación económica mediante el uso de métodos que consideran el valor del dinero en el tiempo, como el valor presente neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), que en conjunto permiten realizar decisiones sobre la viabilidad económica del proyecto. Además se calculará otros parámetros de evaluación como son, la rentabilidad y la relación beneficio costo.

4.11.1 RENTABILIDAD

Es un coeficiente y nos indica la rentabilidad sobre la inversión total de proyecto, la principal desventaja de este factor es debido a que no toma en cuenta el tiempo del proyecto y sólo se calcula para el primer año. [67]

$$Rentabilidad\ [\%] = \frac{Utilidad\ Neta_{año\ 1}}{Inversion\ Total} \times 100 \qquad 4.4$$

La utilidad neta para el primer año (ver Tabla 4.22 pág.100) es de USD 158074 y la inversión total del proyecto es de USD 440000,00 (ver Tabla 4.35 pág.106) aplicando estos valores a la ecuación se obtiene un valor de rentabilidad del 35,93%.

4.11.2 CÁLCULO DE TASA MÍNIMA ATRACTIVA DE RETORNO (TMAR)

Debido a que el valor adquisitivo del dinero en el tiempo se reduce en un valor aproximadamente igual al de la inflación, el proyecto deberá por lo menos asegurar que la inversión realizada en él no pierda su valor, es decir que cada año el proyecto debe rendir al menos 4,37% (valor promedio de la inflación) sobre la inversión realizada para que el dinero no pierda su valor. Sin embargo, todo proyecto se realiza con el objetivo de obtener un beneficio económico o social, por lo tanto el rendimiento del proyecto debe ser mayor al de la inflación, y considerando además que se tendrá que pagar un interés de 11,5% sobre el crédito.

Por lo tanto, el proyecto deberá dar un rendimiento igual al 16,37% más un premio al riesgo de realizar la inversión. Este premio al riesgo, es de 5,45%, con lo cual la TMAR es de 21,82%

4.11.3 CÁLCULO DEL VAN

Una vez establecido el flujo de dinero del proyecto, y la TMAR, se llevan a valor presente los valores de las ganancias calculadas para los 5 años del estudio del proyecto, y se los relaciona con la inversión inicial. Antes del cálculo del VAN se indica el flujo de la Tabla 4.38.

---

[67] RUIZ,Rodrigo, *Ingeniería del Proyecto*,E.P.N, Quito, 2009, P:105

Tabla 4.38 Flujo de Caja.

	Año	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ref. Pág.**
-	Inversión Activo Fijo	139000,00						Tabla 4.32 pág.106
-	Capital de Operación	266900,00						Tabla 4.34 pág.106
+	Ingresos		800000,00	850000,00	875000,00	925000,00	950000,00	Tabla 4.21 pág.99
-	Costo Materia Prima		396290,00	413607,87	431682,54	450547,06	200463,46	Tabla 4.20 pág.98
-	Mano de Obra Directa		41306,39	43111,48	44995,45	46961,75	49013,98	
-	Costos de Fabricación		6903,61	7205,29	7520,17	7848,80	8191,79	
-	Costo Administración		30000,00	31311,00	32679,29	34107,37	35597,87	
-	Costo Ventas		40000,00	42500,00	43750,00	46250,00	47500,00	
-	Costo Financiero		37540,21	31972,19	24409,69	15939,28	6451,95	
-	Depreciaciones		9879,37	9879,37	9879,37	8839,70	8839,70	Tabla 4.36 pág.107
-	Amortización Gasto Diferido		6820,00	6820,00	6820,00	6820,00	6820,00	Tabla 4.37 pág.107
=	Utilidad antes de reparto		231260,43	263592,80	273263,50	307686,03	587121,25	
-	Reparto de Utilidades (15%)		34689,06	39538,92	40989,52	46152,91	88068,19	
=	Utilidad antes de Impuesto		196571,36	224053,88	232273,97	261533,13	499053,07	
-	Impuesto (25%)		49142,84	56013,47	58068,49	65383,28	124763,27	
=	Utilidad Neta		147428,52	168040,41	174205,48	196149,85	374289,80	
+	Depreciaciones		9879,37	9879,37	9879,37	8839,70	8839,70	Tabla 4.36 pág.107
+	Amortización Gasto Diferido		6820,00	6820,00	6820,00	6820,00	6820,00	Tabla 4.37 pág.107
+	Recuperación Capital de Trabajo		0,00	0,00	0,00	0,00	266900,00	Tabla 4.34 pág.106
=	**Flujo de Fondos Neto**	**-405900,00**	**164127,89**	**184739,78**	**190904,85**	**211809,55**	**656849,50**	

Tabla 4.39 Resumen de los valores considerados en el cálculo del VAN

Detalle		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de Fondos Neto		-405900,00	164127,89	184739,78	190904,85	211809,55	656849,50
TMAR	21,82%						
Flujo Neto Actualizado (21,82%)		**-405900,00**	**134729,83**	**124486,78**	**105599,33**	**96176,98**	**244834,66**
VAN	**299927**						

En vista de que el VAN es un valor mayor que cero, se puede considerar que el proyecto es viable y producirá una ganancia de USD 299927. Sin embargo, se requiere que la tasa interna de retorno (TIR) sea mayor a la TMAR para confirmar la viabilidad del proyecto.

4.11.4 CÁLCULO DE LA TIR

El cálculo de la TIR, se la realizo con los flujos netos de la Tabla 4.39, utilizando la función TIR del programa Microsoft Excel, con el cual se obtuvo una **TIR de 46,02%**

4.11.5 PERIODO DE RECUPERACIÓN.

El período de recuperación es el tiempo en que se recupera la inversión del proyecto, se calcula mediante la siguiente relación.

$$P.R.C = \frac{100\%}{TIR\ \%} \qquad 4.5$$

$$P.R.C = \frac{100\%}{46{,}02\%} = 2{,}1$$

Aplicando esta relación se obtiene que el período de recuperación será de dos años y un mes.

4.11.6 RELACIÓN BENEFICIO COSTO.

Es la relación entre el beneficio que recibe la empresa en materia de ingresos y el costo que se debe realizar en todo lo que se refiere a producción, administración, etc. Se calcula con el valor actual de los ingresos de cada uno de los años, con el valor actual de los costos.

$$\frac{B}{C} = \frac{VAN_{ingresos}}{VAN_{costos}} \qquad 4.6$$

A continuación se seleccionan los valores para los diferentes años de la Tabla 4.21 estos datos corresponden a los ingresos por ventas de convertidores catalíticos. Los valores de egresos corresponden a los gastos que se indican en la Tabla 4.20, a estos valores se los actualiza al año cero con la TMAR para posteriormente se realiza una suma total para obtener los valores de VAN de ingresos como el VAN de egresos tal como se muestra en la Tabla 4.40

Tabla 4.40 Valores actuales de ingresos y egresos

Año	Ingresos [USD]	Referencia	Valor Actual ingresos (21,82%)	Egresos [USD]	Referencia	Valor Actual egresos (21,82%)
1	800000,00	Tabla 4.21, pág.99	656706,62	552040,21	Tabla 4.20 pág.98	453160,57
2	850000,00		572771,94	569707,84		383897,25
3	875000,00		484007,70	585037,14		323614,26
4	925000,00		420017,47	601654,27		273194,92
5	950000,00		354103,83	347219,05		129422,73
	VAN ingresos		2487607,56	**VAN Egresos**		1563289,73

Con las cifras de VAN de ingresos como de egresos, se aplica la relación de beneficio y costo, con lo que se obtiene un valor de 1,59, lo que indica que el proyecto es económicamente atractivo.

4.11.7 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

4.11.7.1 Análisis de Sensibilidad con respecto a las ventas

El análisis de sensibilidad se lo hace variando la cantidad de unidades que se venderían, la cantidad de unidades mínima que se pueden vender son las que dan una TIR igual a la TMAR= 21,82%

Tabla 4.41 Datos Obtenidos del Análisis de Sensibilidad respecto a las ventas

Ventas de catalizadores	ΔV/V [%]	TIR
3750	-25	15,58
4000	-20	21,81
4250	-15	27,81
4500	-10	33,9
4750	-5	39,97
5000	0	46,02

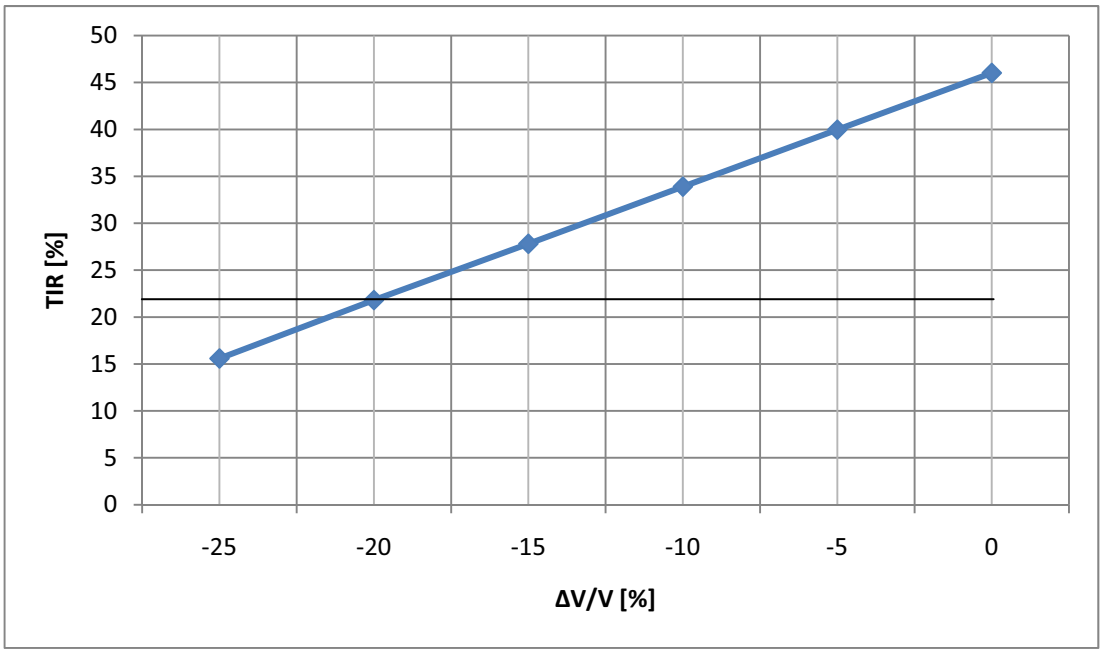


Gráfico 4.2 Análisis de Sensibilidad con respecto a las ventas

Como se puede apreciar en el Gráfico 4.2, la curva de sensibilidad con respecto a las ventas, indica una pendiente pronunciada, es decir que el proyecto es sensible, además esto se comprueba en la Tabla 4.41 en la cual el TIR=TMAR=21,82% para una disminución en las ventas del 19,92% con lo cual solamente se venderían 4000 unidades al año, si se toma en cuenta que el año cuenta con 250 días laborales por lo tanto se venderían en promedio 17 catalizadores diarios, comparado a que el estudio se realizo para 5000 unidades al año es decir en promedio 20 catalizadores por día, por lo cual si las ventas promedio diarias disminuyen en 5 unidades a lo previsto, el proyecto deja de ser factible. La pendiente de esta curva es de 1,2

4.11.7.2 Análisis de sensibilidad respecto a los monolitos.

En este punto se analizara la sensibilidad del proyecto, en un incremento al precio de adquisición del monolito, ya que como este elemento es importado, su precio puede variar debido a factores internacionales, como cambios imprevistos en las bolsas bursátiles internacionales, guerras, etc. El análisis se lo realiza variando el precio unitario del monolito

Tabla 4.42 Datos del Análisis de Sensibilidad respecto al precio del monolito

Precio Unitario	ΔP/P [%]	TIR
45,47	0	46,02
47,74	5	42,99
50,01	10	40,12
52,29	15	37,4
54,56	20	34,83
56,84	25	32,37
59,11	30	30,05
61,38	35	27,83
63,66	40	25,71
65,93	45	23,7
68,14	50	21,82

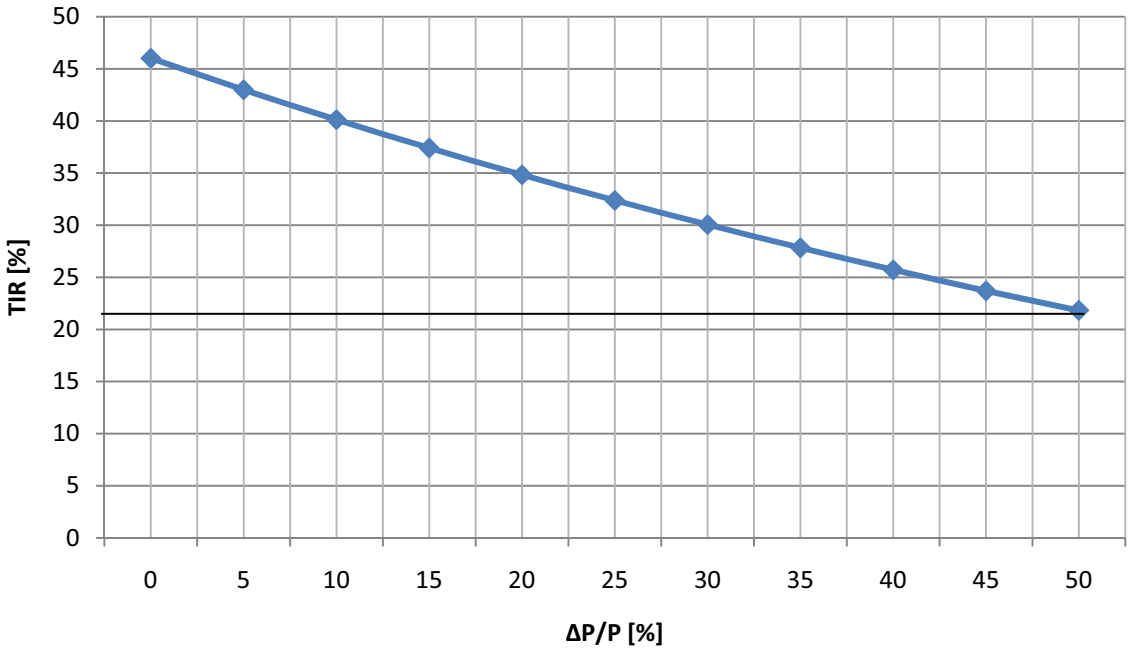


Gráfico 4.3 Sensibilidad del Proyecto con respecto al precio del monolito.

Como se aprecia en el Gráfico 4.3 el precio unitario del monolito puede aumentar en un 50%, es decir que el costo de adquisición de monolitos puede incrementarse únicamente 22,67 USD, si este aumento sobrepasa este valor, el proyecto deja de ser factible, la pendiente de esta línea es de 0,4. Por lo tanto el proyecto no es tan sensible con respecto al precio.

CONCLUSIONES

Una vez terminado el análisis para la producción de convertidores catalíticos, se procede a describir las conclusiones que se obtuvieron a lo largo de este proyecto de investigación.

- Debido a que el parque automotor en las ciudades de Quito y Cuenca presenta un crecimiento aproximado del 6% anual, se tienen la certeza de que para cada año se va a ir incrementando la demanda de repuestos automotrices de reposición, entre los que se incluye el convertidor catalítico.
- El mayor mercado de vehículos para las ciudades de Quito y Cuenca lo comprenden los vehículos cuyos motores poseen cilindradas de entre 1400c.c. y 1800 c.c. Para este segmento de vehículos vendidos anualmente, se plantea producir un modelo de convertidor catalítico de tres vías con una capacidad interna del monolito de 900 c.c. (apto para una cilindrada de 1800 c.c. e inferiores).
- Se ha estimado, para este sector del mercado, una demanda de aproximadamente 12400 unidades para el año 2011, y que se irá incrementando hasta un estimado de 14300 unidades en el quinto año de vida del proyecto esto es el 2017.
- En el país no existe información veraz acerca de la oferta de convertidores catalíticos de procedencia extrajera, por lo que se optó por seleccionar un mercado, y un volumen anual de producción de 5000 unidades, lo que representa el 50% de la demanda estimada.
- El proceso óptimo de producción de las carcasas es la embutición de la chapa metálica, la cual puede ser construida con tecnología y materiales disponibles en el país, mientras que elementos como el monolito cerámico y el aislamiento requieren ser importados. El primer elemento de Corea del Sur y el segundo de Brasil.
- El país cuenta con la maquinaria e infraestructura técnica necesaria para llevar a cabo la elaboración de carcasas y ensamblaje de convertidores catalíticos. Sin embargo, la implementación de una planta donde se realicen todos los procesos productivos, no resulta viable para el mercado potencial seleccionado (5000 unidades anuales) ya que la capacidad de los equipos de matricería supera los

requerimientos de producción. Necesariamente, en la planta productiva se deberán llevar a cabo los procesos de ensamblaje, soldadura, control de calidad y embalaje; mientras que el conformado de las carcasas será realizado a un proveedor local que preste servicios de matricería.

- Las inversiones a realizar en el proyecto bordean los USD 173100, y se requieren cerca de USD 266900 para adquisición de monolitos y cubrir gastos del primer mes de operación (activo circulante), el financiamiento para cubrir las inversiones del proyecto puede ser obtenido de la Corporación Financiera Nacional, en las modalidades de crédito directo para la inversión inicial y crédito revolvente para el activo circulante.
- Las ganancias que se presentan en el estado de resultados muestran la viabilidad económica del proyecto, como no se encuentran limitantes económicos, más que la potencial dificultan de conseguir un financiamiento sobre montos elevados, se decide continuar con la evaluación de los índices financieros del proyecto.Se obtuvo un VAN de 299927. Se calculó una TIR de 46,02%. Para una TMAR de 21,82%. El período de recuperación de la inversión es de dos años y un mes. La relación beneficio costo es de 1,59 o sea mayor que uno, por lo tanto el proyecto es viable.

RECOMENDACIONES

A lo largo del desarrollo de este proyecto de investigación surgieron varias inquietudes en relación a los convertidores catalíticos las cuales se propone que sean investigadas o se desarrollen en las siguientes recomendaciones.

- Realizar un estudio sobre la factibilidad de ofertar al mercado de recambio, convertidores catalíticos de forma elíptica, ya que, si bien no es un mercado mayoritario, representa una demanda de alrededor de 3800 unidades anuales (en promedio).
- Investigar el mercado de ensamblaje de automotores nuevos en el país con el objeto de fabricar convertidores catalíticos para este mercado.
- Investigar la contrapresión los tubos de escape y las pérdidas de potencia en motores de vehículos donde se ha reemplazado el convertidor catalítico original por un genérico de mayor tamaño.
- Los organismos nacionales deberían establecer reglamentos y los mecanismos de control necesarios sobre el recambio de convertidores catalíticos en el país.
- Crear y difundir información sobre el convertidor catalítico y su importancia en el cuidado del medio ambiente.
- Debido a que el proyecto es tecnológicamente y económicamente viable en el país se recomienda continuar con el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. *Anuario 2008.* Quito: Ediecuatorial, 2008.

BACA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos.* México: McGraw-Hill, 2003.

CENGEL, Yunus. *Termodinámica.* México: Mc Graw Hill, 2006.

DENTON, Tom. *Advanced Automotive Fault Diagnosis.* United Kingdom: Elsevier, 2006.

EPA, USA Enviromental Protection Agency. *What you Should Know About Using, Installing or Buying Aftermarket Catalytic Converters.* Washington D.C.: Office of Air and Radiation, 20460.

KRAJEWSKI, Lee. *Administración de operaciones: Estrategias y Análisis.* México: Pearson Education, 2000.

NEUFERT, Ernst. *Arte de proyectar en arquitectura.* Barcelona: Gustavo Gili, 1992.

Normalización, Instituto Ecuatoriano de. *Norma Técnica Ecuatoriana 2204.* Quito, 2002.

PULKRABEK, Willard. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine.* Wisconsin: Prentice Hall, 1995.

ROSSI, Mario. *Estampado en Frio de la Chapa.* Madrid: Editorial Dossat, 1979.

RUIZ, Rodrigo. *Ingeniería del Proyecto.* Quito, 2009.

SCHÄFER, F.et al. *Reduced Emissions and Fuel Consuption in Automobile Engines.* Alemania: Springer-Verlag Wien New York, 1995.

SUCHY, Ivana. *Handbook of die design.* U.S.A: McGrawHill, 2006.

THIESEEN Frank, DALES Davis. *Manual Técnico Automotriz, Operación, Mantenimiento y Servicio Tomo III.* México: Prentice Hall, 1996.

http://www.cataliticos.cl/pages/informacion.htm (2010).

http://www.mtt.cl/pronuts-mtt/doc/MANUAL-DIAGNOSTICO.pdf (2010).

http://institutoleonardo.iespana.es 2009).

http://www.bmwe34.net. (2010).

http://www.corpaire.org. (2010).

http://www.cuencaire.org.ec/. (2010).

http://www.ec21.com. (2010).

http://www.electrical-res.com. (2010).

http://www.encuentra24.com. (2010).

http://www.laesquinaautorep.com.ar. (2010).

http://www.proescape.com.mx. (2010).

http://www.redbackmufflers.com.au/Cateran. (2010).

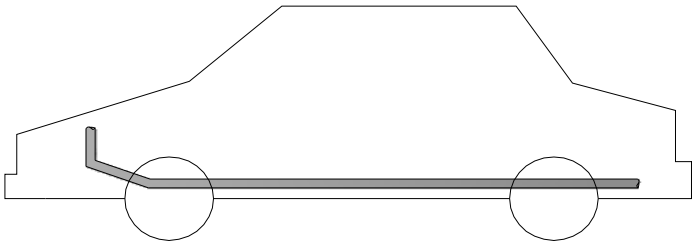
http:// www.ecuadorencifras.com (2010).

http://www.todomotores.cl/mecanica/images/silenciador/silenciador_escape.jpg (2010).

ANEXO A EVALUACIÓN DE TAMAÑOS Y FORMAS DE CONVERTIDORES DE VEHÍCULOS MÁS VENDIDOS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.

A.1 FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE VEHÍCULOS

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

_ Automóvil _ Camioneta _ 4x4		cc.: MODELO: Año:					
Placa							
ELÍPTICO			**CILÍNDRICO**		**LONGITUD TOTAL**	**Obs.**	
largo	ancho	altura	largo	diámetro			
DEFLECTOR			**DIÁMETRO DEL TUBO DE ESCAPE**		**ACOPLES**		
_ SI _ NO	_SUPERIOR (MOTOR) _INFERIOR (FRONTAL)				_ SI, DIÁMETRO: _ NO		
SENSOR DE OXIGENO			**MONOLITOS**		**TOMA DE AIRE**		
_ SI, CANTIDAD: _ NO			_ 1 _ 2		_ SI _ NO		

A.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE TAMAÑOS DE CONVERTIDORES CATALÍTICOS

Tabla A.1Dimensiones de convertidores catalíticos [68]

No.	motor c.c	modelo	forma catalizador	dimensiones [in]			tubo de escape	catalizador [c.c]	monolito [c.c] aprox.	c.c. carcaza/ c.c motor	c.c.monolito/c.c. motor
				long.	ancho o diam	alto					
1	1800	nissan sentra	elíptico	5,5	5	3		1352	846	0,75	0,47
2	1800	volkswagen gol	cilíndrico	7	5	0	2	2252	1912	1,25	1,06
3	1400	corsa wind	elíptico	5	5	4	2	1639	1068	1,17	0,76
4	1600	chevroles steem	cilíndrico	10	4	0		2059	1674	1,29	1,05
5	2200	mazda bt 50	cilíndrico	9,5	3,5	0	2	1498	1180	0,68	0,54
6	2000	chevrolet astra	cilíndrico	5	4,5	0	2	1303	1085	0,65	0,54
7	1600	hyundai accent	elíptico	8	5	2		1311	748	0,82	0,47
8	2000	kia sportage	elíptico	10	6,5	1		1065	1232	0,53	0,62
9	2400	luv d-max	elíptico	7,25	5,5	4		2614	1381	1,09	0,58
10	1600	chevrolet aveo	elíptico	5	4,5	4		1475	953	0,92	0,60

* para ajustar una mejor aproximación del volumen del monolito se debe realizar una corrección en el cáculo de la sección transvesarl de la carcasa, inscribiiendo una elipse en el rectángulo medido y restando 5mm a dicha elipse siendo el área de esta última la referencia válida del análisis

CONCLUSIONES:

- en general el volumen del monolito oscila alrededor de 1/2 de la cilindradada del motor
- en valores superiores a este parámetro se infiere que:
  - *el monolito ha sido sobredimensionado por el fabricante
  - *la estimación de la longitud no ha sido adecuada en el proceso de medición
- comercialmente, algunos modelos admiten un convertidor de tamaño superior al requerido

[68] Fuente: Centro de revisión técnica vehicular "San Isidro"

ANEXO B ESPECIFICACIONES PARA LAS GASOLINAS COMERCIALIZADAS EN EL ECUADOR SEGÚN NORMAS INEN

B.1 GASOLINA EXTRA

Tabla B.1Requisitos para la gasolina EXTRA [69]

REQUISITOS	UNIDAD	Mínimo	Máximo	Método de Ensayo
Numero de octano Research	RON*	81	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10%	ºC	--	70	NTE INEN 926
50%	ºC	77	121	
90%	ºC	--	189	
Punto Final	ºC	--	215	
residuo de destilación φr	%	--	2	
Relación vapor líquido, a 60 C	--	--	20	NTE INEN 932 ASTM D 5188
Presión de Vapor	kPa[A]	--	56[B]	NTE INEN 928[C] ASTM D 4953 ASTM D 5191[D]
Corrosión a la lámina de cobre (3h a 50ºC)	--	--	1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm^3	--	3	NTE INEN 933
Contenido de azufre, Ws	%	--	0,075	NTE INEN 929 ASTM D 4294[D]
Contenido de aromáticos φa	%	--	30	NTE INEN 2252[D] ASTM D 6730
Contenido de benceno φb	%	--	1	ASTM D 3606[C] ASTM D 5580[D] ASTM D 6277
Contenido de olefinas φo	%	--	18	NTE INEN 2252[D] ASTM D 6730
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	NTE INEN 934
Contenido de oxígeno, Wo2	%	--	2,7[E]	ASTM D 4815[D] ASTM D 5845
Contenido de Plomo	mg/l	--	Ver Notas F y G	ASTM D 3237 ASTM D 5185
Contenido de manganeso	mg/l	--	Ver Notas F y H	ASTM D 3831 ASTM D 5185
Contenido de Hierro	mg/l	--	Ver Notas F y I	ASTM D 5185

A: 1 kPa ≈ 0,01 kgf/cm^2 ≈ 0,10 N/cm^2 ≈ 0,145 lb/pul^2.
B: En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor puede llegar hasta 62 kPa.
C: Método de ensayo utilizado para combustible gasolina sin etanol
D: Este método es considerado el método dirimente para los casos de arbitraje o peritación
E: El equivalente en masa de etanol anhidro agregado a la mezcla
F: Sin adición intencional
G: No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3237
H: No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3831
I: No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 5185
* No existe unidad del SI

[69]Fuente: Norma INEN NTE 935

B.2 GASOLINA SUPER

Tabla B.2Requisitos para la gasolina SUPER[70]

REQUISITOS	UNIDAD	Mínimo	Máximo	Método de Ensayo
Numero de octano Research	RON*	90	--	NTE INEN 2102
Destilación: 10%	ºC	--	70	
50%	ºC	77	121	
90%	ºC	--	190	
Punto Final	ºC	--	220	
residuo de destilación φr	%	--	2	NTE INEN 926
Relación vapor líquido, a 60 C	--	--	20	NTE INEN 932 ASTM D 5188
Presión de Vapor	kPa[A]	--	56[B]	NTE INEN 928[C] ASTM D 4953 ASTM D 5191[D]
Corrosión a la lámina de cobre (3h a 50ºC)	--	--	1	NTE INEN 927
Contenido de gomas	mg/100 cm^3	--	4	NTE INEN 933
Contenido de azufre, Ws	%	--	0,1	NTE INEN 929 ASTM D 4294[D]
Contenido de aromáticos φa	%	--	35	NTE INEN 2252[D] ASTM D 6730
Contenido de benceno φb	%	--	2	ASTM D 3606[C] ASTM D 5580[D] ASTM D 6277
Contenido de olefinas φo	%	--	25	NTE INEN 2252[D] ASTM D 6730
Estabilidad a la oxidación	min	240	--	NTE INEN 934
Contenido de oxígeno, Wo2	%	--	2,7[E]	ASTM D 4815[D] ASTM D 5845
Contenido de Plomo	mg/l	--	Ver Notas F y G	ASTM D 3237 ASTM D 5185
Contenido de manganeso	mg/l	--	Ver Notas F y H	ASTM D 3831 ASTM D 5185
Contenido de Hierro	mg/l	--	Ver Notas F y I	ASTM D 5185

A: 1 kPa ≈ 0,01 kgf/cm^2 ≈ 0,10 N/cm^2 ≈ 0,145 lb/pul^2.
B: En el caso que las gasolinas contengan etanol anhidro la presión de vapor puede llegar hasta 62 kPa.
C: Método de ensayo utilizado para combustible gasolina sin etanol
D: Este método es considerado el método dirimente para los casos de arbitraje o peritación
E: El equivalente en masa de etanol anhidro agregado a la mezcla
F: Sin adición intencional
G: No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3237
H: No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 3831
I: No detectable de acuerdo al método de ensayo ASTM D 5185
* No existe unidad del SI

[70] Fuente: Norma INEN NTE 935

ANEXO C ESTUDIO ANUAL DE CANTIDAD DE VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN LAS CIUDADES DE QUITO Y CUENCA SEGÚN LA CILINDRADA DE SU MOTOR ENTRE LOS AÑOS 2002-2008.

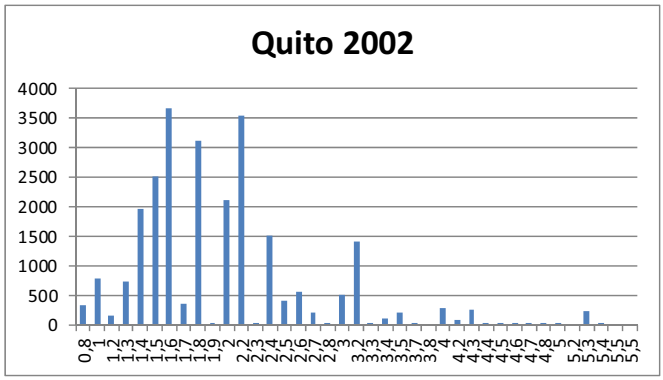
C.1 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2002

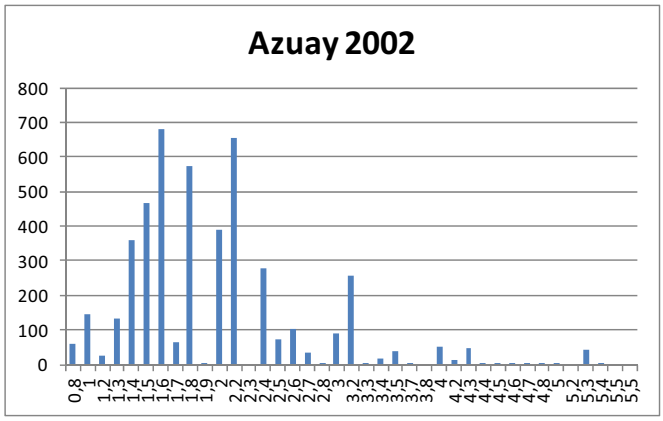
Fuente: AEADE; Elaboración: Propia.

Cilindrada	Cantidad		
	País	Quito	Azuay
0,8	794	335	62
1	1843	778	144
1,2	342	144	26
1,3	1701	718	133
1,4	4616	1948	361
1,5	5951	2512	466
1,6	8671	3660	679
1,7	850	358	66
1,8	7319	3090	573
1,9	48	20	3
2	4993	2108	391
2,2	8358	3528	655
2,3	12	5	0
2,4	3548	1497	278
2,5	945	398	74
2,6	1311	553	102
2,7	465	196	36
2,8	48	20	3
3	1162	490	91
3,2	3313	1398	259
3,3	39	16	3
3,4	253	106	19
3,5	483	203	37
3,7	19	8	1
3,8	2	0	0
4	653	275	51
4,2	180	75	14
4,3	611	257	47
4,4	65	27	5
4,5	19	8	1
4,6	57	24	4
4,7	64	27	5
4,8	54	22	4
5	15	6	1
5,2	1	0	0
5,3	531	224	41
5,4	86	36	6
5,5	1	0	0
5,5	1	0	0
Total	59424	25070	4641

	% del país
Quito	42,22%
Azuay	7,84%

Año de comercialización
2002
Combustible
Gasolina





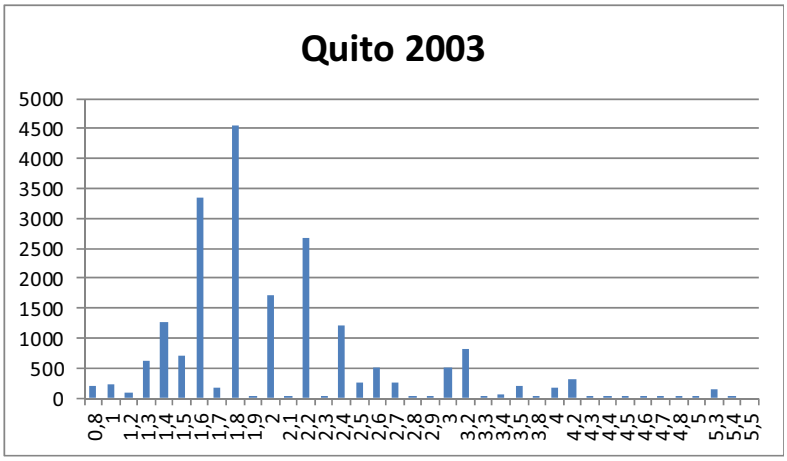
C.2 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2003

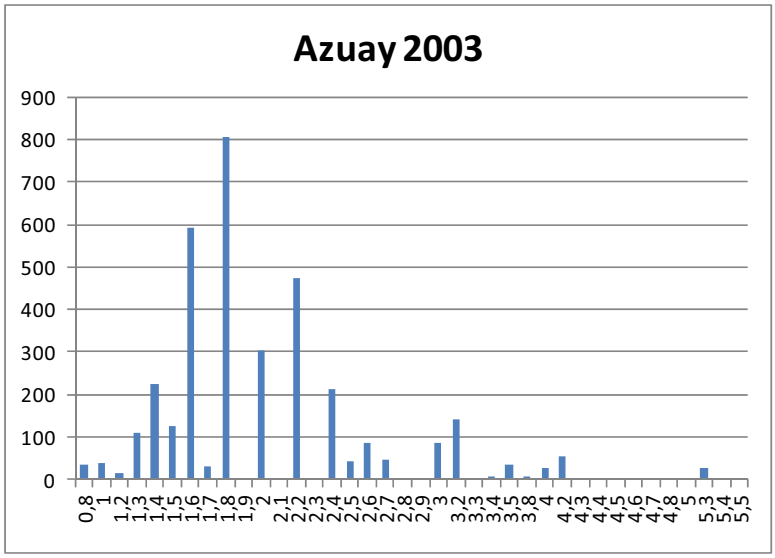
Fuente: AEADE; Elaboración: Propia.

Cilindrada	Cantidad		
	País	Quito	Azuay
0,8	494	202	35
1	552	226	40
1,2	229	93	16
1,3	1501	614	109
1,4	3112	1274	226
1,5	1736	711	126
1,6	8150	3339	592
1,7	416	170	30
1,8	11088	4542	806
1,9	22	9	1
2	4161	1704	302
2,1	3	1	0
2,2	6538	2678	475
2,3	3	1	0
2,4	2946	1206	214
2,5	594	243	43
2,6	1219	499	88
2,7	648	265	47
2,8	22	9	1
2,9	4	1	0
3	1214	497	88
3,2	1966	805	142
3,3	30	12	2
3,4	134	54	9
3,5	485	198	35
3,8	97	39	7
4	399	163	29
4,2	756	309	54
4,3	7	2	0
4,4	16	6	1
4,5	34	13	2
4,6	63	25	4
4,7	15	6	1
4,8	32	13	2
5	9	3	0
5,3	375	153	27
5,4	77	31	5
5,5	1	0	0
Total	49148	20116	3559

	% del país
Quito	40,97%
Azuay	7,27%

Año de comercialización
2003
Combustible
Gasolina





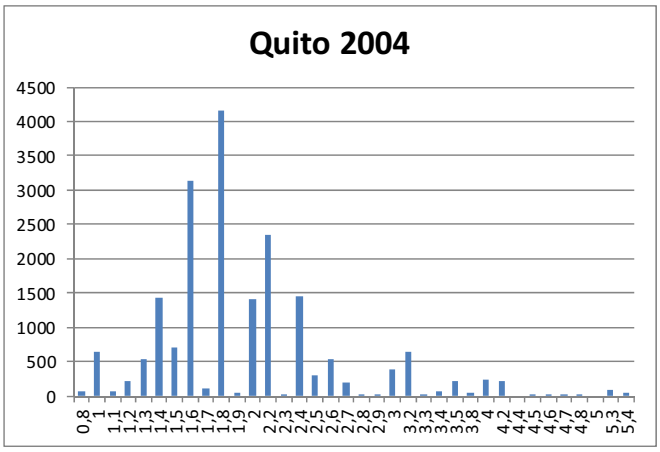
C.3 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2004

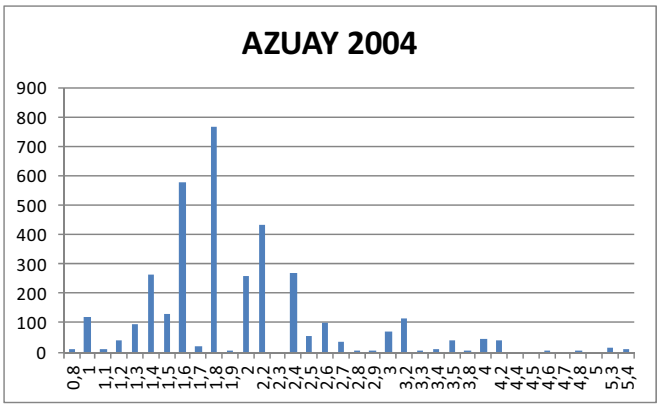
Fuente: AEADE; Elaboración: Propia.

Cilindrada	Cantidad		
	País	Quito	Azuay
0,8	187	69	12
1	1762	651	119
1,1	165	61	11
1,2	575	212	39
1,3	1419	524	96
1,4	3888	1438	264
1,5	1920	710	130
1,6	8463	3130	575
1,7	268	99	18
1,8	11278	4171	766
1,9	90	33	6
2	3838	1419	260
2,2	6354	2350	432
2,3	4	1	0
2,4	3936	1455	267
2,5	809	299	55
2,6	1471	544	100
2,7	523	193	35
2,8	32	11	2
2,9	20	7	1
3	1062	392	72
3,2	1735	641	117
3,3	41	15	2
3,4	190	70	12
3,5	582	215	39
3,8	90	33	6
4	636	235	43
4,2	589	217	40
4,4	1	0	0
4,5	8	2	0
4,6	48	17	3
4,7	8	2	0
4,8	44	16	2
5	1	0	0
5,3	209	77	14
5,4	136	50	9
Total	52382	19359	3547

	% del país
Quito	36,99%
Azuay	6,80%

Año de comercialización
2004
Combustible
Gasolina





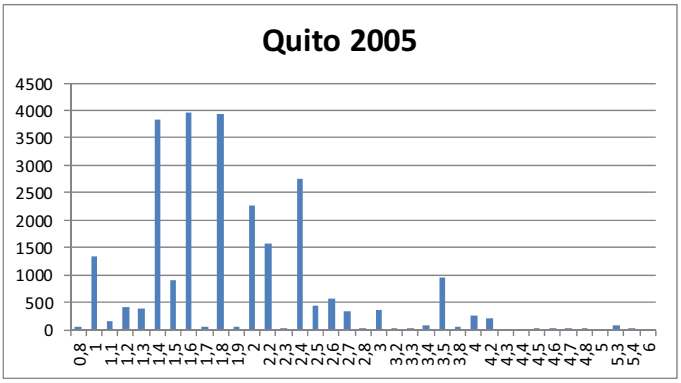
C.4 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2005

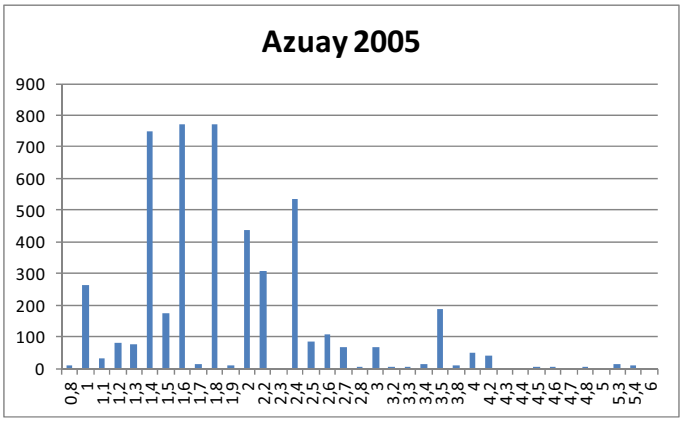
Fuente: AEADE; Elaboración: Propia.

Cilindrada	Cantidad		
	País	Quito	Azuay
0,8	112	40	7
1	3740	1346	262
1,1	461	165	32
1,2	1164	418	81
1,3	1078	387	75
1,4	10653	3834	747
1,5	2502	900	175
1,6	11020	3966	773
1,7	177	63	12
1,8	10975	3949	770
1,9	156	56	10
2	6267	2255	439
2,2	4393	1581	308
2,3	5	1	0
2,4	7642	2750	536
2,5	1237	445	86
2,6	1555	559	109
2,7	957	344	67
2,8	32	11	2
3	981	353	68
3,2	79	28	5
3,3	28	10	1
3,4	226	81	15
3,5	2657	956	186
3,8	133	47	9
4	730	262	51
4,2	571	205	40
4,3	2	0	0
4,4	2	0	0
4,5	21	7	1
4,6	58	20	4
4,7	9	3	0
4,8	53	19	3
5	1	0	0
5,3	208	74	14
5,4	100	35	7
6	2	0	0
Total	69987	25170	4895

	% del país
Quito	35,99%
Azuay	7,02%

Año de comercialización
2005
Combustible
Gasolina





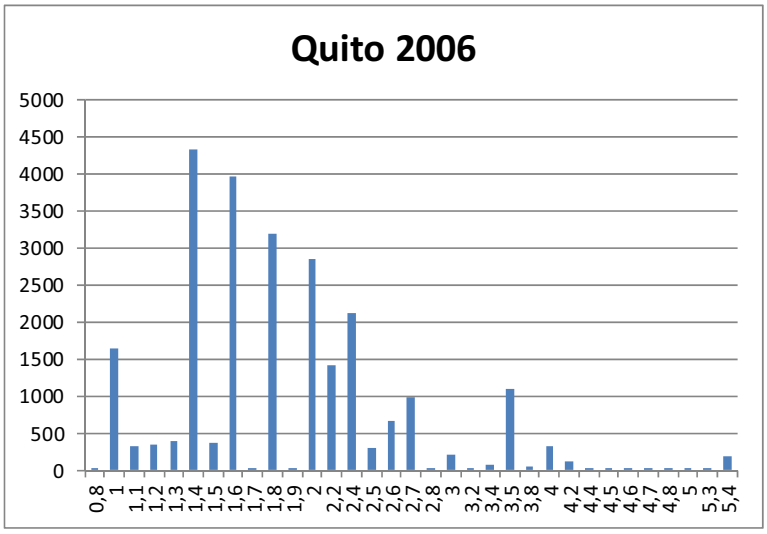
C.5 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2006

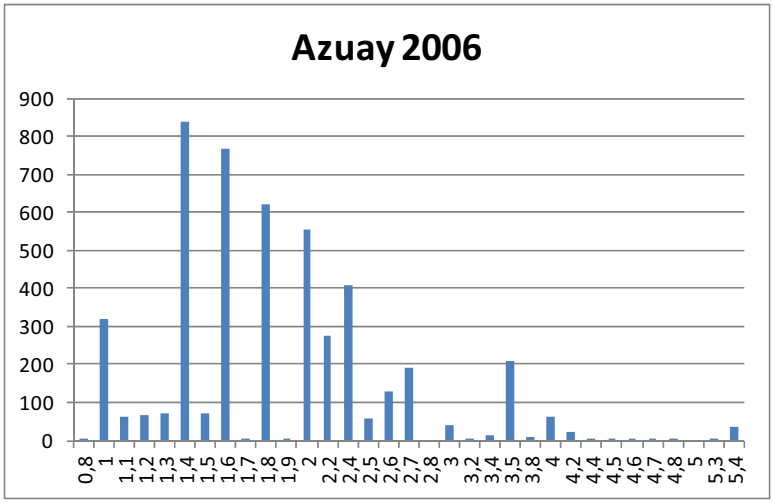
Fuente: AEADE; Elaboración: Propia.

Cilindrada	Cantidad		
	País	Quito	Azuay
0,8	26	8	1
1	4765	1643	319
1,1	943	325	63
1,2	970	334	65
1,3	1093	376	73
1,4	12507	4313	839
1,5	1082	373	72
1,6	11454	3950	768
1,7	43	14	2
1,8	9229	3183	619
1,9	30	10	2
2	8270	2852	554
2,2	4070	1403	273
2,4	6101	2104	409
2,5	893	307	59
2,6	1928	664	129
2,7	2860	986	191
2,8	4	1	0
3	599	206	40
3,2	21	7	1
3,4	226	77	15
3,5	3136	1081	210
3,8	165	56	11
4	898	309	60
4,2	333	114	22
4,4	21	7	1
4,5	75	25	5
4,6	87	30	5
4,7	25	8	1
4,8	47	16	3
5	5	1	0
5,3	97	33	6
5,4	537	185	36
Total	72540	25001	4854

	% del país
Quito	34,49%
Azuay	6,71%

Año de comercialización
2006
Combustible
Gasolina





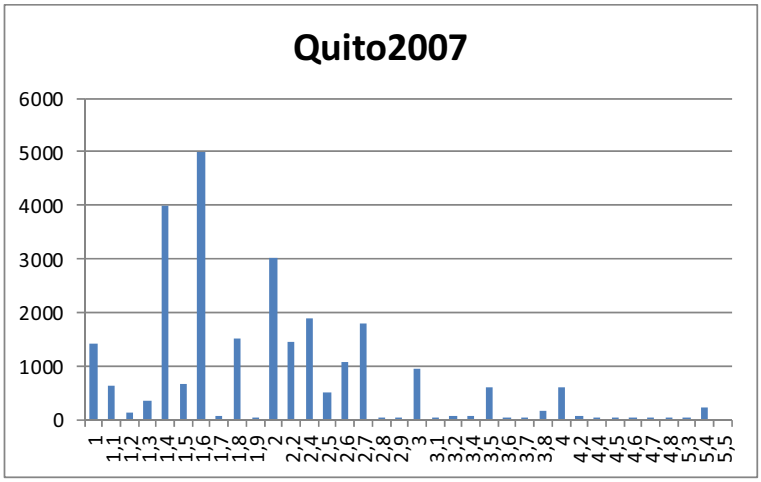
C.6 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2007

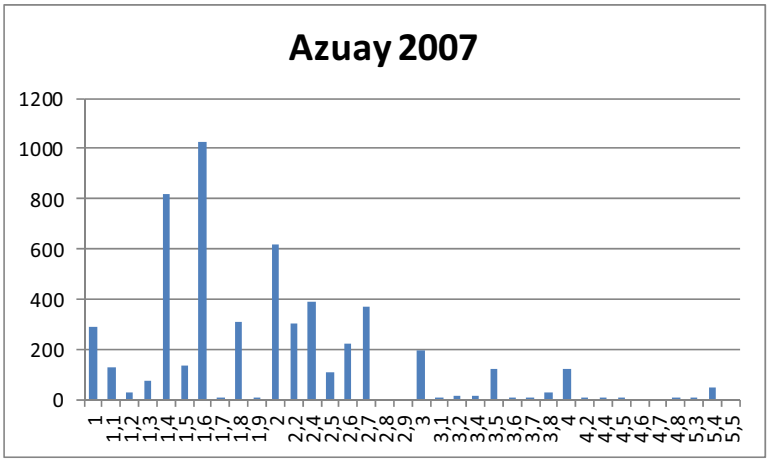
Fuente: AEADE; Elaboración: Propia.

Cilindrada	Cantidad		
	País	Quito	Azuay
1	3973	1414	290
1,1	1741	619	127
1,2	383	136	27
1,3	1016	361	74
1,4	11224	3996	820
1,5	1880	669	137
1,6	14080	5013	1029
1,7	144	51	10
1,8	4263	1518	311
1,9	21	7	1
2	8482	3020	620
2,2	4091	1456	299
2,4	5328	1897	389
2,5	1459	519	106
2,6	3044	1083	222
2,7	5062	1802	370
2,8	3	1	0
2,9	6	2	0
3	2628	935	192
3,1	19	6	1
3,2	175	62	12
3,4	211	75	15
3,5	1706	607	124
3,6	69	24	5
3,7	106	37	7
3,8	420	149	30
4	1694	603	123
4,2	145	51	10
4,4	38	13	2
4,5	21	7	1
4,6	8	2	0
4,7	13	4	0
4,8	34	12	2
5,3	46	16	3
5,4	635	226	46
5,5	1	0	0
Total	74169	26393	5405

	% del país
Quito	35,61%
Azuay	7,31%

Año de comercialización
2007
Combustible
Gasolina





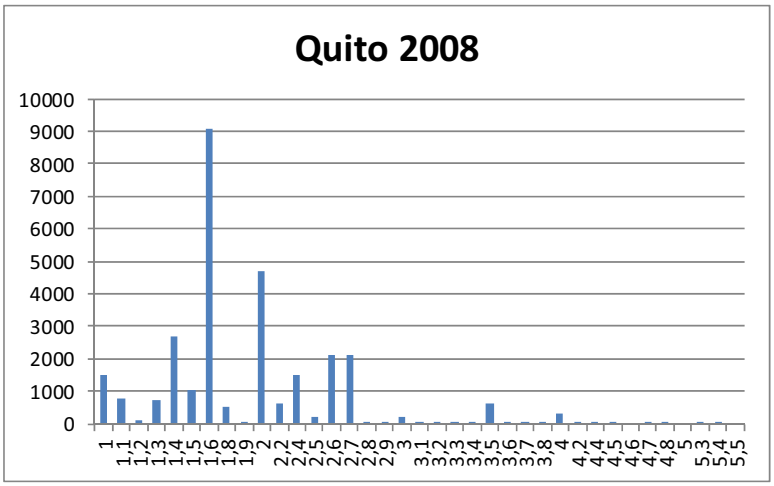
C.7 VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS EN EL AÑO 2008

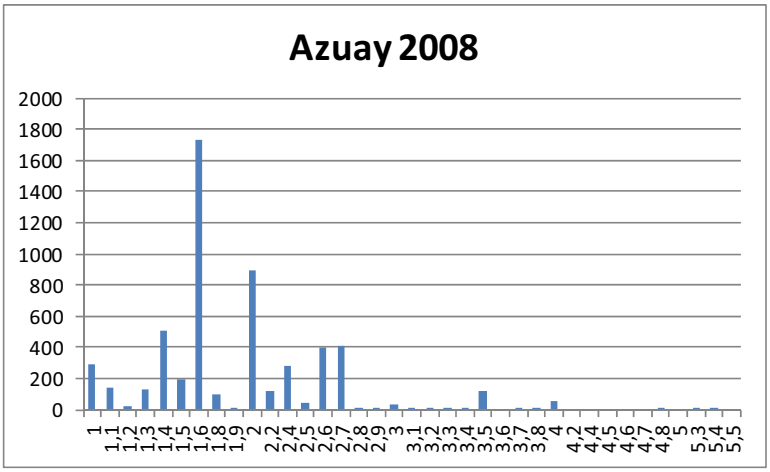
Fuente: AEADE; Elaboración: Propia.

Cilindrada	Cantidad		
	País	Quito	Azuay
1	4497	1520	291
1,1	2226	752	144
1,2	372	125	24
1,3	2067	698	133
1,4	7892	2668	511
1,5	3035	1026	196
1,6	26783	9055	1735
1,8	1549	523	100
1,9	184	62	11
2	13850	4682	897
2,2	1849	625	119
2,4	4384	1482	284
2,5	664	224	43
2,6	6210	2099	402
2,7	6284	2124	407
2,8	46	15	2
2,9	43	14	2
3	564	190	36
3,1	31	10	2
3,2	126	42	8
3,3	29	9	1
3,4	70	23	4
3,5	1899	642	123
3,6	14	4	0
3,7	83	28	5
3,8	168	56	10
4	898	303	58
4,2	9	3	0
4,4	13	4	0
4,5	4	1	0
4,6	2	0	0
4,7	7	2	0
4,8	29	9	1
5	1	0	0
5,3	44	14	2
5,4	133	44	8
5,5	1	0	0
Total	86060	29078	5559

	% del país
Quito	33,81%
Azuay	6,48%

Año de comercialización
2008
Combustible
Gasolina





ANEXO D IMPORTACIONES ANUALES DE LA PARTIDA ARANCELARIA 870892000 CORRESPONDIENTE A SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE, ENTRE LOS AÑOS 2002 Y 2008.

D.1 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2002

Fuente: Banco Central del Ecuador

Cod_partida	Partida	Cod_pais	País	Unidades	Toneladas	F.O.B	C.I.F
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	063	ARGENTINA	22	0,097	3,265	3,496
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	087	BELGICA	82	0,01	0,144	0,15
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	105	BRASIL	1876	0,934	9,005	10,618
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	169	COLOMBIA	11211	52,847	139,225	150,145
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	190	COREA (SUR), REPUBLICA DE	66	0,233	2,627	4,601
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	211	CHILE	11	0,082	0,307	0,568
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	215	CHINA	3643	3,52	6,487	7,055
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	218	TAIWAN (FORMOSA)	1667	6,364	9,553	10,376
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	246	ESLOVAQUIA	6	0,062	0,379	0,446
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	249	ESTADOS UNIDOS	10709	27,613	218,917	235,926
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	275	FRANCIA	16	0,032	1,045	1,193
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	317	GUATEMALA	112	0,062	0,525	0,595
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	361	INDIA	6	0,007	0,086	0,099
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	386	ITALIA	171	0,157	2,854	3,055
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	399	JAPON	204	0,515	11,174	12,213
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	493	MEXICO	15	0,049	0,629	0,791
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	573	HOLANDA(PAISES BAJOS)	5	0,007	0,029	0,031
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	580	PANAMA	154	0,564	2,182	2,311
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	589	PERU	2	0,001	0,001	0,004
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	628	REINO UNIDO	45	0,06	0,563	0,592
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	644	REPUBLICA CHECA	10	0,001	0,018	0,025
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	676	RUSIA	84	0,581	2,252	2,702
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	023	ALEMANIA	78	1,243	12,438	16,601

D.2 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2003

Fuente: Banco Central del Ecuador

Cod_partida	Partida	Cod_pais	País	Unidades	Toneladas	F.O.B	C.I.F
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	047	ANTILLAS HOLANDESAS	1	0,009	0,047	0,11
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	087	BELGICA	12	0,057	1,175	1,197
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	105	BRASIL	2258	1,54	12,829	13,803
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	149	CANADA	607	0,194	4,207	4,996
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	169	COLOMBIA	5818	33,161	71,353	75,655
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	190	COREA (SUR), REPUBLICA DE	417	0,432	3,434	4,347
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	211	CHILE	150	3	9,51	9,862
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	215	CHINA	3317	5,442	10,429	11,559
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	218	TAIWAN (FORMOSA)	2000	1,851	7,504	7,976
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	245	ESPANA	18	0,074	0,219	0,231
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	249	ESTADOS UNIDOS	5065	19,267	155,948	168,936
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	275	FRANCIA	50	0,173	3,033	4,42
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	361	INDIA	12	0,024	0,157	0,183
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	386	ITALIA	193	0,304	4,18	4,48
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	399	JAPON	186	0,402	10,265	11,22
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	493	MEXICO	35	0,119	2,486	2,799
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	573	HOLANDA(PAISES BAJOS)	50	0,032	4,553	4,678
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	580	PANAMA	263	0,549	5,412	5,784
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	589	PERU	4	0,015	0,074	0,082
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	603	POLONIA	330	0,017	0,068	0,076
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	628	REINO UNIDO	39	0,089	0,597	0,626
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	644	REPUBLICA CHECA	5	0,033	1,268	1,457
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	676	RUSIA	11	0,04	0,483	0,563
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	764	SUECIA	2	0,001	0,021	0,033
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	776	TAILANDIA	1	0,002	0,098	0,248
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	830	UCRANIA	10	0	0,006	0,009
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	023	ALEMANIA	103	0,209	7,13	7,667

D.3 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2004

Fuente: Banco Central del Ecuador

Cod_partida	Partida	Cod_pais	País	Unidades	Toneladas	F.O.B	C.I.F
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	063	ARGENTINA	1	0,001	0,122	0,131
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	087	BELGICA	43	0,074	2,567	2,856
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	105	BRASIL	3363	3,643	23,089	25,613
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	149	CANADA	2	0,027	0,76	0,769
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	169	COLOMBIA	26	0,014	0,203	0,208
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	190	COREA (SUR), REPUBLICA DE	103	0,16	1,325	1,5
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	215	CHINA	7146	12,929	36,857	42,071
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	218	TAIWAN (FORMOSA)	1194	1,705	12,827	13,501
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	249	ESTADOS UNIDOS	11123	23,941	201,877	213,364
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	275	FRANCIA	53	0,293	5,75	7,687
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	361	INDIA	89	0,015	0,235	0,288
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	386	ITALIA	77	0,02	0,988	1,006
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	399	JAPON	837	5,936	178,053	220,033
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	429	LETONIA	120	0,004	0,045	0,048
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	493	MEXICO	42	0,191	3,812	4,56
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	580	PANAMA	1116	1,281	5,904	6,123
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	589	PERU	8	0,004	0,048	0,048
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	628	REINO UNIDO	69	0,162	1,08	1,153
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	676	RUSIA	27	0,682	3,027	3,941
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	850	VENEZUELA	107	0,824	3,639	5,966
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	023	ALEMANIA	127	0,647	19,711	24,486

D.4 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2005

Fuente: Banco Central del Ecuador

Cod_partida	Partida	Cod_pais	País	Unidades	Toneladas	F.O.B	C.I.F
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	087	BELGICA	11	0,037	0,605	0,848
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	105	BRASIL	3151	3,711	26,294	28,987
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	169	COLOMBIA	448	1,828	10,698	11,1
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	190	COREA (SUR), REPUBLICA DE	279	0,199	2,056	2,619
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	211	CHILE	92	0,121	0,505	0,554
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	215	CHINA	5292	14,322	50,941	56,689
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	218	TAIWAN (FORMOSA)	2098	1,495	11,241	12,174
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	249	ESTADOS UNIDOS	9251	22,482	218,555	231,422
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	275	FRANCIA	36	0,093	1,64	1,795
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	386	ITALIA	45	0,022	0,597	0,759
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	399	JAPON	149	0,305	6,714	7,349
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	493	MEXICO	16	0,027	0,464	0,616
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	573	HOLANDA(PAISES BAJOS)	40	0,013	0,113	0,127
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	580	PANAMA	720	2,51	10,546	11,028
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	589	PERU	1	0,021	2,249	2,324
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	603	POLONIA	30	0,062	0,252	0,261
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	628	REINO UNIDO	45	0,097	0,772	0,791
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	644	REPUBLICA CHECA	2	0,004	0,138	0,175
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	647	REPUBLICA DOMINICANA	1	0,001	0,042	0,05
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	023	ALEMANIA	44	0,248	8,396	10,128

D.5 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2006

Fuente: Banco Central del Ecuador

Cod_partida	Partida	Cod_pais	País	Unidades	Toneladas	F.O.B	C.I.F
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	087	BELGICA	1	0,011	0,104	0,316
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	105	BRASIL	2256	1,247	12,744	14,154
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	149	CANADA	150	0,065	1,198	1,275
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	169	COLOMBIA	208	0,282	4,417	4,539
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	190	COREA (SUR), REPUBLICA DE	371	0,403	4,475	5,641
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	215	CHINA	9724	29,42	73,042	82,268
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	218	TAIWAN (FORMOSA)	1600	0,103	0,288	0,349
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	249	ESTADOS UNIDOS	30178	261,744	497,703	574,851
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	267	FILIPINAS	6	0,01	0,19	0,204
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	275	FRANCIA	99	0,126	2,83	3,124
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	361	INDIA	3008	0,001	0,026	0,028
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	386	ITALIA	51	0,06	1,179	1,479
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	399	JAPON	173	0,45	7,557	10,041
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	429	LETONIA	10	0,013	0,051	0,054
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	455	MALASIA	150	0,128	1,425	2,11
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	493	MEXICO	188	0,707	5,661	6,251
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	573	HOLANDA(PAISES BAJOS)	21	0,027	0,479	0,517
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	580	PANAMA	273	0,425	1,899	2,076
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	589	PERU	205	0,392	0,498	0,506
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	603	POLONIA	80	0,099	0,417	0,45
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	628	REINO UNIDO	46	0,12	1,215	1,265
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	644	REPUBLICA CHECA	1	0,001	0,027	0,027
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	676	RUSIA	19	0,518	1,835	2,151
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	767	SUIZA	4	0,017	0,448	0,457
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	827	TURQUIA	11	0,01	0,096	0,099
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	845	URUGUAY	2	0,007	0,258	0,312
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	023	ALEMANIA	107	0,363	17,65	19,818

D.6 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2007

Fuente: Banco Central del Ecuador

Cod_partida	Partida	Cod_pais	País	Unidades	Toneladas	F.O.B	C.I.F
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	087	BELGICA	2	0,007	0,183	0,251
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	105	BRASIL	2637	2,088	18,199	19,863
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	169	COLOMBIA	1074	5,066	13,968	14,785
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	190	COREA (SUR), REPUBLICA DE	1746	2,174	25,321	29,217
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	211	CHILE	1	0,007	0,355	0,488
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	215	CHINA	13963	28,158	88,588	98,736
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	218	TAIWAN (FORMOSA)	610	0,118	1,026	1,072
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	249	ESTADOS UNIDOS	22505	44,422	356,15	381,256
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	267	FILIPINAS	4	0,008	0,145	0,158
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	275	FRANCIA	284	0,229	5,561	6,191
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	361	INDIA	1	0	0,011	0,013
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	386	ITALIA	297	1,183	2,921	3,278
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	399	JAPON	541	2,115	32,292	47,228
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	429	LETONIA	14	0,013	0,088	0,092
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	493	MEXICO	570	7,804	15,231	16,385
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	573	HOLANDA(PAISES BAJOS)	27	0,059	1,3	2,932
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	580	PANAMA	525	1,215	5,674	6,018
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	589	PERU	8	0,014	0,012	0,012
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	628	REINO UNIDO	89	0,258	3,702	4,144
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	644	REPUBLICA CHECA	10	0,015	0,498	0,576
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	676	RUSIA	1	0,018	0,05	0,065
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	764	SUECIA	56	0,082	2,164	2,274
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	767	SUIZA	5	0,035	1,308	1,568
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	776	TAILANDIA	8	0,075	0,434	1,417
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	827	TURQUIA	20	0,015	0,106	0,113
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	023	ALEMANIA	158	0,205	5,961	6,734

D.7 IMPORTACIONES DE LA PARTIDA 870892000, AÑO 2008

Fuente: Banco Central del Ecuador

Cod_partida	Partida	Cod_pais	País	Unidades	Toneladas	F.O.B	C.I.F
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	063	ARGENTINA	118	0,049	1,227	1,394
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	069	AUSTRALIA	9	0,004	0,433	0,459
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	072	AUSTRIA	5	0,007	0,665	0,697
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	087	BELGICA	2	0,007	0,212	0,247
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	105	BRASIL	8222	3,378	32,803	34,855
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	149	CANADA	601	0,503	4,749	7,806
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	169	COLOMBIA	166	1,272	10,618	12,534
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	190	COREA (SUR), REPUBLICA DE	1897	2,009	17,687	20,51
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	211	CHILE	26	0,082	0,156	0,186
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	215	CHINA	32517	37,957	163,239	180,979
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	218	TAIWAN (FORMOSA)	1000	0,032	0,13	0,142
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	245	ESPANA	13	0,012	1,185	1,298
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	249	ESTADOS UNIDOS	27207	60,209	655,065	698,8
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	275	FRANCIA	144	0,15	5,557	5,972
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	386	ITALIA	101	0,45	4,585	4,902
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	399	JAPON	7987	65,527	670,501	1203,58
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	493	MEXICO	278	2,017	15,226	16,062
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	573	HOLANDA(PAISES BAJOS)	45	0,034	0,459	0,788
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	580	PANAMA	1623	2,121	9,406	9,881
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	589	PERU	5	0,04	0,228	0,237
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	603	POLONIA	42	0,116	0,686	0,716
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	628	REINO UNIDO	91	0,262	4,85	5,438
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	644	REPUBLICA CHECA	6	0,017	0,418	0,439
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	660	REUNION	2	0,004	0,047	0,049
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	776	TAILANDIA	7	0,032	0,442	0,498
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	827	TURQUIA	14	0,03	0,365	0,38
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	850	VENEZUELA	1	0,039	0,953	0,973
8708920000	SILENCIADORES Y TUBOS (CAÑOS) DE ESCAPE	023	ALEMANIA	415	2,794	72,942	76,204

ANEXO E FORMULARIOS Y RESULTADO DE ENCUESTA A PROPIETARIOS DE VEHÍCULOS EN EL CENTRO DE REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR “SAN ISIDRO”.

E.1 FORMULARIO DE ENCUESTA A PROPIETARIOS DE VEHÍCULOS

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

1. *¿Conoce usted qué es un convertidor catalítico?*

   SI__ NO__

   SI la respuesta es afirmativa pasar a la pregunta 2, caso contrario informar al encuestado lo siguiente y pasar a la pregunta 2.

   El convertidor catalítico es un componente del sistema de escape encargado de purificar los gases de escape de su vehículo, y debe ser reemplazado una vez que han pasado 5 años de uso ó 80000 km ó se han presentado daños ocasionales, y por tales razones no el vehículo no aprueba el control de emisiones.
   Para reemplazar el convertidor dañado, existen catalizadores de producción nacional a costos inferiores a los importados.

2. *Entre las siguientes opciones, ¿Cuál cree usted que es la principal característica que debe tener un convertidor catalítico de producción nacional?*
   - Calidad __
   - Eficiencia __
   - Precio __

3. *En caso de necesitar reemplazar el convertidor catalítico de su vehículo ¿Qué tipo de convertidor catalítico compraría?*

   - Nacional __
   - Importado __
   - Original __

4. ¿Por qué?

_____

_____

E.2 FORMULARIO DE ENCUESTA A COMERCIALIZADORES DE CONVERTIDORES CATALÍTICOS

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

PRECIO DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO PARA UN AUTOMOVIL DE 1800c.c

Referencia: Chévrolet Corsa Evolution 1.8

USD._____

PRECIO INCLUYE IVA:

SI __ NO__

PRECIO INCLUYE COSTO DE INSTALACIÓN:

SI __ NO__

COSTO DE INSTALACIÓN:

USD._____

E.3 RESULTADOS

Del sondeo de opinión realizado a 76 personas en el Centro de Revisión Técnica Vehicular “San Isidro”, se desprenden los siguientes resultados.

Tabla E.1 Resultados de las 3 preguntas formuladas

No.	Referencia	Respuesta	Cantidad	%
1	CONOCIMIENTO	SI	12	15,8%
		NO	64	84,2%
2	PREFERENCIA	CALIDAD	21	27,6%
		EFICIENCIA	6	7,9%
		PRECIO	49	64,5%
3	COMPRA	NACIONAL	54	71,1%
		IMPORTADO	17	22,4%
		ORIGINAL	5	6,6%

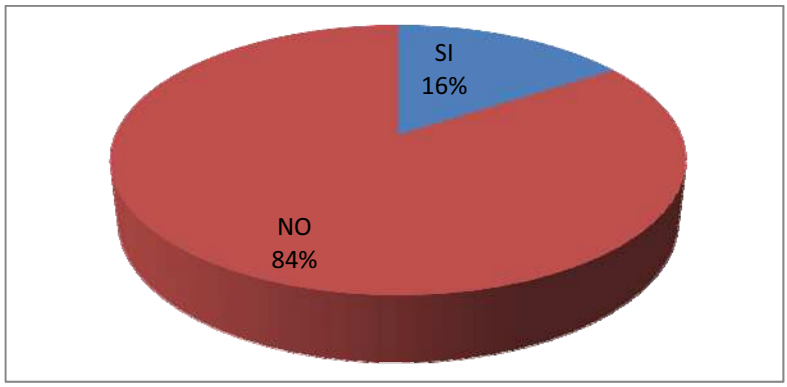


Gráfico E.1 Resultados de la primera pregunta (conocimiento)

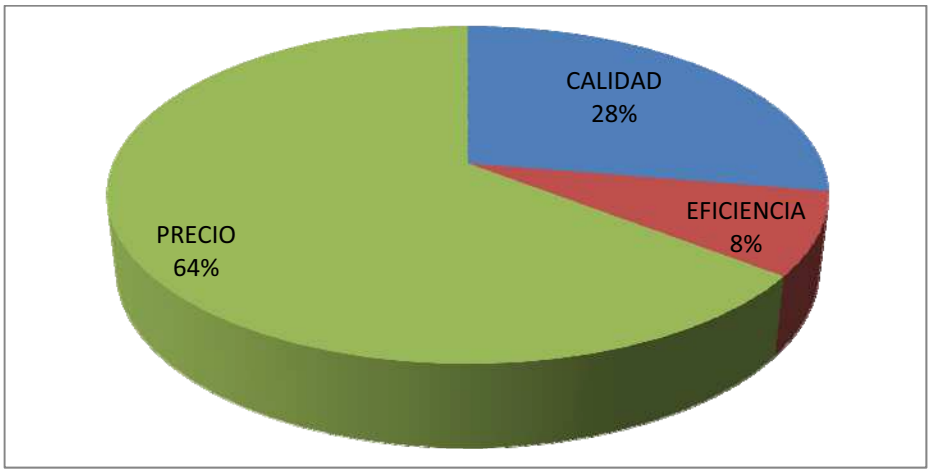


Gráfico E.2 Resultados de la segunda pregunta (preferencias)

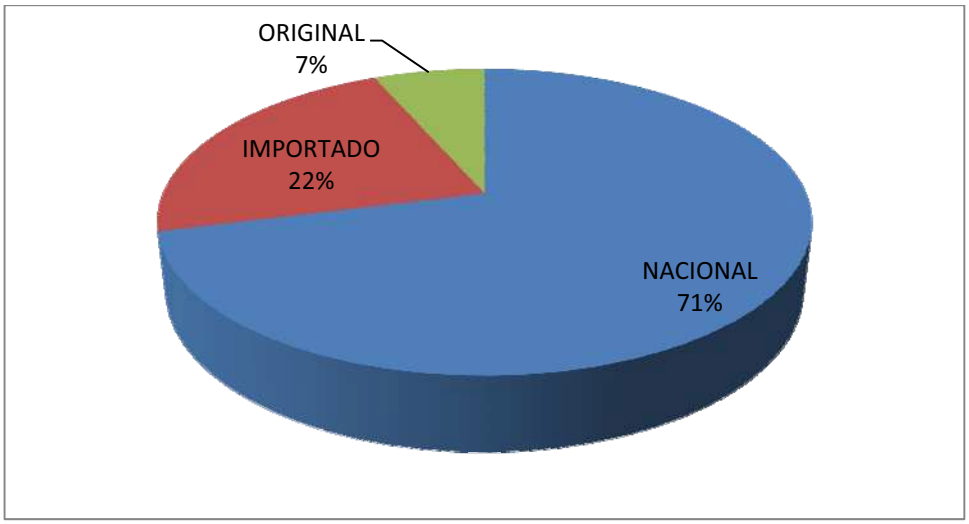


Gráfico E.3 Resultados de la tercera pregunta (compra del producto nacional)

ANEXO F DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN Y SELECCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.

F.1 PARTES DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO

El convertidor catalítico está compuesto principalmente una carcasa metálica en cuyo interior se ubica un monolito cerámico que contiene metales preciosos encargados del proceso de catálisis. Entre el monolito y la carcasa se sitúa un aislamiento flexible que, a la vez que aísla térmicamente al monolito, lo asegura dentro de la carcasa y produce un sello que evita que los gases de escape tengan un efecto de derivación y fluyan alrededor del monolito y no dentro de éste. Adicionalmente, y para facilitar su montaje en el sistema de escape, el catalizador cuenta con dos acoples por sus extremos. En la Figura F.1 se muestran las partes del convertidor catalítico.

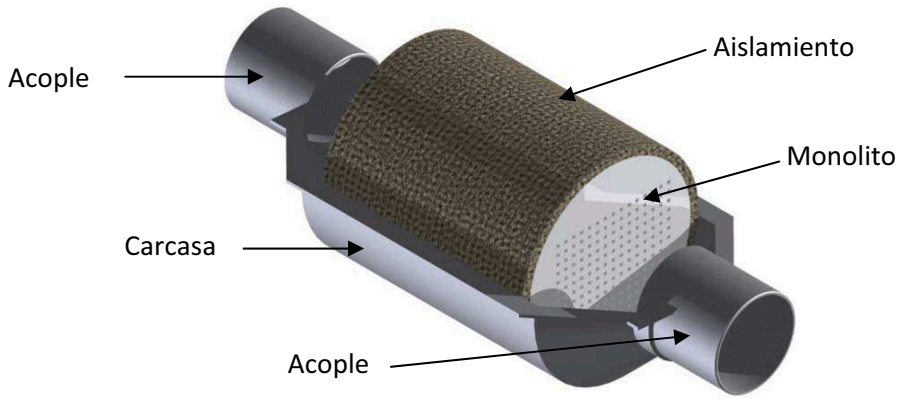


Figura F.1 Partes del convertidor catalítico. Vista sin parte de la carcasa.

Tabla F.1 Componentes del convertidor catalítico

Nº Elemento	Nombre	Material	Cantidad por Unidad	Origen
1	Carcasa Superior	Acero Inoxidable	1	Fabricación nacional
2	Monolito	Cerámica	1	Importación
3	Acoples	Acero Inoxidable	2	Compra Nacional
4	Cubierta Monolito	Fibra cerámica o malla metálica	1	Importación/Compra Nacional
5	Carcasa Inferior	Acero Inoxidable	1	Fabricación Nacional

Los materiales que se requieren para construir el convertidor catalítico no se encuentran disponibles en el país en su totalidad. Este es el caso del monolito cerámico, el cual no se produce en ni en el país ni en sus cercanías, debido a las dificultades tecnológicas que ello conlleva, es por esta razón que este elemento se debe importar. El aislamiento que se coloca entre el catalizador y la carcasa puede encontrarse en el mercado nacional si se utiliza una malla metálica especial para este fin, pero si se requiere de la utilización de un aislamiento cerámico (utilizado en la mayoría de convertidores catalíticos) es necesario importar los materiales. En la Tabla F.1 se detallan los materiales y la forma en la que se obtendrán.

F.2 ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN

Los únicos elementos que deben ser fabricados, son la carcasa del convertidor catalítico, y los acoples de escape. Ya que estos últimos son simplemente secciones de tubería no requieren un análisis mayor. Para el caso de la carcasa, las alternativas para su fabricación son varias, y de ello depende el proceso de ensamblaje posterior y la tecnología que será empleada.

F.2.1 ALTERNATIVA UNO

En esta opción la carcasa del convertidor estará compuesta de cuatro partes, diferenciadas con colores en la Figura F.2. La parte cilíndrica, dividida en dos partes (colores azul y verde), se obtiene mediante un proceso de rolado de la chapa de acero, mientras las partes cónicas, en rojo y amarillo, se obtienen por embutición.

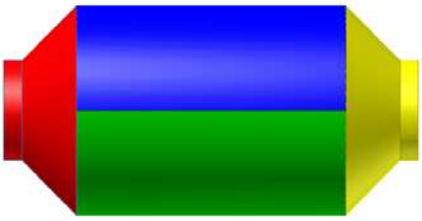


Figura F.2 Partes de la carcasa del convertidor catalítico para la alternativa uno.

Para conformar el convertidor, las partes antes descritas se unen mediante soldadura, utilizando un proceso GMAW (Gas metal Arc Welding) como se detalla en la Tabla F.2.

Tabla F.2 Descripción de las juntas soldadas para la opción uno

Parte	Nº Juntas	Tipo de Junta	Longitud Unitaria a soldar [mm]	Longitud Total [mm]
Conos	2	Circular a Tope	355	710
Cilindro	2	Tope	150	300
			Total	**1010**

El personal y maquinaria que en general se requieren para este proceso se resume en la Tabla F.3.

Tabla F.3 Requerimientos estimados de personal y maquinaria para la alternativa uno

Parte	Procesos	Maquinaria	Insumos	Personal
Carcasa	Cortado	Cizalladora		Ayudante 1
	Rolado cuerpo	Roladora		Operador 1
	Embutición del cono	Prensa		Operador 2
		Matriz de corte		Ayudante 2
		Matriz de embutición		
	Soldadura	Soldadora MIG	Electrodo	Soldador 1
			Gas de protección	Ayudante 3
			Limpieza	
Acoples de escape	Cortado	Sierra	Sierras	Ayudante 4
	Soldadura	Soldadora MIG	Electrodo	Soldador 2
			Gas de protección	Ayudante 3
			Limpieza	
			Total de Trabajadores	**8**

F.2.2 ALTERNATIVA DOS

En este caso, la carcasa del convertidor está compuesta de dos partes simétricas, señaladas en color rojo y azul en la Figura F.3, cada una de ellas obtenidas mediante un proceso de embutición.

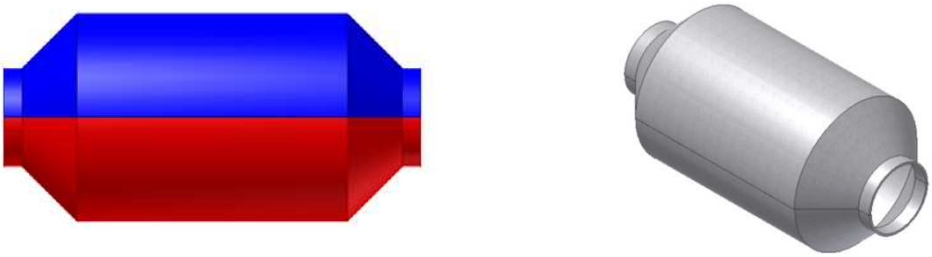


Figura F.3 Partes de la carcasa del convertidor catalítico para la alternativa dos.

Tabla F.4 Descripción de las juntas soldadas para la opción dos

Parte	Nº Juntas	Tipo de Soldadura	Longitud Unitaria a soldar [mm]	Longitud Total [mm]
Tapas	2	Tope	250	500
			Total	**500**

Tabla F.5 Requerimientos estimados de personal y maquinaria para la alternativa dos

Parte	Procesos	Maquinaria	Insumos	Personal
Carcasa	Corte Tira	Cizalladora		Ayudante 1
	Corte Cuerpo	Prensa		Operador 1
		Matriz de corte		Ayudante 2
	Embutición cuerpo completo	Prensa		Operador 2
		Matriz de embutición		Ayudante 2
	Soldadura	Soldadora MIG	Electrodo	Soldador 1
			Gas de protección	Ayudante 3
			Limpieza	
Acoples de escape	Cortado	Sierra	Sierras	Ayudante 1
	Soldadura	Soldadora MIG	Electrodo	Soldador 2
			Gas de protección	Ayudante 3
			Limpieza	
			Total	**7**

Para conformar el convertidor las partes serán unidas utilizando el proceso de soldadura GMAW como se detalla en la Tabla F.4.

Los requerimientos generales de personal y maquinaria para este proceso se resumen en la Tabla F.5

F.2.3 ALTERNATIVA TRES

En esta opción es básicamente la misma que la opción dos. La diferencia radica en el proceso de soldadura. En este caso se utiliza un proceso RSEW (Resistance Seam Welding) en lugar de un proceso GMAW para unir las dos piezas (señaladas en azul y amarillo en la Figura F.4) que conforma la carcasa.

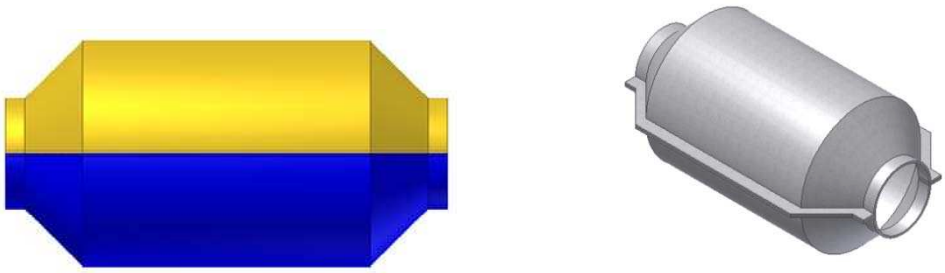


Figura F.4 Partes de la carcasa del convertidor catalítico para la alternativa tres.

Dado que en la soldadura RSEW no se adiciona material de aporte ni gases protectores, sino que, en su lugar se utilizan dos rodillos de bronce que por la acción de una alta corriente eléctrica que circula entre ellos y el metal base produce la unión permanente de las partes de la carcasa cuando se hace pasar la junta a soldar entre los rodillos. Es por esta razón que en las dos tapas de las carcasas tienen pestañas con el objeto de que los rodillos vayan soldando el material.

Los requerimientos generales de personal y maquinaria para este proceso se resumen en la Tabla F.6

Tabla F.6 Requerimientos estimados de personal y maquinaria para la alternativa tres

Parte	Procesos	Maquinaria	Insumos	Personal
Carcasa	Cortado Tira	Cizalladora		Ayudante 1
	Corte Cuerpo	Prensa		Operador 1
Carcasa		Matriz de corte		Ayudante 2
	Embutición Cuerpo Completo	Prensa		Operador 2
		Matriz de embutición		Ayudante 2
	Soldadura	Soldadora RSEW		Operador 3
				Ayudante 3
Acoples de escape	Cortado	Sierra	Sierras	Ayudante 1
	Soldadura	Soldadora MIG	Electrodo	Soldador 1
			Gas de protección	Ayudante 4
			Limpieza	
			Total Personal	8

F.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para decidir cuál de los procesos antes descritos constituye la mejor opción de producción, inicialmente se realiza una evaluación de las ventajas y desventajas que cada proceso presenta. Esta evaluación se hace en base a criterios generales y a los requerimientos estimados de cada una de las opciones.

En la Tabla F.7 se detallan las debilidades y potencialidades que en general cada opción de producción presenta.

Aunque este análisis representa un elemento válido de juicio, no es suficiente para determinar la mejor opción. Debido a esto se utiliza el método del punto de equilibrio para evaluar las alternativas en base a criterios económicos y en función de la cantidad de elementos producidos.

Para este análisis se han estimado los costos fijos y variables más representativos dentro del proceso de fabricación para cada una de las opciones, basados en los requerimientos preliminares descritos anteriormente. En la Tabla F.8 se muestra un detalle de los rubros que han sido considerados como costos fijos y variables a fin de obtener ecuaciones que permitan el costo de producción de cada una de las opciones como función de las unidades fabricadas y de esta manera obtener los puntos de equilibrio entre alternativas.

Tabla F.7 Ventajas y desventajas de las opciones de producción planteadas

Alternativas	Ventajas	Desventajas
Uno	- Maquinaria de bajo costo - Se requiere de personal sin mucha experiencia (excepto para la fabricación de los conos) - Máquinas soldadora se encuentra disponible en el mercado local	- Proceso de Fabricación lento. - Juntas a soldar son muy largas en acero inoxidable. - Debido a que es un proceso casi artesanal no se obtendrán elementos de iguales características. - Proceso de soldadura lento. - Se requiere de un posicionador especial para la soldadura - Se requiere de material de aporte como también de gas de protección respecto a la opción 3
Dos	- El proceso de fabricación es rápido. - La longitud de soldar se disminuye en un 50% con	- Maquinaria de mayor costo que la primera alternativa. - Proceso de soldadura lento - Se requiere de una matriz

Alternativas	Ventajas	Desventajas
Dos	respecto a la primera opción. - Se requiere de menos personal de trabajo. - Se requiere de menos máquinas. - Las máquinas de soldar se encuentran disponibles en el mercado local.	compleja para el proceso de embutición. - El encargado del proceso de embutición debe ser una persona con experiencia y habilidad. - El proceso de soldadura es lento. - Se necesita de material de aporte como también de gas de protección respecto a la opción 3
Tres	- De todas las alternativas esta es la más rápida. - No se requiere de un posicionador de soldadura - No se requiere de material de aporte ni atmósfera de protección en el proceso de soldadura.	- La maquinaria es de mayor costo. - Máquina de soldar RSEW no se encuentra disponible en el mercado local. - Se necesita de mayor cantidad de material para poder fabricar las aletas.

Los costos se han obtenido de cotizaciones y los resultados se han redondeado a miles para el caso de costos fijos, y a un decimal para costos variables. En la Tabla F.9 se muestran los valores que se han considerado para la evaluación. Estos valores corresponden a los obtenidos en la Tabla F.8 redondeados a miles para el caso de costos fijos y a un decimal en el caso de costos variables.

Se decide entonces, que el proceso de producción más conveniente es la opción dos. Esta opción no sólo resulta tecnológicamente conveniente según la Tabla F.7, sino que también es el proceso de producción más barato para los 500 convertidores catalíticos que se plantea construir anualmente.

De este análisis se obtiene que, para un volumen de producción inferior a las 1500 unidades aproximadamente, la alternativa uno representa la mejor opción de producción. Para volúmenes mayores a las 1500 unidades y menores a las 41000, la mejor alternativa es la opción dos. Y finalmente, a partir de las 41000 unidades, la tercera opción resulta la más adecuada. Esta información se visualiza en el Gráfico F.1.

Tabla F.8 Descripción de costos fijos y variables (aproximados) considerados para la evaluación de alternativas

	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3	
	ÍTEM	Cant.	ÍTEM	Cant.	ÍTEM	Cant.
costos fijos	Cizalladora	1	Cizalladora	1	Cizalladora	1
	Roladora	1	Prensa 100ton	2	Prensa 100ton	2
	Prensa 50 ton	1	Prensa 200 ton	1	Prensa 200 ton	1
	Prensa 100 ton	2	Matriz de embutición	1	Matriz de embutición	1
	Matriz de Embutición	1	Matriz de Corte	1	Matriz de Corte	1
	Matriz de Corte	1	Matriz de corte final	1	Matriz de corte final	1
	Matriz de Corte final	1	Soldadora MIG	2	Soldadora MIG	1
	Posicionador de soldadura	1	Posicionador de soldadura	1	Posicionador de soldadura	0
	Sierra de disco	2	Sierra de disco	1	Sierra de disco	1
	Soldadora MIG	2	Cizalla manual	1	Soldadora RSEW	1
	Costo total	61775	Costo total	71030	Costo total	107530
costos variables	Electrodo peso aprox.	0,01873	Electrodo peso aprox.	0,01318	Control de calidad	1
	Gas de protección	1,35	Gas de protección	0,95	Empacado	1
	Control de calidad	1	Control de calidad	1	Numero de cortes con sierra	2
	Empacado	1	Empacado	1	Mano de obra directa	1
	Numero de cortes con sierra	6	Numero de cortes con sierra	2	Acero	2,134869
	Mano de obra directa	1	Mano de obra directa	1	Diferencia en energía	1
	Acero	2,941	Acero	2,13487		
	Costo total	20,4934	Costo total	14,6461	Costo total	13,69691

Se decide entonces, tomar como el proceso de producción más conveniente la opción dos. Esta opción no sólo resulta tecnológicamente conveniente según lo expuesto en la Tabla F.7, sino que también es el proceso de producción más barato para los 5000 convertidores catalíticos que se plantea construir anualmente.

Tabla F.9 Valores de los costos fijos y variables considerados en la evaluación

Opción	Costos Fijos [USD]	Costos Variables [USD]
Uno	62000	20.5
Dos	71000	14.6
Tres	108000	13.7

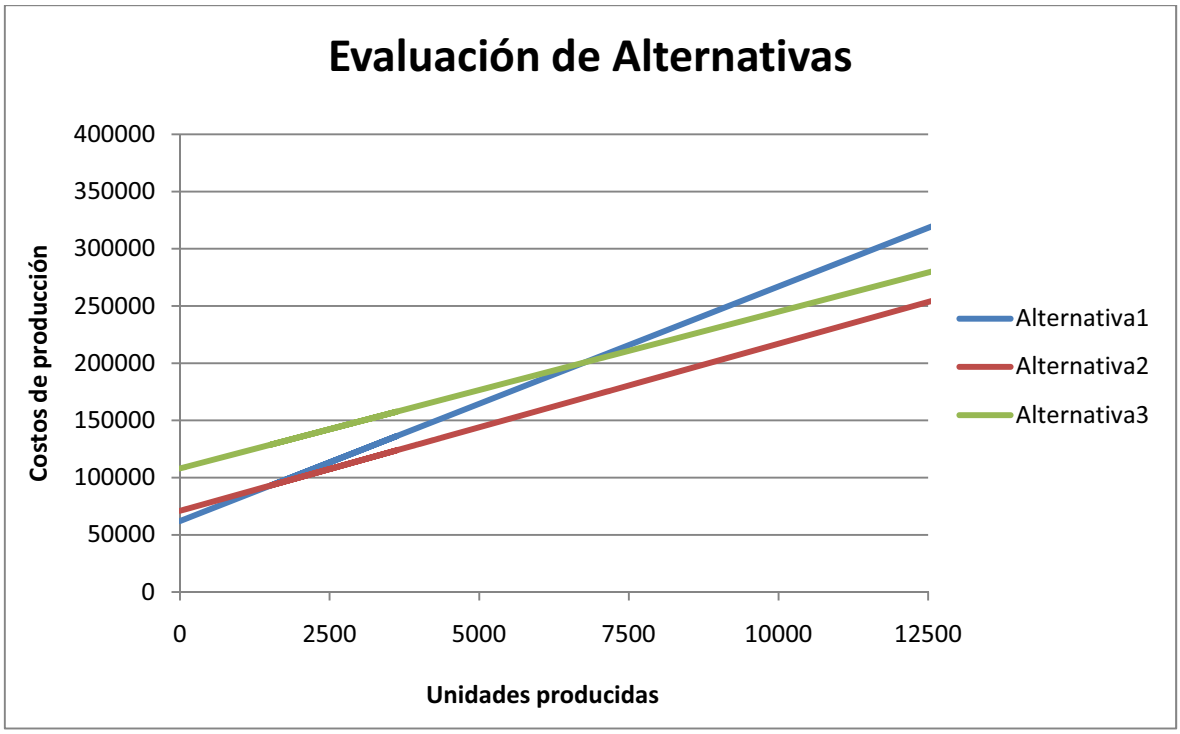


Gráfico F.1 Evaluación de alternativas mediante el método del punto de equilibrio

ANEXO G SELECCIÓN DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO

G.1 PROPIEDADES DEL ACERO INOXIDABLE

TABLE 14-21 Properties of Stainless Steel

Material type	201	302	303	304	304L	309
Structure of material	Austenitic	Austenitic	Austenitic	Austenitic	Austenitic	Austenitic
Hardening properties	Nonhardening	Nonhardening	Nonhardening	Nonhardening	Nonhardening	Nonhardening
Tensile strength, lb/in.$^2 \times 10^3$	95–115	90	90	85	80	90–100
Yield strength, lb/in.$^2 \times 10^3$	45–55	40	35–40	35	30	35–45
Elongation, %, 2 in.	40–55	50–55	50	55	55	45
Reduction of area, %	40	60–70	55	70	70	65
Modulus of elasticity, in tension, lb/in.$^2 \times 10^6$		28	28–29	29	29	29
Hardness, Brinell	179	150	160 min	180 max	180 max	200 max
Hardness, Rockwell	B90	B85	B80 min	B80–90	B90 max	B95 max
Magnetic permeability at 200 H, annealed	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
Electrical resistivity, μΩ, cm at 68°F	69.0	72.0	72.0	72.0	72.0	78.0
Heat resistance, max. °F, intermittent service	1500	1450	1450	1600	1600	1800
Machinability index, %	45	50	70	50	50	40–45
Drawability, stamping	Good	Good	Fair	Good	Good	Good
Weldability	Excellent	Excellent	Limited	Excellent	Excellent	Good
Approximate price range, %	45	25	50	50	55	70–75
Carbon (C), %	0.15	0.15	0.15	0.08	0.03	0.20
Manganese (Mn), %	5.5–7.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Silicon (Si), %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Chromium (Cr), %	16–18	17–19	17–19	18–20	18–20	22–24
Nickel (Ni), %	3.5–5.5	8–10	8–10	8–10.5	8–12	12–25
Other elements, %	0.25 N					

(*Continued*)

TABLE 14-21 Properties of Stainless Steel (*Continued*)

Material type	410	416	420	430	440C
Structure of material	Martensitic	Martensitic	Martensitic	Ferritic	Martensitic
Hardening properties	Hardenable	Hardenable	Hardenable	Hardenable	Hardenable
Tensile strength, lb/in.$^2 \times 10^3$	75	75	95	75	110
Yield strength, lb/in.$^2 \times 10^3$	40	40–45	55	45–50	65
Elongation, %, 2 in.	35	30	25	30	14
Reduction of area, %	70	65	55	65	25
Modulus of elasticity, in tension, lb/in.$^2 \times 10^6$	29	29	29	29	30
Hardness, Brinell	200 max	180 max	190 max	200 max	250 max
Hardness, Rockwell	B95 max	B90 max	B95	B95 max	B105 max
Magnetic permeability at 200 H, annealed	Magnetic	Magnetic	Magnetic	Magnetic	Magnetic
Electrical resistivity, μΩ, cm at 68°F	57.0	57.0	55.0	60.0	60.0
Heat resistance, max. °F, intermittent service	1250	1250	N/A	1500	1400
Machinability index, %	60	93	54	55	40
Drawability, stamping	Fair	Fair	Fair	Fair	Fair
Weldability	Fair	Limited	N/A	Fair	Limited
Approximate price range, %	40–45	40	45	40	51
Carbon (C), %	0.15	0.15	0.15 min	0.12	0.95–1.2
Manganese (Mn), %	1.0	1.25	1.0	1.0	1.0
Silicon (Si), %	1.0	1.0	1.0	1.0 max	1.0
Chromium (Cr), %	11–14	12–14	12–14	16–18	16–18
Nickel (Ni), %	0.5	0.5		0.5 max	
Other elements, %					0.75 Mo

TABLE 14-21 Properties of Stainless Steel (*Continued*)

Material type	310	316	316L	321	347	405
Structure of material	Austenitic	Austenitic	Austenitic	Austenitic	Austenitic	Ferritic
Hardening properties	Nonhardening	Nonhardening	Nonhardening	Nonhardening	Nonhardening	Hardenable
Tensile strength, lb/in.$^2 \times 10^3$	90	85	75	80–90	95	65–70
Yield strength, lb/in.$^2 \times 10^3$	45	35	30	35	40	40
Elongation, %, 2 in.	40–50	50–60	50–60	55	45–50	25–30
Reduction of area, %	50–60	70	70	65	60–65	60
Modulus of elasticity, in tension, lb/in.$^2 \times 10^6$	20–30	29	29–30	29	28	29
Hardness, Brinell	180 max	200 max	180 max	200 max	185 max	150
Hardness, Rockwell	B90 max	B95 max	B90 max	B95 max	B90 max	B75
Magnetic permeability at 200 H, annealed	1.01	1.02	1.02	1.02	1.02	Magnetic
Electrical resistivity, $\mu\Omega$, cm at 68°F	78.0	74.0	72.0	72.0	72.0	57.0
Heat resistance, max. °F, intermittent service	1900	1600	1600	1600	1450	1250
Machinability index, %	40–45	45	45	50	50	60
Drawability, stamping	Good	Good	Good	Good	Good	Fair
Weldability	Good	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Good
Approximate price range, %	83–110	60–80	60–90	60	60–85	40–55
Carbon (C), %	0.25	0.08	0.03	0.08	0.08	0.08
Manganese (Mn), %	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0
Silicon (Si), %	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Chromium (Cr), %	24–26	16–18	16–18	17–19	17–19	11.5–14.5
Nickel (Ni), %	19–22	10–14	10–14	9–12	9–13	
Other elements, %		2–3 Mo	2–3 Mo			

(*Continued*)

G.2 PROPIEDADES DEL MONOLITO

Fuente: Catálogo de productos Ceracomb, páginas: 2, 8, 9, www.ceracomb.com.

Ceramic Honeycomb

CLEANCEL

2. Catalyst Substrate for Vehicles

Physical Properties

Property	Value
Crystalline phase	Cordierite Min. 80wt%
Impurities (wt %)	Na_2O Max. 0.26% K_2O Max. 0.26% CaO Max. 0.4%
High temperature stability	Max 3% (1460℃/10Min)
Mercury porosity (cc/g) 2 ㎛ 6 ㎛ 10㎛ 20㎛ 40㎛	Total Intrusion Vol. 0.18 – 0.24 0.09 – 0.21 0.02 – 0.13 0.00 – 0.08 0.00 – 0.05 0.00 – 0.02
Compressive strength	A-axis : Min. 106.5kgf/㎠ B-axis : Min. 14.1kgf/㎠ C-axis : Min. 1.76kgf/㎠
CTE(30-800)	Max. 1.0×10^{-6}
Water absorption	Min. 15%
Softening temperature	Min. 1410℃

Standard dimension

400CPSI : 3.3"×5.8"×4.6"L, Round 4"×5"L, Round 5.66"×6"L,
Round 7.5"×4"L, Round 9.5"×4"L, Round 10.5"×3"L

Geometric Properties

Cell density	400 CPSI
Pitch	1.27 mm (0.05inch)
Opening size	1.10 mm (0.043 inch)
Wall Thickness	0.17 mm (0.006 inch)
Surface area	2728 m2/m3
Open frontal area	76%

312-26 Deuksan-Dong, Asan-City, Chungnam, Korea
Tel : +82 41 531 0657 / Fax : +82 41 531 0659 / www.ceracomb.com

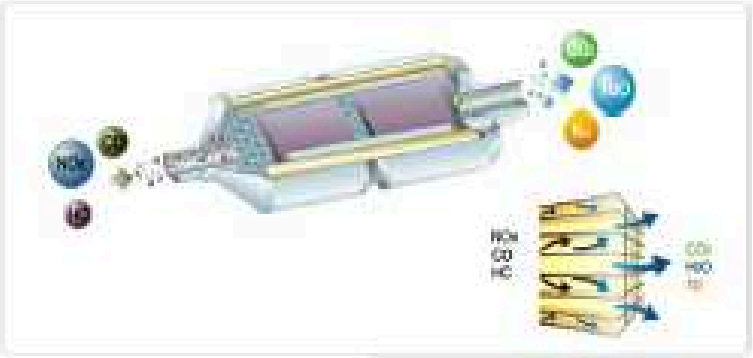
Honeycomb Catalyst

AEROCLEAN

Three Way Catalyst

Introduction

Three way catalyst is made of ceramic honeycomb substrate coated with precious metals. This catalyst converts HC, CO, NOx exhausted from gasoline vehicles into CO2, H2O and N2.



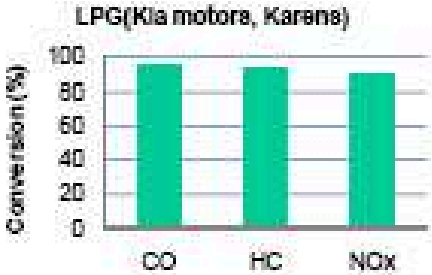
Application

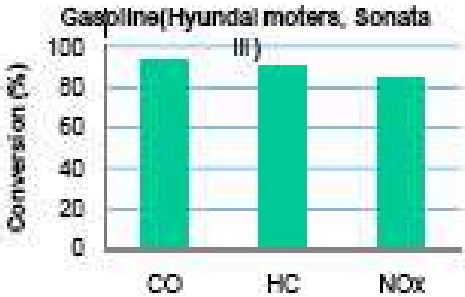
- Gasoline vehicles
- LPG vehicles
- CNG vehicles

Characters

- Low pressure drop
- High geometric surface area
- High thermal shock resistance
- Minimize vehicles' power loss and fuel consumption

Performance





(주)세라콤
312-26 Deuksan-Dong, Asan-City, Chungnam, Korea
Tel : +82 41 531 0857 / Fax : +82 41 531 0859 / www.ceracomb.com

G.3 PROPIEDADES DEL METAL DE APORTE PARA EL PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Fuente: AWS A5.9 Standard, Specification for Bare Stainless Steel Electrodes and Rods, American Welding Society, 1999, página 16.

to transgranular stress corrosion cracking in hot aqueous chloride-containing media. The ER240 filler metal has sufficient total alloy content for use in joining dissimilar alloys like mild steel and the stainless steels and also for direct overlay on mild steel for corrosion and wear applications when used with the gas metal arc process. The gas tungsten arc, plasma arc, and electron beam processes are not suggested for direct application of this filler metal on mild steel.

A8.5 ER307. The nominal composition (wt.%) of this classification is 21 Cr, 9.5 Ni, 4 Mn, 1 Mo. Filler metals of this classification are used primarily for moderate-strength welds with good crack resistance between dissimilar steels such as austenitic manganese steel and carbon steel forgings or castings.

A8.6 ER308. The nominal composition (wt.%) of this classification is 21 Cr, 10 Ni. Commercial specifications for filler and base metals vary in the minimum alloy requirements; consequently, the names 18-8, 19-9, and 20-10 are often associated with filler metals of this classification. This classification is most often used to weld base metals of similar composition, in particular, Type 304.

A8.7 ER308H. This classification is the same as ER308, except that the allowable carbon content has been restricted to the higher portion of the 308 range. Carbon content in the range of 0.04-0.08 provides higher strength at elevated temperatures. This filler metal is used for welding 304H base metal.

A8.8 ER308L. This classification is the same as ER308, except for the carbon content. Low carbon (0.03 percent max) in this filler metal reduces the possibility of intergranular carbide precipitation. This increases the resistance to intergranular corrosion without the use of stabilizers such as columbium (niobium) or titanium. Strength of this low-carbon alloy, however, is less than that of the columbium (niobium)-stabilized alloys or Type 308H at elevated temperatures.

A8.9 ER308LSi. This classification is the same as ER308L, except for the higher silicon content. This improves the usability of the filler metal in the gas metal arc welding process (see A9.2). If the dilution by the base metal produces a low ferrite or fully austenitic weld, the crack sensitivity of the weld is somewhat higher than that of a lower silicon content weld metal.

A8.10 ER308Mo. This classification is the same as ER308, except for the addition of molybdenum. It is used for welding ASTM CF8M stainless steel castings and matches the base metal with regard to chromium, nickel, and molybdenum contents. It may be used for welding wrought materials such as Type 316 (UNS31600) stainless when a ferrite content in excess of that attainable with the ER316 classification is desired.

A8.11 ER308LMo. This classification is used for welding ASTM CF3M stainless steel castings and matches the base metal with regard to chromium, nickel, and molybdenum contents. It may be used for welding wrought materials such as Type 316L stainless when a ferrite in excess of that attainable with ER316L is desired.

A8.12 ER308Si. This classification is the same as ER308, except for the higher silicon content. This improves the usability of the filler metal in the gas metal arc welding processes (see A9.2). If the dilution by the base metal produces a low ferrite or fully austenitic weld metal, the crack sensitivity of the weld is somewhat higher than that of a lower silicon content weld metal.

A8.13 ER309. The nominal composition (wt.%) of this classification is 24 Cr, 13 Ni. Filler metals of this classification are commonly used for welding similar alloys in wrought or cast form. Occasionally, they are used to weld Type 304 and similar base metals where severe corrosion conditions exist requiring higher alloy weld metal. They are also used in dissimilar metal welds, such as joining Type 304 to carbon steel, welding the clad side of Type 304 clad steels, and applying stainless steel sheet linings to carbon steel shells.

A8.14 ER309L. This classification is the same as ER309, except for the carbon content. Low carbon (0.03 percent max) in this filler metal reduces the possibility of intergranular carbide precipitation. This increases the resistance to intergranular corrosion without the use of stabilizers such as columbium (niobium) or titanium. Strength of this low-carbon alloy, however, may not be as great at elevated temperatures as that of the columbium (niobium)-stabilized alloys or ER309.

A8.15 ER309Si. This classification is the same as ER309, except for higher silicon content. This improves the usability of the filler metal in the gas metal arc welding processes (see A9.2). If the dilution by the base metal produces a low ferrite or fully austenitic weld metal deposit, the crack sensitivity of the weld is somewhat higher than that of a lower silicon content weld metal.

A8.16 ER309Mo. This classification is the same as ER309 except for the addition of 2.0 to 3.0 percent molybdenum to increase its pitting corrosion resistance in halide-containing environments. The primary application for this filler metal is surfacing of base metals to improve their corrosion resistance. The ER309Mo is used to achieve a single-layer overlay with a chemical composition similar to that of a 316 stainless steel. It is

G.4 PROPIEDADES DEL AISLAMIENTO CERÁMICO

Fuente: Catálogo de productos UNIFRAX ILLC, páginas: 1-3,www.unifrax.com

UNIFRAX Product Information Sheet

IsoMat® AV5 Substrate Support Mat

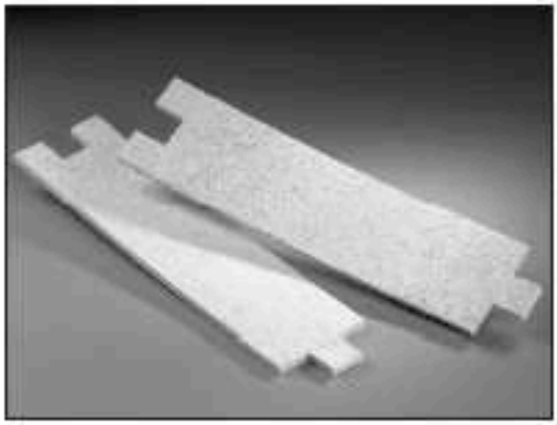
Introduction

Unifrax is pleased to introduce IsoMat® AV5 support mat system. IsoMat AV5 is designed to function as mechanical support for the ceramic substrate and act as an exhaust gas seal while providing thermal insulation.

As a manufacturer of fibers used in a variety of catalytic converter mounting systems, Unifrax has successfully combined fiber-making expertise with a state-of-the-art paper manufacturing process to maximize the performance of IsoMat AV5.

IsoMat AV5 offers superior performance at low temperatures and has excellent thermal stability with a continuous use temperature of 750°C average mat temperature (Reference SAE Paper 2007-01-0471). Performance at low temperatures is provided by a structural support matrix of Isofrax® fibers held together by a proprietary binder system, and it is equivalent to typical non-intumescent support mat systems. At elevated temperatures, the fiber matrix support is complemented by vermiculite expansion to absorb additional gap expansion. As a result, the holding force of the system is maintained over a broad range of temperature. This makes IsoMat AV5 an ideal solution for a wide range of emission control devices, including large diesel oxidation catalysts (DOC), diesel particulate filters (DPF), and selective catalyst reduction units (SCR), as well as gasoline oxidation catalysts, including ethanol (flex fuel) underbody converters.

IsoMat AV5 has been designed to provide robust performance without the need for wire mesh ring protection (for erosion) or heat treatment for additional holding force at low temperatures.



Product Availability

Basis Weight	Nominal Thickness*	Nominal Installed Gap
(g/m²)	mm	mm
2400	7.2	3.0
2350	8.0	3.5
2700	9.2	3.8
2900	9.9	4.2

*Thickness measured @ 0.725 kPa

Typical Properties

Thermal Conductibility at 650°C*	0.18 W/mK
Tensile Strength	100.0 kPa

*ASTM – C177

Chemical Composition

Isofrax® Fibers	70.0%	± 5.0%
Vermiculite	20.0%	± 5.0%
Loss on Ignition	5.0%	± 2.5%

Canning Performance

IsoMat AV5 is typically installed at a nominal gap bulk density (GBD) of 0.70 g/cm³. The room temperature compression behavior of IsoMat AV5 is shown in Figure 1. The GBD range for each specific application will be defined according to the requirements for holding force and substrate strength. Unifrax provides a global network of application engineering services and will provide you with a support mat recommendation for your specific converter design.

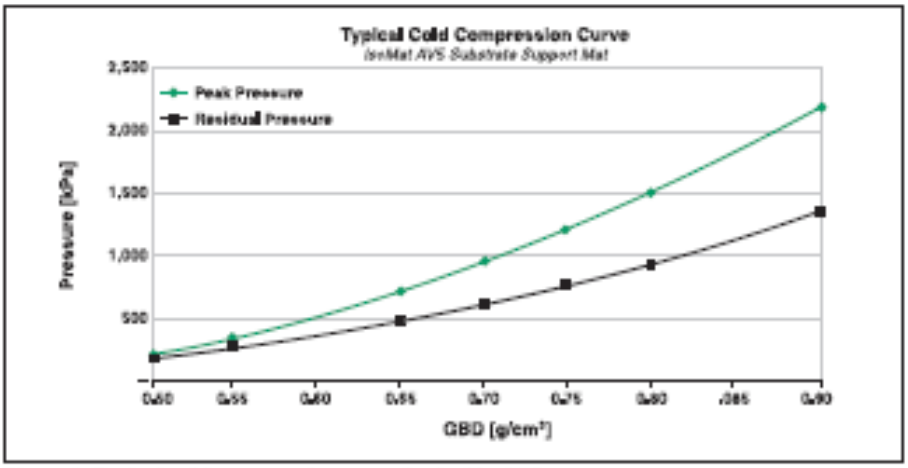


Figure 1: Typical cold compression curve for IsoMat AV5 support mat.

Erosion Resistance

Support mat erosion may occur as a result of improper support mat installation or due to lack of holding force of the fiber matrix. Different types of support mat are more susceptible to erosion than others. IsoMat AV5 can be properly designed in order to present a low erosion profile. Figure 2 presents comparative erosion loss for IsoMat AV5 and XPE® AV2 as a function of GBD.

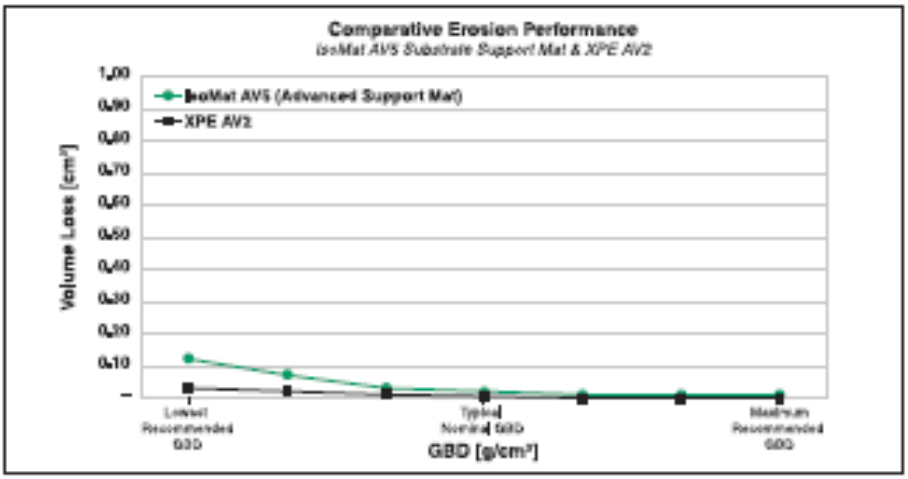


Figure 2: Comparative erosion data for IsoMat AV5.

Support Mat Aging Performance – Typical Curve For IsoMat AV5

IsoMat AV5 is designed to present robust performance over a broad temperature range. Figure 3 presents a typical aged mat performance curve for IsoMat AV5 as a function of temperature. Factors such as design nominal gap and thermal shell expansion also influence support mat performance. Please contact our Application Engineering department for additional information regarding the performance of IsoMat AV5 under specific operating conditions.

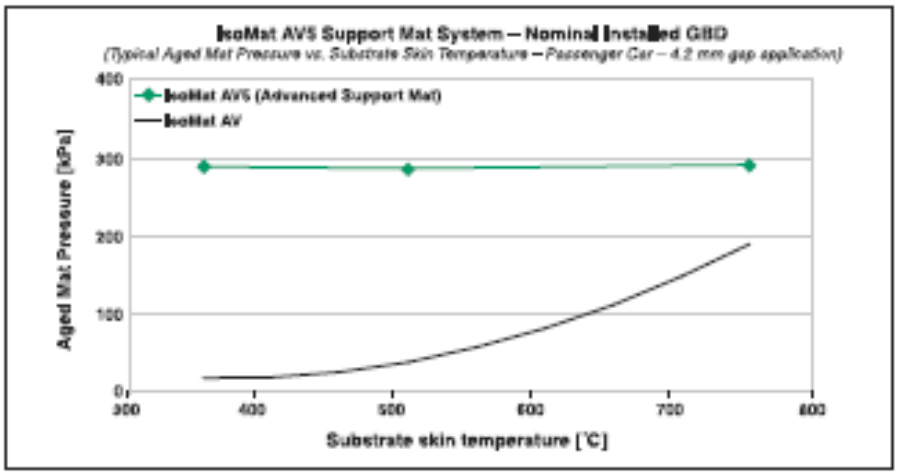


Figure 3: Typical aged mat pressure for IsoMat AV5 as a function of temperature.

Isofrax Fiber – Health and Safety Information

Isofrax fibers have been tested pursuant to EU protocol ECB/TM/26 Revision 7, Nota Q, Directive 97/69/EC. Isofrax fibers do not require additional labeling, further testing, or special handling practices.

Intratracheal Installation Biopersistence Testing per the German Hazardous Substances Ordinance has been conducted on Isofrax fibers with results that are below German regulatory thresholds. Requirements of the German Hazardous Substances Ordinance [October 26, 1993 as amended June 18, 1998] do not apply.

Therefore, IsoMat AV5 is certified as a Class-Zero, True Green Support Mat System. Certifications are available upon request.

Worldwide Technical Support

Unifrax is a worldwide sales and service organization with several international locations and representatives. The services that we provide include thermal modeling, system design engineering assistance, and failure analysis as well as technical exchange programs. For additional information regarding IsoMat AV5 or any of our catalytic support mats, please contact the Unifrax Automotive Application Engineering Department at 716-278-3993.

G.5 RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL GAS DE PROTECCIÓN EN EL PROCESO DE SOLDAURA GMAW DE ACERO INOXIDABLE

Fuente: AGA Catálogo de Electrodos comunes, especiales y gases para corte y soldadura, página: 43.

ALAMBRE DE ACERO INOXIDABLE PARA PROCESO MIG

ER 308 L

Norma:

AWS	ER 308 L

Análisis del Metal Depositado %:

C	0.025% máx.	Cr	20.50	Ni	9.50	Mn	1.0	Si	0.40

Descripción: Alambre continuo que deposita un acero inoxidable austenítico. Posee gran resistencia a la corrosión y gracias a su extra-bajo contenido de carbono es mínima la formación de carburo de cromo en el metal soldado. Posee buena resistencia a los agentes oxidantes, ductibilidad y alta resistencia al impacto, inclusive a temperaturas muy bajas.

Proceso:

MIG (G.M.A.W.)	GAS DE PROTECCIÓN	
	ARGÓN	AGA MIX 12

Propiedades Mecánicas:

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	ELONGACIÓN	LÍMITE DE FLUENCIA
80.000 Lbs./Pulg.^{2}	39%	46.000 Lbs./Pulg^2.

Aplicaciones: Recomendado para inoxidables tipo 18 Cr/8Ni: para la unión de los aceros inoxidables 201, 202, 301, 302, 302B, 303, 303Se, 304, 304L, 305, 308, 321, 347, 348, 405, 410, 420.
Sus aplicaciones están principalmente en: - Equipos para procesar y almacenar alimentos y químicos. • Pasteurizadoras • embotelladoras • tanques • ductos • mallas de acero inoxidable • evaporadoras • torres para fraccionamiento • bombas • intercambiadores de calor • aviones • carros de ferrocarril • vehículos tanques para químicos • fabricación de muebles • equipos para restaurantes, etc.,

DATOS PARA SOLDAR:

PROCESO MIG (GMAW)	ø ALAMBRE mm.	ø ALAMBRE Pulg.	VELOCIDAD ALIMENTAC cmt/min.	AMP.	VOLT.	FLUJO DE GAS lt/min
CORTO CIRCUITO	0.8	0.030	380-1090	90-120	17-22	12
	0.9	0.035	300-1000	90 -135	17-22	
	12					
SPRAY	0.8	0.030	1120-1650	150-170	26	16
	0.9	0.035	1090-1270	150-190	26	16

Estos datos son para equipos convencionales. Para otro tipo de equipos, consultar a escuelas de soldadura AGA. - Corto circuito se utiliza normalmente para materiales de espesor menor a 3 mm. y para soldaduras de raíz y en posiciones difíciles. **NOTA:** Las mejores condiciones para cada aplicación deben determinarse mediante pruebas al momento de soldar.

IMPORTANTE: Protéjase de la humedad. **PESO POR ROLLO:** 11 kg./25 lbs.

43

ANEXO H DETERMINACIÓN DE LA FUERZA DE CORTE DEL DESARROLLO PARA EL CONVERTIDOR CATALÍTICO.

H.1 CALCULO DE LA FUERZA DE LA PRENSA

Para determinar la fuerza de la prensa se debe calcular la fuerza necesaria para cortar el metal, la fuerza de expulsión de la pieza de metal y la fuerza de extracción del punzón de la tira de metal.

H.2 CALCULO DE LA FUERZA DE CORTE DEL MATERIAL

La fórmula de cálculo de la fuerza de corte está dada por la siguiente fórmula[71].

$$F = s \cdot l \cdot \sigma_T \qquad \text{H.1}$$

Dónde:

F: Fuerza de corte del material [kgf]

s: Espesor del material a cortar [mm]

l: Perímetro de la forma a cortar [mm]

σ_T: Resistencia al corte del material [kgf/mm^2]

Debido a que no existe mucha información acerca de la resistencia al corte del material, la resistencia al corte se lo relaciona con la resistencia última a la tracción en la siguiente fórmula.[72]

$$\sigma_T = \frac{3}{4}\ a\ \frac{4}{5}\ de\ \sigma_{ut} \qquad \text{H.2}$$

σ_{ut}: Resistencia última a la tracción [kgf/mm^2]

La resistencia última a la tracción para el acero AISI 304L es de 53 kgf/mm^2, por lo que aplicando la fórmula $\sigma_T = \frac{3}{4}\ a\ \frac{4}{5}\ de\ \sigma_{ut}$ H.2 con el valor de 4/5 se obtiene que la resistencia al corte del material es de 42,4 kgf/mm^2.

El perímetro de la figura a cortar es de 986,128 mm, la forma del desarrollo se indica en la Figura H.1

---

[71] ROSSI, Mario, *Estampado en Frío de la Chapa,* Madrid, España, Editorial Dossat, Novena Edición, 1979, P:24

[72] JIS, G4304, *Hot Rolled Stainless Steel Plates, Sheets and Strip*, 1999, P:7

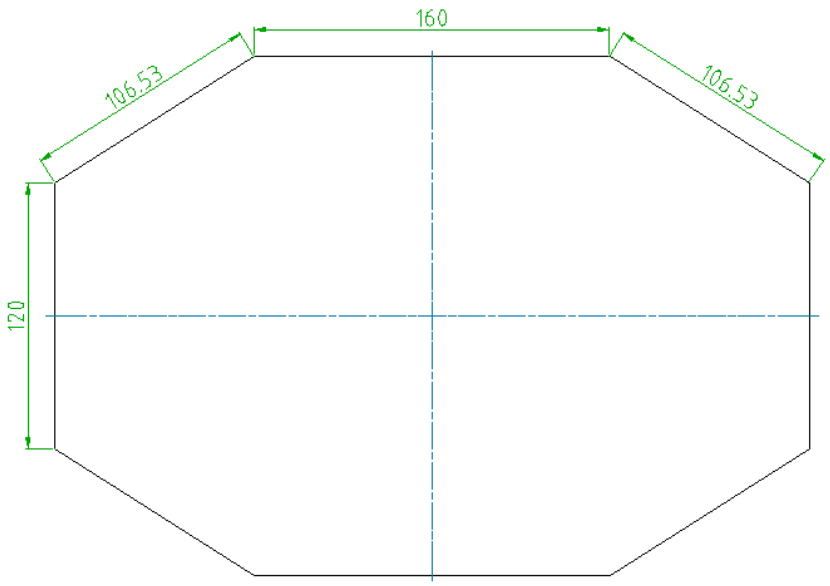


Figura H.1Forma del material a cortar

Mientras que el espesor del material es de 1,6 mm.

Aplicando la fórmula con los valores obtenidos:

$$F = 42{,}4\ \frac{kgf}{mm^2} \times 986{,}128\ mm \times 1{,}6\ mm$$

Se obtiene una fuerza de 66898,92 kgf.

Para el cálculo de la fuerza de expulsión se aplica la siguiente relación

$$F_{exp} = 0{,}015(66898{,}92)kgf \qquad \text{H.3}$$

Dando un valor de 1003,48 kgf

Mientras que el cálculo de la fuerza de extracción es de la siguiente forma.

$$F_{ext} = 0{,}07(66898{,}92)kgf \qquad \text{H.4}$$

Dando un valor de 4682,92 kgf.

H.3 FUERZA TOTAL

Por lo tanto el valor de la fuerza total de la prensa se determina de la siguiente forma

$$F_{total} = F + F_{exp} + F_{ext} \qquad \text{H.5}$$

$$F_{total} = 66898{,}92 + 1003{,}48 + 4682{,}92$$

Por lo tanto la fuerza total es de 72585,32 kgf equivalente a 72,58 toneladas.

ANEXO I DETERMINACION DEL DESARROLLO DE CHAPA METÁLICA Y CÁLCULO DE LA FUERZA DE EMBUTICIÓN MEDIANTE EL PROGRAMA STAMPACK

I.1 INTRODUCCIÓN.

El proceso de fabricación de la carcasa es mediante conformado por embutición, en el cual debido a la forma que debe tomar la chapa no existe fórmulas de cálculo para determinar el desarrollo de la chapa como también la fuerza del punzón requerida para el proceso de embutir la chapa. Además existe otra variable a determinar como la fuerza en el prensachapas el cuál es el encargado de retener la lámina evitando que la misma se arrugue, pero si esta fuerza está en exceso la lámina comienza a romperse. El proceso de determinar estas variables se las realiza de una manera experimental e iterativa, como se menciono previamente no existen fórmulas desarrolladas para determinar estas variables. Por lo tanto en este anexo se realiza una descripción del proceso de simulación del proceso de embutición de la conformación de las carcasas en el programa STAMPACK.

I.2 DISEÑO DE LA MATRIZ DE EMBUTICIÓN Y EL DESARROLLO DE LA CHAPA METÁLICA.

El diseño de la matriz como de la chapa metálica se lo puede realizar en el programa STAMPACK, pero para este caso que se presenta, el diseño se lo realizó con el programa INVENTOR 2010 ya que este ofrece una interfaz más amigable para el usuario en lo que se refiere a diseñar elementos en 3D. Para que exista compatibilidad entre los programas, los archivos son guardados en formato .iges, por lo tanto el diseño se realiza en INVENTOR 2010 mientras que el análisis de fuerza del punzón y del comportamiento de la chapa se lo realiza en STAMPACK.

I.2.1 DISEÑO DE LA MATRIZ.

En primer lugar se diseña la matriz con la forma de la carcasa. El modelo de la matriz es solo de la superficie y no es modelada como un sólido el cuál sería la matriz en la realidad, esta superficie es de contacto entre la lámina y la matriz, esto se lo realiza con el objeto de que el resto de las superficies no tienen una función útil en el proceso de conformado, además el programa de simulación del proceso se ralentizaría debido a esas superficies.

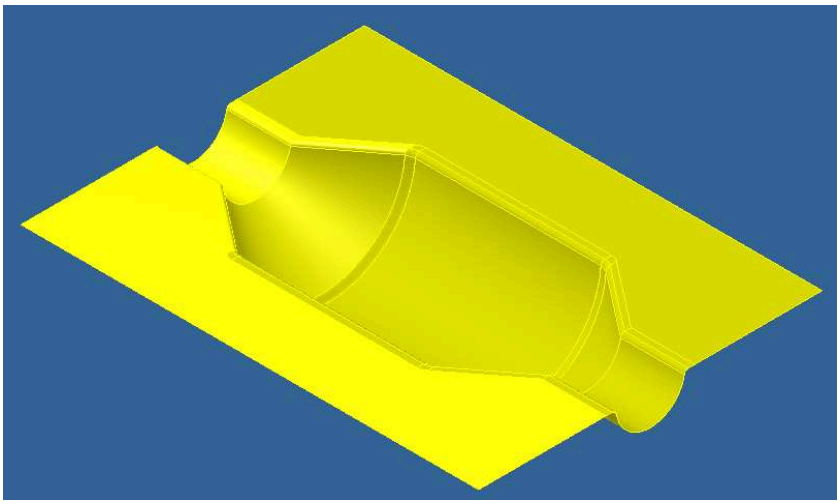


Figura I.1 Forma de la matriz de embutición realizada con el programa INVENTOR 2010.

Una vez diseñada la matriz se la procede a guardar el modelo en un archivo en formato .ipt el cuál servirá para realizar alguna modificación al modelo si es necesario, luego se guarda otro archivo en formato .iges el cual será exportado al programa STAMPACK para realizar la simulación.

I.2.2 DESARROLLO DE LA LÁMINA A EMBUTIR.

Igualmente que la matriz el desarrollo de la lámina que será modelado en el programa INVENTOR. El desarrollo de la lámina se guardará tanto en un archivo .ipt, esto es necesario ya que el tamaño del desarrollo se lo irá cambiando de acuerdo a los resultados que se presenten en la simulación, hasta obtener un desarrollo adecuado para la carcasa, a cada desarrollo de la chapa también se lo guarda en formato .iges, el cual será exportado al programa STAMPACK para el proceso de fabricación.

I.3 PROCESO DE SIMULACIÓN EN EL PROGRAMA STAMPACK

A continuación se realiza una descripción de cómo se realizó la simulación del proceso de embutición con el programa STAMPACK.

I.3.1 CREACION DE LAYERS.

Previo a cualquier importación de archivos o creación de los elementos se debe crear capas (layers) de cada uno de los componentes que conforman la matriz de embutición. Se abre el programa STAMPACK, se procede a abrir el menú Utilities, eligiendo la opción layers

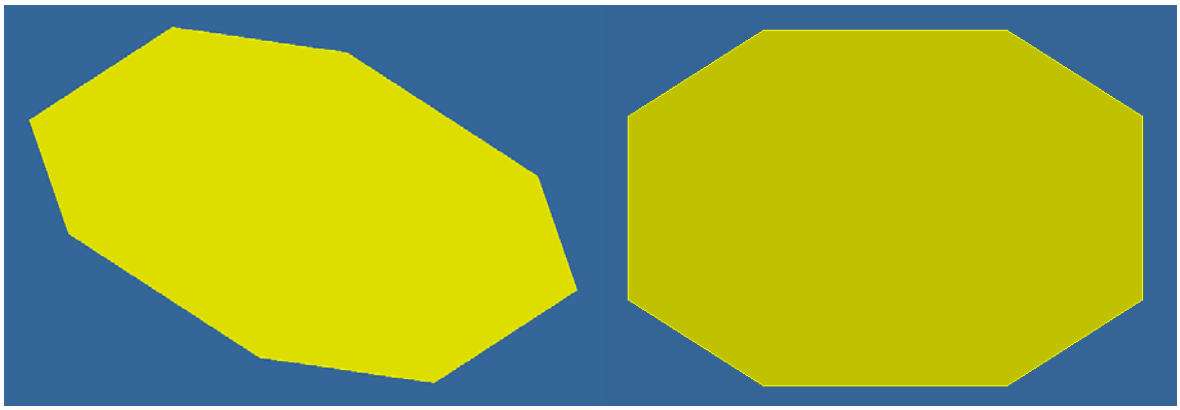


Figura I.2 Forma del desarrollo de chapa realizado con el programa INVENTOR 2010

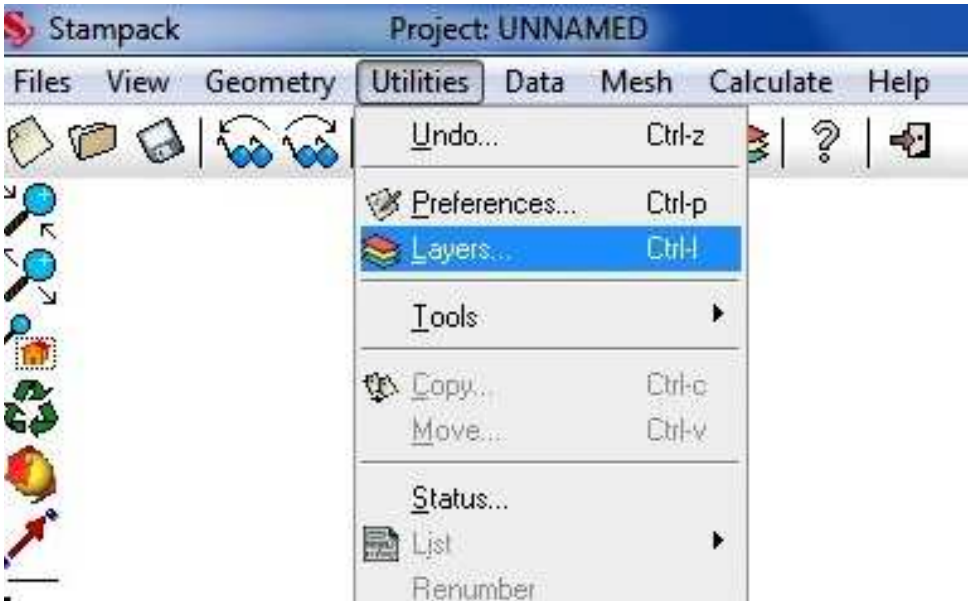


Figura I.3 Selección de la opción layers en el programa STAMPACK.

Una vez elegida la opción el programa abre una ventana que se llama Layers indicando las capas (layers) que existen, por defecto el programa crea el Layer0. En esta ventana en el recuadro se escribe Matriz y a continuación se hace un clic en el botón New, ver Figura I.4 el cuál crea el layer con el cual se trabajará con el elemento de la matriz de embutición. Al lado izquierdo del nombre del layer, se indica el color del mismo, con un símbolo de visto se indica si esta capa se encuentra activada, mientras que en el lado derecho se existen dos íconos, uno con forma de foco si la capa o layer se encuentra visible, y uno con forma de candado indicando si el layer está bloqueado o no ver Figura I.4.

Se debe trabajar con layers los distintos elementos que conforman la matriz debido a que con las capas se puede asignar las distintas propiedades.

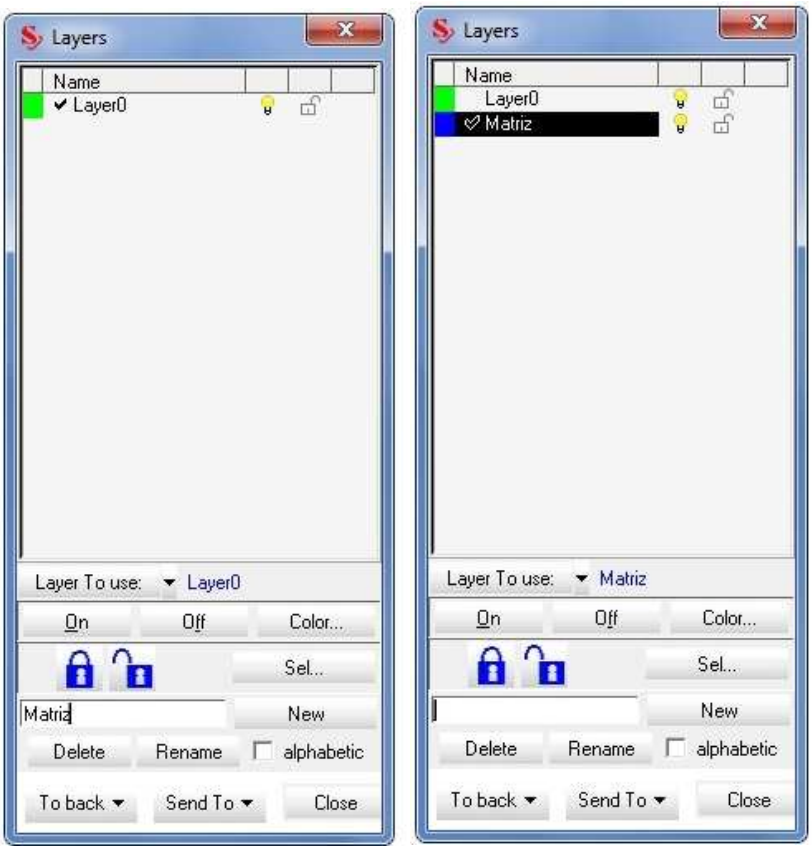


Figura I.4 Creación del layer matriz

I.3.2 IMPORTACIÓN DE ARCHIVOS.

Figura I.5 Selección del tipo de archivo a importar.

Una vez creado el layer de la matriz, se procede a realizar la importación del archivo donde se diseñó la matriz. Se elige el menú Files, se despliega la opción

Import, a continuación se elige la opción IGES, ver Figura I.5 con lo cual se procede a abrir el archivo de la matriz que se diseñó en INVENTOR.

Una vez que se selecciona el archivo de la matriz, el programa STAMPACK lo indica de la siguiente manera ver Figura I.6

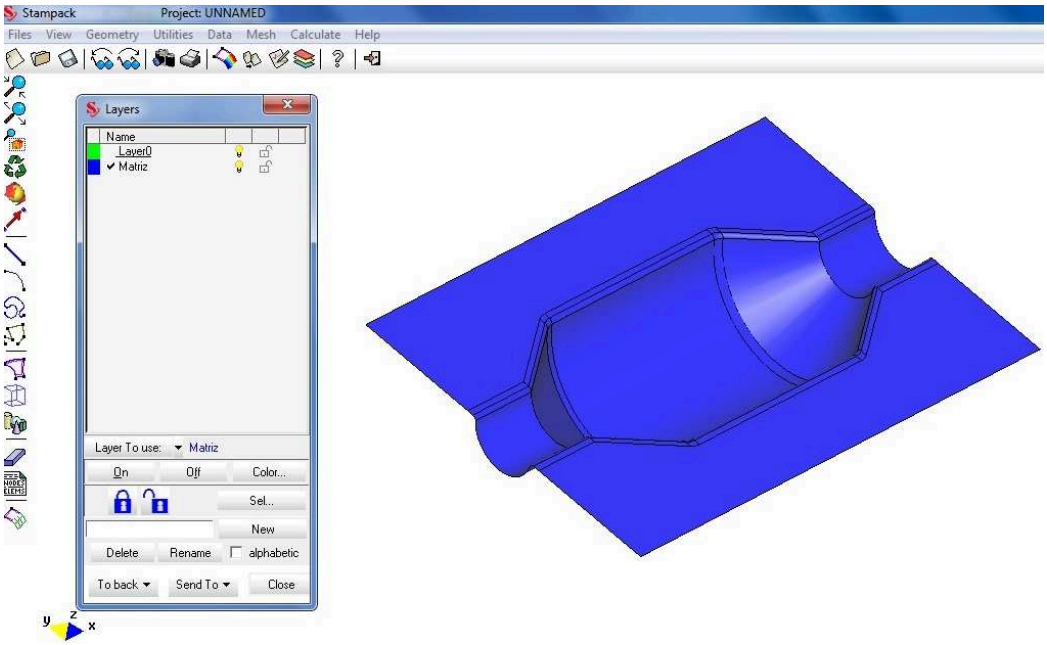


Figura I.6 Vista de la Matriz Importada al programa STAMPACK.

I.3.3 IMPORTACIÓN DEL ARCHIVO DE LA CHAPA METÁLICA.

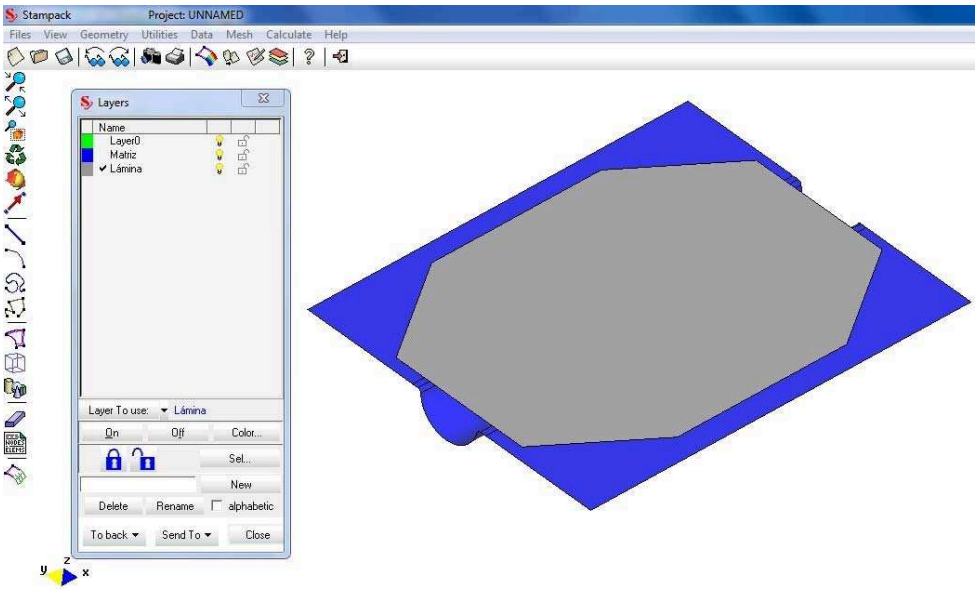


Figura I.7 Importación de la chapa metálica.

Para la importación del archivo que contiene el desarrollo de la chapa metálica, en primer lugar se debe crear un layer como se indica en el apartado I.3.1 el cuál contendrá las entidades que conforman la chapa a embutir y luego se importa el archivo que se realizado en INVENTOR siguiendo los pasos del apartado I.3.2.

I.3.4 CREACIÓN DEL PUNZÓN A EMBUTIR.

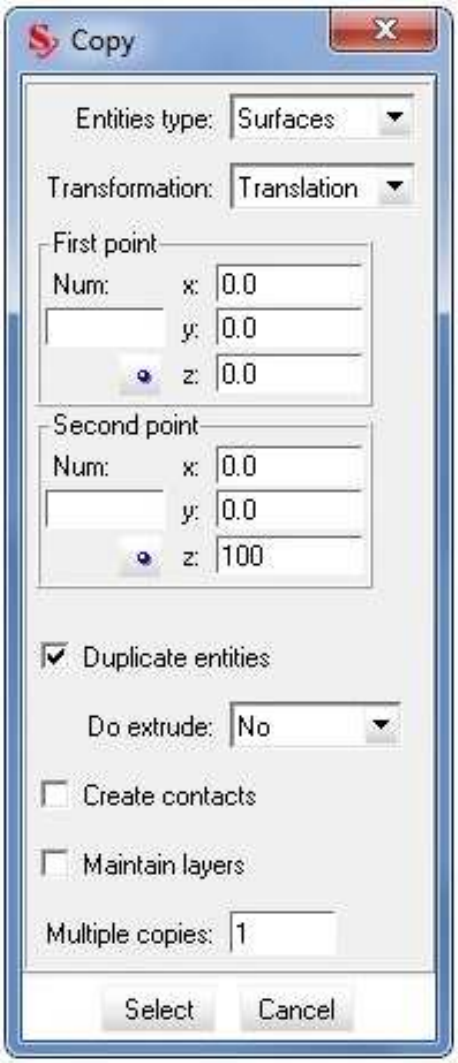


Figura I.8 Ventana de copiar entidades

En primer lugar se crea un layer donde se ubicarán las entidades que conformaran en punzón. A continuación se elige el menú Utilities y se selecciona la opción Copy, abriendo una ventana, ver Figura I.8

En el menú desplegable Entities type se selecciona Surfaces (superficies), a continuación en la opción Second point, en la dirección z elegimos la distancia de separación entre la matriz y el punzón. Luego se activa la opción Duplicate

entities y a continuación se hace un clic en el botón Select, con lo cual se selecciona las superficies cóncavas de la matriz que conformaran el punzón. Ver Figura I.9

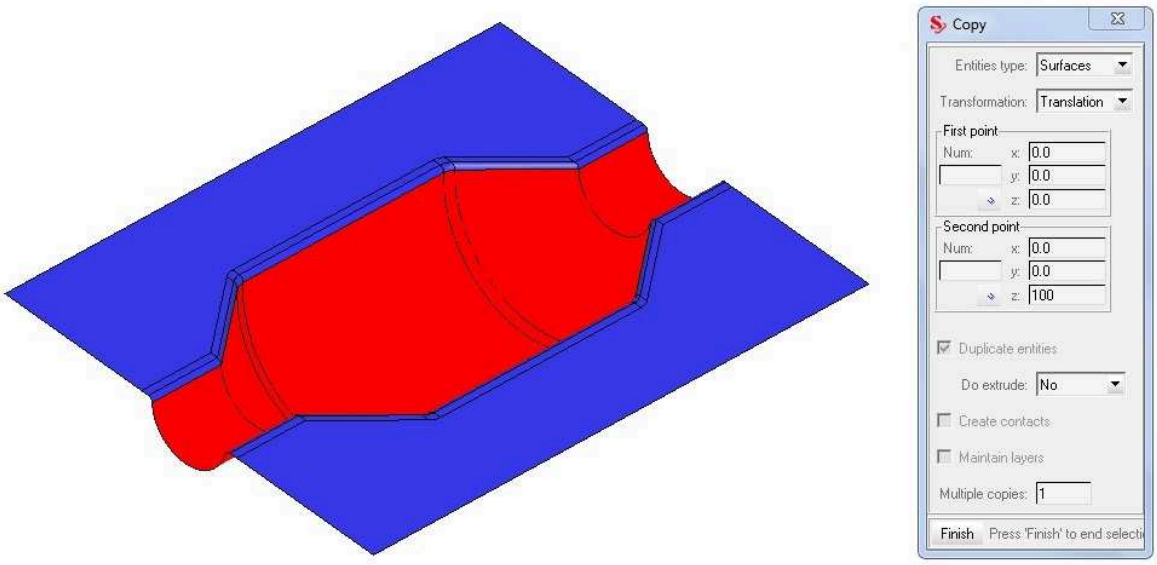


Figura I.9 Selección de superficies que conformaran el punzón.

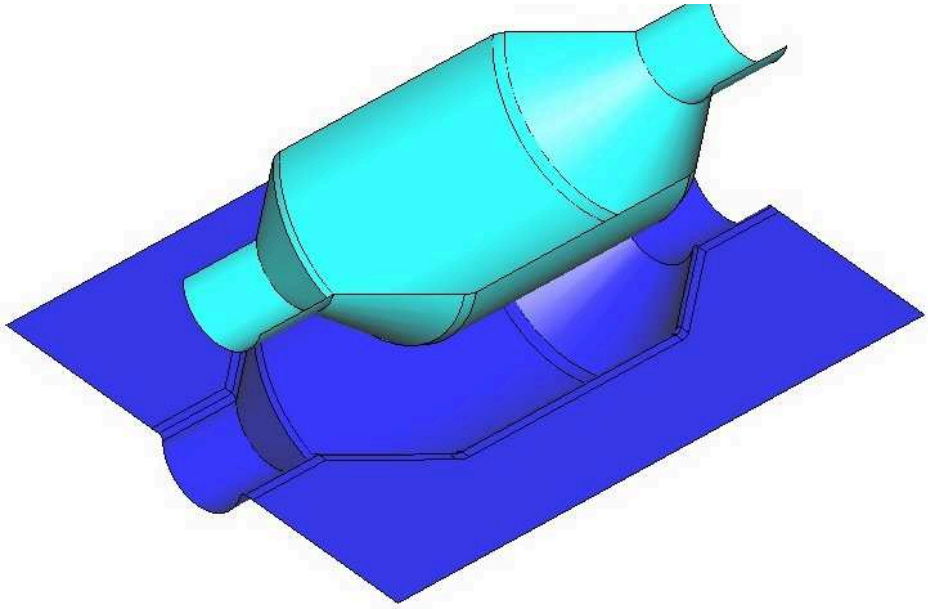


Figura I.10 Vista del punzón y de la Matriz.

Una vez seleccionadas las superficies, se realiza un clic en el botón Finish, con lo cual el programa copia las superficies que conforman el punzón.

I.3.5 CREACIÓN DEL PRENSACHAPAS.

Para la creación del prensachapas se procede de la misma manera que en el apartado I.3.4, pero esta vez se eligen las superficies planas de la matriz ver

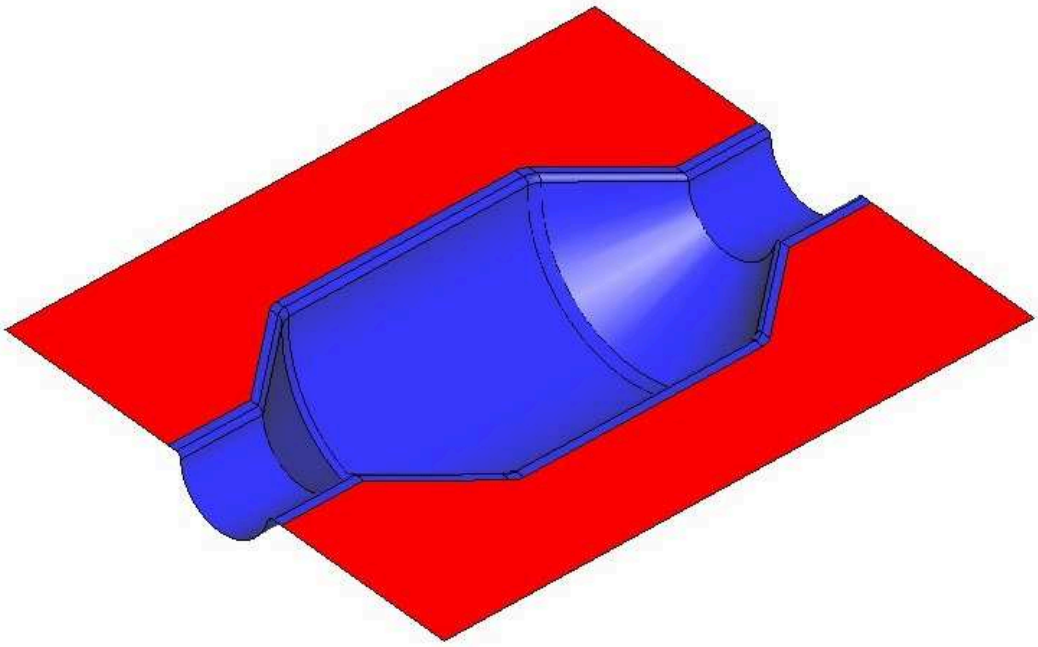


Figura I.11 Selección de superficies para el prensachapas.

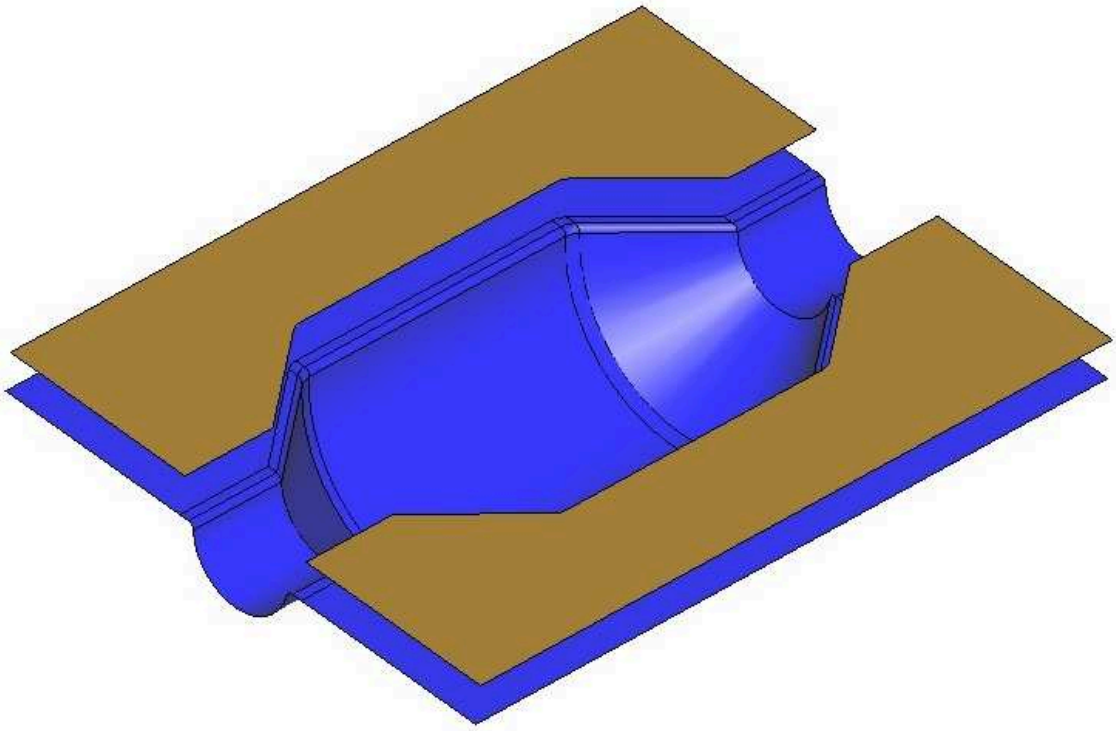


Figura I.12 Vista de la creación del Prensachapas.

Con la creación del prensachapas se tienen todos los elementos con los cuales está conformada la matriz de embutición ver Figura I.13

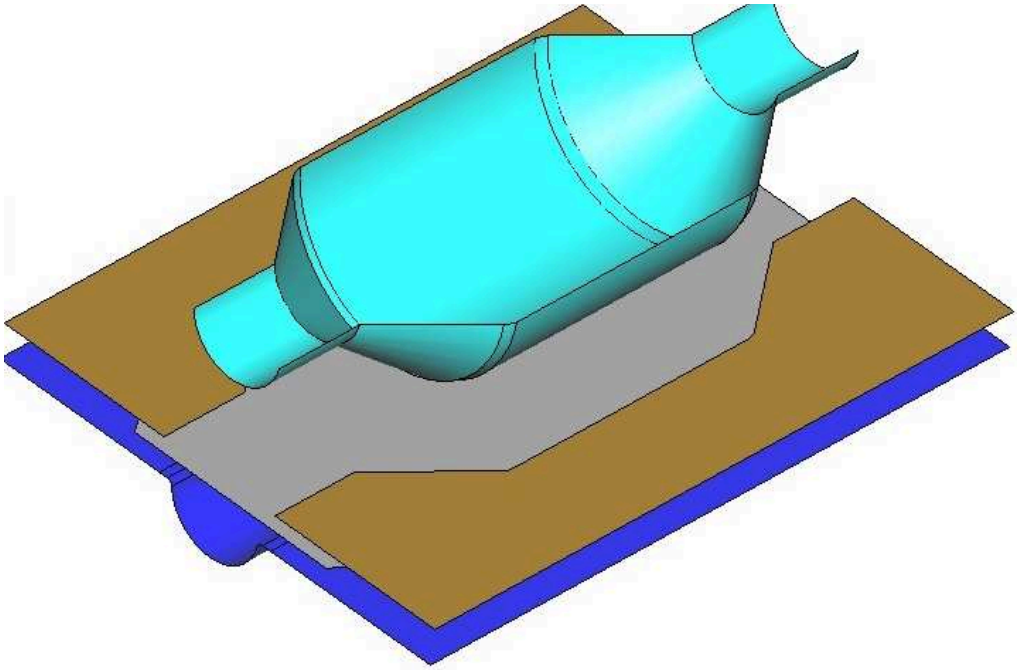


Figura I.13 Matriz de embutición y sus elementos.

I.3.6 DETERMINACION DEL SENTIDO DE LAS DIRECCIONES NORMALES DE LOS ELEMENTOS.

En este apartado se determina la dirección de la fuerza normal para todos los elementos que conforman la matriz de embutición, la dirección de debe apuntar hacia la chapa que será conformada. Primero, se ocultan los layers de todos los elementos dejando únicamente visible el layer correspondiente a la matriz, esto se lo realiza en la ventana Layers. Una vez realizado esto, se abre el menú View, se elige la opción Normals/Surfaces/Colored

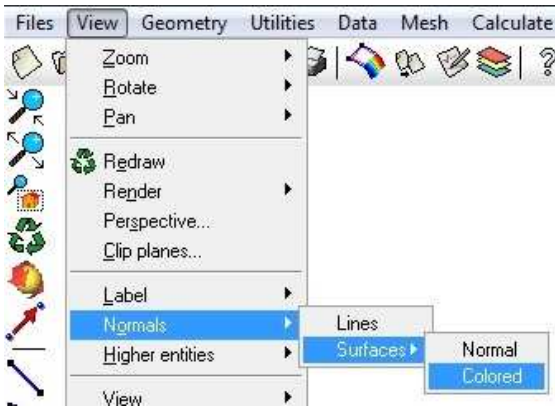


Figura I.14 Selección de las opciones para visualizar la dirección normal.

Una vez realizado esto, la matriz adquiere dos colores, el original asignado al layer y un amarillo, el color del layer indica que la dirección de la normal sale de esa superficie apuntando hacia el exterior, mientras que el lado amarillo indica que la dirección normal está apuntando desde el exterior hacia la superficie.

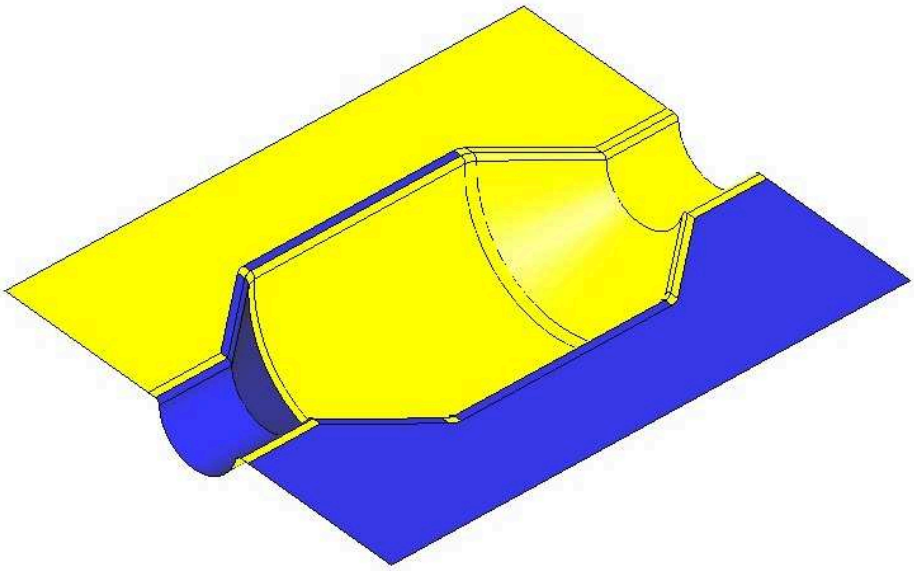


Figura I.15 Colores que indica la dirección normal de cada superficie.

Por lo tanto para establecer que las direcciones normales tengan el mismo sentido, se selecciona la matriz con el mouse, a continuación se debe hacer en la pantalla un clic con el botón derecho del mouse, desplegando el siguiente menú ver Figura I.16

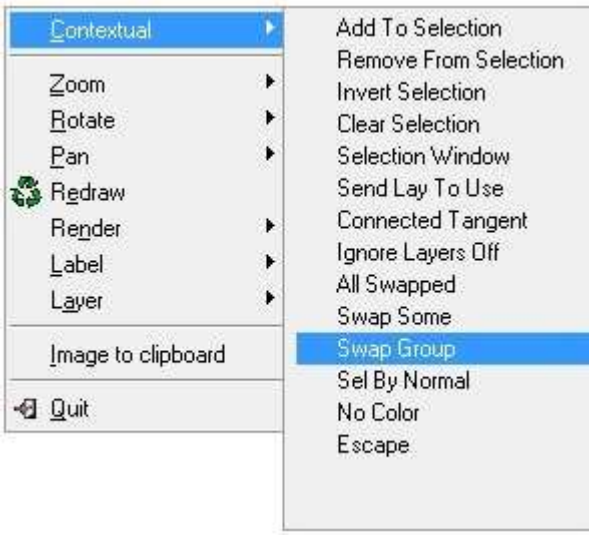


Figura I.16 Selección de las opciones para cambiar el sentido de la dirección normal

Se elige la opción Contextual/Swap Group con lo cual el sentido de la dirección normales cambia ver Figura I.17

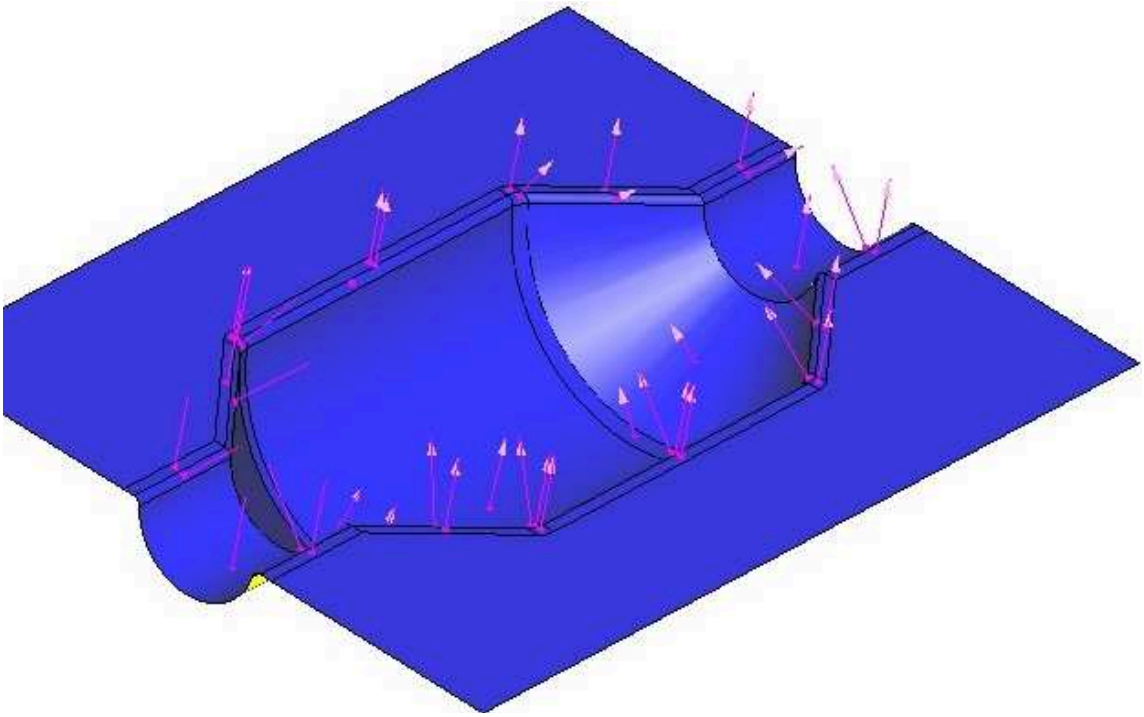


Figura I.17 Sentido de las direcciones normales en la matriz.

Este mismo procedimiento se repite para los otros elementos como lo son el punzón y el prensachapas, el sentido de estos elementos debe ser tal que las

direcciones deben estar apuntando hacia la lámina a embutir. Mientras que para la chapa metálica el sentido de la dirección apunta hacia el punzón.

I.3.7 REALIZACIÓN DEL MALLADO DE LOS ELEMENTOS.

I.3.7.1 Selección de Tipo de Mallado de las herramientas.

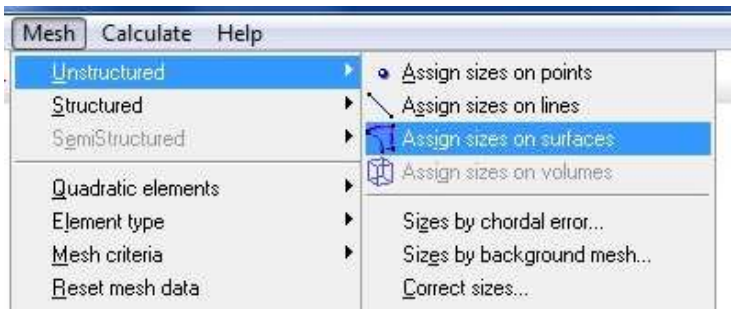


Figura I.18 Selección del tipo de mallado.

Para realizar el mallado de las herramientas, primero se oculta el layer correspondiente a la lámina metálica en la ventana Layers. A continuación se elige el menú Mesh y se selecciona la opción Unstructured/Assign sizes on surfaces. Con lo cual se abre una ventana de diálogo que permite elegir el tamaño del elemento del cual estará compuesto la malla. Ver Figura I.18

Luego se elige el tipo de elemento de la malla, este puede ser triangular o cuadrilateral, para las herramientas se elige el tipo cuadrilateral. Se elige el menú Mesh, la opción Element type/Quadrilateral y se selecciona las herramientas.

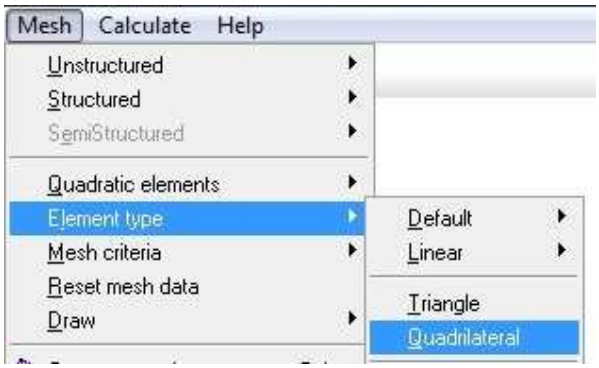


Figura I.19 Selección del tipo de elemento para la malla.

I.3.7.2 Selección de Tipo de Mallado de la lámina.

Para realizar este mallado, se ocultan los layers correspondientes a las herramientas y se deja activo el layer de la chapa metálica. A continuación se

elige el menú Mesh y se selecciona la opción Unstructured/Assign sizes on surfaces, luego se elige el tamaño del elemento. Nuevamente se elige el menú Mesh con la opción Element type/Triangle con el objeto de que los elementos que conformaran la malla de la lámina a embutir sean de forma triangular.

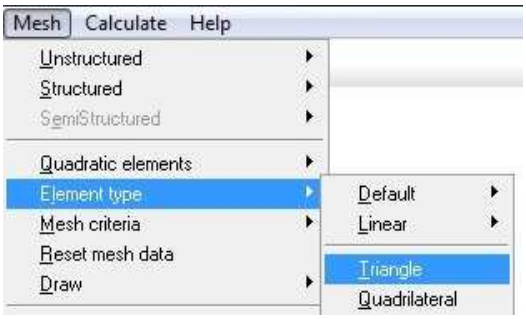


Figura I.20 Selección del tipo de elemento.

I.3.7.3 Realización del Mallado.

Una vez que se ha seleccionado los criterios de mallado para cada elemento se procede a construir el mismo. Primero se activan todos los layers, luego se elige el menú Mesh y la opción Generate mesh, ver Figura I.21

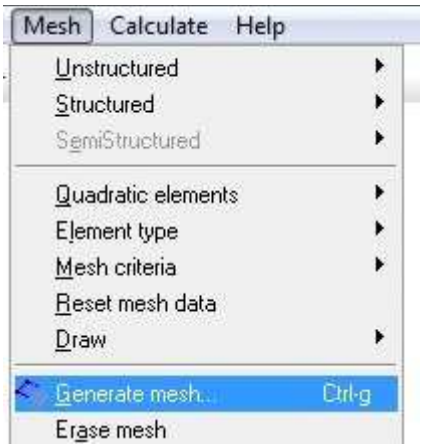


Figura I.21 Generación de la malla

Una vez realizado esto, se abre una ventana en la cual se introduce el tamaño de los elementos, se escoge un tamaño adecuado y se hace clic en el botón OK con lo que el programa procede a realizar el mallado ver Figura I.22

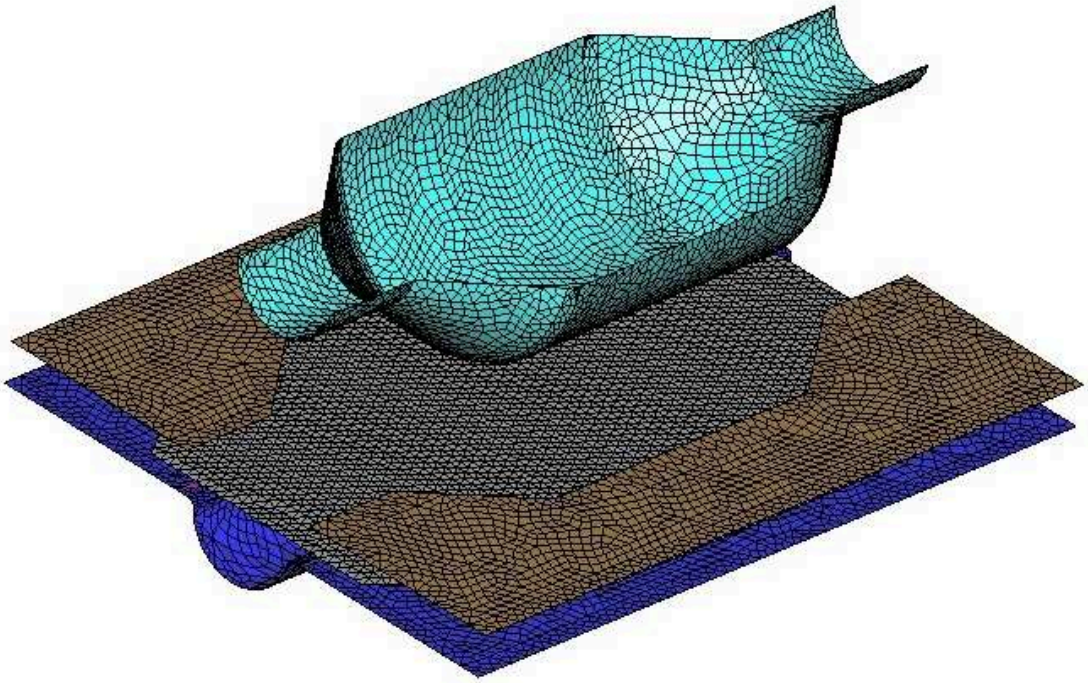


Figura I.22 Mallado de los elementos.

I.3.8 SELECCIÓN DEL TIPO DE PROBLEMA.

Para la selección del tipo de problema, se abre el menú Data, seleccionando la opción Problem type/Incremental, ver Figura I.23

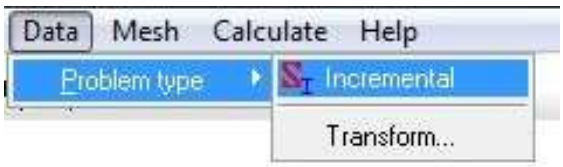


Figura I.23 Selección del tipo de problema.

I.3.9 SELECCIÓN DE LA CARACTERÍSTICAS DEL PROBLEMA.

Una vez que se elige el tipo de problema tal y como se indica en el apartado anterior, se procede a seleccionar las características del problema. Se abre el menú Workshop, se elige la opción Problem characteristics, ver Figura I.24

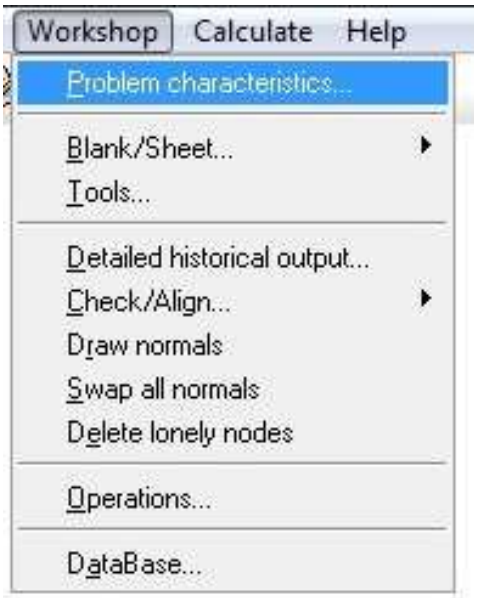


Figura I.24 Selección de la opción Problem characteristics

Una vez elegida la opción, el programa abre la ventana Define the problem, se elige la pestaña Process type, la cual indica una serie de opciones de diversos tipos de conformado de materiales, para el caso del proceso de embutición, el cual se refiere el problema de fabricación de carcasas de convertidores catalíticos, se selecciona la opción Mechanical Forming, ver Figura I.25

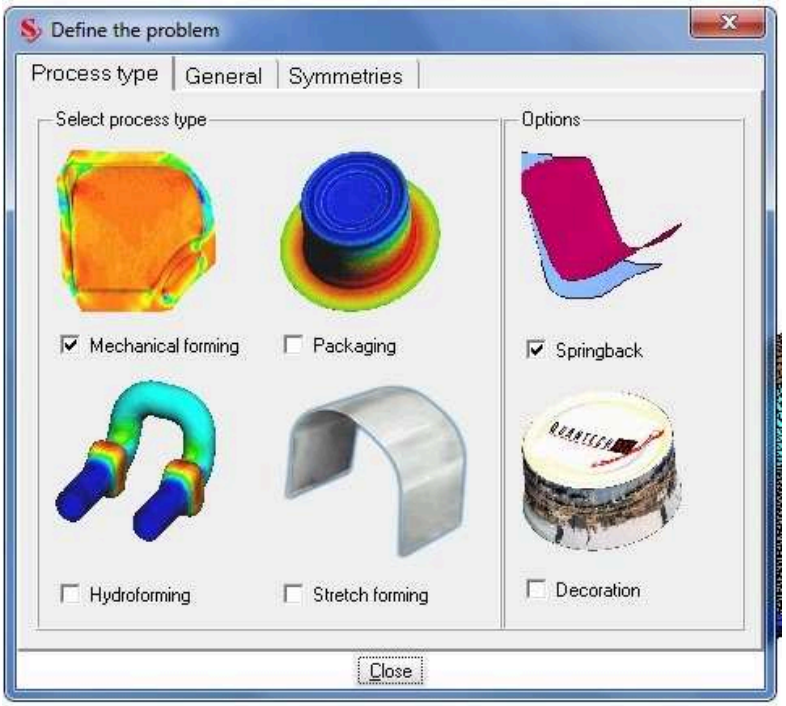


Figura I.25 Selección del tipo de problema.

En la misma ventana, se elige la opción General, la cual permite elegir el sistema de unidades, la dirección de la gravedad y si el problema se encuentra en dos o tres dimensiones, ver Figura I.26

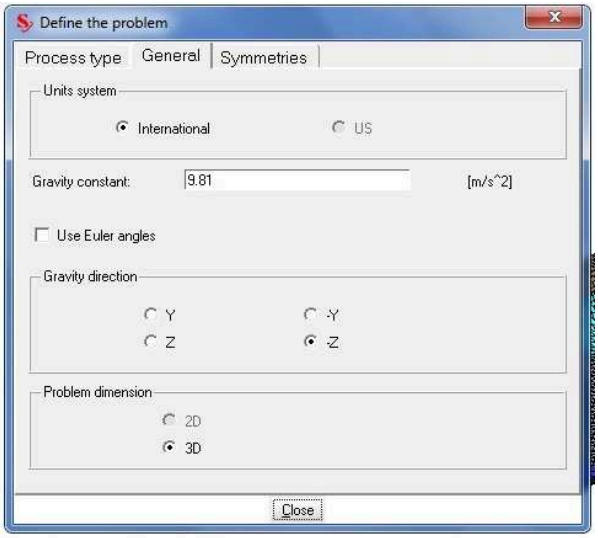


Figura I.26 Selección de diferentes parámetros.

A continuación, se elige la pestaña Symmetries, donde permite elegir planos de simetría en el caso de una pieza si es simétrica, en el problema que se está tratando, el elemento posee simetría pero como está diseñado totalmente, se elige la opción No planes. Ver Figura I.27

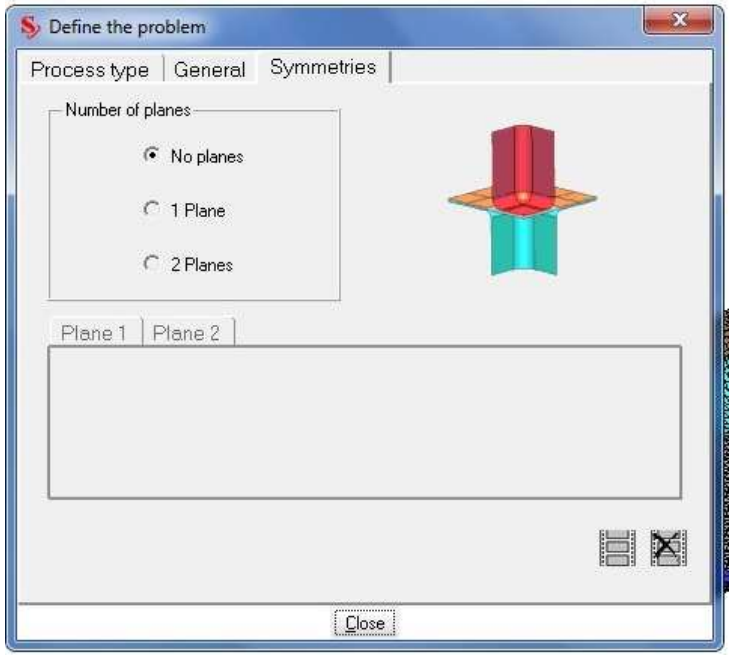


Figura I.27 Selección de planos de simetría.

I.3.10 DEFINICIÓN DE LA LÁMINA A EMBUTIR.

Para definir las propiedades de la chapa que será deformada, se elige el menú Workshop, luego la opción Blank/Sheet/New blank, ver Figura I.28

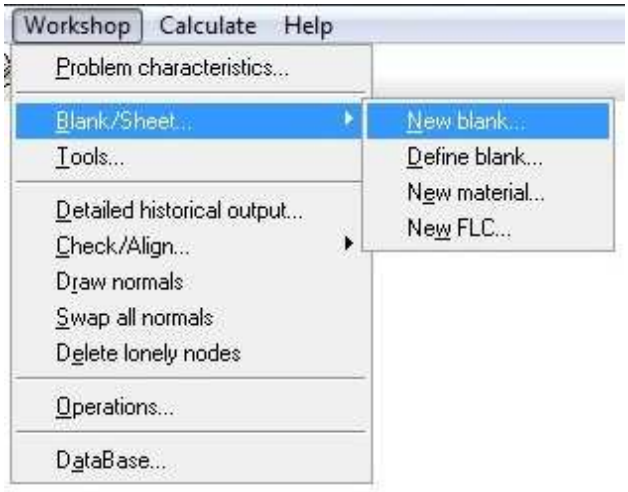


Figura I.28 Selección del menú para definir las propiedades de la chapa

Una vez seleccionado la opción, el programa abre una ventana en la cual se inscribe el nombre que desea que lleve la lámina a embutir en este caso se la denomina “chapa” y a continuación se hace clic en OK.

Figura I.29 Nombre asignado a la lámina a embutir.

Escrito el nombre de la lámina a embutir, el programa abre una ventana en para definir al material, en primer lugar, se hace un clic en el botón Add a new zone.

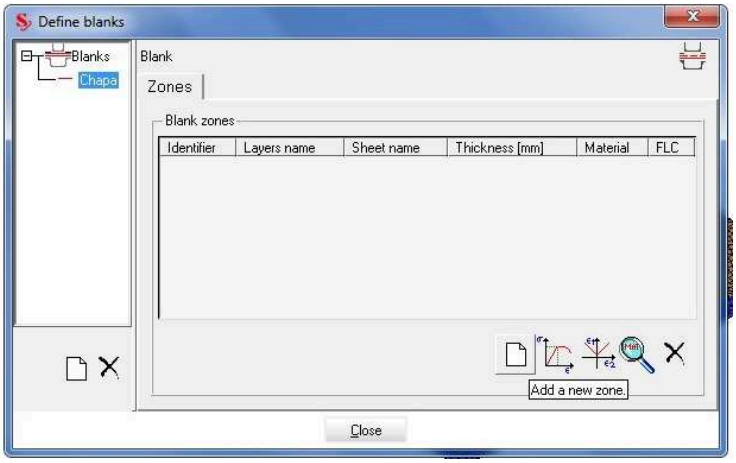


Figura I.30 Ventana para definir el material.

El programa abrirá una ventana la cual despliega los layers correspondientes a cada herramienta que conforman la matriz y la lámina, se elige el layer de la chapa a embutir y con las es asignada. Ver Figura I.31

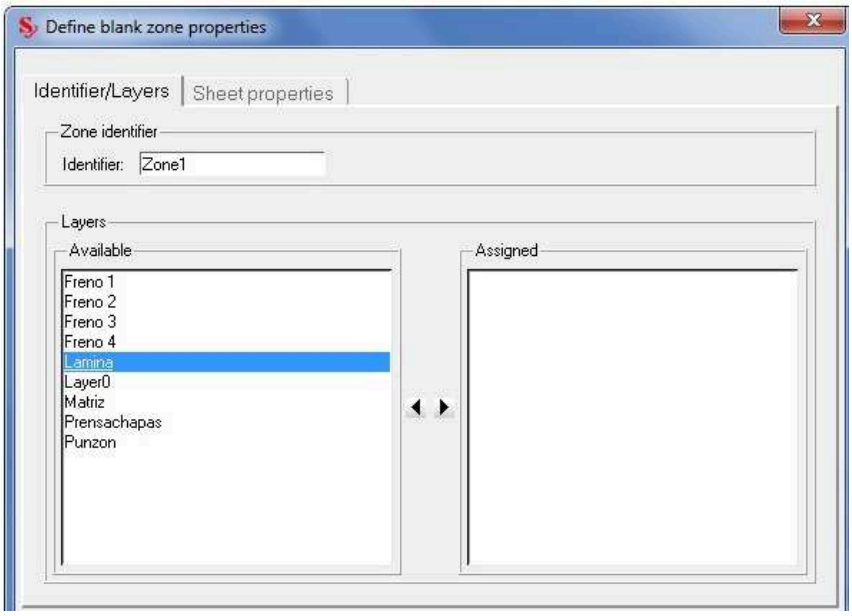


Figura I.31 Selección del layer de la lámina.

Una vez seleccionado el layer donde se encuentra la lámina, la pestaña Sheet properties se activa, donde se procede a asignar las propiedades de la lámina, para realizar esto se realiza un clic en el botón Create sheet. Ver Figura I.32

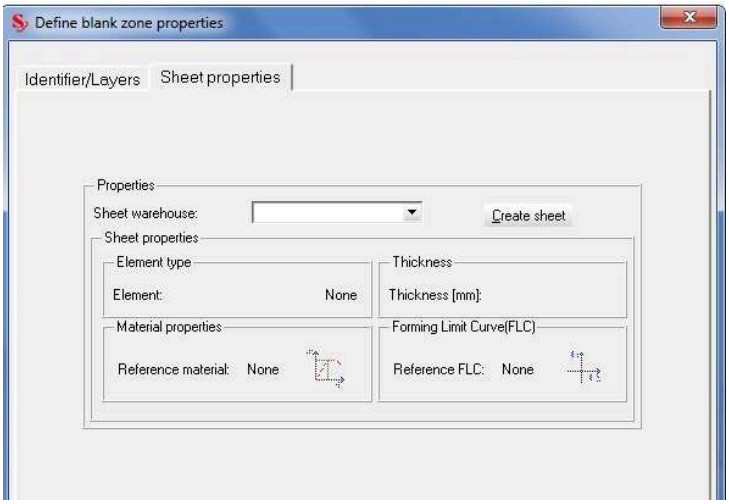


Figura I.32 Ventana de definición de propiedades de la lámina.

Una vez que se realiza el clic en el botón Create sheet se ingresan las propiedades de la lámina como el material que en este caso es un acero AISI 304L y el espesor de la chapa que es de 1,59 mm (1/16 pulg). Asignado las propiedades se realiza un clic en el botón Apply, ver Figura I.33

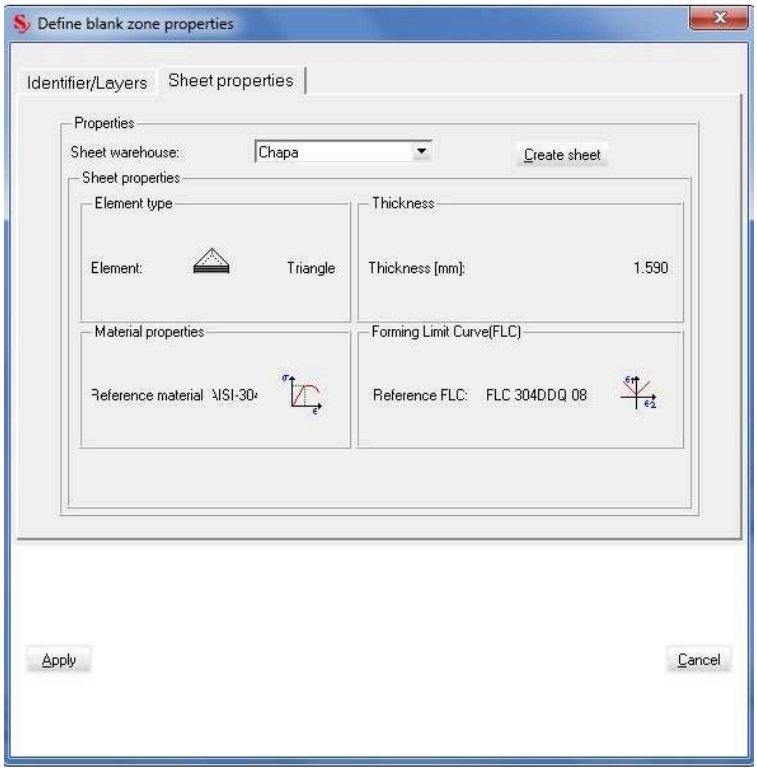


Figura I.33 Propiedades de la lámina

I.3.11 DEFINICIÓN DE LAS HERRAMIENTAS.

Una vez que se asigna las propiedades a la lámina que será embutida, se procede a definir las propiedades de las herramientas como son el punzón,

prensachapas y matriz. Esto se realiza seleccionando el menú Workshop, la opción Tools. Ver

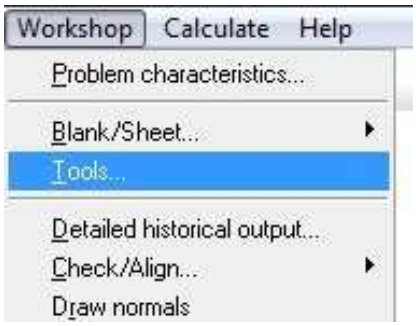


Figura I.34 Selección de la opción Tools.

I.3.11.1 Definición del Prensachapas.

Seleccionado la opción Tools, el programa abre una ventana ver Figura I.35, se hace un clic en el botón Add a new tool.

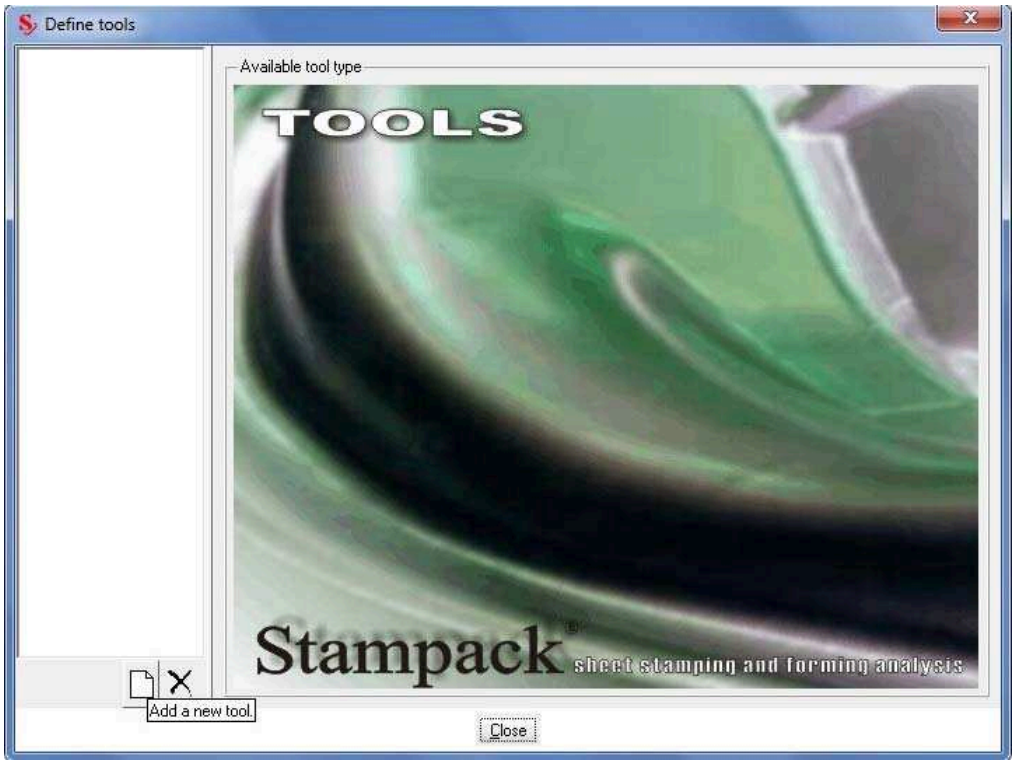


Figura I.35 Ventana de Herramientas

El programa procede a abrir una ventana, se asigna el nombre Prensa en referencia a prensachapas, luego se elige la opción Blankholder.

Figura I.36 Selección del tipo de herramienta.

Seleccionado el tipo de herramienta, se procede a definir las propiedades del prensachapas como es la dirección de la fuerza que va aplicar, esta es asignada mediante cosenos directores, por lo que en la opción Cos Z se ingresa el valor de -1 debido a que la fuerza que ejerce el prensachapas sobre la lámina es contraria a la de la gravedad.

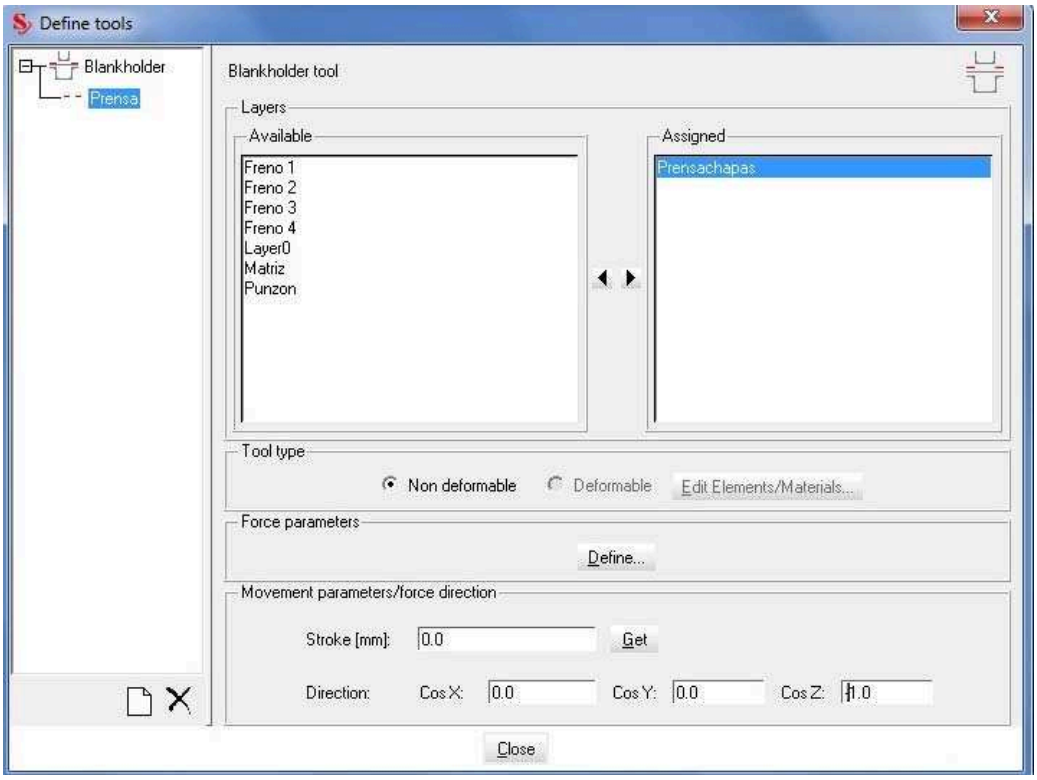


Figura I.37 Asignación de propiedades al prensachapas.

Asignada la dirección de la fuerza del prensachapas, se realiza un clic en el botón Define, abriendo una nueva ventana en la cual se define la fuerza del prensachapas contra de la lámina. Se elige la opción Uniform force que significa que la fuerza de la herramienta será constante durante todo el proceso de embutición, esta fuerza es uno de los parámetros que se varían de forma iterativa con el objeto de tener un acabado superficial que sea liso, si la fuerza no es aplicada lo suficiente, la lámina se arruga, y si esta en excedo la lámina procede a romperse. Ver Figura I.38

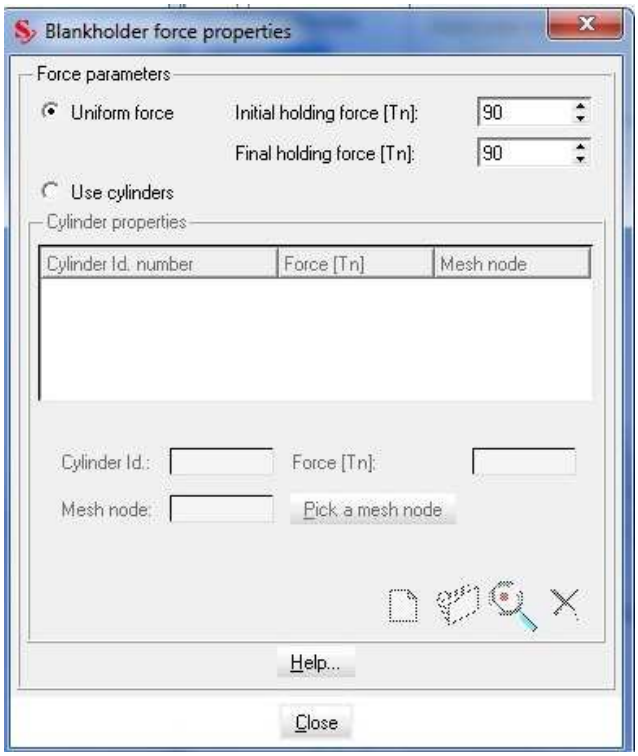


Figura I.38 Asignación de la cantidad de fuerza en el prensachapas.

I.3.11.2 Definición del Punzón.

En la ventana Define tools hace un clic en el botón Add a new tool, ver Figura I.35, en la ventana Add new tool, se escribe el nombre de la herramienta y a continuación se elige la opción Punch, ver Figura I.39

Figura I.39 Selección del Punzón

Se abre una ventana para asignar el layer donde se encuentra el punzón, se hace un clic en el botón Define movement properties, en el cuál se escribe el nombre del movimiento como Transl1, se elige el tipo de movimiento el cuál es de traslación, la carrera del punzón que será definida más adelante y la dirección en la que se moverá el punzón, como esta es en el mismo sentido que la de la gravedad, en la opción Cos Z se escribe el número -1.

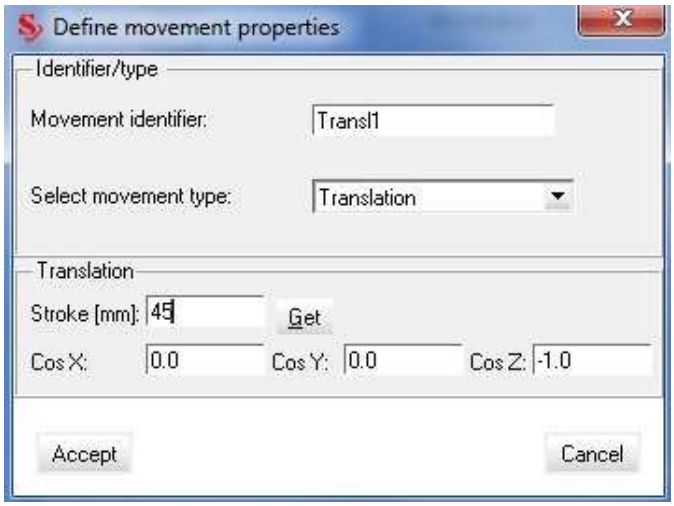


Figura I.40 Definición del movimiento del punzón.

I.3.11.3 Definición de la Matriz.

En la ventana Define tools hace un clic en el botón Add a new tool, ver Figura I.35, en la ventana Add new tool, se escribe el nombre de la herramienta y a continuación se elige la opción Die/Cavity, ver Figura I.41

Figura I.41 Selección de la matriz

A continuación se elige el layer correspondiente a la matriz, debido a que esta herramienta se encuentra estática, el programa no despliega opciones para asignar propiedades.

I.3.12 ALINEAR LAS HERRAMIENTAS.

En este paso se alinearan las herramientas de tal manera que estas estén en contacto con la lámina para realizar esto se selecciona el menú Workshop y la opción Check/Align, Align ver Figura I.42

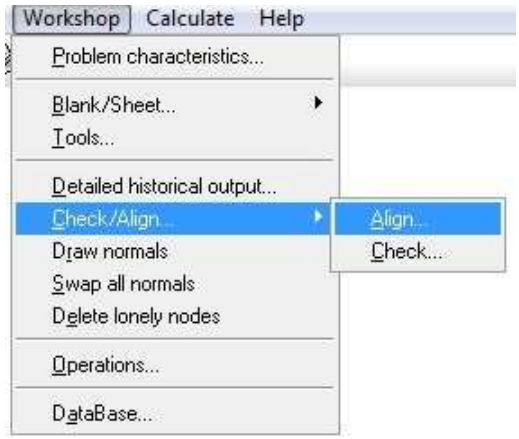


Figura I.42 Selección de la opción Alinear.

Seleccionado esa opción, se abre una ventana, el elemento de referencia será la lámina, mientras que las herramientas como el punzón, matriz y prensachapas serán los que se alineen para que estén en contacto con la lámina, ver Figura I.43

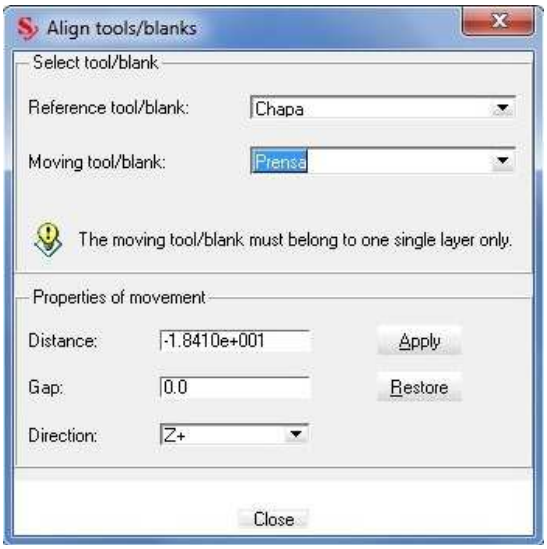


Figura I.43 Ventana para alinear las herramientas

El resultado de este procedimiento se puede observar en la Figura I.44

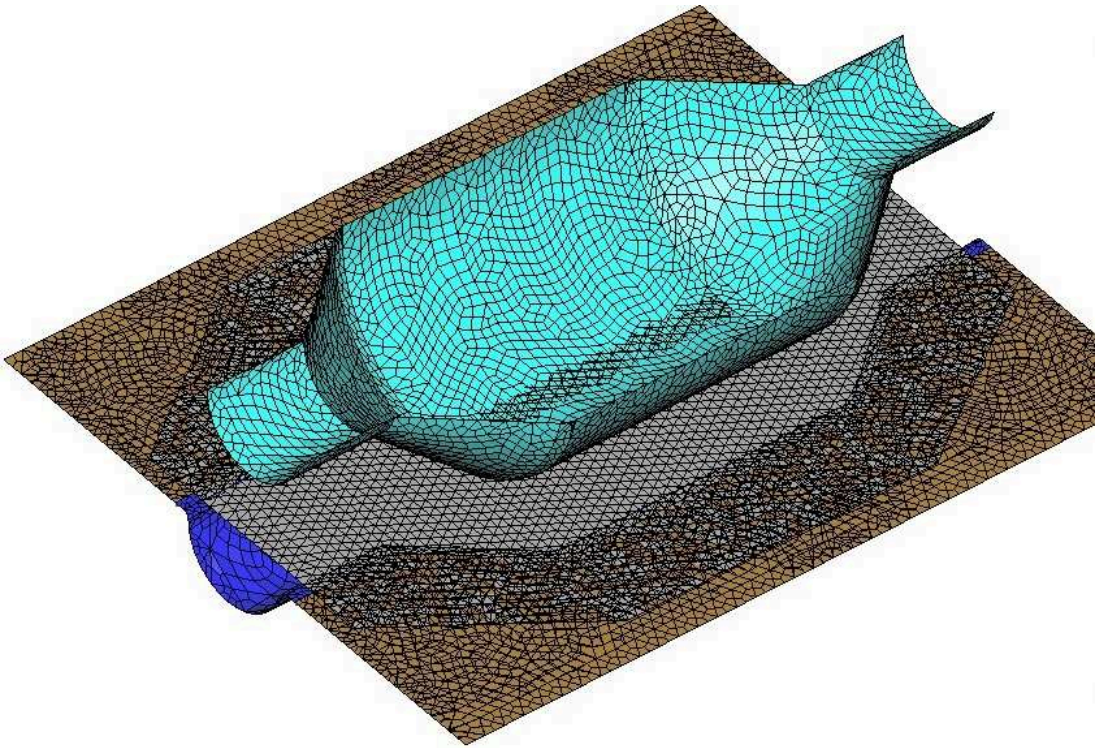


Figura I.44 Herramientas Alineadas.

I.3.13 OPERACIONES.

Para establecer los pasos de las operaciones a realizar en la simulación, primero se abre el menú Workshop, a continuación se elige la opción Operations, ver Figura I.45

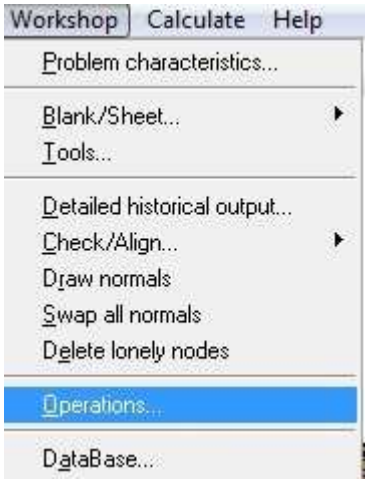


Figura I.45 Selección del menú operations.

Luego el programa abre la ventana Define operations, donde se hace clic en el botón Add a new operation, ver Figura I.46

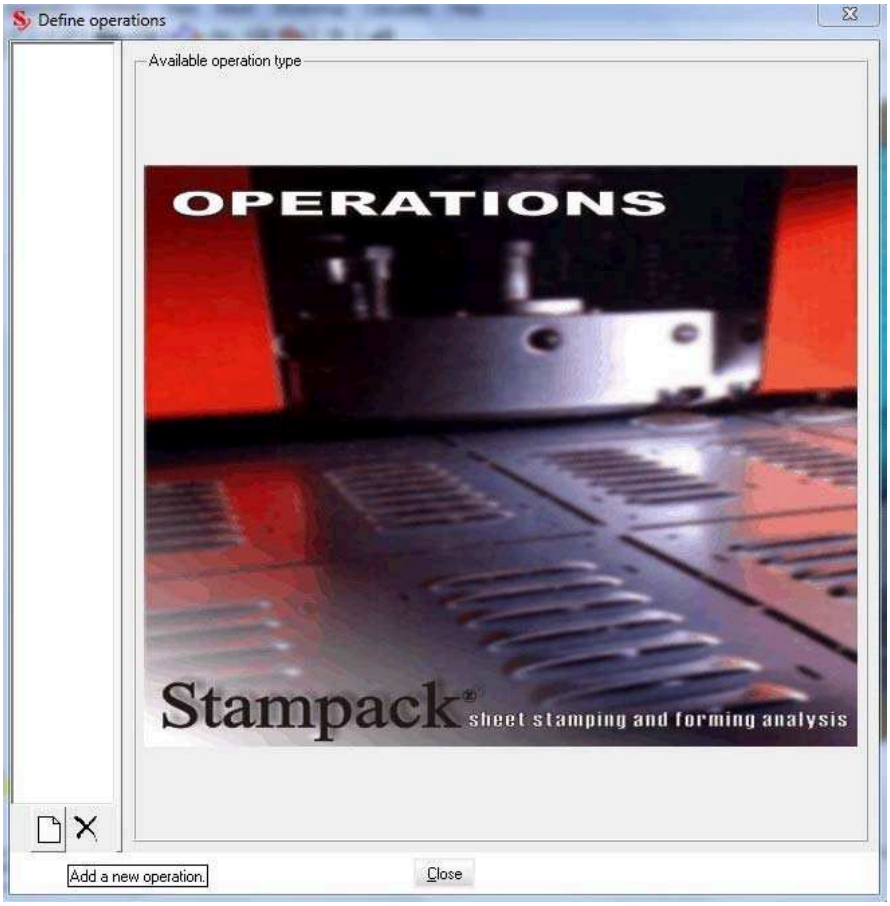


Figura I.46 Ventana Define Operations

Elegida la opción se abre una pequeña ventana donde se elige el tipo de operación, en este caso es Mechforming la cual corresponde a conformado por embutición, ver Figura I.47

Figura I.47 Selección del tipo de operación.

Elegido el tipo de operación que se realizará, se procede con la selección de las herramientas y las láminas que intervendrán en la operación, en este caso son todas ver Figura I.48

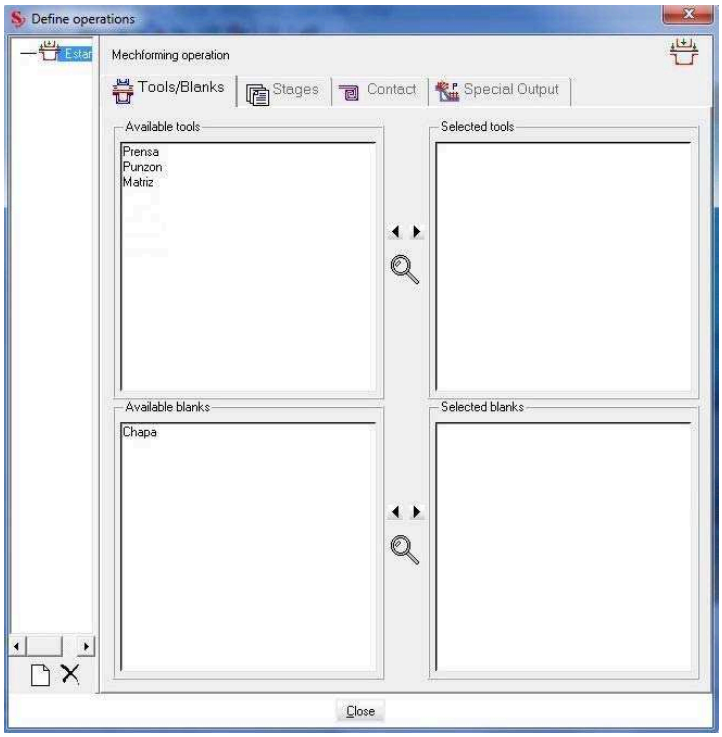


Figura I.48 Selección de herramientas y lámina.

A continuación se hace clic en la pestaña stages, luego, en la pestaña gravity no se realiza ninguna modificación, por lo tanto se hace clic en la pestaña Holding, se

hace clic en el botón con figura de visto, para activar el resto de herramientas de la ventana, a continuación se hace un clic en la opción Closed, ver Figura I.49, esta operación se refiere a la acción que realizará el prensachapas.

Luego se hace un clic en la pestaña Forming, la cual definirá la operación que realizará el punzón, se realiza un clic en el botón que tiene la forma de un visto para habilitar las opciones de la ventana, a continuación en el botón Add a new movement, ver Figura I.50 se ingresa el valor de la carrera que debe realizar el punzón que es de 66,5 mm.

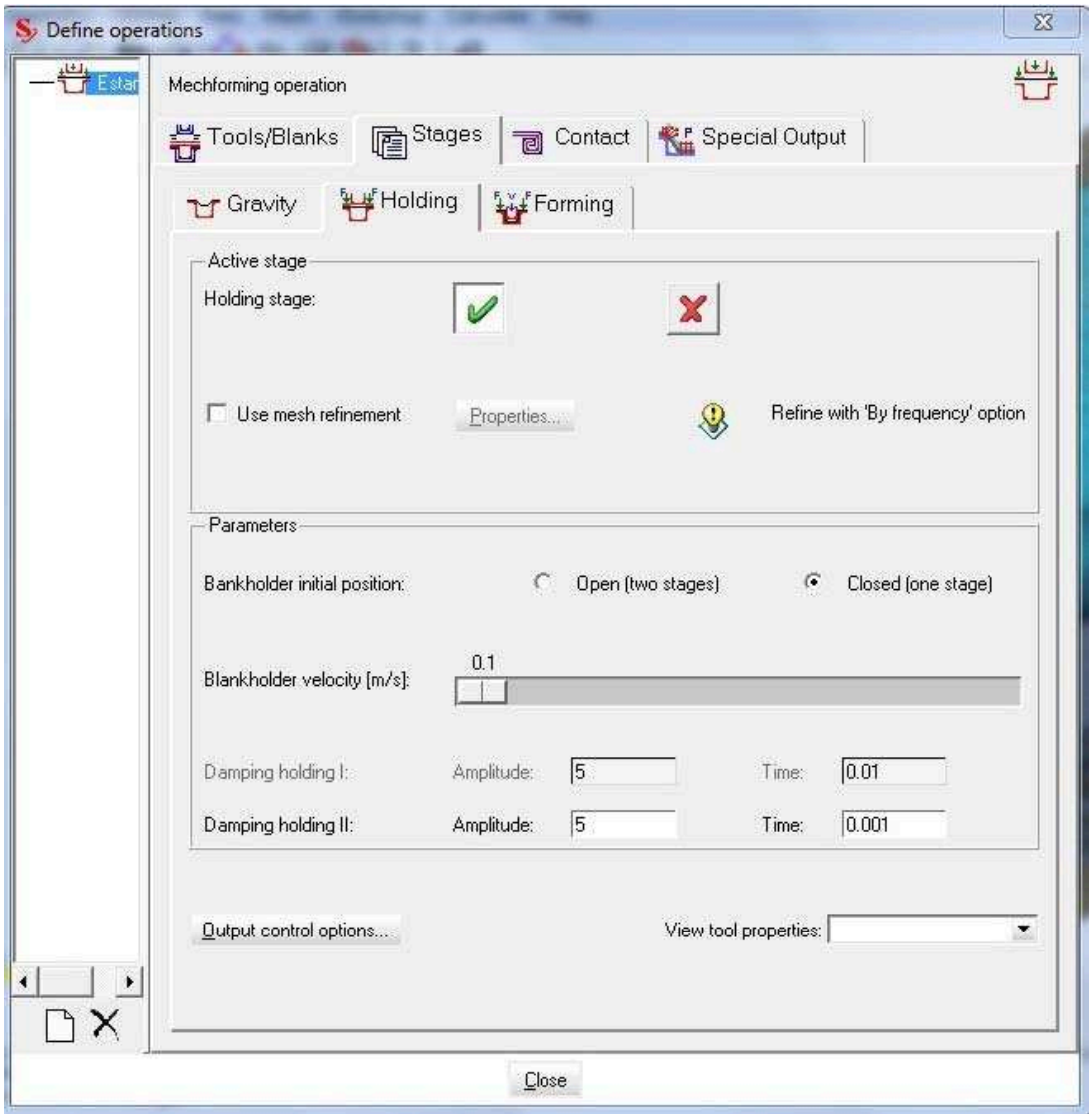


Figura I.49 Opciones de la operación de sujeción.

Una vez definidas las operaciones, se señala la pestaña Contact, en esta ventana nos permite verificar cuales herramientas están en contacto con la lámina, para poder visualizar estos datos se realiza un clic en el botón Add all contact surfaces by default, con lo que el programa despliega las diversas superficies que se encuentran en contacto, el prensachapas, matriz y punzón deben estar en contacto con la chapa, ver Figura I.51

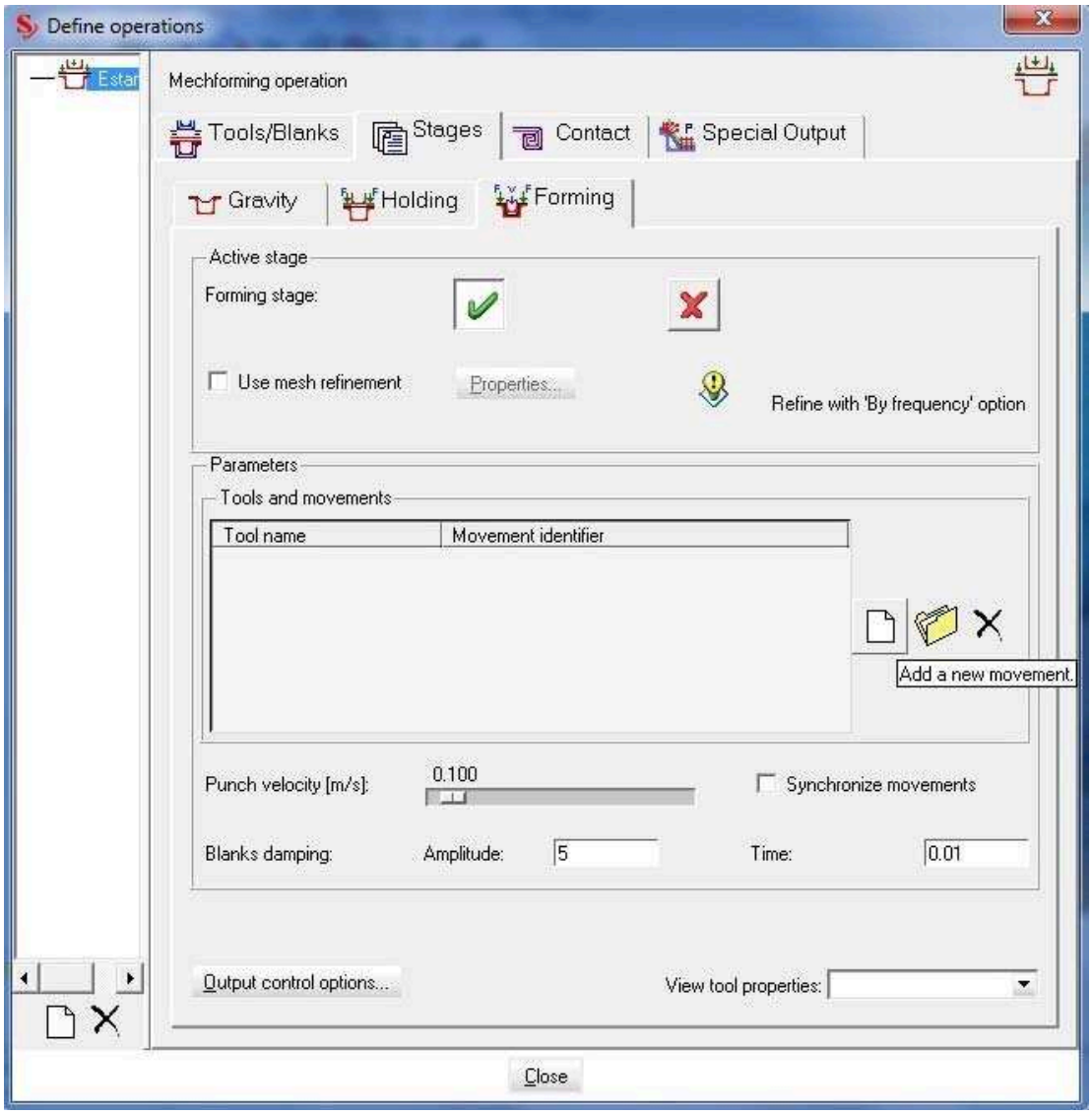


Figura I.50 Opciones de la operación de Formado.

I.3.14 VERIFICACION DE LA CARRERA DEL PUNZON.

Para verificar si la carrera que realizará el punzón es la correcta, se abre el menú Workshop, se elige la opción Check/Align, Check ver Figura I.52

Con lo cual el programa abre una ventana, donde se procede a seleccionar el punzón, el movimiento que se le ha asignado. Ver Figura I.53

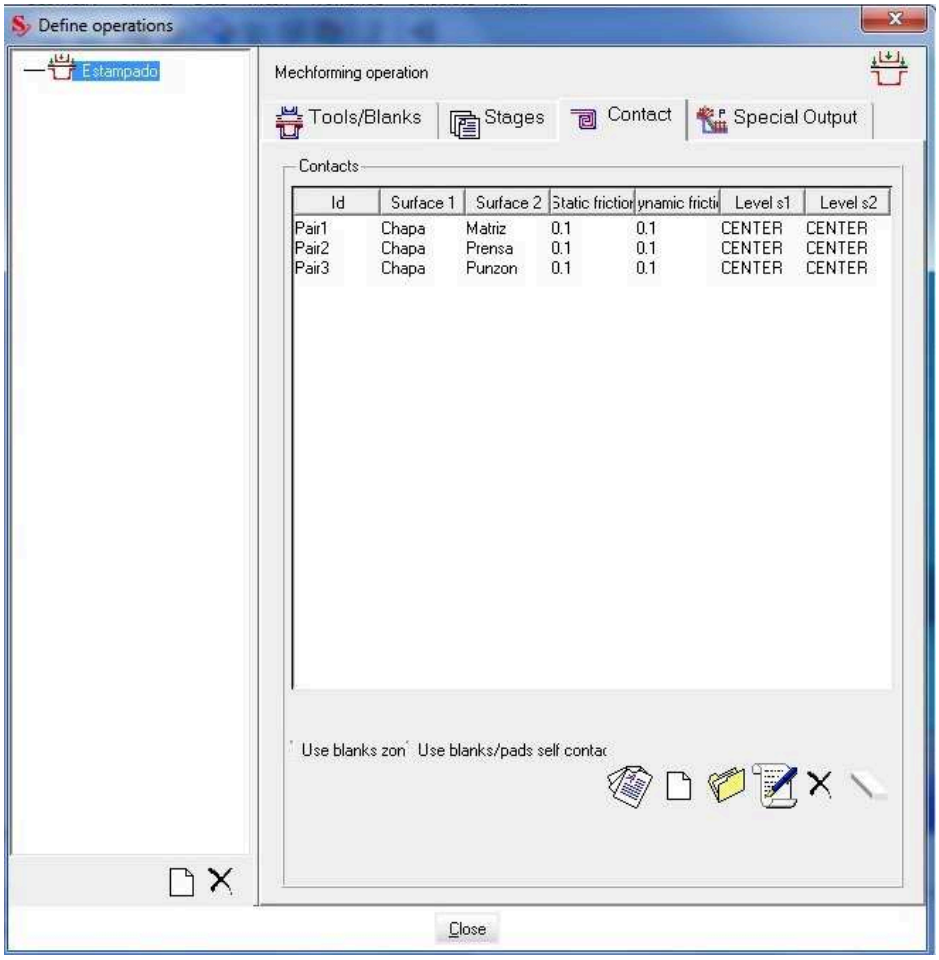


Figura I.51 Superficies de Contacto.

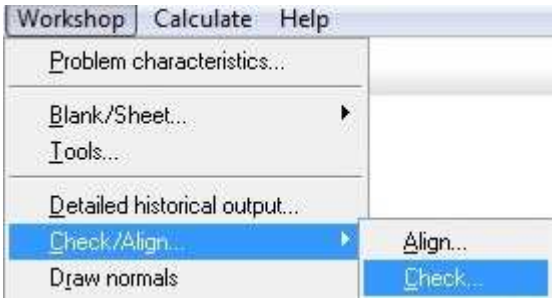


Figura I.52 Selección del menú verificar.

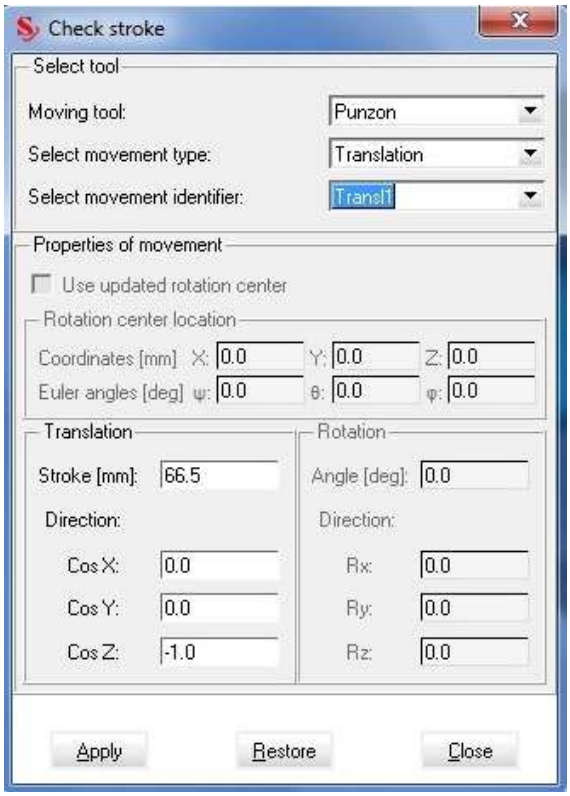


Figura I.53 Verificación de carrera del punzón

A continuación, se realiza un clic en el botón Apply y el programa realiza indica de manera gráfica como se desplaza el punzón ver Figura I.54

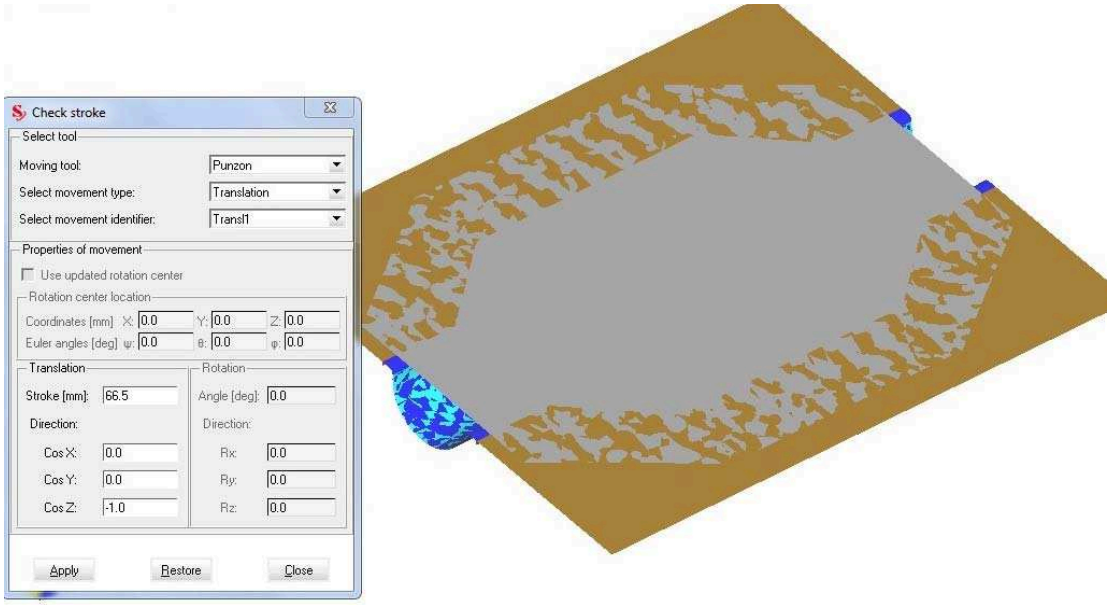


Figura I.54 Verificación de la carrera del punzón.

Realizada la verificación, se realiza un clic en el botón Restore para que el punzón vuelva a su posición original y se cierra la ventana.

I.3.15 SIMULACIÓN.

Verificado la carrera del punzón se procede a seleccionar el menú Calculate, el cuál despliega una ventana se selecciona las operaciones Holding y Forming ver Figura I.55

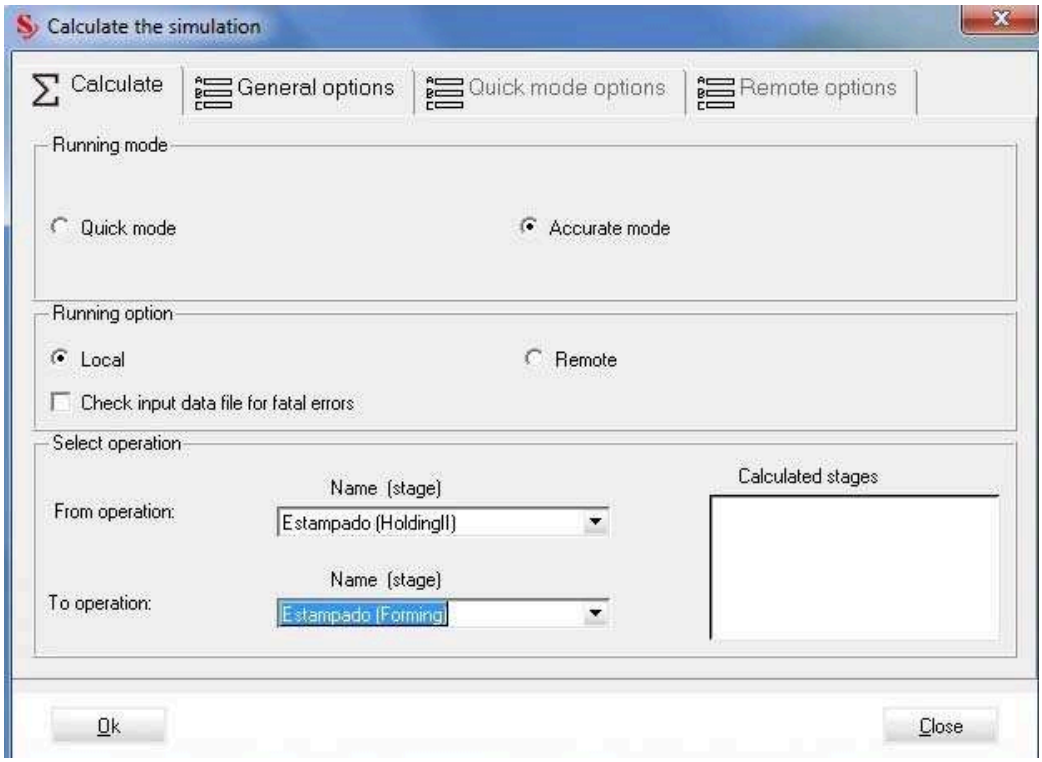


Figura I.55 Selección de Operaciones

Una vez elegida las operaciones a simular, se realiza un clic en el botón Ok, con lo cual el programa comienza a realizar una serie de cálculos.

Los pasos indicados en todo el apartado I.3 se los realizó de una manera cambiando la forma de la lámina a embutir, y el valor de la fuerza del prensachapas.

I.4 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN.

En este punto se indicarán los valores que se obtuvieron con la simulación. Pero primero se indican los parámetros que se seleccionaron previos a la simulación como son la forma de la lámina a embutir y la fuerza del prensachapas.

I.4.1 PARÁMETROS SELECCIONADOS.

El primer parámetro seleccionado es la forma de la chapa o también como se le conoce como desarrollo. En la figura a continuación se indica las dimensiones de la chapa metálica.

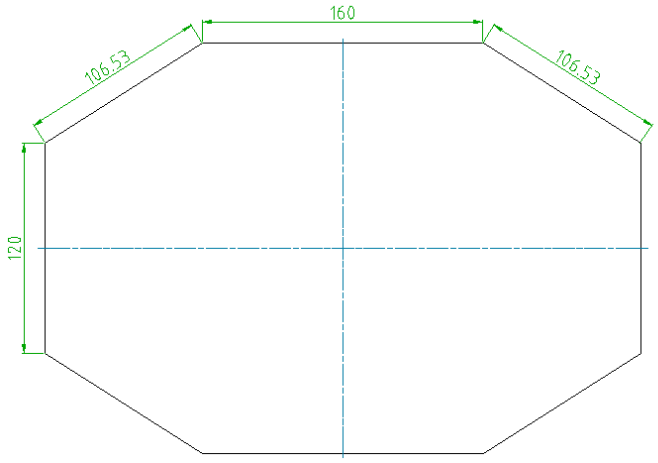


Figura I.56 Desarrollo de la chapa metálica.

Mientras que el valor de la fuerza del prensachapas se estableció que el valor más adecuado es de 90 toneladas.

I.4.2 RESULTADOS OBTENIDOS.

I.4.2.1 Forma final de la chapa.

El programa despliega resultados en forma gráfica, a continuación se procede a indicar el resultado de la simulación de la forma que quedaría la chapa después del proceso de embutición ver

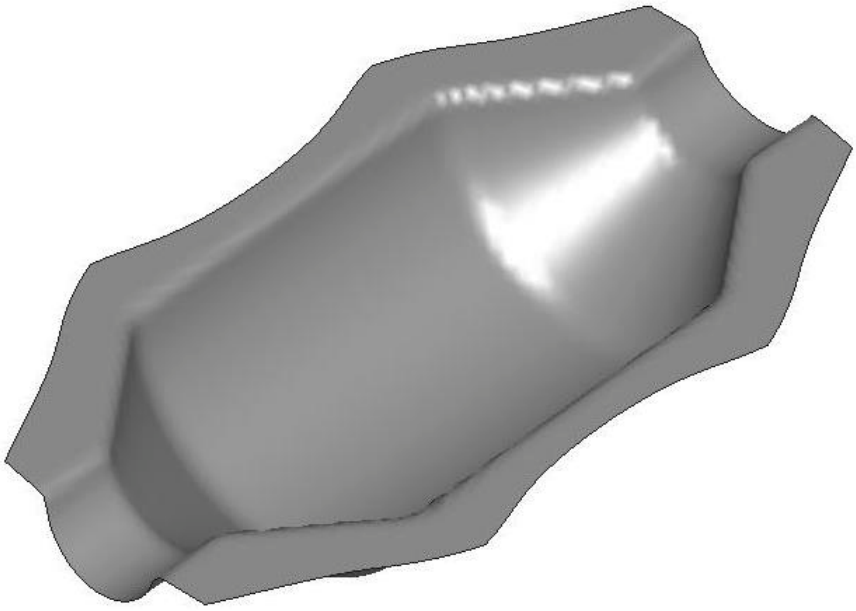


Figura I.57 Forma final de la carcasa.

I.4.2.2 Espesores Relativos.

A continuación se indica una figura de la carcasa, en la cual la misma ha sido coloreada indicando zonas de distinto espesor. Ver Figura I.58 y Figura I.59

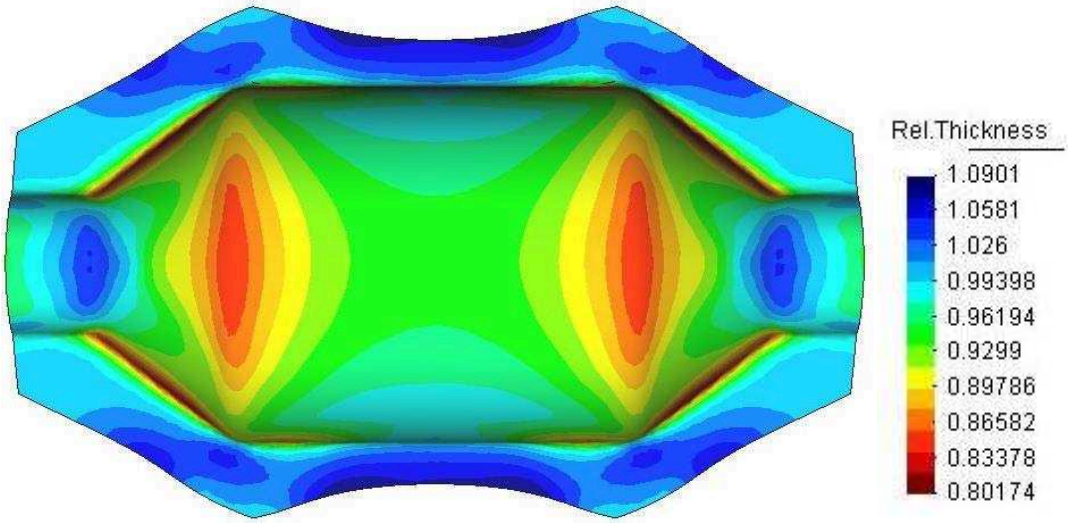


Figura I.58 Vista Frontal de la carcasa

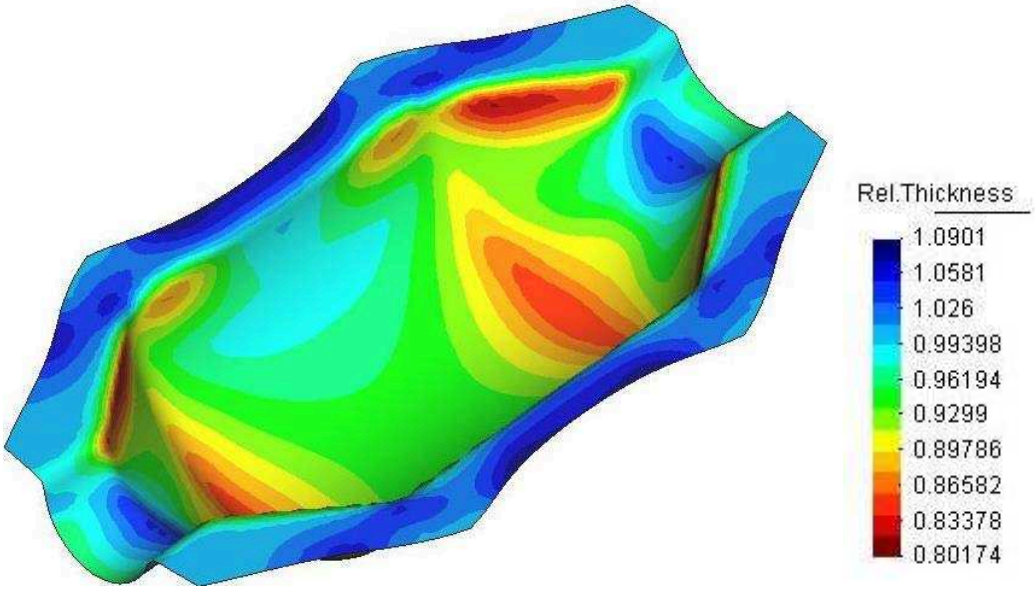


Figura I.59 Vista Isométrica.

El espesor relativo se define como la relación entre el espesor de la lámina después de ser deformado y el espesor original

$$Espesor_{rel} = \frac{e_1}{e_0} \qquad \text{I.1}$$

Donde:

e_1: Espesor final

e_0: Espesor inicial

La escala de las Figura I.58 y Figura I.59 indican que el mayor espesor relativo es de 1,091 indicado por las zonas de azul oscuro, lo que quiere decir que el espesor es de 1,73 mm. La realidad es que después del proceso no aumento de material con lo que el espesor crece sino que indica que se formaron arrugas, es decir si se mide con un calibrador una lámina indica una determinada lectura, pero después se arruga la lámina, y con el mismo calibrador se mide el espesor este habrá aumentado. El espesor final no es muy alto que el original, por lo que las posibles arrugas solamente serían unas pequeñas ondulaciones. Al lado contrario, la zona roja indica un espesor relativo de 0,8017 es decir que el espesor final es de 1,27 mm, indicando que el material en esas zonas se ha estirado.

I.4.2.3 Zona de Seguridad.

El programa cuenta con una opción con la cual se puede observar si el material se ha estirado en exceso causando un desgarre, o si el material se ha arrugado, esto lo hace mediante una escala de colores. Ver Figura I.60 y Figura I.61

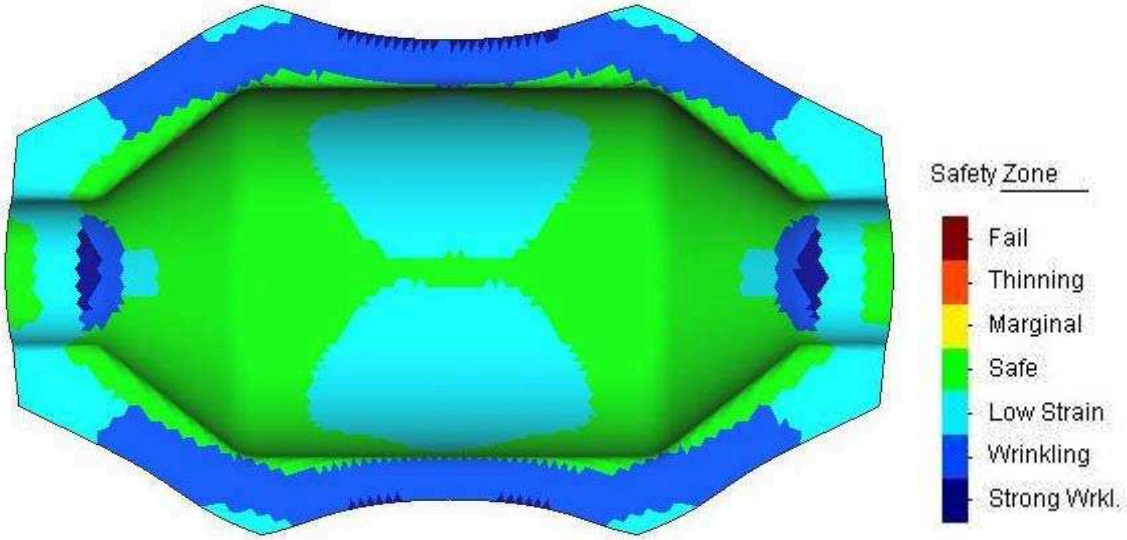


Figura I.60 Zona de seguridad, vista superior

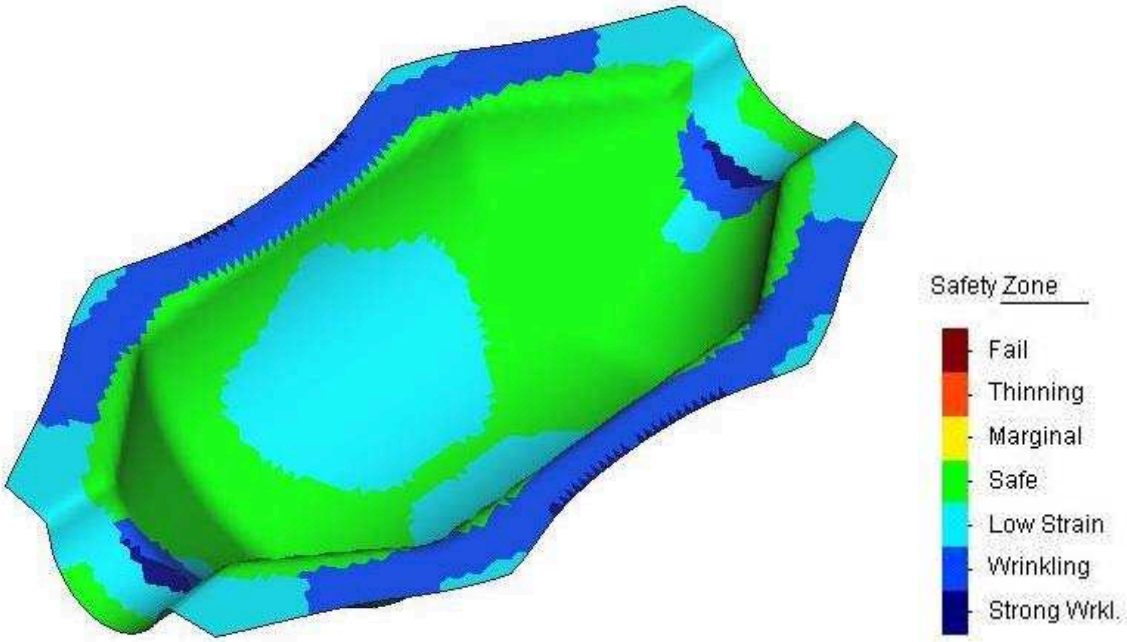


Figura I.61 Zona de seguridad, vista isométrica

La escala indica que el la mayor parte de la carcasa se encuentra en la zona segura, la cual esta coloreada de verde, mientras que existen pequeñas zonas donde se producen arrugas señaladas con color azul claro y azul oscuro

I.4.2.4 Cálculo de la Fuerza del Punzón

Una vez que se aprueba la forma final de la carcasa y que la misma no ha fallado mediante el proceso de embutición, se procede a determinar la fuerza del punzón que se requiere para deformar la chapa. El programa no da en números el valor de la fuerza sino que este arroja un gráfico de Fuerza vs Tiempo, ver Gráfico I.1

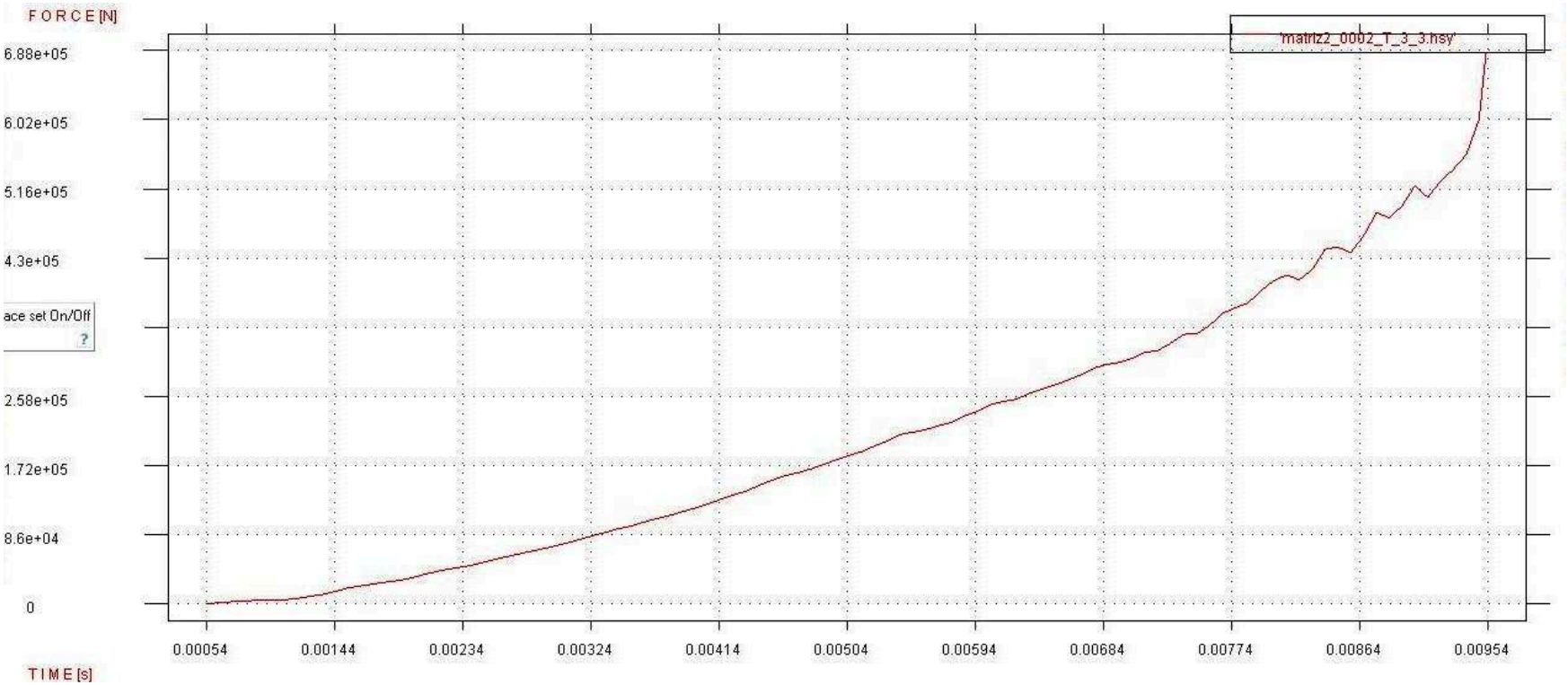


Gráfico I.1 Fuerza del punzón vs tiempo.

La fuerza del punzón se la determina con el valor más alto del Gráfico I.1 que indica un valor $6{,}88 \times 10^5$ N equivalente a 70,13 toneladas.

I.5 CALCULO DE LA FUERZA DE EMBUTICIÓN.

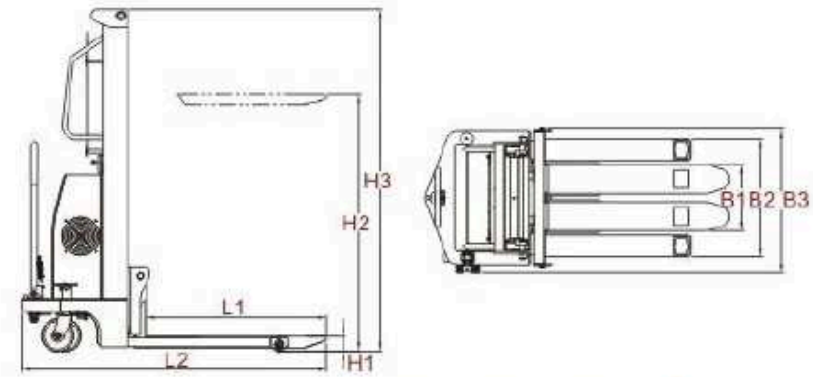
Obtenido el valor de la fuerza del punzón se determina la fuerza que necesita la prensa para el proceso de embutición, esta se lo realiza mediante la suma de la fuerza para el prensachapas que se determinó de 90 toneladas más la fuerza del punzón que es de 70,13 toneladas, por lo que la fuerza que se requiere para realizar el proceso de embutición es de 160,13 toneladas.

ANEXO J ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

J.1 MONTACARGAS

GUANGDONG NIULI MACHINERY MA...

CTD Semi-electric Stacker



Model Parameters	**CTD 1.0/16**	**CTD 1.0/20**	**CTD 1.0/25**	**CTD 1.0/30/33**	**CTD 1.5/16**	**CTD 1.5/20**	**CTD 1.5/25**	**CTD 1.5/30/33**	**CTD 2.0/16**
Capacity(Kg)	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	2000
lifting height(H2)(mm)	1600	2000	2500	3000/3300	1600	2000	2500	3000/3300	1600
Frame type	Single	Double	Double	Double	Single	Double	Double	Double	Single
Fork length(L1)(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Min height of forks lowered(H1)£¨mm)	90								
Load center(mm)	500								
Charging Voltage(mm)	AC220V	AC220V	AC220V	AC220V	AC220V	AC220V	AC220V	AC220V	AC220V
Motor Power	1.6KW								
Outer width of front leg(mm)	635								
Inner width of front leg(mm)	395								
Adjustable width of the fork(mm)	360-690								
Rear wheel size(mm)	§æ180§ç50								
Front wheel size(mm)	§æ80§ç65-§æ80§ç93								
Weight(kg)	280	305	325	350/410	305	350	365	415/420	350
Low height of fork(H3)(mm)	2080	1650	1900	2150/2300	2080	1650	1900	2150/2300	2080
Max height of fork(H2+H3)(mm)	2080	2650	3125	3625/3925	2080	2650	3125	3625/3925	2080

J.2 SOLDADORA GMAW

Rated Output	Open-Circuit Voltage	Amps Input at Rated Output, Three-Phase, 60 Hz 200 V	230 V	460 V	575 V	KVA	KW	Dimensions	Net Weight
300 A at 32 V, 100% Duty Cycle 390 A at 32 V, 60% Duty Cycle	14 – 44	38 1.1*	33 .95*	16.5 .48*	13.0 .38*	13.1 .38*	12.3 .32*	H: 30 in (762 mm) Including lift eye W: 23 in (585 mm) D: 30-1/2 in (775 mm) Including strain relief	332 lb (151 kg)

J.3 COMPRESOR

ITEM	CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN TECNICA	
1	1	u	**COMPRESOR DE AIRE**	5000921
			MARCA FINI	
			PROCEDENCIA:	ITALIA
			CAPACIDAD NOMINAL :	6.30 CFM 178 LPM
			PRESIÓN NOMINAL:	145 PSIG (10 BAR)
			POTENCIA NOMINAL:	2 HP MONOFASICO
			ALIMENTACION:	110 V
			TANQUE:	50 LITROS
			TIPO:	PORTATIL

J.4 SIERRA DE DISCO

D28700

14" (355mm) Chop Saw

5 of 5 (4 reviews)

Warranty Information

This DEWALT® High Performance Industrial Tool comes with a warranty package that includes:

- 90 Day Money Back Guarantee
- 1 Year Free Service Contract
- 3 Year Limited Warranty

Specifications

Amps	15Amps
No Load Speed	3,800rpm
HP	4HP
Quick Lock Vise	Yes
Wheel Arbor	1"
Wheel Diameter	14"
Max Capacity (Round)	4-1/2"
Max Capacity (Rectangular)	4-3/4 x 5-1/3"
Blade Change	Wrench
Tool Length	21"
Tool Weight	35.0lbs

Product Features

- 15.0 Amp/4.0 HP (maximum motor HP) motor provides overload protection, increasing performance and durability
- Ergonomically designed "D" handle provides a more comfortable hand position, reducing fatigue and increasing productivity
- Quick-Lock Vise allows for fast clamping on different size materials to increase productivity
- 45° pivoting fence allows for fast and accurate angle cuts
- Steel base allows user to weld jigs or stops directly onto the base
- Spindle Lock allows user to make wheel changes quickly and easily, saving time and money
- Integrated top handle allows the saw to be carried around easily

J.5 CAMIONETA

Especificaciones Técnicas

Ponemos a tu disposición la ficha técnica de este modelo de Chevrolet porque sabemos que te gusta conocer en detalle todas las características relacionados al motor, confort, seguridad y diseño de cada auto, familiar, SUV, camioneta o camión. Descúbrelo por ti mismo.

Standard

Available

N/A

	2.5 TD Cabina Simple 4x2	Please choose...	Please choose...
Motor	2.5 TD Cabina Simple 4x2		
Alimentación	Bomba inyección directa de alta presión		
Candados			
Desplazamiento (c.c.)	2499		
Diámetro de giro (m.)	5.9		
Diámetro x Carrera	93 X 92		
Dirección	Dirección Hidráulica de piñón y cremallera		
Embrague	Al piso		
Frenos De Parqueo	Palanca en panel de instrumentos		
Frenos Delanteros	Discos ventilados pinzas 2 pistones		
Frenos Posteriores	Tambores con zapatas contrapuestas		
Llantas	225/70R15 106R		
Nº Cilindros	4 en línea		
Nº Válvulas	8		

Especificaciones Técnicas

Ponemos a tu disposición la ficha técnica de este modelo de Chevrolet porque sabemos que te gusta conocer en detalle todas las características relacionados al motor, confort, seguridad y diseño de cada auto, familiar, SUV, camionera o camión. Descúbrelo por ti mismo.

Standard

Available

N/A

	2.5 TD Cabina Simple 4x2	Please choose...	Please choose...
Dimensiones y Capacidades	2.5 TD Cabina Simple 4x2		
Capacidad de Carga - Kg	1095		
Capacidad Eje Delantero - Kg	1200		
Capacidad Eje Posterior - Kg	1680		
Diámetro de giro (m.)	5.9		
Peso Bruto Vehicular - Kg	2650		
Peso Vacío Total - Kg	1550		
Tanque de Combustible	76 L (20C)		

ANEXO K COTIZACIONES

K.1 FABRICACIÓN DE CARCASAS

Asistencia Mecánica Industrial.

Quito, 20 de octubre del 2010.

Carta N.- SY2.1 - 063

Sr. Gabriel Solorzano
Presente.-

De mis consideraciones:

A continuación se encuentra la cotización solicitada.

Costo de la matriceria.

Matriz embutido para tapas de catalizador……5,500.00 dolares.
Matriz de corte perfil tapas catalizador……4,600.00 dolares.

Costo del producto.

Costo del producto con material inox 304 brillante……6,96 dolares
Costo del producto con material inox 304 mate……10,50 dolares
Costo de la mano de obra sin material en acero inox 304 brillante……1,00 dolares
Costo de la mano de obra sin material en acero inox 304 brillante 1,45 dolares

- Este precio no incluye IVA

Tiempo de entrega. 40 dias laborables
Forma de pago: 60% de anticipo 40% contra entrega.
En espera de sus comentarios me despido.

Atentamente;

F. Xavier Tonato C.

Gerente General

K.2 MONOLITOS

ceracomb (주)세라컴 CERACOMB CO.,LTD.
312-26, DEUKSAN-DONG, ASAN-CITY, CHUNGNAM, KOREA
TEL : +82-41-531-0657 / FAX : +82-41-531-0659 /www.ceracomb.com

OFFER SHEET

Messrs. : EPN
CC : Mr. Fausto Vasquez

DATE : July 07, 2010
OS NO. : CR100707-02

Dear Sirs :
We have the pleasure to offer you the following merchandise on the terms and conditions mentioned hereunder subject to our final confirmation.

ITEM NO.	COMMODITY & DESCRIPTION	QUANTITY	U/PRICE (USD)	AMOUNT
1	Ceramic Substrate Φ4.0"*5.0"/400cpsi	5,000	$12.30	$61,500.00
2	Ceramic Catalyst Pd:Rh=10:1 (10g/ft3)	5,000	$29.93	$149,630.16
	Ceramic Catalyst Pd:Rh=10:1 (12g/ft3)	5,000	$32.28	$161,398.86
	Ceramic Catalyst Pd:Rh=10:1 (15g/ft3)	5,000	$35.78	$178,912.96
	Ceramic Catalyst Pd:Rh=10:1 (20g/ft3)	5,000	$41.62	$208,103.12

*** Terms & Conditions**

Shipment : Ocean shipment
Payment : T/T in advance
Price term : Ex-work
Min. order : 5,000pcs
Packing : Export standard packing
Delivery : 4 weeks after order confirmation
Inspection : Manufacturer's Inspection to be final
Origin : Republic of Korea
Validity : One month from this Offer Sheet date
Remark :

James Song
Ceracomb Co., Ltd.

K.3 AISLAMIENTOS TÉRMICOS

FIBRAS CERÂMICAS

Para: Fernando Solórzano
Fone: (593)2 2507144 ext.2423
De: Luiz Paulo Graf Nunes
Data: 25/10/2010

Empresa: Escuela Politecnica
Fax:
Divisão: Fiber
Nº de págs: 2

Caso não receba todas as páginas, favor nos contatar através do telefone: 19/3322-8016

Mensagem: EVAU 0082/10

S/ solicitação de Cotação: Aftermarket Equador - Quito
Conforme solicitado, informamos preços e demais condições de fornecimento para:

Item	Observação	GAP	Volume (peças)	Material	Preço Líquido US$/pç
1	4 x 5" - n.intumescente	4.00	10,000	ISOMAX 1 1600 341 x 117mm	3.940
2	4 x 5" - intumescente	3.90	10,000	Isomat AV5 2700 348 X 117mm	4.362

Obs:

Demais condições comerciais

Preço.....O preço em Dólar acima será convertido para Real, conforme cotação média da taxa de câmbio do Dólar Comercial de Venda do mês anterior ao faturamento, com três casas decimais.
Pagamento..... a vista
Lead Time do Ferramental..... 10 dias úteis após confirmação do pedido.
Prazo de Entrega..... 60 dias após colocação do pedi9do
Local de Entrega..... Ex-works Vinhedo/ para CIP Quito favoir solicitar cotação
IPI..... N/A
ICMS (excluso)..... N/A
PIS/COFINS (excluso)..... N/A
Embalagem..... Caixas de papelão
Validade da Proposta..... 30 dias

Colocamo-nos à sua disposição para eventuais esclarecimentos

Atenciosamente,
UNIFRAX BRASIL LTDA

Luiz Paulo Graf Nunes
Mercado Automotivo
Fone: 019/3322-8016 / Fax: 019/3322-8021 / Cel: 019/9837 8803
Lnunes@unifrax.com.br

K.4 TRANSPORTE MARITIMO

NVOCC ®

FMC/OTI Ocean Carrier License # 019153NF
Bond # 8810294 & 8820383

Member of the Global MAX Network / Over 300 Offices Worldwide
Questions to: rates@shipping-worldwide.com
TOLL FREE NUMBERS TEL: 877-597-0258 FAX: 877-597-0259
OVERSEAS TEL 305-597-0258 FAX: 305-592-0266

Quote # 1074206

To: Fernando Solorzano
Company: Escuela Politecnica Nacional
Tel: 593 2 2507144

Fax: 593 2 2507144
Date: November 11, 2010
Email: inmesys@gmail.com

RATING DETAILS

Ocean Container Rates from **Shanghai** To **Guayaquil (Ecuador)**

Total Volume Weight 2204.6 lb or 1000 kgs.

DESCRIPTION	VALUE	RATE	QTY.	AMOUNT
Freight	40' Container	$3,150.00	5	$15,750.00
Bunker Adjustment Factor [BAF Charges]	40' Container	$240.00	5	$1,200.00
Warfage	1 MT	$2.90		$2.90
Bill Of Lading				$50.00
GRI Charges		$100.00	5	$500.00
AMS Filing Fees				$35.00
Terminal Handling Charges		$400.00	5	$2,000.00
Drayage from Terminal to Your Door (101 - 200 Miles)		$980.00	5	$4,900.00

Destination Customs Clearance				$145.00
Customs Bond Fee				$0.00
Insurance Charges (Type Of Goods: Industrial Goods – Commercial Items)	$200,000.00	0.45 %		$900.00
Shipper's Declaration (Over $1.00)	$200,000.00			$150.00
Less: Online Allowance				$875.00
Total				US $24,757.90

K.5 TRANSPORTE AEREO

Estimado Sr. Solórzano,

Si verdad son 5 cajas ya le doy el valor total

Flete aéreo USD 3,85 x KG mas de 100 KG x 644 KG Vol. según sus dimensiones USD 2.479,40
Documentos Origen USD 55,00
Desconsolidación :USD 75,00
Bodegaje USD :55,00

Costos Locales Quito.
Handling: Usd 60 + IVA
Liberación Guía: Usd 35 + IVA
Gastos Administrativos: Usd 45 + IVA

Si requiere despacho aduanero: Usd 250 + IVA.

Total costos 2.804,4 y si desea Despacho de aduanas en Quito debe sumarle USD 250,00 mas IVA

Saludos Cordiales,

Jonny Acebo
Gerente de Operaciones
Tel. 593-99-950677 Movistar / Tel. 593-94-275694
Tel. Oficina : 59342 292071 / 2294206 / 2294271
Chat : planetcargo@hotmail.com

K.6 TUBERIA

CASTEK S.A.

Ferreteria Industria
Telefono: 2480587 - 2480588 - 2477267

Proforma de Venta
Proforma 20144
Fecha: 04/04/2011
Vendedor: Patricia Perez

Cliente: 4566 PROYECTMEGA S.A.

Direccion: H S/N
R.U.C. 0991439773001
Telefono: 099197493 091628447
Atencion: Ing.Cabrici Colorzano

Codigo	Descripcion	Cantid	Unidad	Precio.	Descto.	Total
873-107580I	Tub.Inox ced40-2" - 580 mts	12,00	PZAS	$234,55	25,00%	$2.110,95

Observación: VALIDEZ DE OFERTA 3 DIA ENTREGA 72H STOCK SALVO VENTA

Forma de Pago: Contado

Subtotal	$2.110,95
I.V.A.:	$253,31
Total:	$2.364,26

K.7 ALAMBRE ELECTRODO

AGA S.A.
QUITO - AV. SHYRIS 334 y AV. ELOY A
EDIF. PARQUE CENTRAL PISO 8 OFIC
R.U.C. 0990021037001
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Servicio al cliente: 1-800-AGAGAS (242429)

SUCURSAL
110 - AGA SUR QUITO
AV. MALDONADO 10499
SRI 1109150699
Servicio al cliente: 1-800-AGAGAS (242429)

AUTORIZACION N° SRI 1109150699
AUTORIZACION PARA MEDIOS AUTOMATIZADOS
Fecha de autorización: 04 de Enero del 2011

CENTRO DE ATENCIÓN AL CLIENTE
COTIZACION N° 21564

QUITO, 4 de Marzo de 2011

SR FAUSTO VASQUEZ
Ciudad: VICENTIA QUITO
Telefono: 0
R.U.C. o C.I.: 9999999999999

De mi consideración:

Por medio de la presente y en atención a su pedido sírvase encontrar la cotización detallada a continuación:

REFERENCIA	DESCRIPCION	CILINDROS AGA CLTE	CANTIDAD	UN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	% DCTO
263110001	ALAMBRE ER-308L DE 0.8 MM KG		1.00	KG	16.54	16.54	
263110003	ALAMBRE ER-308L 1.2 MM		1.00	KG	16.54	16.54	
L11136353	LINDE COMPACT PROFESIONAL		1.00	UN	825.28	825.28	20.00

SUBTOTAL $	805.36
DESCUENTOS $	165.06
Sub Total base I.V.A 0% $	693.30
Sub.T. base I.V.A (12.00%) $	0.00
I.V.A (12.00%) $	83.20
TOTAL A PAGAR DOLARES	$ 776.50

K.8 GASES DE SOLDADURA

AUTORIZACION N° SRI 1109100888
AUTORIZACION PARA MEDIOS AUTOMATIZADOS
Fecha de autorización 04 de Enero del 2011

AGA S.A.
QUITO - AV. SHYRIS 334 y AV. ELOY A
EDIF. PARQUE CENTRAL PISO 8 OFIC
R.U.C. 0990021007001
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Servicio al cliente: 1800-AGA(242)

SUCURSAL
170 - AGA NORTE
Av. El Inca 2510 y Amazonas
SRI 1107664218
Servicio al cliente: 1800-AGA(242)

AGA

CENTRO DE ATENCIÓN AL CLIENTE
COTIZACION N° 254

QUITO, 15 de Marzo de 2011

CLIENTE GENERAL
Ciudad : CLIENTE GENERAL QUITO QUITO
Teléfono: 00
R.U.C. o C.I. 9999999999

De mi consideración:

Por medio de la presente y en atención a su pedido sírvase encontrar la cotización detallada a continuación:

REFERENCIA	DESCRIPCION	CILINDROS AGA CLTE.	CANTIDAD	UN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	% DCTO.
04000	ARGON GASEOSO	1	10.00	M3	35.37	353.70	30.00
07001	AGAMIX 12	1	6.00	M3	35.16	210.96	
254300017	MASCARA DE SOLDAR LINDE		1.00	UN	149.00	149.00	

SUBTOTAL $	713.66
DESCUENTOS $	106.11
Sub Total base I.V.A 0% $	607.55
Sub T. base I.V.A (12.00%) $	0.00
I.V.A (12.00%) $	72.91
TOTAL A PAGAR DOLARES	$ 680.46

K.9 VEHÍCULOS

Luv D-Max, más opciones que ninguna

Existen cuatro versiones de la Chevrolet Luv D-Max Diesel pero una amplia posibilidad de combinaciones: 2.5 litros, 4x2 y Cabina Simple; 3.0 litros, 4x2 y Cabina Doble; 3.0 litros, 4x4 con opción de Cabina simple y Cabina Doble. ¿Cuál se ajusta más a ti?

Versiones Disponibles	
2.5 L Chasis 4x2	$ 19.990
2.5 TD Cabina Simple 4x2	$ 21.990
3.0 TD Cabina Doble 4x2 Activa	$ 26.190
3.0 TD Cabina Doble 4x2	$ 25.690
3.0 TD Cabina Simple 4x4	$ 26.790
3.0 TD Cabina Doble 4x4	$ 29.990
3.0 TD Cabina Doble 4x4 Extreme	$ 35.290

Compra fácil

Solicita más información
Encuentra un concesionario

K.10EQUIPOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Servigases del Valle

San Rafael, 11 de noviembre de 2010

Sr. Gabriel Solórzano

Presente,

La cotización solicitada es la siguiente:

CANT	DESCRIPCION	COSTO UNI	COSTO TOTAL
4	Casco de seguridad blanco c/rashet	6,25	25,00
21	Casco de seguridad color s/rashet	5,05	106,05
12	Gafas de seguridad obscura	2,50	30,00
13	Gafas de seguridad Clara	2,50	32,50
50	Protector auditivo 3M	0,70	35,00
50	Mascarilla Protector	0,95	47,50
5	Guante de napa corto	2,95	14,75
10	Guantes de pupos	1,05	10,50
10	Guantes de nitrilo	1,70	17,00
4	Guantes API	5,00	20,00
1	Zapato punta acero de seguridad M/Abracol	33,00	33,00
4	Mascara para soldar	5,00	20,00
30	Camisa de trabajo c/logo	13,75	412,50
30	Pantalón de trabajo	13,75	412,50

Nota: Estos precios no incluyen IVA.

Atentamente:

María Angélica Carrasco

K.11 EMBALAJE

A continuación nuestra propuesta de precios para la elaboración de;

5000 cajas regulares en cartón kraft test 150 sin impresión

340 x 120 x 75 mm (medidas internas del largo, ancho y alto)

P.V. $ 0,27 + I.V.A.

Tiempo de entrega 15 días laborables

Forma de pago; 50 % al pedido y 50 % contra entrega

Transporte por cuenta de Corrucart

Atentamente;

Ing. Fernando Quirola

GERENTE GENERAL

CORRUCART S.A.

K.12 EXTINTORES

SERVIGASES DEL VALLE

"Nuestra mayor satisfacción es poder servirle"

CARRASCO JARAMILLO MARIA ANGÉLICA

Dirección: San Rafael, Huertos Familiares San Gabriel
Av. Ilaló s/n y Primera Transversal
Telf: 2850 658 / 2879 719 • Cel.: 095 846 287 / 080847334
Quito - Ecuador

R.U.C. 1717123515001

PROFORMA

0000061

Fecha: 18 de Marzo 2010 RUC./CI:

Señor (es): Gabriel Solorzano

Dirección:

Telfs.: 084033344

CANT.	DETALLE	V. UNIT.	V. TOTAL
1	Extintor: 10 lbs. P.Q.S.		30 -

Adquiriente: Original / Emisor: Copia

F. CLIENTE

F. AUTORIZADA

SUBTOTAL	30 -
IVA 0 %	
IVA 12 %	
TOTAL $	30 -

K.13 DESPLIEGUE TARIFARIO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO.

Fuente: http://www.eeq.com.ec/clientes/pliego.php?mn=2 (09/03/2011)

B.2 TARIFA GENERAL CON DEMANDA (BTGD)

APLICACIÓN: Esta tarifa se aplica a los abonados Comerciales, Industriales, Entidades Oficiales, Bombeo de Agua, Escenarios Deportivos, cuya potencia contratada sea superior a 10 KW, que disponen de registrador de demanda máxima o para aquellos que tienen potencia calculada.

CARGOS:
US$ 1.414 por factura, en concepto de Comercialización, independiente del consumo de energía.

US$ 4.182 mensuales por cada KW de demanda facturable como mínimo de pago, sin derecho a consumo.

US$ 0.068 por cada KWh consumido en el mes.

6.5% del valor de la planilla por consumo, en concepto de Alumbrado Público, para los abonados Industrial, Bombeo de Agua y Escenarios Deportivos.

9.5% del valor de la planilla por consumo, en concepto de Alumbrado Público, para los abonados Comerciales y Entidades Oficiales.

US$ 3.96 contribución para el Cuerpo de Bomberos, para consumidores Comerciales con demanda.

US$ 15.84 contribución para el Cuerpo de Bomberos, para consumidores Industriales con demanda.

10% del valor de la planilla por consumo, por Tasa de Recolección de Basura

K.14 PRECIO DE COMBUSTIBLE

Fuente:http://www.petrocomercial.com/wps/portal/!ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os_jQAN9AQzcPIwN_A0dXA09vb1NX1-BQAwNHM6B8pFm8n79RqJuJp6GhhZmroYGRmYeJk0-Yp4G7izEB3eEg-_DrB8kb4ACOBhB5uA3u7n7mBp4Wrj7OQaHmxu5GBvp-Hvm5qfoFuREGmQHpigBacBVF/dl2/d1/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnB3LzZfVVBNUTFGSDIwTzcwMDBJNEFQQzQzQTMwSTY!/ (09/03/2011)

PETROECUADOR

Ingresar Intranet

Inicio > Precios > Precios por Sector >

Histórico de Precios

Precios por Sector

Precios Nacionales

Precios Internacionales

Clientes Aerocombustibles

Precios en Terminal - Distribuido por sectores

Sector: Sector Automotriz

Vigencia: DEL 17 AL 23 DE MARZO DE 2011

Productos	Precios USD/Gls	Decreto Ejecutivo 338
Gasolina Extra	1.309168	Art. 7
Gasolina Súper	1.68	Art. 7
Diesel 2	0.900704	Art. 7
Diesel Premium	0.900704	Art. 7

Productos	Precios USD/KG	Decreto Ejecutivo 338
GLP Vehicular	0.188384	Art. 7

K.15 DESPLIEGUE TARIFARIO DE AGUA POTABLE

Fuente: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento

Sector	Comercial e Industrial
Tarifa de consumo de agua por metro cúbico	0,72 USD
Gasto por reparto y emisión	2,10 USD
Tasa de Alcantarillado	38,6% del costo de consumo de agua

K.16 COSTO DE PASAJE

Paso 3 - Proceso de Compra - LAN.com

1 800 10 10 75 Contáctanos Buscar

Ecuador

1. Fecha 2. Vuelos 3. Precio 4. Pasajeros 5. Pago 6. Confirmación

Itinerario

	Salida		Llegada		Vuelo	Cabina	Equipaje
Ida [+] info Martes 23 noviembre 2010	12:05	Quito (UIO)	13:00	Cuenca (CUE)	XL1541	Económica-L	Máximo 2 piezas que pesen 23 kgs. en total.
Regreso [+] info Jueves 25 noviembre 2010	13:45	Cuenca (CUE)	14:40	Quito (UIO)	XL1540	Económica-L	Máximo 2 piezas que pesen 23 kgs. en total.

Para aplicar los descuentos de tercera edad y discapacitados deberá realizar su compra en un punto de venta físico de LAN.

Tarifa en Dólares Americanos

	Tarifa	Tasas y/o impuestos	Total (USD)
Pasajero adulto nº 1	90.00	26.40	116.40
Total	90.00	26.40	US$ 116.40

Ver tarifas en otra moneda

Seleccione

Por poco más obtienes muchos más beneficios

Ver restricciones de esta tarifa

K.17 UTILES DE OFICINA

PAPELERIA COMUNITARIA
SOSA PAZMIÑO ROSA CECILIA
Direc.: Pichincha 329 y Cotopaxi - Sangolquí
CONTRIBUYENTE REGIMEN SIMPLIFICADO

RUC.: 1702060953001
NOTA DE VENTA S001-001
Nº 0000238
AUT. SRI. 1108608423

Cliente: Sr. FAUSTO VASQUEZ
RUC./CI: 1003408141 Telf.: 0957970565
Dirección: LA VICENTINA

FECHA		
Día	Mes	Año
25	11	10

CANT.	DETALLE	V. UNIT.	V. TOTAL
1	RESMA PAPEL 75g	4.80	4.80
1	CAJA GRAPAS 26/6	0.90	0.90
1	CAJA DE CLIPS	0.30	0.30
1	ESTILETE PLÁSTICO	0.80	0.80
1	BORRO BIC P.M.	0.30	0.30
1	CO INATION	0.50	0.50

Adquiriente: Original / Emisor: Copia

TOTAL $ 7.60

F. CLIENTE F. AUTORIZADA

"GRUPO GRAFICO ALBUJA"
Albuja Olalla Segundo Santiago
R.U.C.: 1710482959001 AUT. 2886
Impreso del 000201 hasta 000250
Fecha de Aut.: 24/08/2010
Válido hasta 30/11/2010
* Telf.: 2335-624

K.18 MÁQUINAS SOLDADORAS

colimpo S. A.
EXCELENCIA INDUSTRIAL

Cliente		Fecha	02-mar-11
Atención	Ing. Gabriel Solorzano	R.U.C.	
e-mail	ingenieriaproyectmega@yahoo.com	Teléfono	

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO	DESC.	VALOR DE VENTA
903786-01-8	CP-302	1 u	6.500,00	10%	5.850,00
	ANTORCHA ROUGHNECK 15 FT	1 u			0,00
	ALIMENTADOR 22A	1 u			0,00
CR-01-ICW	FLUJOMETRO	1 u	34,13	10%	30,72
1/4XOO	MANGUERA GEMELA	3 m	2,99	10%	8,07
CONGAS5/8	CONECTORES PARA GAS	1 u	3,29	10%	2,96
190300	KIT DE RODILLOS	1 u	40,18	10%	36,16
WDCAB2-0	CABLE DE SOLDAR 2/0	8 m	18,70	10%	134,64
WF-C8005-ICW	TERMINAL DE COBRE	4 u	2,35	10%	8,46

SUB-TOTAL	6.071,01
DESCUENTO	074,50
I.V.A.	728,52
FLETE	
TOTAL	USD 6.799,53

Asesor Técnico: Ing. Santiago Vela
Celular: 084896066
Telefono: (593)2 - 2800026 Ext. 103
Fax: 2805075
e-mail: jvela@colimpo.com.ec

CONDICIONES COMERCIALES	
Lugar de Entrega	A convenir
Tiempo de Entrega	De acuerdo a stock
Forma de Pago	Contado
Precios	
Validez de la Oferta	15 días

K.19 COMPRESOR

LA LLAVE

Av Amazonas 6065 y El Inca
Tlf: 2468 564 Fax 2468 563
Quito - Ecuador

COTIZACION ALMAC-0146-1

SEÑORES:
ATT.: SR FAUSTO VASQUEZ
TLF.: 96797565
REFERENCIA: SU SOLICITUD
FECHA: QUITO, 15 DE MARZO DEL 2011

ITEM	CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN TECNICA			
1	1	u	**COMPRESOR DE AIRE**	5000921	451.29	451.29
			MARCA FINI			
			PROCEDENCIA:	ITALIA		
			CAPACIDAD NOMINAL:	6.30 CFM 178 LPM		
			PRESIÓN NOMINAL:	145 PSIG (10 BAR)		
			POTENCIA NOMINAL:	2 HP MONOFASICO		
			ALIMENTACION:	110 V		
			TANQUE:	50 LITROS		
			TIPO:	PORTATIL		

SUMAN	451.29
5% DESC	22.56
	428.73
12% IVA	51.45
TOTAL	480.17

K.20 MONTACARGAS

Quito, 17 de Noviembre del 2010
PPV-2010-0315

Señor
GABRIEL SOLORZANO
LABORATORIO DE TERMODINAMICA DE LA E.P.N.
Presente.-

De acuerdo a lo solicitado por Usted, presentamos la siguiente cotización:

ITEM	CANT.	CODIGO	DESCRIPCION	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	1	CTD1,5T/3	Montacarga electro-hidraulico manual Marca NIULI Con palas corredizas, Con capacidad de 1,5 Toneladas Con elevacion hasta 3 metros Con alimentación de 110V	$ 4,450.00	$ 4,450.00
				SUMAN	$ 4,450.00
				I.V.A.	$ 534.00
				TOTAL USD :	$ 4,984.00

ENTREGA: INMEDIATA (Cliente retira de bodega)
FORMA DE PAGO: CONTADO
VALIDEZ DE OFERTA: 15 DIAS

Atentamente,

ING. RAUL VALENCIA M.
099 831 762 Movistar
022 468 564 Oficina: ext 124
022 468 563 Fax

K.21 HERRAMIENTAS

SUPERCENTRO FERRETERO

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 012 (SANGOLQUI) Sangolqui
GENERAL ENRIQUEZ S/N Y CALLE E
Fono: 022334367/ 022331189

Señor (es): CONTADO SIN TARJETA
Código: 888885-000000
RUC: 0179004122000
Dirección: 10 DE AGOSTO Y CORDERO
Vend: MARITZA QUINATOA
Ciudad: Sangolqui
Fono: 5017130000
Fecha de Emisión: 20/MAR/2011
PAG. 1/1

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	P. UNITARIO	TOTAL
112283	BOTIQUIN AMERICAN HOME	1	$20,330357	$20,3304
418587	TACHO 132LT B+T+RUEDAS HERCULE	1	$59,553571	$59,5536
361844	TACHO 12LT ACERO INOXIDABLE	1	$21,026786	$21,0268
400742	VENTILADOR PLAS/MET CUADRADO M	1	$22,991071	$22,9911
408344	REPISA 90X30 CM MELAMINICO WEN	1	$6,937500	$6,9375
211826	SOPORTE PALOMILLA DOBLE 12" WR	1	$2,928571	$2,9286
228397	RIEL DOBLE 78" NEGRA P/SOPORTE	1	$12,044643	$12,0446
429872	ESCOBA DOMESTICA SIMPLE PLASTI	1	$1,625000	$1,6250
429201	PALA METALICA C/MANGO	1	$7,848214	$7,8482
429090	TRAPEADOR 80CM PABILO C/TUBO	1	$14,232143	$14,2321
27324	BROCHA WILSON MULTIUSO 4" BLCA	1	$4,044643	$4,0446
27278	BROCHA WILSON MULT 1" BLCA	1	$1,062500	$1,0625
486930	CEPILLO DE ACERO 4 FILAS CHINO	1	$0,723214	$0,7232

➢ CONDICIONES	EFECTIVO	➢ SUBTOTAL	$175,35
		➢ DESCUENTO Tarifa 12	$0,00
		➢ DESCUENTO Tarifa 0	$0,00
		➢ TOTAL	$175,35

Vta.tarifa 12	Vta.tarifa 0	Tot.Vta.Neta	IVA Tar. 12	IVA Tar.0	TOTAL A PAGAR
$175,35	$0,00	$175,35	$21,04	$0,00	$196,39

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 mercaderia, nos veremos obligados a actualizar precios en el momento de la facturacion previo su conocimiento.

Los precios unitarios de esta proforma NO incluyen I.V.A.

Quito , 20 de MAR 2011

FIRMA:_____ ESTABLECIMIENTO

FIRMA:_____ CLIENTE

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

K.22 MANOMETRO

CASTEK S.A.

Ferretería Industrial
Teléfono: 2480587 / 2480588

Proforma de Venta
Proforma 12489
Fecha: 15/03/2011
Vendedor: Patricia Pérez

Cliente: 4331 ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Dirección: LADRON DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCIA
R.U.C. 1760005620001
Teléfono: 02507144 423ext
Atención: Ing. Gabriel Solórzano

Codigo	Descripcion	Cantid	Unidad	Precio.	Dscto.	Total
450-380FI	Man. Fandinall 4"x1/2" 0-100psi inox lat	1.0	PZAS	$108.81	25.00%	$81.61
450-387I	Maninox 4"x1/2" - 0/200 psi -0/14 kgs conec inox	1.0	PZAS	$99.12	25.00%	$74.34
450-397I	Maninox 4"x1/2" - 0/3000 psi -0/200 kgs conec inox	1.0	PZAS	$99.12	25.00%	$74.34

Observación:	VALIDEZ DE OFERTA 3 DIA ENTREGA 48H STOCK SALVO VENTA	Subtotal	$230.29
		I.V.A.:	$27.63
Forma de Pago:	Contado	Total:	$257.92

K.23 COSTO DE TERRENO

VENDO 3 LOTES DE TERRENO EN EL PARQUE INDUSTRIAL TURUBAMBA — Quito

- **Ubicación:** Quito, Pichincha, Ecuador
- **Barrio:** Parque Industrial Turubamba
- **Fecha de publicacion:** Enero 25
- **Teléfono:** 086060529
- **Precio:** $47,00USD

Un lote de 1.000m2, un lote de 840 m2 y un lote de 1.518 m2, se puede vender por separado o dos unificandoles, los lotes de terreno cuenta con todos los servicios básicos, luz trifásica para industria; con zonificación Industrial de alto impacto, escrituras inmediatas, sin gravamen alguno, a 47 dòlares en metros cuadrado. Informes al 086060529

Información del usuario

- linamart
- 086060529
- Otros anuncios del usuario

Fotos y Video

Anterior Siguiente

1 de 3

K.24 COSTO DE INFRAESTRUCTURA

PROPUESTA ECONÓMICA
PM11-GS-01-OE-0

Cliente:
Proyecto: PM11-GS-01-OC
e-mail: gabo3-16@hotmail.com
Atn.: Sr. Gabriel Solórzano

Fecha: 14/01/2011
RUC: 999999999999

Item	Descripción	Unidad	Cant.	P. Unit.	Precio.
1.	Construcción de taller y área de oficinas según dimensiones del plano 1.2703.200, incluye: Estructura metálica y cubierta (diseño construcción y montaje) en altura de 6m. Paredes y divisiones internas en bloque vibrocompactado de 15 cm Ventanas de 1220x600mm en sitios indicados Puertas corredizas de ingreso personal de vidrio en posciones indicadas Puertas internas de aluminio y vidrio en posiciones indicadas Puertas enrollables de ingreso a bodegas Cimentación y pisos de primera calidad según dimensionamiento de cálculo estructural Instalaciones sanitarias en cantidades y dimensione sindicadas Acometidas eléctricas para equipos señalados en el plano de referencia Acabados y pintura de primera calidad Garita de construcción mixta Baños en modelo económico incluyendo 4 sanitarios, 4 lavamanos, 3 urinales, 3 duchas Cielo falso sobre el área de oficinas Provisión de materiales Personal Planos arquitectónicos Planos estructurales	m2	110	349,3	38423
2.	Cerramiento en bloque de 10cm, 3m de alto, incluye puerta metálica de ingreso peatonal, y puerta de ingreso vehicular	m	112	58,9	6596,8
			SUBTOTAL		45019,8
			12 % I.V.A		5402,376
			TOTAL		50422,18

- Tiempo de ejecución: 90 días, posterior a la firma del contrato
- Forma de pago: 30% de anticipo, saldo según vance semanal de obra
- Los cambios que generen un costo superior al cotizado correran por cuenta del cliente
- **Precios sujetos a confirmación**
- Validez de la oferta: 15 días

K.25 COSTO DE COMPUTADORES

JOLBA LA META

JOSE LUIS BARAHONA
RUC: 1703573012001

Soluciones en Equipos de Computación
www.jolba.com.ec
info@jolba.com.ec

Matriz
Av. Colón Oel-90 y 10 de Agosto
Pbx: 2909480
Sucursal
Av. Colón 1468 y Av. 9 de Octubre
2540514 / 2231334 / 2908734

PROFORMA COMPUTADORAS Nº. P1228720

CLIENTE: VASQUEZ PINEDA FAUSTO
RUC/CI: 1003408141
DIRECCION: MARIANA ORTIZ Y ALFONSO PERRIER
TELEFONO: 095797565

FECHA: 04/03/2011
COD.VENTAS: 07
e-mail Cliente: fautosvasquezp@gmail.com
VALIDEZ DE OFERTA:OCHO DIAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	UN	P.UNIT	SUB TOTAL
PROC. INTEL CORE I5 650 3.20GHZ 4MB 800/1066/1333MHZ -N-	1.00			928.10
MB INTEL DH55HC CORE I3-I5-I7 DDR3 1333/1066MHZ	1.00			
* MB INCLUYE: T. DE RED / T. DE SONIDO / T. DE VIDEO	1.00			
DDR3 2GB PC-1333 KINGSTON -N-	2.00			
DISCO DURO 1TB S-ATA HITACHI 7200 RPM	1.00			
DVD-WRITER LG 22X GH22NS40 S-ATA NEGRO	1.00			
CABLE DE PODER SATA	1.00			
CABLE DE DATOS SATA	1.00			
LECTOR MULTI-CARD R/W BLAKC 3.5"	1.00			
T. DE VIDEO 1GB ALTEK GeFORCE GT240 DDR3 PCI-EXP DVI+CRT+HDMI	1.00			
COMBO CASE NIUTEK 3838	1.00			
* COMBO CASE INCLUYE: MOUSE OPTICO / TEC. MULTIMEDIA / PARLANTES	1.00			
MONITOR FLAT PANEL AOC 18.5" 931SWL	1.00			
IMP. MULTIFUNCION CANON PIXMA MP-250	1.00			
CABLE USB 2.0 SLOT TYPE A/B	1.00			
_____PROMOCION2_____	1.00			
REGULADOR THOR 1200VA	1.00			
COBERTOR 19" FLAT PANEL -N-	1.00			
MOUSE PAD DISEÑOS	1.00			
HEADSET GENIUS HS-04SU SUPORT MSN, SKYPE	1.00			
CAMARA WEB GENIUS Messenger 310	1.00			

GARANTIA: 3 AÑOS PROC.Y MB INTEL
1 AÑO RESTO DEL COMPUTADOR

SUBTOTAL	928.10
12% IVA	111.37
TOTAL USD	1,039.47

SON: UN MIL TREINTA Y NUEVE. 47/100

HORA: 11:48

gissella.alcivar@jolba.com.ec
Ejecutivo de Ventas

K.26 IMPRESORAS

JOLBA LA META

JOSE LUIS BARAHONA
RUC: 1703573012001

Soluciones en Equipos de Computación
www.jolba.com.ec
info@jolba.com.ec

Matriz
Av. Colón Oel-90 y 10 de Agosto
Pbx: 2909480
Sucursal
Av. Colón 1468 y Av. 9 de Octubre
2540514 / 2231334 / 2908734

PROFORMA COMPUTADORAS Nº. P1228722

CLIENTE: VASQUEZ PINEDA FAUSTO
RUC/CI: 1003408141
DIRECCION: MARIANA ORTIZ Y ALFONSO PERRIER
TELEFONO: 095797565

FECHA: 04/03/2011
COD.VENTAS: 07
e-mail Cliente: fautosvasquezp@gmail.com
VALIDEZ DE OFERTA: OCHO DIAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	UN	P.UNIT	SUB TOTAL
IMP. SAMSUNG LASER ML-1665	1.00	UN	66.76	66.76
CABLE USB 2.0 SLOT TYPE A/B	1.00	UN	1.89	1.89
IMP. MULTIFUNCION CANON PIXMA MP-250	1.00	UN	50.93	50.93
GARANTIA: 3 AÑOS PROC.Y MB INTEL			SUBTOTAL	119.58
1 AÑO RESTO DEL COMPUTADOR			12% IVA	14.35
			TOTAL USD	133.93

SON: CIENTO TREINTA Y TRES. 93/100

gissella.alcivar@jolba.com.ec
Ejecutivo de Ventas

K.27 MOBILIARIO

madel

MUEBLES Y SISTEMAS MODULARES DE OFICINA

Mobiliario Bancario • Escolar • Médico • Bajo Diseño

PROFORMA

0000999

PAULINA TUMIPAMBA MENCIAS

RUC. 1712969201001

Dirección: Av. General Enríquez s/n - y 6ta. Transversal
(Centro Comercial 2 Ríos local # 2 Planta Baja)

• Telf.: 2867-904 / 2867-905 • Cel.: 099 177-544 / 087777045

• E-mail: madel1@hotmail.es / www.madel1.com

Cliente: SR. GABRIEL SOLORZANO. Fecha: SANGOLQUI 3 MARZO 2011.

RUC/CI: Teléfono: 084053544.

Dirección: Forma de pago: 50% ELABORA 50% ENTREGA

CANT.	CONCEPTO	Valor Unitario	Valor Total
3	ESTACIONES TRABAJO 1.50 x 1.50 x 0.60	$280.00	840.00
3	SILLAS SECRETARIAS PILOT.	95.00	285.00
6	SILLAS DE VISITA GRAFITY.	45.00	270.00
1	ARCHIVADOR 4 GAVETAS	180	180.00
1	CREDENZA. 1.15 x 70 x 0.40.	235	235.00

TIEMPO DE ENTREGA: 8 DIAS LABORABLES

Observaciones:

SUBTOTAL	$1.810.00
DESCUENTO	90.50
	1.719.50
IVA 12%	206.34
VALOR TOTAL	$1.925.84

Firma Cliente

Fernanda T.

Firma Autorizada

Ediciones Científicas Cía. Ltda. Telf.: 2 860 946 • Numerado del 000801 al 001100

K.28 TELÉFONO Y FAX

Almacén "SILVANITA"

Somos Distribuidores de las Mejores Marcas:

DUREX - GENERAL ELECTRIC - INDURAMA - WHIRPOOL

MABE - SONY - PANASONIC - AIWA - LG - PIONEER

SAN RAFAEL: Av. Gral. Enríquez e Isla Genovesa - Telf.: 286-3283

FACTURA PROFORMA

NOMBRE: Sr.

FECHA: 10/03/2011

CANT.	DESCRIPCION DEL ARTICULO	VALOR
01	Fax-teléfono Panasonic inalámbrico identificador y contestador de llamadas 2451	$ 208
	Plan 3 pagos sin interés	
		$ 208

Valor del Crédito

Cuota de Entrada $ 69,34 x 3

Cuotas Mensuales

Cuotas Adicionales

FIRMA DEL VENDEDOR

Graf. San Rafael Telf.: 286-3961 / 286-7951

K.29 TELEFONIA MOVIL

Tarifas incluido impuestos (IVA)

Nombre del plan	Tarifa Mensual	Precio por Minuto		
		Movistar	Otras operadoras	Números favoritos movistar
Plan Total 10	$11,20	$0,09	$0,21	$0,045
Plan Total 12	$13,44	$0,09	$0,21	$0,045
Plan Total 15	$16,80	$0,09	$0,21	$0,045
Plan Total 20	$22,40	$0,09	$0,21	$0,045
Plan Total 25	$28,00	$0,09	$0,21	$0,045
Plan Total 30	$33,60	$0,09	$0,21	$0,045
Plan Total 40	$44,80	$0,09	$0,21	$0,045
Plan Total 50	$56,00	$0,09	$0,21	$0,045
Plan Total 70	$78,40	$0,09	$0,21	$0,045
Plan Total 100	$112,00	$0,09	$0,21	$0,045
Plan Total 200	$224,00	$0,09	$0,21	$0,045
Plan Total 300	$336,00	$0,09	$0,21	$0,045

K.30 HOSPEDAJE

Hotel Italia ☆☆☆☆

Ubicación: Dentro de la ciudad
Aeropuerto: a 3 minutos (Mariscal Lamar - Cuenca)
Dirección: Av. España y Av. Huayna Capac
Teléfono: (593 7) 284 0060
Fax: (593 7) 286 4475
E-mail: info@hotelitalia.com.ec
Web: www.hotelitalia.com.ec

Hotel Italia, un hotel cuatro estrellas que se ha renovado para brindar a sus huéspedes servicios de calidad en nuestras cómodas instalaciones.

Nos comprometemos a hacer de su estadía la mas placentera visita a la ciudad de Cuenca.

SERVICIOS / FACILIDADES

Restaurante "Venecia", desayuno buffet todos los días cortesía del hotel, cocktail de bienvenida, discaco directo local, nacional e internacional, servicio de fax, servicio de internet banca ancha cortesía para nuestro huéspedes, cajas de seguridad, servicio a la habitación, servicio de lavandería, parqueadero privado, televisión por cable, periódico local, transporte aeropuerto - hotel - aeropuerto.

INFORMACION SOBRE LAS HABITACIONES

Contamos con 43 habitaciones lujosamente amobladas, todas con televisión a color con TV cable super premium con 43 canales, teléfono con discado directo local, nacional e internacional, radio despertador AM/FM, frigobar, su respectivo baño privado con todas sus comodidades (agua caliente, amenities de lujo, secador de cabello).

ACOMODACION / TARIFAS

Tipo de Habitación	Tarifa por noche (USD)		
	Sencilla	Doble	Triple
Estándar	$40,14	$53,56	$66,98
Cuádruple		$81,74	
Suite Junior	$66,98		n.d.
Cama adicional		$17,08	

Vigencia: Año 2010

Incluye: Impuestos (12% IVA + 10% Servicio), desayuno buffet y cocktail de bienvenida, transfer Aeropuerto - Hotel - Aeropuerto

ANEXO L SALARIOS SECTORIALES

L.1 SALARIOS MINIMOS SECTORIALES DEL 2011

Salarios mínimos sectoriales para la rama de actividad de Ensamblaje de Automotores, Fabricación de sus Partes y Piezas

Fuente:http://www.mintrab.gov.ec/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gi(03/01/2011)

ESTRUCTURA OCUPACIONAL	CARGO Y/O FUNCIÓN	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL
A1	SUPERVISOR	295,68
B2	COORDINADOR	286,44
B3	INSPECTOR - CONTROL DE CALIDAD	285,12
C1	RETOCADOR	281,16
	SOLDADOR DE CHASIS	
C2	ELECTRICISTA AUTOMOTRIZ	279,84
	FORRADOR	
	ENDEREZADOR	
	PINTOR	
	MECANICO AUTOMOTRIZ	
	MECANICO DE MANTENIMIENTO - ELECTROMECANICO	
	MONTACARGUISTA	
	OPERADOR DE MAQUINA	
	SOLDADOR	
D1	BODEGUERO	273,24
D2	PLOMERO	271,92
	TAPICERO FOSFATEADOR, SELLADOR, LUADOR, OBRERO, Y OPERARIO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, ELECTROMECANICO, REPARTIDO DE MATERIALES, OPERARIO DE VESTIDURA	
E2	SERVICIOS GENERALES	266,64

L.2 SALARIOS MINIMOS SECTORIALES DEL 2011

Salarios mínimos sectoriales para profesionales en general.

Fuente://www.mintrab.gov.ec/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gi(03/01/2011)

ESTRUCTURA OCUPACIONAL	CARGO Y/O FUNCIÓN	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL
C1	CONTADOR (CON TITUTLO DE BACHILLER EN CONTABILIDAD Y 2 AÑOS DE EXPERIENCIA EN LABORES COMO ASISTENTE DE CONTABILIDAD)	283,85
	CREATIVO	
	REDACTOR DE TEXTOS	
C2	BOCETISTA Y/O ARTEFINALISTA	282,65
	FOTOGRAFO Y/O LABORATORISTA	
D1	AGENTE COBRADOR	279,72
D1	ASISTENTE DE CONTABILIDAD (CON TITULO DE BACHILLER EN CONTABILIDAD Y 5 AÑOS DE EXPERIENCIA)	279,72
	RECEPCIONISTA Y/U OFICINISTA	279,72
	SECRETARIA	279,72
D2	DEMOSTRADOR	277,66
E2	PERSONAL DE SERVICIOS	274,56

ANEXO M TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL FINANCIAMIENTO.

M.1 AMORTIZACIÓN DEL FINANCIAMIENTO

Fuente: Balcón de Servicios de la Corporación Financiera Nacional

Elaboración: Propia

Tabla M.1 Financiamiento

monto	330000	USD
tasa de interés	11,50%	
plazo	5	años
gracia	0,5	años
fecha de inicio	10/02/2011	
moneda		
amortización cada	90	días
numero de periodos	18	para amortizar el capital

No.	Vencimiento	Saldo	Interés	Principal	Dividendo
0		330000			
1	11/05/2011	330000	9487,5		9487,5
2	09/08/2011	330000	9487,5		9487,5
3	07/11/2011	315746,48	9487,50	14253,52	23741,02
4	05/02/2012	301083,18	9077,71	14663,31	23741,02
5	05/05/2012	285998,30	8656,14	15084,88	23741,02
6	03/08/2012	270479,73	8222,45	15518,57	23741,02
7	01/11/2012	254515,01	7776,29	15964,73	23741,02
8	30/01/2013	238091,29	7317,31	16423,71	23741,02
9	30/04/2013	221195,40	6845,12	16895,89	23741,02
10	29/07/2013	203813,75	6359,37	17381,65	23741,02
11	27/10/2013	185932,38	5859,65	17881,37	23741,02
12	25/01/2014	167536,92	5345,56	18395,46	23741,02
13	25/04/2014	148612,58	4816,69	18924,33	23741,02
14	24/07/2014	129144,18	4272,61	19468,41	23741,02
15	22/10/2014	109116,05	3712,90	20028,12	23741,02
16	20/01/2015	88512,12	3137,09	20603,93	23741,02
17	20/04/2015	67315,83	2544,72	21196,29	23741,02
18	19/07/2015	45510,14	1935,33	21805,69	23741,02
19	17/10/2015	23077,54	1308,42	22432,60	23741,02
20	15/01/2016	0,00	663,48	23077,54	23741,02

M.2 INTERESES POR AÑOS.

Debido a que en la Tabla M.1 se indica los intereses a pagar únicamente por trimestralmente, en la siguiente tabla se indica los intereses a pagar de manera anual.

Tabla M.2 Intereses anuales.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Intereses	37540,21	31972,19	24409,69	15939,28	6451,95
Amortizaciones	301083,18	238091,29	167536,92	88512,12	0,00
Pagos	28916,82	62991,88	70554,38	79024,79	88512,12

ANEXO N PLANOS

N.1 PLANO DE CONJUNTO DEL CONVERTIDOR CATALÍTICO

Plano 1.2712.100

N.2 PLANO CARCASA SUPERIOR

Plano 1.2712.101

N.3 PLANO CARCASA INFERIOR

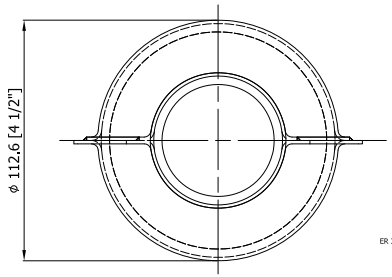
Plano 1.2712.102

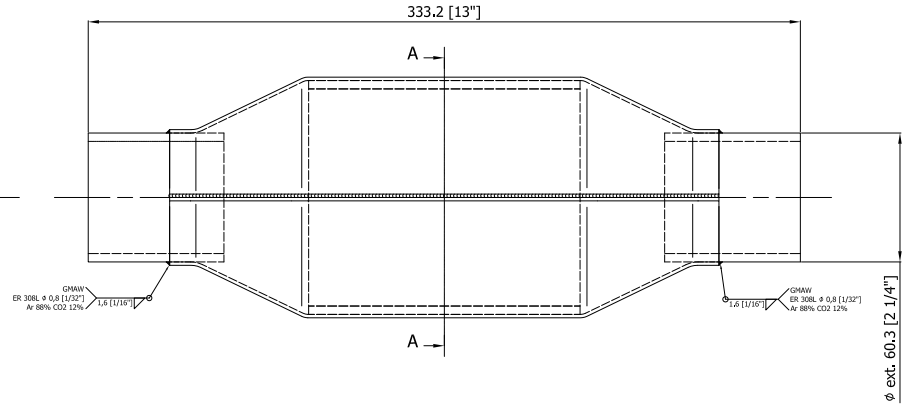
N.4 PLANO ACOPLE PARA TUBO DE ESCAPE

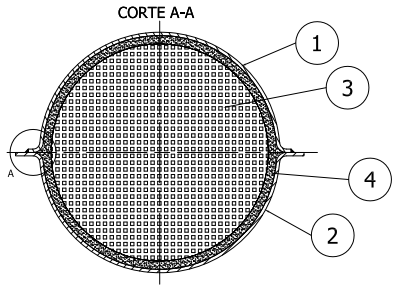
Plano 1.2712.103

N.5 PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

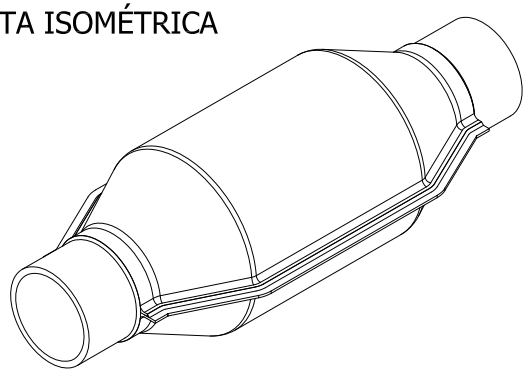
Plano 1.2712.200

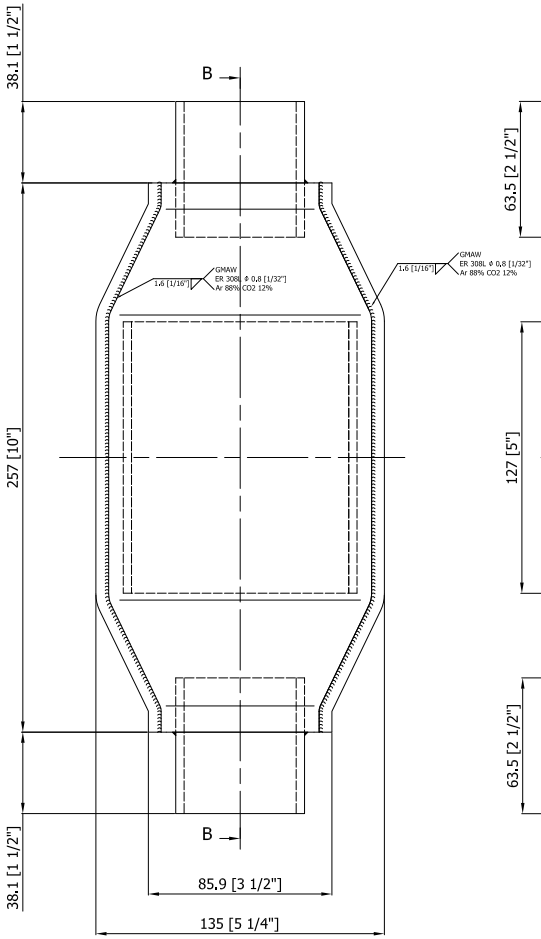


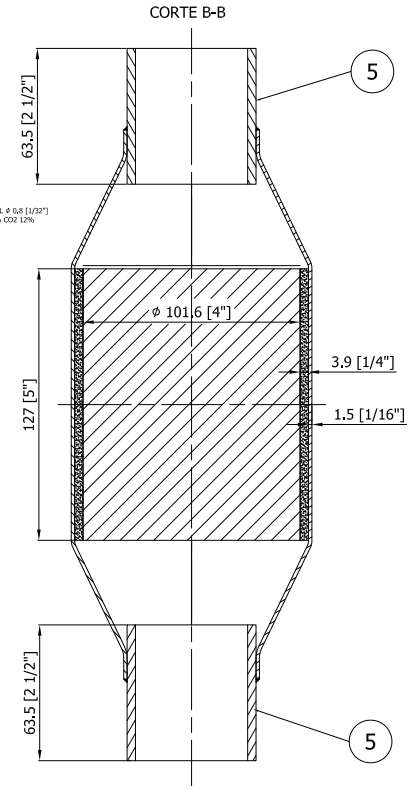




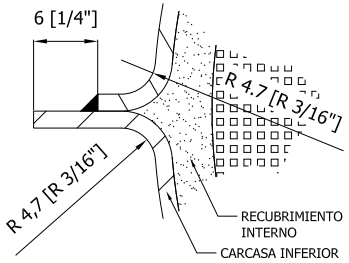
VISTA ISOMÉTRICA







DETALLE A
ESCALA (2:1)



ENSAMBLAJE:

1. Posicionar carcasa inferior
2. Sobre carcasa inferior colocar aislamiento interno
3. Sobre aislamiento colocar monolito
4. Recubrir monolito con aislamiento y asegurar
5. Colocar acoples de escape y asegurar
6. Colocar carcasa superior
7. Comprimir el conjunto con prensa manual hasta juntar las dos carcasas en la posición de soldadura
8. Soldar las carcasas
9. Soldar acoples (tubos) a las carcasas.

Ítem	Cant.	Descripción	Material	Observaciones
5	2	Tubo ϕ 2" Sch. 40, long: 2 1/2"	AISI 304L	Plano 1.2712.103
4	1	Aislamiento interno 342x117x9mm	ISOMAX 1	
3	1	Monolito 400 cells/in2, ϕ 4", long. 5"	Cerámico	
2	1	Carcasa inferior 257x85,9x56,3mm	AISI 304L	Plano 1.2712.102
1	1	Carcasa superior 257x73,9x56,3mm	AISI 304L	Plano 1.2712.101

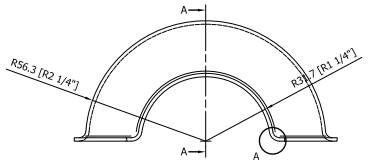
NOTAS:

- Unidades: mm [pulg.]

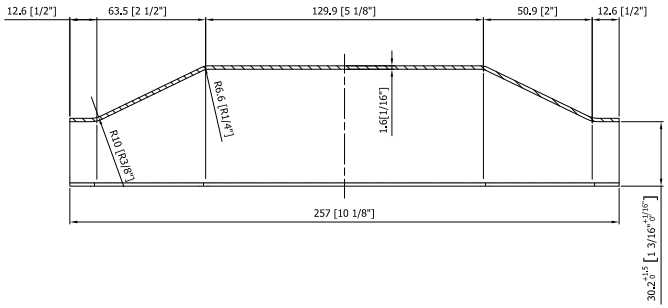
DESCRIPCIÓN:

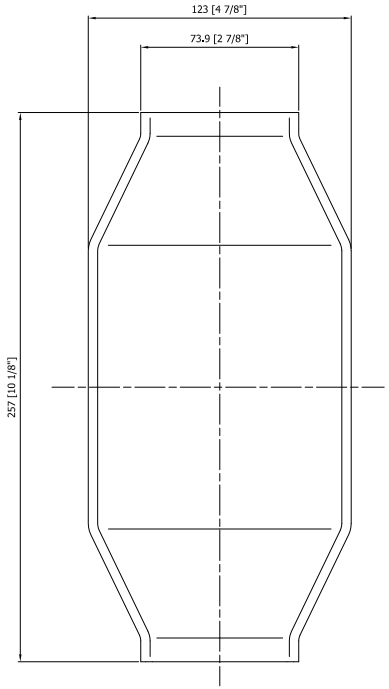
Convertidor catalítico
- 3 vías
- Para vehículos de cilindrada menor o igual a 2000 c.c
- Máxima eficiencia de conversión: 93%
- Máxima temperatura de trabajo: 850 ºC

E.P.N.	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	Dib: Fausto Vásquez, Gabriel Solórzano Dis: Fausto Vásquez, Gabriel Solórzano Rev: Ing. Ángel Portilla	Escala: 1:2,5
PLANO DE CONJUNTO		1.2712.100	Fecha: 12/05/2011

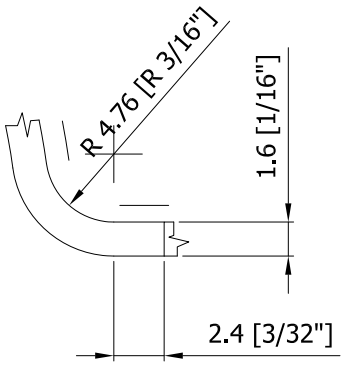


CORTE A-A

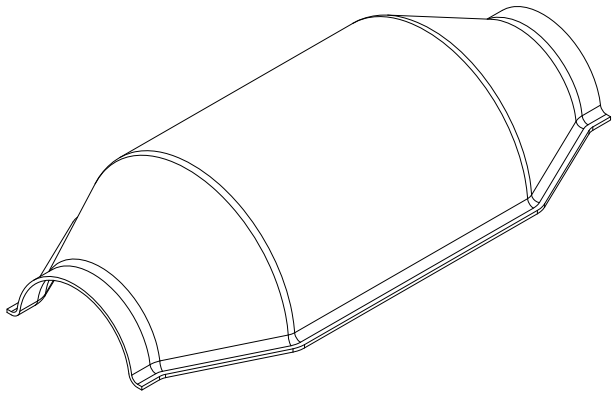




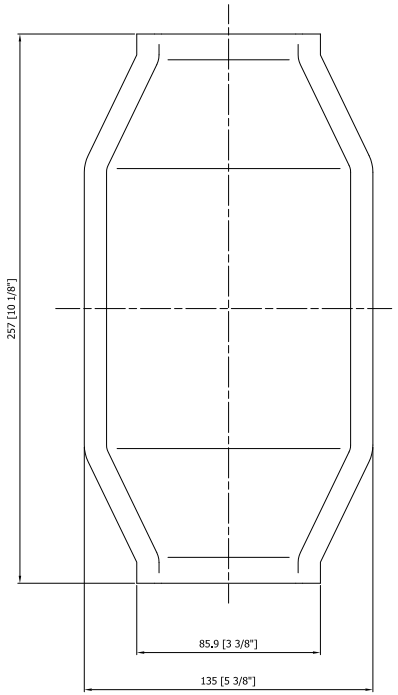
DETALLE A
ESCALA (2:1)



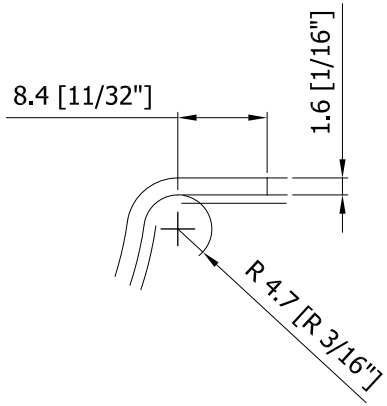
VISTA ISOMÉTRICA



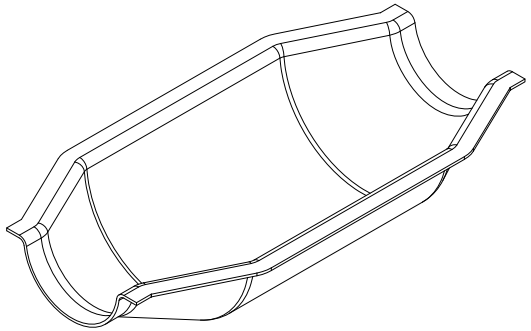
Trat. Térmico:	Ninguno		EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Recubrimiento:	Ninguno				
MATERIAL: Acero inoxidable AISI 304L		Tol.Gral ± 0.5	Escala: 1:2,5	Dib.	Fausto Vásquez, Gabriel Solórzano
				Dis.	Fausto Vásquez, Gabriel Solórzano
				Rev.	Ing. Ángel Portilla
CARCASA SUPERIOR			1.2712.101	FECHA: 12/05/2011	

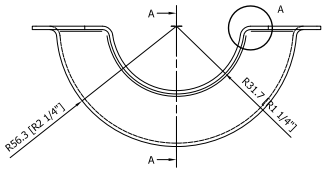


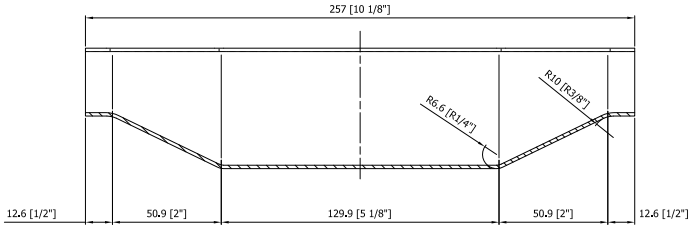
DETALLE A
ESCALA (2:1)



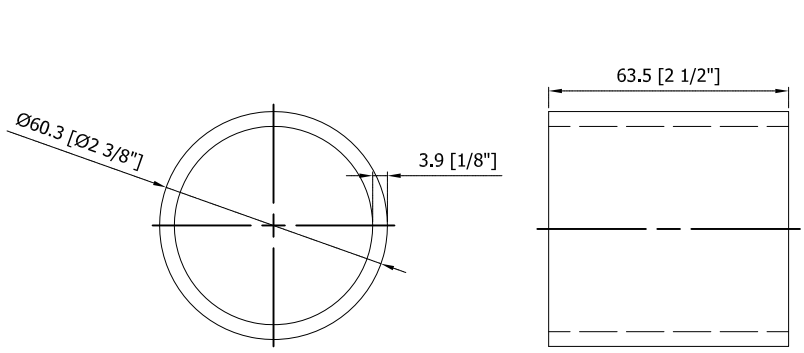
VISTA ISOMÉTRICA





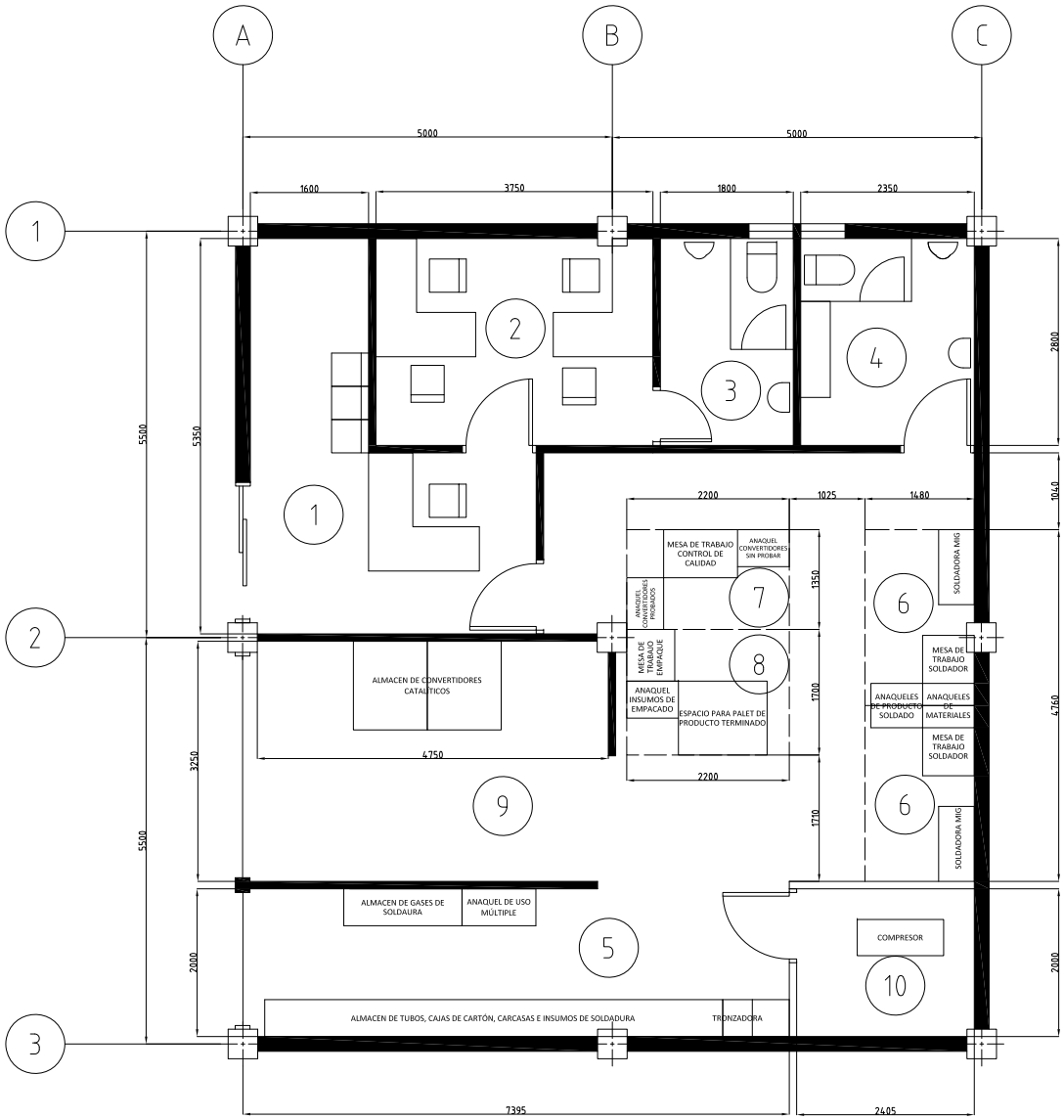


Trat. Térmico:	Ninguno		EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Recubrimiento:	Ninguno				
MATERIAL: Acero inoxidable AISI 304L		Tol.Gral ± 0.5	Escala: 1:2,5	Dib.	Fausto Vásquez, Gabriel Solórzano
				Dis.	Fausto Vásquez, Gabriel Solórzano
				Rev.	Ing. Ángel Portilla
CARCASA INFERIOR			1.2712.102	FECHA: 12/05/2011	



NOTA:
- Cortar tubo Ø60,3 mm (2") a longitud indicada

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno				
MATERIAL: Acero inoxidable AISI 304L	Tol.Gral ± 1	Escala: 1:2	Dib.	Fausto Vásquez, Gabriel Solórzano	
			Dis.	Fausto Vásquez, Gabriel Solórzano	
			Rev.	Ing. Ángel Portilla	
ACOPLE DE ESCAPE		1.2712.103			FECHA: 12/05/2011



ZONAS DE LA PLANTA:

1. Recepción/Secretaría
2. Oficinas de Gerencia e Ingeniería
3. Baño zona de oficicnas
4. Baño/Casilleros zona de producción
5. Bodega de materia prima
6. Soldadura
7. Control de calidad
8. Empacado
9. Bodega de producto terminado

ESPACIO REQUERIDO:

Largo: 11400

Ancho: 10400

Área: 118.56 m2

E.P.N.	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	Dib:	Fausto Vásquez, Gabriel Solórzano	Escala: 1:50
		Dis:	Fausto Vásquez, Gabriel Solórzano	
		Rev:	Ing. Ángel Portilla	
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA		1.2712.200		Fecha: 1/02/2011